

叢書集成續編 第八二冊目錄

自然科學類



化學

化學材料中西名目表一卷.....

□ 不著撰人

西學富強

一

物理學

電學綱目一卷.....

英 田大里輯

西學富強

四三

電學十卷.....

英 璫揆德著

西學富強

八三

電氣鍍金四卷.....

布 金楷理口譯

西學富強

三六七

電氣鍍銀一卷.....

英 傅蘭雅口譯

西學富強

四三七

重學二十卷.....

英 艾約瑟口譯

西學富強

四五三

光學二卷附視學諸器圖說一卷.....

布 趙元益筆述

西學富強

六四三

化學材料名目表

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

化學材料中西名目表

小序

是表於同治九年在江南製造總局，繙譯化學鑑原，續編補編時所作，原意祇將此表附於本書之後，但因陸續加入別種化學書內之名目，冀其用處更覺寬廣。

各種化學材料，有中國尙未知者，有前繙譯家尙未定名者，無奈必設公法，特命新名，所有原質，多無華名，自必設立新者，而以一字為主，或按其形性大意而命之，或照西字要聲而譯之。

所有雜質之名，率照西國之法，將其原質之名與數併而成之，中國有者，另為釋註。

所有生物質之名，或將其原意譯其要略，或按其西音譯以華字，因此不免字多，名似過長，內有屬於礦學與藥品之名目，亦歸同法譯之，惟另有此兩種學之細目，刊印成表，故此表不多及之。

本局初譯化學類之書時，西國所用各質之分劑數，適在廢舊法而興新法之間，當時祇能用舊法之書為底本，後雖新法盛行，而本局已刻化學諸書，均依舊法，如今改用新法，則前後不應，恐誤學者，故仍前分劑，以歸一律，然以舊法變為新法，或以新法變為舊法，觀化學書內所設公法，即易明悉。

光緒十年十二月十一日識

VOCABULARY OF NAMES OF CHEMICAL SUBSTANCES

THIS vocabulary was commenced in 1869 during the translation of the First edition of "Bloxam's Chemistry," and was primarily intended only as an appendix to that work; but a few terms have subsequently been added making it more generally useful.

A system had to be invented to express the names of substances unknown to the Chinese and not fixed by previous translators.

For most of the elementary substances new terms of course had to be coined, one Chinese character being found sufficient for each. Some of these new terms are descriptive while others are merely phonetic and represent the prominent sound in the Foreign name.

For compound inorganic substances generally, the elements with the number of their equivalent are combined in the same way as in the Symbols used in Foreign countries.

For organic substances either the meaning of the term or a description of the substance has been translated or where this was impracticable the term itself has been transliterated. In some cases the terms thus formed are rather cumbersome and will no doubt eventually be much shortened. The same general plan has been carried out in rendering terms belonging more strictly to Mineralogy and Materia Medica, of which separate and more complete lists are also published.

It is unfortunate that the work of translation had to be commenced during the period of the transition from the old to the new notation when only text books in the old notation were obtainable. When the new system had become fully established in Western countries several books had been published in Chinese according to the old notation. It was feared that a change of system in succeeding works would only lead to confusion, and hence the old notation has been retained throughout the whole series of works relating to Chemical subjects. A little trouble however is all that is needed to enable the student to change from the old to the new and *vice-versa*.

KIANGNAN ARSENAL.

Jan. 1885.

VOCABULARY OF NAMES OF SUBSTANCES OCCURRING
IN VARIOUS WORKS ON CHEMISTRY; CHIEFLY IN "BLOXAM'S
CHEMISTRY," FIRST EDITION.

Acetal, 阿西他辣
 Acetamide, 阿西他阿美弟
 Acetates, 醋酸鹽類
 Acetic acid, 醋酸
 " acid, glacial, 冰形醋酸
 " anhydride, 無水醋酸
 " ether, 醋酸以脫
 " oxychloride, 醋酸綠養
 " peroxide, 醋酸養
 Acetine, 阿西低尼
 Acetone, 阿西多尼
 " diethylated, 二以脫里阿西多尼
 " dimethylated, 二以脫里阿西多尼
 " ethylated, 以脫里阿西多尼
 " methylate, 以脫里阿西多尼
 Acetones, 阿西多尼類
 Acetonic acid, 阿西多尼克酸
 Acetonitrile, 阿西多尼內脫來里
 Acetylene, 阿西台里
 " binoxide, 阿西台里養
 " chloride, 阿西台里綠
 " urea, 阿西台里由里阿
 Acetylene, 阿西台里尼
 " silver precipitate 銀阿西台里尼
 Acetylides of copper, 銅阿西台里弟
 " of potassium, 鉀阿西台里弟
 " of sodium, 鈉阿西台里弟
 Acid, 酸質及配質
 " of sugar, 糖酸類
 " radicals, 酸底子或配底子
 Acids, acetic series, 醋酸級
 " acrylic series, 阿各里里克酸級
 " anhydrous, 無水配質或酸質
 " aromatic, 香酸類
 " bibasic, 二本之酸類
 " dibasic, 二本之酸類
 " hydrated, 含輕養之酸質
 " lactic series, 拉格的克酸級
 " non-volatile, 不自散酸質
 " organic, 生物酸類

Acids, polybasio, 多本之酸質
 " tribasic, 三本之酸質
 " vegetable, 植物酸類
 " volatile, 能自散酸質
 Acidulous waters, 酸性水
 Aconitic acid, 阿古尼低克酸
 Aconitine, 阿古尼低尼
 Acrynyl, 阿格里乃里
 Acroleine, 阿各里哇里以尼
 Acrylic acid, 阿各里里克酸
 Actinic rays, 光內化物線
 Actinolite, 阿格替奴來得
 " 即光線石
 Adipic acid, 阿弟比克酸
 Adipocere, 阿弟市昔里
 Adularia, 阿度拉里阿石
 Aeschylic alcohol, 依喜里克醇
 Acrated bread, 壓空氣發之饅頭
 After damp, 煤洞燒後變成炭
 " 養氣
 Agalmatolite, 阿軋辣馬土來得
 " 即像石
 Agate, 黑白瑪瑙
 Aich-metal, 愛止銅又名荷之銅
 Air, 空氣
 Air benz lized, 含徧蘇里之空氣
 Alabaster, 阿拉巴司得
 Alabaster, oriental, 東方所產阿拉巴司得
 Albanum, 阿立白奴末
 Albite, 阿勒倍得
 Albumen, 阿立白門即蛋白質
 Alcarsin, 阿里十耳新
 Alcohol, 酒
 " absolute, 無水酒
 " allylic, 阿來里克醇
 " amylic, 阿美里克醇
 " anisic, 阿尼西克醇
 " benzoic, 徧蘇以克醇
 " caprylic, 加布里里克醇
 " cerylic, 西立里克醇

Alcohol, cuminic, 固迷尼克酒
 ,, methylated, 迷以脫里酒
 ,, methylic, 迷以脫里酒
 ,, radicals, 酒精子
 Alcohols, 酒精類
 ,, diatomic, 二質點酒精類
 ,, monatomic, 一質點酒精類
 ,, polyatomic, 多質點酒精類
 ,, triatomic, 三質點酒精類
 Alcohols, vinic series, 酒酸級
 Aldehyde, 西勒弟海特
 ,, acetic or vinic, 醋酸阿勒弟海特
 ,, ammonia, 淡輕, 養阿勒弟海特
 ,, anisic, 阿尼西克阿勒弟海特
 ,, benzoic, 福蘇以克阿勒弟海特
 ,, butyric, 布低耳以克阿勒弟海特
 ,, caprylic, 加布里里克阿勒弟海特
 Aldehyde cinnamic, 西捺迷克阿勒弟海特
 ,, cuminic, 固迷尼克阿勒弟海特
 ,, endoic, 由度以克阿勒弟海特
 ,, lauric, 羅耳以克阿勒弟海特
 ,, methylic, 迷以脫里克阿勒弟海特
 ,, oenanthic, 以難弟支阿勒弟海特
 ,, propionic, 布路比阿尼克阿勒弟海特
 ,, pyromucic, 貝路母西克阿勒弟海特
 ,, resin, 阿勒弟海特膏
 ,, rutic, 而烏弟克阿勒弟海特
 ,, salicylic, 薩里西里克阿勒弟海特
 ,, valeric, 發里里克阿勒弟海特
 Aldehydes, 阿勒弟海特類
 Alder wood, 可拉達木 橙木
 ,, 即赤楊木
 Ale, 濃啤酒
 Algaroth, 阿里加羅特 即錫
 ,, 緣和錫膏粉
 Alizarine, 阿里撒里尼
 Alkali, 碱類質
 ,, metals, 碱屬金
 Alkaline earth metals, 碱土屬金
 ,, earths, 碱土屬
 ,, oids, 似碱類
 ,, organic, 生物似碱類
 n 阿陸格善

Alloxantine, 阿陸格善的尼
 Allylic, 阿來里
 ,, isoido, 阿來里
 ,, sulphido, 阿來里
 ,, sulpho-cyanide, 阿來里
 ,, terbromide, 阿來里
 Allylene, 阿來里
 Allylic alcohol, 阿來里
 ,, aldehyde, 阿來里
 Almond oil, 杏仁油
 Aloeine, 阿囉以尼
 Aloes, 阿囉 即藍會
 Alum, 鋁 = 養 = 三硫養 =
 ,, 即白礬
 ,, basic, 為本礬類
 ,, concentrated, 濃礬類
 ,, shale, 成礬尼板石
 Alumina, 鋁 = 養 =
 ,, acetate, 鋁 = 養 = 醋酸
 ,, hydrate, 鋁 = 養 = 輕養
 ,, phosphate, 鋁 = 養 = 磷養
 ,, silicate, 鋁 = 養 = 矽養
 ,, sulphate, 鋁 = 養 = 硫養
 Aluminite, 阿呂迷奈得 即鋁礦
 Aluminum, 鋁
 ,, bronze, 鋁銅
 ,, chloride, 鋁 = 緣 =
 ,, ethide, 鋁以脫愛特
 ,, fluoride, 鋁 = 弗 =
 ,, methide, 鋁迷以脫愛特
 ,, silicide, 鋁 = 矽 =
 Alums, 礬類
 Amalgam of ammonium, 淡輕 汞膏
 ,, of sodium, 鈉汞膏
 Amalgams, 金類含汞之膏
 Amalgamated zinc plates, 飽足汞之鋅板
 Amalic acid, 阿瑪力克酸
 Anarine, 阿瑪里尼
 Amber, 琥珀
 Ambergris, 龍涎香
 Amethyst, 阿迷替司得 即墨晶
 Amianthus, 阿迷安士斯石
 Amides, 阿美弟類
 Amidide of potassium, 阿美弟錫
 Amidine, 阿美弟尼
 Amido-diphenylimide, 阿美弟二苯里美弟
 Amidogen, 阿美弟

Democplia, 阿布莫非阿
 Apococia, 阿布荷第以阿
 Aqua tortis, 淡養五
 Aqua regia, 合強水
 Arsenio, 阿喇比尼
 Arsenic acid, 阿拉幾克酸
 Arsenic acid, 布低克酸
 Arbor Diuina, 銀汞成花形顆粒
 Arenal, 阿耳扣勒
 Argent acetate chloride, 銀阿西台里綠
 acryle oxide, 銀阿西台里養
 allylene, 銀阿來里尼
 Argillaceous iron ores, 泥鐵礦
 Argol, 阿耳古勒
 Arack, 阿刺格酒
 Arragonite, 阿拉果奈得
 Arrow root, 洋薯粉
 Arseniates, 鉍養五鹽類
 Arsenic, 鉍
 bisulphide, 鉍硫二
 native, 生成鉍 即自然鉍
 oxide, 鉍養三
 pentasulphide, 鉍硫五
 subsulphide, 鉍硫二
 sulphide, 鉍硫三
 terbromide, 鉍溴三
 terchloride, 鉍綠三
 terfluoride, 鉍弗三
 teriodide, 鉍碘三
 tersulphide, 鉍硫三
 trierioxide, 鉍三以脫里養
 acid, 鉍養五
 Arsenical nickel, 鎳鉍
 pyrites, 鐵硫二鐵鉍二 即含
 鉍之鐵硫二礦
 soap, 鉍養三肥皂
 以鉍為本之質
 Arsenides, 以鉍為本之質
 Arseniatted hydrogen, 鉍輕三
 Arsenio-diethyle, 二以脫里鉍
 Arsenio-dimethyle, 二迷以脫里鉍
 Arsenio-sulphides, 鉍含硫之各質
 Arsenio-triethyle, 三以脫里鉍
 Arsenio-trimethyle, 三迷以脫里鉍
 Arsenious acid, 鉍養三
 acid, tribasic, 三本鉍養三
 acid, crystalline, 顆粒形鉍養三
 acid, vitreous, 玻璃形鉍養三
 Arseniatted hydrogen, 鉍輕三
 Asafoetida, 阿魏
 Asbestos, 不灰木

Anisyle hydride, 阿呢西里輕
 Annatto, 安那吐
 Annabergite, 安那白蓋得
 Anthophyllite, 安吐非來得 即花
 藥石 又名硬煤名
 Anthracite, 白煤 鍊古內得
 Anthraconite, 安特鍊古內得
 Antichlore, 滅綠氣之質
 Antimonic acid, 鉍養五
 Antimonietted, 鉍輕三
 hydrogen, 安弟麻內得
 Antimonite, 鉍
 Antimony, 鉍 顆粒形鉍
 amorphous, 無顆粒形鉍
 antimoniate of, 鉍養三鉍養五
 teroxide, 鉍
 Antimony, butter of, 鉍綠三
 chlorosulphide, 鉍綠三硫
 crocus, 三鈉硫鉍硫三
 crude, 鉍硫三
 glass, 鉍玻璃
 grey ore of, 鉍硫三礦 即灰色
 鉍礦
 ore, red, 鉍養三二鉍硫三 即
 紅鉍礦
 ore, white, 鉍養三 即白鉍礦
 oxide, 鉍養三
 oxychloride, 鉍綠三二鉍養三
 oxysulphide, 鉍養三二鉍硫三
 pentachloride, 鉍綠五
 pentasulphide, 鉍硫五
 potassio tartrate, 鉍養三鉍養三果酸 即
 打打伊密的
 regulus, 純鉍
 sulphide, 鉍硫三
 terchloride, 鉍綠三
 teroxide, 鉍養三
 tersulphide, 鉍硫三
 triatomic, 鉍為三質點之質
 vermillion, 鉍硫三紅
 Antiseptics, 免腐之料
 Antozone, 滅電臭之質
 Ants acid of, 蟻酸
 Ants oil of, 蟻油
 Apatite, 阿巴台得 即嶽入石
 Apocrenic acid, 阿布格尼克酸
 Apophyllito, 阿布非來得 即易
 分頁石
 Apple oil, 蘋果油

不
鳥
木
非
一
日
三

globules, 血
venous, 迴血
arterial, 發血
from iron, 初成熱鐵團
and blaze, 鍊洋藍火
copperas, 銅養硫養
malachite, 藍色瑪拉開得 即
銅養炭養 礦
metal, 藍色銅
oxide of molyb- 藍色鉬養
denum, 藍
oxide of tungsten 藍色錳養
pill, 藍丸 即水銀丸
Prussian, 普魯士藍
stone, 銅養硫養 即藍礬
Thénard's, 替乃特氏藍料
Turnbull's, 特而松布勒氏藍料
verditer, 銅養輕養
virid, 銅養硫養
pig-iron ore, 卑馬地鐵養 礦 即
bluehead cannel coal, 北格海特丁尼里煤
blue-sover Moor stone, 托所登母而石
bone ash, 骨灰
boracic acid, 硼養
acid, vitreous, 玻璃形硫養
anhydride, 無水硼養
other, 硼養 以脫
boracite, 布拉克得 即鑛養
硼養 礦
borates, 含硼養 之質
borax, 硼砂 即納養二硼
養
" vitrified, 玻璃形硼砂
boric ethide, 硼養 以脫第
" methide, 硼養 迷以脫第
borneous, 北爾尼以尼
boron camphor, 龍腦 即北爾尼樟
" 腦
Bornite, 北爾奈得
Borofluoric acid, 硼養 三輕弗
Borofluorides, 硼養 三輕弗 鹽類
Boron, 硼
" amorphous, 無顆粒形硼
" chloride, 硼綠
" crystallized, 顆粒形硼
" diamond, 金剛石形硼
" fluoride, 硼弗
" graphitoid, 筆鉛形硼
" scale, 硼淡

Bicarbonate of soda 鈉養二炭背
Bicarbonates, 二炭養 二類
Bichloroacetic acid, 二二級醋酸
Bi-equivalent elements, 雙分原質
Bile, 膽汁
Bimetaantimoniate of potash, 鉀養輕養錳養
Bimetaantimoniate of soda, 鈉養輕養錳養
Binoxide of hydrogen, 輕養
" of nitrogen, 淡養
Birch, oil of, 布而止油
Biscuit porcelain, 無釉瓷
Bismuth, 鉍
" glance, 光點必礦 即鉍硫
" nitrate, 鉍養淡養
" ochre, 鉍養 礦 即鉍養
黃土
" oxide, 鉍養
" oxychloride, 鉍綠 二鉍養
" sulphide, 鉍硫
" telluride, 鉍硫礦 即含碲之鉍
" terchloride, 鉍綠
" triatomic, 三質點鉍
" trinitrate, 鉍養三淡養
Bismuthic acid, 鉍養
Bistearine, 二司替阿里尼
Bisulphate of potash, 鉀養二硫養
Bisulphide of carbon, 炭硫
Bisulphites, 二硫養 鹽類
Bisulphuret of carbon, 炭硫
Bitter almond oil, 苦杏仁油
" spar, 苦司巴耳 即苦光石
Bittern, 煮鹽餘水
Bitumen, 必刁門 即地柏油
又名硬石油
Bituminous shale, 烟煤舍勒石 即含
地柏油泥板石
Bituminous coal, 烟煤
Bisine, 比各西尼
Black ash, 黑生納養炭養
" band, 黑帶相煤
" dyes, 黑色染料
" lead, 笨鉛
Blende, 布來爾得 即鉛養礦
Blende, 布倫得 即鋅養礦
Blistered steel, 炮面鋼
Block tin, 上等馬口鐵
Blood coagulated, 凝結之血 又結血
Blood defibrinated, 去非布里尼血

Butter-milk, 去油牛乳
 Butylactic acid, 布低里拉格的克酸
 Butylamine, 布低里阿美尼
 Butyle, 布低里
 " amyle, 布低里阿埋里
 " caproyle, 布低里加布路以里
 Butylene, 布低里尼
 " glycol, 布低里尼各里各哇里
 Butylic alcohol, 布低里克醇
 Butyramide, 布低耳阿美弟
 Butyric acid, 布低耳以克酸
 " ether, 布低耳以克以脫
 Butyric, 布低耳以尼
 Butyrene, 布低耳阿尼
 Butyryle, 布低耳愛里
 " urso, 布低耳愛里由里阿
 Cacao butter, 卡高油
 Cadet's fuming liquor, 卡弟特氏發霧水料
 Cadmia, 鑄硫
 Cadmium, 鑄
 " carbonate, 鑄養炭養二
 " diatomic, 二質點鑄
 " iodide, 鑄碘
 " oxide, 鑄養
 " sulphide, 鑄硫
 Cæen stone, 嵌石
 Caesia, 鑄養
 " carbonate, 鑄養炭養二
 Caesium, 鑄
 " platino-chloride, 鑄綠鉑綠二
 Caffeic acid, 加非以克酸
 Caffeine, 加非以尼
 Caffone, 加非哇尼
 Caffeo-tannic acid, 加非哇款尼克酸
 Cairngorm stone, 嵌納各末石
 Caking coal, 鑄結煤
 Calamine, 卡拉迷尼 即銻養
 " electric, 電性卡拉迷尼礦
 Calcareous waters, 含鈣之水
 Calcite, 嗎勒養得
 Calcium, 鈣
 Calcium bisulphide, 鈣硫二
 " chloride, 鈣綠
 " fluoride, 鈣弗
 " oxychloride, 鈣綠二鈣養
 " pentasulphide, 鈣硫五
 " phosphide, 鈣磷
 " silicide, 鈣矽
 " sulphide, 鈣硫

Boron trichloride, 佈綠三
 " terfluoric, 佈弗三
 Bornatrocalcite, 佈納鈣礦
 Bosjemanite, 侯司只曼內得
 Botany Bay gum, 巴搭尼灣樹膠
 Bournonite, 布而奴奈得
 Boyle's fuming liquor, 蒲愛勒氏發霧液質
 Brandy, 罷滿地酒
 Brass, 黃銅
 Brassic acid, 布拉西克酸
 Braunite, 布羅奈得
 Brazil wood, 巴西木 即紅染料
 Bread, 饅頭
 Bréidine, 布累以弟尼
 Bright iron, 白生鐵
 Brimstone, 硫
 Brewsterite, 布陸司大來得
 Britannia metal, 鑄鉛合質
 British gum, 英膠
 Brochantite, 布陸崇台得
 Bromates, 溴養三鹽類
 Bromargyrite, 溴埃兒奇來得銀礦
 Bromhydric, 溴海特里類
 Bromic acid, 溴養三
 Bromine, 溴
 " chloride, 溴綠
 " hydrate, 溴養輕養
 Bronite, 布陸埋得即銀礦
 Bromoform, 布羅羅母福尼克
 Bromosuccinic acid, 布羅瑟格西尼質
 Bronze, 銅鑄鑄和質
 Brookite, 布陸蓋得強水
 Brown acid, sulphuric, 棕綠橙色火
 " blaze, 棕綠橙
 " haematite, 鑄鐵養三輕養
 Bruca, 布魯西阿尼
 Brucine, 布魯西尼
 Brucite, 布魯路尼得
 Brunelic acid, 波羅羅里
 Brunswick green, 布羅倫司
 Bryoidin, 布來愛
 Buckskin, 布鹿皮
 Burnette's disinfecting fluid, 伯呢得氏滅臭料
 Burns iron, 漆漆之鐵
 Butic acid, 布低尼酸
 Butine, 布低尼
 Bussolite, 布低尼來得
 Butter, 牛油

Cheque paper, 票紙
 Chessylite, 只西來得 即銅養
 Chalybite, 卡里倍得 即鐵礦
 Chalcophyllite, 卡利古非來得
 Chili saltpetre, 智利硝磺 即納養淡
 Chinese wax, 蠟
 Chloantite, 綠安台得 即銀
 Chloranthalise, 格羅那普塔里司
 Chlorazetic acid, 格羅阿西低克酸
 Chloracetine, 格羅阿西低尼
 Chloral, 格羅拉勒
 Chloranile, 格羅拉阿尼里尼
 Chloraniline, 格羅拉阿尼里尼
 Chlorate of baryta, 鉍養綠養五
 " of potash, 鉀養綠養五
 Chlorates, 綠養五鹽類
 Chlorhydrine, 格羅海特里尼
 " of glycol, 各里各哇里格羅海
 Chloric acid, 綠養五
 Chloric acid, hydrated, 綠養五輕養
 " ether, 綠養五以脫
 " peroxide, 綠養四
 Chlorides, 以綠為本之質
 Chloride of aluminum, 鋁綠
 " of aluminum, 鋁綠
 and sodium, 鋁綠
 " of ammonium, 淡輕綠
 " of calcium, 鈣綠
 " of lime, 鈣綠 即漂白粉
 " of nitrogen, 綠淡
 " of potassium, 鉀綠
 " of soda, 鈉綠
 " of sodium, 鈉綠
 " of sulphuryle, 硫養綠
 " of thionyle, 替哇內里綠 即硫
 Chlorine, 綠氣 即格羅里尼
 hydrate, 綠輕養
 oxide, 綠養
 Chlorine peroxide, 綠養
 Chlorite, 格羅來得
 Chlorites, 綠養五鹽類
 Chlorobenzole, 徧蘇里綠
 Chlorocarbonic acid, 炭養綠
 Chlorochromic acid, 銻養綠

Cedrine, 西特聖
 Celadonite, 西拉度乃得
 Celery, 色勒里草片
 Celestine, 細勒司的 即
 Cellulino, 寫留里尼
 Cellulose, 寫留路司
 Cement, 寫留路司
 " Portland, 水內變硬之巴得蘭
 " Keating and Keene's, 水內變硬之幾打氏
 " Scott's, 水內變硬之司級得
 " Roman, 水內變硬之羅馬灰
 Cerasine, 西拉西尼
 Cerine, 西路以尼
 Cerite, 昔來得
 Cerium, 昔錯
 " oxalate, 錯養草酸
 " oxides, 錯合養氣質
 Ceroleine, 西路哇里以尼
 Cerosine, 西路西尼
 Cerotene, 西路弟尼
 Cerotic acid, 西路弟克酸
 Cerotine, 西路弟尼
 Ceruse, 西魯司 即鉛養炭
 Cerylic acid, 西路里克酸
 Cetine, 西低尼
 Cetyle, 西低里
 Cetylene, 西低里尼
 Cetylic alcohol, 西低里克醇
 Cetylic ether, 西低里克以脫
 Chabasite, 遮罷賽得
 Chalcedony, 卡勒西度尼石 即
 Chalcopyrites, 卡勒哥貝里石 即
 Chalk, 白石粉 即結格石
 " precipitated, 水內結成之白石粉
 Chalybeate waters, 含鐵之泉水
 Chauncleon mineral, 卡迷里恩礦
 Champagne, 沙末貝捺酒 即湘
 Charbon roux, 紅色炭
 Charcoal, 木炭
 " alder, 阿拉達木炭
 " animal, 動物炭
 Cheese, 乳餅
 Cheltenham waters, 車香哈末泉水

X 3 4 4 - 9 / 2 5

Chrysophanic acid, 可里蘇發尼克酸
 Chrysorhamaine, 可里蘇拉廢尼尼
 Chrysotite, 可里蘇替里內全消
 Chyle, 開勒化之汁胃內半消
 Chyuae, 開末化之汁
 Cigars, 呂宋菸
 Ciuchoua bark, 金雞那皮尼
 Cinchonine, 金雞那以尼輕綠
 " hydrochlorate, 金雞那以尼輕綠
 Cunder, 鐵燻
 " iron, 鐵燻
 Cinnabar, 汞硫磺即硫砂
 Cinnameine, 西捺迷以尼
 Cinnamic acid, 西捺迷克酸即桂
 " 皮酸
 Cinnamol, 西捺迷哇里
 Cinnanton, 桂皮即西捺迷
 Cinnamyle, 西捺迷里輕
 Cinnamyle hydride, 西捺迷里輕
 Currene, 西特里尼
 Citric acid, 檸檬酸即西特里克酸
 Claret, 格拉里特酒即紅
 " 酒
 Clay, 泥即朝泥
 " ironstone, 泥鐵石
 " kidney, 腰子形泥鐵石
 " form, 格里甫蘭台得
 Cleavelandite, 結血
 Clot of blood, 丁香
 Cloves, 煤
 Coal, 巴得蓋得煤
 " Bathgate, 烟煤
 " bituminous, 北格海特煤
 " Boghead, 櫻色煤
 " brown, 銘結煤
 " caking, 烟煤即干尼里煤
 " cannel, 石煤
 " stone, 威勒士煤
 " Welsh, 煤氣
 Coal-gas, 煤那普塔
 Coal-naphtha, 煤黑油
 Coal-tar, 粗銅
 Coarse copper, 粗雜銅
 " metal (copper) 結
 Cobalt, 結
 " arseniate, 結養紳發
 " bloom, 結紅即結布路末
 " chloride, 結綠

Chloroform, 格羅路福耳密即炭水
 Chloronitric gas, 綠養二綠
 Chloronitrous gas, 淡養二綠
 Chloropal, 綠色哇巴勒石
 Chlorophosphamide, 格羅路燐阿美
 Chlorophyll, 格羅路非勒即葉
 Chloropierine, 格羅路畢格星尼
 Chlorospiroylic acid, 格羅路司配里哇里
 " 克酸
 Chlorosulphuric acid, 硫養二綠
 Chlorous acid, 綠養二
 Chocolate, 純故拉特
 Choke damp, 煤洞蘇後炭養二氣
 Choleic acid, 可里以克酸
 Cholestrine, 可里司替里尼
 Cholic acid, 可里克酸
 Choloidic acid, 可里愛弟克酸
 Chondrine, 可捺得里尼
 Chondrodrite, 可捺得路待得
 Chromates, 銘養二鹽類
 Chromate of lead, 鉛養銘養二
 " of potash, 鉀養銘養二
 Chromo alum, 銘養二
 " iron, 銘鐵礦即含銘之鐵
 " yellow, 銘養銘養二
 Chromic acid, 銘養二
 Chromite, 各路美得即銘礦
 Chromium, 銘
 " chloride, 銘綠
 " diatomic, 二質點銘
 " oxide, 銘養二綠
 " oxychloride, 銘養二綠
 " protoxide, 銘養二
 " sesquichloride, 銘綠二
 " sesquioxide, 銘養二
 " sesquisulphide, 銘硫二
 " sulphate, 銘養硫養二
 " terfluoride, 銘弗二
 Chrysanine, 可里蘇阿尼里尼
 Chrysarabiu, 可里蘇阿喇比尼
 Chryscolla, 可里蘇殼拉磯即
 " 錒料石
 Chrysene, 可里蘇以尼
 Chrysobery, 可里蘇伯而以勒石
 " 即金色伯而以勒石
 Chrysoprase, 可里蘇伯拉司石
 " 即翡翠玉

个鳥木未

七
星
十
一
月
一
日

Copper, 銅
 „ acetylide, 銅阿西台里第
 „ amalgam, 銅未膏
 „ monosulphate, 銅養硫養淡輕
 „ Anglesea, 安古西銅
 „ arsenite, 銅養鍾養
 „ basic acetate, 多本銅養醋酸
 „ „ carbonate, 多本銅養炭
 „ „ phosphate, 多本銅養磷
 „ blistered, 泡面銅
 „ chloride, 銅綠
 „ diatomic, 二質點銅
 „ electrotype, 電氣鑄銅
 „ emerald, 銅養收養破
 „ glance, 銅硫礦即光色銅
 „ hydrated oxide, 銅養輕養
 „ hydride, 銅輕
 „ Lake Superior, 生成銅即美國太
 „ „ „ „ „ 湖銅
 „ „ „ „ „ 麻那銅
 „ „ „ „ „ 苦形銅
 „ „ „ „ „ 生成銅
 „ „ „ „ „ 銅淡
 „ „ „ „ „ 灰色銅礦
 „ „ „ „ „ 紅色銅礦
 „ „ „ „ „ 雜色銅礦
 „ „ „ „ „ 掉邊限之銅
 „ „ „ „ „ 銅養綠
 „ „ „ „ „ 孔雀色銅
 „ „ „ „ „ 銅硫
 „ „ „ „ „ 銅煉
 „ „ „ „ „ 銅硫鐵硫破
 „ „ „ „ „ 銅養
 „ „ „ „ „ 銅砂
 „ „ „ „ „ 銅養收養
 „ „ „ „ „ 銅良
 „ „ „ „ „ 銅綠
 „ „ „ „ „ 銅養
 „ „ „ „ „ 銅硫
 „ „ „ „ „ 銅養硫養
 „ „ „ „ „ 銅硫
 „ „ „ „ „ 銅養
 „ „ „ „ „ 銅餅
 „ „ „ „ „ 掉不及限銅
 „ „ „ „ „ 銅養醋酸
 „ „ „ „ „ 鐵養硫養即青礬
 „ „ „ „ „ 銅養硫養
 „ „ „ „ „ 卡布路來得

Copperas,
 „ blue,
 Coprolite,

Cobalt glance 鈷神鈷硫礦即光
 „ „ „ 色鈷礦
 „ „ „ 鈷養
 „ „ „ 鈷養磷養
 „ „ „ 鈷硫礦
 „ „ „ 鈷硫
 „ „ „ 古海潮的尼礦即
 „ „ „ 含鈷與硫之鈷礦
 Cocaine, 高卡以尼
 Coccolite, 殼故來得即小果
 „ „ „ 形石
 Cocculus indicus, 印度殼故路司
 Cochineal, 呀蘭米
 Cocinic acid, 哥格尼克酸
 Cocoa, 荷荷
 „ „ „ 椰子油
 „ „ „ 荷大迷那
 Codamina, 荷弟以阿
 Codeia, 荷弟以尼
 Codeine, 荷弟以尼
 Cod liver oil, 荷各特魚肝油
 Coesium, 鏷
 Coffee, 加非
 Coin bronze, 鑄銅
 Coke, 枯煤
 Colcothar, 夸故他即
 „ „ „ 養粉
 Cold short iron, 冷脆鐵
 Collodion, 哥路弟恩
 „ „ „ 哥路弟恩棉花
 „ „ „ 哥路弟恩棉花
 Colophene, 殼路非尼
 Colophony, 殼路夫尼即黑松
 „ „ „ 香
 Colburing matter, animal 動物顏料
 „ „ „ mineral 死物顏料
 „ „ „ vegetable 植物顏料
 Columbite, 高倫倍得
 Columbium, 鎢即
 Colza oil, 菜油
 Combined carbon, 化合之炭質
 Combustible, 能燒之質
 Common salt, 食鹽
 Concrete, 卵石與灰合之石
 Condurrite, 干度來得
 Condy's disinfecting fluid, 甘弟氏滅臭水
 Coniferin, 可尼非里尼
 Coniine, 哥尼以尼
 Copaiva, 可派以尼
 Copal, 哥巴勒
 Copaline, 哥巴勒以尼

Sumaria, 固拉里尼
 Otreumine, 固耳固迷尼
 Oyd of milk, 乳腐
 Curry, 咖哩
 Cyanide, 衰阿迷里第
 Cyanic acid, 衰養
 " ether, 衰以脫
 Cyanide of phosphor, 磷衰
 " of potassium, 鉀衰
 Cyanides of alcohol radicals, 醃底子合衰質
 Cyanine, 衰阿尼尼
 Cyanite, 蓋阿奈得
 Cyanogen, 衰
 " chlorides, 衰綠
 Cyano-metallic radicals, 金類合衰底子
 Cyanuric acid, 衰由里克酸
 Cylinder charcoal, 蒸成木炭
 Cynene, 炭迷尼
 Cymole, 炭瑟哇里石
 Cyniophane, 炭莫反尼石
 Dadylo, 打對里
 " hydrochlorate, 打對里輕綠
 Damalnic acid, 大瑪勒由里克酸
 Dammara, 他馬拉
 Datholite, 大妥來得
 Daturine, 打都里尼
 Dead head, 鎬物餘頭
 Dead oil of coal tar, 黑煤油之死油
 Dephlogisticated muriatic acid, 輕綠
 Derbyshire sq ar, 鈣弗石 即德爾比
 Desmine, 免司迷尼礦
 Detornating tubes, 磁火門拉引管
 Dextrine, 對格司特里尼
 Dextro tartaric acid, 對格司特羅果酸
 Dhil mastic, 第勒瑪司的格
 Diacetine, 二阿西低尼
 Diacid diamine, 二酸二阿美尼
 Diallage, 第阿拉知石
 Diamines, 二阿美尼類
 " aromatic, 香二阿美尼類
 Diamond, 金剛石
 " glazier's, 割玻璃金剛石
 Diamylamine, 二阿埋里阿美尼
 Diasnore, 第阿司布而石 即
 Diastase, 第阿司打西
 Distonic elements, 雙質點之質

Coquimbite, 格荷末倍得
 Coral, 珊瑚
 Corpse light in coal mines, 煤礦燭火藍色
 Corrosive sublimate, 汞綠
 Corundum, 寶砂石即可倫都末
 Cotarna, 哥他而尼阿
 Cotarnine, 哥他而尼尼
 Cotton, 棉
 Crackers detonating, 汞藥爆章
 Cream, 乳皮
 " of tartar, 鉀養二果酸
 Cronic acid, 格里尼克酸
 Cresote, 格里亞蘇特
 Cress, 辣芥菜
 Cresylic acid, 格里茂里克酸
 Crocus of antimony, 三鈉硫錒 即錒渣滓
 Cross stone, 十字形顆粒石
 Croton, chloral hydrate, 各羅敦格羅拉勤輕
 " oil, 巴屯油
 Crotonic acid, 各羅敦以克酸
 Crow fig, 番木鱉
 Cryolite, 格來哇來得 即雪形石
 Cryptopia, 格里布度鴉比阿
 Cudbear, 紫粉
 Cumidine, 固迷低尼
 Cuminaldhyde, 固迷尼阿勒弟海特
 Cuminic acid, 固迷尼克酸
 " alcohol, 固迷尼克醃
 Cuminole, 固迷尼哇里
 Cummin, 固迷尼 即馬芥
 Cumyle, 固埋里
 " hydride, 固埋里輕
 Cumylene, 固埋里尼
 " diamine, 固埋里尼二阿美尼
 Cupric acid, 銅養
 " chloride, 銅綠
 " oxide, 銅養
 Cuprite, 銅養礦 即固滋來得
 Cuprous acetyle chloride, 銅阿西台里綠
 " " oxide, 銅阿西台里養
 " acetylde, 銅阿西台里第
 " chloride, 銅綠
 " oxide, 銅養
 Curacoa, 固拉梭酒
 Curara, 固拉拉

R 2 M 2 / 1 A

七
二
十
一
五
三
二

Disoacetic ether, 二納芬醋酸以脫
Distilled sulphur, 蒸過之硫
" water, 蒸水
Dithionic hydrosulph- 硫二養
uric acid,
Ditolylamine, 二朶路以里阿美尼
Doeglic acid, 杜格里克酸
Dolomite, 多路美得
Dough, 未烘之饅頭
Dragon's blood, 血竭
Dryers, 合油易乾之料
Dutch liquid, 荷爾流質
metal, 荷爾銀金箔
" pink, 荷爾紅
Dyad elements, 二質點之原質
Earthenware, 瓷器
Earths, alkaline, 礫土屬
" proper, 土屬
Kau-de-Javelle, 雅維勒水 即納養
綠養或押養綠養
Ebonite, 以步奈特 即硬象
皮似烏木
Ecbolia, 愛格蒲里亞
Egeran, 以其爾石
Eisennickelkies, 鐵線開司礦
Eisenzinespath, 鐵鉍司巴得
Elaene, 以拉以尼
Elaidic acid, 以拉以納克酸
Elaldehyde, 以拉阿勒弟海特
Elba iron ore, 愛勒拔島鐵礦
Electrical amalgam, 汞油膏磨電器所用
Electro-negative ele- 負電原質
ments,
Electro-positive ele- 正電原質
ments,
Electro-plating, 電鍍銀
Element, 原質
Elemi resin, 以里迷香
Ellagio acid, 歐拉其克酸
Embolite, 安步來得 亦名中
關石 即銀礦
Emerald, 明綠寶石
Emery, 寶砂
Emetics, 吐藥
Emetine, 以賽低尼
Empyreumatic products 焦慮質
Emulsine, 衣暮練西尼
Enamel, 瓷油
" glass, 瓷玻璃
Badoemose, 通膜和勻

Diazoamide benzole 二阿蘇阿美奈爾蘇
里
Dibromotresine, 二溴太路西尼
Dichloraniline, 二級阿尼里尼
Didymium, 鎊
Diethacetic acid, 二以脫總酸
" ether, 二以脫醋酸以脫
Diethoxalic acid, 二以脫草酸
Diethylamine, 二以脫里阿美尼
Diethyl-diethyl- 二以脫里二以脫里
diamine, 尼二阿美尼
Diethylene diamine, 二以脫里尼二阿美尼
diammonium 二以脫里尼二淡
hydrate, 輕輕養
Diethylene-diethyl- 二以脫里尼二以脫
triamine, 里三阿美尼
Diethylene-trialcohol, 二以脫里尼三醇
" triamine, 二以脫里尼三阿美尼
" triammonium- 二以脫里尼三淡輕
trichloride, 三級
Diethylzincamine, 二以脫里錫阿美尼
Dimethacetic ether, 二以迷以脫醋酸以脫
Dimethoxalic acid, 二以迷以脫草酸
Dimethylamine, 二以迷以脫里阿美尼
Dinitraniline, 二以淡養五阿尼里尼
Dinitrobenzole, 二以淡養五福蘇里
Dinitro-diphenylamine 二以淡養五二非尼里
阿美尼
Dioethylene-dyamy- 二以離弟里尼二阿
lamine, 哩里阿美尼
Diopase, 臺哇市大西礦
Diphenylamine, 二非尼里里阿美尼
Diphenyl-benzoylamine 二非尼里福蘇愛里
阿美尼
" diethylene- 二非尼里二以脫里
diamine, 尼二阿美尼
Diphenyl-guanidine, 二非尼里古阿尼岩
尼
" urea, 二非尼里由里阿
Diplatinamine, 二鉑阿美尼
Diplatosamine, 二鉑蘇阿美尼
" hydrate, 二鉑蘇阿美尼輕養
" hydrochlorate 二鉑蘇阿美尼輕綠
" sulphate, 二鉑蘇阿美尼硫養
Disinfectant, McDoug- 麥度加氏滅病氣料
all's,
Disinfecting fluid, 伯呢得氏滅奧科
Burnett's
Disinfecting fluid, 甘弟氏滅奧水
Condy's

Ethylene binoxida, 以脫里尼養二
 diamine, 以脫里尼二阿美尼
 hexethyl-diphosphonium-hydrate, 以脫里尼六以脫里
 Ethylformate of soda, 納養以脫里福耳密
 Ethylglucose, 以脫里哥路哥司
 Ethylic alcohol, 以脫里克路
 bromide, 以脫里克淡
 chloride, 以脫里克綠
 ether, 以脫里克以脫
 iodide, 以脫里克以脫
 Ethyl-methyl-phenylamine, 以脫里迷以脫里非
 Ethyl-methyl-urea, 以脫里迷以脫里由
 Ethylo-platammonium hydrate, 以脫里鉑淡輕三養
 Ethylo-toluidine, 以脫里里朵路以弟尼
 Ethyloxamide, 以脫里哇格司阿美
 Ethylurca, 以脫里由里阿
 Euchlorine, 由綠氣
 Uclase, 由可賴斯石 即易
 Eudic acid, 由度以克酸
 Eugenic acid, 由幾尼克酸
 Eugenine, 由幾尼尼
 Euperion matches, 由比里愿自來火
 Euphorbium, 由福比由末 即大
 Eupione, 由比阿尼
 Evernic acid, 以分尼克酸
 Excretions, 連津液
 Exitile, 愛格西台里
 Eblersz, 發聯士即灰色銅礦
 Earselite, 發里來得
 Fast colours, 定質顏料
 Fats, 定質油
 Fatty acid series, 油酸類
 Feldspar, 非勒司巴耳
 potash, 鉀養鋁三 養三 六砂
 soda, 納養鋁三 養三 六砂
 Fennel, 苗香
 Ferric acid, 鐵養三
 chloride, 鐵綠
 oxide, 鐵三養三
 sulphate, 鐵養硫養三

Eusite, 友尼歲得
 Epidote, 以比倫得
 Epsom salts, 以養硫養三
 Erbium, 錒
 Erucic acid, 養西克酸
 Erucine, 養西尼來得
 Erytherite, 以脫里特來里克酸
 Erythric acid, 以脫里特里尼
 Erythrine, 以脫里紅結
 Erythrosic acid, 以脫里特魯西克酸
 Esculetine, 以脫里古里尼
 Esculina, 以脫里西里那
 Eserina, 以脫里西里那
 Essence of almonds, 以脫里杏仁露
 " turpentine, 以脫里松油類
 Essential oils, 能蒸奈類
 Essonite, 愛蘇色寶石 即桂皮
 Ethal, 以脫里勒
 Ethalic acid, 以脫里勒克酸
 Ether, 以脫里
 Ethereal oil, 以脫里油
 Etherinc, 以脫里以尼
 Ethers, 以脫里類
 " double, 雙以脫里類
 " perfuming, 香以脫里類
 " flavouring, 加味以脫里類
 Ethylamine, 以脫里里阿美尼
 Ethylammonia, 以脫里里淡輕三
 Ethylaniline, 以脫里里阿尼里尼
 Ethylate of potash, 鉀養以脫里里
 " soda, 納養以脫里里
 " zinc, 以脫里里
 Ethyl-codeyl-ammonium hydrate, 以脫里里荷弟里淡
 Ethyle, 以脫里里
 " amyle, 以脫里里阿埋里
 " butyle, 以脫里里布低里
 " cyanide, 以脫里里養
 " hydride, 以脫里里輕
 " iodide, 以脫里里碘
 " kakodyle, 以脫里里卡可待里
 " nicotyl-ammonium-hydrate, 以脫里里尼古弟里淡
 Ethyle orthcarbonate, 以脫里里炭養三
 " subcarbonate, 二以脫里里炭養三
 " sulphide, 以脫里里硫
 Ethylene, 以脫里里尼
 " bibromide, 以脫里里尼

1300-9175

DAILY CHINESE

Formyle, 福耳美里
 " terchloride, 福耳美里三綠
 Foundry iron, 合鑄物之生鐵
 Fousel oil, 甫司里油
 Fowler's solution, 鉀養鍾養水
 Frankincense, 乳香
 Franklinite, 福蘭格林愛得 即
 錳養鐵養礦
 Free stone, 輕砂石
 French chalk, 錳養改養石又名
 法蘭西白石粉
 Fructose, 夫路格拖司
 Fuel, 夫路格拖司
 Fuller's earth, 石脂 即漂白家泥
 Fulminic acid, 夫路迷尼克酸 即
 爆藥酸
 Fulminate of mercury, 汞爆藥
 " of silver, 銀爆藥
 Fulminates, 爆藥類
 Fulminating gold, 金爆藥
 " silver, 銀爆藥
 " platinum, 鉑爆藥
 Faltic acid, 夫路肥克酸
 Fumaric acid, 甫瑪里克酸
 Fumigative, 滅臭料
 Fuming sulphuric acid, 發毒硫強水
 Funitory, 甫瑪土里
 Fur, in kettles, 水壺內生皮
 Furfuramide, 福耳福耳阿美第
 Furfurine, 福耳福耳以尼
 Furfurole, 福耳福耳哇里
 Fused common salt, 已鎔化之食鹽
 Fusible alloy, 易鎔屬金
 Fustic, 甫司的格
 Fuze, 引火器或料
 " composition, Abel's 亞比勒氏電引火料
 Gadolinite, 加度里內得
 Galbanum, 加勒巴奴末
 Galena, 加里那 即鉛硫磺
 Gallic acid, 加里克酸
 Gall nuts, 五倍子
 Galvanized iron, 鍍錫之鐵
 Gamboge, 藤黃
 Gangue, 包礦之石
 Garancine, 加蘭西尼染料
 Garlic, 蒜
 Garnet, 加尼得 紅寶石
 Gas, 氣質
 " carbon, 炭精
 Gaseous hydrocarbons, 氣形之輕炭質

Ferricum, 鐵
 Ferricyanogen, 鐵養
 Ferrocyanates, 合養鐵之質
 Ferrocyanic acid, 養鐵
 Ferrocyanide of potass- 鉀養鐵
 iam,
 Ferrogranogen, 養鐵
 Ferriferous acid, 鐵養
 Ferrosium, 鐵
 Ferrous oxide, 鐵養
 " sulphate, 鐵養硫養
 Ferruted chyzic acid, 鉀養鐵
 Fibrine, 非布里尼
 " of blood, 血非布里尼
 " " muscle, 肉筋非布里尼
 " " " vegetable, 植物非布里尼
 Fibroine, 非布路以尼
 Fibrous iron bar, 非絲鐵條
 Finery cinder, 二鐵養攷養 即做
 淨鐵所得之渣
 Fire bricks, 火磚
 " clay, 火泥
 " damp, 炭輕石
 Fish oil, 魚油類
 Flags, 版石
 Flake white, 鈹養三淡養
 Flame, 火場
 " oxydizing, 放養氣火
 " reducing, 收養氣火
 Flesh, 肉
 Flint, 火石
 Flour, 麵粉
 Fluoboric acid, 佈養三輕弗
 Fluorescence, 回光閃色
 Fluoric acid, 輕弗
 Fluoride of calcium, 鈣弗
 " of silicon, 矽弗
 Fluorides, 含非氣之質
 Fluorine, 弗氣
 Fluor-spar, 鈣弗石
 Flux, Baume's, 波密氏配料
 Forge iron, 合於鑄熟鐵之生鐵
 Formamide, 福耳密阿美第
 Formic acid, 福耳密克酸 即蟻酸
 Formiate of lime, 鈣養福耳密克
 Formonitole, 福耳密內特來里
 Formylamine hydro- 福耳美里
 date, 二非尼里
 Formyl-diphenyl-dia- 福耳美里二非尼里
 mine, 二阿美尼

Glycol alcohols of 各里各哇里解綠
 „ acetate of 各里各哇里解綠
 Glycolic acid, 各里各哇里解綠
 Glycols, 各里各哇里解綠
 Glycoside, 各里各哇里解綠
 Glycerrhizine, 各里各哇里解綠
 Glyoxal, 各里各哇里解綠
 Gneiss, 各里各哇里解綠
 Gold, 各里各哇里解綠
 „ fumigating, 各里各哇里解綠
 „ leaf, 各里各哇里解綠
 „ lace, 各里各哇里解綠
 „ oxide, 各里各哇里解綠
 „ protochloride, 各里各哇里解綠
 „ ruby, 各里各哇里解綠
 „ standard, 各里各哇里解綠
 „ sulphide, 各里各哇里解綠
 „ terchloride, 各里各哇里解綠
 „ thread, 各里各哇里解綠
 Goshenite, 各里各哇里解綠
 Goulard's extract, 各里各哇里解綠
 Grains, brewer's, 各里各哇里解綠
 Granatite, 各里各哇里解綠
 Granite, 各里各哇里解綠
 Granitic rocks, 各里各哇里解綠
 Granulated zinc, 各里各哇里解綠
 Grape husks, 各里各哇里解綠
 „ juice, 各里各哇里解綠
 „ sugar, 各里各哇里解綠
 Graphite, 各里各哇里解綠
 Green, arsenical, 各里各哇里解綠
 „ borate of chromium, 各里各哇里解綠
 Green, Brunswick, 各里各哇里解綠
 „ chrome, 各里各哇里解綠
 „ malachite, 各里各哇里解綠
 „ mineral, 各里各哇里解綠
 „ Rinmans, 各里各哇里解綠
 „ salt of Magnus, 各里各哇里解綠
 „ vitriol, 各里各哇里解綠
 Grey copper ore, 各里各哇里解綠
 iron, 各里各哇里解綠
 nickel ore, 各里各哇里解綠
 powder, 各里各哇里解綠
 waxes, 各里各哇里解綠
 Gristle, 各里各哇里解綠
 Ground saltpetre, 各里各哇里解綠
 Guaiacum resin, 各里各哇里解綠

Gastric juice, 胃汁
 Gaultberia, 各拉第里阿樹
 Gaylussite, 各該路賽得
 Gedge's metal, 各該路賽得
 Geic acid, 各該路賽得
 Gelatine, 各該路賽得
 German silver, 各該路賽得
 Gin, 各該路賽得
 Glass, 各該路賽得
 „ bottle, 各該路賽得
 „ crown, 各該路賽得
 „ flint, 各該路賽得
 „ gall, 各該路賽得
 „ plate, 各該路賽得
 „ common window, 各該路賽得
 Glauberite, 各該路賽得
 Glauber's salt, 各該路賽得
 Glaze for earthenware, 各該路賽得
 Glazier's diamond, 各該路賽得
 Globuline, 各該路賽得
 Glonoinc, 各該路賽得
 Glucic acid, 各該路賽得
 Glucina, 各該路賽得
 Glucinum, 各該路賽得
 Glucose, 各該路賽得
 „ artificial, 各該路賽得
 „ stearic, 各該路賽得
 Glucosides, 各該路賽得
 Gluco-tartaric acid, 各該路賽得
 Glue, 各該路賽得
 Gluten, 各該路賽得
 Glutine, 各該路賽得
 Glyceric acid, 各該路賽得
 „ alcohol, 各該路賽得
 „ ether, 各該路賽得
 Glycerides, 各該路賽得
 Glycerine, 各該路賽得
 Glycerine soap, 各該路賽得
 Glyceryle, 各該路賽得
 Glycocholalic acid, 各該路賽得
 Glychocholic acid, 各該路賽得
 Glycoccine, 各該路賽得
 Glycocoll, 各該路賽得
 Glycogen, 各該路賽得
 Glycol, 各該路賽得
 „ acetobutyrate of, 各該路賽得
 „ aldehyde of, 各該路賽得
 „ binacetate of, 各該路賽得

83.000-9/1/26

化學大綱
 一
 一

Heavy oil of wine, 重酒油 即以脫油
 Hepatic waters, 益肝之水
 Hexaminocobaltic chloride, 六阿美尼結綠
 Hippuric acid, 希布由里克酸
 Homogeneous metal, 勻質之鋼
 Heliotrope, 希里儀特路巴石
 Heulandite, 許蘭台得
 Hircine, 希爾西尼
 Honey, 蜜
 Hoofs, material, 獸蹄料
 Hops, 蘆花
 Hornblende, 河拿市命得
 Horn lead, 鉛綠 即明角形鉛礦
 " material, 獸角料
 " silver, 銀綠 即明角形銀礦
 Horse chestnut bark, 馬栗樹皮
 Horseradish, 辣根
 Hot blast iron, 熱風鐵
 Humic acid, 呼迷克酸
 Humine, 呼迷尼
 Humus, 呼莫司
 " coal of, 呼莫司煤
 Hyacinth, 海耶辛得
 Hyalite, 海耶來得 即玻璃
 Hydrargyrum cum creta, 汞含白石粉
 Hydrated bases, 含水之本質
 " oxides, 含水之配質
 Hydrate of lime, 鈣養輕養
 " of potash, 鉀養輕養
 Hydrates, 含水輕養之質
 Hydraulic cements, 水內結成之灰
 Hydrides of alcohol radicals, 含水醇本質
 Hydroiodate of potash, 鉀養輕碘
 Hydroiodic acid, 輕碘以脫
 " ether, 輕碘以脫
 Hydroboracite, 海得路佈拉歲得
 " 即水確養三礦
 Hydrobenzamide, 海得路徂蘇阿美第
 Hydrobromic acid, 輕溴以脫
 " ether, 輕溴以脫
 Hydrocarbons, 輕炭類質
 Hydrochloric acid, 輕綠以脫
 Hydrochloric ether, 輕綠以脫
 Hydrocotarnia, 海得路哥他而尼阿
 Hydrocyanic acid, 輕衰以脫
 " ether, 輕衰以脫

Guaiacol, 右以阿哥里
 Guanidine, 古阿尼弟尼
 Guanite, 古阿奴愛得
 Guano, 古阿奴
 Guelder rose, 古阿奴花
 Gum Arabic, 阿爾伯樹膠
 " anime, 阿爾伯樹膠
 " British, 阿爾伯樹膠
 " Senegal, 阿爾伯樹膠
 " tragacanth, 阿爾伯樹膠
 " resins, 阿爾伯樹膠
 Gums, 阿爾伯樹膠
 Gun cotton, 阿爾伯樹膠
 " pulp, Abel's, 阿爾伯樹膠
 " metal, 阿爾伯樹膠
 " paper, 阿爾伯樹膠
 " powder, 阿爾伯樹膠
 Gutta percha, 格搭伯查
 Gutta pure, 格搭伯查
 Gypsum, 紀布速末 即石膏
 Haemateine, 喜瑪替尼
 Haematine, 喜瑪替尼
 Haematite, brown, 櫻色喜瑪替尼 即
 " red, 紅色喜瑪替尼 即
 Haematosine, 喜瑪托西尼
 Haematoxyline, 喜瑪托西尼
 Haemoglobin, 喜瑪托西尼
 Hair, 毛髮
 " dye, 染髮料
 Halite, 哈來得
 Halogens, 成鹽類之底質
 Haloid salts, 似鹽類之鹽類
 Hammer slag, 打鐵所出之滓
 Hard metal, 硬鋼
 " water, 溜水
 Harmatome, 哈馬士密 即劈節
 Harrogate water, 哈路該得水
 Hartshorn spirit, 淡輕三水
 Hausmannite, 何司曼內得 即法
 Haüyne, 何以尼石 即鈣
 Hayesine, 亥以尼石 即鈣
 Heath's steel, 希德氏鋼 即滅之鋼
 Heavy lead ore, 鉛養三礦
 " spar, 銀養硫養三礦 又名
 重光石

Imides, 衣美第
 Imidogen, 衣美第
 Incrustations on boilers, 鍋爐內所結之質
 Indian fire, 印度火
 Indican, 奄的甘
 Indifferent oxides, 無本配性之質
 Indicolite, 奄的故來得 即靛
 Indigo, 靛
 " blue, 藍
 " copper, 銅
 " red, 紅
 " reduced, 熟靛
 " white, 白
 Indigotine, 奄的故來得 即純靛
 Indium, 錫
 " oxide, 錫
 Ink, vanadium, 錫黑
 Inorganic substances, 死物質
 Inosite, 以奴西的
 Inuline, 以奴西尼
 Iodates, 含碘之質
 Iodic acid, 碘
 Iodide of nitrogen, 淡碘
 " " potassium, 鉀
 " " silver, 銀
 Iodine, 碘
 " bromide of, 碘溴
 " chloride, 碘綠
 " oxide, 碘
 " terechloride, 碘綠
 Iodized starch paper, 小粉紙
 Iodoform, 愛斯度福密
 Iridium, 銻
 " ammono-chloride, 銻
 " " " 銻
 " chloride, 銻
 " oxide, 銻
 Iron, 鐵
 " amalgam, 鐵汞
 " basic persulphate, 為本之鐵-養-三硫
 " bisulphide, 鐵硫
 " black oxide, 鐵
 " carbonate, 鐵養炭養
 " cast, 生鐵
 " chloride, 鐵絲
 " cold short, 冷脆鐵
 " cyanide, 鐵

Hydrocyanic acid, an- 無水輕
 hydrous, 變
 Hydrocyan-rosaniline, 輕炭羅殺阿尼星尼
 Hydroferricyanic acid, 輕-養-鐵
 Hydroferrocyanic acid, 輕-養-鐵
 Hydrofluoboric acid, 三輕弗二補弗
 Hydrofluoric acid, 輕弗
 Hydro-fluo-silicic acid, 輕弗攷弗
 Hydrogen, 輕氣
 " binoxide, 輕養
 " peroxide, 輕養
 " persulphide, 輕養
 " phosphide, 輕磷
 " selenieted, 輕碲
 " sulphuretted, 輕硫
 Hydrokinone, 海得路幾奴尼
 Hydro-nitro prussic acid, 輕-養-淡養-鐵
 Hydroselenic acid, 輕碲
 Hydrosulphocarbonic acid, 輕硫炭養
 Hydrosulphocyanic acid, 輕養硫
 Hydrozincite, 海特路辛蓋得
 Hydrosulphuric acid, 輕硫
 Hydrotelluric acid, 輕碲
 " ether, 輕碲以脫
 Hydroxylamine, 淡輕-養
 Hyoscyamine, 海哇康阿美尼
 Hypobromous acid, 淡養
 Hypochlorite of lime, 鈣養綠-養
 Hypochlorous acid, 綠-養
 Hypogeic acid, 海波其乙克酸
 Hyponitric acid, 淡養
 Hyponitrous acid, 淡養
 Hypophosphites, 含二輕磷
 Hypophosphorus acid, 含二輕磷
 Hyposulphates, 含硫-養-之質
 Hyposulphindigotic acid, 硫養-二靛
 Hyposulph - of soda, 鈉養硫-養-
 Hyposulphites, 含硫-養-之質
 Hyposulphuric acid, 含硫-養
 Hyposulphurous acid, 含硫-養
 Ice, 冰
 Iceland spar, 愛斯蘭光石 即巧
 Idocrase, 以度可拉司 即雜
 Ignis fatuus, 燐火
 Iumenium, 鏡

Jewellers' rouge, 金銀匠紅料
 Juniper, 側栢
 Kakodyle, 卡可待里
 " bisulphide, 卡可待里硫
 " chloride, 卡可待里綠
 " cyanide, 卡可待里賽
 " oxide, 卡可待里賽
 Kakodylic acid, 卡可待里克酸
 Kaolin, 高陵泥 即做瓷器
 Kapuonor, 加波奴木耐
 Keene's cement, 幾納氏灰
 Keating's cement, 幾丁氏灰
 Kermes mineral, 格密士礦得
 Kermesite, 格密士礦得
 Ketones, 幾朵尼
 Kid leather, 小山羊皮
 Kieserit, 小開西來得石
 Killas, 紀棟斯石
 Kings' yellow, 鉀黃
 Kinic acid, 幾尼克酸
 Kino, 幾奴尼
 Kinone, 幾奴尼
 Kirschwasser, 櫻桃燒酒
 Kish, 開施
 Klumene, 格路迷尼 即阿西
 Kola nut, 荷揀核
 Koumiss, 格密司乳酒
 Kreasote, 格里阿蘇特
 Kreatine, 格里阿的尼
 Kreatinine, 格里阿的尼
 Kresole, 格里蘇里
 Kresyle, 格里蘇里
 Kresylic acid, 格里蘇里克
 Krupp's steel, 克虜伯氏鋼
 Kryolite, 格來哇來得
 Kupfer nickel, 可伯發線 即線-鉀礦
 Kyanised wood, 濱未綠水之木
 Kyanite, 開河內得
 Lac, 拉格 即紫鏘
 " seed, 拉格子
 " stick, 拉格子 即柴梗
 Labradorite, 拉格巴多來得
 Lacquer, 拉格漆
 Lactarine, 拉格的里尼
 Lactic acid, 拉格的酸 即乳酸
 " anhydride, 無水拉格的
 Lactide, 拉格的
 Lactine, 拉格的

Iron, ferricyanide, 鐵-衰-價
 " fibrous, 絲紋鐵
 " galvanized, 已鍍鮮之鐵
 " glance, 光點鐵礦
 " grey, 灰色鐵
 " homogenous, 勻質鐵
 " iodide, 鐵礦
 " magnetic oxide, 鐵-衰
 " mould, 鐵礦痕
 " oxides, 鐵-衰
 " perchloride, 鐵-綠
 " peroxide, 鐵-衰
 " persulphate, 鐵-衰
 " phosphate, 鐵-衰
 " protochloride, 鐵-綠
 " protosesquioxide, 鐵-衰
 " protosulphate, 鐵-衰
 " protoxide, 鐵-衰
 " prussiate, 鐵-衰
 " pyrites, 鐵-衰
 " pyrophoric, 鐵-衰
 " red oxide, 鐵-衰
 " red short, 熱用鐵
 " sand, 鐵沙
 " scales, 鐵衣
 " sesquichloride, 鐵-綠
 " sesquiferrocya- 鐵-衰 即普魯
 nide, 士藍
 " sesquiodide, 鐵-衰
 " sesquioxide, 鐵-衰
 " sesquisulphate, 二鐵-衰
 " specular, 鏡光面鐵礦
 " sulphate, 鐵-衰
 " sulphide, 鐵-衰
 " sulphuret, 鐵-衰
 " tincture, 鐵酒
 " wrought, 熟鐵
 Isatine, 衣隆低尼
 Iserine, 以西里尼
 Isethionic acid, 以西以脫以哇尼克
 Isinglass, 魚肚膠
 Isocumole, 以蘇古母里
 Isoprene, 以蘇布尼
 Isotartaric acid, 以蘇果酸
 Isoterebenthenes, 以蘇特里爾替尼
 Ivory black, 象牙黑
 Jasper, 青碧
 Jatrophine, 牙特羅非尼
 Jelly, 凍水膠
 Jet, 借得 即墨珀

Lemons, 檸檬
 Lepargylic acid, 立必格
 Lepidolite, 立必格
 Leucaniline, 格阿尼里尼
 Leucaniline triphacynth, 格阿尼里尼三非
 Leucic acid, 留昔克酸
 Leucine, 留昔尼
 Leucite, 留昔得
 Leucopyrites, 留昔格
 Leucone, 留格尼
 Levynic, 留里維尼
 Lias, 留里阿司
 Libethenite, 留里本敦
 Lichens, 留里類
 Light carbarretted hydrogen, 炭輕
 " oil of wine, 輕油
 " " coal tar, 黑油
 Lignine, 立故尼
 Lignite, 木煤
 Lime, 鈣養
 " acetate, 鈣養醋酸
 " bicarbonate, 鈣養二炭養
 " binoxalate, 鈣養二草酸
 " carbonate, 鈣養炭養
 " hydrate, 鈣養輕養
 " hypochlorite, 鈣養鈣綠
 " hyposulphite, 鈣養硫養
 " kinate, 鈣養幾尼克
 " lactate, 鈣養拉格的克
 " malate, 鈣養瑪里克
 " oxalate, 鈣養草酸
 " platinate, 鈣養三鉑養
 " stone, 鈣養炭養
 " succinate, 鈣養瑟格西尼克
 " sulphate, 鈣養硫養
 " superphosphate, 二鈣養三磷養
 " water, 鈣養水
 Limonite, 里基內得
 Linoleic acid, 利尼哇里以克酸
 Limoxya, 利尼客西尼
 Linseed, 胡麻子
 Lipic acid, 里比克酸
 Liquor ammoniac, 淡輕養水
 " sanguinis, 血水
 Liquorice root, 甘草根

Laerrotartaric acid, 里扶果酸
 Lakes, alumina, 鋁養雷格色料
 " lead, 鉛養雷格色料
 Lamp black, 炭黑
 Lanarkite, 開那開得尼
 Laanthopine, 開那開得尼
 Lanthanium, 鎮青金石
 Lapis lazuli, 鎮青金石
 Lard, 豬油
 Laudanosia, 羅丹哇西阿
 Laughing gas, 淡養氣
 Laurel water, 羅耳烏司葉露
 Lauric acid, 羅耳以克酸
 " alcohol, 羅耳以克酸
 Laurite, 羅耳愛得
 Lavender, 拉分打
 Lead, 鉛
 " acetate, 鉛養醋酸
 " argentiferous, 含銀之鉛
 " basic carbonate, 為本之鉛養炭養
 " chromate, 鉛養絡養
 " binoxide, 鉛養
 " carbonate, 鉛養炭養
 " chloride, 鉛綠
 " chlorosulphide, 鉛綠鉛硫
 " chromate, 鉛養絡養
 " dichromato, 鉛養二絡養
 " hydrated oxide, 鉛養輕養
 " iodide, 鉛養碘
 " malate, 鉛養瑪里克
 " molybdate, 鉛養鉬養
 " oxide, 鉛養
 " oxychloride, 鉛綠鉛養
 " peroxide, 鉛養
 " phosphate, 鉛養磷養
 " protoxide, 鉛養
 " pyrophorus, 自燃鉛粉
 " selenide, 鉛養硒
 " sulphate, 鉛養硫養
 " sulphide, 鉛養硫
 " tartrate, 鉛養果酸
 " tribasic acetate, 鉛養醋酸
 " vanadiata, 鉛養釩養
 " vitriol, 鉛養硫養
 Leadhillite, 留留第來得
 Leather, 熟皮
 Leaven, 酵
 Lecanoric acid, 里卡奴里克酸
 Leeks, 韭
 Legumine, 里故迷尼

Malaeio acid, 瑪里以克酸
 Malamide, 瑪里阿美弟
 Malic acid, 瑪里克酸 即蘋果酸
 Malleable cast iron, 軟性生鐵
 Malonic acid, 瑪路尼克酸
 Malt dust, 大麥去芽粉
 Manganate of potash, 鉀養錳養
 Manganese, 錳
 alum, 錳礬
 binoxide, 錳養
 black, 錳養
 carbonate, 錳養炭養
 chloride, 錳綠
 hydrated, 錳養輕養
 peroxide, 錳養
 oxide, 錳養
 peroxide, 錳養
 protoxide, 錳養
 red oxide, 錳養
 sesquioxide, 錳養
 spar, 錳養光石
 sulphate, 錳養硫養
 Manganic acid, 錳養
 Manganite, 孟加內得 即灰色
 錳石
 Manna, 瑪內
 Mannitane, 瑪內打尼
 Mannite, 瑪內得
 glyceride, 瑪內得各里司里弟
 glycerine, 瑪內得各里司里尼
 stearine, 瑪內得司替阿尼
 Manures, 粉類
 Maraschino, 瑪拉司扣奴酒
 Marble, 雲石
 Marcasite, 馬耳加炭得 即白
 色鐵硫磺
 Margaric acid, 瑪加里克酸
 Margarine, 瑪加里尼
 Marine glue, 海膠
 Marking ink, 寫布墨
 Marl, 瑪而拉 即含鈣養
 之土
 Marmolito, 瑪暮來得
 Marsh gas, 炭輕
 series, 炭輕級類
 mallow, 蜀葵
 Mascagnine, 生成淡輕養硫養
 Massicot, 馬西格得即鉛養
 Mastic, 瑪司的格
 Matches, 自來火

Litharge, 密他借 即鉛養
 Litina, 錳養
 carbonate, 錳養炭養
 silica, 錳養
 phosphate, 三錳養磷養
 Lithic acid, 里的克酸
 Lithium, 鋰
 Litmus, 力低暮司 即石蕊
 paper, 藍試紙
 Load stone, 磁石
 Loam, 羅末 即不淨之泥
 Logwood, 洋蘇木
 Lucifer matches, 自來火 即洋燭頭
 Lunar caustic, 銀養淡養
 Lycopline, 羅布尼
 Inteo-cobaltic chloride, 羅的哇結綠
 Luteoline, 羅的哇里尼
 Luting for crucibles, 封鍋泥料
 McDougall's disinfectant, 麥度加氏滅病藥料
 Madder, 青草根
 Magenta, 瑪真塔
 Magnesia, 錳養
 ammonio, 二錳養淡輕磷養
 phosphate, 錳養
 arsenite, 錳養
 borate, 錳養
 calcined, 錳養
 carbonate, 錳養炭養
 citrate, 錳養
 hydrate, 錳養輕養
 hydraulic, 錳養輕養
 phosphate, 錳養磷養
 silicate, 錳養硫養
 sulphate, 錳養硫養
 Magnesian limestone, 錳養炭養鈣養炭
 養石
 Magnesite, 錳養炭養硫
 Magnetite, 馬里尼台得 即八
 面形鐵礦
 Magnesium, 錳
 chloride, 錳綠
 nitride, 錳淡
 silicide, 錳淡
 Magnet fuze composition, 吸鐵引火藥料
 Magnetic iron ore, 吸鐵礦 即磁石
 Magnus' green salt, 鉑綠淡輕
 Malachite, 瑪拉開得 即銅養
 炭養寶石

Mercury black oxide, 黑汞養
 " chlorosulphide, 汞綠二汞硫
 " cyanide, 汞養
 " fulminate, 汞爆藥
 " iodide, 汞碘
 " nitrate, 汞養淡養五
 " nitric oxide, 汞養淡養四
 " nitride, 汞淡
 " oxide, 汞養
 " protochloride, 汞綠
 " protonitrate, 汞養淡養五
 " prussiate, 汞輕養
 " red oxide, 紅汞養
 " sub-sulphide, 汞硫
 " sulphate, 汞養硫養三
 " sulphide, 汞硫
 " yellow oxide, 黃汞養
 Mesotypo, 迷蘇台伯石
 Metacetone, 迷塔阿西多尼
 Metacetic acid, 迷塔阿西多尼克酸
 Metagallic acid, 迷塔加里克酸
 Metal, 金類
 Metalamides, 金類阿美弟
 Metaldhyde, 迷塔阿勒弟海特
 Metallic oxides, 金類合養氣之質
 Metals, 金類
 " alkali, 蘇屬金類
 " alkaline earth, 蘇土屬金類
 " earth proper, 土屬金類
 " noble, 貴金類
 " platinum group, 鉑屬金類
 " slag, copper, 銅渣洋
 Metameconic acid, 迷塔迷故尼克酸
 Metantimonic acid, 二鉀養錫養五
 Metaphosphates, 含輕養磷養五之質
 Metaphosphoric acid, 輕養磷養五
 Metastannic acid, 錫五養十
 Metastyrole, 迷塔司土辣哇里
 Metatartaric acid, 迷塔果說
 Metaterobenthenic, 迷塔吡里徧替尼
 Meteoric iron, 天降鐵
 Methides, 迷以脫弟
 Methyl acetylene, 迷以脫里阿西台里
 Methylamine, 迷以脫里阿美尼
 Methylaniline, 迷以脫里阿尼尼
 Methylated spirit, 迷以脫里
 Methyl, 迷以脫里
 " caproyle, 迷以脫里加布路以里
 " iodide, 迷以脫里碘

Matches cupyrion, 由比里恩自來火
 " lucifer, 平常自來火
 " safety, 惟匪邊擦若之自來火
 " festa, 蠟條自來火
 Matt, 化礦所得租銅
 Matter, 質體
 Mauve, 暮甫以尼
 Mauveine, 暮甫以尼
 Meadow-sweet oil, 司配里耶油
 Meal powder, 火藥粉
 Meconic acid, 迷故尼克酸
 Meerschaum, 美耳東末石
 Meconidia, 迷故尼弟阿
 Meconine, 迷故尼尼
 Megabromite, 迷加溴銀礦
 Melaphyr, 迷辣弗耳
 Meionite, 末由內得
 Melam, 迷拉阿美
 Melanine, 密辣阿尼里尼
 Mellone, 迷路尼郎炭三淡
 Melissine, 密里細尼
 Melissaic acid, 密里西尼克酸
 " alcohol, 密里西尼克酸
 Melissine, 密里西尼
 Melissa, 密里西尼
 Menachauite, 迷謝俄內得
 Mondipite, 門弟配得
 Menthol, 而替哇里
 Menthene, 而替尼
 Mercaptan, 末而卡波且
 Mercaptide of mercury, 汞末而卡波且
 Merchant bar iron, 平常出賣之鐵條
 Mercuramine, 汞阿美尼
 Mercuric ethide, 汞以脫愛特
 " iodide, 汞碘
 " methide, 汞迷以脫愛特
 " nitrate, 汞養淡養五
 " sulphate, 汞養硫養三
 Mercuricum, 汞
 Mercurousum, 汞
 Mercurous iodide, 汞二碘
 " nitrate, 汞二養淡養五
 " sulphate, 汞二養硫養三
 Mercury, 汞
 " ammoniated oxide, 四汞養淡輕三
 " ammoniated subchloride, 汞綠三淡輕三
 " bichloride, 汞綠二

不
 是
 才
 有
 一
 三
 一
 三
 一
 三

化學大辭典

111

Molybdenum oxide, 鉬 養
 sulphide, 鉬 硫
 Molybdenite, 鉬 硫-礦
 Molybdic acid, 鉬 養
 " acid dialysed, 通 膜 之 鉬 養
 " ochre, 粗 鉬 養-礦 即 鉬 養-黃土
 Monacetene, 一 阿 西 低 尼
 Monacite, 麻 那 鐵 得 即 獨 居 石
 Mona copper, 麻 那 銅
 Monad elements, 一 養 點 之 原 質
 Monamines, 一 阿 美 尼 類
 Monatomic elements, 一 養 點 之 原 質
 Monkshood, 草 烏
 Monobasic acids, 一 本 之 配 質
 Monophosphatide, 一 磷 阿 美 弟
 Monostearine, 一 司 替 阿 里 尼
 Monradite, 們 拉 台 得
 Mordants, 染 布 濟 料
 Morine, 摩 里 尼
 Moringic acid, 摩 令 配 克 酸
 Moritanic acid, 摩 里 敦 尼 克 酸
 Morocco leather, 摩 洛 哥 皮
 Morphine, 莫 爾 非 尼
 " hydrochlorate, 莫 爾 非 尼 輕 綠
 Mortar for building, 灰
 Mosaic gold, 錫 硫-粉 即 摩 西 金
 Mountain ash berries, 山 槐 樹 子
 Mucic acid, 茂 昔 克 酸
 Mucilage, 植 物 膠
 Mucus, 黏 液
 Mulberry calculus, 桑 椹 形 石 淋
 Mundic, 們 的 礦 即 鐵 硫-礦
 Muntz metal, 們 子 氏 銅
 Murexide, 慕 里 格 鐵 得
 Muriate of magnesia, 莫 爾 非 阿 輕 綠
 Muriatic acid, 輕 綠
 Muscle, 精 肉
 Mushrooms, 蕈 菌
 Mussite, 麥 鐵 得
 Mustard, 芥 菜
 Mycose, 美 哥 司
 Myricine, 美 里 西 尼
 Myristic acid, 美 里 司 低 克 酸
 Myronic acid, 美 洛 尼 克 酸
 Myrosine, 美 洛 西 尼
 Myrrh, 沒 藥
 Nacrite, 那 格 來 得
 Naples yellow, 那 普 里 黃 料 即 錫 養-鉛 養

Mothyle oxide, 迷 以 脫 里 養
 " phenylamine, 迷 以 脫 里 非 尼 里 阿 美 尼
 " salicylate, 迷 以 脫 里 薩 里 西 里 克
 " theobromine, 迷 以 脫 里 替 哇 布 路
 " 迷 尼
 " valeryie, 迷 以 脫 里 養 里 來 里
 Methylene, 迷 以 脫 里 尼
 Methylethylamine, 迷 以 脫 里 以 脫 里 阿 美 尼
 Methylethylamylphenylium hydrate, 迷 以 脫 里 以 脫 里 阿 理 里 非 尼 里 輕 養
 Methylethylaniline, 迷 以 脫 里 以 脫 里 阿 尼 里 尼
 Methylethylie ether, 迷 以 脫 里 以 脫 里 克 以 脫
 Methylmorphlammonium hydrate of, 迷 以 脫 里 莫 爾 非 尼 淡 輕 養 輕 養
 Methyllic acetate, 迷 以 脫 里 克 爾 酸
 " alcohol, 迷 以 脫 里 克 爾
 " formiate, 迷 以 脫 里 克 爾 耳 密 克
 " hydrate, 迷 以 脫 里 克 爾 養
 Miargyrite, 迷 埃 兒 奇 來 得 即 銀 少 礦
 Mica, 千 層 石 雲 母 石
 Microbromite, 美 格 路 溴 銀 礦
 Microcosmic salt, 瀾 中 之 鹽
 Mild alkali, 軟 性 碱 類
 Milk, 乳
 Mili cake, 碾 成 之 藥 餅
 Millerite, 迷 勒 來 得 即 毛 形 線 礦
 Millstone grit, 粗 磨 石
 Mimotannic acid, 迷 母 太 尼 克 酸
 Mine iron, 無 渣 洋 之 鐵
 Mineral alkali, 無 金 類 碱 質
 " green, 金 類 綠
 " silicates, 金 類 含 矽 養-質
 " waters, 地 產 之 水
 " yellow, 金 類 黃
 Minium, 鉛 養
 Mirbane, 迷 耳 貝 尼
 Mispickel, 迷 斯 必 格 勒 礦
 Moiré metallique, 錫 面 成 顆 粒 形 花 紋
 Molasses, 漿 糖
 Molybdate of lead, 鉛 養 鉬 養-礦
 Molybdena, 鉬 養
 Molybdenum, 鉬
 " bisulphid, 鉬 硫-
 " blue oxide, 鉬 養 綠
 " chloride, 鉬 綠

Nitrogen binoxide, 淡養二
 " bisulphide, 淡硫二
 " bromide, 淡溴
 " chloride, 淡綠
 " iodide, 淡碘
 " oxide, 淡養
 " peroxide, 淡養四
 " protoxide, 淡養
 Nitroglycerine, 淡養五各里司里尼
 Nitroammonic acid, 淡養五希布由里克
 Nitromannite, 淡養五瑪內
 Nitromucic acid, 淡養五水
 Nitrophenisic acid, 淡養五尼西克
 Nitroprussides, 淡養五淡養二鐵之質
 Nitrotoluole, 淡養五淡養三菜路阿里
 Nitrous acid, 淡養三
 " acid commercial, 淡養三
 Nitric ether, 硝以脫
 " oxide, 淡養三
 Nitroxyle, 淡養五礦路里
 Noble metals, 貴金類
 Nonmetallic elements, 非金類
 Nordhausen oil of vitriol, 奴陀僧硫養三
 Normal salt, 合法鹽類
 Nesian, 奴西安石塊
 Nuggets, 生或金塊 即馬錢
 Nox venues, 番木
 Oak bark, 橡樹皮
 Obsidian, 哇步西弟恩石 即
 Oshres, 紅土黃土之類
 Oenanthe, 以羅弟尼
 Oenanthic acid, 以羅弟克酸
 " alcohol, 以羅弟克醇
 Oenanthe, 以羅弟哇里
 Oil of spirea, 司配里耶油
 " vitriol, 硫養三
 " wine, 酒油
 Oils, 油類
 Olfact gas, 臭氣
 Olefines, 哇里非尼
 Citric acid, 哇里以克酸
 Citric, 哇里以尼
 Osmium, 乳香
 Oligenic iron, 哇里能可得鐵
 Oligist iron ore, 哇里能可得鐵
 Osmium, 哇里能可得鐵
 Osmium, 哇里能可得鐵

Naptha, coal 煤那普塔
 " wood 木那普塔
 Naphthalic acid, 那普塔里克酸
 Naphthaline, 那普塔里尼
 " chloride, 那普塔里尼綠
 Narceia, 那而西以尼
 Narceine, 那而西以尼
 Narcotine, 那而西以尼
 Nardiac acid, 那而弟克酸
 Natrolite, 內特路來得
 Natron, 內特金
 Nessles acid of, 尋麻酸
 Nickel, 銀
 " arsenical, 含銀之鐵
 " arsenio-sulphide, 銀銀硫
 Nickel glance, 銀古關司 即銀
 " oxide, 銀養
 " speiss glance, 銀司不司古關司 即銀
 " sulphate, 銀養硫養三
 " sulphide, 銀硫
 Nickelkies, 銀開司
 Nicotine, 尼古弟尼
 Nil album, 針養飛花
 Niobic acid, 鉍養三
 Niobium, 鉍
 Nitrantime, 淡養五阿尼里尼
 Nitrate of potash, 鉀養淡養五
 " of silver, 銀養淡養五
 " of soda, 鈉養淡養五
 Nitrates, 含淡養五之質
 Nitre, 朴硝
 " cubic, 立方顆粒硝
 " heaps, 成貯之土堆
 " overfused, 錯化過限之硝
 Nitric acid, 淡養五
 " acid anhydrous, 無水淡養五
 " acid, fuming, 養發淡養五
 " acid, hydrated, 含水淡養五
 " anhydride, 淡養五
 " ather, 淡養五以脫
 " oxide, 淡養二
 " peroxide, 淡養四
 Nitrides, 含淡養三之質
 Nitriles, 內特來里類
 Nitrobenzoic acid, 淡養五福蘇以克
 Nitrobenzole, 淡養五福蘇里
 Nitroceccussic acid, 淡養五告故西克
 Nitrogen, 淡氣

151

Ozone,	臭氣亦名電臭氣	Onions;	葱頭
Ozonized air,	含臭氣之空氣	1 of,	葱油
Ozocerite,	哇蘇者得即蠟臭石	Onyx,	哇尼格斯石 即帶紋瑪瑙
Paint,	油色	Oolitic iron ore,	魚子形鐵礦
Palladamine hydrochlorate,	鈹同美尼輕酸	limestone,	魚子形灰石
Palladium,	鈹	Opal,	哇巴勒石
carbide,	鈹炭	Opium,	鴉片
chloride,	鈹綠	Orange chrome,	二鉛養絡養
cyanide,	鈹衰	Oreocine,	哇耳西以尼
nitrate,	鈹養淡養	Oreocine,	哇耳西尼
oxide,	鈹養	Organo-metallic bodies	金類谷生物之質
Palm oil,	巴刺麻油	Oriental alabaster,	雜色阿拉巴司得
Palmitic acid,	巴刺麻的克酸	Opiment red,	鐘硫三 即雄黃
Palmitine,	巴刺麻的尼	yellow,	鐘硫三
Pancreatic juice,	甜肉汁 即胰汁	Orcelic acid,	哇耳色里克酸
Pancreatine,	攀克里阿低尼	Orthite,	哇而台得 即直形粒石
Papaverine,	拍拍甫型尼	Orchoclast,	哇而士格拉斯石 即正劈石
Paper,	紙	Orthophosphate,	含三輕養磷養質
Paracyanogen,	巴辣養	Orthophosphoric acid,	含三輕養磷養
Paraffine,	巴辣非尼	Osmazome,	哇司瑪蘇密
oil,	巴辣非尼油	Osmic acid,	銻養
Paraguay tea,	巴拉圭茶	Osmiridium,	銻鐵礦
Paramylene,	巴辣阿埋里尼	Osmium,	銻
Paranaphthaline,	巴辣那塔里尼	chloride,	銻綠
Paraniline,	巴辣阿尼里尼	oxide,	銻養
Paraoxybenzoic acid,	巴辣阿客西徧蘇以克酸	tetrasulphide,	銻硫
Parasorbic acid,	巴辣所皮克酸	Ossicine,	哇西以尼
Paritartaric acid,	巴辣果酸	Oxalates,	含草酸質
Parcliment,	寫字羊皮紙	Oxalethylie acid,	草酸以脫里克
Paris yellow,	巴里黃 即鉛綠七	Oxalic acid,	草酸 即阿格撒里克
Pargosite,	怕而其歲得	bibasic,	草本草酸
Parsley,	怕而司里	ether,	草酸以脫
Patent yellow,	鉛綠七鉛養	Oxalouitrile,	草酸以脫
Paviine,	巴非以尼	Oxalovinic acid,	草酸費尼
Pea iron ore,	豌豆形鐵礦	Oxalye,	草酸阿來里
Pearl ash,	生鉀養炭養	Oxamic acid,	哇格司阿美克酸
white,	結成鈣養硫養	Oxamide,	哇格司阿美弟
Pearlhardenor,	珍珠	Oxanilide,	草酸阿尼來弟
Pearls,	珠色司巴耳 即珠	Oxides,	含養氣質
Pearlspar,	珠色光石	Oxybenzine,	阿客西徧西尼
Peas,	圓豆類	Oxygen,	養氣
Peat,	比得 即土煤	Oxygenated water,	含養氣之水
bog,	爛比得之處	Oxygenized muriatic acid,	含養氣之輕綠
Pectic acid,	貝格的克酸	Oxylinoleic acid,	阿客西利尼哇里以
Pectine,	貝格的尼	Ozymuriatic acid,	輕綠
Pectolite,	貝格士來得 即梳形石		

Platammonium hyd- 淡輕-鉑養輕養
 rated oxide,
 Platinum muriate, 鉑綠-
 Platinamine, 鉑阿美尼
 Platinates, 鉑養-鹽類
 Plasma, 普拉司馬 即成形石
 Platinised asbestos, 鍍鉑之不灰木
 Platino-chloride of 鉑綠鉑綠-
 potassium,
 Platinoid metals, 似鉑之金類
 Platinum, 鉑
 " amalgam, 鉑汞膏
 " ammonio- 淡輕-綠鉑綠-
 chloride,
 " bichloride, 鉑綠-
 " black, 鉑黑粉
 " fulminating, 鉑爆藥
 " oxide, 鉑養
 " protochloride 鉑綠
 " spongy, 鉑絨
 " sulphide, 鉑硫
 " tetratomic, 三質點之鉑
 Platamine hydrate, 淡輕-鉑輕養
 " hydrochlorata, 淡輕-鉑輕綠
 " sulphate, 淡輕-鉑輕養 硫養-
 Platotriethyle arsonium 鉑三以脫里鉑綠
 chloride,
 " phosphonium, 鉑三以脫里磷綠
 " stibonium, 鉑三以脫里銻綠
 Plumbago, 筆路
 Plumbic acid, 鉛養-
 Poison nut, 番木鱉
 Pollux, 布魯客斯
 Polyammonias, 含多分劑 淡輕之質
 Polyatomic alcohols, 多質點類
 Polyhalite, 布里哈來得 即多
 " 鹽類石
 Populine, 拍布尼
 Porcelain, 瓷器
 Porphyry, 拍弗里石
 Porter, 布而他而酒 即黑
 " 色苦酒
 Portland cement, 水內變硬之巴得蘭
 " stone, 巴得蘭特石
 Port wine, 布得蘭酒
 Potash albite, 鉀養阿嫩倍得
 Potash, 鉀養
 " antimoniate, 鉀養鉑養
 " arsenite, 鉀養鉑養

Phosphorus allotropic, 變形磷
 " amorphous, 變形磷
 " bromide, 磷溴
 " chloride, 磷綠
 " cyanide, 磷養
 " iodide, 磷碘
 " oxide, 磷養-
 " oxychloride, 磷綠-養-
 " pentachloride, 磷綠-
 " suboxide, 磷養
 " sulphide, 磷硫
 " sulpho-chloride, 磷綠-硫-
 " ter-chloride, 磷綠-
 " viscous, 膠形磷
 " vitreous, 玻璃形磷
 Phosphotriamide, 磷三阿美尼
 Phosphovinic acid, 磷養尼
 Phosphurets, 磷養
 Phosphuretted hyd- 磷養
 rogen,
 Photographic baths, 照像浸水
 Phthalic acid, 照南塔里克酸
 Phyllocyanine, 非勒養阿尼
 Phylloxanthine, 非勒養阿尼
 Phytolcic acid, 非勒養阿尼
 Picamar, 非拔客瑪爾
 Picoline, 非拔哥里尼
 Picric acid, 非拔里尼
 Picrotoxicine, 非拔里尼
 Picrophyllin, 非拔里尼
 Pig iron, 畢鐵
 Pimelic acid, 貝迷里克酸
 Pimple metal, 泡而鋼
 Pine apple flavouring, 人造波羅蜜香水
 Pinic acid, 比尼克酸
 Pinite, 比尼得
 Pink salt, 淡紅鹽 即蘇打
 Piedmontite, 比得門台
 Pipe clay, 白泥
 Piperine, 貝迷里尼
 Pic chemical, 比得門台
 Pitch, 柏油
 Pitche de, 柏油
 Pittal, 比得門台
 Plaster of Paris, 石膏
 Platammonio-antimonium 鉑養鉑養
 hydrated oxide, 淡輕-鉑養鉑養

Potassium ferrieyanide 鉀 衰 鐵
 " ferrocyanide 鉀 衰 鐵
 " iodide 鉀 碘
 " mercaptan 鉀 末 而 卡 波 且
 " pentasulphide 鉀 硫
 " peroxide 鉀 養 二
 " platinochloride 鉀 綠 伯 綠
 " silico-fluoride 鉀 弗 收 弗
 " sulpharsenite 三 鉀 硫 鉀 硫
 " sulphide 鉀 硫
 " sulpho-cyanide 鉀 衰 硫
 " tersulphide 鉀 硫
 " tetrasulphide 鉀 硫
 " valerianate 鉀 養 登 里 里 阿 尼 克
 Potato spirit 番 損 酒
 " starch 番 損 小 粉
 Press cake 壓 成 火 藥 板
 Preston salts 普 來 司 頓 鹽 即 二
 " 淡 輕 養 三 炭 養
 Preukite 普 倫 愛 得
 Promethium light 布 路 基 弟 恩 自 來 火
 Proof spirit 準 酒
 Propionic 布 路 比 阿 尼
 Propionic acid 布 路 比 阿 尼 克 酸
 " aldehyde 布 路 比 阿 尼 克 阿 勒
 " 弟 海 特
 Propionitrile 布 路 比 阿 內 特 來 里
 Propionyle 布 路 比 阿 內 里
 Propylamine 布 路 比 辣 阿 美 尼
 Propylene 布 路 比 里 尼
 Propylenic glycol 布 路 比 里 尼 各 里 各
 " 哇 里
 Propylic acid 布 路 比 里 克 酸
 " alcohol 布 路 比 里 克 醇
 Protocatechuic acid 簡 加 的 主 以 克 酸
 Proteine 布 路 的 以 尼
 Protopia 布 路 的 鴉 比 阿
 Prussian blue 普 魯 士 藍 即 鐵
 " 鐵 衰
 Proustite 布 老 司 台 得 即 淡
 " 紅 色 銀 礦
 Prussic acid 輕 衰
 Pseudomorphine 假 莫 爾 非 尼
 Psilomelane 西 路 密 拉 尼 即 光
 " 滑 黑 錳 礦
 Pyraline 台 阿 里 尼
 Puddled bar 台 掉 成 之 鐵 條
 " steel 台 掉 成 之 鋼
 Pulvis fulminans 爆 藥 石
 Pumice stone 浮 石

Potash aurate 鉀 養 金 養
 " biantimoniate 鉀 養 二 銻 養
 " bichromate 鉀 養 二 炭 養
 " bichromate 鉀 養 二 絡 養
 " bimetantimoniate 鉀 養 輕 養 銻 養
 " binoxalate 鉀 養 二 草 酸
 " bisulphate 鉀 養 二 硫 養
 " bitartrate 鉀 養 二 果 酸
 " biurate 鉀 養 二 由 里 克 酸
 " bromate 鉀 養 溴
 " carbonate 鉀 養 炭 養
 " caustic 鉀 養
 " chlorate 鉀 養 綠 養
 " chromate 鉀 養 絡 養
 " cyanate 鉀 養 衰 養
 " cyanurate 鉀 養 二 輕 養 衰 養
 " ferrate 鉀 養 鐵 養
 " fulminurate 鉀 養 銀 養
 " fused 鉀 養 鉀 養
 " hydrate 鉀 養 輕 養
 " hydriodate 鉀 養 輕 養
 " iodate 鉀 養 碘 養
 " isocyanurate 鉀 養 衰 輕 養
 " manganate 鉀 養 錳 養
 " metantimoniate 鉀 養 輕 銻 養
 " metastannate 鉀 養 錫 養
 " nitrate 鉀 養 淡 養
 " oleate 鉀 養 哇 里 以 克
 " osmite 鉀 養 銻 養
 " perchlorate 鉀 養 綠 養
 " permanganate 鉀 養 錳 養
 " plumbate 鉀 養 鉛 養
 " prussiate 鉀 養 鐵 養
 " quadroxalate 鉀 養 四 草 酸
 " red prussiate 鉀 養 大 鐵 養
 " sulphate 鉀 養 硫 養
 " tartrate 二 鉀 養 果 酸
 " tetrachromate 鉀 養 三 絡 養
 " trithionate 鉀 養 三 替 哇 尼 克
 " urate 鉀 養 由 里 克
 " 鉀 養 阿 美 弟
 Potassiumide 鉀
 Potassium alcohol 鉀 醇
 " amidide 鉀 阿 美 弟 第
 " binoride 鉀 養 二
 " bisulphide 鉀 養 二
 " bromide 鉀 養 溴
 " chloride 鉀 養 氯
 " cyanide 鉀 養 衰
 " ethyle 鉀 養 乙 里

Quince seed, 木瓜子
 Quinic acid, 雞那以克酸
 Quinidine, 雞那以第尼
 Quinine, 雞那以尼
 " amorphous, 變形雞那以尼 即
 " hydrochlorate 雞那以尼輕綠
 " sulphate, 雞那以尼硫養
 Quinoidene, 雞那阿以第尼
 Quinoline, 雞那阿以第尼
 Quinotannic acid, 雞那款尼克酸
 Racemic acid, 拉西密克酸
 Radicals, alcool, 醇本質
 " negative, 負電性本質
 " polyatomic, 多質點本質
 " positive, 正電性本質
 Radishes, 蘿葡類
 Raisins, 乾葡萄
 Rancid oil, 變壞酒
 Rangoon tar, 藍乃古捺油
 Raphides, 拉非第士 即鈣養
 草酸顆粒質
 Ratholite, 拉士來得
 Realgar, 雄黃 即神硫=礦
 Reaumur's porcelain, 六麻氏瓷 即不透
 光玻璃
 Red copperas, 銅=養 即紅色銅礦
 Reddle, 紅石粉
 Red lead, 鉛=養
 " ore, 鉛養絡養=礦
 " ochre, 軟鐵=養=礦
 " orpiment, 鉍硫=養
 " precipitate, 汞養 即三仙丹
 " short iron, 紅=鐵
 " silver ore, 三銀硫鉍硫= 即紅
 色銀礦
 " sulphide of anti- 銻養=二銻硫=
 mony,
 Redruthite, 來特路台得
 Regulus, 純金類
 " of antimony, 純銻
 Rennet, 連尼德 即小牛胃汁
 Resin, white, 白松香
 " yellow, 黃松香
 Resins, 松香類
 Resists, 令布不收染色之料
 Rhodium, 銻
 " oxide, 銻養
 " sesquichloride, 銻=綠=
 " sodiochloride, 銻養納綠

Purbeck stone, 白爾比格石
 Purple of Cassius, 金養錫養=錫養錫
 Purpurates, 養= 即紅養錫
 Purpuric acid, 不面不而以克酸
 Putty powder, 不面不而以克酸
 錫=養= 即磨光物
 質之粉
 Pyrene, 貝里尼
 Pyridine, 貝里第尼
 Pyrites, 貝里底司
 " arsenical 鐵硫=鐵申礦
 " capillary, 毛形鐵硫=礦
 " efflorescent 鐵硫=面生白霜形礦
 " Fahlun, 法倫鐵硫=礦
 " white, 白色鐵硫=礦
 Pyrocatechine, 貝路加的主以尼
 Pyrogallic acid, 貝路加里克酸
 Pyrogalline, 貝路加里尼
 Pyroligneous acid, 木醋酸
 Pyroacetic spirit, 貝路阿西的克酸
 Pyroargyrite, 貝路阿軒來得
 Pyroguanine, 貝路古阿以西尼
 Pyroligneous ether, 木醋酸以脫
 Pyrolusite, 貝路羅得 又名
 火洗礦 即錳養
 Pyromeconic acid, 貝路迷故尼克酸
 Pyromorphite, 貝路莫非得 又名
 火變形石 即綠
 色鉛礦含燐與綠
 Pyromucic acid, 貝路茂昔克酸
 Pyrophoric iron, 自燃鐵粉
 Pyrophorus lead, 自燃鉛粉
 Pyrophosphates, 以二輕養磷養=為
 配之質
 Pyrophosphoric acid, 二輕養磷養= 養
 Pyroterebic acid, 貝路特里比克酸
 Pyroxanthine, 貝路散的尼
 Pyroxene, 貝路落客西尼
 Pyroxylic spirit, 貝路阿客西里克醇
 Pyroxyline, 貝路阿客西里尼
 Pyrhotine, 比耳阿魯尼
 Quadreivalent ele- 四分劑原質
 ments,
 Quartz, 石英
 Quercetine, 苦耳西低尼
 Quercitannic acid, 苦耳西款尼克酸
 Quercitrine, 苦耳西特里尼
 Quercitron, 苦耳西特倫
 Quick lime, 生石灰
 Quicksilver, 汞

Silicium, 矽
 " ethyle, 矽以脫里
 " methyle, 矽迷以脫里
 Silicofluoric acid, 輕弗矽弗
 Silicon, 矽
 " amorphous, 變形矽
 " bisulphide, 矽硫
 " chloride, 矽綠
 " diamond, 矽成之金剛石
 " fluoride, 矽弗
 " graphitoid, 筆鉛形矽
 " hydride, 輕矽
 Silicone, 夕里奇尼
 Silver, 銀
 " amalgam, 銀汞膏
 " arsenite, 銀養紳養
 " periodate basic, 銀碘
 " bromide, 銀溴
 " chloride, 銀綠
 " fulminate, 銀爆藥
 " glance, 光色銀礦
 " hyposulphite, 銀養硫
 " hyposulphate, 銀養硫
 " iodide, 銀碘
 " metaphosphate, 銀養輕養淡養
 " native, 自然銀
 " nitrate, 銀養淡養
 " nitride, 銀淡
 " ore red, 紅銀礦
 " oxalate, 銀養草酸
 " oxide, 銀養
 " pyrophosphate, 銀養二輕養磷養
 " solder, 銀錫料
 " standard, 準銀
 " subchloride, 銀綠
 " sulphide, 銀硫
 " triphosphate, 銀養三磷養
 Sinapis, 西那比西尼
 Size, 稀膠
 Slag, 金銀渣滓
 Slaked lime, 熟石灰
 Slate, 端石
 Slow portfire, 引火硝紙
 Smalt, 司莫得 即玻璃藍
 " 色料
 Smelling salts, 二淡輕養三炭養
 Smithsonite, 斯密係奈得 即電
 " 性錳養炭養
 Soap arsenical, 含紳肥皂
 " Castile, 加司的里肥皂

Schist, 司得 即頁形石
 Schlipps's salt, 司里伯氏鹽
 Schorl, 司耳勒石
 Scorodite, 司可路台得 即
 " 奧石
 Scotch pebbles, 蘇格內晶
 Scott's cement, 水內變硬之司
 " 氏灰
 Sea water, 海水
 " weed, 海草
 Seal oil, 海狗油
 Sebacic acid, 海西巴西克酸
 Sedative salt, 西安胃之鹽
 Sel d'or, 納養合金養硫
 " 之質
 Selenic acid, 硒養
 Selenides, 含硒之質
 Seleniatted hydrogen, 輕硒
 Selenious acid, 硒養
 Selenite, 養里內得 即
 " 石膏
 Selenium, 硒
 " chloride, 硒綠
 " sulphide, 硒硫
 Seltzer water, 蘇勒水
 Senarmonite, 須那而孟台得
 Sericine, 絲里西尼石 即
 Serpentine, 養奔弟尼石 即
 " 色紋石
 Serum, 血內黃流質
 Shale, 舍斃石 即泥板石
 Shear steel, 剪鋼
 Shell-lac, 舍來格
 Sherry, 舍利酒
 Shot, 砲彈 鉛沙
 Sicilian sulphur, 西西里硫
 Sienna, 細恩那土
 Signal light com- 號火料
 position, 矽養
 Silica, 變形矽養
 " amorphous, 矽養
 Silicate of alumina 鈉養硫
 and soda, 養矽養
 " of soda, 鈉養矽養
 Silicated soap, 含矽養之肥皂
 Silicates, 含矽養之質
 Silicic acid, 矽養
 " hydrated, 矽養輕養
 " ether, 矽養以脫
 Silicide of magnesium, 鎂矽

0240-7114X

Soda water, 納養荷蘭水
 Sodacetic ether, 納養醋酸以脫
 Sodamide, 納養阿美弟
 Sodium, 納
 " alcohol, 納醇
 " amalgam, 納汞膏
 " aurichloride, 納綠金綠
 " chloride, 納綠 即食鹽
 " ethyle, 納以脫里
 " fluoride, 納弗
 " glycol, 納各里各哇里
 " nitroprusside, 納養淡養
 " pentasulphide, 納硫
 " platinochloride, 納綠鉑綠
 " silicofluoride, 納弗矽弗
 " sulphantimoniate, 三納硫鉑硫
 " sulpharseniate, 三納硫鉑硫
 " sulpharsenite, 三納硫鉑硫
 " sulphostannate, 二納硫錫硫
 Soffioni, 地噴硫養
 Soft soap, 鉀養肥皂
 Solanine, 蘇辣尼尼
 Solder, 錫金類料
 Soluble glass, 沈質玻璃
 Soot, 炭
 Sorbic acid, 所皮克酸
 Sorrel salt of, 所而葛辣鹽 草酸
 Sparkling wines, 發泡之酒類
 Sparry iron ore, 鐵養炭養
 Sparteine, 司巴低以尼
 Spathic iron ore, 司巴的格鐵礦
 Specular iron ore, 鏡格鐵礦
 Speculum metal, 鏡銀
 Speiss, 司貝斯 即鉛礦得
 Speiter, 生錫
 Spermaceti, 司巴瑪息
 Sperm oil, 司巴瑪油 即鯨魚
 腦中之油
 Sphene, 司非尼 即劈形礦
 Spiegel eisen, 含錫鐵礦
 Spinello, 司批內勒石 即寶石
 Spirit rectified, 含迷以脫里
 " of salt, 輕綠
 " of wine, 酒醇
 " of turpentine, 松香酒醇
 Spodumene, 司布他迷尼 即火
 變灰色石
 Sponge, 海綿

glycerine, 里利里尼肥皂
 mottled, 花紋肥皂
 nut, 皂夾子
 stone, 肥皂石
 transparent, 明肥皂
 wort, 皂草
 yellow, 黃肥皂 即松香肥皂
 Soda, 納養
 " acid pyrophosp- 酸性二納養燐養
 hate, 酸
 " aluminate, 納養鋁
 " arseniate, 納養鉀養
 " ash, 粗納養炭養
 " biborate, 納養二佈養
 " bicarbonate, 納養二炭養
 " bimetantimoniate, 納養二鉑養
 " bisulphate, 納養二硫養
 " bitungstate, 納養二錳養
 " carbonate, 納養炭養
 " caustic, 納養輕養
 " chloride, 納綠
 " glyocholate, 納養各里各可里克
 " hydrate, 納養輕養
 " hypochlorite, 納養綠養
 " hypophosphite, 納養磷養
 " hyposulphite, 納養硫養
 " lime, 鈣養輕養合納養輕養
 " lye, 納養輕養水
 " manganate, 納養錳養
 " metaphosphate, 納養磷養
 " naphthylsulphite, 納養那普台里硫養
 " nitrate, 納養淡養
 " oleate, 納養哇里以克
 " palmitate, 納養巴勒麻的克
 " phosphate, 納養磷養
 " phosphite, 納養磷養
 " platinate, 納養鉑養
 " pyrophosphate, 二納養磷養
 " silicate, 納養矽養
 " stannate, 納養錫養
 " stearate, 納養司替阿里克
 " subphosphate, 二納養磷養
 " sulphate, 納養硫養
 " sulphite, 納養硫養
 " sulphoxy phosph- 三納養磷養
 hate, 十四輕養
 " taurocholate, 納養托而可以克
 " tetrathionite, 納養硫養
 " tungstate, 納養錳養
 " urate, 納養由里克

化學大辭典

Strontia carbonate, 總華炭養
 ,, nitrate, 總華淡養
 ,, sulphate, 總華硫養
 Strontianite, 總華
 Strontium, 總華
 Strontium sulphide, 總華硫
 Struvite, 司特路非得
 Strychnine, 司脫立格尼尼
 Stucco, 司得奇
 Styracine, 司土棟西尼
 Styrole, 司土棟哇里
 Styrene, 司土棟哇尼
 Suberic acid, 蘇噠里克酸
 Sublimate, corrosive, 乘硫
 Substitution products, 替代法
 Succinic acid, 瑟格西尼
 Sucrose, 蘇格羅司
 Suet, 生牛羊等
 Sugar, beet root, 胡蘿糖
 ,, candy, 冰糖
 ,, cane, 甘蔗
 ,, flesh, 肉糖
 ,, fruit, 果糖
 ,, grape, 葡萄糖
 ,, lime, 含鈣養糖
 ,, loaf, 糖塔
 ,, maple, 楓樹糖
 ,, manna, 瑪內糖
 ,, milk, 乳糖
 Sulphamylic acid, 硫阿埋里克酸
 Sulphantimoniate, 含銻硫
 Sulphantimonite, 含銻硫
 Sulpharsenic acid, 伸硫
 Sulpharsenious acid, 伸硫
 Sulphate of soda and lime, 鈉養瑪養硫養
 Sulphates, 含硫養
 Sulphethylic acid, 含硫之質
 Sulphides, 含硫質
 Sulphindigotic acid, 硫養
 Sulphindyllic acid, 硫養
 Sulphites, 硫養
 Sulphobenzolic acid, 硫養
 Sulphocarbonates, 硫養
 Sulphocarbonates, 硫養
 Sulphocarbonic acid, 硫養
 Sulphocyanide of ammonium, 淡藍

Spong o-piline, 象炭面
 Spongy platinum, 鉑絨
 Stalactites, 上成石
 Stalagmites, 下成石
 Stannates, 含錫養
 Stannic acid, 錫養
 ,, chloride, 錫綠
 ,, oxide, 錫硫
 ,, sulphide, 錫硫
 Stannine, 司塔尼尼
 Star antimony, 星形面
 Stannous chloride, 錫綠
 ,, oxide, 錫硫
 ,, sulphide, 錫硫
 Starch, 小粉
 Staurolite, 司托路來得
 Staurotide, 司托路台得
 Steam, 汽
 Stearic acid, 司替阿里克酸
 ,, glucose, 司替阿里克哥路哥
 Stearine, 司替阿里尼
 Steatite, 司替阿台得
 Steel, 鋼
 ,, Bessemer's, 別色麻氏鋼
 ,, cast, 鑄鋼
 ,, blistered, 泡面鋼
 ,, Krupp's, 克虜伯氏鋼
 ,, mild, 軟性鋼
 ,, shear, 剪鋼
 ,, puddled, 掉鋼
 ,, tempered, 退火之鋼
 ,, titanic, 含鐵之鋼
 Stereochromy, 含玻璃油色
 Sterro-metal, 固鋼
 Stibethyle, 銻以脫里
 Stibio triethyle, 銻三以脫里
 ,, trimethyle, 銻三迷以脫里
 Stibnite, 司弟伯奈得
 Stilbite, 司替勒倍得
 Stockholm tar, 木黑油
 Stone ware, 上軸之瓦器
 Storax, 司土棟克司
 Stout, 黑苦酒
 Strassite, 彭加錫
 Strassfurthite, 斯太司富太
 Stream tin ore, 河底聚之錫礦

即十

即灰

即光

Sympathetic ink, 冷應墨
 Symplesite, 辛布勒賽得
 Synaptase, 西那普太西
 Tagalite, 太前來得
 Talc, 託格石 即肥皂石
 Tallow, 化過牛羊油
 Tallow-tree, 柏樹
 Tank waste, 成納養炭養工內
 所得餘廢料
 Tannic acid, 鞣尼克酸
 Tannin, 鞣尼尼 即樹皮質
 Tantalic acid, 鉭養
 Tantalite, 鉭礦 即且大來得
 Tantalum, 鉭
 Tap cinder, 成熱鐵工內所得渣滓
 Tapioca, 打比夏格
 Tar charcoal, 他爾炭
 Tar, coal, 煤他爾
 " wood, 木他爾
 Tarragon, 太拉良
 Tartar, 鉀養二果酸 即打打
 " salt of, 果酸鹽
 " emetic, 打打伊密的 即鉀
 鉀養果酸
 Tartaric acid, 果酸 即打打里克
 " anhydride, 無水果酸
 Tartrate of potash and 鉀養納養果酸
 soda,
 Taurine, 托而以尼
 Taurocholalic acid, 托而何可路里克酸
 Taurocholic acid, 托而可以克酸
 Telluretted hydrogen, 輕碲
 Telluric acid, 碲養
 Telluride of bismuth, 鉍碲
 " of potassium, 鉀碲
 Tellurium, 碲
 " foliated, 頁形碲
 " graphic, 筆鉛形碲
 " sulphide, 碲硫
 Tellurous acid, 碲養
 Tendons, 筋
 Tennantite, 特難台得
 Tenorite, 低奴來得
 Tephroite, 低夫羅愛得 即灰
 色石
 Terbinax, 斌
 Terbinax, 賊里比尼
 Terceous, 賊里比里尼
 Teropivalent elements, 三分劑之原質
 Terno plate, 鐵錫台鉛之鐵板

Sulphocyanogen, 衰硫
 Sulphoglycaric acid, 硫養各里司里克酸
 Sulpholeic acid, 硫養哇里以克酸
 Sulpho-palmitic acid, 硫養巴勒尼的克酸
 Sulphophenates, 硫養非尼克鹽類
 Sulphophenic acid, 硫養非尼克酸
 Sulphophosphotriamide, 淡輕輕硫磷硫
 Sulphosaccharic acid, 硫養薩卡來克酸
 Sulphostearic acid, 硫養司替阿里克酸
 Sulphovinic acid, 硫養費尼克酸
 Sulphoxyphosphoric acid, 磷養硫
 Sulphur, 硫
 " amorphous, 無顆粒形硫
 " chloride, 硫綠
 " dichloride, 硫綠
 " dimorphous, 二形顆粒硫
 " flowers of, 蒸硫粉
 " iodide, 硫碘
 " milk of, 結成白硫
 " oxide, 硫養
 " roll, 硫條
 " sublimed, 蒸過之硫
 " subiodide, 硫二碘
 Sulphureous waters, 含硫之水
 Sulphuretted hydrogen, 輕硫
 Sulphuric acid, 硫養
 " " fuming, 養霧之硫養
 " " glacial, 冰形硫養
 " " Nord- 奴化倍硫養
 hausen,
 Sulphuric ether, 硫養以脫
 Sulphurous acid, 硫養
 " anhydride, 無水硫養
 Sulphuryle, 硫養
 " chloride of, 硫養綠
 Sumach, 蘇瑪格 疑即烏柏
 Superphosphate of lime, 二鈣養三磷養二
 輕養
 Supersaturated solu- 飽足有餘之水
 tions,
 Swedish iron ore, 瑞典之鐵礦
 Sweet oil, 菜油
 Sweet spirits of nitre, 硝以脫酒
 Syenite, 蘇以內得
 Syepoorite, 賽以不而愛得
 Sybranite, 賽以不而得 即金
 西非尼石
 Syvivo acid, 西非尼石
 Sylyine, 西非尼石

Tin, 錫
 „ amalgam, 錫汞
 „ bichloride, 錫綠
 „ binocide, 錫磷
 „ bisulphide, 錫硫
 „ foil, 錫箔
 „ nitride, 錫氮
 „ nitromuriate, 錫綠
 „ ore of Montebraz, 滿低布頓錫礦
 „ plate, 馬口鐵
 „ protochloride, 錫綠
 „ protosulphide, 錫硫
 „ protoxide, 錫黃
 „ pyrites, 錫硫磺
 „ sesquioxide, 錫黃
 „ stannate, 錫黃
 „ stone, 錫黃
 Tincal, 打加勒 即生硼砂
 Tin-white cobalt, 鈷伸礦
 Titanic acid, 鐵黃
 „ iron, 含鐵之鐵
 Titanium, 鈦
 „ bichloride, 鈦綠
 „ bisulphide, 鈦硫
 „ cyanonitride, 鈦氮
 Tin sesquichloride, 鈦綠
 „ sesquioxide, 鈦黃
 Toast, 烘
 Tobarco, 煙葉
 Tokay, 土該酒
 Tolu balsam, 桑路波勒末
 Toluic acid, 桑路以克酸
 Toluidine, 桑路以弟尼
 Toluole, 桑路阿里
 Tolyene, 桑路以里尼
 „ diamine, 桑路以里尼二阿美尼
 Topaz, 吐巴司石
 Torbanite, 妥而伯內得 即烟煤
 Touch paper, 引火硝紙
 „ stone, 試金石
 Tourmaline, 土耳其末里尼石
 Trachytic porphyry, 特拉紀待拍弗里石
 Trap rock, 特拉伯石即級形石
 Travertine, 特拉弗的尼石
 Treacle, 漿糖
 Tree wax, 蠟
 Tremolite, 特里莫來得
 Triacetine, 三阿西低尼
 Triacid triamines, 三酸三阿美尼類
 Triad elements, 三質點之原質

Terpin, 脫爾比尼
 Terpinole, 脫比奴里
 Terstearine, 三司替阿里尼
 Tesselite, 低西來得
 Test papers, 試紙
 Tetradymite, 低特拉代理得又石
 Tetrad elements, 角礦 即必陪硫磺
 Tetrad elements, 四分劑之原質
 Tetrahedrite, 低特拉希特來得又
 Tetramercurammon- 名西面礦 即灰色銅礦
 ium oxide, 炎汞
 Tetramethylum hyd- 四迷以脫里黃輕美
 rated oxide, 四阿美尼類
 Tetramines, 四阿理里黃輕美
 Tetramylum hydrated 四阿理里黃輕美
 oxide, 四替哇尼克酸
 Tetrahydronic acid, 四質點之原質
 Tetraionic elements, 四以脫里錫輕美
 Tetrethylarsonium 四以脫里黃輕美
 hydrate, 四以脫里黃輕美
 Tetrethylum hydrated 四以脫里黃輕美
 oxide, 四以脫里黃輕美
 Tetrethylum iodide, 四以脫里黃輕美
 Tetrethylphosphonium 四以脫里黃輕美
 hydrate, 四以脫里黃輕美
 Tetrethylstibonium 四以脫里黃輕美
 hydrate, 四以脫里黃輕美
 Tetrethylurea, 四以脫里由里阿
 Thallium, 鈺
 „ alcohol, 鈺醇
 Thebaine, 替巴以尼
 Thebolactic acid, 替巴拉格的克酸
 Theme, 替以尼
 Thenard's blue, 替乃特氏藍料
 Thenardite, 替乃特得
 Thocbromine, 替哇布路迷尼
 Thionlo chloride of. 硫黃綠
 Thiosinnamine, 弟哇西那阿美尼
 Thomaite, 桑馬愛得
 Thorina, 鈺
 Thorinum, 鈺
 Thorite, 土來得
 Thrombolite, 特羅末波來得
 Thulite, 吐來得
 Thumite, 吐埋得 即斧形
 Thuringite, 吐林茄愛得
 Thyme, 太摩草
 Tile copper, 銅錠底之藥料
 Tin ore, 紅瓦色銅礦

05-11-71 147

Turpentine, 松香
 Turquoise, 土而古哇斯石
 Type metal, 作印字之鉛料
 Tyrosine, 太路西尼
 Ulnate of ammonia, 淡輕委烏勒迷克酸
 Ulnic acid, 烏勒迷克酸
 Ubuine, 烏勒迷尼
 Ultramarine, 青金石粉
 " green, 綠金石粉
 Umber burnt, 熟褐色土
 " raw, 生褐色土
 Univalent elements, 一分劑之原質
 Uranite, 由拉奈得即鈾礦
 Uran ochre, 含鈾黃色土
 Uranium, 鈾
 " oxide, 鈾養
 " proto-aquioxide, 鈾養
 " sesquioxide, 鈾養
 " sulphate, 鈾養
 Urea, 由里阿
 " nitrate, 由里阿
 Uricides, 由里以第
 Uric acid, 由里克酸即尿酸
 " bibasic, 由本由里克酸
 Urine, 尿
 Urochloralic acid, 由里格羅拉勒酸
 Uroxanthine, 由里阿格微的尼
 Valentinite, 由發命弟內得
 Valerian, 發發里里阿尼根
 " root, 發發里里阿尼根
 Valerianic acid, 發發里里阿尼克酸
 Valerone, 發發里里以尼
 Valerulic acid, 發發里路拉的克酸
 Valerone, 發發里路尼
 Valeryle, 發發里來里
 Vanadic acid, 發發里養
 Vanadium, 鈳
 " chloride, 鈳綠
 " oxide, 鈳綠
 " sulphide, 鈳硫
 Varnishes, 漆類
 Vegetable parchment, 植物明皮紙
 Venetian red, 非尼司紅料
 Venice turpentine, 非尼司松香油
 Veratric acid, 非辣得里尼
 Veratrine, 非辣得里尼
 Verdigris, 二銅養
 Verditer, 勿弟說藍
 Vert-de-Guignet, 古韋尼氏綠色類
 Vermilion, 汞礦即銀朱

Triamines, 阿美尼類
 Triamylamine, 阿埋聖阿美尼
 Triatomic elements, 阿質點之原質
 Tribasic phosphates, 燐養之鹽類
 " phosphoric acid, 燐養
 Tribenzoyl-phosphide, 徧蘇愛里燐
 Tribenzolamine, 徧蘇愛里阿美尼
 Triborethyle, 佈以脫里阿美尼
 Triethylamine, 西低里阿美尼
 Trichloroacetic acid, 綠醋酸
 Trichloramine, 綠阿尼里尼
 Trichlorhydrine, 綠海特里尼
 " of phenose, 綠海特里尼非尼
 Triethylamine, 三以脫里阿美尼
 Triethylarsine, 三以脫里錫
 Triethylene-octethyl-tetrammonium hydrated oxide, 三以脫里尼八以脫里四淡輕養
 Triethylene tetralcohol, 三以脫里尼四醃
 " tetramine, 三以脫里尼四阿美尼
 " triamine, 三以脫里尼三阿美尼
 " phosphine, 三以脫里尼磷
 " stibine, 三以脫里尼錫
 Trimethylamine, 三迷以脫里阿美尼
 Trimethylarsine, 三迷以脫里阿耳西尼
 Trinitro cellulose, 三淡養高留路司
 " cresylic acid, 三淡養格奧廣里
 " phenic acid, 三淡養非尼
 Triphane, 特里發尼石即火
 " 變灰色石
 Triple phosphate, 三燐養之鹽類
 Tripotassamide, 三淡鈣
 Trithionic acid, 三替哇尼克酸即
 " 硫養
 Tungsten, 鎢西名董斯敦
 " binoxide, 鎢養
 " blue oxide, 藍鎢養
 " chloride, 鎢綠
 " steel, 含鎢之鋼
 " sulphide, 鎢硫
 Tungstic acid, 鎢養
 Turbith or turpeth mineral, 得必得即汞養硫
 " 養二輕養
 Turkey red, 土耳其紅
 Turmeric, 托末里客即黃
 Turnbull's blue, 特而捺布勒氏藍料
 " 即鐵二養銀
 Turners yellow, 特那氏黃色料即
 " 鉛綠七鉛養

Wool,
Woorari,
Wormwood,
Wort,
Wrought iron,
Xanthine,
Xanthogenamide,
Xanthine,
Xylidine,
Xyloidine,
Xylole,
Yeast,
Yellow, chrome,
Yellow ochra

Yellow orpiment,
Yellow, Paris,
Yttrium,
Yttrotantalite
Zaffre,

Zeolite,
Zinc,
Zincite,
Zinc acetimide,
" alcohol,
" amalgam,
" amide,
" anyle,
" arsenide,
" arsenite,
" carbonate,
" chloride,
" ethyle,
" hyposulphite,
" methyle,
" nitride,
" oxide,
" oximide,
" phenylimide,
" sulphate,
" sulphide,
" valerianate,
" white,
Zircon,
Zirconite,
Zirconium,

羊毛
烏里里
菌陳草
發芽大麥
熟鐵
散的以尼
散的陳阿美弟
散的尼
歲里弟尼
歲路以弟尼
歲路里
餅
鉛養絡養
黃色土 即二鐵
養三輕養礦
鉀硫 即雌黃
鉛綠七鉛養
鈦
鈦鉬礦
薩弗耳 即結礦合
沙燒成顏料
西哇來得 即熱發沸石
鉍
辛蓋得
鉍阿西的美弟
鉍釷
鉍汞膏
鉍阿美弟
鉍阿埋里
鉍鉀
鉍養鉀養
鉍養炭養
鉍綠
鉍以脫里
鉍養硫養
鉍速以脫里
鉍淡
鉍養
鉍哇格司阿美弟
鉍非尼里衣美弟
鉍養硫養
鉍硫
鉍發里里阿尼克
鉍養
素告納石
素包內得
結

Vesta matches,
Vinegar, malt,
" white wine,
Vinic acid,
Violane,
Violet,
Vitelline,
Vivianite,
Volcanic armonia.
Vulcanised caoutchouc,
Vulcanite,
Wad,
Wash leather,
Water, hard,
" of crystallization
" soft,
Waterr
Watt
Watern
Watt
Wateral
Wave
Wax, bees,
" Chinese,
Websterite,
Wernerite,
Welsh coal,
Whale oil,
Wheaten flour,
Whey,
Whiskey,
White gunpowder,
" lead,
" lead ore,
" metal ore,
" precipitate,
" vitriol,
Willemite,
Willow bark,
Wines, ropy,
Winter green oil,
Witherite,
Wolfram,
Wood naphtha,
" smoke,
" spirit,
" tar,
Woody fibre,

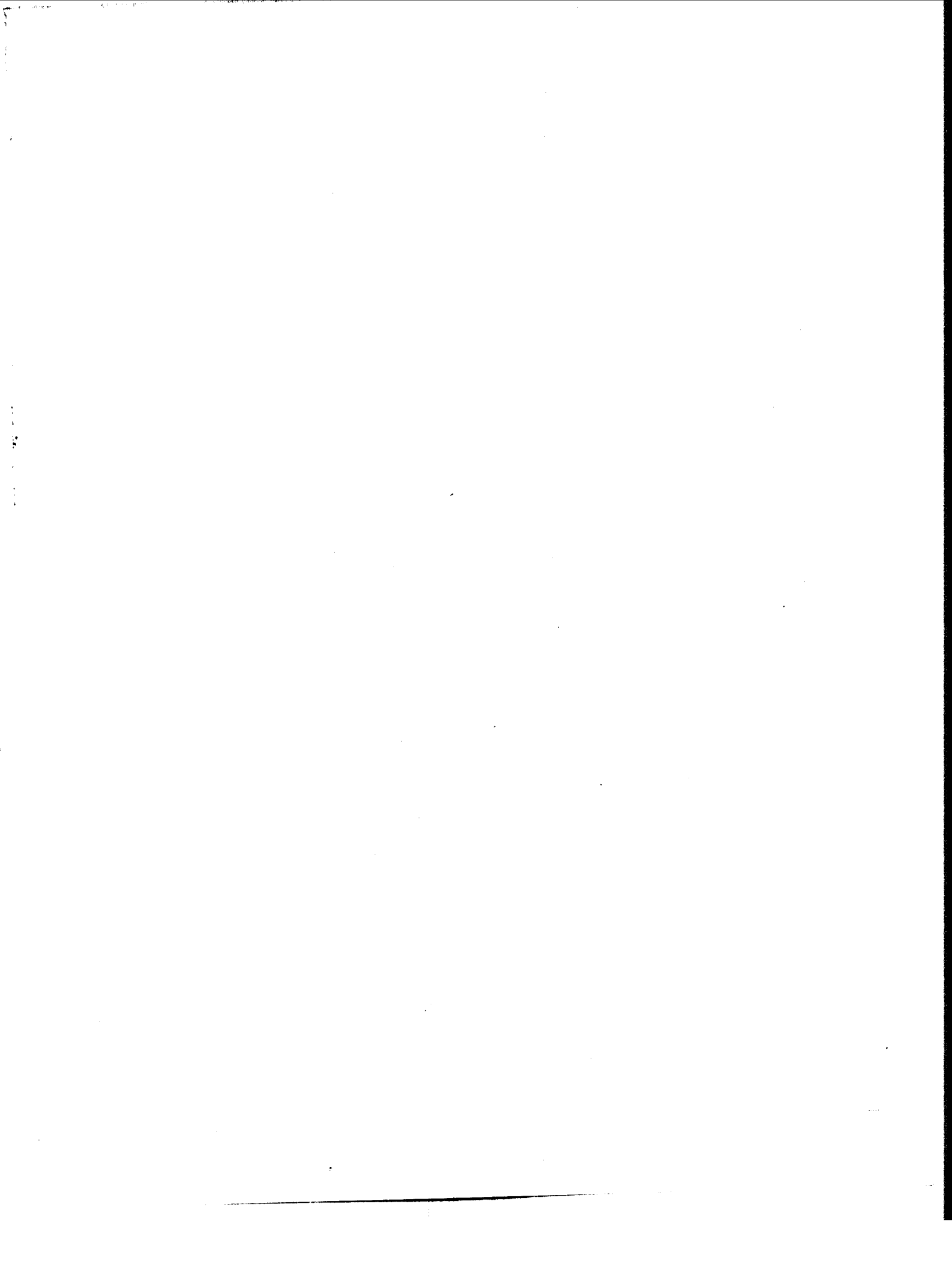
臘條白木
大麥醋
白酒醋
費尼克酸
非哇爾尼
紫金花色 即茄花色
非希里尼 蛋白內物
非非阿內得
火山發之淡輕
硫象皮
硫象皮
華得 即筆鉛形
膠皮
滑水
成類熬之水
滑水
象皮料呢
象皮料氈
地產之水
幸夫來得
蜜蠟
蟲白蠟
韋步司太來得
韋爾納來得
威勒士煤
鯨魚油
麥鈣
乳水
灰司記酒
白火藥
鉛養炭養 即鉛粉
鉛養炭養 礦 即白
色鉛礦
白色銅礦 即銅硫
淡輕 未承緣
鉍養硫養
韋勒迷得
柳皮
酒內己生膠質
各拉弟里阿油
韋特來得
錫 西名烏霜辣末
木那魯塔
木烟
木醋
木他爾
木紋質

1917

不遜亦米之味也

一一一

電
學
綱
目



電學綱目

目錄

- 第一章 論化電氣及發化電氣之器七款至
- 第二章 論電氣吸鐵氣要事八款至
- 第三章 論電氣吸鐵機器十九款至
- 第四章 論吸鐵電氣性情二十二款至
- 第五章 論吸鐵力性情二十八款至
- 第六章 論銅絲圈之吸鐵氣及電氣吸鐵器之方三十七款至
- 第七章 論電氣吸鐵器之遠近吸力及其平方比例數四十一款至
- 第八章 論平方比例外之新理第五十款至
- 第九章 論吸鐵推力并物質顆粒收吸鐵力五十二款至
- 第十章 論摩電氣與引推傳阻各事六十三款至
- 第十一章 論電氣為何物并電氣流質之理七十三款至
- 第十二章 論附電氣及分電氣增電氣七十七款至
- 第十三章 論摩電氣與來頓瓶八十五款至
- 第十四章 論電氣流行之理九十款至
- 第十五章 論放電氣及雷電之理九十四款至
- 第十六章 論電氣濃淡及尖錐收放電氣之理一百三款至
- 第十七章 論化電氣與摩電氣關係一百八款至
- 第十八章 論通電氣之理及來頓瓶等流源一百二十四款至

電學綱目

目錄

第十九章	論電報光源	一百二十五款至一百三十九款
第二十章	論電纜試得各事	一百四十一款至一百五十六款
第二十一章	論測電氣阻力氣	一百五十七款至一百六十八款
第二十二章	論亞麥所設之理及可羅繞司所設此理之據	一百六十九款至一百八十七款
第二十三章	論發電氣筒內化學變化及電氣流行根源	一百八十八款至二百七款
第二十四章	論在遠處用電氣成化學變化及用電氣化分各質之理	二百八款至二百三十款
第二十五章	論量電氣器之法	二百三十一款至二百三十三款
第二十六章	論電氣極點之理與烈他所設附電堆	二百三十四款至二百四十八款
第二十七章	論法拉待電氣化分各質之理	二百四十九款至二百五十九款
第二十八章	論電路中各處熱度	二百六十款至二百六十六款
第二十九章	論電氣生熱與動力阻力之關係	二百六十七款至二百七十三款
第三十章	論吸鐵電氣及附電氣	二百七十四款至二百九十四款
第三十一章	論附電氣與吸鐵力線關係及吸鐵器令物轉動	二百九十五款至三百三十三款
第三十二章	論月電氣	三百三十四款至三百四十四款
第三十三章	論放電氣時侯久暫與電氣濃淡關係及增電氣器	三百四十五款至三百五十五款
第三十四章	論薄氣質與霧質內放電氣之事	三百五十六款至三百六十一款
第三十五章	論薄氣質內放電氣與吸鐵氣所有變化	三百六十二款至三百六十八款
第三十六章	論吸鐵電氣器與沙克司騰所設之器與西門司所設吸鐵攝器	三百六十九款至三百七十九款
第三十七章	論微勒特所設之器	三百八十款至三百九十九款
第三十八章	論西門司與恒子登器	四百款至四百五十三款
第三十九章	論來頓瓶之附電氣	四百五十四款至四百五十七款

83-100-91/26

電學綱目

英國田大里翰

英國 傅蘭雅 口譯
臨海 周 郁 筆述

第一章論化電氣及發化電氣之器

一欸 如將淨鋅或淨鉛等同類金二片置淨水內添硫
強水少許令水有酸性其鋅或鉛不能為酸水所化
市售之鋅不淨因內含別金類則易為酸水所化如以汞

沁鋅令飽則亦不化此因鋅與汞所化者即從雜質分開
故遇酸水而不化凡化電氣器內鋅板嘗用此法

二欸 如將淨鋅與淨鉛等不同類金二片置酸水內不
相切則不化一相切則鋅為酸水所化而鉛片放氣泡上
升至二金類相離而止

三欸 如設法收所放氣驗之其重率與輕氣等空氣內
能燃亦與輕氣同而成此輕氣之故因二金類相切則水
化分其養氣與鋅化合成鋅養而輕氣從鉛片放散

四欸 如將二種金類稍入酸水則不拘其相切於水內
或水外俱能令水化分令鋅消化令輕氣放散

五欸 如將二種金類稍置酸水上以銅絲等金類絲聯
之則與二金類相切同故無論本體自相切或以金類絲
相聯則俱成電路可見成電路必有二種金類質并一種

流質若聯以銅絲則謂之配成電路

小試此事用鉛片一條沁汞之鋅一條并酸水盛平薄玻
璃筒內以影戲燈之電火光等橫射之再用顯微鏡令玻
璃筒與二金類之影映牆壁上一通電路則鉛片放氣泡
顯而易辨一斷電路則立止

六欸 所用銅絲又謂之通電線因此為成電路之線也
西國亦名弗拉打電氣與電路此為意大利亞國格致家
弗拉打所設今所考求者不過為配成電路之各種金類
絲有何分別而已

七欸 常用化電氣器用鋅板與鉛板各數片以淡強水
令化電氣近來不問電器內事專考究器外金類絲各事

第二章論電氣吸鐵氣要事

八欸 如斷電路之金類絲插入鐵屑內則毫不顯吸鐵
力如通電路以金類絲插入鐵屑內則大顯吸鐵力其鐵
屑團聚絲端即提其絲亦粘而不脫一斷電路則鐵屑即
盡脫

九欸 如將吸鐵條懸以線令易旋轉若指南針其兩端
自向南北另於吸鐵條下平列金類絲一條兩端同向南
北若金類絲不通電氣其吸鐵條毫不改向若金類絲聯
於化電氣器一通電氣其吸鐵條立即改向不能正向南

北此爲電學家同司對特所考得

十款 如以頗粗金類絲聯於銻與鉑當通電氣時視以目摩以手則毫不覺有異即與不通電氣同如不用粗銅

絲而代以極細鉑絲則通電氣時摩之則熱若電氣多視之則能發紅熱或白熱可見金類絲能生吸鐵力并能生

熱是與不通電氣之金類絲有別此則因電氣變成之據

十一款 如將金類絲繞鐵條多轉絲之兩端聯於電器一通電氣其金類絲所有之電力大半傳至鐵條則其鐵條亦歸電路內

十二款 如將金類絲以綿線或絲線密紮之試以上法其金類絲之電力不能傳至鐵條是因綿線或絲線阻住電氣則其鐵條即歸電路外

十三款 鐵條雖不歸電路內而爲金類絲所通之電氣大感動其金類絲每繞一周則鐵條內生若干吸鐵電力

所以金類絲纏繞周數甚多則鐵條之吸鐵力必甚大此理爲格致家挨拉哥初查得後司脫陳依此理以製器

十四款 此器謂之電氣吸鐵器因電氣一斷其吸鐵力即絕則與尋常吸鐵器不同蓋指南針等鋼器其吸鐵氣

久存不散而此器電氣一斷其鐵仍與常鐵無異

十五款 常用電氣吸鐵器其紫線之金類絲層層繞於

木管謂之電氣吸鐵圈木管中之鐵條謂之電氣吸鐵圈之心其電氣吸鐵器或作直管或曲如馬掌鐵或作各便用之式俱可

十六款 馬掌鐵形之吸鐵器用軟鐵條以接其兩端此鐵條謂之脚鐵又謂之副吸鐵又謂之次吸鐵

十七款 鐵條與銅絲圈不必切近即如用木箱徑約三尺纏以紫絲線之銅絲再將鐵條橫安箱心一通電氣其鐵條亦有吸鐵性然鐵條與銅絲圈相距約一尺半其電力何以能從銅絲圈通至鐵條耶其從遠處越空而過抑或有空氣等質爲傳其力耶此事余尚未解近電學家設法推究亦未得可據之理

十八款 如將紫絲線之銅絲繞鐵條此端鐵條收電力時而彼端能顯吸鐵之性若此端多繞銅絲一周則鐵條彼端吸鐵力亦增此端少繞銅絲一周則鐵條彼端吸鐵力亦減以此法加減電力與傳熱之理近似是即每多繞銅絲一周似鐵條每增熱一度每少繞銅絲一周似鐵條每減熱一度則其理亦明

第三章論電氣吸鐵機器

十九款 如有管形之電氣吸鐵銅絲圈以鐵椎置銅絲圈口內少許一通電氣其銅絲圈即顯吸力吸鐵管入其

圈內有格致家彼智考此理以設電氣吸鐵機器

所用空心鐵椎其徑小於銅絲圈內徑易於吸入椎之端稍入圈口內有法令通電氣電氣一通則鐵椎即吸入此吸力可增大至能運動機器便於各工藝之用

二十款 又有電學家富羅門德藉電氣吸鐵器之鐵心能吸別鐵條之力以運動輪機法用電氣吸鐵若干排成圓周形令正負極點彼此相對另有橫鐵條聯於輪周能為各極點所吸即能令其輪轉運不息凡通電氣則鐵條受吸力而輪轉若干至極點而止暫斷電氣則鐵條能行過極點而為下極點所吸至下極點亦復斷電氣一通一斷其輪周之鐵條祇能前行不能為電氣吸鐵所反吸故其輪能轉運不息

二十一款 有人設機器用電氣吸鐵力以代人工如能起水鋸木打樁等事富羅門德所設小電氣吸鐵機器亦能作起水打樁等事且可購置家中觀其法易明其理

第四章論吸鐵電氣性情

二十二款 凡忽通吸鐵電氣及忽斷吸鐵電氣時必能發聲如以耳帖近電氣吸鐵器之鐵心則通電氣時聞啾然一聲又斷電氣時亦然此為格致家彼智所設之器如用簧椎通斷電氣置遠房內不能聞相擊之聲在本房內

則其啾啾之聲甚明即數百人無不共聞之

如將上等軟鐵若掉火爐之桿通過電氣吸鐵圈其兩端靠在空木盒則通斷電氣之聲甚明髮髻若音樂焉

二十三款 如將鐵條令變為吸鐵其體質不變而其形狀已變所改變者即順吸鐵力之方向而引長此為電學家朱勒所查得

二十四款 朱勒所設之法以長桿增其漲力用顯微鏡令顯明近今常用之法用鐵條通入銅絲圈鐵條之端與長桿之此端相接凡鐵條漲一分桿之彼端動五十分桿之彼端能動一小週光鏡令有光照此鏡而鏡之光迴照白牆上成光圈故其鏡微動而牆上之光圈即大動此各器整備後電氣一通鐵條變為吸鐵而漲漲時鐵條推其桿桿推其鏡而鏡迴照牆上之光圈亦必動若干或動一尺或尺餘不等電氣斷則光圈仍歸原

鐵質有吸鐵性時究為何故而漲亦難遽解必先將數要事說明始能解此理

二十五款 如尋常吸鐵上安紙一張或玻璃一片以鐵屑散鋪紙面或玻璃面則排列成線形花紋化學家法拉待名此線為力線細看各力線則知每粒鐵屑順其長邊排列成線而各細粒兩端之極點必彼此相接如將細鐵

條或細吸鐵針以線等懸鐵屑上亦順此各線之方向停而不轉

如將鐵屑或極細吸鐵置二塊玻璃片間軋緊用影戲燈之光照於四十尺遠牆上其所成力線放大顯明各形狀每一擊玻璃則改變而可觀即數百人亦能同時見之

二十六款 鐵條可當為無數極微質點因本粘力相合而成然各鐵點幾分仍能存其鐵點之原性如將鐵折斷細看剖面則能辨其顆粒形狀窺以顯微鏡可知其鐵為亂形之微顆粒合成若通電氣令變為吸鐵則每顆粒長邊欲順合吸鐵力之方向即從鐵桿之長邊以成其事故其鐵條因此微能引長而電氣一斷則仍復原形此為電學家得拉理弗所說之理其說甚巧而可信

二十七款 如將吸鐵礦即鐵養之細粉調以水置平邊之明玻璃筒內用紫絲線之銅絲繞之多次成圈筒後置燈燭自筒前看筒內之水其火光不能透明電氣一通則火光透過最明電氣一斷其火光仍舊不明此為何故是因水內吸鐵細粉各質點之長短邊錯亂無次故火光無隙可通電氣一通則各質點之長邊俱歸同向平行故火光易在空中射通其質點之各端亦彼此相吸成長線形與前所言鐵屑成力線同理此為電學家古羅發所設如

欲大試此事則用影戲燈之光令射過玻璃筒照白牆上成光圈徑約二尺至三尺則電氣每通斷一次其光圈忽明忽暗

第五章論吸鐵力性情

二十八款 如不明吸鐵力性情則難曉以下各章之說查吸鐵器或吸鐵針之力雖徧體有之卻有兩處之力比別處更大此兩處謂之吸鐵極點

二十九款 地球為大吸鐵器其力自然分布全體各處然有兩處之力最大者與南極北極畧相近謂之地球吸鐵南北極

三十款 地球能感動吸鐵針之理因北極能推針之彼端而引此端又南極能推針之此端而引彼端所以吸鐵針能恆向南北如強轉令對別向一放鬆而仍歸南北故謂之指南針

三十一款 指南針之兩極點及地球之兩極點之吸鐵氣不同性似為歧生者

三十二款 此兩種吸鐵氣彼此似不相愛故必相推所以此吸鐵器之北極推彼吸鐵器之北極而引其南極反之此吸鐵器之南極推彼吸鐵器之南極而引其北極此兩極亦謂之正負極又謂之陽陰極

三十三款 吸鐵器或吸鐵針以線等懸之令其兩極點之直線與地球吸鐵經線不合則地球之吸鐵力即感動其針令旋轉至合地球吸鐵經線而止

三十四款 吸鐵針與地球吸鐵經線相合則謂之成偶而成此偶之兩種吸鐵力相對而相等所以其針再不欲轉動而必與地球相平

三十五款 其兩種力相等而相對彼此必相消而滅所以吸鐵針不但不能轉動亦不能移前移後故將吸鐵針浮水面或水銀面祇能轉動不能向南北而移

三十六款 吸鐵條之此極遇吸鐵針亦能推彼端而引此端反之亦然但吸鐵條中有一處其吸鐵性不正不負不陰不陽而有中立性如將指南針安在此處則不引不推此處謂之吸鐵中道

第六章論銅絲圈之吸鐵氣及電氣吸鐵器之力

三十七款 電氣吸鐵銅絲圈內雖不用鐵條為心亦與吸鐵同性而能引鐵其兩端亦為正負兩極點其中亦為吸鐵中道如圈內用鐵心通電氣時其吸鐵其力比不用鐵心之力增多倍

三十八款 量吸鐵器之力用指南針試其能令針偏若干度其偏度之數愈多則其力愈大又此法能分試銅絲

圈之力及銅鐵絲圈并鐵心之力

三十九款 如欲求其鐵心之吸鐵力必先求銅絲圈之力後求銅絲圈與鐵心之并力兩力數相減則得鐵心之吸鐵力

四十款 如鐵心大而為上等之熟鐵所成則鐵心之吸鐵力與銅絲圈之吸鐵力有比例如所用銅絲圈之力加一倍則鐵心吸鐵之力亦大一倍又如銅絲圈之力加二倍則鐵心吸鐵之力亦大二倍可見鐵心之吸鐵力視銅絲圈之力而變故可以任意加減其力

數

第七章論電氣吸鐵器之遠近吸力及其平方比例

四十一款 用上等熟鐵一條令與鐵心相近而不相切再以法令鐵心之吸鐵力加一倍則鐵條之吸力不但加一倍而加三倍又令鐵心之吸鐵力加二倍則鐵條之吸力不但加二倍而加八倍又令鐵心之吸鐵力加三倍則鐵條之吸力不但加三倍而加十五倍即所共有之力與原力之比有四或九或十六之比故可見其吸力不但與其原力有比例而與其原力自乘之力有比例是即與電氣吸鐵器之力有平方比例但此增力之事必詳究其故否則以下之說不能明故先將硬鋼與軟鐵二物之吸鐵

性相比

四十二款 軟鐵易收吸鐵氣但合收此氣之物一離而

斷其吸鐵氣即減反之鋼鐵難收吸鐵氣合收此氣之物

一離而斷而吸鐵氣仍存鋼內不散

四十三款 鋼鐵難收吸鐵氣而收後則不肯放則謂之

強力此名目不甚妥切但電學家已慣用難改

四十四款 鋼鐵強收吸鐵力至飽無法能增其力後用

電氣吸鐵器吸之其吸力不能與電氣吸鐵器之力有平

方比例祇能有正比例

四十五款 淨鐵吸鐵力何以有平方比例乎其故因淨

熟鐵之吸鐵力無常性而必與吸鐵器之力同增同減如

令鐵心吸鐵力加一倍則相近之淨鐵吸鐵力亦加一倍

如鐵心吸鐵力加二倍則淨鐵之吸鐵力亦加二倍求吸

力數之法將鐵心之吸鐵力數與淨鐵之吸鐵力數相乘

所得其數即前所說平方比例數也

四十六款 此理未甚明暢故設喻以顯之假如鐵心吸

鐵全力為許多微力由漸漸加入鐵心內所積而成如鐵

心吸鐵氣初有一微力相近處之硬鋼亦有吸鐵氣一微

力則其相吸其力為二微力相乘之合數是以一微力乘

一微力得其吸力為一又如鐵心內增一微力其有二微

力其硬鋼所存強力仍不變而所受鐵心之吸力為二微

力是以二微力乘一微力得其吸力為二又如鐵心內再

增一微力其有三微力則硬鋼所受鐵心之吸力亦為三

微力餘可類推

四十七款 假如鐵心仍有吸鐵氣一微力而相近處有

淨鐵一條此鐵條內亦有吸鐵氣一微力為鐵心所生則

其共吸力仍為一微力如鐵心內增一微力則鐵條內亦

增一微力其有二微力所以鐵心二微力與鐵條二微力

彼此相引所得之共吸力為四微力

凡鐵心或相近鐵條內各一微力彼此相引之力如無別

微力則與獨有本體一微力同

四十八款 又依此理令鐵心有三微力則鐵條亦生三

微力而鐵條內之每一微力為電氣吸鐵器之心所吸則

其力為鐵條每微力之三倍其有三微力每一微力各受

原微力三倍之吸力故其共吸力為九微力

四十九款 以此吸力與地球向心攝力及各物體相吸

之力相比則其理亦易明假如任有二物體彼此相引之

力命為一如將一體倍其重則相吸之力亦為原力之一

倍如二體各倍其重則其相吸之力為原力之四倍如一

體加重二倍則其共吸力亦為加二倍如二體各加重二

R2.m. 91/26

倍則其其吸力為原力之九倍故無論其體加重若干倍其吸力仍有平方之比例而吸鐵力亦同此理即發吸鐵力之物加力若干倍而收力與發力亦同則其全力為發收二力相乘之數即原力之平方數也

第八章論平方比例外之新理

五十款 以上各說何以必先明之乎其故因吸鐵氣遇鐵等質恆顯平方比例則可知收吸鐵氣之體其吸鐵力本無定性而必與發吸鐵氣器之力同增同減所以此收吸鐵氣之體謂為發吸鐵氣之器所附又其體為吸鐵器所引所推俱因發吸鐵氣器令其暫有此性

五十一款 吸鐵氣之能吸究為何故此事為古今格致家所殫心極慮尚未查得其根源者也如西歷紀元以前六百年希臘國人大利司疑吸鐵氣似有性靈西歷紀元後一千五百三十五年有格致家哲麻疑從吸鐵器面至收吸鐵物面之間必有細線為目所不能見此意有似法拉特所說力線之理又有格致家以為鐵為養吸鐵氣之料故吸鐵器遇鐵則欲收之以養其吸鐵氣故即顯力吸之又有格致家特司楷弟設一總理曰質點旋心之理而吸鐵力亦賅括其內近有格致家馬克司微拉亦依此理推詳之又有格致家伊彼奴司以為吸鐵力為極細極靈

之流質能在吸鐵器外流動又有格致家科勒姆伯以為二種流質彼此能相引而各流質之原性則能相推又有電學家安比而謂吸鐵器內有無數極微之發電路若遇鐵質則其電氣在鐵質點外旋流故能吸之但此各臆見雖未必真確然知其說亦有裨益惟有電學家唐生云凡吸鐵各事固屬實據凡設吸鐵之理盡屬臆見而無實據所可盡信者不過為其實事不知日後能有格致家查得吸鐵根源與否近尚未得其端緒

第九章論吸鐵推力并物質顆粒收吸鐵力

五十二款 西歷一千七百七十八年電學家蒲羅葛門查得鈹能為吸鐵所推一千八百二十七年勒彼里弗謂錒能為吸鐵所推又有格致家賽奇與西皮克與白克羅亦同查得此等事

五十三款 一千八百四十五年法拉待查得各種物質俱有吸鐵性又云凡物質分為兩大類一為吸鐵所引一為吸鐵所推

五十四款 法拉待稱其所推之力為吸鐵推力或問此力之性情為物質所本有者抑為本體所恆存者抑為吸鐵器所附成者

五十五款 為吸鐵所推之力正與前所說平方比例同

如吸鐵力加一倍則其推力爲原力之四倍如加二倍則爲原力之九倍餘類推

五十六款 從此可知爲吸鐵所推之體其所以能推之故爲吸鐵器所生者也吸鐵力加大此推力亦加大反之亦然

五十七款 吸鐵推力比尋常吸鐵引力更小凡物質能爲吸鐵所推者惟鈹所收推力爲最大但其推力比鐵所收引力小至難比電學家桓巴云如有鐵薄版鈹薄版各一片體積相等則鐵所收引力大於鈹所收推力約二百五十萬倍

五十八款 凡能爲吸鐵所推之質則收力時所顯正負兩極點方向與能爲吸鐵所引之質之正負兩極點方向相反無論用銅絲圈或用吸鐵或合用此二器能爲吸鐵所引與所推之各質其兩極點方向俱能顯相反之性

五十九款 如將鐵人像立於地面則收地球之吸鐵力變爲吸鐵所能引之體反之如將灰石等人像立於地面則收地球之吸鐵力變爲吸鐵所能推之體因灰石等原爲吸鐵所推之質故也又人身體內之肉與各種定質流質俱爲吸鐵所推之質所以人立於地面其吸鐵之極點與鐵人像之極點正相反

六十款 凡生物質并顆粒之大半其收吸鐵推力之大小在各方向不同因所附之吸鐵力亦有通軸故也

六十一款 如愛司蘭司怕而即鈣養炭養透光顆粒其通軸之推力爲最大又鐵養炭養顆粒其形狀及質點之排列法與鈣養炭養同但其通軸上爲其引力最大之處六十二款 如將物質顆粒懸於吸鐵器兩極點之中令易旋轉則其停止之方向俱依其推力或引力之通軸

一 第十章論摩電氣與引推傳阻各事

六十三款 如將琥珀一塊用羊毛布或呢等摩之則琥珀能引髮雞毛燈草等輕物古希臘人名此氣爲琥珀氣至今西國名目亦存琥珀之意雖知此已二千餘年究無人窮其所以然之故

六十四款 西歷約一千六百年英國可勒其司他地方有醫生名幾里白德時爲女王衣里燕伯御醫試摩數種質得知與琥珀之引力同如乾玻璃以絲布摩之或火漆以佛蘭絨摩之俱有能引輕物之性此性謂之生電氣性因此氣與天空烟電相同也

六十五款 凡生電氣之物能引各種未生電氣之物或有爲其所引又有爲其推力如將玻璃摩之令生電氣能推近處未摩之玻璃將火漆摩之則能推近處未摩之火

漆反之已摩之玻璃能引已摩之火漆已摩之火漆能引已摩之玻璃

六十六款 從此分爲二類電氣一爲玻璃質所能生者故俗謂之玻璃電氣一爲火漆含松香質等所生者故俗謂之松香電氣

六十七款 以上二名目未甚合理因所生之電氣約視摩時所用何物有數種別質以摩玻璃能生松香電氣數種別質以摩火漆能生玻璃電氣則此名目未安而易混不若以正負二字別之凡用絲摩玻璃所生者謂之正電氣凡用佛蘭絨摩火漆所生者謂之負電氣

六十八款 凡含同類電氣之物彼此能相推含不同類電氣之物彼此能相引此爲電學之公理

六十九款 被摩之物與所摩之物其電氣不同類而彼此能相引故摩時之力必勝其相引之力其力於所發電火內之熱顯之

七十款 欲查一質所含電氣爲何類則必試其質能推何類電氣所推之電氣即本質所含之電氣如試其質所能引之電氣則不安因不含電氣之質亦能爲含電氣之質所引故也

七十一款 有數種質最易傳電氣有數種質最難傳電

氣故易傳者謂之通電氣質難傳者謂之阻電氣質

七十二款 不傳電氣質前人名爲有電氣質因手執而摩之能生電氣又傳電氣質名爲無電氣質因手執而摩之不能生電氣但以此法定各質不合於理蓋傳電氣之質如托以不傳電氣之質合其不遇則傳電氣質則易合其收電氣而不放如不托以不通電氣質則所收電氣即傳於相接之物而入於地

第十一章論電氣爲何物并電氣流質之理

七十三款 電學家嘗問電氣爲何物何以在此質內不分不發又何以在彼質內易傳而不留諸電學家費甚心思窮究電氣根源之所在尚未查得可據之說前人以爲吸鐵氣與電氣與光與熱俱爲無量之質能與有重之質相合是以物質內有此各事與否其輕重恆不變近格致家查得光與熱之根源似爲行動之故不能解以此說電氣雖未明大要俱以爲不久當能查得真理必與近人所說之理大異

七十四款 電氣之根源既不能盡知祇可用所說電氣流質之理此理雖無據卻非無益因能將電氣所顯各事分類以解之

七十五款 依電氣流質之理則凡有電氣引推之事皆

因二種不能見之流質彼此能相引若為同類者則彼此能相推且二種流質能相和成中立性故凡物質不顯電氣力者因其流質相和而得其平也。

七十六款 以此物摩彼物則其二種流質勉強分離一種散在摩物上一種散在被摩之物上但摩法外另有一法能分之。

第十二章論附電氣及分電氣增電氣

七十七款 凡電氣已分之質與未分電氣之質相近而不相切其未分電氣之質有不通電氣之物托之則其已分者必能合未分者所含之合電氣化分即引出一種流質而推其餘流質再令其質離而遠則其二種流質彼此相合相抵而仍得中立性。

七十八款 中立性電氣內之二種流質為已分電氣之質所強分者謂之附電氣故以此法分電氣謂之附成電氣凡未分電氣之質為已分電氣之質所引者因先收附電氣之力而後能為其所引。

七十九款 能傳電氣之物不與地通令遇有電氣之物則其能推之電氣欲散而無可散其能引之電氣為所附之體所攝令其不散若其能傳電氣之體一與地通則其能推之電氣即散入地再去其附之之體則所攝住之

電氣即放鬆而散在其物之面。

八十款 可見中立性傳電氣質與近處已分電氣之質雖不相切亦能分其電氣令本體之電氣為相近質內電氣之相反者。

八十一款 如將錫箔等喜傳電氣之質二片以玻璃等不傳電氣之質一塊隔之此邊錫箔通電氣則能通過玻璃片令彼邊錫箔之合電氣化分即引過一種流質而推其餘流質。

八十二款 如令彼邊錫箔與地通則能推之電氣必流散所以兩邊錫箔之電氣必彼此相引祇有玻璃片隔之八十三款 如令兩邊錫箔通以傳電氣質則其兩種不同類之電氣彼此相合則其錫箔之電氣可謂之放散凡電氣放散時必有電火顯出。

八十四款 如將平面松香餅或含硫黃象皮板令其電氣分開以金類板置其上則能令金類板之中立性電氣化分引其正電氣而推其負電氣若將通地之傳電氣質與金類板相接則所放鬆之推電氣即流入地若金類板面聯一玻璃柄或別種不傳電氣之柄依法令與松香餅面相離則金類板含正電氣每起落一次則電氣增多故有人依此理設一器為增電氣器。

第十三章論摩電氣與來頓瓶

八十五款 摩電氣器為二件合成一為不通電氣者即被摩之物一為收存電氣者即所摩之物

八十六款 始造摩電氣器用硫黃球轉其球而以手切之此器為德國馬克第白克地方官名格里格西麻一千六百七十一年所設後代以玻璃球再後用大玻璃管或圓玻璃板摩以乾絲近用硬磁象皮圓板以代玻璃板

八十七款 摩成電氣之法用搖桿以轉玻璃板左右有絲墊與玻璃面相切則玻璃因此收正電氣而後附此電氣至收存電氣器引其負電氣而推其正電氣收電氣之器有叉形之物能放負電氣為其玻璃面所收依此法則收存電氣之器實是不收而反放之即放其負電氣而令其本正電氣存於內

八十八款 前八十一款所言錫箔與玻璃片之器其理與來頓瓶同如將玻璃片曲成瓶形錫箔一鋪其內一裹其外即成來頓瓶如將此瓶與摩電氣器通則其內錫箔所收之電氣通過玻璃附於外錫箔引其不同類電氣而推其同類電氣

八十九款 查來頓瓶之法為偶然所得有電學家用錫箔鋪玻璃瓶內以盛電氣手執瓶外其身體即覺有收電

氣力後用錫箔以裹瓶外代手即得此最巧之器

九十款 來頓瓶之外錫箔因能通地則被推之電氣能放散而所存之電氣祇能受瓶內電氣之引力是以來頓瓶能存電氣甚多而不散

第十四章論電氣流行之理

九十一款 如來頓瓶內外二層錫箔有傳電氣質令相通則此錫箔至彼錫箔之間有電氣流行而過

九十二款 所流行之電氣從內外二層錫箔同時起行至傳電氣質中間為止可見內外二層錫箔同時有二種電氣流行

九十三款 既有二種電氣同時交互流行則電氣所流行之方向難辨而易混所以電學家以正電氣所行之方向為電氣流行之方向

第十五章論放電氣及雷電之理

九十四款 凡電氣流行時路遇阻之物則必生熱間有所生熱極大足令金類熔化為霧

九十五款 凡有物質含電氣甚多者與不含電氣質相距若干遠其電氣能在空氣內越過成電火又如此質含正電氣彼質含負電氣亦有電氣交越而發火星反之亦然

九十六款 如空中雲二片所含電氣為相反者則彼此交易電氣時電火為電氣流行之路雷聲即電火沖激之響如用小電器令發小電火必聞剝剝小聲而空中電氣大故其聲亦大其響過雲而有回聲所以聞其聲若轟轟然引長之意

九十七款 據此理則有含電氣之雲低近地面其電氣與地中電氣亦能交互成電火而發雷聲

九十八款 空中電氣與地中電氣交互時在地面所初遇之物為能傳電氣之質其物質與電氣數相配則電氣直通地而無害設電氣初遇之物為樹木房屋禽獸等不喜傳電氣之物則電氣因難行過必生熱或跳過令其物受大害或竟滅之亦不定

九十九款 人周身腦氣筋雖最靈然受傷時至覺痛時必為一抄中之若干分但放電氣所費之時更少不過為其小分所有人為雷電擊斃其腦氣筋未及覺痛之先已經殞滅故雷擊之人毫不覺痛

一百款 如有含電氣之雲行過高而尖并與地通之傳電氣物則此物能放地中不同類電氣與雲中電氣交互而雲中電氣即滅其性不復有雷電聲光各事可見房屋與船等處備置通電氣至地之金類桿即可免雷擊之

害

一百零一款 電發光時為一抄中極微之分數所以暗室內有行動極速之物忽有來頓瓶電火射其上則雖動似不見其動假如礮彈所行路忽有電燭射之似覺礮彈不動約八分抄之一是因人目中所存物影不過八分抄之一其為時甚促故也

一百零二款 試將電火行過火藥中令不遇阻之物則火藥祇能推散而不燃如將繩一條浸水令濕以此繩通入火藥其濕繩能阻電氣故即生熱成火而燃火藥此則便於小試之事

第十六章論電氣濃淡及尖錐收放電氣之理

一百零三款 如通電氣體內加電氣力一倍則電氣之濃為一倍加力二倍則電氣之濃為二倍餘類推

一百零四款 球面之電氣各處等濃但板面之電氣各處濃淡不同而其邊為最大若為長形體則其兩端為最大

一百零五款 通電氣體其端若尖利則其電氣積聚於尖點能放散於空氣內

一百零六款 收此放電氣之空氣能為其尖點所推且其實點彼此能自推似覺生風是謂之電風

一百零七款 有輕物二端俱尖令兩尖放電氣成電風則其輕體因風而浮空氣內不墜而亦不動

第十七章論化電氣與摩電氣關係

一百零八款 如將鉍與鉑各一片幾分入酸水內則其水外二端之電氣有相反之性鉑端顯正電鉍端顯負電
一百零九款 如二片聯以金類絲則正電在絲上向負電而行負電在絲上向正電而行依前九十三款所說電氣流行之方向以正電為主故以正電在絲上所行之方向為電氣流行之方向

一百一十款 此電氣在絲上流行之力比摩電氣流行之力小至難比所以化電氣不能勝物質阻電之力而不能傳過摩電氣一傳而過

一百一十一款 用多件化電氣筒相聯筒數愈多所顯之合力亦與摩電氣愈相似如一千具大化電氣筒合弁其力則強能令電氣跳過空氣千分之一之遠然不甚大之摩電氣器其通電氣器合法則易令電氣跳過十寸之遠

一百一十二款 電火行過空氣俱賴放電氣體之質點放電氣時其質點為電火所前移或遞過

一百一十三款 又有法能比較電氣得知摩電氣之力

比化電氣之力小至難比如用吸鐵針懸之仍易轉動則必正向南北用極大摩電氣器特為設法增電氣力方強能令吸鐵針稍偏方向如少通化電氣即易令其針偏差
一百一十四款 法拉待用鉍絲與鉑絲各一條徑約十三分寸之一插入小筒酸水內入水之深不過八分寸之五入水之時不過二十分秒之三而所生電氣令吸鐵針偏差度數比博物院內極大摩電氣器以汽機搖二十八周所成電氣令吸鐵針偏差度數更大可見作此等事化電氣之力與摩電氣之力大小難比

一百一十五款 如將空氣一立方尺封於最堅固器內以大力壓之則強能令其器炸裂如將空氣一立方碼封在極薄亮內不加壓力則空氣之本力不足令其薄亮炸裂稍加壓力其薄亮亦不裂從此二事能顯明摩電氣之濃與壓緊之空氣能炸裂體質相似化電氣器之電氣與不受壓力之空氣相似其數與摩電氣器之電氣大至難比但其濃與摩電氣器之電氣小至難比

一百一十六款 吸鐵針之偏差并化電氣之別事內俱恃電氣數大之故所以化電氣器令針偏差之數比摩電氣大至難比

一百一十七款 法拉待試驗小化電氣筒化水一釐所

生電氣之數與博物院用多具大來頓瓶盛滿摩電氣放八十萬次所顯之力相等若將此許多摩電氣并為一次放之畧等於尋常雷電一大閃又推算水一滴銜四釐所成電氣之數等於空中雷電一大做所共放之電氣數相等。

一百一十八款 有化學家圖巴與可羅繞司已查得水中一箇千分格輕氣所含電氣若能盡數放散於一大雲內雲離地面約一千枚則能引地面相反電氣所顯之力為二百二十六萬八千箇千格。枚為法國量數等於英國分格等於英國六十五分釐之一又千一碼零十一分之一又千格等於英國二磅三兩又四分之一。

第十八章論通電氣之理及來頓瓶等流源

一百一十九款 一千七百二十九年倫敦人名固來查得電氣傳通之理法用七百尺長金類絲以絲線懸之一端有玻璃管摩擦玻璃管時其金類絲之彼端顯電氣之性能引輕物與在近處同再以細金類絲代絲線懸之摩擦玻璃管時其大金類絲不顯電氣之性即知電氣在細金類絲上放散自此各物質分為傳電不傳電二類固來時已致仕在家食祿臨死前一日將此事告於博物院董事筆之於書。

一百二十款 一千七百四十五年有德國普米拉尼阿

邦楷米納地方教主名固來司得用玻璃瓶盛汞或醇瓶口塞軟木以鐵釘穿木塞通入瓶內塞外釘尖與摩電氣器暫相切後以手指與釘尖一觸則電氣入身力甚猛。

一百二十一款 一千七百四十六年德國來頓地方人名固尼阿司用玻璃瓶盛水以金類絲從摩電氣器引電氣入瓶內水中又有格致家阿臘曼得與木勝不落克用法亦同木勝不落克以右手持玻璃瓶左手與通電氣處相切則電氣擊之甚猛最可怕故曰即許我以法國王位亦不肯再為嘗試矣但彼查得一理知執瓶者能受電氣力旁人不能受而固拉司得尚未知此理。

一百二十二款 德國內盛電氣之玻璃瓶間有人稱為固拉司得瓶然固拉司得猶未查出以上所說之理故恆稱為來頓瓶一千七百四十七年英國人傅蘭克令將此瓶及同類器具之理著書詳言之。見前八十一八十八八十九九十七各款

一百二十三款 一千七百四十七年英國蘭但弗教主名華德孫用二千八百尺長金類絲埋土內以來頓瓶放電氣傳過其絲後於倫敦近處蘇泰山上用一萬零六百尺長金類絲以烘過木柱托之因乾木不能通電氣以同法放電氣則電氣一通而行過。

一百二十四款 一千七百四十八年傅蘭克令於蘇里

83-101 91.25

幾勒山上。德魯克於智尼法湖上。亦以同法試傳電氣之事。

第十九章論電報源流

一百二十五款 一千七百五十三年。英國有彙編書著書人不詳姓氏。內有一款云。可用電氣報信。嗣有多人試用摩電氣在遠處傳報。各記號法俱不靈。至一千八百二十三年。有英人名羅那之設一法。能用摩電氣報信。最爲靈妙。卻有多不便處。

一百二十六款 意大利國可模有人名伏勒他查得化電氣器之法。一千八百零九年。以其事詳明函達格致家彭紀司。

一百二十七款 此後有格致家二人。一名尼科孫。一名楷拉特查得。化電學化分水之法。

一百二十八款 一千八百零九年。有人名色米令。趁尼科孫與楷來立所查得化分水之法。設一電報。其時美國本西番尼阿有格致家可克司。亦查得同法。

一百二十九款 一千八百二十年。有格致家名愛司。底特查得電氣能令吸鐵針偏差之理。或謂此事有法國醫生。早已查得。一千八百零四年。法國有書詳言之。

一百三十款 以電氣令吸鐵針偏差。用設電報。原爲法

國算學名家。拉普拉司所考得。後有格致家安配兒與烈起二人。依此意以設器。

一百三十一款 一千八百三十二年。有格致家名希令製電報小樣。以通信俄皇。面試之以顯其法。

一百三十二款 一千八百三十三年。有哥司與激巴二人。設一電報。試於德國。角丁真城內。兩處相距約萬尺。所用電氣器。爲法拉待所設者。而非伏勒他所設者。

一百三十三款 哥司另托有人名司台尼拉。考究此事。所查得新法。有大益處。一千八百三十七年。在暮尼克城內。及相近處。設電線長約四萬尺。其最有益者。爲不必用來去二線。祇用金類絲一條。以地上當第二條。自此以後。俱用金類絲一條。

一百三十四款 一千八百三十四年。英國格致家同特孫。試電氣流行之速。用鏡轉動而得之。後在倫敦總書院內。設一百三十一款所言希令電報。

一百三十五款 德國海特白。軋城內。有格致教習名門克。講論電氣時。所用電報。與希令所設者同。又英國人古克。聽其說。卽悟其事。必與人大益。故回英國。與同特孫於一千八百三十七年六月。合資作夥。在英國數處。設立電報。

一百三十六款 有格致家麻兒司一千八百三十二年
至三十六年費多心思欲用電氣化分流質法以設電報
一千八百三十八年即棄之而用電氣吸鐵法此法將紙
條繞輪邊有機器令轉動通電氣吸鐵氣紙條上即印成
點與線各記號

一百三十七款 一千八百五十年英國口多法與法國
相對之口名格來之間有電纜沉海水內成電報為英人
布來德所設第一日用之最靈後不可用改年再設一纜
始久存之

一百三十八款 一千八百五十八年八月十五日英國
與阿末利加之間有電纜沉大西洋內能通電報約一日
其纜即壞而不能通

一百三十九款 一千八百六十五年大西洋內沉第二
條電纜此纜未成功忽在洋面斷而失去改年再作一纜
甚合法後將前年所失電纜撈起今英國能通電報至阿
末利加每一分時約報十五箇字

第二十章論電纜試得各事

一百四十款 一千八百一十二年英國兌飛所著書云
來頓瓶能盛滿化電氣與摩電氣同其原稿云一千八百
零八年英國博物院置極大化電氣器共二百箇每箇

有銻板與銅板十副每板面積三十二平方寸其板二千
副其面積共數一十二萬八千平方寸筒內之水每六十
分加硝強水一分硫強水一分如通電氣金類絲正負兩
端聯於木炭相距三十分之一至四十分之一則電
火最亮令炭尖漸相離遠至四寸其電火流行不息火帶
如虹最可觀如電火內置鉍或石英或鈣養則與燭火鎔
鐵同如火內置金鑽石與筆鉛易令燒盡又以抽氣筒玻
璃罩內試之則罩內空氣愈薄其火能跳過之路愈遠竟
能至六七寸所成紫色之光最佳試以此火化分各流質
最速再將正負兩電線與來頓瓶內外二層錫箔通則其
瓶即盛滿電氣又銅絲通斷之時俱能發火星其銅絲與
來頓瓶一切雖為時極小其瓶內亦盛電氣而其電力及
電之性情與摩電氣無異

一百四十一款 一千八百四十七年有德國人西門司
設一法用硬象皮包金類絲沉水內則電氣不散因此質
不能通電氣之故一千八百五十年正月十八日作論一
篇報德國伯靈坡博物院云金類絲以硬象皮包之埋濕
地內則與大來頓瓶器同又云以常法所懸電線比埋地
內之電線所自能收之電氣數更少但俱能自收電氣若
干

一百四十二款 一千八百三十八年法拉待所著書云凡金類絲通電氣則必自成附電氣此附電氣必阻本電氣流行雖未製器顯明其理後必有人遇見此事等語是此俱爲法拉待先知之事

一百四十三款 一千八百五十四年電報公司已製成電纜俱包硬象皮其長一百餘英里沉水內又有等粗等長電纜埋乾坑內毫無水濕名曰水纜與乾纜

一百四十四款 將化電氣器之一線令通入地再將一線與水纜之一端相接後每通或斷一次則人手大覺放電力其電氣足燃藥引又與化電氣器相接後分開電纜而聯以量電氣器則其器大能轉動

一百四十五款 凡將量電氣器與電纜相聯其一端與化電氣器相接則顯有電氣進入又凡將化電氣器與量電氣器之間以金類絲通入於地則顯有電氣出去以同法試乾纜則不顯電氣進出之據

一百四十六款 法拉待亦云電纜與極大來頓瓶同理其金類絲當瓶內錫箔其外水當瓶外錫箔其硬象皮當瓶之玻璃料又上所說電纜其金類絲面積共八千三百平方尺其外水相切面積共三萬三千平方尺可知與極大來頓瓶同用故通斷電氣時則能顯以上所說各事

一百四十七款 有電纜長一千五百英里埋地內而其視之一端聯以量電器甲中亦聯一器乙彼端亦聯一器丙丙器有線通入地內

一百四十八款 將發電氣器與甲器相聯則其器即能轉動少待則乙器動少待則丙器動自甲器至丙器電氣流行之時爲二秒

一百四十九款 三器之針俱偏若干度顯明通電氣之故忽在甲器斷電氣則甲器之吸鐵針即歸○度少待則乙器之針歸○度少待則丙器之針亦歸○度

一百五十款 將發電氣器之線與甲器一切即離則其吸鐵針偏差若干度已歸○度時其電氣尚未到乙器後乙器之針偏差若干度已歸○度時其電氣尚未到丙器

一百五十一款 可見電纜內電氣流行必費若干時刻乃自此端至彼端次第以顯其力

一百五十二款 再將發電氣器與電纜速相切數次則每相切一次似有電氣一浪行過電纜內其浪亦以次第分先後

一百五十三款 在甲器通斷電氣一次後令其器與通地之線相聯則進入電纜之電氣若干分歸回令甲器之針反向偏動可見電纜兩端有反向流行之電氣

一百五十四款 以上各事俱因電纜所通原電氣之外
另生增電氣之故法拉待與西門司二人俱說前人測量
電氣流行之速所得之數各不同其故因有增電氣阻之
一百五十五款 如令電氣行過任何通電氣之質其所
費時與其質之長有正比例

一百五十六款 如水內所沉之纜另有一事能阻電氣
流行之速令其比例不能為正比例此即電纜所生之附
電氣而其阻力與電纜之長之平方有比例

第二十一章論測電氣阻力器

一百五十七款 有英國人法而里設一器令電氣行過
此器所受阻力與行過電纜若干長阻力相同從此能知
電纜通電氣數要事又能定電纜之徑應須之數

一百五十八款 此器內用難通電氣之流質電氣行過
與行過金類絲若干長等依此意製一器所顯阻電氣力
與長一萬四千英里電纜相同其器內用錫箔增電氣令
顯增電氣力又有別人設法用細金類絲成大捲而電氣
行過每一圈之阻力與電氣行過若干長電纜阻力相同
一百五十九款 如八十一款所說之器為增電氣器法
而里所設者其錫箔面甚大不用玻璃片隔之但用薄紙
浸巴辣非尼油內以代玻璃片則面積大而相距甚小則

其增電氣能大

一百六十款 如增電氣器用發電氣器裝電氣於內則
放電氣時各事與來頓瓶同即有電火令人身大震等事
與摩電氣同

一百六十一款 如增電氣五十副聯用之以此副之內
層與彼副之外層相接再用一千具化電氣筒相聯裝電
氣則放電氣時能發大電火能燒金類絲

一百六十二款 如將增電氣器之銅絲灣之置於一玻
璃杯水內則放電氣時能擊碎玻璃

一百六十三款 前所說測電氣阻力器其阻力能等於
電纜一萬四千里者此器內含難通電氣之流質十二罐
而有金類絲通入罐內其發電氣器之一線與地通一線
有法便與測電氣阻力器通斷又有量電氣器十具置於
十一具流質罐之中

一百六十四款 如不用增電氣器則令測電氣阻力器
與發電氣器相聯則所有之量電氣器之針同時偏差

一百六十五款 如流質罐中間以增電氣器十具以次
相聯則所通電氣必依次第裝足各增電氣器方能令下
一量電氣器之針偏動必不能如一百六十四款所云各
量電氣器之針同時偏差必依次第一一偏動

一百六十六款 法而里云自倫敦至新金山設電纜長約一萬四千里故以此較電氣器顯明阻力又以倫敦為電纜之近端而新金山為電纜遠端則路中電纜所過之處為幾蒲羅他與摩勒他與蘇愛是與阿騰與孟埋與楷印勒科他與蘭古那與新嘉坡與加臘巴至新金山各處假如各設量電氣器一具而在倫敦先通電氣一次則以上各處之量電氣器之針必依次第一一偏動即與用測電氣阻力器內所用之十具量電氣器時候相配

一百六十七款 依上法配準鐘內流費或細銅絲圈之長短并其增電器力大小令其所顯阻力與任長電纜相同

一百六十八款 如欲令眾人同見此器之用法則所用十具量電氣器之吸鐵針上有小迴光鏡自暗房遠照白牆則牆面所見者原有光圈十箇豎立成行電氣一通則吸鐵針偏動牆上光圈亦偏動房內眾人能同見光圈一偏動最為分明又如令電線不行過各阻力器則電氣一通其光圈同時偏動

第二十二章論亞麥所設之理及可羅繞司所設此理之據

一百六十九款 前在一百一十款所說電氣流行之力

可謂之電動力如將吸鐵針懸之令易轉動另有阻電氣之器則能量其電力

一百七十款 如斷電線其電氣不能流行即不能為有力之電氣但其銅絲兩端尚存電氣不過不顯出故謂之靜電氣

一百七十一款 如用合法之器則能求此靜電氣之數其發電氣器之筒數愈多或其金類板面等愈大則其靜電氣自然亦大

一百七十二款 其電線已斷之兩端令再相接則所通電氣力與前之靜電氣數亦必有比例

一百七十三款 可見靜電氣數亦能量電動力則靜電氣與動電氣必有一定關係

一百七十四款 凡試驗化電氣器所顯電氣之力則其器不能與地面或別通電氣之質相接

一百七十五款 如聯發電氣器兩極點之銅絲其居中與通地之銅絲聯則此相聯處電氣之濃數為○相聯處之左右愈近於發電氣器之兩極點則其電力愈大但相聯處之此邊專為正電氣彼邊專為負電氣

一百七十六款 其相聯處即電氣所謂○之處凡相距等則其電力亦必等

一百七十七款 如聯發電氣器兩極點之銅絲與通地之銅絲相聯處不居中則相聯處電氣之數亦為○而左右專為正負電氣與前說同

一百七十八款 如發電氣器之負極點與地通則聯兩極點之銅絲全顯正電氣反之如發電氣器之正極點與地通則聯兩極點之銅絲全顯負電氣

一百七十九款 銅絲能阻電氣流行其發電氣器亦歸電路內其電氣亦必勝發電氣器之阻力但發電氣器之阻力能以外銅絲若干長明之如依此意記其數則兩銅絲長之和謂之電路改正之長數

一百八十款 如電路改正之長數已知之又其電動力亦知之則易推算其電路內任一處電氣濃淡之數

一百八十一款 電氣所流行之路可以平線明之此線謂之橫線而電路上每一點之電氣濃數可以立線明之此線謂之縱線如電路上各點之電氣濃數以縱線明之則其線之長與電氣之濃有比例其過各縱線之頂之曲線即電路上之電氣濃淡排列法如電學家亞麥以曲線與平線所畧成角度之大小名為電氣濃淡角度

一百八十二款 如用準確名目則謂之電氣濃淡角度是即每一平線長若干數所有縱線較短若干數之比例

一百八十三款 電線所容電氣其數能以三角形明之此三角形之底即前所說橫線為股線其垂線即縱線為句所顯濃淡之線為絃從此三數求其正三角形之面積即為所容電氣共數

一百八十四款 以上為亞麥所設電路之理後人恆用之而知其無誤科勒繞司亦用顯電氣試電路中各點電氣之濃淡往往得數與亞麥同

一百八十五款 亞麥謂電路中電氣從此處行至彼處之故因兩處濃淡不同故欲調補勻稱又以為所通電氣與兩處濃淡之較數有比例從此可定為電路濃淡之例

一百八十六款 電路濃淡數之例有五

甲 電氣流行之力與電動力有正相比

乙 電氣流行之力與阻力有反比例

丙 如聯發電氣器兩極點之線材質同粗細同則電路任何處電氣濃淡角度亦必同

丁 如通電線各處材料同粗細不同則細處比粗處電

濃角度更大此角度與其金類絲之橫剖面積有反比例

戊 如兩極點聯以等粗金類絲二條但其絲之阻力不

同其阻力大之絲之電濃角度大於阻力小之絲則其角

度與電線之原阻力數有反比例

一百八十七款 科勒繞司設証各理之據則用增電氣令其發電氣器之力更大且云此增電氣器不可少後有電學家湯生設一巧法不用增電氣器故可驗亞麥五理之據今更易矣。

第二十三章論發電氣筒內化學變化及電氣流行

根源

一百八十八款 格致家謂物質原料為極細之粉所成名為原質點其質點能任分之而無不能分界限。

一百八十九款 其原質點能相合成微點謂之雜質點而成鹽為綠氣與鈉之原質點化合而成鉀養為養氣與

鉀之原質點化合而成發電氣器內之硫強水為硫黃與養氣之原質點化合而成。

一百九十一款 前第二款將鉀與鈉各一條置酸水內其鉀與水之養氣有極大愛攝力鉀鈉一相切即顯吸力其養氣與鉀化合因此成化電氣。

一百九十二款 器內所成鉀養與硫養化合成鉀養硫

養
一百九十三款 鉀面所生鉀養即分去使淨斯常能引四周水內別養氣之質點故鉀能漸漸消化至盡其消化

時有電氣流行消化盡電氣即絕可見電氣流行全恃鉀質之消化。

一百九十四款 水之輕氣依三款之說在鉀面放散而其鉀不消化。

一百九十五款 鉀之消化何以能令電氣流行尚未查得確據格致家已查得數實事并設數理考究電學者應留意焉。

一百九十六款 如有二種不同類金相切中無流質則一金類生正電氣一金類生負電氣此電氣存本金類體內其時伏勒他等電學家設一理明此相切成電氣之事為切成電力而電氣之流行俱靠此力。

一百九十七款 設有兩種金類不過相切即能發電氣其電氣能生熱或能令機器行動則無異於永動之理格致家早知其必無此理也凡有顯力之事必有相等之費料如不費料或不將此力換彼力則不能有顯力之事總之其力終不能從無而生有。

一百九十八款 如有二塊不同類金相切則其正電氣喜此金類聚於其體內負電氣喜彼金類聚於其體內故其兩種電氣為其兩種金類所引吸。

一百九十九款 以上之事為交換吸力令兩種電氣暫

時改其排列之法而相切之後即刻相平如兩金類不相離則永遠相平無復有電氣流行之事

二百零六款 離質微點內之各原質點亦可當為交換收電氣如輕氣原質點合於養氣之原質點成水一微點因原質點相切則電氣交換與前所說金類二塊交換電氣同理如果其輕氣原質點與養氣原質點其所引之兩種電氣為相反者與二不同類金相切之理同則其餘各事亦必同

二百零七款 如將鋅與鉑各一條浸水內則其鋅內收正電氣之原質點必向其鉑內收負電氣之原質點轉動而相向

二百零八款 如兩種金類在水內不相切則其一種電氣彼此欲交換相平則其水外兩金類條之端恆有彼此相引之電力

二百零九款 如金類條兩端之電氣能引之令流行入增電氣器內則能漸漸聚多又可用銅絲圈圍吸鐵針放此電氣令其吸鐵針偏動

二百一十款 前兌飛所說用大化電氣器盛電氣於多來頓瓶內如用顯電氣器令來頓瓶所放電氣行過則其吸鐵針亦能偏差

二百零五款 水內所浸之鋅與鉑二條放電氣後亦必即再裝滿電氣再能令多來頓瓶收電氣又能令吸鐵針偏差

二百零六款 以上各事內其發電氣器之電路未成而所顯電氣及吸鐵各事俱與成電路之發電氣器同

二百零七款 如發電氣器配成電路則其鋅板因消化常換新質所以其鋅能再裝電氣可見發電氣器內所用之金類板恆欲令兩種電氣相平又恆不能相平所以因恆顯此力是知成電路時有電氣流行

第二十四章論在遠處用電氣成化學變化及用電氣化分各質之理法

二百零八款 閱上章可知化電氣筒內必有化分化合二事所化分之質為水所化合之質為鋅與養氣與硫強水

二百零九款 但化電氣器不但本器內成化分化合之事即在遠處亦能之此為一千八百零二年電學家尼科孫與格拉特所查得前在一百二十七款言之

二百一十款 如一副化電氣筒則不能化分水分如有二副或多副相聯則所發電氣行過酸水內能令養氣與輕氣之原質點彼此化分

二百一十一款 放養氣處即電氣入水之氣放輕氣處即電氣出水之處如變換電氣所出入之處則放養氣與輕氣處亦變。

二百一十二款 前說正電氣流行之方向爲電氣流行之方向此事須切記之所以知水內何處放養氣何處放輕氣即可知電氣水內流行之方向。

二百一十三款 凡以電氣化分水每放養氣一體積必放輕氣二體積。

二百一十四款 電氣化分各質謂之電氣化分所化分之雜流質謂之電分流質。

二百一十五款 化學家兌飛於一千八百零七年化分各質以求前人所未知之前原質常用電氣化分之法因此法比別法更勝。

二百一十六款 兌飛將尋常鉀養以電氣化分得最輕之金類與養氣之愛攝力極大置水面則浮能與水內養氣化合而生熱其所生熱令所放養氣着火如將鉀一塊置水上則自燒成明亮之火冰面所融孔內含有鉀養水二百一十七款 兌飛以同法化分鈉養與鉀養相似所以兌飛用化電氣器化分鹼類土質一事能令化學大能推廣。

二百一十八款 化分鉀養與鈉養之法必先加熱令鎔因常爲定質不能通電氣故也如依二百零一款之說其微質點必能轉動而彼此相對若爲定質則不能動若爲流質則能動。

二百一十九款 如鹽水內通電氣則其水與鹽俱能化分而電氣入水之處有鹽之綠氣及水之養氣又電氣出水之處有鹽之鈉及水之輕氣。

二百二十款 綠氣大有減色漂白之性所以鹽水內加靛藍或里低母司質令水有藍色通電氣後所放綠氣足滅其色其水仍變爲明水。

二百二十一款 如鉀碘水內通電氣則電氣入水處放碘爲褐色質電氣出水處放鉀質如將生紙蘸鉀碘水令濕則紙之一端入電氣一端出電氣其化分鉀碘之事亦能顯明。

二百二十二款 凡電氣化分等事常法以鉑片等合用之料置所化分水內令電氣通至兩片其兩片所發電氣即從水內行過則電氣入水之片謂之正電路電氣出水之片謂之負電路如無此水則其兩片不過容滿正負電氣。

二百二十三款 惟彼此相引電氣必爲異性者所以正

電路所分出水內之質名爲負電分質又負電路所分出
水內之質名爲正電分質

二百二十四款 前所說各質化分之事其養氣綠氣碘
爲負電分質其輕氣鈉鉀爲正電分質

二百二十五款 所謂負電分質正電分質者不過爲本
水內合用之名如換別種質化得之水則未必與本水同
卽此水內之質爲負電分質彼水內可爲正電分質亦未
可定

二百二十六款 如鈉養硫養水內通電氣則能令鈉養
與硫養分開以藍試紙等試之變紅色爲有酸性之據

二百二十七款 如銀養淡養或鉛養醋酸水內通電氣
則其負電路體上結有銀顆粒或鉛顆粒

二百二十八款 以上所說電氣化分各藥水之事謂之
電氣化學

二百二十九款 電氣鍍金銀銅各金類爲化學內有益
之要事如有含金銀銅之水通以電氣而以所欲鍍之物
與水內之負電路相接卽能鍍各金

二百三十款 如所欲鍍物面有陽紋或陽紋字畫鍍金
類於其上俟畧厚可與本體分開本體字畫爲陰紋則鍍
得者爲陽紋反之亦然西國印書活字與印圖花板恆以

此法多爲之

第二十五章論量電氣器之法

二百三十一款 電學家微巴設一器名曰切線指南針
法用黃銅或紅銅作圈中心掛一小指南針將圈立置正
向南北其圈一通化電氣針必偏差若干度而所偏角度
之切線數與電力有比例故謂之切線指南針

二百三十二款 法拉待設一器用玻璃管面刻分度每
分能指所容氣質若干管一端封密盛以水覆於發電氣
器水內金類片上則通電氣時所放氣必由管內上升管
內之水必漸低每若干時候內放氣若干數則能知電氣
力若干大此謂之量化電氣管

二百三十三款 如將量化電氣管與切線指南針二器
合用則通化電氣時其指南針偏差之切線數與管內所
聚氣質之體積數必相配電氣或增或減一器所顯之數
之比例亦必同

第二十六章論電氣極點之理與烈他所設附電堆

二百三十四款 如酸水內通電氣則正電路體必有養
氣一薄層蓋之負電氣體必有輕氣一薄層蓋之其一體
爲正電氣體其一體爲負電氣體則無論其體爲何質其
輕養所顯之性與二種不同性金類同卽輕氣當鏷之用

而養氣當鉑之用

二百三十五款 如斷原電氣路其二金類片有輕氣養氣一薄層亦能生電氣

二百三十六款 所生電氣流行之方向從輕氣薄層起行過酸水至養氣薄層止又從養氣薄層起行過通電線至輕氣薄層止

二百三十七款 依以上正負電路體外有輕氣養氣薄層則其體謂之成極點體其所放電氣謂之成極點電氣

二百三十八款 前說化電氣流行之方向必從養氣行至輕氣見二百一十一款可知成極點電氣之方向與本電氣流行之方向必相反

二百三十九款 如將鉑片置筒內加酸水令通化電氣則其化電氣器之電力初時大後則漸小其減小之故因鉑片在水內漸生極點電氣與水電氣之方向相反故也

二百四十款 如發化電氣器內亦能有此事而阻其電力若所用者為鉑鉑二片并一種酸水則其鉑片亦生輕氣一薄層

二百四十一款 此輕氣因有正電氣性則能當鉑之用是其電氣器內似有鉑與鉑相敵

二百四十二款 如化電氣器內用鉑二片則不能生電

氣是得有輕氣一薄層其性與鉑同則其電力必漸小若欲得鉑與鉑二片之全力必設法去其鉑片所生之輕氣方可

二百四十三款 如各羅法所設化電氣器能免上弊法用一種流質一為濃硝酸水以浸鉑片一為淡硫酸水以浸鉑板硝酸水盛查筒或瓦筒內筒外內無袖故能吸水至飽以通電氣

二百四十四款 此化電氣器內鉑片所放之輕氣即為硝酸水養氣所收而化合故鉑片不復生輕氣薄層

二百四十五款 如不用單筒內放鉑片二塊而用多筒相聯每筒有鉑片一對令電氣行過各筒則每鉑片一對變成發化電氣器如以此法做許多筒則所通之電氣變為極濃

二百四十六款 如不用筒與鉑片而用別種金類片代之如用淨洋錢每洋錢一對用生紙或呢或布浸酸水令濕開錢中再將多對積疊成堆通電氣時則每一對洋錢之面一面生養氣一薄層一面生輕氣一薄層此器為伏勒他原設成化電氣之法所用

二百四十七款 依上法用洋錢等疊成高堆以小發電氣器通電氣則其電氣之動力比原電氣之動力大多倍

所發電火更大而亮所能行過有阻力之體或跳過空氣之相距數比原電氣器亦大多倍

二百四十八款 設此成堆之法自電學家烈他始此器名曰附電堆有此名以別之斯不與原化電氣器相混

第二十七章論法拉待電氣化分各質之例
二百四十九款 如令一發化電氣器之電氣行過數管每管容雜流質不同則各管所化分之數亦不同

二百五十款 如令電氣聯行過數管一管容水一管容鉛養水一管容鉛綠水一管容鉛碘水一管容銀綠水則

電氣在各管所化分流質之數依各質之次第為九與一百一十一五與一百三十九與二百三十。五與一百四十三五之比

二百五十一款 各管水內所化分之質必有幾分歸正電路體幾分歸負電路體此二體所收各質有一定之列為表如下

正電路體	負電路體
水	養氣八釐
鉛養	養氣八釐
鉛綠	綠氣三五五
鉛碘	碘一二七
	鉛一〇三五

銀線 綠氣三五五 銀一〇八〇

二百五十二款 以上各數為各質尋常化合之比例數即化學之分劑數但凡以電氣化分則所用電氣數與化合之數其比例相同其各料化合比例相同則化分之比例亦必相同所有不同之處不過在數目此例為法拉待所設者

二百五十三款 電氣所化分各質時不見有化分之事并不見有放氣之事其所分出之質於正負兩電路體上初顯出別處則否

二百五十四款 如以電氣化分水則水內養氣質點向正電氣路體而傳其輕氣質點向負電路體而傳

二百五十五款 如電氣動力足用則水內養氣與輕氣勉強分開水點內所放輕氣與相切之水點內養氣相合令其輕氣與再相切之水點內養氣化合果如此則迭有水點化分此放輕氣與彼養氣化合令彼再放輕氣自正電路體起至負電路體而止而負電路體相切之水點所放輕氣再無養氣與之化合故存其氣質之形即在電路體上漸聚成氣泡放散此理為古羅拖司所設尚未有確實之據不過其化分之意義能解明

第二十八章論奴比利彩色圈之理

第二十八章論奴比利彩色圈之理

0-2-117x

二百五十六款 如鋼退火時察其色即能知其質之輕硬此顏色為鋼面上有鐵養最薄一層之故又鉛鎔時鍋內常有彩色最美觀亦因有鉛養一層之故

二百五十七款 前有格致家奈端後有格致家容查究此理請其彩色因其質有極薄一層之故

二百五十八款 奴比利用電氣化分各質得彩色圈最佳法將鋼板磨極光亮置淡鉛養醋酸水內令鋼板與化電氣器正極點相接有銅絲與負極點相聯將銅絲端浸水內則銅絲下之鋼面有鉛養質分出結成而其鉛養之層與銅絲端愈遠則愈薄故其彩色亦不同而成同心圈之形最為悅目

二百五十九款 此各圈之顏色俱恃材質之層之薄而其層之厚薄有關電力之大小所以近銅絲處則稍厚愈相遠則電力愈小而其層愈薄

後有格致家來門德查得負電氣線之端與銅板面相近所成同心圈各層之厚薄與同心圈半徑之立方有反比例

例 第二十九章論電路中各處熱度

二百六十款 如將化電氣器兩極聯以喜傳電氣之粗金類絲則其絲所生之熱不能覺其鉅收養氣所生之熱

二百六十一款 如化電氣器之兩極聯以有阻電氣性之金類絲則其絲能生熱若其絲之細與所發電氣相配則其熱能大至白色

二百六十二款 如謂化電氣器有似火爐則其器內所費之鉅似爐內所燒之煤可疑燒鉅所生之熱不能顯於本體外又疑所生之熱應與所費之鉅有比例

二百六十三款 以上所疑之事雖非實事亦能證之法將化電氣器聯以粗金類絲以電氣置盛水器內費鉅一兩生電氣用寒暑表試其水所增熱度則可知鉅一兩生熱之數

二百六十四款 再將前化電氣器置盛水器內以細鉅絲等有大阻力質聯其兩端仍費鉅一兩生電氣其水所增熱度比前所得數更小

二百六十五款 如用細鉅絲等有阻力質令通盛水小器內仍費鉅一兩生電氣則其細鉅絲所生熱之數與本化電氣器所生熱之數之和等於用粗金類絲時所得化電氣器生熱之數

二百六十六款 可知化電氣器內鉅一兩與養氣化合所生熱數恆相同可令其熱於本器內顯出或可令其熱

不出本化電氣器之外

二百六十七款 如化電氣器之兩極聯以有阻電氣性之金類絲則其絲能生熱若其絲之細與所發電氣相配則其熱能大至白色

二百六十八款 如謂化電氣器有似火爐則其器內所費之鉅似爐內所燒之煤可疑燒鉅所生之熱不能顯於本體外又疑所生之熱應與所費之鉅有比例

二百六十九款 以上所疑之事雖非實事亦能證之法將化電氣器聯以粗金類絲以電氣置盛水器內費鉅一兩生電氣用寒暑表試其水所增熱度則可知鉅一兩生熱之數

二百七十款 再將前化電氣器置盛水器內以細鉅絲等有大阻力質聯其兩端仍費鉅一兩生電氣其水所增熱度比前所得數更小

二百七十一款 如用細鉅絲等有阻力質令通盛水小器內仍費鉅一兩生電氣則其細鉅絲所生熱之數與本化電氣器所生熱之數之和等於用粗金類絲時所得化電氣器生熱之數

二百七十二款 可知化電氣器內鉅一兩與養氣化合所生熱數恆相同可令其熱於本器內顯出或可令其熱

不出本化電氣器之外

幾分在木器內顯出幾分在電路中顯出

第三十章論電氣生熱與動力阻力之關係

二百六十七款 化電氣之正負兩極點以金類絲聯之

此金類絲何故生熱試嘗證之

二百六十八款 其熱藉電氣流行之力但未必與此力

有比例而另與別事有關涉

二百六十九款 如發化電氣器有法令易加減電氣力

試發電氣四次用切線指南針測其力得數為一二三四

則本金類絲所生之熱之數為一四九十六

二百七十款 從此可見所生之熱數與其電氣流行之

力有平方比例

二百七十一款 如電器所發電氣之力不變則金類絲

所生之熱與其阻電氣之力有比例此事為電學家茹勒

所查得

二百七十二款 如有任粗任長之銀絲又有等粗等長

之鉑絲此二絲所通電氣力相等則鉑絲所生之熱比銀

絲所生之熱為十倍此因銀之阻電氣力十倍於鉑故也

如欲令鉑所通電氣與銀絲所通電氣有等力則必發電

氣器依比例而增其力

二百七十三款 可見電路內有等粗之鉑絲與銀絲在

內則通電路時其鉑絲能熱至白其銀絲不能見其因熱所變之色

第三十一章論吸鐵電氣及附電氣

二百七十四款 如發電氣器之電路相近處有能通電

氣體而不切於電路則成電路時其能通電氣體亦有自

生電氣之事又斷電路時亦然

二百七十五款 如電路中有粗金類絲圈另有一圈近

此圈而不相切則電路通斷時其另圈亦必自生電氣

二百七十六款 其另圈內生電氣二次謂之次電氣而

在極微時內顯出如有吸鐵針等顯電氣之物則能令其

針差動與原電氣相同但其針一動即復因受圈之阻力

則變為熱

二百七十七款 其另圈內所生次電氣二次圈內流行

之方向相反成電路時所生者其方向與原電氣方向相

反斷電路時所生者其方向與原電氣之方向相同

二百七十八款 以上所說次電氣謂之附電氣一千八

百三十年法拉待所查得一千八百三十一年所著格致

書內詳言之

二百七十九款 如附電氣器不用單圈以銅絲繞成螺

絲形電氣圈依前所說電氣吸鐵圈為之則其銅絲每繞

一層能生附電氣若干如多層則其力更大以下所說各事可用素蠶絲之銅絲成長圈扁圈二具。

二百八十款 將一扁圈平置椽面其兩端聯量電氣器又一圓聯發電氣器有機關令易通斷聯發電氣器者謂之原圈聯量電氣器者謂之附圈。

二百八十一款 如將一圓在上。一圓在下。令原圈通電氣量電氣之針忽為附圈內所成附電氣偏動而即歸原其偏之方向與前次相反可見原圈有通斷電氣之事則附圈內有相配之附電氣此附電氣行動之方向與原電氣之方向相反見二百七十七款。

二百八十三款 如令附圈與原圈稍相離原圈內電氣通而不斷再令附圈與原圈漸移近則附圈生附電氣如移時忽止附電氣即絕。

二百八十四款 如令附圈與原圈漸移遠附圈亦生附電氣如移時忽止附電氣亦即絕。

二百八十五款 附圈漸近原圈時所生附電氣方向與原電氣方向相反漸遠時所生附電氣方向與原電氣方向相同。

二百八十六款 總之有二電氣同向而行則二電氣彼

此相引二電氣反向而行則彼此相推。

二百八十七款 所以附圈漸近原圈必勝推力附圈漸遠原圈必勝引力可見成此二附電氣俱必藉外力即人力或器具力等。

二百八十八款 所用外力在附圈內附電氣絕時變為熱而顯其力數與其熱數必相配。

二百八十九款 如令吸鐵器之一極點與附圈漸近則附圈亦生附電氣漸遠亦然但所現附電氣不過於近時遠時之間而現如吸鐵器近時或遠時忽止則附電氣亦即絕。

二百九十款 可見有銅絲圈并吸鐵條每近一次退一次自能生電氣則不必用化電氣器亦不必用摩電氣器祇藉吸鐵器進退之力而已。

二百九十一款 附圈內或附圈外空處令吸鐵氣改變一次則圈內成附電氣一次如所變改者為增吸鐵氣所生之附電氣方向與減吸鐵氣所生之附電氣方向相反。

二百九十二款 如用長附圈圍原圈中安鐵心又設法令原圈電氣通斷極速則其電力能甚大通斷電氣常用之器名為黃椎椎與鐵心相距配之合法能自行不止。

二百九十三款 有人名羅末可弗依此法作附電圈最靈巧常稱為羅末可弗圈近有人名埃浦司所製附圈電力更大

二百九十四款 附圈之力大半恃其每圈銅絲能合法隔開如羅末可弗圈所成之附電氣比原電氣之動力大數千倍故所現電火能跳過之空距比原圈之電火所能跳過之空距大數千倍

第三十二章論附電氣與吸鐵力線關係及吸鐵器
令物轉動

二百九十五款 以上所說電氣之理俱為法拉待所發明月查得附電氣與圈住吸鐵力線之關係見二十五款
二百九十六款 法拉待查得通電氣體移過吸鐵力線上如順其線而移則無附電氣如橫其線而移則生附電氣

二百九十七款 法拉待查得金類圖板轉動之路為力線之切線則不生附電氣如轉動之路與力線相交則板內即有附電氣流行此附電氣從板心向邊再自邊向心流行所以其圖板內可謂之自成電路

二百九十八款 一千八百二十年荷致家埃拉哥查得此理名為轉動吸鐵力後法拉待考之極詳

二百九十九款 法拉待查得地球吸鐵力線似為金類圖板轉動相交而成附電氣要之吸鐵附電氣各事俱自地球之吸鐵氣得之

三百款 如轉動其通電氣體其轉軸與吸鐵力線平行則轉時不過受空氣之阻力而已如今其轉軸與力線正交其轉動之糜力為吸鐵氣及所成附電氣所阻之力

三百零一款 此阻力有法可令極大至能阻圖板之轉動而停如將紅銅立方體或球體懸以繩繩先纏緊鬆之則其體能自轉動再令銅體轉動於電氣吸鐵器兩極之中如不通電氣銅體易轉不過受空氣之阻力如通電氣則其吸鐵力能阻銅體轉動而停法待又設一法執銅皮一片往復於吸鐵器兩極之中有似以刀切物之意蓋因銅皮受阻力如以刀割豆腐等類體相同是何異空氣內變有定質之體

三百零二款 如設法令通電氣體轉動往復於兩極點之中俱能生熱此為來勒始查得另有室可脫亦設法類此理所用之器為銅轉器即謂地球轉動之理器令轉動於吸鐵器兩極之間所生之熱足令易熔金類溶化其吸鐵器不通電氣自然無生熱之力

三百零三款 如電氣吸鐵器機內所有銅絲附與器具

鐵料生附電力之推力能阻住器機行動之力令器機亦難得益然此後可設法令此種器機免得名廢費即比以汽機其虛費能更小

第三十三章論另電氣

三百零四款 如羅末可弗附電圈銅絲兩端聯之成附電路則斷原電圈之路所生電火甚小如將附電圈銅絲兩端分之則原電圈所生電火能甚大

三百零五款 其電火減小之故因附電圈兩端相聯成電路能阻原圈之力附電圈兩端分開則不顯阻力故其原圈之力仍能大

三百零六款 原電路之銅絲兩端相聯亦能感動附電圈贊推與鐵心相切一次則成原電路其附電氣之力大為所減如原電路一斷不能感動附電圈則附電圈所生之電氣為其全力所以羅末可弗因祇能在一方向放電氣不能兩方向迭次而放

三百零七款 以上所說原電氣成路能感動附電圈此事與另電氣有關係

三百零八款 如今電氣行過一原圈則此電氣令本銅絲內生附電氣而此附電氣與原電氣之方向相反即原電氣在本電路自生阻路之電氣但此阻路電氣一生即

三百零九款 原電路一斷依同理亦生附電氣其方向與原電方向相同亦一生即滅

三百一十款 原電路通時與斷時本銅絲內生二次之附電氣法拉待命名為另電氣

三百一十一款 原電路斷時所成火星比通時所成之火星更亮而力更大此因另電氣與原電氣同向合顯之故

三百一十二款 如原電路中能另加一電路即如木管外繞包蠶絲之銅絲一條一條通電氣成原電路則同時得更亮之電火星此因所生之另電氣與原電氣相合之故此說係第二條銅絲與第一條銅絲不相連乃有此事

三百一十三款 如第一條銅絲與第二條銅絲相聯則原電路內所生之另電氣即減而電火更亮大為減小

三百一十四款 此事為三百零四款所言之理之據如將附電圈銅絲兩端相聯則其另電氣為附電圈所成而原圈內不生另電氣可見另電氣可依此法令變為尋常附電氣不過生於原電路中則謂之另電氣生於原電路外則謂之附電氣

第三十四章論放電氣時候久暫與電氣濃淡關係

及增電氣器

三百一十五款 附圈內附電氣之力所能跳過之空距
將其原電路斷電氣之速

三百一十六款 前說電路銅絲等質隔斷之處或相離
之處如不甚遠則有本質之微點在兩端之間行過若干
微時所以原電路之力非即刻而無乃漸減而無

三百一十七款 如欲令附電氣之力最大則必令原電
路斷之極速方可

三百一十八款 如用大力吸鐵器居兩極點之中令原
電路忽斷其斷之時極速能令附電氣所生火星跳過空
距離遠如原電路於吸鐵器兩極相遠之處而忽斷之則
附電氣所跳過空距離小幾與前者無比

三百一十九款 此事因吸鐵極點之中斷電路則斷後
所有行過之微點即為吸鐵氣所停止而其所通之電力
不能漸漸減小而忽然停止所以原電路之全力於微時
全顯

三百二十款 原電路依此法斷之生火星剝剝之聲比
別法更大此大聲為電學家彼習始查得而其理為里治
克始闡明即以此法令附圈增其放電氣之力

三百二十一款 羅末可勿圈斷電氣所生電火之聲

有法能滅之即將增電氣器與原圈相聯此法為電學家
飛坐始查得

第三十四章論薄氣質與霧質內放電氣之事

三百二十二款 摩電氣器之通電體所放電氣行過空
氣則成濃而明之火星又有爆裂聲最大

三百二十三款 如所放之電氣行過薄空氣則所能跳
之空距比尋常空氣更大又如設法令空氣極薄用抽氣
筒玻璃罩等則所放之電氣能不發聲跳過其玻璃罩內
紅光充滿

三百二十四款 此紅光與北曙同其根源亦同俱因空
中之淡氣而變成者

三百二十五款 不但薄空氣有此事即各種氣質以抽
氣罩令為極薄放電氣行過亦現各色之火火色視氣而
異如用分光求原之鏡分各火色則能知其氣為何氣

三百二十六款 如以附圈所放電氣行過薄氣質發光
等事與摩電氣器所放電氣同

三百二十七款 電學家常備容各種薄氣或薄霧之管
其作法先令管容所須氣質再以抽氣罩抽之幾至真空
為止此種管謂之電火真空管管之二端有鉤絲銻合管
口玻璃料中便於通電氣將至真空時用吹火筒封其管

83-91/52

口

三百二十八款 德國波奈地方有造電器家名該司拉
造此種管最多而佳故即命曰該司拉管。

三百二十九款 有法作此種管能令管內電火為若干
層其分層之方向與電氣流行之路為正角而光層之中
有暗層間之此光層為電學家古羅伐始查得羅末可勿
亦查得各法令光層變成各形狀

三百三十款 前入以其光層之故因附電圈簧推連斷
電氣而成後來有電學家介西阿用摩電氣器試之又用
化電氣器三百五十筒試之不用簧推而所得光層仍相
同。

三百三十一款 此光層之故因附圈每放電氣一次其
電氣行過各質有似水成浪之意迭次濃淡故於真空管
內見之則有光暗各層又依同理用化電氣器放電氣亦
有成浪之意而能在光層顯明。

化

第三十五章論薄氣質內放電氣遇吸鐵氣所有變
化
三百三十二款 薄氣質內放電氣成光層亦可視為相
通之電路故其光遇吸鐵氣之變化與通電線所有各事
同。

三百三十三款 吸鐵遇通電金類絲因金類絲質硬所
能顯之甚少薄氣內成光之質極軟而稀則有凹凸力易
為吸鐵所感動。

三百三十四款 如將容薄氣質之通電氣管令電火行
過電氣吸鐵器之兩極點吸鐵氣通電氣時其光層或偏
差或全滅。

三百三十五款 如電火全滅時即斷吸鐵器之電氣或
將管遠離吸鐵器兩極則其電火仍顯明。

三百三十六款 如電火之光淡而少令收吸鐵力則其
薄氣管之正極點放出最光亮之火分若干層似從極點
引出令斷吸鐵氣其光層似漸退入正極點內已有電學
家介西阿設數器以顯此事最可觀。

三百三十七款 前三百零六款說附圈所放電氣常同
方向所以各真空管必有一正極點與一負極點。

三百三十八款 如令負極點之光遇吸鐵氣則光順吸
鐵力線而排列如令正極點之光遇吸鐵氣則毫無變化
此為化學家普蒲克所查得。

第三十六章論吸鐵電氣器與沙克司騰所設之器
與西門司所設吸鐵攝器

三百三十九款 一千八百三十一年法拉待查得吸鐵

電氣之法一千八百三十三年電學家西門司騰設一法能令吸鐵電氣器連發電氣不止

三百四十款 此器大致用銅絲成圈圈內安鐵心合此器在大力吸鐵器之極點前轉動

三百四十一款 如將此銅絲圈移近電氣吸鐵器之任一極點則移時之間生多電氣此電氣之方向恃其銅絲

圈向吸鐵器何極點移動而別又將銅絲圈移遠吸鐵器之任一極點則移時之間又生相反之電氣其銅絲圈進

退時生反向電氣之事已在二百八十三二百八十四各款言之

三百四十二款 如用反電氣方向器其銅絲圈移至何處能令電氣反向則其電氣能連向同方向流行

三百四十三款 所用之軟鐵心并銅絲圈合之器謂之編鐵圈如沙克司騰所設編鐵圈其銅絲在鐵心上橫

繞之
三百四十四款 後有電學家西門司騰設一法將銅絲在鐵心縱繞之所作之編鐵圈另在數具大力薄吸鐵器極

點之間所得吸鐵電氣力比沙克司騰所設者更大

第三十七章論微勒特所設之器
三百四十五款 一千八百六十六年有電學家微勒特

查得一新法為吸鐵電氣學內之最要者其法將西門司器引其所發之電氣以繞電氣吸鐵器則知所生之吸鐵力比用多具鋼吸鐵器成吸鐵電氣之力更大

三百四十六款 其力以起重之法試之合用數具鋼吸鐵器祇能懸重四十磅此器用編鐵圈生吸鐵電氣引此

電氣繞電氣吸鐵器則所能懸之物重至一千〇八十八磅

三百四十七款 令電氣吸鐵器懸此重物必令電氣吸鐵器之編鐵圈轉動最速否則其重即墮

三百四十八款 微勒特查得此法後心猶未足又將長大鐵版以銅絲繞之成電氣吸鐵器而其兩端之間安一

編鐵器此器之長與鐵版相配形狀及作法與吸鐵電氣器同則此第二具編鐵器所發之電力與前器之力大至

難比
三百四十九款 微勒特再將此器所發之電氣引繞第

二具電氣吸鐵器此第二器為更大之鐵版所成又以同法配長編鐵器令其轉動則此第二電氣吸鐵器所發之

電力為前人所未想到其電氣引過大鐵條經百分之

一即能鎔化如用炭條通電氣端稍相離所發之光人自不能當

P. 2. Jan. 21/75

第三十八章論西門司與桓子登器

三百五十款 微勒特設器後數年則西門司與桓子登二人同時查得電氣吸鐵內之要事

三百五十一款 新法大器將吸鐵氣之微數恃本吸鐵氣之力增大令為最濃

三百五十二款 如欲明此器之法必有電氣吸鐵器之心內存餘吸鐵力微數凡鐵已令變為電氣吸鐵即斷電氣後亦常存吸鐵氣微數如於此吸鐵器之兩極點用銅

絲圈與軟鐵心成錳鐵器令轉動極速則此錳鐵圈必生微附電氣其力最小若將此附電氣引繞本電氣吸鐵器

則其吸鐵力因此增大故其錳鐵圈生電氣亦更大而此電氣再引繞本電氣吸鐵器則其吸鐵力亦比前更大如是屢增電氣則其電氣吸鐵器原含之微電氣能漸漸增

大至極濃

三百五十三款 其吸鐵氣已用此法增電氣則必另用錳鐵圈轉動於其兩極點之中或兩極點之前此各圈所

生之電氣能引至遠處任作各事即如成電氣吸鐵或電氣化分或運動小機器或作電燈等用

三百五十四款 英國電學家呵密爾始用吸鐵電氣器

成最明電火為海內燈塔之用器用鋼吸鐵器與轉動之

錳鐵圈近作最大力之器用西門司與桓子登所設之法

第三十九章論來頓瓶之附電氣

三百五十五款 如將來頓瓶一具或數具聯用令放電

氣行過銅絲圈以此圈為原圈再依法配附圈則附圈內亦生附電氣如電力大者其附電氣能燒熔細鉑絲一尺

三百五十六款 如將附圈電氣引繞第三具銅絲圈又有第四圈與第三圈相對則原圈通電氣之時第三圈之

附電氣能當原圈之電氣而令第四圈生附附電氣

三百五十七款 如再加銅絲圈一對則附附電氣能成藥或燒細鉑絲等事

以上所說來頓瓶放電氣成附電氣為英國電學者亨利與德國電學家來司所查得

桐鄉沈善蒸

瀏陽王揚芳

校字

R3.00-01/24

電

學

67 10-10-10 V

電學目錄

卷首 總論源流

第一章初知電氣至弗蘭克令時

第二章弗蘭克令至初知化電氣時

第三章化電氣並兌飛所試各事

第四章吸鐵電氣並近時新理

卷一上 摩電氣

第一章論測驗電氣

按電氣簡法

電氣相異之二性

顯電氣器

第二章論附電氣

容電氣物稍離中之能傳之物現引力

附電氣之理

電氣存於體之外面

增電氣器

倍電氣器

第三章論發與容之器

摩電氣器

摩電氣器之理

傳阻電氣各質

正負二電氣必同發

電氣引力與推力之例

附增電氣器

附電氣與所附過之質相關

容電氣體外面電氣之位置

現附電氣力之例

圓筒與圓板功用相比

吹汽發電氣

吹汽發電氣

電氣附過難傳之體成光星

傳或正或負之電氣而爆裂

第四章論來頓瓶

考知來頓瓶紀

來頓瓶之理

來頓瓶造法

測容放電氣法

多連來頓瓶

餘存電氣

來頓瓶偶能自爆

試來頓瓶容放

餘電氣與散電氣

旁放電氣

容電氣之例

哈里司近來考得之例

電氣傳行之速

放電氣傳過動物

電氣化學之理

電氣之吸鐵性

第五章論空氣之電氣

空氣為容電氣之大源

空氣之電氣每年每日不同

白賈利亞與唐生考空氣內之電氣

考下層空氣空電氣之器

唐生測器

唐生測候簡器

測候電氣銅絲

下霧時之電氣

測高處空氣內之電氣

天空雷電

天空雷震前後所視

天空電光分類

雷電時覓躲身之穩處

電氣反放之力

免房屋雷擊之桿

船受雷擊之桿

海內爆發火山

颶風

龍取水

北曉之理

雷報線受空氣電氣之兵

天空谷電氣之物

卷二 論吸鐵氣

磁石

吸鐵總理

吸鐵條最宜之形

測吸鐵條之力

地球之吸鐵氣

船用指南針

測針微數之指極針

指南針之地差

指南針依時改方向

地球吸鐵氣之濃淡

卷二 論生物電氣

賈法尼考得動物電氣

試動物電氣之法

馬士細考動物電氣

動筋宿時所現

北曉

北曉因吸鐵氣

免天空電氣亂雷報線

造作吸鐵器

造吸鐵器最宜之銅

吸鐵作并用之例

吸鐵力之例

陸地指南針

指極針

測指南針地差之器

指極針之改變

地球吸鐵氣之赤道

吸鐵氣亂流

賈法尼動物電氣之理

弗打考得電氣之理

來門得所試電氣

電氣感動動物之五官

動物動筋縮時發電氣

電魚

植物電氣

卷四

第一章論發化電氣之器

弗打初試

乾電氣堆

相切之理無實據

化電氣間器

兌飛包船銅皮不壞之法

發化電氣單器

發化電氣多運之器

強水浸鐵之變

水發電氣器

發電氣筒之二極未連時已有濃電氣

次發電氣器

氣發電氣器

第二章論化電氣之力

發電氣單器與多連之理

電氣動力電氣阻力電氣傳行電氣數電氣濃之解

俄末所設之理電氣力之例

俄末多連之器之理

韋思敦測阻力之器

立阿司搭得與阻力圈

阻力之元數

微巴與湯生吸鐵測電氣器

英國博物會所定電氣阻力之元數

第三章論化電氣化分之

化電氣化分之始

顧路脫司電氣化分物質之理

以水為傳電氣之極

原質自此極移至彼極之例

原質以正負電氣之性分類

電氣化分力之數

82 ma 01 16

電氣化合力之數

物質化合化分

物質成顆粒及與化分

化分得金類

結銅鍍鋅

鍍金銀

鍍彩色

化分鹽類

流質自正極面移至負極面

第四章論發熱發光

發熱

發光

電氣燈

電氣弧火之大小

吸鐵條與雷氣弧火之相關

化電氣傳過金類絲發光

化電氣傳過炭養真空發光

極點未相切時有電氣爆裂放出

電氣二極在真空或空氣相離電氣附過成光發熱

吸鐵力阻真空內放電氣

第五章論吸鐵性

測電氣器

定測電氣器之分度

切線測電氣器

正弦測電氣器

唐生回光鏡測器

唐生船上測器

卷五 論電氣吸鐵

回司對特考得電氣吸鐵之理

電氣吸鐵力之例

吸鐵條與電氣傳行之性

電氣傳行角形曲路之性

電氣行曲線路

吸鐵氣之理

法辣待考得吸鐵之理

無吸鐵力之處

電氣吸鐵轉動之器

電氣吸鐵條

電氣吸鐵發動之器

卷六 論吸鐵氣雜理

吸鐵氣遇光所顯

橫吸鐵質

橫吸鐵性之氣質

吸鐵力或直或橫係質點之位置

卷七 論吸鐵電氣

化電氣傳行而發附電氣

地球吸鐵附電氣

法辣待論哈拉果所得之理

吸鐵電氣器

電氣吸鐵器放地雷水雷

附電氣之理

第三四五次附電氣

羅密實弗附電氣圖

附電氣所顯

電氣阻吸鐵氣相似之狀

法辣待初試電氣吸鐵力

傳電氣銅絲之吸鐵性

軟鐵受放吸鐵氣而發聲

萬物吸鐵性

直吸鐵質

各金類吸鐵

橫吸鐵性

吸鐵附電氣

轉動而發吸鐵氣

吸鐵電氣發火星

吸鐵電氣發火光之器

吸鐵電氣器之理

顯理銅片圈發附電氣

發附電氣圖

美國利記改造羅密實弗附電氣圖

附電氣傳過各質而在真空成光層

賈西何考得真空成光

全真空不能傳電氣

真空管內光層之變

真空管內各層光之故

以電光之色辨極鬆氣之原質

附電氣圍發大電光

附電氣積於來頓瓶

卷八 論熱電氣

西白克考得熱電氣

金類發熱電氣之等次

發熱電氣器

減熱加熱之理

鹽類燒鎔而發熱電氣

卷九 論電氣報

第一章論陸地電報

電報之始

路關子電報

色末令電報

失令告司韋巴三人之電報

司透尼拉電報

古客與韋思敦電報

古客與韋思敦單針電報

古客與韋思敦雙針電報

電報鐘

電氣吸鐵標

電報所用發電氣器

陸地電報枝挂銅絲之器

地球傳電氣

地內藏電報線

磨而司點畫電報

電報增力器

西門司哈司客改磨而司之電報

好司鉛字印信之電報

由司鉛字印信之電報

吸鐵電報

打鐘電報

法國夫路曼得指字電報

自行電報

第二章論海底電報繩

總論源流

銅絲外包各質難傳之性

電氣傳過難傳之質

銅絲傳電氣之例

電報傳信減少

海底電報繩能傳之速

電報繩內電氣浪

電報繩容電氣之理

攷知海底電報繩傷處

卷十 論電氣時辰鐘及諸雜法

電氣時辰鐘

電氣記時器

電氣試礮彈之把

電氣停汽車器

電氣指水高低器

電氣織布器

指字電報

韋思敦公用電報

海底電報繩傳料

銅絲外包阻質

阻質外包麻紗

電報繩之傳速

測電報銅絲容放之電氣數

海底長電報繩之附電報

電氣繩各段之附電氣數

試短電報繩

電氣測微時表

電氣寒暑表

電氣測船行速器

電氣自行漆鍋爐水器

電氣鑄板器

電氣發力之新法

電學卷首 總論源流

英國 傅蘭雅 口譯

無錫 徐建寅 筆述

一章初知電氣至弗爾克令時

電氣為近時之新學故於上古之書籍不多見中古雖稍知之而未能深明其理僅為創始之基而已前百餘年忽然興行以至今日雖尚不為成全之學然已為格致內最要之事矣

電氣所顯之驗古人想已見之如天空之雷電聲光以及黑處摸猫皮而發火星是也古書初記電氣之說者在二千四百餘年希臘國有考究格致之學者七人當時目為聖人內有一人名大利司云摩擦琥珀能引輕微之物因思其理以為琥珀內必有靈性摸擦之時氣即外發目不能見擦完之後其氣仍欲收入輕微之物近之即隨氣粘於其面物稍重大力不足以引之矣此後三百年地弗拉司土司書內載有一物似水晶能引輕物於其面此物想即今時地學家所謂土馬令也

西曆紀元後數十年羅馬國人名不里尼所記二種魚有物近之即振動近年始知此魚為電魚其發出之力同於琥珀與土馬令所顯之力五百年前有羅馬國人染得告

脫之病而用電魚發氣治之此是電氣治病之始其言若確則古時電氣治病之力勝於今時矣又有果得王名胡聖馬者其身內能發光星又有博物士穿衣脫衣之時身內能發電閃

西名告脫病者男人多於女人常在飲食過多身體肥胖者動健衰萎之人則無之然有讀書攻苦或心常鬱悶或多受外冷或多食酸物亦生此病並有自祖父傳下者其病狀在各骨節處忽然大痛但有先兆可見即腿冷而覺如針刺不能食而困倦身稍動而覺辛苦大便閉尿色自往往夜間忽痛如將骨節扭斷之狀苦楚不堪又覺節中有甚冷之水噴出者然耐痛數小時即能安臥出大汗次日如常若久患此病節中漸生白石粉而不能動

西曆紀元之後約一千二百年始有以電氣著書者但其間雖有人思究其理然亦未能詳悉明萬曆二十八年有荀白得著書載琥珀與土馬令之外尚有別物磨擦亦能引輕物祇因初知者為琥珀故西人名電氣為琥珀也依希臘語謂之以立克脫倫

荀白得以前但知琥珀土馬令石煤能現電氣之性至荀白得考知二十餘種內有數種寶石並玻璃火漆松香硫

黃依法擦之不但能引輕微之物尚能引各種重物如金
類水油等繼又考知其性必空氣乾燥磨擦連接而輕能
現極大之力若空氣潮溼其力不能多現

荷白得從其試得之事而後知磁石力與電氣力有別蓋
磁石與鐵彼此能相引電氣之力須磨擦而生此物現力
所引之物不現力不但此也磁石能引能推現電氣之物
祇能引而不能推

順治年間電學日進有拜臘考試其理但考得之事與前
人無大異祇添數種能現電氣之物說者謂拜臘初見磨
擦生電氣而能發光但其書不詳想非其所初得也

拜臘論電氣吸力之理與古時大利司相同以為磨擦之
物能現粘力之氣故於收入之時吸引輕物當時考究電
氣者俱建此言

後有馬克第白克城之地方官名格里格已考數種格理
之事初設抽氣筒與發電氣器

以前考究電氣之器甚是簡便僅用玻璃條或玻璃板或
松香或硫黃以手掌擦之或以羊毛布擦之故顯力甚小
格里格思初法多發電氣用玻璃空球以鎔化之硫黃傾
入待冷將玻璃打碎得硫黃球中用一桿為軸使轉動而
以手按其外能得電氣甚多不但能見光閃且能聞火星

之聲

格里格以前電氣有數種尋常之事向未知之猫皮與綢
緞亦未列於能發電氣之物內電氣之有吸力雖已知之
而吸力與發光二事未在一物一時同見所以向未知發
光因電氣而生

格里格又考得電氣有推物之力試以輕羽粘於發電氣
之物暫粘而即推開再不肯相引必遇別物傳去其電氣
始能再引又見輕羽推開之後恆有一面欲向發電氣之
物故當時留心格致者見月常以一面對地球乃謂月繞
地球或因電氣之吸力與推力

後此未久奈端思得萬物向心力之理以徵前言之誤而
格致之士俱欲考究奈端之理無暇再及電氣奈端考究
電氣亦不詳所得之新理不過電氣之吸推二力又磨擦
玻璃片之此面而彼面亦現電氣始知電氣能過玻璃片
格里格考得電氣有發光之性後有胡臘考驗得理頗多
胡臘初思電氣所現之事與天空雷電相似磨擦大塊琥
珀之時聞簌簌之聲每聲有一小光閃用指近琥珀即聞
聲見光而指覺一推其聲與燒木炭之聲相同琥珀一擦
之後手指速置其上可得五六聲故擬此小聲光必似天
空之雷電

格里格後四十年內電學無所增益試得之事但知其當
然未知其所以然前一百四十二年有英人名固來嘗用
繩一條以細線掛之意欲電氣傳於繩內但用者為麻線
電氣一入繩內即由麻線而散當時同試者名胡臘以為
麻線太粗以致電氣易於通過而散即以極細絲線換之
電氣不散

但二人尙未知麻與絲一為易傳一為難傳思欲以金類
極細之線代絲線電氣必更不能散不意金類更易散於
麻線由是漸知萬物內必有此物易傳而彼物難傳

後有步思者深考電學始知萬物可分為易傳難傳兩類
立表分列各物細觀其表知磨擦而能發電氣者如玻璃
松香等俱難傳磨擦而不發電氣者如金類俱易傳以後
再考各物有易傳者有極易傳者有難傳者有極難傳者
極難者為玻璃與松香極易者為金類

當時法國人名費將玻璃磨擦而近金箔金箔即推再將
松香磨擦而近金箔金箔即引見而異之再試一次仍然
相同又試先用松香則金箔推後用玻璃而金箔引所以
想玻璃與松香所發之電氣不同類即分為玻璃電氣與
松香電氣二種

費氏後又自言前說有誤電氣祇有一種前所見之不同

乃一時電氣力大一時電氣力小大者能勝小者也但費
氏自改其前說實不易解所言金箔遇玻璃推而松香引
如引松香引力大則何以後來金箔能為玻璃所引而為
松香所推後有人細考此理知費氏前說不誤至今電學
家常以玻璃與松香分電氣為二種

當來固時試驗電氣使人詫異以電氣能自人身發出光
星其法以人髮作繩用此繩將小童掛起磨擦大玻璃管
引電氣入小童之身旁人以指近小童即能發聲但當時
未知其理實因動物之體多水質而易傳誤以為人之生
氣與電氣大有相關後費氏自掛試之因不便而立於玻
璃足之橈上或立於大塊松香餅上此法外傳各國之人
俱喜試之但不能悉其所以然

乾隆十五年日耳曼有博物者數家細考以上各事之理
同振白格城有傳授格致者名波士沒將玻璃球發電氣
外加金類收器初時使人在玻璃球旁立於松香餅上手
執收器後因不便改用絲線將金類掛於玻璃球之旁用
麻繩引電氣自球至收器此繩之用與近時所用之銅梳
相同又因一球所得之氣不足添用多球而將其氣引於
一器之內所現之光星能使人自頭至足俱振動又云能
打死小鳥然此恐言過其實蓋今時試此器用銅梳與水

銀膏尚不能如此也

當時布路斯京都路多夫者以電氣火能燒易燒之物使人立於松香餅而傳多電氣入其身內以手指近醉或燒候忽焚燒此事初傳之時人人詫異不但格致家喜爲此事而路氏亦攜往各處演要市利

是後數年格致者考得蓄電氣瓶此法爲電學特開生面蓄電氣瓶之法有多人爭爲已初者常言爲來頓人名同尼阿司在乾隆十一年所制所以名爲來頓瓶此器之法因試木勝不落克取電氣法之時偶然得之將玻璃瓶內盛水使水收電氣用長鐵釘直通瓶塞至水內釘之上端與收器相通但木勝不落克雖得水內有電氣而瓶外無引電氣之料故不能成固尼阿司依其法試後一手執瓶一手欲將鐵釘拔出電氣忽通過其二手甚猛固尼阿司將此事告知木勝不落克而再一手執瓶其驗如前但亦未知其理又言來頓瓶爲賈明人名固來司得考出乾隆十年冬致書於布國京都人利白根云將粗銅絲一根置於玻璃瓶內其瓶預將乾石粉擦之使乾而置醇酒或水銀少許手執其瓶使銅絲近收器則瓶內發出電火執瓶行六十步而火滅若多蓄電氣於瓶內攜至別處亦可燒引電入瓶之時將指著銅絲則通過之力使手振動入

若立於難傳之物上則所收電氣比常法更多如將銅絲切於十五尺長之錫管則管收電氣極多因力大能將二塊薄玻璃打破將此銅絲與別種易傳之物或難傳之物相連俱不現力已將其連於玻璃火漆金類等未受大力所以人必爲瓶增其力如手中執瓶則不能燒醉

固來司得試得之事與固尼阿司略同而稍早尙未知手中執瓶之理故言之亦未明暢觀其書不能依法爲之初用來頓瓶之最奇者能使人身振動昔人書內所記電氣之力過大故人有畏懼之心然所甲之器小而不精其力必小而言其力與天空雷電相同誠虛話也彼時格致家試驗別事俱有條理獨於此電氣之事言之過實如木勝不落克致書於六麻云試此瓶時瓶內之氣打其二手與胸甚猛至呼吸幾絕二日之後振力始去又言將法國送我亦再不肯試一次矣

木勝不落克之友名阿臘受得常與同試各事二第一次受電氣入身內數分時氣絕右手覺甚痛恐此手將廢而不西格人名溫克賴云第一次受電氣時全身抽搐而亂動頭覺甚重如戴大石必服寒涼之藥使漸漸緩又一

次受電氣時身中流血

前言遙傳西國俱以爲甚奇雖有過大之力使人身難受

而人向欲試之又有多人以電氣爲業攜器往各處演耍而格致家則考究來頓瓶之理以瓶外加金類皮一層其瓶宜大口者易於內面加皮一層而更靈

又有試得電氣力同時傳過各物之速如法國王使兵一百八十名各人以手相接其首末二人同時一以右手執瓶外一以左手按內層相連之線各人齊受電氣之力後將數瓶并合則電氣增多數倍能令易燒之物焚燒雖金類細絲與金箔俱能焚燒小動物亦能震死

以上所用之器尙甚小電氣力必不能甚大其言若此恐不其然數年之後能造極大之器能生極大之力今時之人不敢嘗試而彼時之人反敢使人受之乎如弗蘭克令用玻璃缸數隻每缸可容六軋倫以收電氣而欲以雜試驗震死之事偶然不慎傳入己身不過言人受之電氣力比從前受者更多其氣通過之時如周圍有物打之甚重者再後百體震動甚速數秒時後而畢數分時後知覺漸復此事因誤而得故未聞其聲手之傳入電氣處雖稍腫而亦不覺有痛惟手與頭一夜後麻木胸前七日尙痛如打傷者

乾隆二十年弗蘭克令用電氣試一事今時之人無敢試者用大瓶二箇以六人爲之電氣俱未裝滿第一人之頭

接於傳電氣之桿而手按于第二人之頭第二人之手按於第三人之頭其餘挨次如之末一人之手中執鐵鏈通于瓶之外面將傳電氣桿之彼端連于瓶口之銅球六人同受電氣俱忽跌地電氣乃斷而各人立起俱言未覺電氣打之力不知因何而跌並未聞聲亦不見光此法尙是不甚危險又有一次一人受與前相同之電氣力通過其腦而傾跌亦未受傷又有病女欲以電氣治其病立起之時俯視其足而頭過發電氣之瓶忽跌於地立起之時覺有微痛蓋人受電氣力之時非搖動而跌亦非僵仆之跌乃足軟無力而矮下也電氣力若極大必能傷人其死之速未有別法比之者

弗蘭克令所用之大力電氣器能使鋼針有吸鐵之力雖前此已有試做者但不如其之詳

有胡特生與賈分第詩等試得電氣傳過金類之絲能極速極遠又試得傳過水質與傳過土質之別如乾隆十二年有線橫過達迷斯河又在別處用金類線長二英里藏於陸地氣之傳過無間時

從此試得之事知地中能傳電氣乃後來電氣報之攸賴也又有白加靈阿試得傳電氣之雜易依體積數之多少其試法用大小二管滿盛水使電氣傳過大管易傳小管

難傳

來頓瓶之理人尙未明祇知瓶與地球分隔則不能蓄電氣故弗蘭克令以前無人能知其瓶之理粗知瓶外與瓶內之電氣不同類又瓶之一面盛電氣則彼面必有等數之電氣放出故來頓瓶之一面必與地面相通否則不能放出依弗蘭克令之理來頓瓶內盛以磨擦玻璃之電氣則瓶外亦滿異性之電氣設內外二面相通則二氣亦相合其瓶仍若未蓄電氣之時

弗蘭克令比昔人更精知電氣力在玻璃而不在內外之金類皮金類皮僅傳電氣而使聚於一處此有法以證之將瓶內外之金類皮不作緊貼而可取去瓶內滿電氣後換以別皮其力仍同

弗氏謂來頓瓶之理尙未明暢可將胡特生所言之理推廣以補之如磨擦玻璃等物不能發電氣祇能改各物蓄電氣之數使此物有餘彼物不足所以設正負二字以記電氣之狀但此理之本乃各物之電氣原是一種因有餘或不足而顯二種之力故二物一為正一為負則彼此相引二物俱正或俱負則彼此相推其相引不過使電氣平均也

依此而論來頓瓶之理甚合電氣所顯之各性即如連內

金皮之金類絲近於發電氣器之引桿時則因引桿之電氣有餘而欲分其電氣於瓶內瓶內已有電氣所以自必放出其本電氣而使地皮受之放去外面電氣之時則瓶內面有正電氣而外面有負電氣內外之數仍必相配此因瓶之上半不用金類皮蓋護并有四面之空氣阻之不能使相通故也若內外有物相通則正負相引而相合

弗蘭克令所論二體之內有負電氣必致相推此理似有難明之處所以格致家仍信費氏之玻璃與松香有二種電氣之理惟英國大半信弗氏之論因電氣所顯各性各理自弗氏論之而更明也

二章弗蘭克令至初知化電氣時

弗蘭克令專考格致之事又能辦法而得各事之據故不礙於前人之說而自能深造初設電學之時有數電學者見光閃聲而思必與天空雷電相似如胡騰論及此事之時世人不甚明電氣之理故以為空言後有來頓瓶之法竟可試驗打傷物類與天空雷電相同惟分力之大小而已

奴里所初各事與弗蘭克令甚相似乃弗氏之先導也奴里云倘人能考知天空所作之雷電與人所作之電氣相以之據人所作者小而為玩弄天所作者大而能驚人即

將天空之風雲熱力與人作之各電氣器相比如雲與地面之物相對雲之電氣有餘能傳於地球之物如此事有據則余甚悅焉今時習電學者見人作之電氣與天空之電氣有許多相似之處如萬物有電氣易自燒又易燒物又能打各物內外無不到之處試演來頓瓶電氣愈大力愈大則可想人造之電氣為天空雷電之小樣從此而天空之雷電更易明矣。

弗蘭克令之前未有以雲中之電引下而確知人造之電氣與天空之雷電為一物之據弗蘭克令考得此事賴好不金生所告之事也好不金生將一鐵球內有孔插入一針而針尖向外將球蓄滿電氣之時想電氣力必聚於針尖詎針尖不能增電氣之力而反毫無電氣因電氣力俱為針尖散去也即將此事告知弗氏弗氏立究其據知球有針相連之時不能蓄電氣隨將針拔去使球滿電氣另有物通入地內以其尖近球則球內所有之電氣俱入地內而散去。

弗氏從此悟得其理如有金類尖桿在甚高之處必能將天空之雷電自雲中引至地下但所居之處無有高處可以試驗而當時適造禮拜堂之高塔欲待塔成而後試之塔尚未成而已傳其法於外託人於便營之處試之

電

學

卷之三

弗蘭克令復信於查司頓人里爾云來示詢及將天空電氣引下與人造電氣相同之法今自日記錄出數節相告其日記之內逐日登記擬試之事并欲試之故并試畢後所見之事內有一條在乾隆十四年十一月初七日見器所發之電氣與天空電氣相同之處有十二事一能發光二光色相同三光路彎曲四光動極速五金類能傳引六同時發聲七能藏於水八傳入物體即使破裂九打死動物十鎔化金類十一能燒易燒之物十二發臭如硫但器所發之電氣能為尖物相引未知天空電氣亦有此性否以上各事相同大約此事亦必同擬實試之方為有據有法國二人打里巴得與得路聞知弗氏之說即制器以收雲中之電氣打氏所用之器為尖鐵桿長約四十尺下端入於室內以木桿接之用絲繩縛緊取其不傳電氣一日打里巴得有要事出外托木工名酷非愛守此器乾隆十七年五月初十日申初忽發大雷酷非愛急入室內依打里巴得所教之法將瓶內置一銅絲與鐵桿相近能發大光與大聲再試第二次光聲更大呼鄰人速來觀看並請教師來看因伊最喜格致之事也彼時雨雹甚大教士見鐵桿發大星點而有藍色長一寸半有硫臭四分時內發火星六次有一次電氣入手內而大受振動見手上有

痕如以棍打傷者立刻致書於打里巴得從此知器發之
電氣與天空之雷電相同

八日之後得路之鐵條長九十九尺者已成亦得電光法
國王與各大臣臨觀

二人之事弗氏尙未知之而恨其塔之不速成故設法放
風箏以收電氣是年六月見將發雷電之時試放風箏然
恐不成而被人嗤笑故與其子同往如爲其子所放者風
箏作法用二根薄木片相交將方塊絲布四角釘連於木
片之四端上有尖鐵絲以收電氣用平常麻線下端有銅
節以絲帶連其上而手執絲帶放之

風箏已高之時有迅雷疾風但無電氣現出久之弗氏以
爲必不能成忽然麻線外之毛直立如收電氣之狀將指
近銅節見火星發出再試一次亦相同因未雨而繩乾故
不甚能引電氣迨至下雨之時火星甚大遂用來頓瓶收
之

後弗氏在住房上置鐵條上端作尖鋒下端入房內用小
鈴連於桿有電氣來則鈴舌動而有聲可知電氣之有無
有時各鈴甚響滿房俱聞

電學有益於人之第一事爲弗氏之引電氣桿可作於最
高之處而免房屋之雷擊因電氣欲近屋頂之時桿即能

收之而入地內船桅上亦可用鐵條引電入水內今時船
屋用鐵條合法者俱免雷擊之害

雲內得電氣之事佈傳各國格致之士俱喜親自試驗有
因不慎而受傷幾死者尼臘人名羅麻司於乾隆二十一
年八月用風箏長七尺闊三尺線中包以細銅絲使其傳
引電氣易於麻線用錫管連於線之下端錫管連以絲帶
下垂距地不遠風箏高六百尺錫管連發星光徑一寸長
十尺有一次發大聲見電閃自錫管入地內將地打成大
孔羅麻司覺其面受電氣之力與人製電氣所發之力相
同卽退後遠離恐受其害也初放風箏時執繩而受甚大
之電氣力又有摩米愛與白地愛二人用此種器爲雷擊
跌地又有多人受大小各傷

乾隆十八年八月二十六日俄國京都人里知門爲雷打
死因設試電氣力之器天雷時其頭向器一看相距一尺
忽發藍色火球大如人拳直入其頭內而立死又有人名
所羅可受電力跌地後云未聞雷聲但覺全身無力而跌
後見其房內各物駭電力之大房門打裂絞鏈拉斷門亦
落下

里知門之額上有紅點外皮未破血腫於內亦有滲出者
左鞋襪裂處之足皮變藍色如電氣入其頭而出其足

者身之別處有數紅點與藍點無有破損死後一日有人
剖開其身見腦殼未受傷腦髓亦無病但氣管變嫩易於
撕破肺之小孔稍有流血喉與腸俱生炎其尸易臭腐二
日之後難以斂入棺內

空中電氣遇人身與來頓瓶內之電氣相同有人親身試
驗一日天大雷雨有一水箱滿水有管通水外出欲塞其
管使不流恰引電氣傳入右手因肘尖靠箱故由此而出
未入身內速即退後所得極大雷聲幸有通水管甚多將
電氣引於地內因知傳入手內者不過全電氣之極小分
也

試得傳引天空電氣之法後有人欲試雲中之電爲正爲
負乾隆十八年春弗氏試其桿每次俱得負電氣故誤以
爲雲中電氣俱是負所以每次雷時爲地打雲而非雲打
地後又試過所得者爲正電氣又有人試得雲中之雷一
日之中有正亦有負

尖桿並相連之物不但能試天空有雷雲時之電氣雖清
朗無雲之時亦有電氣自加利阿細考此事之理知電氣
在天空之內與一切風雲雨露霜雪電霧等大有相關但
自白加利阿至今未有入考出更詳之事

自康熙三十九年至嘉慶五年雖得數新理然以人造之

電氣與天空電氣相同之理爲最要其餘無有大益於人
僅以電氣之性情與動法可爲生趣之事而已

千頓考知電氣之引性當時人以爲無甚道理後則能微
電氣所顯之數性如電氣學初行之時能發電氣之物受
擦之後與遠距之物相關之理人多未之知也迨千頓試
知發電氣物受擦之後能使周圍受力之物有異性之電
氣又如將難傳之物分隔易傳之物使不通地而近已擦
之物此物之電氣若爲正則易傳物相近之端亦爲正而
相遠之端爲負若取開而置別處則歸爲原式若於近已
擦之物時將遠端切來頓瓶少頃則能放其一端之電氣
取去已擦之物瓶內仍留電氣甚多千頓與弗蘭格令二
人論此事之理謂月體之周圍俱有電氣此電氣彼此恆
能相推

衣比奴司與韋扣二人同考附電氣之理而想同時擦二
物使發電氣其二物相距不遠當中以金類板二塊分隔
之則二板間之空氣能容電氣如玻璃片二面加錫箔相
同試時用金類圓板並置相距數寸在不通地之架上用
收電氣桿將上下二板相連則發大聲如收來頓瓶之電
氣相同

附電氣之性即可自來頓瓶之用想出之曰弗蘭格令已

知玻璃二面之電氣為異性相但干頓用此法之前未知正電氣能附過空氣而至負電氣

干頓考知磨擦之各材料或而有光毛或擦之之物不同電氣正負俱能改變惟玻璃不易改變而恆發正電氣然將玻璃條在貓背上擦之或將玻璃磨毛用常法擦之俱發負電氣干頓又作水銀膏敷於擦面使電氣易發為今時所常用

乾隆二十四年雪麻司嘗駁弗蘭克令所論電氣為一種不相平即有正負之理歷試各事以為電氣必有二種彼此相對同時發現不能有此而無彼此理約與費氏所言之理略同而雪麻司亦用玻璃與松香之名其與費氏不同者費氏以為二種電氣能分開發現不能相合此與所試各電氣之事不相合

雪麻司仍言玻璃與松香電氣之名雖當時人未嘗信而後來歐羅巴電學家亦多遵信至今不廢惟英國仍信弗蘭克令簡便之理而常言正負之名步里司德里詳考雪麻司所言之理仍信弗蘭克令之理然亦云電氣所顯各性用二種電氣之說與用一種電氣之說無不相同若論其相推之性則二種之說比一種之說易明惟一種之說比二種之說為更簡故今仍遵電氣有一種之理不改

衣比奴司與賈分第詩以算學考電氣之性得其引力推力之數乾隆五十年果倫伯初設測電力之器以測相引相推之力名為扭力稱作此稱之法用絲一條掛一舍來克即紫草所做之細針再以燈心草之小粒外包金箔連於針之一端另有小球容滿電氣近於針端之小粒則針為所推掛絲之上端有螺絲將螺絲旋至仍相切有度分可見絲扭過若干而為力若干此器甚靈電氣有力二萬分釐之一尚能指出

果倫伯用此稱試得電氣之理凡容同性電氣之體彼此相推之力與相距之平方有反比容電氣之兩體相引或相推與其所容電氣之數有正比與相距之平方有反比果倫伯又考知凡容電之體雖不通地電氣亦仍為空氣傳去因空氣常含水水能傳電氣也雖外以難傳之物分隔電氣亦稍有傳過繼又考知凡擦物使發電氣止聚於體之外面與內面無涉

設扭力稱之前數年弗而打設增電氣器能顯附電氣之性凡有不通地之金類板與已磨擦之松香餅相切或與別種平面磨擦而發電氣之板相切則金類板立容電氣但此非因松香餅傳過之電氣而以其附過之電氣也其金類板二面之電氣為異性切松香餅之面為正而彼面

爲頁相切時以手指或他易傳物近板則頁電氣發出成
火星執器上半之玻璃柄而取開而試此板有正電氣發
出火星約長一尺依此法相切多次可多發電氣不必再
擦松香而可容滿多來頓瓶其松香之電氣亦不減小

嘉慶五年前電學要事之餘法國爲拉夫西愛與拉不拉
司考得流質化氣或強水消化定質以及忽然變形忽然
變化俱能發電氣蓋電氣與化學變化各物大有相關自
此以後知化分各物能發電氣與用電氣化分各物之法

三章化電氣並兌飛所試各事

嘉慶五年後電學加添之事比前更多蓋初初之時不過
如萌蘖之生後則漸長漸繁然亦俱爲偶得之事而非依
理考知者故雖有其法尙未明其理也

步路捺人名賈法尼者素習醫學實初化電氣之源亦係
偶然而得嘗有事出外其妻有病買得田雞爲藥於搖動
摩電氣器之旁剝皮去腸偶有小刀切於其腿其腿忽然
跳動賈法尼歸而妻以此事告之乾隆五十六年賈法尼
著書云將一田雞剖開查看臟腑桌上適有摩電氣器一
具學徒搖動其輪以發火星左手恰執一小刀切於田雞
之脊髓田雞之腿立即跳動屢試皆然再用別種金類傳
電氣入田雞亦即跳動非用金類即不動余初意動物之

筋肉能動必賴電氣及見此事可爲確據再想多法考此
理用摩器與收箭等試之又在屋頂出尖桿以引天空之
電氣挂田雞腿於桿下每發電電田雞腿亦即跳動間有
不發電時亦跳動者又將田雞用金類之鈎挂於鐵籬笆
上無論天氣陰晴與田雞之動不相干後想田雞之動不
在天氣之如何也又將田雞腿之外筋與腦筋用金類連
之其腿亦能跳動此時未爲別處電氣所傳故知筋之能
動必是田雞身內自發之電氣同於來頓瓶之內外二面
也用金類連之同於來頓瓶之銅絲使二種電氣相合也
賈法尼平日歷試電氣之各事則見田雞之跳動亦不過
謂電氣傳過動物之常而已蓋電氣傳過動物而動前人
已有見之者亦不甚介意也惟言能動之故更確賈法尼
固已存動物自發電氣之偏見偶得此事適合其意而即
播傳之矣其理雖謬然引人得最要之真理者亦在是
常人見田雞之事俱以賈法尼所言動物自發電氣而動
實是確據考究動物學者亦以爲然且以人與萬物之能
生活俱賴電氣惟有弗打者不信此言且云能動故在物
之肉與筋帶然以金類相切筋帶與腦筋而能動實賴所
切之金類而非身內所生之電氣弗打所言之據乾隆二
十五年蘇勒沙將銀一小片與鉛一小片同置於舌土而

發可憎之味也

蘇勒沙之所試者將金類二塊一為鉛一為銀二邊相連置於舌上其味甚奇若不相連毫無此味想因二金類必有一者消化成流質故入於舌內成味也或二金類相連其質點能感舌之腦筋而使現此味也

弗打嘗謂用銀板與鋅板多塊相連必能顯電氣之力故將鋅板與銀板相間累疊中夾漬水之泥以得多塊積聚之電氣力遂以所試之事故致書於英國盤格司嘉慶五年六月二十六日盤格司在英國博物會內將其書讀示眾人云使數種金類相切能發電氣若不直相切則其間可逆流質或流質漬於別物之內使電氣傳過故造一器能發電氣似來頓瓶推更似發化電氣器而能久發電氣不

息
用銀與鋅之圓板徑約一寸銀鋅二板相間疊積又用皮或紙溼以清水或鹽水夾每二板之間有板二十對又有增電氣器所顯之電氣能使賈路法之測器轉過十度至十五度用線將首末二板相連即能發光星二手各執一線能覺電氣傳過手指用板五十對覺電氣傳至肩若祇傳於一指其痛難受

弗打所用之器不甚大而云其力如此之大者必係見二

銅絲端相切電氣燒銅絲而發之光誤以為電光星也若欲見電光星必比弗打之器甚大始能有之

弗打所致盤格司書中之事有費多時而考得者先用圓板疊積以為不便次用多杯排列成圈每杯之內置鋅與銅各一塊以金類絲連其各二杯之銅與鋅杯內盛鹽水所得之力比昔時更大雖不及多連來頓瓶之力然所發之電氣與電氣魚所發者甚相似弗打尙未知之也

弗打所試之事雖比賈法尼更好或謂祇可為賈法尼所試之據餘無別用也初殺之動物以電氣傳過使其四肢自動使人畏懼後有人業此以取利者又有將此事加以變幻戲法使人見之更畏者當時因弗打所設之法初為賈法尼之據故即名為賈法尼電氣器傳至於今此種電學誤名為賈法尼電學

嘉慶五年初傳此種發電氣法之時人尙不知為摩電氣變改之性而以為另是一種電氣近人始知同為一種也二種電氣之所相同者俱能使人身有覺俱可立傳多人俱能燒物俱能使物熱俱有引推之性俱能依化學之法變化各質易傳與難傳於各質亦相同惟弗打電氣用多板而力更大能發光星

化電氣與摩電氣之別化電氣有長久之性摩電氣則一

顯卽息其濃淡亦不同弗打電氣數多而甚淡摩電氣數少而極濃

化電氣器與摩電氣器法不同故所顯之性亦不同二法之電氣各適其用如摩電氣極難化分物質弗打電氣最難附過空氣近來胡拉司登兒飛法拉待設法以證摩電氣能變化物質之據格羅司用瓶二千箇相連以發化電氣其濃卽附過空氣發光星甚速

弗打制此電氣之後多有人設法將其器改作更靈更便近年所造之器甚多惟弗打多杯排列成圈之法遵用不廢板作更大使電氣數更多再加甚多電氣杯相連使電氣濃更大得勒克又設電氣堆不用流質山步尼將其法更精之以圓塊之紙一面粘貼最薄之鋅皮一面勻敷錳養黑粉每紙圓徑約一寸層層相疊鋅皮與錳養相切壓緊之後置於玻璃管內若用紙一萬層成一堆能發頗濃之電氣能使測電氣之金箔張開又能發小光星又能容於來頓瓶內又可推引輕物與摩玻璃管相同此器可現力歷年不息如將此紙一千塊連於小鐘擺略能使永動用此法比別法更近永動之法

此器發電氣之理因紙原含水其在鋅與錳養之間與在鋅片與銀片之間相同其紙雖甚乾然能收空氣內之溼

氣故能恆發電氣

弗打以爲其器之能發電氣者因不同之金類相切也杯內之水止爲傳遞二板之氣用鹽水者比淡水之傳更易也胡拉司登云電氣之發確因水之變化性質也後來兒飛設立多法以證弗打電氣實因變化物質之據又設一器不用金類能發電氣於嘉慶六年十一月用玻璃杯十箇每杯置木炭一塊用硝強水與清水相間盛於杯內所得之電氣與鋅銀者相同近來法拉待設法知用平常材料不使金類相切亦可發電氣各西國之格致家俱以爲金類必須相切而能發電氣以得勒克之器不用水而相切爲據

化電氣以物質變化而發當時之人疑信參半然其能變化物質確有最奇最要之性故今名爲化電氣弗打傳佈其法之後兩月有果果生與賈來里二人仿製其器化分清水而得原質兒飛又用二杯盛清水將電線通進二杯一得養氣一得輕氣後依此法化分多種雜質其雜質內有硫黃或金類與養氣化合者則硫黃或金類往負電氣之端養氣往正電氣之端由此各事等想電氣與化學之愛力相同

兒飛考知化電氣之性其濃與板之塊數有比其數與每

板之面積有比後哲得令用最大之鋅板與銅板各一塊所發之熱能鎔極耐火之金類

化電氣器可以化分各質故化學家用以考驗各雜質之原質將數種酸質化分而得之又將阿摩尼阿水化分初知其原質為淡輕不色利由司將中立性之鹽類化分使其原質往應當之正負其配在銅之端而本在鋅之端以上各事俱印於當時之新聞紙與格致書中此後理愈精而事愈詳矣

格致家試得新事原有格致新聞紙內有一則云近有此而者將極清之水屢次化分見水內忽有食鹽結出歐羅巴各處格致之士聞此說而詫異之有自試之者有言海內之鹽亦因此理而生者後未久而知為欺人之言不但無此理亦無此人其說出後多時始正之試此事之人已不少矣久而始知實有此事因化電氣傳水多時即能見所結成之鹽前因不知其理而詫異也此事與近來有人能將電氣生小虫之奇相同兒飛細究此理知其鹽類或自所用之銅絲變化而成或因盛水之器變化而成遂用難變鹽之料盛水所成之鹽愈少近用極淨之木代銅絲用瑪瑙杯代玻璃水內可無一點鹽類碱類泥土等質

兒飛考試前事之時偶得鹽類之本質知為金類之質此為化學內最要之事反賴前者欺人之言亦奇事也

此書不專論化學惟嫌類與泥上可化分而得其原質且能顯化電氣化分物質之力故用化電氣考嫌類與泥土之原質為電學與化學相同之處

兒飛以為化電氣器與化學家大有用處嘉慶五年八月初六日兒飛日記云弗打桌果生買來里所制之化電氣器最奇以之化分各質求原質大有用處六年之後有一次開講化學之理云以化分之新法得原質惟所用之材料必若干濃電氣之力必若干大方可因各化合之愛力

合所言之新理則化合之力雖極大亦必有界限故所用電氣器亦可加至極大至其限自能化分矣

兒飛又設法以電氣之力勝原質化合之力先將鉀養化分求知其原質因當時已疑各嫌類為雜質但未知為二原質合成者

初時難使電氣入鉀養鉀養定質者極難傳電氣消化於水則電氣止使水化分後用熱鎔化鉀養而化分之分出之時速成易燒之質即今所謂嫌屬金也

所得之金類名鉀遇水立燒浮在水面又成鉀養或將此金類在乾養氣內燒之得乾鉀養

兌飛之弟云兌飛試考鉀養得其原質之鉀屬金類喜慰之極因蓄疑之理一旦有據也見鉀自鉀養內分出遇空氣而即燒喜極幾成痲疾在房內往來跳舞久之始定

兌飛試此之器用方十二寸之銅板鉀板各二十四塊方六寸之銅板鉀板各一百塊方四寸之銅板鉀板各一百

五十塊共為一副但化電氣器所發電氣之數依一副內最小塊之面積故兌飛所用者電氣力等二百七十四板

各方四寸者後兌飛借用英國博物院之器有方四寸之板六百塊後有多人公湊造一器有板二千塊

兌飛以化器考得以上之要事各國之人始知電學與化學大有相關故造化器者比昔時更大或言法國王捺布

倫聞英國格致家能化分離類得其原質有不悅之意遂詢博物會云何以本國不能考出對以電氣器之力不足

王命速造極大之器親臨觀之手執其線又將線置於口內不意電氣之力甚大幾至昏迷少頃而甦強能行步再

不欲觀再不言電氣矣

化電氣既能發大力化學家藉以考得原質數種有雜質從未知其為何等原質者用電氣化分而後知之火爐極

大之熱不能鎔者電氣能鎔之有將金鋼石置電氣火內燒盡知其質同於炭

兌飛又依化電氣之理可使船外銅皮不銹因二種金類相切置於鹽水內一消化速而一消化慢如紅銅在鹽水即銹有銹切之則不銹故將紅銅皮加以銹條銅固不銹惟有海草與壳虫粘於其上反不如生銹而不粘者所以知其法之無用惟由此試得之法而以銹銅配合之雜金為之適合船皮銅之用

四章吸鐵電氣並近時新理

嘉慶十三年包司托著書論買法尼電氣之源流云近來多年電氣之事未得新理想因其理已盡也此後一年又得一新事即吸鐵電氣

初有電氣學之時已知吸鐵氣與電氣相似亦有謂其相同者如弗蘭克令並各電氣家用摩電氣使小鋼條有吸鐵力又知電氣能滅指南針之性又能反其南北極

乾隆三十九年不費利亞邦出題曰電氣與吸鐵二力或為相似或為相同以何法在動物內顯之有能確言其理者贈以錢有云相同者有云不同者其錢乃送與言不同

之人此後多年未有人試得二力或同或否之據法拉待云兌飛與永氏二人所試者知電氣與吸鐵氣相同但因

昔人誤會其力所發之法故多試各法而未用正法蓋未將指南針挂於化電氣傳過之線也

丹國京都有教授格致者名奧司太特於嘉慶十二年著書論吸鐵氣與電氣相似內有一款云化電氣比摩電氣更穩吸鐵氣比化電氣亦更穩所以人宜試穩電氣能動指南針與否但雖有此言而未之試驗別人試過與否亦未知之然當時若將指南針一近化電氣線即已知之矣此後十二年奧司氏自試將指南針近於弗打電氣線知電氣有吸鐵力無論電氣傳於何物或金類或流質針俱能偏針在上則向左偏針在下則向右偏

此事傳後各格致士細考吸鐵氣與電氣相關之事如法國博物會內安比而與阿拉果二人見吸鐵力與電線彎處有切線之向故將電線繞成螺絲管即能增吸鐵力能引鐵屑此為阿拉果試知電氣能使鐵與鋼變有吸鐵之性也竟飛稍後於此時亦得此理當時尚未知此人先得此理也

既知電氣傳過銅絲繞管之時有吸鐵之性又知電氣斷時吸鐵性立絕不若吸鐵條之常顯吸鐵力後又在管內置鐵一條其鐵即有吸鐵之性若鐵為最純而軟者電氣一斷鐵之吸性立絕繞管之各絲愈密則力愈大恐銅絲太近則相切相切則亂故將銅絲外包以難傳之物初時用漆後來漆外再繞絲線或棉線

銅絲外包難傳之物用法增吸鐵力至甚大不但銅絲能繞成管甚緊又可多條絞繩而將繩再繞成管亦可多加數層俱能增大吸鐵力其力可吸一頓重之鐵惟電氣一斷其力全無

後有人依前法而知電氣附至別物之理昔時已見電氣傳於甚長之線其火星與聲比短線更大而其理則未明也後知傳於長線則生附電氣如有第二條銅絲與第一條平行即能引此附電氣而第二條絲兩端相連電氣即自第一條銅絲附至第二條銅絲之內而第二條銅絲未連接於發電氣器也如第一條銅絲忽斷之時同時將第二條銅絲之兩端忽然相切相離則相離時發極亮之火星而第一條相離之時火星淡至幾不見如第二條繞第一條多次則附電氣增至甚大如第二條用外包難傳物之極細銅絲且甚長繞於第一條銅絲之外多次第二條銅絲之力甚大甚奇依此法而用兩塊金類板發出之電氣可至極濃可使動物振動甚猛摩電氣之狀大半能見奧司氏見電氣傳過銅絲時以橫交之向能動指南針無論置於何向俱能如此故以為電氣吸鐵性欲使指南針繞銅絲而行安比而亦有此意法拉待初設甚巧之器不但能使吸鐵繞電線而行又能使電線繞吸鐵而行此略

爲安比而之理之據安比而云吸鐵氣恒圍住體外行圓線而鐵有吸鐵力然動力俱直行而現何以此力繞行而現似乎不合於理或其繞行與別行曲線者相同卽有二力以兩向而現

吸鐵電氣既能轉動又能現大吸力當時以爲可代汽機使各機轉動雖未能與汽機相比而今尙有設法造之者化電氣原來不濃故用測驗摩電氣力之器不能測知其力必用極多之板得極濃之電氣方能測之如此比司試用金箔顯器測化電氣之力其器亦已甚靈然用數對板者不能測得其力後用板八十對能使金箔張開如板少於八十對則毫不能動

考得化電氣有吸鐵性不久而有人作器用其吸鐵性以測化電氣之力因已知用多層繞成銅絲管能增電氣之力故作極靈之指南針以極淡之電氣傳過螺絲管卽能動針是後測電力之器愈精至極微之化電力亦能測之既有測驗電氣力之器或思以同類之器可通信至遠方此法愈求愈巧用二銅絲與測驗電力之指南針觀其偏度則通信於最遠之處竟能彼此相應但當時用電氣報信已非新制乾隆三十九年有法將摩電氣傳過銅線而使樹心球搖動後又用化分清水及將摩電氣傳過外包

之銅絲亦能傳信道光十年安比而使指南針偏動道光十七年蘇格蘭人名阿里山達用此法在倫頓初作靈報但每字母另有一指南針與一銅絲不使用

電氣報之漸興於道光十七年安比而初法之後至今有二百餘人各設新法稟報各國多賴吸鐵氣近來又依化學之理但用一條銅絲以傳信比人之寫字速十倍又有法可印成書信而抄寫同式之字

法拉待考知電氣之各性以電氣傳過銅絲既能發吸鐵力想吸鐵力亦必能發電氣此依銅絲繞管能增電氣並測電氣力之靈動以徵其理故於道光十一年試吸鐵電氣法後竟得大益

吸鐵能成電氣初時用銅絲管並測電氣器管內置鋼吸鐵條測電氣器毫不顯電氣力忽取出時其針速偏又忽放入針亦速偏本年十一月法拉待以此法發出電氣火星云換用電氣器近銅絲管取出放入時所得之力更大蓋以銅絲管傳過之電氣變改更速繞鐵之銅絲一通電氣管內之鐵有吸鐵力而鐵亦發電氣與銅絲忽斷忽續所發之電氣略相連

依此法所得之附電氣極濃其方向與原電氣相反附電氣之銅絲圈愈長則力愈濃如銅絲圈甚長者兩塊金類

板所發之電氣等於多塊金類板之濃

用法拉待所試之事造器愈精今已多用此法成電氣以鋼吸鐵條作器能發之力與化電氣器同其性略同最濃之摩電氣此種器所發之力人不能當能發大光星能化分各質又能發淡電氣而數甚大能鎔金類之絲亦可使物得附吸鐵力又能與化電氣大板一對之功用相同以此法發電氣不用化分之料摩擦之力可得電氣之大力鋼吸鐵條能附成電氣雖為法拉待所考得然其意昔已有人知之但未盡心講求耳嘉慶七年四月新事月報云日耳曼格致家與化學家俱欲考究化電氣奧地利國京都有人考知新法用吸鐵一條代化電氣能化分清水同於化電氣與摩電氣因知磨電氣化電氣吸鐵電氣三者之相同可知昔人久知此事以為無用而廢棄之深可怪也後人拾其所棄而重新考究加以新理竟能獨成一法為格致之要焉

考知電氣吸鐵之明年西司比克考得發電氣之新法名為熱電氣其理使物冷熱而得之用二種金類如銻與鉍各一塊兩端鐸連即於連處加熱而兩端加冷亦能發電氣而使測器偏動金類之有此性與其能發化電氣與其傳電氣性俱無相干西氏初造之器用銻與鉍共四條連

成方此角加熱對角加冷

後有奴比里與密奴尼用金類數條鐸連發熱電氣能顯電氣之各事如發光化分清水並吸鐵等事惟所發之電氣不多故至今不為要法格致家云地球之吸鐵性俱為此熱電氣之理乃太陽所曬之熱發電氣常繞地球流行故南北二極恆有附吸鐵氣

西司比克之前已有知熱能發電氣者但以為僅有顆粒之物能之康熙五十年法國博物院有立末利者出示一石加熱即能吸輕物此石今人以為土馬令也又奴邪公用土馬令試得電氣數事然初知其因熱或摩者為衣心奴司也哈回考知土馬令之電氣在兩極最大離極愈遠電氣愈小打碎之則每塊俱有二極後又考得多巴司等寶石並同類之顆粒質加熱之時俱能發電氣不路司塔近來考得數種鹽類亦有此性

道光十二年法拉待細考電氣化分之力隨時印於格致書內所有最要者云用電氣化分各物則其水內各雜點內之原點彼此互換仍成雜點兩端自有一原點分出矣由此可知流質中雜點內之原點化分而再化合化電氣藉得傳過又云電氣化分各物其數有一定之法如所發電氣之數若干則化分之物無論為淡水或鹽水或酸水

82.000.91.24

或銘之流銘其數必相配如令何數爲一而推其各數必有比例皆依化分之質力之大小

法拉待用電氣化分物質考知質點依電氣傳過之路而移其電氣之力能激質點之愛力果如此論則其力以因體內所現非自體外加於二極點者矣

陰拉待以電氣化分物質其名目尙嫌不合故欲依所得之各事另設新名而去舊用之名法氏原爲格致名家雖已議之亦有畏難因格致之事欲換新名必解說其命名之意必致甚煩恐學者難於記憶

格致家所用之名目愈簡愈好然須能指其物其事之性加借用別國之語雖能分別本國言語之意然未嘗聽慣此音者名內字意或致混亂

昔時電氣各種之名依人所借從各種之理而定之故有加減正負陰陽玻璃松香等名又有摩電氣玻璃電氣金類電氣弗打電氣化電氣等名各種材料於電氣有難顯有易顯有難傳有易傳又如化電氣器之兩端名之爲兩極英國人則用希臘國語加入本國之語法拉待命名之後尙疑其不好而欲改之更簡惜其所與商酌之友喜學古語而非盡出於其本意也

此書欲講明電學使人易曉故所用之名最簡

弗打之電氣器原用各板疊積而成後亦改變其式並經金精道光十二年但以里湖設常發電氣之器其電氣與金之法有相類

弗打所制排列成通之器初用之力雖大以後必漸小因板面生輕氣小泡並成銹養一層也但以里欲免此病將浸銹之流質與浸銅之流質用薄皮分隔電氣仍能使過而銹板上不生銹養但尙有輕氣小泡生於銅面使電氣之力不現故將銅板浸於最濃銅養硫養水內而此水與浸銹板之酸水仍用薄皮分隔則輕氣不生因水內輕氣與養氣化分之時卽爲銅養硫養內之養氣合去其銅則分出而結於銅板之面若銅養硫養水恒使極濃則發電氣之數恒同凡欲速發電氣多且而其數恒同者此法甚善

有此法後卽見銅板之重漸增因銅板外結成銅皮一層也但以里曾將銅板之皮揭下見其紋與板紋相同惟凹凸相反也但以里之前有得辣路者已用銅養硫養水代平常發電氣之水亦見結皮一層道光十六年所著之書云剥出結成之銅皮一層其面與銅板之面相配平者亦平凸者凹而凹者凸雖甚小之紋亦盡然

初知化電氣之時果路格尙克司言雜質消化於酸水則

金類能自水內分出結在發電氣負線之端嘉慶十年步
奴得利云將化電氣器用銅絲引至最濃淡輕金養水而
在水內置銀板二塊板上即結金皮

電氣結金類初興同時有三人各爭初始之名一為俄國
京人約克皮一為英國立法鋪人司本沙以銅錢外結銅
皮刺下花紋與字甚清數月並書詳論之一為查而頓尤
在製造新報詳論之人未深信至司本沙書出而人始信
焉皆道光十七年也

英國初用電氣結金類不過將錢或銀板使依式結成後
有人物設多法其用遂廣能作各種銅器因價大而仍廢
近用電氣鍍金類之法能將各種動物植物之外生薄皮
又刻成銅板木板之圖可依式結成幾塊照相者亦可結
成板一塊而顯其形但其大用鍍金與鍍銀為最便近來
新法比昔更妙然作金類之器其價甚貴倘能減省發電
氣則能省工而為大業古法照相能有凹凸用銀
片使其上成銀塊而照之

道光二十年有人考得發電氣之新法其略云半加司左
近之處有大抵力汽機銅鑪偶成裂縫司機者一手動稱
權之桿一手偶入噴出之汽內忽覺電氣傳過其身而震
動見有星光後知一手無論接於鍋鑪之何處一手在汽
內亦有電氣即將此事告知安末司脫浪安氏再試其事

而得其性手中執玻璃柄上連金類絲即能收電氣至別
物所發電光長四寸後將鍋鑪置於難傳之物上鍋鑪即
發電光比前更大鍋鑪體為負電氣而發出之汽為正電
氣

此法不但能發電氣之數極多且能極濃安氏試一汽車
所得電氣比磨擦三尺徑之玻璃板者大至七倍其每分
時汽機七十轉格致總院所造大抵力汽之器所發之力
更大於此

此法所發電氣之理當時以為汽在鍋鑪之內有抵力噴
出之時即鬆大而多能比壓緊時多容電氣汽出之後既
改變其形而能多發電氣可證空氣自能發電氣之據以
此論空氣能發電氣甚是簡便與弗蘭克令所言發電氣
之理亦甚相同故無怪乎人之信之也後雖知其謬而又
不肯不信也法拉待云銅鑪噴汽而發電氣並非汽自能
發乃噴出小口之時水之質點磨擦其處而發試用空氣
或各種氣質壓緊以代汽俱能發電氣惟氣內必帶水點
若使極乾則噴出時不發電氣

近來常用之電氣器罕有汽發電氣之器既欲考究此事
則全副電氣器之內必不可缺也因不易用故今時知此
理者甚少然所得電氣極濃數亦極多發電氣之價亦甚

錄

考知大抵力汽能生電氣之後至今電學內無甚要事惟十年以內所用電氣之力則有甚巧之法如傳信遠方並作音樂

電氣雖為近時之新學而其要事與趣事則於格致之中為尤勝有裨於日用者雖已甚多而未知之理尚屬不少猶之窮鄉僻壤開墾之地少而荒蕪之處多也日後留心此學者必能考知摩電氣弗打電氣熱電氣吸鐵電氣之相關又或能知電力與別種力之相關並電氣與動植物生長之相關

電

學

卷六

十二

管

馬

名

一
二

X3.004-Q1/124

電學卷一上 摩電氣

英國 瑞揆德著

英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

第一章 論測驗電氣

發電氣簡法 第一節

玻璃類之質用他相配之質摩擦之則發電氣能引輕物
松香類之質如火漆與硬象皮用他相配之質摩擦之亦
發電氣亦引輕物

輕物已為玻璃類之質引至相切若不切地或別易傳之
物則再遇其質不但不引而反被其推惟再遇松香類之
質又為所引矣反之輕物已為松香類之質引至相切若
不切地或別易傳之物則再遇其質亦不但不引而為所
推惟再遇玻璃類之質又為所引也

凡質容同性電氣者彼此相推容異性電氣者彼此相引
玻璃蠶絲硬象皮愛不內脫棉象皮如等質略能阻電氣
之傳行及通地金類等質略不阻電氣之傳行萬物內無
有全阻或全傳之質故言略也

顯明電氣初法之器用玻璃管一根長十八寸至二十寸
徑約一寸尋常火漆條或愛不內脫梳一件樹心球質輕
二箇各以絲線並懸之如第一圖以乾絲綢摩擦乾煖

圖一



之玻璃管近於二樹心充玻先引而
後推再以乾法蘭絨摩擦火漆條近
於二樹心球亦同

顯明相距稍遠引推簡法之器用火漆長條加於玻璃球
上衡之則另用物引之相距稍遠能相引而轉過又將二
樹心球各以小金類線或綿線挂之可顯樹心球以能傳
之物挂之不能容電氣

顯明容同性電氣彼此相推容異性電氣彼此相引之器
用絲線懸火漆二條與玻璃二條各摩擦之使火漆近火
漆則彼此相推玻璃近玻璃亦彼此相推玻璃近火漆彼
此相引而插力大

傳阻電氣各質 第二節

傳阻電氣各質臆列如左阻力小者居前依次遞大次序
不無小差阻傳二質並無絕然之限阻力小者謂之易傳
阻力大者謂之難傳無二性也故法辣待謂電氣之傳阻
乃同性之兩極而公理相同其傳性之極大者即阻性之
極小者也

- | | |
|------|------|
| 一各金類 | 二純木炭 |
| 三筆鉛 | 四濃強水 |
| 五炭粉 | 六淡強水 |

九金類水

八金類鏹

九動物之流質

十石灰

十一乾白石粉

十二地產銀養炭養

十三立果布地恩

即背陰草
干之一種

十四軟象皮

十五樟腦

十六火石類與端石類

十七煇乾之雲石

十八瓷器

十九海水

二十泉水

二十一雨水

二十二熱在十三度上之水

二十三雪

二十四活植物

二十五活動物

二十六火焰之煙

二十七汽

二十八水內能消化之鹽類

二十九薄空氣

三十醋氣

三十一以脫氣

三十二溼泥與石

三十三玻璃粉

三十四硫黃花

三十五金類與養氣化合之乾質

三十六油竹愈乳阻
力愈大

三十七植物灰

三十八動物灰

三十九透明顆粒數種

四十熱在十三度下之水

四十一燐

四十二乾植物

四十三乾木

四十四熟皮

四十五明薄皮

四十六乾紙

四十七髮

四十八羊毛

四十九乾蠶絲

五十漂蠶絲

五十一生蠶絲

五十二明寶石

五十三金鋼石

五十四雲母石

五十五鎔成玻璃之各質

五十六玻璃

五十七煤結成之黑寶石

五十八蜜蠟

五十九硫

六十松香類各質

六十一琥珀

六十二硫象皮

六十三舍來克

六十四硬象皮

電氣相異之二性 第三節

松香類之質與玻璃類之質已經摩擦雖皆引輕物而其性不同故人有名爲松香電氣與玻璃電氣者然若據此二名而謂玻璃類之質摩擦發一性之電氣松香類之質摩擦發又一性之電氣則大誤辨其誤如左

用羊毛絨與玻璃條摩擦將條近樹心球則能推之將條近樹心球又能引之玻璃若容玻璃電氣則羊毛絨必容松香電氣矣

用羊毛絨與火漆條摩擦將條近樹心球則能推之將羊毛絨近此樹心球又能引之火漆若容松香電氣則羊毛絨又容玻璃電氣矣是同一羊毛絨皆能容二種電氣也

用羊毛絨與玻璃條摩擦將玻璃近樹心球知容玻璃電氣用貓毛皮與玻璃條摩擦將玻璃近樹心球知容松香電氣是同一玻璃皆能容二種電氣也

所以玻璃電氣與松香電氣二名必不能明二種電氣之性也有人命名為正電氣及負電氣者雖則較善仍未能確合今人所知電氣之性也然無以易之故姑從此

正負二電氣必同發

甲乙二人各立於玻璃足之機甲用貓之乾毛皮擦乙身則甲身有正電氣乙身有負電氣

空氣乾時甲人立於玻璃足之機而身切金箔顯電氣器

加第 四圖 乙人立於地而以梳梳甲人之髮則顯電氣器之金箔因正電氣而相合若乙人仍立於地面而身切顯電氣器甲人仍立於玻璃足之機以梳梳甲之髮則顯電氣器之

金箔因負電氣而相離

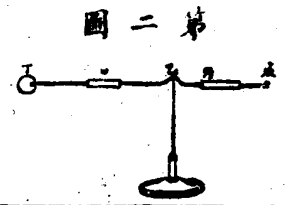
顯電氣器 第五節

顯電氣之有無並性之正負者名爲顯電氣器省名顯器

測電氣之數者名爲測電氣器省名測器

荷勒白得與哈回之顯器用金類細條兩端有樹心輕球球外包金箔細條中有小凹套於尖針之末凡容電氣之物與此器之一球相近則細球必轉動觀動法知電氣性

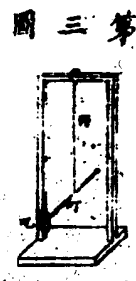
簡便顯器與前略同如第二圖用銅絲甲乙丙偏近一端



圖二第

作小彎彎中套在鐵尖針之上左右兩段各套蘆葦一段能移動使左右等重而相平長段之端連外包金箔之圓紙如丁徑約半寸短段之端連金類小球如戊尖鐵針插於外上漆之玻璃條內先用正電氣或用負電氣容入圓紙次將欲考容正負電氣之物近於圓紙即知所容電氣爲正或負矣先用銅絲切甲乙兩銅絲之中傳去其電氣次將已擦之物近於圓球即知電氣之有無矣

又有簡便顯器如第三圖用舍雷克細條端連外包薄金



圖三第

類之圓紙以細絲挂於木架電氣加入圓紙可久而不散教電氣者用之最宜

金箔顯器彼尼得制星阿所改定如第四圖用金箔二塊共連一銅絲銅絲外包橡皮管而於玻璃管之中玻璃

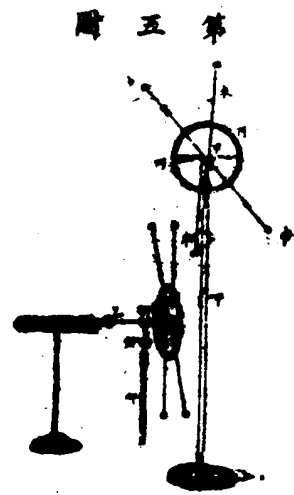


圖四第

管外有漆一層而人玻璃瓶之頸內銅絲之上端連黃銅圓板如甲用法詳後

哈里司初設顯器如第五圖用橢圓形之金類小圈如甲

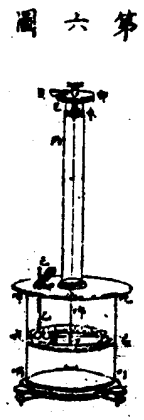
電氣學 卷一 上



斜連於黃銅小桿
其連法用黃銅短
管橫過木球如卵
另有法阻其電氣
桿端有黃銅球如
乙標圈大徑二端

各有黃銅針二根如未未上下相對而直立桿端亦有小
球標圈少徑二端向內有極小之軸靠極小之尖此軸上
有短而直立之針二箇各有甚輕之稻草如申申稻草之
端有樹心球而作大指之用其長前定之球桿相同則受
小之電氣力亦易動易顯電氣極小之力用稻草管套其
上在軸之兩邊可移動能勝其欲直立之性無電氣之時
針能直立在針後用紙或象牙作圈刻分度能見電氣之
多少此圈用橫玻璃條托木冒在其間有黃銅丁托之而
玻璃條連在上其全圖用上漆長玻璃桿哩令不傳以木
質其兩端為球為分隔之物可知乙球受電氣針必離其
管桿若干度如圖架上有活節如寅可使旋轉難傳之件
外面俱上消化於醋之舍雷克一層
此器雖亦可測電氣之數而不甚靈因電氣之力愈大則
針移動愈多推力愈減小故力與移動數不能得其比例

也



果倫白粉設扭力測器如第六圖甲乙丙丁為玻璃筒上
有玻璃板為蓋蓋內有
二孔戊與甲戊孔容玻
璃管戊庚高約二尺上

有指扭力之針如寅指刻細分度之表寅卯針根有鉗用
圈可開闔鉗接甚細之玻璃絲或銀絲庚辛之上端絲之
下端辛用同式之鉗接之鉗用紅銅徑約十二分之二一
鉗中有橫孔孔內有硬絲線或稻草之針鄰丙丁外上火
漆一層丁端有格末雷克管長約一寸半又有圓板外上
松香油一層丙端有樹心球徑約十二分之二三或吧
為紙圈分為三百六十度貼於玻璃筒之內面與針同高
玻璃蓋之甲孔亦有格末雷克所作之小桿如甲乙下
連樹心球先配準之使銀絲庚辛上端之實針與丙乙針
平行而丙丁針對戊己圈之○度次以電氣傳至乙球乙
球原與丙球相近因電氣力而彼此相推則丙丁針必轉
過若干度之弧再將上針寅向己卯方向轉動則庚辛絲
必扭過而使丙丁針回至原位仍指圈之○度觀實針轉
過之度即知電氣之力以絲之扭力對乙丙二球內電氣
之推力也又屢試三球各相距觀實針所轉過之度可知

各相距電氣之推力矣。

測電氣之引力必稍變之欲免二球引力大於扭力而忽然相切也用細絲線從器上至下兩端用火漆相連初試之時使乙球與線相切二球容異性電氣將上針向寅巳對面轉過則丙球必離乙球。

法練待考驗附電氣即用果倫白之扭力器也謂必精熟之人用之方能有效尤必久用方能精熟云。

電氣引力與推力之例 第六節

容同性電氣之二球彼此相推之力與二球心相距之平方有反比。

果倫白用扭力測器考得此例由下說明之乙丙二球相切容電氣後推至二球相距三十六度則庚辛絲必已扭轉三十六度次旋轉上釘至二球相距十八度則寅針在寅卯必轉過一百二十六度一百二十六度與原扭力成之角十八度相加得一百四十四度可知相距為三十六度與十八度比扭力為三十六與一百四十四比即相距為半而力為四倍也。

二球彼此相引之力亦與二球心相距之平方有反比。哈里司證果倫白之例另考得電氣之要理與用法得五

例。

一例兩球之推力引力與最近點之相距乘球心相距有反比。

二例兩球相距二寸或二五寸二八寸或三〇寸所現之力與兩圓板相距〇六六四寸或一一七寸或一七三二寸相同。

三例引力與兩體對面之形式及排列之狀相關與不相對面之形式及排列之狀不相關所以二體對面若平而背面為球形與兩面皆平之板引力相同二體對面為球形背面為平與全球之引力相同。

四例相對兩面而面積有大小則引力與小者為比故不同徑兩圓板之引力不大於與小板同徑兩圓板之引力。又圓圈與同徑圓板之引力等於同大兩圈之引力。

五例一球分對同徑圓平板之引力等於同式同徑兩球分之引力。

哈里司測極小之推力用新法二線扭力器其扭力不藉線之凹凸力而藉地攝力用生絲線二條平行直立上端繫於定點彼此相距四分之一下端連針以其小重垂緊電氣力推引針端之球與果倫白之扭力器相同惟使二線彼此相絞而小重稍上以地攝力對電氣之力也此器甚靈能顯電氣力五萬分英釐之一微之至也。

哈里司試推力與電氣數之比得下數例

一例兩圓板容等濃等數之電氣則推力與相距之平方有反比兩圓板容不等濃不等數之電氣則相距在定限內推力與相距平方有反比不在定限內或在某相距距推

力與相距有反比或在某相距距推力不定或某相距無推

力而反有引力

二例體內容電氣之數與所現之力無定比初聞此言似

不合例哈里司則謂合電氣力之公理因不特容電氣體

與中立性體之間即不容電氣之體有附電氣之力而兩容電氣

體之間亦有附電氣之力故同法同數容電氣體之間所

有附電氣力之大小不能定因電氣數電氣濃或體之相

距不同而附電氣甚繁故也

果倫白云球形之中腰橫剖面積等於圓板之面積則能

容電氣有二與一比故將球壓扁至成薄圓板而面積不

加減則能容電氣為原球之二倍此皆以同濃淡之電氣

而論也準此則球皮面積等於圓板兩邊面積其能容電

氣亦必相同哈里司曾試之知板與球相切之後電氣之

力非依果倫白之說有二與一比而略有一與一比故哈

氏意果倫白試得之數必因器所現之推力與電氣之數

不相比也

自哈里司所試又知三事一謂球之面積與圓板之面積相同則能容之電氣亦相同也二謂能傳之空球或實球面積與圓板之面積相同則能容電氣亦相同也三謂小而厚之板不通地者自他體所能收之電氣與收電氣之位有相關與電氣之數不相關也故在二不同點能有同數之電氣而平面容電氣之比例不同因板在此二不同點之附電氣力不同故也

第二章論附電氣

容電氣物稍離中立能傳之物現引力第七節

兩物不相切亦能現引力玻璃條或火漆條已經摩擦與

空懸之樹心球及毛羽等輕物相距稍遠或能使之移動

或使之跳躍而相切

物質發電氣而能使稍離之物受力名為附電氣力電氣

諸事皆賴之法辣待云物質能容電氣藉附電氣也電氣

能濃藉附電氣也摩擦各物而發電氣藉附電氣也故曰

發電氣並電氣所現諸事與附電氣皆有相關

一顯附電氣之器如第七圖丁甲丙為黃銅管在玻璃柱

之上而不通地已為樹心球二挂於管端以顯電氣另以

玻璃管摩擦而近於黃銅管之丁端相距約六寸則二球

立即相離可知有附電氣移開玻璃管二球立即相近可

R 3. 100-9/126

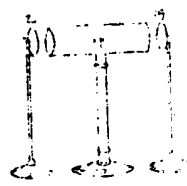
圖七第



知無附電氣玻璃管再近而二球再相離再移開而二球再相近屢試不爽

二如第八圖甲為圓管長約六寸徑約三寸亦在玻璃柱

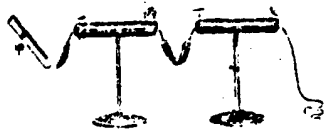
圖八第



上而不通地乙與丙為金類薄圓板亦在玻璃柱上不通地板管同徑再以蠶絲線挂金類大球而容正電氣距圓板丙約三寸球心與管之中線

成直線執丙圓板之玻璃柱而移開之試板所容電氣之性必為負執乙圓板之玻璃柱而移開之試板所容電氣之性必為正

圖九第



三如第九圖乙丙丁戊為兩金類管各在玻璃柱上柱外有漆兩金類管在一直線內其端相距約一寸戊端挂通地之金類絲乙丙丁三端用麻線挂烏翎或樹心輕球以玻璃條或火漆條如甲摩擦而距乙丙三四寸則乙點所挂之翎必近甲條同時丙丁所挂之翎亦忽相近

四如第十圖己卯為木球之兩半外包錫箔在玻璃柱之

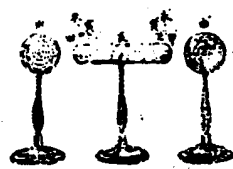
圖十第



上柱外有漆下以木板為座可至兩半球相合成全球將擦過之玻璃條移近於球而後移開試其全球知未容電氣再將擦過之玻璃條移近而分開其二半球再試之則一容正電氣一容負電氣

五將長圓柱形能容電氣之器不使通地一端距稍放煤氣燈口約四分之用一用摩擦甚久之玻璃條近其彼端則煤氣能燒燃不取去其管而滅其火再將管忽然移開則煤氣又能燒

圖一十第



又加第十一圖申申為兩金類球甲甲為金類管各不通地便申球多容正電氣申球多容負電氣而試甲甲管知其申申無電氣自辰向甲則漸有負電氣自辰向甲則漸有正電氣甲甲兩端正負二電氣之濃必相等又辰點左右各同相距之點如己己等正負二電氣之濃亦相等左右兩半電氣之濃可以曲線之縱線己寅己寅命之又如前第七圖容電氣於丁甲丙管而兩樹心球相離之時將手指按其管則兩樹心球必速相近移去手指則兩樹心球必速相離考球之所容知是負電氣

111

第 一 上

9

又如前第四圖以玻璃管摩擦而近其冒則金箔速相離
 取去玻璃管則金箔仍相近於玻璃管近其冒而金箔相
 離之時亦以手指按於冒忽移去玻璃管則金箔容負電
 氣又以火漆條摩擦而如前法則金箔必容正電氣空氣
 乾而煖能數小時電氣不散

由上各事得三例如左

一例容電氣之物近於中立之物僅能使之暫容電氣至
 容電氣物取去之時中立之物即無電氣之性矣

二例中立之物能暫容電氣者因容電氣物引其異性而
 推其同性使中立物內電氣暫時化分也

三例中立之物為二塊或多塊所成能分離而如不通地
 則容電氣物相近而將各塊分離則兩端之塊必容異性
 之電氣

附增電氣器 第八節

附增電氣全賴附電氣之理而有其器分為三件松
 香類之板即舍雷克與尾尼司之松香油與松香三物合
 成作板一也引電氣板即金類為盆將前三物鎔之而傾
 於此盆內二也增蓋即金類或木外包錫箔上連數漆之
 玻璃柄三也如第十二圖係非理不司所制乙為錫箔條
 橫過松香板兩端與金類盆相連或可用銅絲釘如丙兩

第二十圖



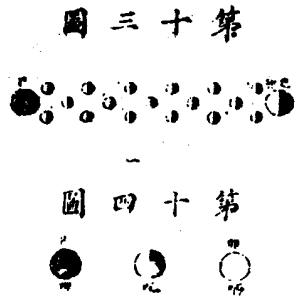
丙自金類盆貫通松香而相連將松香
 板斜逸用乾煖之猫皮或弗蘭絨擦之
 置於桌面執蓋之柄覆於松香板上而
 即去之則稍受負電氣近於極靈之器
 器能顯之再執柄將蓋覆於松香板上用
 手指按之再取
 去之則多受正電氣移至能容電氣之體
 相近處能發光
 星

弗打粉設此器因易發電氣於電學最有
 用松香板發電
 氣一次能多次化分增蓋之原電氣而增
 蓋能多容電氣
 增蓋覆於已擦之松香板時下面容正電
 氣上面容負電
 氣與中立體為已發電氣之體所感相同
 增蓋與松香板
 相離則上下面正負二電氣相舍增蓋於
 切松香板面時
 若通地則負電氣與地面所發同數之正
 電氣相舍而增
 蓋獨容正電氣矣此正電氣不能與松香
 板之負電氣相
 舍因松香不能傳電氣故也松香板上面
 之負電氣能附
 下面之原電氣引其正而推其負負電氣
 傳過金類盆或
 散或減正電氣不能散因上面之負電氣
 不能放則松香
 所容之電氣能存甚久也

附增電氣器不特最便發電氣且能顯附
 電氣之理甚妙
 附電氣之理 第九節

83-44-91/15

法辣待用附增電氣器考得附電氣之理云附電氣因相切質點間自然之行動所發又云此體之電氣能附至彼體因二體間空氣之各質點皆成正負二極與易傳之體不通地者相同。



空氣各質點成正負兩極即成對極之性如第十三圖已為容正電氣之體卯已為相離之中立體已之電氣力至卯已必附過其間之空氣各質點而使迭更有正負二極如圖之黑白半

球。

又如第十四圖甲乙丙為三金類球各不通地列成一行而不相切使甲球容正電氣而丙球通地則乙球向甲之邊容負電氣若甲之邊容正電氣丙球容負電氣乙球二對邊電氣之性相異即謂之成正負二極也甲球丙球則獨容正電氣與負電氣而不成正負二極也。

今人多謂質點之現力與質體相連而不信前說矣不可果非特期一說法辣待遵信之其說云質點為容力之心而心不能容力故心不成對極之性惟鄰質點與此質點有對極之性也體內各質點對極之性易成者則亦易減

即為易傳之體體內各質點對極之性難成者則亦難減即為難傳之體總之容電氣之體附其力於難傳之體即為附電氣也。

附電氣與所附過之質相關 第十節

難傳之體能附電氣之力易難不等今以一體為主而定各體名為附電氣率

以絲線平挂金類圓板於金箔顯器之帽上相距約一寸稍容電氣於金類圓板則因附電氣而金箔必相離再將舍雷克板厚約一寸接以不傳電之柄平置於金類圓板與胃之間則附電氣更大而金箔相離更遠因舍雷克附過電氣易於空氣也。

以等大之黃銅圓板三塊各板相距等而平行第一第三通地第二不通地再將金箔一片挂於二黃銅球間之正中一球連至第一圓板一球連至第三圓板稍以電氣入中圓板後使二外圓板不通地則金箔在正中而不偏向因三圓板間之附電氣體皆為空氣而二球之受力等也再以舍雷克或硫磺或玻璃塊置於任何二圓板之間則金箔必偏向此球或彼球亦因舍雷克等附過電氣易于空氣也。

法辣待考各質附電氣力之器與來頓瓶相似如第十五

圖甲甲為黃銅空球分為兩半乙乙為連合兩半使空氣



不洩之節丙為連球與塞門之節丁為塞門或與金類足戊相連或與抽氣筒

相連庚為銅領連於上半球而內容舍雷克管有黃銅球

乙用螺絲連於銅桿壬之上端丑丑為舍雷克管與乙相

連能托住壬桿又使不通電氣舍雷克管與領之間用一

種石灰或雷克脫塞之不洩空氣此管能阻內球辛與

外球甲用使不通電氣內球在卯點有小孔取去外球之

空氣而入別器之時亦能入內球故二球間之空處辰之

氣質不改變

用時必備此器相同者二具內盛各種不傳之質以來頓

瓶容滿電氣於一器而與第二器相切分其電氣再用一

連電氣球並果倫白之測器測二器所容電氣之多少

法辣待與哈里司二人用此公法相比數質定其附電氣

力率各數如左

空氣 一〇〇 松香一七七 柏油一八〇

密蠟 一八六 玻璃一九〇 硫磺一九三

舍雷克一九五

各氣質附電氣之力相同無論熱度或壓力大小亦相同

電氣存於體之外面 第十一節

物體容電氣之時電氣僅存於外面不似熱之能通過其

全體也故空心金類球其體或厚或極薄與實心金類球

外徑相同能容電氣之數亦相同

憑驗之器如第十六圖甲乙為玻璃管平臥於架上而通

地用玻璃柄辛搖之使轉動管外繞金類薄條如乙條之

一端連絲線如己再將樹心球

顯器如戊連於銅架以電氣容

於金類薄條則樹心球必相離

引其絲線使金類皮條繞開則

樹心球漸相近因電氣力減小也金類薄條若長而容入

之電氣少二球能幾相切再搖玻璃柄使金類薄條繞於

管則二球仍相離

又如第十七圖以銅杯仰連於玻璃柱上柱外敷漆杯內

盤銅鏢杯外掛樹心球

二鏢端有絲線以電氣

容入杯則二球必相離

提起絲線使鏢漸出則一球漸近而幾相切使鏢漸下則

二球漸離鏢漸放下則一球之相離同前

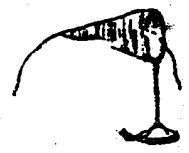
將鐵絲布或銅絲布作管置於架上不使通地以電氣容



人管之內面另以能容電氣之面與管之內面相切此為厚紙
 以舍雷克條為箱而切顯器知無電氣再將此面與鐵絲
 布管之外面相切而切顯器知有電氣可知管之外面有
 電氣而內面無電氣也

又如第十八圖用硬稀布作圓錐形之袋能不自落下袋

第十八圖



底連絲線袋口連於銅圈圍連於玻璃
 柱不使通地以電氣容於袋之內面如
 前法試其電氣知袋之內面無而外面
 有再引袋底之絲線使袋反過而內面

變為外面仍如前法試之知電氣通過布質仍是外面有
 而內面無也

法辣待作輕木箱方十二尺外包銅絲成銅網外用紙
 糊之周圍連錫箔條使箱之各處易傳電氣箱有門便于
 人入箱安于架不使通地以大力摩器連於箱箱外四面
 能發電星親入箱內絕無所害且以最精之顯器試之絕
 無電氣

法辣待由此得一理請易傳之體與難傳之體不能獨容

一性之電氣而必同二性之電氣也

容電氣體外面電氣之位置 第十二節

電氣容於體之外面體非渾球形則各處之力不同長球

形則二端力大而中腰力小圓柱形或方柱形或多邊柱
 形則二端力更大

果倫白將圓柱長三十寸徑二寸兩端作半球形比較之
 知端力與中力比若二二與一比距端約一寸之力與中
 力比若一八與一比距端二寸之力與中力比若一二五
 與一比

果倫白又試各形知有稜者則近稜之電氣力大於面而
 近角之電氣力大於稜角為二稜相連也多稜相連之角
 則力更大

果倫白謂電氣容於體之面因空氣之壓力也故收筒有
 多尖處電氣即不能多存其尖處之力大於別處而能勝
 空氣之壓力也

哈里司試知此說之謬法將不通地之球容以電氣連於
 顯器置於抽氣筒之罩內抽去空氣六十分之五十九又
 將已容電氣之顯器置於不洩空氣之罩內抽去空氣七
 十分之六十九所容之電氣數不變又以金箔顯器置於
 抽氣筒之罩內而不通地抽去空氣三百分之二百九十
 九金箔相距不改

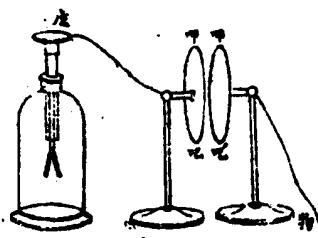
法辣待云不通地之球若球外面有同性易傳之物圍住
 則各處電氣力平均 如第十節若球外面幾分有空氣幾分有

硫黃或舍雷克則雖空氣壓力不變而球而之電氣力不
平均

法疎待論附電氣之理云容電氣之管兩端為周圍易傳
體所感較諸中段為易因兩端所受附電氣力之和多
於中段也凡尖處電氣之力大於球處者因尖處之面自
周圍易傳體所得之附電氣大於球處等面積之附電氣
也

增電氣器 第十三節

兩易傳體相近二通地一容電氣而不通地則不通地之
體電氣力能增大因二體彼此有附電氣力也必以奴司
依此造器可顯極微之電氣嗣後弗打乃傳佈於人如第
十九圖甲乙為金類圓板在玻璃柱之上柱外敷漆有針



第十九圖

絲連至金箔顯器之帽如戊甲乙
亦為金類圓板有銅絲能通地如
物將甚少之電氣容入甲乙圓板
傳至戊帽亦能使金箔相離再將
甲乙漸與甲乙相近則愈近而金
箔亦愈相近二板略相切時電氣
幾全離戊帽聚於甲乙而金箔相切再將甲乙忽然移遠
則無甲乙之附電氣而甲乙之電氣能漲而回至戊帽金

箔必再速離

甲乙板所容之電氣若為正則能將甲乙板之原電氣化
分推其正而引其負故甲乙板之正電氣大半在對甲乙
板之面是以隱而不顯用顯器試之可知若再加正電氣
於甲乙板則金箔又相離然甲乙板前所容之正電氣亦
未減也試移去甲乙板則電氣能漲而散至各相連之物
又因兩次容電氣之合力而金箔相離能更多凡微容電
氣之體不足使顯器之金箔相離者依此能增大使易見
故名為增電氣器

第十二圖



弗打初用之器如第二十圖用金類大圓板二板面敷琥
珀漆一薄層下板為增電氣面如乙下有金類架上板為
容電氣之面如甲上有難傳之柄
又連小銅絲端有金類球如戊微
容電氣之體與戊球相切則其微
電氣傳至甲板引其異性聚於相對之面而推其同性又
因乙板通地故能常引地球之電氣而亦化分如此至乙
板容滿而止再將甲板忽然起上則可切於顯器而試之
也兩圓板之徑至一尺則大有用亦有兩板俱直立而與
金箔顯器連用者

現附電氣力之例 第十四節

現附電氣力之例哈里司用水壓力測器測增電氣器之
二板在各遠近相距之附電氣力以定重數為主得容電
氣體引力之各數如左

附電氣力與二板相距之平方有反比因附電氣數與力
之平方根有比故附電氣數與二板相距有反比

二板之相距不改而電氣數有大小則附電氣力與原電
氣力有正比

甲乙不通地則附電氣數非與相距有反比而與相距之
平方根有反比

甲乙通地則反附電氣力與二板之相距有反比
甲乙不通地則反附電氣力與二板相距之平方根有反
比

倍電氣器 此器缺圖 第十五節

倍電氣器法利所利能將極微之電氣增至數千倍故電
氣雖極微亦能顯其濃淡發電氣筒所發之電氣雖不濃
能使現火星光帶同治元年法利存此器於博物院與人
閱觀

此器有軸不通地而連平列之黃銅針數行此以一行論
之令其各針為呷呷等軸可搖轉之在相對之兩面
有不通地之各黃銅壳如甲甲甲甲等與乙乙乙乙等軸

轉過時每針入一壳內三面圍針之外其相連之法甲不
連他物甲甲相連甲甲相連甲甲相連對面之行乙乙相
連乙乙相連乙乙相連等甲對乙甲對乙等故二行可謂
雙排列而每雙迭更不通地

電氣有定數先傳於甲因不通地而盡能容於內轉軸而
呷針至甲壳內則呷針內端通地甲若容正電氣則呷針
附得負電氣其數與容入之原電氣略等而稍減小軸再
轉過則附電氣存於呷針而不通地軸再轉過則呷針又
入乙壳內因乙乙二壳呷針之附電氣略傳於雙壳乙乙
之外面而鋪開軸每一轉必仍皆如此即呷針所得甲壳
所附來之電氣傳至雙壳乙乙而乙乙之電氣漸增但不
能增至無窮因呷針在乙乙之內相切其全金類不能四
面圍住又難免稍通於地也負電氣在乙乙之時其第二
針乙亦屢次過乙乙壳則為壳圍住之時針亦通地與前
呷針相同所以呷針多次受正電氣每次益多而每次略
等於乙乙負電氣之數此正電氣流傳至甲甲壳又呷針
亦恆受甲甲壳之負電氣逐次加大而此電氣傳於乙乙
壳亦然故可用多針與多壳連倍電氣之力
各針與各壳相同而一針與二壳能使第二壳受電氣十
倍於原電氣故用十針與二十壳所得電氣之濃為原電

氣十之十次方倍即百萬萬倍此以絕不散電氣而論也
每二壳之中有通地之金類隔之使二壳不相阻全器用
金類板包之

博物院考試時法利用但以利器一件之電氣加於其倍
電氣器內將軸搖數轉其濃足成火星再換發電氣器之
二極將軸搖而轉數倍於前即得異性電氣其濃與前略
同

法利用此器增電氣之原濃曾至一萬五千倍

三章 發與容之器

摩電氣器 第十六節

發摩電氣之器昔時步易拉與格利用硫黃球奈端用玻
璃球以手摩擦又用蠶絲線挂鐵管收其電氣波子所粘
也嗣用墊摩擦溫克所制也摩電氣器後省曰摩器

近時所造摩器常用玻璃圓筒或圓板又有用硬象皮或
硫黃象皮代玻璃者近來法國人立西用硫黃圓板徑一
枚厚百分枚之二至三亦甚好

常用玻璃圓筒摩器如第二十一圖分三件玻璃空筒也
皮墊也收筒也玻璃空筒兩端有樞在銅襯內轉動銅襯
在木柱之內木柱下端連於木板皮墊內盛馬毛連於玻
璃柱有螺絲能制墊壓玻璃筒之方收筒用金類或用木

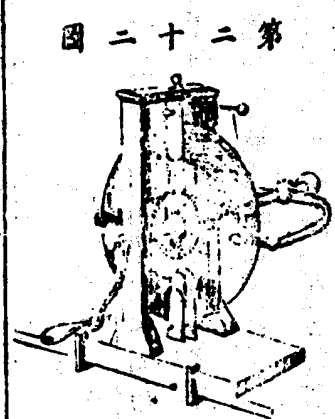
外包錫箔連於玻璃柱上一邊有多針平列一行名曰銅
梳此所以收電氣也一邊有銅球此所以放電氣也皮墊



圖一十二第

邊連絲油布一塊蓋於玻璃筒
使電氣不散而直至收筒皮墊
之面擦水銀膏水銀膏用錫五
分錫三分同鎔再將已煖之水
銀九分傾入置於鐵器或木器
內搖動至冷而止用乳鉢研成
細粉極細羅篩篩過加最淨猪油至能成膏用時將膏少
許捺於墊面發電氣更易而多

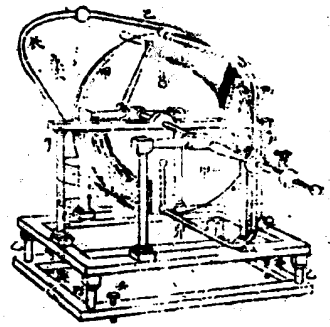
玻璃圓板摩器如第二十二圖用火石玻璃圓板中心有



圖二十二第

軸在二柱之中有柄可搖
轉皮墊有兩雙以有凹凸
力之木條為骨外包以皮
內盛馬毛亦用絲布蓋於
玻璃面使電氣不散皮墊
夾於板之兩對邊有銅螺
絲製其壓力收筒用銅為之連於柱筒外連多針成梳針
尖近玻璃之面
哈里司制設之玻璃圓板摩器如第二十三圖甲甲為玻

圖三十二



玻璃板徑約三尺中有銅軸在二橫木之中轉動橫木用四木柱托之而立於堅固之架架下有四足如乙丙丁已四足之下再有底架底架有三螺絲庚辛壬連於桌面皮墊連於玻璃柱子一在軸左一在軸右丑寅卯為收筒所連之銅條在板之前如丑寅卯皮墊所連之銅條在板之後如辰巳

轉動玻璃圓板之柄不通地柄軸一小器能指轉數法辣待所用之器與此略同板徑五十寸收筒並各件之面約一百四十二方寸依法用之圓板每轉銅梳能發火星十至十二各長一寸使成極長者可十寸至十四寸數年之前倫敦格致總院造大玻璃板摩器板徑十尺用汽機力轉之有皮包二雙每雙長約三尺收筒似舍利之形長六尺最大徑四尺摩後能發火星長十五寸至十八寸甚亮甚大一分時內可發電氣容滿三十六來頓瓶共有錫箔之玻璃面一百零八方尺

圓筒與圓板功用相比 第十七節

弗打謂圓筒圓板面積相等其力為四與一比且圓筒更

便筒徑十二寸用一皮包長九寸等手圓板徑二十四寸用四皮包各長五寸半甚大之圓板用四皮包摩力甚大惟用大收筒則所發之光星可甚長

依法造成圓筒徑三十二寸皮包長九寸收筒徑四寸至五寸長二十寸玻璃筒不先稍加熱每轉能發濃火星四至六各長三寸至三寸半收筒若加三寸徑之銅球必自能發出電彗又必能成曲形火星長九寸又能積滿四平方尺內面積之來頓瓶若四十八轉至五十轉則相距半寸能有電氣附過空氣

弗打又云用黃色油絲薄布連於皮包二面上漆一面切玻璃最好二面若皆上漆則切玻璃之面須上舍雷克漆三層最要者油絲布當與筒相切緊貼故不可如常法將油絲布縫於皮包上邊必連於下邊而夾於墊與筒之間又因欲免絲布在皮包之面上因水銀膏而漸壞故再用無油之絲布連於皮包之下邊切於皮包之面以受水銀膏破則重換油絲布應鋪於筒周分之一

近時多用硫黃堅象皮圓板代玻璃銅收筒亦在硫象皮柱上空氣溼時玻璃者不可用此仍可用惟所用之水銀膏須嫩否則易致磨壞同治元年法利送一器於英國博物院硫象皮圓板徑三十五寸亦用非司捺人問答之大

附電氣圈各件合式火星能長二十寸若不用問答之圈
火星僅長七十。

摩電氣器之理 第十八節

摩器之發電氣賴附電氣見第七節之理也轉柄之時皮墊之
原電氣為摩力化分成正負負者粘於墊面正者粘於玻
璃面轉至對面時顯大附電氣力引收箭內之負電氣故
收箭內所存者為正電氣矣玻璃箭數轉後必使皮墊通
地以收地之正電氣與所存之負者相合始能再發也天
時甚乾須用易傳之物自墊連至地之溼處或房內通水
之鐵管也。

將手指或通地之金類近於收箭則發甚亮之火星並有
急聲因依附電氣之理見第七節收箭之正電氣能引相近金
類之負電氣而推其正電氣也力若過限則電氣能徑向
收箭附過而成光星。

皮墊不通地而收箭通地則以通地之金類近之能發光
星皮墊與收箭皆不通地而彼此以銅絲相連則不能發
電氣欲發電氣必有皮墊或收箭一者通地可知地球是
電氣之大源也。

吹汽發電氣 第十九節

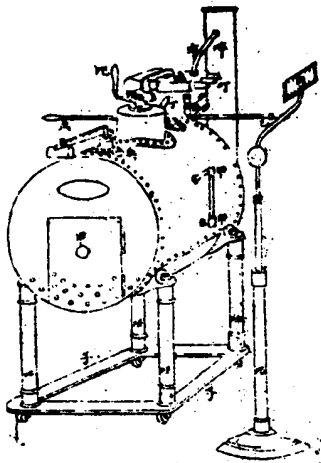
鍋爐內放出大抵力之汽以發電氣亦是摩電氣之一種

法辣待安末司脫浪以皮算等曾用此器發極多之電氣
錄安末司脫浪報法辣待論吹汽發電氣之信如左。

鍋爐與萍門相連處之灰偶有折裂多汽自裂縫吹出司
機之人一手偶入噴出之汽內一手欲接萍門之秤桿忽
見桿與手之間發極光之火兩手甚覺抽搐驚駭異常報
於安末司脫浪安末氏即細考其理知因吹出時摩鐵面
而發電氣也乃將此事報知法辣待法辣待又試知汽內
必含水點乃能發電氣必係水質點摩鐵面也。

吹氣發電氣器如第二十四圖鍋爐長二尺六寸徑約一
尺二寸甲為爐門丙為收針乙為玻璃柱丁為噴汽孔用
已得利志木所作戊為汽箱汽箱內容噴汽之鐵管箱底

第二十四圖



內有水略齊汽管
之下端以綿紗挂
起恆吸水至汽管
使噴出時水有摩
力吧啖為放汽塞
門啐為煙通旺旺
旺旺為托鍋爐之

玻璃柱吁吁為座下有輪甲甲為看水玻璃管戊己二管
可添別質於噴出之水內若同時自此二孔吹汽則能發

正負二電氣丙丁爲進汽至管內之塞門庚爲萍門辛爲放噴汽之餘汽管爐內燒炭此器所發之電氣與三十寸徑之圓板器三具相同

所發之電氣數極多而性不甚濃數年之前英國格致院使安末氏與以皮算作甚大之器在露天處能成火星極長者二十二寸在房內成火星常長十四寸六秒至八秒內能容滿錫箔包之玻璃面約八十方尺用七尺徑之玻璃圓板器必在五十秒內能容滿也後美國格致院作更大之器吹汽有一百四十九孔發火星速於英國之器三倍而大小略同一分時能容滿三十六來頓瓶每瓶有錫箔面三十三方尺

電氣附過難傳之體成光星 第二十一節

法辣待之意謂電氣自易傳之體附過難傳之體而至他易傳之體非因電氣極濃而穿破之也乃難傳之體之一質點受電氣極濃而所容過多至不能再容質點之正負極忽減即傳其電氣於相近之第二質點第二質點之正負極亦忽減如此電氣即依次附過而成火星附過之後此質點仍依次而如舊

電氣火星之形性能因他事而改變用相等之兩金類球一通地一連於收箭若所發之電氣多而球大相距不甚

圖五十二第



遠則二球間之光星短直而亮與聲皆大若收箭球小而徑約一寸則光星長而曲成枝亮與聲皆小如第二十五圖天空之電閃有時亦如此若一球改連於皮墊則二球間之光星更短而亮更小

電氣附過各種氣質所成光星之形色各不同臚列如左空氣用黃銅球則光星大而色藍電氣數不多則有或淡或暗之處

淡氣則光星之色甚悅目略與空氣相同惟帶茄花色或深藍色

養氣則光星亮於淡氣而不及空氣

輕氣則光星成大紅色惟氣薄而聲不大炭養氣則光星之形略如空氣惟甚亂而或長於空氣內者因易傳也

輕綠氣乾者則光星略爲白色各處之亮略同

煤氣則光星有時綠色有時紅色有時一邊綠色一邊紅色有時路間忽現黑點隔於光之間絕然分界

空氣壓力之大小與光星大有相關哈里司考知兩球之

相距不改而空氣之壓力改則當用電氣之數與壓力有
 正比若電氣之數不改而空氣之壓力改則壓力與二球
 相距有反比空氣鬆至半而相距二倍則當用電氣之數
 相同也。

試空氣鬆緊與電氣相關之器並可考各種氣與電氣光

圖六十二第

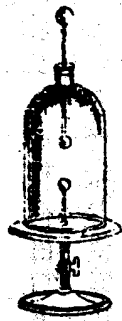


星形之相關如第二十六圖
 用玻璃空球徑約四寸上下有
 銅帽下帽連塞門中貫銅絲至

玻璃球中上帽之中亦貫銅絲至玻璃球中皆甚緊而不
 洩氣二銅絲之端各連銅球玻璃球內之空氣可抽鬆或
 壓緊

又如第二十七圖罩內二球相距五寸至六寸上球連於

圖七十二第

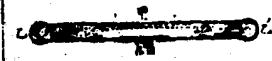


收筒下球連於皮墊而
 用抽氣筒抽鬆其內之
 空氣器轉動時光自上

球向下而在下球之上分成甚亮之火燭包於外形似流
 質傾於球面不能入球內而四面散開者上球外面無光
 而有直通之光線若反其電氣之正負則二球現之形亦
 相反

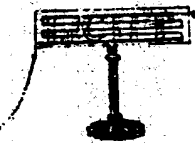
又如第二十八圖乙乙為玻璃管長二尺餘內有銅球抽

圖八十二第



鬆管內之空氣乙端連至收筒乙端通地摩
 器轉動時電氣易附過而管內成藍色艷光
 似天空之北曉

圖九十二第



用玻璃片連於不通地之架玻璃面糊錫
 箔條刻數孔成字樣如第二十九圖將第
 一錫箔通於收筒末一錫箔通於地摩器
 轉動時各字俱現甚亮又可將錫箔成方
 形等花紋繞抱於玻璃管長約三四尺傳

電氣時火星甚佳

花管轉動之器如第三十圖以玻璃為管一端作平而圓

圖十三第



一端漏空長約十寸徑約
 四分之三上端連銅球
 或平滑之錫片用錫箔繞

於管成螺絲管下用灰連木帽或銅帽自帽橫出銅絲四
 五根銅絲之端變成正角另有不通地之架上有大銅絲
 一條通至管內甚易轉動將管上之上端近收筒即發電
 光甚美

回茲頓考慧形電光之形謂觀雖似相連實乃發多電氣

0-200 719x

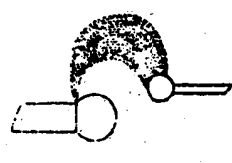
星行過甚速也凡有雜傳體在易傳體之間而以電氣附過即有如此法辣待謂慧形光因空氣內有電氣附過所成非傳過所成也又云專賴附電氣之力收箭之桿與房牆間之空氣受附電氣而成對極之性近於桿端其性猛近於房牆其性微故近於桿端之空氣有此性極猛必速刻爆開放其電氣離桿端數寸之空氣此性較微不足爆開近桿之空氣質點已爆開速失其對極之性其桿即得回原電氣第空氣質點爆開則電氣傳至第二質點第二質點爆力傳力至第三質點餘類推

第三十一圖

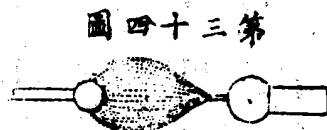


常式慧形電光如第三十一圖用銅桿穿於球內球徑○七寸銅桿連於大力摩器之收箭摩器若不甚靈者則有法可助之成慧形如入手或他易傳之大面近於球則球之附電氣力更大或球作更小而用難傳之體如木為之則慧形更大而佳或球其上端周圍之空氣或加熱或用抽鬆慧形亦更大而佳用小球近大力摩器之大收箭則電光星可漸變成各形至慧形為止如第三十二圖第三十三圖第三十四圖法將放球與收球之方位改變則電光自慧形變為曲線形可知未放電氣之光所有附電氣之方向線同於在吸鐵

第三十三圖



第三十二圖



第三十四圖

上置白紙白紙撒細鐵屑鐵屑所成之各曲線也法辣待考知慧形電光與電星經過各種氣質性各不同如經過換氣易成慧形淡氣極鬆則色光形俱甚佳慧形電光所有之聲似多

人小語因慧形能分為支每爆一次成一支即成一聲也粘光放正電氣而有甚細之尖則尖處周圍相近之空氣內發亮似螢火又似擦燐有此則無火星與慧形光矣粘光與慧形光二者俱有風或向外發或向內發因有空氣或收或放也用圓銅絲徑○三寸端作甚尖常成粘光端愈銳愈易成空氣鬆則不尖銳亦易成用銅球徑二寸半置於罩內傳以正電氣抽鬆罩內之空氣至得水銀四五寸亦能成粘光厚約二寸法辣待會試用銅球徑一二五寸以質附電氣傳於球而抽出罩內之空氣至極鬆則球之周圍有粘光甚美漸更亮至厚半寸餘用手切罩之邊則光能改形有時在球頂成光圈光圈或漲或縮每秒約四寸至五寸

電

卷

卷一上

傳或正或負之電氣而爆裂 第二十一節

法辣待意謂傳或正或負電氣而爆裂在各時與各物不同如難傳之物桿端之光略為彗形而容負電氣之桿端

第三十五圖



成星形如第三十五圖若桿多伸出之尖則正電氣與負電氣之式略相同

銅絲端圓而在空氣內發彗形光則負電氣銅絲所成之電光較諸正電氣銅絲所成之電光小而暗用金類大球連於收筒再以通地而甚細之銅絲漸相近之則稍遠而銅絲之尖能成光星愈近則光星愈亮極近則改形球若連於墊則銅絲稍遠時尖上亦成光星至距約一寸半光星變成彗形再近約至八分之二又無彗形而有光星如用金類圓桿徑。三寸伸出於空氣內而連於墊則爆裂而次數甚速為連於收筒之速七倍至八倍雖速而每次電氣之數則少法辣待又試以數他質代空氣則彗星光在正極與負極性與形各不同總之用相同之傳電氣兩小體在空氣內一連正極一連負極則近負極者雖濃小亦能放電氣而爆裂惟每放一次之電氣則少

第四章論來頓瓶

考知來頓瓶紀 第二十二節

墨身不路克見容電氣之體久遇空氣電氣能散擬用雜傳之質包之使不易散於乾隆十年以玻璃瓶盛水而容電氣於水內初不見異後有顧來司得者忽一手執瓶一手執瓶內之銅絲覺身受電氣力此即知來頓瓶之端倪也嗣後各國格致家多年考究之至今為電學之要事餘見總論

來頓瓶之理 第二十三節

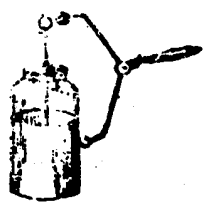
易傳之體通地而近於金箔顯器則電氣能增多 見第十節 如前第十九圖將甲乙圓板移至甚近於甲乙圓板而不相切以電氣容於甲乙圓板再將甲乙圓板移開則電氣增多能見金箔張開益多 將玻璃筒摩擦近於顯器之帽使甲乙板通地而與之相近則金箔之張開不遠因其電氣附過二板之間空氣而顯器之帽所容之同性電氣散至地球內也取去甲乙板則金箔張開能遠因二板間之空氣對極性更大也容電氣之體與通地之體愈相近則二板間空氣對極性愈大 大至其限則電氣附過空氣附過之時或成火星 二板之間若不隔空氣而隔玻璃或象皮則附電氣力依所隔之物質點之粘力其理略同增電氣器 如第十九圖 用玻璃或象皮代空氣使甲乙板連於摩器之收筒而甲

乙板通地將摩器轉動則二板間物質之質點成對極性甚猛如用手指暫切甲乙板而使通地則發火星又若久連於收筒而久不使發火星再若使二板俱不通地亦不連於收筒則前所連於收筒之板各滿負電氣以彎銅絲一條二端各切一板則電氣爆開成光星與大聲而二板間之對極性減小將玻璃片兩面各粘錫箔玻璃之周圍留邊一寸半事與前同又凡易傳之體與能附之體形雖改變力與性則同然玻璃瓶或管較玻璃片更為使用故常以錫箔包玻璃瓶用之名為來頓瓶來頓地名也

瓶容電氣之數系乎所包錫箔之面積容電氣之濃系乎玻璃之厚瓶若過薄而電氣甚濃則玻璃質點之對極性能勝質點之結力而瓶自裂即放電氣附過瓶體也

來頓瓶造法 第二十四節

第三十六圖



常式來頓瓶如第三十六圖內外各面有錫箔瓶口以紅木為蓋中有銅絲上端有銅球下端有鏈切於瓶底之錫箔右端為鉗用銅絲彎如叉兩端各連銅球以玻璃為柄人手執之使一銅球切瓶外之錫箔一銅球切瓶上之銅球則內外錫箔之電氣能傳放

久存電氣之來頓瓶如第三十七圖內外各面有錫箔與

第三十七圖



常式來頓瓶相同另有玻璃管內面有錫箔至半高上有銅帽蓋之管

用石灰連於木蓋內又有小銅絲在管之內上端有小球能自銅帽傳電氣至內錫箔以常法容電氣倒覆之則銅絲鬆而自落下其內錫箔不過外空氣故電氣能久存可數月或數十日不散

第三十八圖



哈里司所造來頓瓶如第三十八圖瓶口不蓋密有紅銅管通至瓶底如辛庚徑八分寸之三管頭加煇乾之木球如己管底有座用灰粘於瓶底瓶下預糊紙圈紙中有孔庚辛桿可相切於瓶底其管通過足

之中用單瓶者必安於能傳之架架用短玻柱為足外上漆使不通地

測容放電氣法 第二十五節

單來頓瓶或多連來頓瓶所容電氣之數略可自摩器之轉數而知之或自測器而知之用測器連於一瓶可知相連各瓶之共數又自二體推開之遠近可知電氣之濃淡亨利初造之測器如第三十九圖甲為象牙半周丁為所

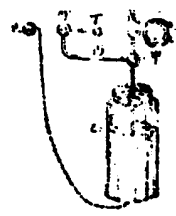
第三十九圖



連之木桿象牙半周之心有釘挂乾稱
草針草端連樹心球木桿之下有釘可
插於瓶球之孔內瓶容電氣愈多則稍草成角愈大觀其
角度可知瓶內電氣之濃

來捺倒測放之器如第四十圖可測來頓瓶所放電氣

第四十圖

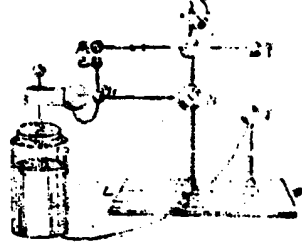


數之多少甲為摩器收箭之球乙
為來頓瓶瓶內上伸之銅絲橫有
玻璃彎管管外敷漆管端有銅球
如叮球中有孔貫以銅絲兩端各

有銅球如已丁銅絲在叮球之孔內能移動可使丁球距
瓶上之銅球或遠或近即能制所放電氣之多少

格得白生初造之測稱如第四十一圖甲乙為木座長十
八寸闊十六寸座上有玻璃柱二柱有銅球如丁戊丁球

第四十一圖



之下有銅勾戊球之上又有球
如乙以二半連成下半連於銅
柱上半有槽與下半相合易於
相連或相離庚辛為橫銅絲兩
端有空銅球中有如天平之刀
稍在重心之下而倚於乙球之
間有相配之銅托乙球有孔能

容橫桿能下至丁而上桿在庚邊之段分六十分挂以移

動之權可移至某分此法亨利所期也桿勢若稍斜則將

權稍移向乙使庚端漸升至辛與丁相切為止將鍵使丁

球與來頓瓶之外皮相連戊球與來頓瓶之內面相連子

為半弧插入乙球內而針向辛則可見瓶內所容電氣之

數設權重十五英釐而挂於十五分點則庚球壓己球之

力有十五英釐瓶內之電氣增多則己球欲推庚球至力

能起重十五英釐庚球即上升而權自向乙移至辛球遇

丁球時來頓瓶之電氣即放出電氣之力濃之平方為比

故推力所勝之權重能知電氣之濃設電氣若干濃權在

五分點電氣濃二倍則權必在二十分點

亨利之公用放器如第四十二圖以木為座中有柱柱頂

加木板板之上面嵌象牙一片已為螺絲能令木板上下

至應當之高己己為兩玻璃柱在木座之上柱各有銅冒

如未冒上有活節能左右四面活動節上有管管以容銅

桿桿之一端有銅球或有銅扭如用

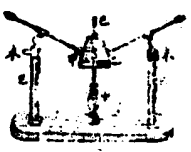
乙又一端有銅圈或玻璃柄欲受附

過電氣之物置於中木板上手執兩

玻璃柄而對準在板之兩邊將一銅

冒連於來頓瓶之外皮又用常式放

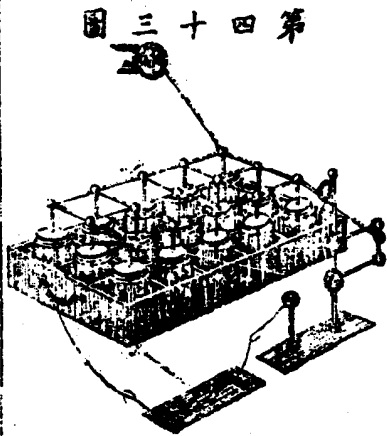
第四十二圖



鉗切瓶之銅球與又銅冒以放瓶內之電氣電氣即附過木板之物矣有時木板之物用已螺絲夾緊則欲附過某處能準

多連來頓瓶 第二十六節

多來頓瓶相連如第四十三圖共有十五瓶各瓶共安於箱內箱底之內面粘錫箔使其外面盡相連以銅桿連各瓶上之球使其內面亦盡相連而連於格得白生測稱及燒金類絲之器其容電氣之法與單瓶相同將相連之銅桿與摩器之收筒相連箱內之錫箔與皮墊或放器相連是也哈里司之法將各瓶列成圓形圍心連於摩器之收筒而各瓶彼此相連又連於圍心



多連來頓瓶可容電氣甚多嘉慶五年間格得白生為荷蘭國博物會造極大之器共用一百來頓瓶每瓶粘錫箔面五平方尺半全錫箔面五百五十平方尺用極大力之

摩器使容滿電氣而發現甚奇能使大鋼條變有吸鐵之性黃楊木塊方四寸者裂開成片鐵絲長二十五尺徑一百四十分寸之一者鎔為紅熱之圓滴錫絲長八寸徑八分寸之一者化為藍色之氣容多電氣之瓶必極謹慎錫箔面雖不及五百五十平方尺已能傷人甚重用果倫伯之測器則可常知所容電氣之力而免危險

餘存電氣 第二十七節

來頓瓶入容電氣雖已放之瓶內必仍存電氣若干分未去法辣待謂電氣不特在玻璃之外面而亦入其內質也蓋玻璃外面之電氣力甚大能勉強正負二性至玻璃質內而相近故彼此在質內之附電氣力必大於玻璃全厚之附電氣力而外附電氣力自小已放之後則無勉強電氣入玻璃內質之力故電氣漸回至玻璃外面而仍覺其有力故多連之瓶不可不慎也法辣待又考得舍雷克與硫黃與鯨魚頭定質油西名司瀝馬西的皆有此性

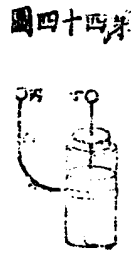
來頓瓶偶能自爆 第二十八節

來頓瓶乾面淨者多容電氣易自爆裂將外國紙一片闊約一寸糊於瓶之內面紙條之中對錫箔之上邊則不爆矣星阿謂電氣原欲使瓶之此處爆裂糊紙則容電氣之

面加大而加大者為難傳之質故不爆也乾隆五十七年格得白生謂來頓瓶內面稍溼容電氣更多錫箔面一百六十八平方尺之來頓瓶甚乾時用表擺游絲長八寸連於測稱稱灌在三十度則電氣自放而球未分開如在瓶口呼口氣之時使內面稍溼則電氣必不自放必過測稱而放時游絲能鎔成滴

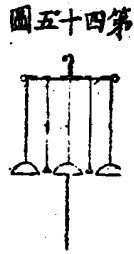
試來頓瓶容放 第二十九節

一內外兩面電氣異性如第四十四圖用彎銅如乙上端連銅球如丙下端連銅圈銅套於來頓瓶之外使丙球與瓶上之丁球同高再用絲線掛樹心小球於二銅球之



正中而容電氣於瓶則樹心球立刻為丁球所引一引即推又為丙所引亦一引即推又為丙球所引如此迭

更推引至久而停後用放電氣鉗放之見第三十六圖無光無聲知電氣全為樹心球所放去矣可見瓶內外皮之電氣為異性故二球之電氣亦異性也又如第四十五圖有三鐘二樞用金類絲挂二外鐘用絲線挂中鐘並二樞於不通地之橫桿另以來頓瓶置於不通地之架而中鐘用鏈通入地而以來頓瓶連於掛鐘之架則樞在其間來



往敲鐘用手指切來頓瓶之外錫箔鐘亦可敲

二立丁白格以電氣成花紋將增電氣器之松香板

二使乾而煖以容正電氣來頓瓶之球在松香板面任意

畫成花紋再將硫黃粉與鉛丹和勻用篩撒於松香板面

將板漸漸傾倒則來頓瓶球所畫之花紋有硫黃粉粘連而鉛丹盡落去若以容負電氣來頓瓶之球而用法為之

則鉛丹粘連而硫黃粉盡落去此因硫黃與鉛丹調勻時變成互有異性即硫黃有負電氣鉛丹有正電氣所以謂

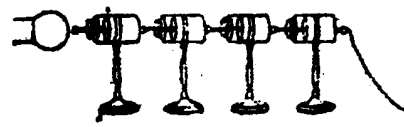
和之粉過松香面則硫黃粘在正電氣處而鉛丹粘在負電氣處此即電氣同性相推異性相引之理也

先用容正電氣來頓瓶之球在平滑玻璃片面畫成花紋再用容負電氣來頓瓶之球在此玻璃片面另畫花紋亦篩調勻之粉將玻璃片傾倒則所留之線有黃紅二色之紋

三餘剩電氣將來頓瓶外配鬆錫壳代錫箔以常法容電氣而安於不通地之架上再將易傳之物屢次切瓶之銅球則電氣漸漸放去而玻璃仍回原狀再將瓶容電氣而去其錫壳將瓶安於不通地之架上則瓶仍久容電氣蓋因傳電氣至瓶內皮之銅絲尚留而未去故附電氣不直過玻璃至外錫壳而幾分過空氣至周圍易傳之體也此

遇空氣之幾分附電氣各為餘剩未化之電氣如將易傳之體切來頓瓶而放其電氣則外壳必有相配之異性餘剩電氣因有附電氣能自外壳至周圍之物間而顯也去其外壳則必全透玻璃而有附電氣因而玻璃一邊所容之電氣在彼邊適有同數異性之電氣對之所以瓶之電氣與周圍之各物不相關

第四十六圖



四瀑布來頓瓶如第四十六圖將數來頓瓶各平臥於不通地之架上使末瓶通地而首瓶近於摩器之收筒若其間每發一電星則各瓶之間必皆發一電星久之而各瓶俱容滿電氣可以每瓶分放而現一瓶之力或各瓶連放而現各瓶之合力惟各瓶必同直立於易傳之一面上再用易傳之桿連各瓶之球也
 白格司云使各瓶之位置極合於容電氣則放之能有火星甚長甚亮若各瓶逐一容電氣至其濃相同後忽迭更安數正負之面而相近不切
 此瀑布之法係弗蘭克令所設其理係所見來頓瓶傳過之電氣雖多而所容之電氣數不必多因此面容入彼面放出其數相同也

第四十七圖



五花光來頓瓶如第四十七圖將玻璃大瓶內外二面各糊斜方形錫箔塊各塊之邊約一寸中作一孔徑約一分寸之四在玻璃面湊合使對角線合垂線與平線在外面者各角相距十二分寸之一在內面者各角相距極近而各角各對外面者中心之心容電氣時能見電星自各角跳過放電氣時能見全面盡發光亮花點極趣
 六瓶內電氣容於玻璃兩面以錫皮為來頓瓶外壳易於相離內壳連銅絲過玻璃管而易自瓶內取出或上端彎而可用玻璃柄鉤出將瓶容電氣詳慎取出其內皮安於近處將瓶倒置於難傳之物上如桌單再將外壳亦取去而將放針同切內外兩壳無光無聲或執於手中不振可知不容電氣也再將內外二壳裝好於瓶用放電氣之鉗以常法放電氣有光有聲可知瓶所容之電氣在玻璃之內外兩面而不在內外二錫殼也其錫殼之用僅使容電氣之質點各能相通而已
 七電氣之光熱試力之法將厚紙或薄紙數層包已容電氣之來頓瓶或將紙置於公用放器兩銅球之間而放瓶內之電氣則紙打成孔孔處向內外二方向凸出似打

孔之力自紙中發出者然又法將銅絲二根入於木內長半寸徑四分寸之一使銅絲之兩端在木內相距八分寸之一以多電氣傳過銅絲則木能劈開又法將銅絲二根端各有小球安於酒杯內相距約半寸傾水入杯內至滿大半如第四十八圖將甲銅絲與大來頓瓶之外錫箔相

圖八十四第



連又用放電氣鉗將乙銅絲連於瓶之銅球而放其電氣則玻璃杯破裂而水散又法用厚玻璃一片安於公

用放器之板內而緊其螺絲壓住玻璃片以多電氣過之則玻璃破裂且有數處成粉試熱之法將馬棕鬆包於放鉗一銅球之外用松香粉撒於馬棕之上將鉗之他銅球切已容電氣來頓瓶之外錫箔將包馬棕之球忽切瓶上之銅球則放電氣而馬棕與松香能燒又法如第四十九

圖九十四第

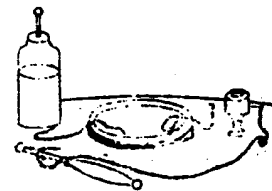


圖將火藥少許安於不通地之木杯如甲再將銅球移於杯上稍相離托此球之桿端連於玻璃柱上之活節

再將丙丁二鍵通至已容電氣來頓瓶之內外皮則放電氣而火藥能燒用木杯者欲其難傳也若用金類等則易傳而電氣太遠火藥不及燒矣依回茲頓試過者一秒時內電氣能行二十八萬英里如將公用放器置火藥於象

牙片上如前第四圖使來頓瓶之電氣傳過則火藥四面飛散而不能燒又法以象牙作田雞小礮如第五十圖內盛

圖十五第



火藥再用磁盆盛水以通電氣之鍵兩端入水內相距約十寸至十二寸放電氣之時礮內之火藥能燒因水難傳而阻電氣之速故火藥能燒也試光之法將雞卵五六成列而俱相切稍以電氣傳過即發亮又有數體

使電氣傳過暫能有光光色各異白石粉橘皮色水晶先紅後白色銀養硫養綠色蝦過之蠟殼七彩色洋糖塊綠色

八燒金類將錫箔或金箔夾於二紙之間使金箔邊出於紙之外再夾於公用放器之板間以螺絲壓緊之次放多電氣傳過則金類必燒盡用金箔者燒之成青紫色燒各種金類絲必用多連來頓瓶如前第四圖以金類絲安於白紙之面而二端引急用多電氣傳過則甚光亮有各色映於紙面而金類不見

- 金絲 徑一百八十分寸之一 紫色葡萄色
- 銀絲 徑一百六十分寸之一 灰棕綠色
- 銅絲 徑一百八十分寸之一 灰淡棕色

紅銅絲 徑一百六十分之一 綠黃棕色

鐵絲 徑一百八十分之一 淺棕色

錫絲 徑一百八十分之一 黃灰色

鋅絲 徑一百八十分之一 深棕色

鉛絲 徑一百八十分之一 棕綠灰色

黃銅絲 徑一百八十分之一 紫棕色

九兩面電氣相等將玻璃片二面貼錫箔如第五十一圖

第五十一圖



申直立於架上用二樹心球如已卯挂於錫箔之面使吧錫箔面通摩器之收

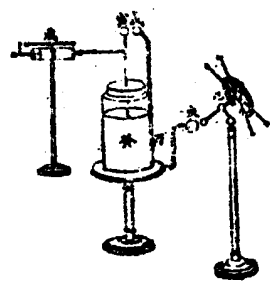
第使卯錫箔通地則摩器轉動時已球為吧錫箔之餘刺電氣所推開而停至多時摩器不動則吧錫箔之餘刺電氣漸散而已球亦漸下至其原處再動摩器又使卯錫箔不通地則已球仍漸下至吧錫箔同時卯球上升而已球下至甲卯球至乙二球中之角略與前同後則二球俱漸下至電氣漸散而止二球向下之時如用手指切卯錫箔面則卯球速下指若再離錫箔則已球速上與卯球所下相同後則已球必下卯球必上至略在前處而二球俱向下指若切吧錫箔則已球下近錫箔而卯球向上屢次相同錫箔可迭更切兩面至電氣散盡而止此因卯錫箔

通地時無餘電氣故卯球不能返至吧之餘電氣已散則必自卯球放同數之異性電氣入地內故必屢次相同至全散而止若兩面不通地而已球之餘電氣俱散則自卯球亦必放同數之異性電氣惟此不能通地故變為餘電氣而使卯球推開此餘電氣又漸散至所容之電氣散盡而止也

來頓瓶亦與前相同用瓶外錫皮稍高於內錫皮者而容電氣用蠶絲線繫其銅球與桿而拔出之再將移電氣球或加於內皮或加於外皮不現電氣之狀因內外之電氣於玻璃有附電氣之力故不能外現也將瓶不通於地而換瓶之球與桿則瓶與周圍各物間之空氣必有附電氣而玻璃對極之性必減小故能外現電氣之狀又能容電氣於移球同時外皮必有異性電氣用舍雷克板一塊用銅絲布作大小二圓管大者入小者放內而不相切同安於舍雷克板之上此與來頓瓶同理二管間之空氣代來頓瓶之玻璃也自摩器之收第容電氣入內管以絲線掛銅球再用圖紙一塊面糊金箔以舍雷克為柄將此切於內銅絲布管之內面而以顯器試其金箔紙知無電氣再將此又切於內銅絲布管之外面以顯器試之知容正電氣又將此切於外銅絲布管之外面而試之知無電氣再

一驗旁放之器如第五十三圖將來頓瓶發容正電氣移

第五十三圖



於不通地之架而放去之用顯器試其銅球實與放器成兩瓶外皮發三物有無電氣與其性之正負乃知為有而其性未放時相同而有餘正電氣

二將來頓瓶發如前法容電氣去其銅球之餘電氣而放之則來頓瓶之外皮與相連之器容之電氣俱與未放時相反而有餘負電氣

三放電氣之後速將金類與瓶之外皮相切見有火星試瓶內尚有電氣少許可知此火星乃其餘電氣所發也

四用來頓瓶有錫箔面二平方尺者容電氣若干數以測電氣瓶成測之再將易傳之桿一端連於瓶之外皮一端有球未與顯器已相近仍用成兩桿放來頓瓶之電氣雖已放去而顯器之針必因餘電氣而仍偏詳觀而記其數再用來頓瓶有錫箔面二倍者容電氣與前同數而如前法則觀針之偏數必少再用錫箔面三倍者四倍者至多倍者而餘電氣力略無計略不偏矣再使瓶通地則有若干電氣而火星不見

五用各來頓瓶有錫箔面二倍三倍至多倍者而容電氣數亦如其倍依前法試之則餘電氣相同而顯器針之偏皆同

自此二者可知錫箔面有大小而與電氣之數有比則旁放之力相同其火星因瓶面錫箔之面積也

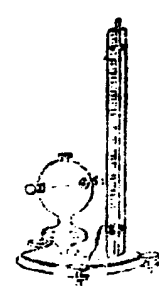
大摩器轉動甚速則皮墊之銅絲雖不通地亦能發旁放電氣星此因收筒所容之電氣與周圍所有易傳體之間成附電氣而容電氣器之二放點間之空氣已容電氣故易傳之體近其銅絲則銅絲能發電光星至摩器不發電氣光星而止此銅絲若在連於摩器上則無火星亦無旁放電星因摩器之收筒不能容甚濃之電氣故相對易傳之體必用電星之法放電氣惟容電氣體之面愈大亦愈大

容電氣之例 第三十二節

哈里司用測電氣寒暑表並量電氣器考得容電氣之例甚詳

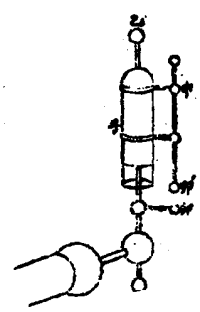
測電氣寒暑表如第五十四圖上玻璃泡中繫甚細之鉑絲下玻璃泡中盛有色之火泡底連長玻璃管彎上而連於分度面全器相連俱不洩空氣上泡之頂有螺絲轉之可使內水正至一度以電氣傳過鉑絲而發熱則傳於泡

第五十四圖



量電氣器如第五十五圖用小瓶如子有錫箔面約六寸

第五十五圖



內之空氣空氣漲大即壓下泡之水入管內而上升視分度可知升高之數此數與電氣數之平方有比以為量倒套於銅桿外銅桿連於摩器之收筒或另運不通地之架將欲容電氣之來頓瓶外皮連於此

器之乙球而以卯啣二瓶記子瓶容滿電氣所放之數即可以子瓶量來頓瓶所容電氣之數卯球之桿在申桿有螺絲可使卯啣二球之相距或加或減則每次所放電氣之數能或多或少桿旁有分度可知每次所放電氣之數極準

一例摩器之玻璃板每轉一周所發之電氣必相等無論發至未容電氣之面或已容電氣之面皆然
二例錫箔包之面在相等時中所容電氣數必相等故玻璃板轉之周數能度所發電氣之數摩器轉四周使電氣放過測電氣寒暑表則水升九度再將錫箔面五平方尺之來頓瓶安於不通地之架外皮用銅絲連於第二相等

通地之來頓瓶相連來擦之測放器如前等電氣寒暑表亦連於電路之間摩器轉四周水仍升九度第二瓶之餘電氣放去之後使第一瓶存電氣不放將摩器再轉四周而放第二瓶之電氣則寒暑表亦升九度如第二瓶換更小之瓶約摩器每轉一周能電氣放一次至不通地之大瓶容滿因第二瓶俱自第一瓶之外皮而得電氣則每放電氣一次能度摩器所發電氣之數因放電氣數與摩器板之轉數相同則不通地之瓶容之電氣依相等之倍而加多其每次放電氣入瓶內所增之電氣相等
三例錫箔之面相等則電氣之數與附過之路有正比故能附過之路可度電氣之數將各有錫箔面五平方尺之兩來頓瓶相連再連來擦之測放器使其二球相距十分寸之一則摩器轉二周半放電氣一次相距十分寸之二則轉五周放一次相距十分寸之三則轉七周放一次相距十分寸之四則轉十周放一次
四例電氣之數相等則其力與錫箔之面有反比仍如前而減去一瓶使其二球相距十分寸之四則轉五周而放一次仍用二瓶使二球相距十分寸之二亦轉五周而放一次再用三瓶而使二球相距十分寸之一亦轉五周放一次

R3-111-91/125

五例電氣數與面積以同比而增則所能附過之路相同
 電氣數若增而面積以同比而減則所附過之路與電氣
 數之平方有比用來擦測放器使二球相距十分寸之二
 而用一來頓瓶則摩器轉二周半而放電氣一次若用相
 同之二來頓瓶相連則轉五次而放電氣一次若相同之
 三瓶則轉七周半而放一次若使二球相距十分寸之八
 用一來頓瓶而面積減半則轉十周而放一次設午為電
 氣數壬為相距申為面積則得式為 $\frac{壬}{申}$ 即 $\frac{壬}{申}$
 六例空氣阻放電氣之數與空氣緊數之平方有正比抽
 氣罩內安測放之器其二球相距若有定使空氣之緊減
 半而用電氣之數亦減半已能附過電氣相同附過之力
 有四分之一則空氣之緊減半而能附過之路為二倍即
 所能附過之路與空氣之緊有反比

哈里司近來考得之例 第三十三節

同治三年六月初八日哈里司將近來考得電氣之例與
 性報於英國大博物會其略曰凡方平面能容電氣之數
 不特在面積之大小亦在界線之長短曾作長方平面長
 三十七五寸闊五六寸面積一百平方寸四邊界線之
 長約八十寸又作正方形平面方邊各十寸面積亦百平方
 寸四邊界線之長僅四十寸二者之面積雖略相等然長

方形容之電氣多於正方形

容電氣之數依面積之邊線二者由此可知凡諸面必有
 邊限而電氣質點彼此之位置與此邊限大有相關球或
 平圓面以周為邊限平方面以四邊為邊限邊限若為常
 數則容電氣之數與面積之平方根有比面積若為常數
 則容電氣之數與邊限之平方根有比面積與邊限二者
 皆是變數則容電氣之數與面積之平方根及邊限之平
 方根相乘之數有比

設丙為容電氣數申為面積乙為邊限虛為常數即放電
 氣所依之主數則得式 $\frac{丙}{申} = \frac{乙}{虛}$ 此為容電氣之公式鮮有不合
 此式之事者

從此式可知面積二倍邊限亦二倍容電氣數亦二倍故
 能容電氣之數與面積有比因容電氣之數原與面積之
 平方根乘邊限之平方根之數有比也面積若與邊限同
 則容電氣數與面積之平方或邊限之平方有比故面積
 所容電氣數必與面積有比

設丑與乙為平方面之長與闊則面積能容電氣之數
 為 $\frac{丑 \times 乙}{虛}$ 用器試之與式不差

此容電氣之數與電氣之濃不同哈里司之說電氣之數

者測器指定某數以面積有大小即所容電氣之數有多
少也電氣之濃者面積有定數所容電氣數有多少而測
器所指之數亦必有多少即電氣濃之大小也哈里司謂
平方面容電氣之濃與邊限乘面積之數有反比面積若
為常數則濃與邊限有反比邊限為常數則濃與面積有
反比面積與邊限同為變數則濃與面積或邊限之平方
有反比故面積二倍邊限亦二倍則濃與面積之平方有
反比又平方面容為常數則容電氣已依測器而知其濃若
再加電氣數而加濃則所已容電氣數之平方數與測器
所現之濃有比

論此諸例以其面為相連成一塊而非分為多塊者若求
平方面容電氣數而記之再將其面分成等面積等形
之兩分相離各容電氣之數相等若電氣之數與邊限同
增則濃不變

將相等之三球各球容電氣之數相等或分連或共連於
測器則共連時之濃與分連時之濃相等雖多球亦然

將若干面積平分二分相離而容電氣二倍其二分之邊
限等長則電氣之濃與面積之平方有比如用一測器準
試二分則測器指之數為獨試一分能容之電氣數二倍
即所容電氣之數與面積有正比

將電氣若干數容於相同之兩瓶則兩瓶之電氣濃各僅
等於容於一瓶者四分之一濃與面積之平方有反比也
若兩瓶相連而測之濃不改而數則為二倍濃相同則數
與面積有比也

來頓瓶之面積不改則濃與數之平方有正比電氣數不
改則濃與面積之平方有反比故電氣之濃與數之平方
以面積之平方約之有比設丙為濃午為數申為面積
則

此式為電氣容於相等而分離之面電氣數與面積同增
而電氣濃不改者如連容電氣於等大等式之來頓瓶是
也

電學卷一下 摩電氣

英國 瑪德著

英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐廷寅 筆述

電氣傳行之速

第三十五節

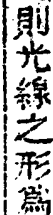
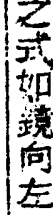
電氣之行速極大意思所不到尋常極大之速與電氣之行速比略同於靜物與尋常極大之速比試將有輪之輪轉動極速至不見其輻忽發電氣光飛過則忽見各輻停而不動此因輪轉極速而電氣光飛過之頃輪所轉過極少目不能辨也故電光適發忽見飛蟲之翅亦似不動細孔放出之水條分成滴滴也

用厚紙圓塊作三半徑線分為三等分將黃紅青三色分加於三分之內以圓心為心旋轉極速則不見三色而見白色此即紅黃青三色相合而成之理同日光之白色若有電光忽過則不見紙塊之動而能分見三色焉

韋思敦以此理設器測定電光忽過之時不及百萬分秒之一其器用平圓回光鏡轉軸平臥以多齒輪使速轉每秒時得八百轉準回光之理影之角速得鏡轉速之二倍故鏡所回之光點每秒時有一千六百轉若見電氣光星在鏡內之回光能長至圓弧半度可知電光忽過之時必為十二萬二千分秒之一乃用黃銅絲長半英里中點與

兩端有斷處使電氣傳過時必成三火星兩端之火星如在鏡上能差圓半度則電氣速每秒為五十七萬六千英里此為電氣自線之此端傳至彼端也若依為正負二電氣自線之兩端同時彼此傳行則二外端之電氣星方向不變止有當中之光星有差而速為前數之半即一秒二十八萬八千英里

用此器之時所得之各事如下

鏡行之速大於限則三火星引長得三平行線鏡速愈大線愈長所見最大之長為二十四度即二萬四千分秒之一鏡之速小則三火星之點正在一垂線內轉速大而鏡向右轉則光線之形為  之式或  之式若電

氣獨為一路傳行則必如末二式也

電學家測電氣之速所記之數大不相同

美國華家用電報鐵絲每秒速一萬八千七百八十英里
美國阿彌治理用電報鐵絲每秒速二萬八千五百二十四英里

法國飛素與顧內動用電報銅絲每秒速十一萬二千六百八十英里

法國飛素與顧內勒用電報銅絲每秒速六萬二千六百英里

英國固林回志卑利志周不勒也司天文家用電報銅絲每秒速二千七百英里

英國固林回志與愛頓不格天文家用電報銅絲每秒速七千六百英里

右各數之不同因各質傳電氣之性不一且未計旁靜附電氣力見第二十九節及電氣之濃數與連傳電氣時之長短也

傳時若短則靜電氣時與動電氣時或相合為下

放電氣傳過動物 第三十五節

放來頓瓶之電氣傳過人身入所易覺

電氣少許傳過人之脊髓入必傾跌電氣極多人必死

動物之極難死者以多電氣傳過其身亦易死鱈魚即為

動物中極難死者反馬路末試用稍多之電氣傳過鱈魚

之身立死初知來頓瓶之時華得生使多人以手相接列

成圍而第一人切來頓瓶之外皮末人切瓶上銅球中處

之人所受電氣力覺小於兩端之人此可為電氣二邊傳

動之據也乾隆十二年以來頓瓶之電氣傳過倫敦達迷

斯河大橋處之河內又以電氣傳過二英里長之路又奴

里以電氣傳過兵丁一千三百名又賈都斯天主教廟五

千四百尺長路中之人皆覺有電氣

動物被電氣擊死者腐爛速而甚臭血不能結

初知來頓瓶之時以為大能治病用治各病病情相反相

合俱所不計是以不能取效以為無用而厭棄之然治手

震身震四肢拘連骨節疼痛抽搐之病此病四肢不能自主及數種

耳聾目視不明之病頗有效驗今仍用之

電氣化學之理 第三十六節

電氣傳過水中水即化分成氣胡拉斯頓用極細之金絲

安於極細之玻璃管內而封密之將管端磨成極細之尖

使尖徑為七百分之一至一千五百分之一同法作

二管同安於水內使二尖相距八分之二至二十分之二

之一發電光星射過水即化分

將水少許以立底末司染成藍色放電氣傳過則藍色變

為紅色而盛管內之空氣則減少英國人不利司得利初

知此事賈分弟詩謂其變紅色之故因成硝強水也

法辣待所著電氣書內云用摩電氣使各質化分可用空

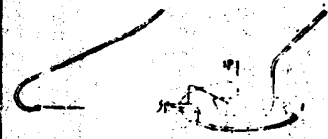
氣一極其試法如左

一用黃試紙即達普利長三寸溼以鈉養硫養水安於

玻璃片之邊距放電氣之物約二寸如第五十六圖再將

錫箔一片鋪於玻璃片之面用銅絲一條如甲自摩電氣

圖六十五第



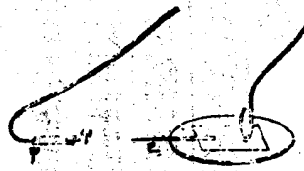
器傳電氣自辛點至試紙內而在
卯點散出所用之摩電氣器力大
者轉四十周至五十周之後紙端
卯點必見棕色知鈉養硫養必已
化分而所餘之碱類令黃色變棕
色也

二用藍試紙即立低末

溼以鈉養硫養水切放電氣器之

端如第五十七圖甲將端封已尖已尖連於摩器之收筒
不久而紙之兩角變色因兩角自空氣收得電氣而化分
成配質也將黃試紙一端闊一端尖溼以鈉養硫養水

圖七十五第



連於摩器之收筒尖端對已尖
亦即變色因化分而成本質也
再去其傳電氣之銅絲則電氣
自黃紙之角散於空氣內亦化
分而生本質

法辣待用電氣依對極之理化分物質如第五十八圖用
白紙一片上蓋玻璃一片玻璃片上安錫箔兩條如甲乙
一用丙銅絲連於摩器之反墊一用庚銅絲連於摩器之
收筒更用鉑絲兩端鑿之使已卯二點為化分物質之極

圖八十五第



點切於藍試紙而浸食鹽水或鈉養硫養
水則已點速生紅色或藍試紙浸輕綠水
則已點不久而漂白卯點無變若切於黃
試紙而浸鈉養硫養水使摩器轉二三周
則卯點變紅色轉二十至三十周則卯點多成碱類將紙
轉移令所成之紅色至已點之下再轉摩器不久則碱類
不見而紙仍還黃色在卯點之下則又生紅色再將藍試
紙與紅試紙同浸鈉養硫養水同安于玻璃片上使已點
切藍紙卯點切黃紙將摩器轉數周則藍紙生碱質黃紙
生碱質

試此各事慎勿使電光星自空氣內附過因若附過則藍
試紙變紅色附過浸鉀碘水之紙則生碘電氣光星之變
化與電氣之化分必慎辨之故欲用電氣化分物質慎勿
使電氣附過也電氣光星自空氣內附過之變化即使空
氣之養氣與淡氣化合成淡養甚濃藍紙變紅而鉀碘即
有碘化分矣

電氣之吸鐵性 第三十七節

摩電氣之吸鐵力雖不及化電氣之大然亦能易現而有
定據
將鋼針無吸鐵性者橫加於紅銅條上中隔玻璃片或象皮以

來頓瓶放電氣傳過紅銅條數次鋼針即變有吸鐵性細觀針尖容某極之吸鐵氣再將第二鋼針安於紅銅條之下同法為之再觀針尖容某極之吸鐵氣必與前針相反前針在電氣路右邊之端指北後針在電氣路右邊之端指南

用蠶線包於銅絲繞成螺絲管內安鋼針以大力摩器之收筒放電氣數星傳過銅絲則鋼針變有吸鐵性用來頓瓶放電氣傳過銅絲則鋼針之吸鐵性更大試針之南北極再安於銅絲管內令針之北極在電氣路之右邊再放電氣數星則針之南北極與前相反

多電氣傳過測器之銅絲則針雖偏而不多若用溼繩長三四尺連於放電氣之桿則針偏更多因電氣之速減小也電氣放火藥必減電氣之速與此同理自法辣待所試知電氣能使測器針偏之力與電氣之數有正比而與電氣之濃不相關

八來頓瓶相連用溼繩長約十寸連於大力摩器而轉三十周則測器之針偏五度半另將同尺寸之七來頓瓶與前之八來頓瓶相連共得十五瓶仍使摩器轉三十周則測器之針仍偏五度半再將摩器轉六十周測器之針即偏至十一度乃其據也

第五章論空氣之電氣

空氣為容電氣之大源 第三十八節

地球外也之空氣容各法所成電氣其數與濃與正負各處各時不同略是天晴空氣燥爽時為正天陰空氣雨溼時為負高處電氣之力大於低處冬令之力大於夏令空氣靜而無風時濃於有風時

亨不得遊行南北阿墨利加近於赤道之處時時試空氣內電氣之改變而作書今錄其一如左

在鴨布辣河岸大風之時見空氣之電氣初為正後為中立再後為負相換數次又在啞喇伯山巔大風雨時亦見如此又在亞辣固亞谷內亦見空氣之電氣與下霧同增用弗打測器測之至日落時現正電氣有時日間電氣成中立有時增至甚大不久而即略無云云

空家之電氣每年每日不同 第三十九節

空氣之餘電氣每年自英國七月至十一月杪濃始增大每日之二十四小時內有兩次極濃兩次極淡日將出時為第一次極淡至日已出濃即漸增後則其速甚速日出後數小時為第一次極濃過此而後濃即漸減至日落前數小時為第二次極淡日臨落時其濃即增至日落數小時為第二次極濃此後濃又漸減至日將出時為次日第

R 3. 2004. 9. 1. 21

一次極淡每日皆然

英國紀和星宮羅榛子自道光二十年起至二十八年七月止共三年又七月詳察空氣之電氣而記者共一萬零五百次內有正電氣一萬零一百七十六次負電氣三百二十四次其正電氣次數極多者在辰正共有一千零四十七次其正電氣次數極少者在卯正共有五百六十六次電氣極淡在丑正自此至卯正電氣之濃漸增自卯正至辰正之間濃增甚速略為二倍辰正而後濃增較慢至巳正而極濃乃始漸減至申正為日間之極淡與夜間之極淡相對自申正至戌正濃增甚速至亥正為夜間之極濃更濃於日間之巳正自亥正至子正濃減甚速子正至丑正濃減無幾

正電氣一萬零一百七十六次內在夏令五千五百十四次在冬令四千二百六十六次夏令之濃較冬令為平均夏令亥正至子正減淡亦不少而極淡在丑正此後濃漸增大至巳正而極濃至午正而又減至極淡即又漸濃至酉正而速增至亥正為極濃此後至子正濃減甚速冬令之濃較夏令更甚冬令極淡在寅正此後濃即漸增至卯正速增至巳正而極濃此後濃乃漸減至申正而極淡即又忽增至戌正而極濃此後濃又漸減至子正而減甚速

冬令與夏令每日俱有雙進數易見極濃極淡時亦易辨其時大略有定電氣濃時多有下霧電氣淡時多是天晴因此人疑午前午後之極濃多因空氣含水質之多也其水質或見或不見

英國人白爾得云每晝夜電氣之濃漸增極濃之時有二略相距十二小時兩極濃之要者在亥正次者為巳正兩極淡之要者在寅正次者在申正總之電氣每日之改變其極濃極淡依太陽之有無每年之改變則略相反太陽在赤道之南乃為極濃又空氣含水質多之月內亦為極濃凡日落時略比日出時更濃

空氣內不多有負電氣故不能其每日內何時為最濃惟有之時每有大雨或雲成捲層捲堆故以為負電氣係捲雲所成

卑利智國京都星臺官願得來自道光二十四年八月起至二十八年十二月止詳察空氣之電氣而記各事由其所記者得三事

一英國正月空氣之電氣常最濃自正月至六月漸減六月杪為極淡自六月至年終漸增

二每年之極濃極淡有六百零五與四十七之比即正月電氣力略為六月之電氣力十三倍

三極濃極淡之較天晴時大於天陰時但六月與七月無論天時晴陰略同

願得來又見臨雨時與雨初停時電氣或正或負其力俱大記之四年見負電氣僅二十三次者在大風雨之或前或後

願得來得五公理略與白爾得所得之公理略同

一空氣之電氣在某高處而測之則每日常有兩次極濃與兩次極淡

二極濃極淡之數年內各時不同

三夏令日間極濃時在辰正之前冬令在巳正夏令夜間極濃時在亥初冬令在酉正所以兩極淡間之時在夏至節為十三小時餘在冬至節為八小時

四日間之極淡夏令約六小時冬令約一小時

五周年每日電氣濃淡之中略在午初

白賈利亞與唐生考空氣內之電氣 第四十節

白賈利亞考知十五年之內天晴而空氣容負電氣僅有六次唐生考知四月五月內有數日天晴而空氣暫有負電氣此時風俱忽改方向或自來北而西北或西而西南唐生論有負電氣而風改方向之理曰地面上不甚高之空氣內常容地面同類之電氣樹木與高草之頂電氣必

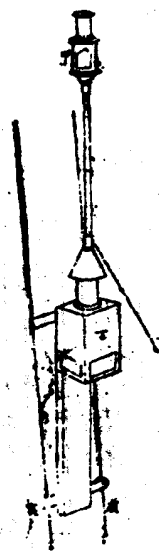
濃故常現火光或能見或不能見如古人所言加司托與巴勒克光也今人在地中海見火光名生脫暮光皆因地球之電氣入於空氣內也可知天晴時下層空氣必容負電氣惟近於地面處則電氣力最大而仍為正若下層在某處為兩相對之風吹上成捲柱形則負電氣力大而地面之電氣又為正果如此則天熱時所常有之小羊角風能減電氣之濃或能使平常之正電氣變為負電氣也

考下層空氣空電氣之器 第四十一節

記和星臺之候器用圓錐形薄紅銅管高於屋頂十六尺上有收電氣之小器有轉帽以絲絲使高低用螺絲連于堅固之黃銅管黃銅管用油石灰連于玻璃管管之下端作侈口磨平連于架上而牢固用小油燈火日夜不熄燈之紅銅烟通入玻璃管下端之內而不相切使其下恒煖黃銅管下端有三輻或四輻相交於中心測器與辨器連於桿上收器入轉帽之處上有倒覆之紅銅圓蓋可以庇兩依此法則候器之要處與收器俱不能通地惟底架有通地之桿可免房屋為電氣所擊

英國固林為志星臺之候器如第五十九圖與記和之器略同乙為紅銅管甲為燈居於管上燈火日夜不息燈在銅管內能移上下銅管下端接玻璃管玻璃管下端作侈

第五十九圖



口內有紅銅管管下有木壳如下木壳內亦有燈使紅銅管與玻璃管恆煖玻璃管上有銅管銅管有銅絲已通至候者之房內

記和與固林為志二處所用之測器係亨利所創有稻草一條端連樹心球成攝其推動一球以二極細之鋼樞轉動又用弗打測器二第一器得若干乃便二稻草彼此相離之數指圓弧可記之弧上之分點指稻草相距之半每分十六分之二而各相等二稻草端所對半角之正弦為直線相距與容電氣之濃有比等二器每分等於第一器之五分稻草重於第一器之稻草其比能得分度有五與一比所對半角之正弦亦與電氣之濃比與第一器相同第二器電氣之濃亦為半角之正弦故濃相同則正弦之長與第一器正弦之長有比如容電氣力能使第一器二草成三十度之角必能使第二器二草成六度之角又第一器有十五度之角第二器有三度之角力均相同亨利測器之一度略等于弗打第一器之百度加將弗打第

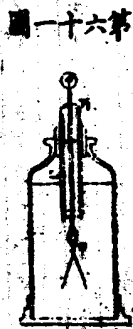
一器之各數變為弧數則亨利第一器與第二器俱可以圓周之度命之而可正弦表得其數弗打測器安於候器之底架上如前圖帽與傳電氣之帽相切亨利測器用螺絲連于橫輻之球

金箔測器如第六十圖甲為銅絲下端成錐夾連金箔銅



絲通瓶之玻璃塞中如乙塞與瓶口相切甚密如丙瓶有金類厘如丁瓶之中有黃銅一條如

戊戊用螺絲連於金類座瓶頸之外內鋪火漆一層瓶底之外有席草圍圍之圈之內外鋪火漆內再有鈣線令不通地全器用玻璃罩之不洩氣

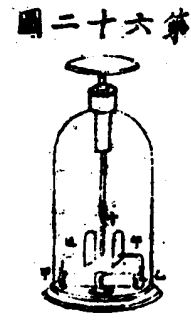


辨器如第六十一圖用薄極之來頓瓶以黃銅管為內外二皮如丁與乙有銅絲甲連於丙皮丙外二皮距瓶口俱約四分之二三內外二皮之面均上

火漆一層各物備時安於大瓶之口內為塞大瓶有金類為座銅絲鉗甲夾連金箔二塊金箔之長不足與大瓶之內面相切大瓶內外俱上火漆一層每日早晨容滿負電氣於此器而合法能一日不散將器安於架上離房屋之候器數尺用手移近候器而相距依容電氣之多少電

氣若為正則金箔翁而移開仍能張電氣若為負則金箔張更速試時無論電氣數之多少不能減房上候器內電氣之濃不能傷壞金箔

不能不格顯器如第六十二圖甲乙為發電氣堆詳後共有

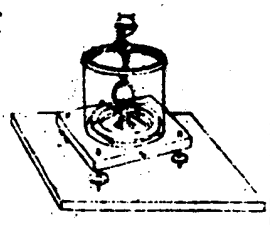


五百對各對之徑俱四分之五
一壓緊之時長二寸至二寸半
兩端連以曲銅絲銅絲兩端有鍍金之板如已卯為正負二極

板長約二寸闊約半寸平行而彼此相對金箔挂於其中問如丁恰其正中使二板對金箔之力相同而金箔必中立不動如顯電氣器之帽有極微之電氣則金箔之中立性亂而必向其異性之極

白底愛測器如第六十三圖其法以指南針能轉動之力代固倫伯用線之扭力如前圖有

圖三十六



大銅桿通過玻璃罩外上端連球下端連於亞布內脫圓板此板為器底桿中作圈圖內容小指南針載於銅絲之尖上能轉

動用法轉動全器至指南針停止不動時將電氣容於上球則電氣傳至銅圈而指南針必偏指南針偏若干度即

知電氣之力英國造格致器之人愛里亞德之造法將針與推針之板俱用打馬膠與肥尼司松香油使不通地則容電氣之後不烘乾房內之空氣電氣亦能久存雖一日後所散去者不過半也

唐生測器 第四十二節

分圖測器用玻璃管長約一尺如倒覆之來頓瓶以細鉛絲挂鉛針能與管之內面相切鉛針在黃銅圓筒內圓筒中線分隔為二半二半彼此不傳電氣又電氣不能傳至器之別處鉛針連回光小鏡能回燈光於圓柱之面

器內安浮石常漬濃硫酸強水硫酸強水收水氣而使極乾來頓瓶容電氣之時針亦多容電氣所以更靈而能覺外有電氣之力如將分隔之圓筒一半通地一半通於不通地

之積水大器器內之水能自極小之孔恆速噴入空氣內如前圖則圓筒能收空氣之電氣將所挂之針或引或推器外有定回光鏡與針之回光鏡等高此鏡亦能回照燈光於圓柱面圓柱面色照相之紙圓柱帶轉於時長鐘每十二小時或十八小時或二十四小時轉一周依所用之齒輪

另有圓柱透光鏡能照燈之回光成光點針不動之時針之回光鏡與定回光鏡之回光在包照相紙之處注外

X 2 1 1/2

光點圓柱轉動點變為直線即為。度針依空氣之濃而轉則針之回光鏡之光點在圓柱面移動而成曲線與自記測吸鐵力器同理又有測器形如扇能定來頓瓶二十四小時所散之電氣此為倫敦內造此器坊人名愛利亞德之說再欲求其詳可親赴伊坊問之房內常用之測器第一件用火山石玻璃之薄瓶其形如鐘內外有錫箔如來頓瓶內面之下無錫箔而盛硫酸水第二件用金類作圓柱形壳內容玻璃瓶壳與瓶口用石灰在外邊相連壳高於瓶口約一寸半向下至全器之金類座壳能護玻璃瓶不致打碎而危險第三件用厚玻璃作蓋邊鑲金類能蓋於圓柱形壳之上第四件為測扭力頭略同固倫伯之扭力測稱如第六圖在玻璃蓋下面之中挂玻璃絲一條玻璃絲通於蓋中之孔第五件為鉛針連於玻璃絲之下端在玻璃瓶之中稍上又有甚硬之鉛絲在鉛針之下而正交略至瓶底第六件用極小之鉛絲其長能至距瓶底八分之二一浸於硫酸水內第七件為金類圈連於瓶之內皮能連二板二板之方向能推鉛針之二端又有桿能阻針之轉多於四十五度第八件用極細黃銅絲作籠籠之架亦用黃銅絲上壳用二玻璃柱托之能圍針之兩端與兩銅板與銅板相距極小處亦有四分之二第九件為容電氣之瓶連於金類圈自瓶口通出至

外壳之外邊外邊有孔常有金類帽蓋之容電氣器周圍必距此孔四分之二第十件為傳電氣之桿連於黃銅絲籠自瓶孔通至壳外孔徑約四分之二

此器能測易傳電氣兩物所有電氣能力之較如第五件鉛針推針之板第七件金類圈第一件瓶之內面三者電氣之能力與第八件黃銅絲籠籠常以第十件外伸之傳電氣桿連於所欲試之容電氣體此器內其二物用金類相連任容若干電氣針毫不動若器之二物連於外之容電氣兩體而容電氣體之能力不同則鉛針必離二板再將上之扭力頭轉動而至某方向扭力所轉過之度與二物電氣能力平方有比

尋常用器時自第九件通出使來頓瓶之內皮容負電氣再使內銅絲籠通地即以第十件外伸之桿通於地內而依扭力度數之平方根觀來頓瓶之能力此數名為地電氣力數如瓶內之空氣乾則所容之電氣能存多日尋常一日內止散百分之一用器時第九件容電氣瓶不動而通出之孔有金類帽蓋之第十件銅絲籠之傳電氣桿連於所欲試電氣之體而扭過其針至定位扭力度之平方根為所試體與來頓瓶之內皮二能力之較此數或為正數或為負數與通地之電氣數相較則知所試體之電氣

與地之電氣相較若不論地之電氣數而令爲○則所得之數爲所試體電氣之能力數

唐生又設測器其造法之理與用同於前器而易於搬運惟有五要事能在同時或略同時試數處空氣容電氣之數一也能在不同時試一處空氣容電氣之數二也用某料隔電氣不通地而觀若干時內電氣能散盡即知各種料傳電氣之難易三也試發電氣器動別物之力四也試某法所發電氣之性五也

唐生測候簡器 第四十三節

用水筒置於桌上或房內隔上自筒有小管通出牆外其端距牆約三尺有噴水小孔筒內水高十寸噴水甚慢令無須常添水則能收空氣之電氣甚速此器不通地設稍通地則可減去水噴出成滴之速每秒爲百分之五故候空氣電氣用之與全不通地者相同

唐生在因弗固來之地用此器安於第二層樓近窗之桌

上窗開約一寸以管伸出於外不切於窗管口距牆二尺半略與窗之下邊同高桌上有分圍測器如第十二節器用白薄玻璃來頓瓶代日耳曼玻璃瓶因日耳曼玻璃瓶不善容電氣也

測器之針必用十三度半或十四度之扭力方能回至○度發化器用鋅與銅各十件不用強水而用淡水候之四日得三十度至四百二十度即自房邊平測之空氣每尺所有電氣之能力等於鋅與銅之九件至鋅與銅一百二十六件試時天色或晴靜或無風或微有東風有半小時內暫覺微東風測器二次至四百二十度之上

唐生向來見天晴與東風之前或適有東風測器現正電氣甚多至風過後而減少此其徵也故凡天晴時見測器現正電氣增多則必速有東風矣

測候電氣銅絲 第四十四節

顯路子在英國不路末非而勒用銅絲長千餘尺挂於樹上用管托之回克司在英國山得爲志挂銅絲於二禮拜堂之塔長一千一百尺皆以測候空氣內之電氣也

52 mm 7/17/18

此相離或伊容正電氣或因容負電氣不定至雲邊與銅絲正交則見銅絲端之銅球與溼地上銅球之間放電氣數次用大來頓瓶連此銅絲則電氣之力增大而放之次數更平均其二銅球有螺絲能改遠近初時一分時放九次或十次爲負電氣暫停數分時或數秒時則放同力之正電氣可見雲必有二層各容異性之電氣後有雲一層放負電氣每分時放之次數多於前其次數與雲之大小與力有比再暫停數秒時又放同力之正電氣知雲之第二對正負層行過也每過一層其放之速加大力亦加大久之至連放而正負改變之時僅暫一小停矣力大之時使球相距稍遠亦能放過雲之中心正對銅絲之上方爲極大窗戶震動有聲房外有雷聲時房內二球間放電氣亦有大聲令人恐懼雲漸行過則正與負電氣之力減小至無用金箔顯器試之亦無所顯矣

下霧時之電氣 第四十五節

克路司曾於英國十一月濃霧之時測之錄其記曰數年前十一月天甚陰數小時內有西南風及甚濃之霧又有雨過地面觀風雨表見水銀低降觀寒暑表見熱度小房外有包難傳之銅絲長一千六百尺兩端挂於二小山之頂引電氣至房內房外有難傳之四器內一器雨霧而甚

溼辰正至申正屢次試之絕不顯電氣用增器與倍器亦仍然絕無蓋電氣能由銅絲自行散去也另將銅絲連於十八寸徑桶形摩器之收桶而速轉之以金箔顯器切於銅絲亦絕無所顯試之多時而厭棄之取書閱觀至申正忽聽收桶通地之銅球與銅絲所連銅球相距一寸之間發一電星有爆裂之大聲不久又有一聲繼乃更速至略相連再至漸無後再放異性之電星力與前同電星速時火光極亮目視即眩共五小時之久而停

測高處空氣內之電氣 第四十六節

測高處空氣內之電氣可用弗蘭克令之風箏惟天晴時亦常有多電氣樽過繩而至地故必極慎英國人名史德成曾於天有雷時放風箏今錄其記曰是日風小而兩甚大風箏難升最高時僅一百五十尺下用蠶絲線接之欲其不通地也被雨所溼仍能通地然見連於線與地面之銅絲在溼絲線四寸長之處有電氣甚光亮不發火星而成樹枝形活動其聲如鼓有時見銅絲之下近於地面之處發大光星放風箏之線在空氣內亦常發聲同於大羣鵝之聲又或有刮物之聲與震動之聲繞風箏線之軸則周圍有紫色之電火形如樹枝其各枝過空氣至地面青草葉地面青草葉十餘尺之周內俱發

光又見絲線在銅絲與繞放風箏線之鞦韆有球形火經
過甚光亮

用一風箏而不足至空氣容電氣處之高必放二風箏或
三風箏同串於一線其法先放一風箏至不能再高將線
之下端連第二風箏放之至不能再高將線連第三風箏
放之至有電氣之處依此法知最高者為中者之正電氣
中者為下者之正電氣下者為地面之正電氣

天空雷電 第四十七節

電學初興人見用器所發之電光星與天空所發之電光
星相似康熙三十七年胡勒亦言之雍正十三年固來謂
其實是相同惟力有大小之別耳乾隆十四年奴來亦述
固來之說而得據更確乾隆十八年弗蘭克令用風箏引
空氣之電氣至地面而試各性由此知空氣之電氣與用
器所發之電氣相同之實據

弗蘭克令記其所試云用輕木二條正交相連成十字形
以絲布手巾之四角連於其四端下加一尾面繫總線而
連長麻線於風中能升高與紙風箏相同用絲布者欲其
能耐風雨也上角連尖鐵釘釘之下端連於前之長麻線
長麻線之下端連於鑰匙鑰匙之孔繫以絲繩繩人手執
之於天將雷時率其子至曠野私放之如其子所放者防

不成而被人誚笑也立於棚下以免絲繩受溼而傳電氣
至手不久即有大雲行過風箏之上意其若有電氣則麻
線之外毛必直立觀之多時竟無之將指近匙絕不發電
氣久之而麻線近匙處之毛直立手指近匙能發大光星
因雨而線溼更為易傳匙乃多放光星其電氣足能容滿
來頓瓶容滿而放之與用器所發者同

法國人得利巴雖先已試得光星然仍用弗蘭克令前所
告之之法故考知此事之功當歸弗蘭克令也

弗蘭克令試得之事佈傳各國各國之人多有親試之者
法國人路馬司作風箏長七尺線內有極細之銅絲長五
百八十尺乾隆五十六年八月十六日放之得電氣火星
長十尺乾隆十九年俄國京都人名立知門放風箏被雷
擊死因此知雷電確係空氣內之電氣所成大雷之時空
氣內水質所容電氣甚多依附電氣之理空氣內有質容
電氣則必使地面相對之處有異性電氣而其間之空氣
質點成對極之狀電氣漲至限而空氣質點再不能當則
必附過其力大小不等所以雲與地球或容異性電氣之
二雲同於來頓瓶之內外錫箔其間之空氣同於來頓瓶
之玻璃雷擊之聲同於放雷頓瓶電氣之聲亦同於摩器
收筒放電氣之聲皆空氣之震動也空氣之震動乃電氣

附過故也。此成擊之故有二說。一說電氣附過空氣即開一路與礮彈相同。過後空氣忽流至所成之路內。一說電氣在附過之質內忽然化分而再化合也。雷聲之甚長者。聲傳過空氣之慢也。二說之內。第二說更合於理。歷試電氣略知電氣不似定質。自此點開路而移至彼點。實似震動而以別物之凸凹力傳過也。準第二說則放礮彈速行當一路有大聲矣。無是理也。

天空雷震前後所現 第四十八節

電學家白加利亞論雷震之前後天色所有之改變。空氣內先成濃雲速漲大而上升至高處其底黑而略平。其頂成彎形有時數雲上下相疊彎形俱相同常有相連漲大成更大之彎形。空氣內別處常有分開之雲狀甚奇而不動。雷雲上升時則周圍別雲隨之同上至相近之時則變成略與雷雲為同式。後與雷雲相連成大雲有時雷雲不必有別雲相連亦自漲大所有近於雷雲之雲外邊之色白愈近雷雲愈黑。

雷雲如此增至甚大底成亂形鬆開數塊而向地面仍相連有時下面漲至甚大凸處向地面有時雲之一邊俱向地斜而下端幾與地面相切已漲至甚大成式時人立於其正中之下向上望之見雲漸下愈下愈黑另見多雲在

其下亂動亂動極速之時即多下雨若動極猛即下雹矣。雷雲在寬廣地面之上漸漸漲大全體四面發電光體積甚大則電氣自雲內擊至地面能如此之時愈久則雲愈薄而黑愈少。至久而雷雲散開數處自斷斷處能見青入最高處之雲平勻鋪開甚薄下者黑而薄漸消去而不見非被風吹去也。

雷震之時電光之形各不同有時極亮極速極大有時自此雲行至彼雲路闊而易過有時自雲行至地面路彎曲有成球形落下甚速俗名火球有誤為定質落下者雷聲亦依地面之狀亦依所過空氣之多少亦依人在之處有時聲似大車滿載亂石忽倒者有時似連放多鎗者此必立隨電光而來初有大聲後連而漸小似漸遠或漸回者或似遠處放大礮者可知電來甚速。

雷聲雖久電光速畢速極幾不能測蓋光動極速故電光一霎即滅也。無論電氣行過之路遠近皆然而聲之傳過空氣則慢依法國試過者空氣之熱六十度傳聲之速每秒一千一百十五尺電光若行過數里之路則聲在近處者必先到漸遠之處者必次到最遠之處者未到故聲長而大小與回聲皆不同矣。

唐生曾用易動之測候器 如第四測日間發雷時空氣容

之電氣每聽有雷聲觀器之針忽動知其處電氣之能力忽改如動多則能聽得雷聲約能知何動屬於何雷聲與見電光可略知何光屬於何雷聲同觀針動至雷聲聞之時推得最近者為四英里至五英里此各次俱未見電光也

測候器點燈之處電氣有時為正有時為負依針之動法想有時或增正電氣減負電氣與減正電氣而增負電氣其時之多少相同

天空電光分類 第四十九節

法國博物士阿辣果分天空之電光有三類

第一類長而窄邊清色白有時色紫或茄花路曲折而直有時遇地面上之物分成叉形必自一點分開
第二類鋪散甚大上下邊不能分清色或青或紅或茄花動速與力不及第一類常不離電雲之邊

第三類多而相聚阿辣果名為球形電光平常長而闊而彎曲霎時而滅此則可歷時數秒而有移動之狀

哈里司論雷電云每次放電氣路間空氣之冷熱濃淡溼乾等事不同而放過之電氣數與光亮亦有異故電氣有各色也空氣所容電氣不多而附過成彎路則電星引長見成光線其近地面時而分開者水手名為叉電若不分

開而成長彎線者水手名為鏈電如雷雲與人之間尚有雲遮隔電光自更遠之雲照回而來者水手名為被單電此種時有大雲全發光亮彩爛奪目水手名為球形電亦是發電氣而生常有閃光帶不甚清即電氣附過之路其路內之電氣甚濃而力大故路前則空氣甚緊而電氣難於附過乃成光點甚亮照於周圍之空氣甚遠故人見為大徑之球形也

有時見火球之光能存數秒不滅或因發彗形電光如第二節或粘光十節丙可想見雲與地球之全電氣未放之時最近之質點欲放電氣至相鄰之質點逐層遞放有漸放而不忽放之意

雷電時免躲身之穩處 第五十節

人在曠野遇有雷電不可近於樹木見電而速聞雷聲知其雷雲甚近矣以臥於地面為最穩躲於低棚或馬車或矮房或低橋之下亦不甚險若在高房或高樹之旁必相距二十尺至三十尺之遠始可穩妥雷擊高物則周圍不甚高之物可以免害切不可在有水之處水質易傳人身高於水電氣欲至水內必以人身為傳過之路也人在屋內立於房內被覆之中亦是穩當若近於烟通及近房內拉鐘之銅絲或鍍金或包金之物俱是危險烟通內之食

及金類皆極易傳故也臥牀上而下有厚褥上蓋覆被俱是難傳兩不通地亦可無害若躲入屋內地板下之房亦甚危險凡雷擊房屋下層受害常最大也

電氣反放之力 第五十一節

距雷電震擊處即雷電直放之處二十英里之遠偶亦擊人至死可知電氣反放之力也大雷雲容多電氣而兩端近地面兩端之電氣與地面之電氣同類則必相推若異類則必相引而放過此端放出彼端必引地球之電氣以補之此之謂地球反放雖偶有擊人至死但其力必不及直放之大

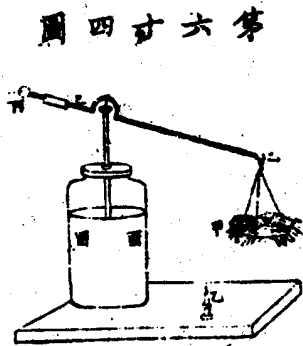
免房屋雷擊之桿 第五十二節

弗蘭克令初設引桿護屋可免雷擊之害法用金類桿頂高於屋頂底低於屋基使能引電氣至地內而不傳過屋內桿用紅銅條最宜徑約一寸上高於屋頂數尺下入地至恆溼之處愈近屋之外牆愈好凡近他通地之金類處當與之相連若不相連則電氣能分出其半附過而傳至地附過即擊之也相連則傳過而不附過矣故不通地之物雖不相連亦無妨也凡電氣必擇最易傳之路而銅桿即最易傳故電氣順之而下不覓別路矣所以用此法可免他物受電之擊也

房屋多而相連者當有二桿或多桿各桿用銅條相連哈里司云最易傳者用紅銅管徑一寸至二寸體厚五分之一每條長十尺兩端作陽螺絲用兩端作陰螺絲之短管接之

天空有電氣甚濃則引桿之外面有粘光與嘶嘶之聲桿之體積若足雖有此光不發熱而不危險其光略與前言第二十節之粘光同類桿放電氣入相近之空氣內亦同於北曉之光又同於抽去空氣之罩內之電光

哈里司論電氣之書有試法可明尖體能收雲之電氣而不引其雲如第六十四圖丙己乙為黃銅小桿中成一彎彎中有小釘切於來頓瓶上之板周圍能轉動甲為貼金箔之輕木圓板用絲懸於銅桿之乙點如天平之盆內盛長紋之棉花吃為尖連於能傳之座板西酉為來頓瓶亦在座板上依法將來頓瓶容電氣則盆內棉花之絲即直伸而為座板所引似地與雲有相引之狀銅桿丙己乙必向下斜若將桿轉過至棉花與吃尖相近則銅桿漸向上而回至平其吃尖能滅二對力若棉花甚近於吃尖上時



第六十四圖

能有嘶嘶之聲銅桿能回至平可知甲盆不為吃尖所引而反為吃尖所推可明天空容電氣之雲與地面之高體彼此相推也

哈里司又有試法能證電氣不能離易傳之路而擊路外

第六十五圖



第六十六圖



之物將金箔數條置於紙上如第六十五圖以多干八平方尺之來頓瓶之電

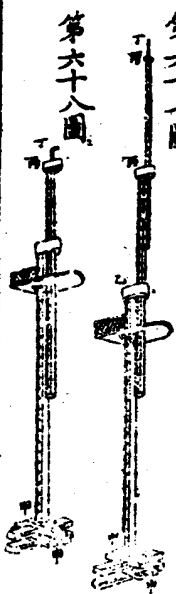
氣自甲傳過至乙則路內金箔必燒壞所成之形略如第六十六圖路外各塊之金箔亦壞可知未有電氣傳過不特路外之五十六四十五十八十九二十二二十三各塊未曾燒壞即餘各塊半雖已壞半亦未傷可知電氣必不離易傳之路而向左右放出也哈里司又云電氣必傳過最小阻力之路故四與五兩塊之間雖安汞爆藥亦往往不能燒故船桅與船體有不連於引桿之易傳之物必無危險所以戰船用引桿火藥艙內之火藥無慮為電氣所燒也

船受雷擊之桿 第五十三節

船上之引桿昔用紅銅鏈或多紅銅短桿相連常時藏於箱內每有不明之人雖至臨有雷電之時亦不取出而挂於桅是以雖有此物亦無所用也嗣英國有息挨者勸人用引桿宜恆定於桅上不可臨時懸挂哈里司亦設法佈傳各國各國戰船與商船皆用之

哈里司之原法印於咸豐二年之行海新聞紙勸人用銅皮之條自桅頂直至船之內脊銅皮用二層桅受大力而稍彎銅板亦可不斷又自內脊連至船外銅皮自桅頂至海水全有易傳之路電氣擊桅無論何處皆能引至海內而船別處不受傷

第六十七圖



第六十八圖

紅銅皮之條每條長約四尺列或二層二層之接端不相對桅內作槽以嵌之桅欲引長收短或收去一層電氣自桅頂至海內仍有易傳之路

船用引桿之益哈里司於咸豐二年行海新聞紙論云道光十年後英國戰船已用引桿者僅有十船道光二十二

生戰船始皆盡用二十餘年開往地球電氣最險各處船被雷擊者僅四十次內有多次皆由引桿引多電氣入海內而船與人未嘗受雷擊之害道光二十二年之前二十年内船被雷擊共六十次每次船俱受大害觀舊時船受雷擊之次數與用新法後爲三與二之比可知不但能引電氣入海且能使電氣不來擊船也總之英國戰船盡用此法之後戰船記事簿內未嘗記有戰船受電氣之害焉乾隆五十五年十一月英國戰船愛利分得被大力電氣所擊其受擊之桅未有引桿桅重十八噸徑三尺長一百十尺各處用鐵箍束之鐵箍有闊五寸厚半寸者桅體皆成小塊箍亦散開成塊檢其各小塊能成大堆道光二十年五月英國戰船帶杜之三層橫桅外端被叉形電光之一支所擊其橫桅無引路電氣必傳過橫桅而至正桅之引路故傳過之時將橫桅擊壞帆亦撕破燒壞又桅頂之旗桿亦被另一支所擊亦無引路而由此傳至正桅之引路故將桿相連之節劈開傳至正桅即循銅皮傳下而絕無傷損

海內爆發火山 第五十四節

海內爆發火山之時常有雷電交作亦空氣內發電氣也嘉慶十六年船主脫蘭特兒生美加勒海島近處海底有

火山爆開其報曰初見海面發多烟近之之時見水內有圓雲如輪轉動在下風之邊漸漸推出忽然爆開發出極黑之煙與灰與石成柱形前者未落後者又發連發多柱形愈發愈速上有分支如松林再變而爲白烟形如翎毛最密之處常有光亮之點其黑煙上成大體如雲順風飄蕩散大行過略與地面平行雲內如有龍取水俗名不及一小時見海面露火山之頂再歷三小時山頂有凹如孟口高於海面二十尺徑四百尺至五百尺每爆開而發黑煙之聲略同放礮放鎗兼有地震近處有石崖大塊落下定後往所新出之火山細觀之凹孟之口高於海面八十尺周約三里餘凹孟之底與海面相平內滿沸水全是浮石爐與大石塊所成

颶風 第五十五節

颶風或係電氣所生或係空氣所含氣質凝水散熱而生未有定據道光十九年法國京都相近之地者得內有颶風各物過之受其大害同時亦有雷電交作法國人白底挨報於法國博物會曰颶風之前久有雷聲電光第二雷雲忽降而其下半至地之時雷聲即停速現大吸力地面所有一切土塵等輕質皆上升向雲之頂再聽雷聲似在遠處又見雲成倒圓錐形周圍有小雲轉動升降甚速上

有火形如帽者得內之東南所有之樹木俱被吹散而西北之樹木安然未動風向者得內之圓與礮臺一路內之物盡皆吹倒吹壞路外則小樹亦未有壞此圓在山頂之上園內極大之樹木皆為拔出園牆屋瓦礮臺烟通及甚固之屋俱為吹倒樹枝與瓦片等為風帶去千餘尺風至山北池內之魚盡死樹木亦倒樹葉乾捲似遇火者再過柳樹二行之間體已減小漸行過平原之地至距者得內約三千尺之處分為二支一支散入雲內一支入地內風吹之時一路多發電光火球火星所吹壞之房屋數日尙有硫黃之臭房內之布帳俱變色白底挨又云此種颶風必是一路之風能引雷雲之電氣放入地內也常雷無此一路之風引雲之電氣入地內故與此颶風雷有別

龍取水 第五十六節

陸地所有之颶風與海面所有龍取水同類也格致家以為皆是電氣之引力所生茲錄不拉色末船主避器所記行太平洋時遇龍取水而船將壞之說云是日也雷電大作風力極猛風向屢次忽改行小螺絲之路兩甚大行曲線而下雨之聞見有龍取水近船而來形似飛鳥自濃雲成柱形而下至距水面約三十尺成螺絲形其轉之向與時辰之針相反被海面水泡所接而變直此時雨忽停

龍取水改其行向險將行過我船幸忽有大風又改其行向而漸退見其向上轉行甚速柱形漸變小至末而離濃雲成彎曲如浪又見火球落至海內大發電光繼有第二柱形第三柱形盡同再後三柱形合成大柱又分成三小螺絲形而散當時觀風雨表毫未升降觀寒暑表則降八分

龍取水之狀初生時如第六十九圖尾漸長至尖近海面時海面之浪亂動轉成螺絲形頂成凹而向上落下之柱形漸向下而接下凹似吸凹內之水者如第七十圖後距柱形右邊近處在上雲之弓形內落大雨龍取水漸收向



圖九十六第

圖十七第

圖一十七第

上海面之動更亂數分時內凹漸增大柱形漸小如第七十一圖再數分時柱形不見海面仍亂動追上柱形不見之後三分時而海面平

北曉 第五十七節

北曉之源嘗有多人設諸理解之皆不甚合後細考之知

略由空氣之電氣與地球之吸鐵氣同現也惟此二者之相關尚有所未盡

以摩器收筒之電氣傳過玻璃管內抽鬆之空氣所得光之色光之勁光之層盡與北曉相同管內空氣極鬆則數處有粘光之狀亦與北曉時空氣常有之狀相同

得辣里弗之試法用玻璃空球有圓鐵桿通入其內而不洩空氣鐵桿外敷厚層火漆使不傳桿端則否火漆外包紅銅圈切於球邊之紅銅圈再有一銅桿在鐵桿之對面通過玻璃球而不通地在球內與鐵桿不相切銅桿外端有銅鉤或銅球玻璃球又有一孔連塞門自塞門抽鬆其內之空氣銅桿端之銅球或銅鉤連至摩器之皮墊或收筒鐵桿之外端連至摩器之收筒或皮墊則正負二電氣必在球內二桿之端附過成電光鐵桿外端若切於吸鐵條之一極而慎勿通地則光變為圍繞鐵桿旋轉轉向依鐵桿之吸鐵性又自光圈發甚光之火條取去吸鐵條則光仍前式常名為電光卵

道光十八年十九年冬路丁在分蘭洲之西阿勒登海岸赤道北七十度蒲司加不之地見有北曉而記云每日中正至西正海面常有之霧頂成各彩色霧後有北曉之光故也霧頂漸變為弧形而漸升色淺黃弧之兩端如切於

天涯者弧頂恆在指南針之經線或有稍差而不多弧內漸生黑條與光線相間光線迭更漲縮時慢時速時忽發大亮忽減小光下端之亮極大其弧略合正圓光線之長不等而俱向指極針之北極或竟長至北極過此則各光線相交成覆凹形後則弧漸向天頂而升有浪形之動自此端至彼端極亮似移過有時連有如此數次甚速其自西至東之次數更多於自東至西有時光過而復回光浪自西至東移過自東至西復回迭更而動略與地面平行略如帶之曲折或如長旗風飄有時一端或二端離天涯則曲折更多更大弧改形如圈而分為數曲線光線之亮時甚大時忽小大時之光大於第一等之星時忽發成變如蛇後又變成各色弧底之色亦如血中為淺綠色餘為淺黃紫色極明光亮時減小時忽隱時漸隱而各色之位不改

色隱之後弧乃分碎再上升至近天頂而光線漸變短成平行大光帶之狀以視學之理求之亦可推算弧之厚再後弧心至指極針之北極時對其底之方向光線或略為大紅色帶間光線有綠色如有光浪行過則底成長彎浪形之帶雖如此變動而光線不向軸之方向搖動且彼此相平之位置恆不亂前弧上升後漸生別弧亦上升與前

相同各弧之相距略等有人同時見有九弧各弧之端近於地面各弧之相距或減小有二弧或數弧甚相近略成

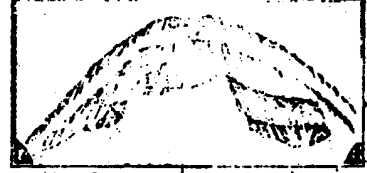
圖二十七第



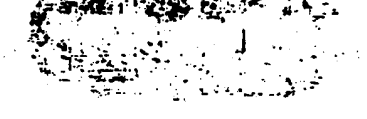
圖三十七第



圖四十七第



圖五十七第



一大弧直鋪過天面而經過觀者之天頂向南即速變淡而不見如第七十二圖第七十三圖第七十四圖第七十五圖自路丁書內錄出乃其大略也實有之形圖不能顯也有北曉之時陸地有雷而白海面靜而色黑滿天有各弧之光兩邊似切於地各光帶忽發光線忽漲忽縮忽有艷紅色忽有艷綠色光線有浪時常移動往回誠奇觀也道光十八年英九月至道光十九年英四月之間路丁在阿勒登海岸曾見北曉一百四十三次又彼處自英十一月十七日至正月二十五日太陽不出此各日之間除陰雨不能見外共見七十次陰雨時仍見指南針搖動可知

北曉雖不見而實仍有也

見北曉成全圈惟在北極相近處此外所見者或不成全圈或分數弧或光中有雲而色與厚改變亦有別事能使其圈不全或亂

英國不常見北曉惟乾隆三十七年十月曾有一次英國人多爾頓詳觀而記之云夜間見南邊天色異常雖無月無光而雲有紅色當戌正而尚可觀書亥初二刻至亥正南邊有大而光而平之弧北邊有淡而同心之數弧各弧之中正在指南針之經線至亥正二刻在東南邊甚低處現光點自西至東來往漸增而速又向天頂之動亦漸增速繼而光線忽滿天空極亮光線之數及移動極多極速滿天彩色燦爛似全天忽然失火者見之者人人驚異誠一巨觀也一分時之後滿天火光與彩色盡隱光線忽發忽無不向左右移動當滿天大光時雖僅一分之暫而所現各事之次序有理不亂形如有火球自東至西極速行過成各光線前後排列甚齊成平圓與指南針之經線正交上下累疊近於天頂者其視相距小於近於地平者而實相距必等數小時尙未全滅同時有流星在北曉之下似與北曉無涉

北曉之時地球現大吸鐵氣或謂有聲則不能定北阿美

利加銅礦河有內原納賈發路黑而捺三人及愛司倫有
亨達皆云北曉之時有嘶啾之聲文斯辣駁之云此係空
氣忽冷而地面之雲縮小故也又有巴利弗蘭克令立查
生三人曾在地面各處見北曉數千次皆未聞有聲北曉
之形未有定數或測得為數千尺或測得為數里近來見
北曉之人多以為北曉不在空氣盡界處而必在雲之處
又以為北曉之光線能為風移動法辣待意想北曉之源
恐與地球轉動所發之附電氣有相關其說云地球之電
氣常有強向南北二極之意至二極多容電氣之時自在
距地高處而放回至赤道北曉與南曉想皆因此而成在
緯度高處雖或不見北曉亦不足謂此說之非也英國法
勒毛得人福克斯細察北曉時指南針之偏數立說與前
說合其說云倘夜間地面之下有電氣自南至北或空氣
高處有電氣自北至南指南針必向東偏也

北曉之理 第五十八節

得辣利弗謂空氣之有電氣因空氣各層之熱度不勻而
正電氣自熱處行至冷處負電氣自冷處行至熱處也故
空氣下層恒容負電氣上層恒容正電氣英國緯度之地
夏時電氣多於冬時近赤道處電氣尤多於近兩極處空
氣下層之負電氣傳與地球故空氣上層之正電氣愈多

空氣上下層之對性電氣濃至限時必彼此相合而相滅
或下霧或下雪或下雨即相合而相滅也得辣利弗謂近
於兩極處空氣溼而電氣易於傳遞故空氣所容正電氣
與地面所容負電氣相合更易而電氣自兩極入空氣下
層行過地面至赤道而入空氣上層再行過空氣而回至
兩極仍入空氣下層如此循環不已其在空氣上層電氣
之行自南至北在空氣下層電氣之行自北至南此乃北
半球也南半球反是

得辣里弗謂電氣在空氣上層自赤道向北而行一路發
光即成北曉其理云太陽在赤道之南時赤道北之空氣
所受熱必少故空氣內疑有水質而在近於北極之處結
成冰或雪能引電氣至地面此結成之冰雪稀而不足成
雲則成光圈有法可徵北曉與電光為相同電氣傳過甚
鬆而乾之空氣其光淡傳過甚鬆而稍溼之空氣其光濃
得氏又云北曉常在指南針之經線而不在地球之經線
亦有證據將大力化器之負極連於大力吸鐵條而吸鐵
條之一極安於水銀面之下以正極連炭尖安於水銀相
近之處則成電氣弧在吸鐵極上之水銀滾動有光圈圍
吸鐵極之炭尖轉動有時發甚亮之光線光圈內在吸鐵
極之上有黑圓點如北曉恒有之狀若在甚薄而溼之空

氣內則所成之光更似北曉之形此所得之狀由於吸鐵氣與電氣之相關想北曉亦當由於地球之吸鐵氣也

北曉因吸鐵氣 第五十九節

近時人於北曉之時用各法相試並於其最大之時觀極靈之測器絕無改變故北曉與空氣所容電氣有無相關未能確知亨波得云北曉之時地球之吸鐵氣現三事指南針之偏差一也指極針之斜差二也吸鐵針之一端一夜中或引或推三也故於北曉時觀指南針之偏差可知所顯之吸鐵力又謂吸鐵氣先稍亂而後補平即現北曉光或駁之曰吸鐵氣行過某處其所費之時並指南針偏動等事皆與吸鐵氣之濃有相比其吸鐵氣先亂而後補平之說未為確也

空氣之發電氣與發吸鐵氣又有太異者電氣發于地球之小處吸鐵氣現于地球甚大之處故有北曉而他處不見其光亦有吸鐵氣行過而見指南針偏動也亨波得云自法辣待用吸鐵氣發光可徵吸鐵氣成北曉無疑非人之應見地球近兩極處常有北曉光可知能不藉日光而自發光也水星背日之面亦能自發光彷彿可見之與此同理

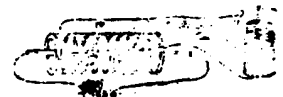
電報線受空氣電氣之異 第六十節

美國非辣特非阿人顯理之書云天空所發之電氣傳過電報線能成流光之狀人可見之有時由挂線之桿而下一一有聲如放火鎗此因電報線外面之電氣傳過其線而有旁放電氣故他物近之能發光星而有聲與摩器之收筒近他物能發光星而有聲相同雲內所發之電氣常係齊來而非間斷必一路連發多次甚速故電報線收多電氣而鋪散於外面顯理意為一處放電氣則周圍各處之電氣必亂動成浪鋪散減小而後靜浪有回行故電氣易離電報線而飛散

無雷電時電報線之電氣有時亦亂蓋空氣所容之電氣常有此處與別處不同電氣即自此處經過電報線至別處而鋪勻故電報線過於山者雖天晴時高處常有電氣由電報線行至低處若此處有霧雲雨雹而別處無之則此處電氣亦由電報線傳至別處凡電氣傳過電報線報信之器必亂動若遠處之雲先近電報線而後相離則以附電氣之力能使其原電氣減淡天空發雷電雖距電報線數里之遠亦以附電氣而使報信之器亂動同於來乾瓶放電氣時近處易傳之物有附電氣及次附電氣次次附電氣也此理可用亨利之法証之

試次附電氣之器如第七十六圖甲為玻璃圓管徑約六

圖六十七第



寸內外兩面各貼錫箔條各長三十尺繞成
 螺絲而內外正相對內螺絲之兩端通入此
 大管內之小玻璃管而出管之外再繞成螺
 絲圈如內圈內有針以能容半軋倫之來頓
 瓶之電氣傳過外螺絲則圈內之針有多吸
 鐵力即附電氣傳過內螺絲也此附電氣之
 方向與外螺絲電氣之方向相同若再用第二玻璃管同
 法為之連於第一管可得次附電氣傳過再用第三玻璃
 管同法為之可得次次附電氣

圖七十七第



麥低由西之法亦可証放來頓瓶有附電氣如第七十七
 圖甲乙為玻璃圓板或象皮圓板徑一尺直立於玻璃柱
 之頂用蠶絲所包之長紅銅絲徑約十
 分寸之一蠶絲之外敷辣克膠盤於板
 面成平螺絲而甚整齊一端過板心之
 孔一端過近於板周之孔俱有螺絲釘
 連之二板有螺絲之面相對而平行甲
 板銅絲之兩端連於來捺之放電氣器
 以通來頓瓶如癸乙板面銅絲之兩端各連一柄如辛人
 手執之每有電氣放過甲板之銅絲則人覺有電氣或大
 或小

亨利用長方形銅絲圈二長各六十尺闊各三十尺用蠶
 絲線挂於大樓之上下層用蠶絲線各挂一圈二圈共相
 距三十尺以摩電氣火星傳過上圈則下圈能發附電氣
 亦能使針有吸鐵力

空氣之電氣亦有此性曾將銅絲上端連於金類屋背下
 端引至深井內天空發雷電時有電氣迭更以對面方向
 傳過銅絲又天空遠處每發電一次鐵路每條之節處發
 光星一次而各電報線亦必有附電氣一次也美國非辣
 特非愛電報館中遇大風雨時電報線有多光星附至相
 距一寸之通地金類其電氣甚濃能使尋常測器之針轉
 過數度小鳥棲於電報線常忽死死時不及放開其爪而
 倒挂於線下

黑頓電報書云天空一夜發雷電所壞之物竟有多於人
 一年之故損者挂線之桿時或劈碎銅絲圈時或燒鎔針
 之吸鐵氣時或失去電氣吸鐵條之軟鐵時或變為恒吸
 鐵條

道光二十六年法國生者曼鐵路之電報遇空氣之多電
 氣多見奇事其所記云酉初時有大雨勒司得來之電報
 鐘忽有大聲司事者立刻走近將欲收信觀報器之針指
 得各字不可解乃手執其柄欲報回不解之號忽有大聲

如放鎗同時有電氣大光過房內所有傳電氣線與易傳之物俱打碎鎔壞又有數電氣吸鐵之銅絲斷絕司事者執柄時通身受大振動有數工人在旁亦覺大振動電報線之彼端在法國京都者僅有數鐘亂响而無他異

是年英國敦倫至西北邊鐵路電報所有奧納多地之報器被天空雷電所擊銅絲圈爆裂銅絲燒鎔道光二十九年八月倫敦至東南邊鐵路電報所有者脫末地報鐘之銅絲圈並測電氣之二銅絲圈俱為天空雷電所擊壞印度國天空雷電多於英國故電報受害更甚道光二十四年美國蕃而司設電報此美國之第一電報成後不久亦擊壞故各國皆謂必須設法以免之

道光二十九年奧地利人包麥加得捺記於書云空氣內之電氣日間自非恩納傳於電報線而至色末令夜間則反是其相反之際約在日落並日出之時天燥而晴報線內空氣之電氣者少於雨溼之時報線愈長所受空氣之電氣愈多天陰而有風雨空氣之電氣能自動電報之針風雨將來其力尤大於已來之時

巴羅記電報針亂動云向北或向東北之電報線其針亂動之向與向南或向西南之電報線針亂動之向相反又凡電報線在通地二線之間常有另外之電氣傳過不通

地之線則無之如通地之二線相距約四十英里測電氣之力與方向在同時必相同電氣自通地之此處徑至通地之彼處故也又言測電氣針逐日有偏差與指南針相似自辰正至戌正向一方向而夜間反回至原處北曉之時測電氣針亂動甚多電氣自東北至西南迭更行動依通地二線相與之方向而非依電報線之方向

巴羅同試測候針與指極針多次而得中數知辰正至晚吸鐵氣向南傳行指極針偏西自晚至早晨吸鐵氣向北傳行指極針偏東又有多吸鐵氣傳行之時二器同時顯之巴羅以為電氣傳行因地壳之熱發電氣得辣利弗以為因空氣內發電氣

胡勒加記北曉能使電報之針亂動或使電報之鐘亂响云北曉之時電報之針動法與常傳信之狀不同或偏左或偏右或數秒中偏左偏右數次或偏至一邊而數分時不動或動力大或動力小或動速或動遲英國來格至杜法之電報方向略合東西來格至倫敦電報方向略合南北東西方向者針之偏基於南北方向者也夜間報器亂動可知必有北曉針之偏略與北曉各次序相配如英國阿書弗特至蘭司格得電報針之偏更多於前處不見北曉時亦見針有偏或一處針偏而相連之他處不偏此報

線之方向略合於地球吸鐵極之緯曲線指極針在此曲線之各度斜度然電報針在此曲線各處其偏與曲線有相關與否今向未知此處之電報針亦每日各時有偏報線或受空氣之電氣報針亦能偏

咸豐九年八月二十九日與九月初一日法國各有甚亮之北曉兩次其時電報針多偏電報鐘亂响甚猛針常自動不能傳信久而停

免天空電氣亂電報線 第六十一節

引天空電氣入地內使其不亂電報線已初數法惟黑頓之器甚簡甚好法將電報線之近於報器處外包生紙長六寸至八寸另以杉木箱內面鋪錫皮錫皮通至地箱內滿盛鐵屑將包生紙之一段埋於此鐵屑內鐵屑之多尖能收所引天空之電氣而迺至地雖天空發電氣極多報器亦不致受害

胡勒加之器報線環繞於螺絲之外而入於金類管內報線外有多尖甚近於管之內面而不切管通至地如第十七十八圖報線連於丙報器連於丁電氣自戊螺絲傳過環

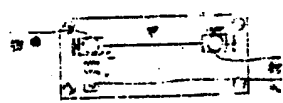
第七十八圖

繞之庚銅絲呷為黃銅管兩端以黃楊木隔報線另有線通至地如戊己天地為各金類尖使空氣之電氣傳

至黃銅管而通至地空氣之電氣若甚多則所繞細銅絲庚必先鎔鎔則電氣已斷報器可不受害

法國常用之器如第七十九圖有甚細之鐵絲在玻璃小管內如甲管之兩端有黃銅管用螺絲連於木板冒之一邊有多尖之兩金類板如乙丙而相對丙板連銅絲如成引入地內兩黃銅管各連報線如物物空氣之電氣若入報線則能自多尖入地內入報線者若甚多則細鐵絲燒鎔而電氣不能至報器

第七十九圖



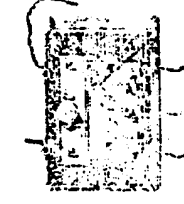
不倫司回克之法將電報線先連於池內之紅銅板而自紅銅板以小銅線連至報器自報器通至發電氣器再以小銅絲連至地內之第二紅銅板兩小銅絲各包蠶絲彼此相絞至近於報器則分開而各連於其二螺絲兩紅銅板中間有象牙板使不傳電氣若受空氣內之電氣必先傳過兩紅銅板而不傳過小銅絲故報器可不受害

美國所用之器如第八十圖用兩黃銅板徑約二寸半厚十六分寸之一中夾象牙條分隔之上板連報線另有線在甲乙兩點連至報器下板通至地空氣內之電氣若傳過報線至上板則能直至下板而至地故報器不受害如

第八十圖



第八十一圖



第八十一圖為報線中之小報器所用能通地又能保報器不受害丙為金類塞放於一二四各孔內則報線通地塞若放於三孔內則電氣傳過而不入報器觀圖自明丑午己板連於報線與報器之一邊又丑亥己連於報器之又一邊其第二電氣線己乙己與板之間有紙條分隔而能通

地成亦通地

天空容電氣之物 第六十二節

天空之電氣或容於地球或容於空氣或容於水等質未能確知唐生與白氏愛意見不同白氏愛云地球原合松香類之電氣浮於空中而不通他物惟空氣之雲等物所容之電氣能與地球之電氣偶有相關唐生云大風雨時常現負電氣地球面有空氣相切而空氣原是難傳地球面上約一百英里之高空氣極鬆而空氣極鬆則易傳而不能當天晴時下層空氣所容電氣之大力故在空氣高處必常放電氣而使正負相平所以高處亦能得多電氣略與地面之電氣相對最高處極鬆之空氣既是易傳故可謂地面如來頓瓶之內皮下層空氣並所含之水質等

如來頓瓶之玻璃高處之極鬆空氣如來頓瓶之外皮燒引火紙或噴水而收空氣之電氣能顯燒紙處或水分滴處電氣之能力故測器若攜至大平原周圍無亂電氣之物使針所指之數以某數為一而命之將其數以器距海面之高約之再以地球周與徑之率四倍約之即得此處當時地球若干面積所有靜電氣之定數其測器所用為一之數可用恆化器使測電器指其數而依化器之件數計之

有人欲試雨滴或雹粒或雪片容電氣之定數尚無定據唐生意為如試時慎使器不通地又慎毋有附電氣之亂則可得定據也

精考空氣內電氣之數與性易知空氣陰晴風雨雷雲之變乾隆二十年白加利亞問于細加曰下雨而後晴時所有電氣之性何如細加曰雨霽之後若有大力正電氣知可久晴若有小力正電氣知雖晴而不滿一日必再陰或兩唐生曾試驗之知其不謬又言不數年後用測空氣內電氣之器而知空氣陰晴風雨之變將無人不能矣

電學卷二 論吸鐵氣

英國 璫挨德著

英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

磁石 第六十三節

磁石是鐵礦之一種質內有鐵與養氣化合者居其大半又另含砂養與鉛養等質瑞頭與奴而韋開鐵之處常遇大塊者又英國開鐵之處亦間有之

將磁石一塊無論何形埋於鐵屑之內鐵屑即聚於兩相對之點如第八十二圖兩相對之點名為二極如將小鐵針之中加於尖上使能轉動而移近磁石之某極針即為

圖二十八第



某極所引反之用磁石挂於極細之線移近軟鐵則磁石亦為軟鐵所引

將磁石一塊兩極各連軟鐵板用銅帶束之能增大其吸鐵力如第八十三圖甲為磁石乙乙為軟鐵板下端皆彎

圖三十八第

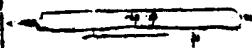


折向內丙丙為紅銅帶捆束軟鐵板未為蓋板上而連圈以便懸挂

造作吸鐵器 第六十四節

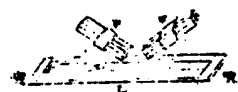
將硬鋼小條與磁石如第八十三圖之兩極相切而移動使兩極不離鋼條如此往復數次而取開之時條中必適對兩極之中鋼條即有吸鐵之力矣若大條欲成吸鐵器則有數要法如左

圖四十八第



一內得之法如第八十四圖用鋼條申卯安於等力兩吸鐵條之對極申卯之下而將此兩吸鐵條相離各向引申卯慢慢移動數次之後鋼條已容滿吸鐵氣而再不能容矣可司皮亦用此法惟吸鐵條在鋼條之兩面各移動約六次

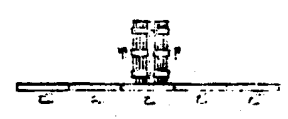
圖五十八第



二杜哈善之法如第八十五圖用兩鋼條稍相離而平行兩端各用軟鐵條連之如噴寅將單條或多條捆合之兩吸鐵條甲甲斜切於第一鋼條之上再如內得之法將此兩吸鐵條相離各向外移動數次之後再在第二條同法移之再在第一條同法移之迭更移於兩條至兩條容滿吸鐵氣而止惟切第二條必倒換吸鐵條之極點三密哲利之雙切法如第八十六圖用同尺寸之鋼條四

五塊相接列成一條同時並作將兩吸鐵捆相並而相距約四分寸之一兩對極同在一端以此雙捆之端切於當

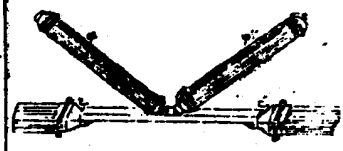
圖六十八第



中鋼條之面向外移動至兩端往復數次再將鋼條反轉之而切於其面同法為之至容滿吸鐵氣而止大力彎吸鐵條亦可代兩直吸鐵捆之用

四果倫伯法用定吸鐵捆與移動吸鐵捆如第八十七圖將鋼條安於寅卯兩吸鐵捆之間兩端切於所凸出之鐵

圖七十八第

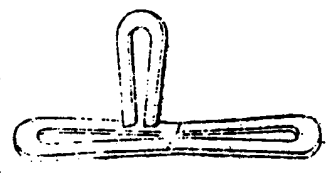


再將甲甲兩吸鐵捆異性之極切於鋼條面之中成二十度或三十度之角二端之間夾木塊或紅銅塊將此兩捆向外移至兩端乙乙往復數次俟在中心時而取起再將鋼條反轉之切於其面同法為之至容滿吸鐵氣而止

五作彎吸鐵條法如第八十八圖將彎鋼條二以端相接將大力彎吸鐵條之一極切於一彎條之一極恆向一方向旋繞移動數次再將彎條反轉之切於其面同法為之至容滿吸鐵氣而已欲兩極同現力必用彎吸鐵條也造

成數條可用螺絲相連則力極大如第八十九圖

圖八十八第



圖九十八第



六化電氣之法用紅銅絲外包雜傳電氣之物而再繞成短厚之管如第九十圖以大力化電氣傳過銅絲將欲加吸鐵氣之鋼條安於此管內而移動數次每次至端與管齊俟條之中心正對管之中心時斷其電氣將鋼條取出有吸鐵氣矣

圖十九第



用此法作彎鋼條必用啣鐵連兩端而入管之孔內作直鋼條則用二條而以二啣鐵連兩端雖極大者如法一次即能容滿吸鐵氣吸鐵條不用之時須依指南針指之方向而安置慎勿忽

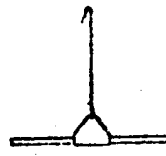
R 2 m. 21 1/2 h

然擊物或被他物所擊因每次震動力必減小也有兩吸鐵鋼條則同性之極不可相近每次相近力亦彼此皆減故須稍相離而以異性之極相並各用軟鐵條連之成平行四邊形彎吸鐵不用之時亦用軟鐵條連其兩極

吸鐵總理 第六十五節

一吸鐵指方向用銅皮或厚紙作馬形而小以絲線挂

圖一十九第



之將吸鐵條橫加於其中如第九十一圖相近處之鐵蓋行取去則吸鐵條轉動數次之後必略定於南北之方向強改之放後仍自回原

二吸鐵相引相推將兩吸鐵條或挂起或加於針上則或能彼此相引或能彼此相推而有定法兩北極或兩南極相近必彼此相推一南極一北極相近必彼此相引也

三吸鐵極用細鐵屑散於吸鐵條之面成花形能有理不紊如第九十二圖戊戌鐵屑在兩端所成之紋甚長而與

圖二十九第



吸鐵之面正交漸近於條中則漸短而斜至近中線則甚斜而甚短在中線處則無鐵屑此謂之中立線條之兩端已謂之吸鐵極無論為磁石或人造之吸鐵必有中立線與二極有時吸鐵條

兩端之內能多於二極而有二或多之餘極此謂之相間極之吸鐵條

四吸鐵力曲線將吸鐵安於平桌上加白紙或玻璃薄片用極細紗布袋篩極細之鐵屑在紙或玻璃之面上輕輕敲之使震動則鐵屑圍抱吸鐵條列成有紋之曲線形如

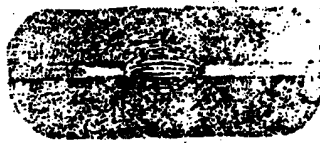
圖三十九第



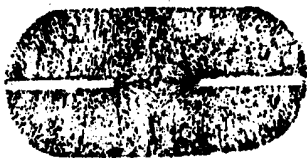
第九十三圖名為吸鐵曲線又名為吸鐵力曲線細察此曲線知吸鐵之力自極向中點或向兩極間之別點漸漸減小至此點而無力故名為吸鐵之中立點

五兩吸鐵條之極相引相推將大力之兩吸鐵條列成一直線相距約一寸半或二寸以異性之極相對上蓋紙一張用鐵屑盛於極細紗布袋篩於紙上則鐵屑自兩極發曲線或直線現彼此相引之狀如第九十四圖再以同性

圖四十九第



圖五十九第



圖六十九第



之極相對同法篩鐵屑於紙上則鐵屑自兩極發曲線現彼此

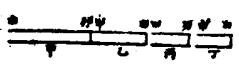
相推之狀如第九十五圖吸鐵條有更迭之極者則鐵屑之狀如第九十六圖

道光十一年路日著書論吸鐵力曲線算學之理云由線內之任何點至兩端所成之直線與本邊之軸所成角之餘弦為常數由此設各法可用規矩畫各曲線

六附吸鐵氣磁石或人造之吸鐵條與鐵或鋼不必相切亦可傳吸鐵氣惟力小耳如第九十七圖以鋼吸鐵條甲之北極卯近於軟鐵條乙之申端則申端速有兩極之性而卯端速有北極之性如甲吸鐵之南極申近於軟鐵條乙則軟鐵條之極相反再以軟鐵條丙近於軟鐵條乙之

卯端則依同理亦速有吸鐵氣而卯申為北極又以南極丁近之亦得卯申為北極極若去其鋼吸鐵甲則三軟鐵條之吸鐵性盡失矣由此可知吸鐵之引性與推性同於電氣之引性與推性皆異性者分則現大力合則有中立性而不現力皆有正負二性而

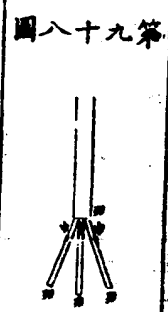
性之例亦相同乙丙丁三軟鐵條所有之吸鐵氣皆自吸鐵條甲所附得與用容電氣之體附至不容電氣之體相同如第七節凡吸鐵引軟鐵則軟鐵相近之端有異性之附吸鐵氣而兩異性彼此相引矣若吸鐵引鐵屑則近於吸鐵



第七十九圖

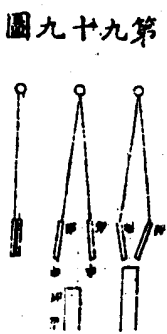
之一鐵屑受附吸鐵氣而自變為小吸鐵再有附吸鐵氣至第二鐵屑餘各粒亦然各粒異性之極彼此相引與皆是吸鐵條相同測二吸鐵條異性之極引之力數及同性之極推力之數而相比之知引之力大於推力因附吸鐵氣之理也異性之極相切則吸鐵引之力彼此相增故引之力加大同性之極相切則吸鐵推力彼此相減故推力減小因異性之附吸鐵氣故也大力之吸鐵條與小力吸鐵條以同性之極相近則先推而後引因大力者能減小力者之同性吸鐵氣而附以異性吸鐵氣也

附吸鐵氣之理可用下數法試明之
一將軟鐵絲三四條如第九十八圖吸於大力吸鐵條之北極唧鐵絲必各相斜而不平行因鐵絲暫容吸鐵氣而上端皆成南極引吸鐵條之北極而粘連下



第八十九圖

端則皆成北極故必彼此相推也
二將軟鐵兩條用線挂於圈如第九十九圖以吸鐵條甲之北極近兩軟鐵條之下則兩軟鐵有兩極之性故彼此相推吸鐵器甚近之則二軟鐵條之下端

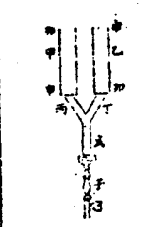


第九十九圖

又彼此相斜而似相引因吸鐵條甲引二軟鐵條之力大於二軟鐵條自有之推力也軟鐵條之上端同有北極之性而仍現推力吸鐵條甲愈與軟鐵條相近則推力愈大

三用又形軟鐵如第一百圖丙丁戊以丁支切於吸鐵條乙之北極卯吸鐵條之力大者則戊支可吸鐵鎖匙如子

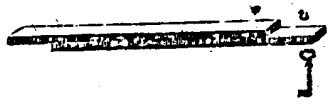
第一百圖



再以第二吸鐵條甲之南極申切於丙支匙即落下因乙條之北極性能使戊支有附北極吸鐵氣故能引匙甲條之南極性又使戊支有附南極吸鐵氣二附吸鐵氣不同故彼此相滅而匙即落下也

四將軟鐵如鐵鎖匙等吸於大力吸鐵條乙之某極如第

第一百圖



一百一圖再將第二吸鐵條如甲以異性之極相並移於其面則甲端移至距乙端若干匙即落下與無有吸鐵力者相同若取去甲條則乙條仍能吸鎖匙

五將粹水合法而磨至甚光之鋼板用圓頭之吸鐵條在鋼板面上畫任意之字或花再將細紗布盛淨鐵屑篩於

板面則畫過之處露出而餘處有鐵屑蓋之若用吸鐵條之南極畫於板面則所畫之各線有北極之吸鐵氣而吸鐵力極大之處有鐵屑聚成花線此種吸鐵氣成之圖哈而得所初造也

造吸鐵器最宜之鋼 第六十六節

司果勒司比曾經屢試知造大直條或單層或多層用硬鑄鋼不退火最宜單彎條者用鑄鋼自硬如磁加熱五百五十度而退火或用硬剪鋼稍退火彎條多層者用硬鑄鋼加熱自八百四十度至五百度而退火或用極硬之剪鋼而不退火重指南針單層者大風大雨時所用用硬鑄鋼不退火輕指南針單層或多層者用最好之硬鑄鋼加熱自五百度至五百五十度而退火或用硬剪鋼或用李辣得福特鐵鍊成硬鑄鋼皆不退火極輕指南針與小吸鐵條用上等硬鑄鋼在沸油之熱度退火若用第一號者鐵鑄成條兩端粹火至硬力亦能大而耐久弗打依此作二十四條每條重三磅能攝重六十磅弗打謂生鐵條獨以兩端變硬不能多容吸鐵氣而反有數弊不及全體稍變硬更善也

司果勒司比考知鐵能容吸鐵氣之性與能伸長之性有比鋼愈長者能容吸鐵氣愈多曾試各種鋼之吸鐵力知

鋼之硬或軟與能容吸鐵氣之性大有相關意後必能由吸鐵氣之力而知鋼所含炭質之數亦能知成鋼之鐵是何成色也

吸鐵條最宜之形 第六十七節

吸鐵條之形來門得云有二形皆最宜俱為平板一中間而兩端減狹成尖二中間與兩端同闊第一形者吸鐵力與重之比大於第二形者八分之一可知吸鐵條自中向兩端愈減小愈便

吸鐵條并用之例 第六十八節

選擇大力之數條依法連合成極大力之吸鐵條司果勒司比用十五寸長之硬鋼條吸鐵力比用等長而退火為簧之條大五六倍將數條連合則力大於與此等重單條數條之和惟所加之力亦有定限加之過限不特不能加力而反減力各條間若用小圓板分隔則力更大凡吸鐵條之硬軟略在脆如磁至韌如簧為限

測吸鐵條之力 第六十九節

果倫伯用扭力稱之法 如卷一 第六圖 司果司勒比用相比之法可合於常事之用將欲測力之各吸鐵條平臥而與指南針之方向正交以指南針近於各條觀指南針偏過之度其條若等長者自各偏度之切線能知各條吸鐵力之相

比考吸鐵條或指南針相比之力先分考各條之力再將各條以相配之極相並而摺合而考之分考各條之力雖相等而摺合考之知有大別

吸鐵力之例 第七十節

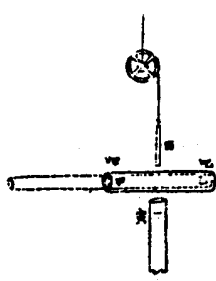
奈端初試吸鐵力之例謂力與相距非有二倍比而略有三倍比何客司比與韋而生與兒辣三人推得之例謂力與相距有一五倍比墨深不陸客屢考之而謂力與相距無定比無論吸力與推力皆然美約與馬汀謂吸鐵力之真例與向地心之力相同用吸鐵條近指南針而使偏若干度所須之吸鐵力與使指南針回原方向所須之地心力相同其力可與所偏之角度有比則吸鐵力為與相距平方反比爾白德試小指南針與吸鐵條測指南針偏之數與吸鐵力有比與相距之平方有反比爾氏試得此例後果倫伯証之得其據

哈理司近時試得吸鐵條所現附吸鐵力之例在各吸鐵條不同且不特與吸鐵力之大小有相關而尚與別事有相關原例之略為附吸鐵力與吸鐵力有比附吸鐵力與相距有自平方根至一五方根有反比哈里司試體質與碎火皆平勻之鋼條容大吸鐵力外刻平分之多點用靜水測吸鐵氣秤試之知吸鐵力與自距吸鐵力心之相距

有比又在條之任何點與軟鐵之引力則與自吸鐵力心之相距之平方有比

哈理可設試法能徵吸鐵氣僅恐在體之外皮故容吸鐵氣之多少與內體積之大小無涉與電氣相同可用器試之如第一百二圖實為吸鐵條西為測力之條呷乙為鐵

圖二百一第



管在寅與酉之間管內有鐵條甲乙恰相配先試其吸鐵力再取去內條而試其吸鐵力二力必相同因外面積相同也將內條之端對管口試之則吸鐵力

略減半因外面積略二倍也

田大里曾考吸鐵氣之例記有四要

- 一吸鐵條與軟鐵球相切則引力與吸鐵條之力有比
- 二吸鐵條與軟鐵球稍相離則引力與吸鐵條之力之平方有比
- 三吸鐵條與軟鐵球在各相距則引力與相距有反比
- 四軟鐵球受別牽開之力能與引力相平使吸鐵條與軟鐵球之相距常改變則引力與相距之平方根有比

地球之吸鐵氣 第七十一節

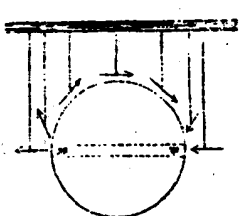
地球即極大磁石也能引指南針同於磁石高司推算地

球全吸鐵之力與鋼條重一磅容滿吸鐵氣之力比若八十四萬六千四百萬萬萬與一比若以地面之吸鐵力為平均鋪列則二十九立方尺有鋼條重一磅者容滿吸鐵氣之力六倍

鋼條繫於重心而懸之必能相平加以吸鐵氣而仍懸之則不相平而斜矣地面各處鋼條之斜度不同愈近於地球之兩極斜度愈大愈近於赤道斜度愈小在英國倫頓鋼條之北極斜下約與地面成六十八度一五之角

地面各處鋼條之斜度可用法明之如第一百三圖將吸鐵條包於輕木球或紙球內設為地球再用線挂小指南

圖三百一第



針移對球之赤道針必略平針之北極對球之南極移過球面則針之斜度各不同球之南北極如申卯針之北極如箭頭

陸地指南針 第七十二節

以鋼針容滿吸鐵氣藏於木匣內或黃銅匣內藏於中心之尖上如第一百四圖匣底內有度分圈另有二鋼針可移對某向鋼針之上或另有照星匣口鑲以玻璃片使針不為風所吹動有銅小圈能舉上切針使針不動放下而

圖四百一第

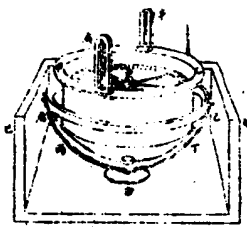


地之差而改之

船用指南針 第七十三節

用鋼針容滿吸鐵氣而藏於匣內針載於中心之尖上皆與陸地者相同惟度分面連於針與針同轉測他物方向之用者如第一百五度甲乙為匣在外箱已午之內匣旁有兩平樞連於平圈平圈亦用平樞連於立半圈如丙丁

圖五百一第



戊己立半圈以立樞連於箱底匣旁之樞與平圈之樞彼此正立匣底有重物無論船搖動如何匣恆自平度分面連於針常用僅分三十二向及四分向之一測他物之方向者則外周再

分三百六十度而自南極或北極起故西南即南偏西四十五度也東北東即北偏東六十七度三十分也餘類推匣口另有二照星如庚辛可測他物之方向與指南針成之角度人目在辛照星孔觀庚照星略對所測之物旋轉

其匣至庚照星孔間之細絲正對所測之物時觀面上之角度即他物方向之角度

英國戰船部信用之指南針用吸鐵四條度分面用雲母為之上糊薄紙紙面印三十二向外周連白銅薄圈分三百六十度針中之帽用瑪瑙為之中心釘尖用相合之金類為之匣用黃銅為之

指極針 第七十四節

乾隆二十一年間英國倫頓造格致器之人奴爾曼考知懸掛指南針俾上下四面皆易轉動則針不與地面平行而必成角度名為指極針嗣後多年人覺此斜度常有變改後又用指極針試各地斜度有不同並試一處各時斜度亦有不同嘉慶五年間造作此針益精而無差誤

圖六百一第



指極針之簡式如第一百六圖針下有銅圓板為座以三螺絲為足有酒準能使板合真地平板中有黃銅大空柱柱上有圓匣直立匣內容指極針針有小橫軸加於

甚光之兩瑪瑙面能轉動甚靈指極針難於極精不能一觀而知真數常法先觀八次至十次記其各數繼乃旋轉而後東西再觀八次至十次記其各數柱上之活節刻分度甚細故旋轉亦可無差也將

各數相加而以觀之次數約之得其中數再將針自匣內取出而用引吸鐵條之常法倒其極點再安於軸上則前向下之端變爲向上針若原相平者則向下向上之二數必不同當另試得二數以四數相加而四約之得其中數爲斜度之略近數

測斜微數之指極針 第七十五節

指極針斜度每日之改變或每年之改變轉動之弧甚短故針當甚長且另用物逆等察其微數安此針之處必極平穩絕無震動再用諸法免其微差始可測得極微之數器若有差則難於測準而改變之理不能明也

測指南針地差之器 第七十六節

指南針所指之南北非地軸之實南北其差名爲地差而各時有改變可用法測之未絞過之生蠶絲挂方形吸鐵條而衡之條端連小回光鏡與條中線正交以柱形之木匣容之匣頂有孔以繫蠶絲匣邊對小鏡之處有孔稍大於鏡鏡之對面相距約十六尺有測地經緯儀儀內遠鏡之軸與指南針之挂線同在指南針經線內儀之架上有橫平之分數尺長四尺分爲千枚之一與指南針經線正交其。度與儀內遠鏡軸立面對遠鏡之外鏡內有極細之金線連於鏡中而下懸重物使合垂線尺之高恰

能在遠鏡內自回光鏡見之回光鏡與遠鏡之相距等於回光鏡與尺之相距另有記號可徵經緯儀方向有否移動各件若無差則在遠鏡內自回光鏡見尺之。度必正對遠鏡內所懸之金絲次以遠鏡察定遠處之一點另測此點至遠鏡點之線與真子午線之交角卽指南針地差之數也又指南針地差有改變則在遠鏡內不見。度對所懸之金絲而見某分數對金絲矣已知尺與鏡相距之數則由某分數易求改變之角度再將指南針反轉以上面爲下面則回光鏡之斜差易於考準依此法指南針地差並地差改變極易得其微數也

指南針之地差 第七十七節

周遊地球各處之人常測指南針之地差得指南針之經線與地球經線相合而無地差者有數處焉或偏東或偏西而有地差者略各處盡然也韓司典所作地圖內有指南針同地差之各經線又有每經線地差之數無地差之經線卽地球吸鐵氣經線之。度在西者自北緯六十度之北黑德生海灣之西岸起向東南過北亞美利加各大湖再過安低利山與生路格角至南大西洋在南緯六十五度與固林爲志經線相交此線自北端至赤道稍南之處略爲直線再向南則繞南亞美利加之東邊而彎矣

在東者自埃地利亞洲之南南緯六十度之處過埃地利亞洲之中再過南海諸島成二圈而過赤道三次先過波泥阿之東邊後近於西倫再過赤道一次後在南海之東邊再過赤道一次再順中國之海岸向西成半圈至北緯七十度再向南成一圈至俄國北邊之白河止此線各處甚彎曲成無法之形數處成圈可知必因另有吸鐵力也道光十年巴羅作指南針地差之新地圖內有陸司所見吸鐵氣之各事又言依指南各經線之形性將各線引至一極點正合陸司所遇指南針直立之點

明萬曆四年至道光十一年在倫頓所記指南針偏差之數如左表

年代	記之人名	偏差之數
萬曆四年	奴而曼	東十一度十五分 為極大之數
萬曆八年	白路司	東十一度十七分
天啟二年	根打	六度十二分
崇禎七年	格利不蘭特	四度五分
順治十四年		無差
康熙元年		西三十四分
康熙五年		二度六分
康熙九年		三度
康熙十一年		四度
康熙三十九年		十三度
康熙五十九年		十六度十分
乾隆五年		十九度三十分
乾隆二十五年		二十二度二十分
乾隆三十九年		二十二度二十一分
乾隆四十四年		二十三度三十分
乾隆五十五年		二十三度三十九分

嘉慶五年		二十四度三十六分
嘉慶十一年		二十四度八分
嘉慶十八年	步弗	二十四度二十一分七秒
嘉慶二十年		二十四度二十七分一八秒 為極大
嘉慶二十一年		二十四度十七分九秒
嘉慶二十五年		二十四度十一分七秒
道光三年		二十四度四分
道光十一年		二十四度

現在歐羅巴洲惟有俄國之一小處指南針不偏餘則俱是偏西俄國東方至勿而加河口並沙拉路與尼失尼那夫谷拉得與阿克因治各處之東邊指南針漸偏東與亞細亞洲同安低利山之西邊與司比子白根等處數百年內指南針之偏皆甚少而不覺又哲美加地自順治十七年至今指南針無有改變

侯失勒云西印度各島昔時各人之田產依指南針之方向定界限幸數百年內彼處周圍各島之指南針無有改變而界限不致混亂若指南針有改變則此處各人之田產必致混亂而爭訟不絕矣

指極針之變改 第七十八節

指極針之斜度亦常有改變與指南針相同有數處斜度漸增大有數處斜度漸減小康熙五十九年至同治二年

間英國倫敦指極斜改變之數如左表

年代 實見之斜度 記之人名 推算之斜度

康熙五十九年	七四度四二分	格爾漢	七六度二七分
乾隆三十八年	七二度一九分	黑拉西	七三度四〇分
乾隆四十四年	七二度八分	黑拉西	七三度一八分
乾隆五十四年	七〇度五三分	沙丙	七二度三九分
嘉慶五年	七〇度五三分	沙丙	七一度五八分
嘉慶十五年	七〇度五三分	沙丙	七一度一五分
嘉慶二十三年	七〇度三四分	加得	七〇度三四分
道光元年	七〇度三分	沙丙	六九度四三分
道光八年	六九度四七分		六九度二一分
道光十年	六九度三八分		
道光十三年			

觀表內可知康熙五十九年指極針之斜度極大至同治二年五月紀和星臺指極針之斜六十八度十五分此一百四十三年內共減六度二十七分每年得二分七秒道光二十七年三月十一日亞美利加之土倫多指極針之斜七十五度十六分

指南針依時改方向 第七十九節

指南針改變之數有每年及每日二者依太陽在夏至冬至春分秋分四點之相關及地球每日旋轉而熱度改變之相關

每年改變之數英國正月至四月初即自冬至至春分之間針自地球之北極稍退而增偏西之差自四月至七月初即自春分至夏至之間針進向地球之北極而減偏西

之差自七月至十月初即自夏至至秋分之間針乃退而增偏西之差故十月之方向略與五月相同又十月至三月之間其向西之偏少於七月至十月所以春分至夏至之間針向北而進其餘夏至至春分之間皆是向西而退也

每日改變之數格留哈末於雍正二年初見之嗣後各處有人用器詳測之沙丙乃集英國四處屬地所設之星台久測每日所有改變之數而印於書內四處者北亞美利加土蘭多曾測三年也埃地亞何白頓曾測五年也好望角曾測五年也生黑里那曾測三年也因知日間之偏差皆多於夜間而每日之同時內則偏差恆略同而有小差偏差極多之時不在太陽極高之時亦不在午後極熱之時而在日出後一小時至二小時約辰初至巳初也惟土蘭多地則更早在卯正至辰正又自午正至未正偏差又增大至與辰正略等何白頓與生得利那二處同時亦有偏差二次增大

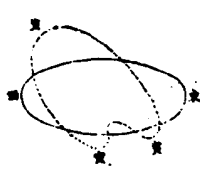
英國愛爾蘭島之得布令星台官陸以得每日夜每二小時觀偏差改變之數知一年內每日改變之中數得指南針之北極自早晨稍向東至辰初而向東極多自辰初漸向西至未初十分而向西極多後自未初十分漸向東至

亥正而向東極多各日所改之中數為九分八秒夏時辰初變改之數更多而午後無極多之時因針之北極自戌初至辰初俱向東動也但冬令則易見午後極多之時而早晨不見極多之時因針之北極俱向西而動至己初而動慢再後仍向西動而至偏西極多此極多之時周年各日俱略在同時而夏令每日所偏之極多十三分七秒冬令每日所偏之極多七分二秒

地球吸鐵氣之赤道 第八十節

地球吸鐵氣之赤道成亂形之線與地球自轉之赤道有四交點如第一百七圖實線為地球自轉之赤道如東西虛線為吸鐵氣之赤道如寅寅交點有四可知必有吸鐵大力而混亂也

第一七〇圖



法國人杜不來之書內云地球吸鐵氣赤道與地球自轉赤道祇在對面二點相交一在大西洋一在太平洋略在法國京都經線之平面內在海島散列之處地球吸鐵赤道稍離地球自轉赤道海島更多之處相離更甚陸地之處相離極多南北兩半球皆然又云地球吸鐵氣赤道南北二半線之式比昔時所意者更相配

在地球吸鐵氣赤道之處指極針與地面平行向南北則斜度皆漸增大韓司典所作之地圖內有等斜度之各緯線略與地球吸鐵氣赤道平行至六十緯度而止過此緯度則繞地球吸鐵氣之北極而彎陸士試得地球吸鐵氣北極在北緯七十度五分十七秒固林為志西經九十六度四十五分四十八秒此處指極針之斜八十九度五十九分與直立差一分而已若依地球吸鐵氣赤道推算地球吸鐵氣北極則當在西經二十五度北緯七十六度三十分與地球自轉北極相距十三度三十分也但自各處所測者知非如此而自各處所見之斜度及所見斜度變改之數可知各處各有吸鐵軸吸鐵極吸鐵赤道

地球吸鐵氣之濃淡 第八十一節

指南針以重心為懸點南北兩半之吸鐵力相等者將針轉過而放之則搖動而每次之動路減小漸減而至停此因針之兩半同受地球之吸鐵力使強合地球吸鐵氣經線故針之吸鐵力愈大則搖動之數愈少針停於經線愈速略與地心力動之擺相同針內之吸鐵力與若干時內動數之平方有比
指極針合於吸鐵經線而上下搖動亦同此理設在地球自轉赤道處一秒動二十四次他處二十五次則二處吸

鐵力之濃比若二十五之平方與二十四之平方比節六百二十五與五百七十六比節一〇八五與一比針若移至地球各處則各處吸鐵氣之濃俱可依其動數定之各處吸鐵氣之濃每日每月有變改與指南針偏差指極針斜差相同噉司頓見每日淡時在巳正至午初濃時五月內在申正至戌初六月內在戌初每年之十二月極濃六月極淡每月之改變在十二月與六月最多因地球在最高最卑點時也在三月與九月最少因地球在春分秋分點時也每日之變改在冬令最多在夏令極少一年極濃與極淡之較爲〇〇三五九哈司頓又考知歐羅巴各國吸鐵氣逐日漸淡歐洲北邊與東邊比南邊與西邊漸淡更多意因亞細亞洲北邊之吸鐵氣北極漸移向東也自沙丙等所考知二半球各有二大濃之心諸等吸鐵力處相連之線繞此二心成卵形圓線惟二半球內之二心非等力也北半球大濃之心在亞美利加近於黑德生海灣之西南岸略北緯五十二度十九分濃略爲一八八北半球小濃之心在色皮利亞即俄國東方之北固林爲志在中國之北東經一百二十度濃爲一七六南半球大濃之心陸司于道光二十年至二十三年測得在固林爲志東經一百三十四度南黃極圈之稍北南半球小濃之心沙丙云在西

經一百三十度北亞美利加之內勒夫來推算大濃心處之吸鐵力率得十三九噉司頓與杜格推算在色皮利亞小濃處之吸鐵力率得十三三又山黑利捺即小濃線內極小濃之點其數爲六四而倫頓之濃爲十〇三一此各數所爲一之數爲引一釐重一秒時行一英尺

吸鐵氣亂流 第八十二節

嘉慶十一年亨波彼在布魯士京都見指南針亂動知必因吸鐵氣亂流而成嗣後講求吸鐵氣之人精考而徵之嘉慶二十三年在寬四十七經度之地面內同時各處之指南針亂動又道光二十一年九月二十五日在土倫多與好望角奧地利國不留格與中國澳門同時俱有吸鐵氣亂流又在反低門地西西里瑞顛國烏步沙辣亦同時有之吸鐵氣亂流之時恒有北曉與電氣亂流電氣亂流即地面有電氣行過也有時電報能收之而亂報信考究吸鐵氣之人意謂吸鐵氣亂流之源在乎太陽特所之地博物士失窪皮細觀太陽約四十年所見發出之黑斑盡記於簿中約每十年有一極多黑斑之時在道光二十八年與咸豐九年簿中記黑斑極多沙丙在土倫多見吸鐵氣極大亂動時在道光二十八年紀和之地所記吸鐵氣極大亂動時在咸豐九年可低阿特云有一次曾見

太陽亂吸鐵氣咸豐九年八月初四日天文家賈令敦與好者孫二人同時各在一處觀太陽面之大光斑至午初一刻見大光斑內忽發極光之星行過大光斑之面甚速後賈令敦往紀和星台觀照相法自記指南針搖動之器知正在發光星之時吸鐵氣有亂動

太陽之黑斑與吸鐵氣亂動之相關人未能定司低烏特云恐諸曜不能有向心攝力之相關而尙有別相關其理玄奧今人意想不到

23 mm 21/24

英國 傅爾雅 口譯

無錫 徐建寅 筆述

賈法尼考得動物電氣

第八十三節

乾隆五十五年步路捺地之醫生賈法尼家見已死之田

雞發動為知動物電氣之端倪

賈法尼嘗有事外出其妻買田雞剝皮而將作羹偶有小

刀切於田雞腿之腦筋其學徒適將相近處之摩電氣器

轉動乃見田雞之腿忽然亂動甚猛由翁云已死田雞之腿能亂動乃附電氣

之理

拉得捺云賈法尼精究動物之各理歸而問妻此言以為

前人未知之動物新理遂將田雞之腿及下半身分開使

脊髓外露將紅銅鈎鈎住脊骨之一塊而挂於房屋前之

鐵欄杆即見腿亂動因甚詫異知必有別理

步路捺之博物會存有書稿可知印書之前二十年賈法

尼已試田雞能伸縮之理謂田雞之筋縮因回發電氣又

有書論鬆空氣能傳電氣而發光之理知賈法尼先已略

明電氣之理雖見磨電氣器發光星及田雞腿亂動之事

以為詫異亦不可謂其不明電氣之理也蓋深電學之人

初見如此亦必詫異也

賈法尼之書第三卷論試金類電氣條乾隆五十一年九

月二十日親筆所寫之原稿內云用紅銅鈎挂田雞於鐵

欄杆以摩電氣器在近處搖轉田雞

之腿能伸縮又以二不同金類相連

而成弧一端切田雞之腦筋一端切

田雞之動筋腿亦伸縮且云用二不

同金類相連成弧比用一金類成弧

使田雞之動更靈又以田雞脊骨之

腦筋置於水杯內而腿置於另水杯內如第一百八圖再

以金類弧連二杯之水腿亦伸縮

賈法尼動物電氣之理 第八十四節

賈法尼謂動物另容一種電氣名為動物電氣積於動筋

之中亦有正負而專為腦筋所放故用金類弧相切而動

筋能縮即金類弧放電氣之故也又云動筋之能縮因腦

髓之電氣有改變而由腦筋傳至動筋也

試動物電氣之法 第八十五節

割田雞之二腿使脊骨處有腦筋相連如第一百九圖用

紅銅絲與鋅絲相交鐸連而一端切於脊骨之腦筋一端

切於腿之動筋其腿即動賈法尼割田雞之法以刀割活

田雞之腰間止留後腿與胯骨與脊髓之端割去其皮



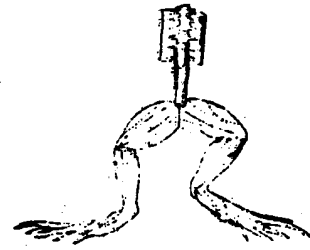
第一百八圖

再將剪刀剪去脊髓與胛骨間二處如第一百十圖如此

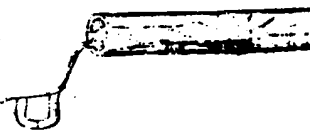
第一百九圖



第一百十圖



第一百十一圖



則電氣可獨自腦筋流過也若再在胛骨處去其一腿之
動筋而留其腦筋並胛骨處脊骨之一塊將所餘之一腿
安於外敷漆之玻璃管內如第一百十一圖則能現有電
氣傳過手執玻璃管之端而發電氣物之二極切於腦筋
其腿即縮另用二濕紙置於發電氣二極與腦筋之間使
不致為切於二極而有相磨之動

弗打考得電氣之理 第八十六節

弗打初試買法尼之法先以電氣傳過田雞知其能動用
金類弧兩端切於田雞腦筋之二點知其動筋能縮又用
金類弧切於人目腦筋之外有時能覺有光切於舌能覺
有味所以想凡動筋之縮皆因腦筋受所感也腦髓受感
或能使五官有覺或能使動筋收縮後又思得金類弧能
感動腦筋必金類弧之發電氣也又謂不同之能傳二質

相切發電氣如有第三質相切則放電氣

或云用一種金類作弧亦能發電氣亦能感動田雞之腦
筋弗打謂此係弧之兩端稍異如一熱一冷或一光滑一
粗毛故能發電氣也賈法尼亨波得阿地巴三人云不用
金類弧而將田雞腿彎之至與脊髓相切亦可使其動筋
收縮弗打云田雞之腦筋與動筋有二種金類之意即此
理之據也

弗打所謂不同二種金類相切而發電氣僅是空言究無
實據至嘉慶元年八月始以二種金類相切作弗打發電
氣堆其理傳至各處凡有相關之各學俱得其大益賈法
尼等再不敢言動物電氣矣

馬士細考動物電氣 第八十七節

動物之動筋自有電氣可以試之將刀割田雞之動筋成
孔而如前法割出其腦筋入於所割動筋之孔內以腦筋
之端切於孔底又一處切於孔口其腿即縮知自發氣也
又有數種禽獸死後多時試之亦有電氣惟其電氣已絕
之後則無法能加入寒血與煖血之動物皆然
馬士細作動物動筋之發電氣器能使測電氣之針偏動
將田雞五六隻依買法尼之法割之慎勿傷其動筋割斷
其脛使前後各田雞之割面向一方向而前之內面與後

之外面相切 極通至動筋之內面一極通至動筋之外
面電氣自動筋之內向外傳行連二極於測器得針之偏
動十五度二十度三十度至六十度與田雞之數有比田
雞壯大者用二隻能使偏二度至四度四隻能使偏六度
至八度六隻能偏十度至十二度餘類推

鱒魚等物及鴿小鷄羊牛等物之動筋割之成片俱能發
電氣可知各種植物殺後不久將動筋之內面連至外面
皆能發電氣所用塊數愈多電氣力愈大惟動物愈笨則
動筋之電氣愈濃死後有電氣之時愈久試將兔鴿田雞
之動筋各八塊各自相連則免者能使測器之針偏八度
鴿者偏十四度田雞者偏二十二度免者一小時後已不
偏鴿者一小時後尚偏二三度田雞者一小時後尚偏八
度至十度二十四小時後尚偏二三度

動物動筋之發電氣器無論置於空氣或養氣或極鬆之
空氣或炭養氣或輕氣之內其電氣之力相同在輕氣內
測器針之偏度數小時不改變馬士細謂動筋在無論何
氣內電氣力相同者緣發電氣之源在乎動筋之原質常
有變化也故殺性取血分出定質以同法試之絕無電氣
馬士細又將田雞依式割之如前第一百以其脊髓置於
一小水杯內臆置於又一小水杯內再以測器連至此二

水杯知電氣自足向頭傳過用數田雞置於難傳電氣之
面如第一百十二圖使後田雞之腦筋通至前田雞之腿
而連於測器則針能偏
動各田雞之腿即縮所
現電氣力頗濃加以增

圖一百一十二



電氣器使能化分物質

將前式田雞之脊髓與前腿之動筋相切則自縮以測器
之一極切於後腿一極切於前腿則電氣自後腿傳至前
腿而亦有電氣自一腿傳過腿筋至第二腿
馬士細屢試而得三理

- 一田雞所發之電氣自一腿傳至脊髓與脊骨
 - 二使二腿相切則此腿內有彼腿之電氣傳過
 - 三用測器試田雞之電氣所得者為二腿彼此阻傳電氣之和
- 馬士細試田雞之身所發之電氣及電氣之濃淡與身內
各分體相關得三理
- 一田雞身內自發電氣之濃及傳過之方向與脊筋及脊
骨之動筋內不相關無此二物電氣之濃及方向仍同去
其前腿動筋所能見之腦筋亦仍有電氣傳過
 - 二電氣係在腿之上下二節之動筋內所發

如前法為之則此各腦筋亦能發電氣與上腿之動筋同

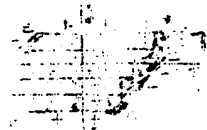
來門得所試電氣 第八十八節

來門得云無論何種動物或寒血或暖血皆自有電氣傳過可試而知之有向前而行者與田雞腿內之電氣相同亦有向下而行者與田雞腿內之電氣相反但各同類之各物同此一腿則電氣之濃淡與方向各相同一物之各腿則電氣之濃淡不同

來門得謂動物之腦筋動筋等之各質點同能發電氣即相同之質內自能發出不必如弗打之說兩不同之動物質點切而發也如將動物之動筋與內相連則電氣傳行之方向常依動筋與測器相連之法

來門得分割動筋之剖面有二種一為直剖面順動筋之質紋剖之二為橫剖面橫動筋之質紋剖之剖面有人所割成者有自然成者如第一百十三圖甲乙為人所割成

圖三十百一第



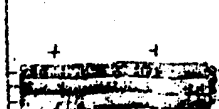
之橫剖面丙丁為人所割成之直剖面

自然成之橫剖面為各質紋之原端外有膜蓋之此端與筋帶相連相連之處如戊己與庚辛而難傳電氣自然成之直剖面為自第一自然成橫剖面至第二自然成之橫剖面之外面也與連於筋帶之皮不相關其色似紅銅如己辛戊庚

動筋傳行電氣之例動筋內第一自然成或割成之直剖面與第二自然成或割成之橫剖面內之任何點為相配之正電氣

動筋之電氣或向上而行或向下而行俱依二橫剖之上面或下面與測器之一極相切而直剖面與他極點相切也依此則動筋雖極小之分必有電氣傳行與全動筋或

圖四十百一第



大塊動筋相同動筋雖小至僅有數原質紋亦然如第一百十四圖乃來門得所試動筋極小之分傳行之電氣圖內之各條為動筋之質紋放大七十五倍者來門得試腦筋亦有傳行之電氣與動筋相同腦筋與動筋原以生物之理相連而所傳行之電氣因動筋所發其腦筋不易傳電氣故腦筋之本電氣不傳至動筋也以上所考雖極精細亦尚易誤必慎勿使所用小內之鹽

滲質與動物內之流質有化化合分有則另發電氣而亂矣馬士細所用之測器兩極用鋅板而漬透水銀浸於鋅養硫養之濃水內易傳電氣而遇動物質不能有變化來門得將所試之動筋或腦筋安於多層薄生紙之上其紙先浸鹽類水而切於測器之鉑極所浸之器之邊動物與濕紙之間隔以濕膀胱一小塊膀胱塊浸蛋白以濕之則鹽類水與動物內之流質不能有變化而電氣仍能傳遞每試一次所用之兩濕紙墊有第三濕紙墊連之使電氣仍易傳而鉑極若已成對極之狀則兩極彼此能相滅

動筋縮時所現 第八十九節

將田雞如前法爲之使相連之腦筋與他田雞之腿相切二田雞皆不通地以化電氣之兩極連至一田雞脊骨之動筋則此動筋能縮而又一田雞之腿亦能縮又用鋒利之刀刮脊骨之腦筋則第一田雞之腿能縮而第二田雞之腿亦縮用兔試之亦同馬士細用田雞腿之腦筋切于活兔腿之動筋用化電氣使兔之腿縮而田雞之腿亦縮若以難傳電氣之物隔於動筋與腦筋之間則第二田雞之腿不能縮若用薄生紙隔之則第二田雞之腿仍能縮可見此非腦筋動而使腿縮也
白格路謂田雞腿縮之時腿之腦筋切動筋之處自發電

氣來門得則謂動筋直剖面內之某點有易傳物連於橫剖面之某點則有電氣自橫剖面傳至直剖面故可知電氣不特四肢之各動筋所發而動筋之各質紋亦能發田雞動筋之橫剖面與直剖面任何連於腿之腦筋則腦筋必有電氣自直剖面傳至橫剖面腦筋初相切之時腿之動筋即縮久切而電氣傳過腦筋時動筋再不縮斷電氣時則再縮不特相切相離之時動筋能縮其所傳之電氣濃淡忽改亦能縮依此論馬士細所試得者知腿之腦筋切動筋電氣傳過腦筋動筋亦連續多次每縮一次電氣減小所縮之多少與發之電氣多少有比與馬士細之理合馬士細云來門得之說腦筋與動筋不切於二處法國京都之博物士信之

電氣感動動物之五官 第九十節

電氣獨遇動物五官之腦筋則不感動其動筋與聲色味等之感動五官相同
弗打試用化電氣之一極切於人之眼球或眼皮一極切於舌雖電氣極淡不能使眼之動筋收使縮亦能覺有光知僅感動視官之腦筋也又用化電氣傳過二耳覺有嘶嘶之音至電氣斷而止弗打謂爲初傳電氣之時能覺有音在負極更大素沙試得以電氣傳過人舌能覺有味用

鉅片在舌之下面銀片在舌之上面以銅絲連二片舌覺有酸若換二板之上下舌覺有碱此二片所發電氣極淡必非化分人涎所含之鹽類而有味也弗打又試在手中執錫板內盛淡碱類水以舌之下面切此水覺有酸味可知舌所覺皆非碱類之味而是電氣感動舌內嘗官之筋筋而覺味也總之電氣傳過五官之筋筋必感動之而使有所覺

電氣若傳過活動物或初殺動物心內之腦筋心與肺即動惟傳電氣後不即動必少待而動斷電氣後動不即止亦少待而後止又加碱類或加熱或擦磨亦能感動筋筋與電氣相同

動物動筋縮時發電氣 第九十一節

動物之電氣即自動筋內所發則動物身內必常有電氣傳行將動筋之橫剖面與直剖面相連即發電氣可知身內自有傳行之電氣也前法所試測器所顯數乃全身電氣之小分來門得將活田雞二腿各置於盛鹽水之杯內二杯連至測器按奴比利之說田雞之電氣自腿向上傳行則二腿之電氣必在二腿相連之處彼此相滅故測器無所現若一腿之電氣減小而一腿之電氣不減小則不減小者必使測器之針偏來門得將田雞一腿之動筋割

斷使不能動再使食毒藥即馬前使大振動則未割斷動筋之腿其動甚猛動筋傳行之電氣因而減小則測器能顯他腿傳行之電氣矣

來門得又自試之以左右手之食指各浸於鹽水杯內不割斷動筋左手不動而右手之動筋伸縮甚猛見測器之針能偏又右手不動而左手伸縮甚猛見測器之針亦偏而與前反電氣常自伸縮之手傳行至肩因不動之手電氣原大於動之手故不動之手電氣之方向自肩至手內

電魚 第九十二節

動物體內有能多發電氣而擊他物以護身者電魚是也此魚西國自古而知之名托比杜古人里與阿比安之書論之產於地中海與英國海大者重十八磅至二十磅



第一百十五圖

雖者狀如第一百十五圖乙為胸所刮下之皮甲為發電氣之處丁為魚口如新月形戊為腮共五孔庚庚為各前橫骨辛辛為大旁翅之外邊壬為內邊近於發電氣處丑為肚寅寅為後橫骨之處此為單骨與脊骨相連又托住二小旁翅卯辰為糞門已為尾翅發電氣每器長約五寸前端闊三寸後端闊半寸器內各件為柱形自體之小面起至上面止其長依所在處

魚身之厚而異最長者一寸半最短者四分寸之一。極約十分寸之二。各件為六不等邊形。或五不等邊形。有時略為方形或圓形。英國人恆達考此種魚一尾。左右兩邊各柱形有四百七十件。又有人考甚大之魚長四尺半重七十三磅。左右二邊各有柱形一千一百八十二件。長一寸之柱內分隔為一百五十分。

欲令魚發電氣。必先用法挑致之。發電氣之時。翅自震動。甚速。人以指切其身。即受其電氣。其發電氣雖能極速。而入惟置於金類板上。以板切於魚之發電氣處。人執此板。則魚翅動。雖速。手中不覺有電氣。必以手徑切於魚之發電氣處。始可覺有電氣。故魚之電氣。不能傳過他物。而再擊物也。

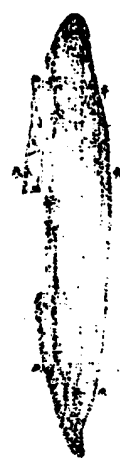
魚所發之電氣。能使鋼針變有吸鐵性。又能發熱。亦能化分物質。

馬士細曾試得三例。一例。魚內發電氣處之後面為前面之正電氣。二例。背面傳過發電氣處。腦筋之各點為背面他點之正電氣。三例。發電氣處前面所有通至腦筋之外各點。為前面別點之負電氣。

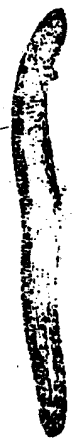
魚類名記。麥奴脫司類者。亞非利加與亞美利加熱地有之。記麥奴脫司類之內有魚一種。能發電氣。形略似鱉皮。

平滑無鱗。凡發電氣之發電氣之器。有不同之料。層層相間。中多腦筋。割去此物。魚仍能活。而無害。若發電氣過多。魚體即軟弱。久而死。

第一百十六圖



第一百十七圖



圖之孔乙為糞門。戊為背面留皮之處。庚庚為魚下之長翅。戊戊為魚之外旁動筋。丑為未刺去之動筋。己己為大發電氣器。辛辛為小發電氣器。寅寅為分隔大小發電氣器之皮。卯為已刺去此皮之處。發電氣器為全魚體三分之一。兩發電氣器上端有背內之動筋。分隔當中有浮泡。分隔下端有皮分隔。大小發電氣器用二物所成。一為平板。一為薄板。薄板橫分於平板。平板之方向。自魚頭至尾。闊約等於魚之半徑。而長不等。有等於魚全體之長者。薄板橫分平板。自平板之前。至後。俱極齊整。每寸約有二百四十薄板。

此魚之發電氣能自主其處要緊即將其發器之電氣向某處放之二人以手相接而一人用手切魚有時二人同覺有電氣有時電力雖極大亦僅切魚之人覺有電氣英國有格致院蓄此魚一大尾已活多年無病法辣待曾往試之得四事如左至道光二十二年三月一血管忽破而死

一擊物人以一手切於近頭之處一手切於近尾之處覺受力甚大與多連之來頓瓶放淡電氣相似此魚每次放電氣之力甚大且能連放二三次每次間之時甚小每放電氣一次其力常略等於十五來頓瓶瓶內外錫箔共三千五百平方寸者

二火星用玻璃空球上下有銅帽以一紅銅絲通過上胃入球內端連金箔又一銅絲通過下胃入球內端連黃銅球金箔與球幾相切而不切挑致其魚使放電氣傳過銅絲則金箔為球所引而有火星

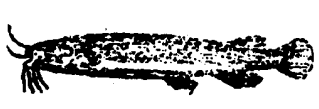
三化分以鉀碘消化於水用紙三四層浸濕夾於鉑片與鉑絲端之中鉑片通至魚之一面鉑絲通至魚之彼面鉑碘即化分知魚體中之前半各處為負電氣後半各處為正電氣

四吸鏡使魚所發電氣傳過測器則針偏至三十度若自

前半傳過測器而至後半體則針常向一邊而偏又用蠶絲包之細銅絲繞於鵝毛管外管內置鋼針針即變有吸鐵性屢次試之觀針之極即知電氣自魚首傳至魚尾多人之手同時置於養此魚之大盆之水內魚發電氣各人受之力有大小可知魚發電氣之時周圍能傳電氣之體所受之力約似吸鏡曲線之式記麥奴脫司魚繞行他魚成圈而發電氣以他魚為圈之徑能擊之致死即食之此即其覓食之法也

細路路司電魚如第一百十八圖在阿非利加色未加勒知而與內辣各河內長約二十寸將此置於一手而第二

第一百十八圖



手執金類切之覺有電氣其發電氣之器比他魚為簡脫得辣頓電魚產于即利海高脫利荷亞路司電魚產印度又他處亦產電魚尚未詳考

植物電氣 第九十三節

華得門曾試植物電氣兩年得七要植物各件內有傳行之電氣而舊皮等難傳之物則無一也植物春夏秋冬各時或斫下之塊而未乾者皆有傳行之電氣一也植物之

根或身或枝或葉或果蒂或花蒂俱有電氣在內則向下傳行在外則向上傳行三也植物身之外層木與內層皮周圍相切之處有電氣向左右傳行四也葉內各層之體至筋內如自葉至葉根之間有電氣傳行五也花內電氣力甚小甜味之果並數穀類電氣易見果內電氣多自外面傳至相近之內其力在四季有大小春令樹汁極多時電氣亦極多六也植物有電氣傳行至土內如將不相連之兩植物中連以測器知有電氣傳過七也

彼格路証此而又考得自木之軟心有電氣傳行至皮可知生長植物之地地面恆存餘正電氣而樹皮並木恆存餘負電氣此電氣隨植物所呼之氣而至空氣又因植物與地面之電氣不同類可知熱地花草樹木極茂之處必與空氣電氣有相關

花之橘皮色者多能發光閃在熱天日初落後見之色華可荷詳細考之知英國七月八月內見者更多又見一花能連放光閃數次

步以來試植物之電氣知空氣之電氣幾分自植物生長之時所發試法將十二玻璃盆列成二行於桌上桌面先敷格末辣格漆一層各盆之徑俱約八寸自口向下深約二寸亦敷辣克漆一層盆內盛爛植物所成之土用銅絲

自一盆中之土內過盆邊至他盆之邊亦至盆中之土內十二盆之內面與爛植物之土相連略同於一體首盆連於增電氣器之上板末盆通地

試時天氣甚乾將各穀種於各盆內房不開門亦無燈無光亮無容電氣之體第一日與第二日穀腫大而發小芽長約十分之一未出土面第三日芽出土面成小葉向窗戶斜逸試增電氣器知容滿正電氣故知各種子發芽之時所放之炭養氣容正電氣與燒物時發之炭養氣相同試之數次各次皆然若天氣非極乾則不能見故必在房內置收水之料始可見之自所試而知生長草木之面積一千平方尺所發電氣足容滿大瓶之來頓瓶

信

三
身
三

三

電學卷四 論化電氣

英國 璫埃德著

英國 傅蘭雅 口譯

無鈔 徐建寅 筆述

第一章論發化電氣之器

弗打初試 第九十四節

弗打以紅銅與銻之圓板各一塊徑約三寸磨之光滑各
 有難傳之柄兩手分執之使二板之平面相切而後相離
 慎勿相磨再各切於增電氣器之板如前第十九圖知一板容正
 電氣一板容負電氣慎為之電氣力雖甚淡而有確據且
 云此因有一性之電氣則二金類相切之時能發其異性
 之電氣也英國之電氣學家固路法試以紙隔於二金類
 相切之間亦能發電氣而知弗打之說之謬且云二金類
 相切而發電氣因熱度不同其熱彼此相傳有化合化分
 之故如銅錢久蓋於磨光金類之面則有影迹也法國之
 電氣家賈西河試知二杯相近而不相切或有物隔之俱
 能發電氣用紅銅板與銻板徑各四寸在不通地之柱上
 相距約百分之一各以紅銅絲連於至顯器之二金箔
 二金箔相距八分之二一金箔能左右搖動不切於二圓
 板無電氣之時金箔與其二板之相距等試之人一手執
 生布尼發電氣器如前第十五圖得一極所距顯器之帽約一

寸又一手分開其二板分開之時則發器之極與顯器之
 帽相切則如用發器之負極切之則顯器之金箔為連於
 銻板之圓板所引如用發器之正極切之則其金箔必為
 連於銅板之圓板而引

法辣待用不同之金類兩塊不相切而發電氣能化分鉀
 碘如第一百十九圖用銻片擦淨而彎成正角如甲再以

第一百十九圖



鉀片長約三寸闊約半寸連以鉀絲如
 乙鉀絲彎成二正角銻片與鉀片相並
 而入玻璃管如丙將生紙一塊浸以鉀

碘水安於銻板之端如天以淡硝強水或淡硫強水或淡
 鉀養水加入玻璃管內則天點之鉀碘速即化分鉀絲之
 端有碘結成以鉀絲移於紙之各處見其變化之力甚大
 紙上之鉀碘盡能化分再將黃紙浸以鉀碘水安於前生
 紙與銻板之間則上紙結若干碘於鉀絲下紙結若干碘
 類於銻板又用顯器試之知有電氣傳過

法辣待謂兩種金類相合則流質與金類二者相對之愛
 力減小而電氣易傳故用水銀擦於銻板浸於淡硫強水
 則金類與流質之愛力不足使其相切處有變化故金類
 不與養氣化合而使水化分其愛力但足發電氣而循環
 傳行使水化分若用銻與鉀相連而發電氣循環傳行則

比用電氣所能化分之質連二金類者更靈因化分所用之力與淡硫強水內變化所發之力相對故傳過化分之質電氣必勝其質之愛力而使化分方能現力如其質不化分則不能現力化分其質所費之力能滅淡硫強水所發電氣之力也

弗打所言二金類相切而成電氣之理電學大名家多有信之者如法夫與馬里亞尼尼與非義與山步尼與麥都細等是也電氣物質變化而成電氣之理電氣大名家亦多信之者如法步路尼與胡辣司頓與胡而司特與執格路與待辣利弗與司根皮恩與法辣待與固路弗等是也兌飛謂前器發電氣之故幾分因異性之金類幾分因流質之化分故化學之愛攝力與電學之攝力相同化學之愛攝力在體內質點所現電學之攝力在體之全質所現化電氣各事盡賴此二者也

弗打謂前之相切乃鋅板收銅板之電氣而鋅板容正電氣銅板容負電氣路比生曾用銅鋅板多對相連欲得更夫之力試之不在四其每銅板在二鋅板之間而每鋅板又在二銅板之間故二邊之鋅板收銅板之電氣而力彼此相減其二邊之銅板亦然是以雖用多對力必同于一對也弗打見此事即在銅板鋅板之間各另夾能傳之濕

物而成堆如第一百二十圖銅板鋅板之間夾漬水而濕

第一百二十圖



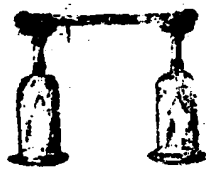
器張開鋅端有正電氣銅端有負電氣若二手浸水而後切於兩端之板能覺電氣之力將其二線相切能見小火星若將紙或布先浸濕鹽水而夾於板中如前試之則人身覺震動所發火星亦更大其鹽水化分而電氣之數增多也惟願器金箔張開之多少在乎電氣之濃淡

乾電氣堆 第九十五節

得路格初造發電氣堆能考得電氣傳行之方向等事用紙夾於二種金類板之間紙之一面或貼金箔或貼銀箔一面貼鋅箔徑各一寸裝配之時使鋅銀紙鋅紙迭更相間用此五百塊以螺絲壓緊於乾玻璃管內管之兩端加銅帽即成發電氣堆能發多電氣英國人星阿曾用鋅銀各二萬塊作發電氣堆能使顯器之樹心球相離又以極細鐵絲之兩端連其兩帽而一端有漆一薄層則能多得連光星鐵絲之端若輕移於銅帽之面則光星更亮用極薄之玻璃瓶內外錫箔面共五十方寸與堆相切十分時相離之後而放瓶之電氣能鎔鉛絲一段徑五千分可

之一若傳於人之肱與肩能覺震或在胸亦覺震又略能
 月穿厚紙成孔惟絕不能化分物質將紙浸各種鹽類質
 之水用極靈之植物色染之久遇此堆之電氣色絕不改
 此堆之性與摩器收箭略同中點有中立性兩端有對極
 性一端若通地則他端電氣之力即增大鉗端為正銀銅
 端為負若兩端各安於金箔顯器之帽如第一百二十一
 圖則金箔各張而顯異性之電氣用金類連二器之帽金
 箔即合不連之仍張顯器之宜於此用者如第一百二十
 二圖其金箔能移動或近或遠如將此器之鉗端或銀端
 與銅端迭更連於顯器之金箔必恒來往將兩端連至顯

第一二一圖



第一二二圖



器之二金箔則二金
 箔恒相推而動發電
 氣堆有數試法真大
 有趣味星阿用一千
 二百板之器能使兩
 鐘間之小椎來往打

鐘十四月不息得路格在二鐘作擺能撞動二年餘不息
 賈西河依山步尼法用紙一萬塊皆一面貼極薄之鉗皮
 一面上極細之錳養粉相疊作堆容其電氣於多連來頓
 瓶而放之火星長五分之三亦能化分鉀碘而碘結於

錳養之端信弗打之理者則云乾堆之電氣因二種金類
 相切而成不信弗打之理者則云乾堆之電氣因紙含水
 少許水內養氣與鉗化合而成惟此堆久用則不發電氣
 與化合之理確合蓋因紙內之水化散鉗漸消壞也此堆
 發之電氣甚濃放一次後必少待而能再放其力與空氣
 之性有相關用此堆動擺其動非平均得路格與哈司曼
 俱見此堆受日曬之熱力即加大故誤會其意造時將各
 件烘乾裝成欲其力加大不料反致絕無乃拆開而將各
 件受露一夜使紙稍濕再裝成之始得有力星阿又試此
 器夏時動擺之力大於冬時在燠房之內力亦更大此堆
 之二端慎勿與易傳之物久相切久相切則力失必常切
 於難傳之物若偶誤而力失則慎之數日力仍能復

相切之理無實據 第九十六節

法辣待書中有一卷專考弗打發電氣器力之源茲錄其
 總說曰依相切之理則體質不改原力不費而能自無而
 有憑空發出電氣力此力竟能勝傳電氣質之阻力或物
 質之愛力至物質改變形而始滅果能如此則與萬物之
 各力及萬物之公理皆不合矣蓋萬物中雖有數力未得
 他力所變而似乎變為他力但此所變之力亦非自無而
 生亦非有不絕之源生其力也

物質變化而發電氣之理先有化學之實據而後考其質內之變化

物質相切而發電氣之理先有空理至遇難解之處再設一空理以解之至末仍為質內之變化仍與化學內化分化合之變化相同

相切之理若確則用其所發之電氣而加以電氣吸鐵器能成永動之器矣而萬物中必無此理可知其理並其理之所以然皆不合而必不確也路什推廣此說云設欲一物恒動向一處而現力永不消盡萬物必無是理蓋現動力若干路即消去若干動力消去之動力與現動力之路有比是以不能有永動之物依弗打金類相切而發電氣之理則原有之動力能永不消去可知必無此理也

哈里司著書先論兩理之略次論相切之理云細考相切與變化二者之據知變化之有大據不能謂其不確有變化即能發電氣即電氣全賴變化而發變化或減或停電氣亦減亦停變化有改變電氣亦改變變化無電氣亦無自昔至今用化電氣器未有無變化而能發電氣者總之化學之變力即與電氣力相同也

相切之理若確則萬物與此相同之事如二種金類相切而能發電氣則可知發電氣器中相切之力必相定而等

於○又其二種金類之質點谷事必絕無改變而仍彼此相同若相切之理以為二金類之質點在相切時其性或形能改變則為變化之理而非相切之理矣又依相切之理其二金類一為正電氣一為負電氣當中所發之電氣為二種電氣彼此相滅既是相滅何能重有總之相切之理以為有正負電氣彼此相敵而後知其理尚未明解如何能使恒發電氣設二金類初相切之時能有此改變電氣之事亦不能以此理明能所發之電氣傳出勝各種阻力久而不息而力源不涸者奇矣然萬物內未嘗見有此蓋凡有發力必費原力也

化電氣簡器 第九十七節

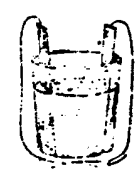
第一二百三十三圖



弗打所試紅銅與鋅板相切之時若稍有變化則變化愈大電氣力亦必愈大將不同之金類如鉑與鋅直立於杯中加淡水以浸之如第一百二十三圖使其上端彼此相切則成化電氣循環之路而水漸變化養氣必

化合而電氣傳過水內運所分出之輕氣至鉑面而成細氣泡電氣循鉑片而上至端而傳至鋅片循鋅片而下至水內再使養氣與鋅化合再傳過水內而至鉑面如此循環不息二金類片若稍相離則電氣之路斷相切則再傳

第一二四圖



也。二金類片可不必相切而用金類絲連之。金類絲無論長短盡同。如第一百二十四圖。杯內若盛極清之水。則發電氣力不濃。久之而力幾無。乃銻片之面結銻養一層。電氣不易傳過。故也。若以硫酸強水少許。或鹽強水少許。加入杯內清水之中。電氣力即加大。因有強水。則易傳電氣。且銻面所結之銻養。為強水所消化。而面常淨。水即更易化分也。故知其銻與養化。合始發電氣。乃自銻面傳至水內。傳至銻片。傳至過金類絲。回至銻片。如箭之方向。加以硫酸強水者。則有成銻養。硫酸強水。化於水內。加以鹽強水者。則成銻綠。消化於水內。然發電氣。則全賴水之化分。而成與此二種質不相關也。

以極細指南針。置於相連銻板銻板之金類絲之上。或下。則針為電氣所感。而有偏。可知必有電氣。由此傳過也。

將銻片先浸於淡硫酸強水內。取出。搵透水銀。再浸淡硫酸強水。而不與銻片相連。則不能消化。若與銻片相連。則見銻片之面。速發多水泡。如銻片大有變化者。而銻片之面。則寂然不見。此水泡。為輕氣。實自銻面之變所發。不見於銻面。而反見於銻面。故獨用化學之理。不能解也。必以電氣之理。始可解之。緣電氣自銻片傳至銻片。則其間之各質。

點盡皆變化。故輕氣亦自銻片。由水逐點遞傳至銻片也。若用淡硫酸強水。則其質為輕養。硫酸養。電氣能傳之時。切於銻片者。即變化。而硫酸養。及養即與銻化。合成銻養。硫酸養。其輕則化分。而與相鄰者之養。及硫酸養。化合。而輕又化分。再與相鄰者之養。及硫酸養。化合。而輕又化分。如此逐點變化。至末。而輕點。遇銻面。不能與銻化。合。必留於銻面。成泡。可用下式明之。

電氣不傳之時。質點之次序為

銻 輕養。硫酸養 輕養。硫酸養 輕養。硫酸養 以至銻面

電氣能傳之時。質點之次序為

銻養。硫酸養 輕養。硫酸養 輕養。硫酸養 以至輕與銻面

輕氣雖遞傳而過。而銻銻二片間之水。則不見有變動。雖以皮或生瓷。分隔變化。仍同。故電氣之能傳過。必另有一種相連之法。尚在難明。有電氣家。但尼里。設喻以解之。云用象牙球。數枚。挂成平列。而恰各球相切。以堅物打第一球。則打力傳過各球。而至末球。末球無所傳。其力必自拋開。其拋開之力。即第一球所受之力。輕氣遞傳。可與此相。比。第一質點之輕氣。化分。與鄰質之養。氣化。合。即向前移一步。如此逐質傳行。至末。而輕氣質點。遇銻片。而無養氣化。合。乃留於銻面。積成小泡。浮至水面。而散焉。

連鉑片與鋅片之金類絲之原質亦逐點遞傳與水相同
試將金類絲當中割斷而兩端各連鉑片同浸於盛輕碘
水玻璃瓶內不久而連於鉑片之鉑片結碘一層連於鉑
片之鉑片有輕氣泡一層此亦由鉑片發電氣而傳過強
水至鉑片即由金類絲傳過輕碘水而回至鉑片輕碘之
輕氣亦行相同之路而留於連鉑之鉑片

作發電氣器不必用二種金類而用二種流質亦可發電
氣如鉑片連於匣中至二邊而分隔匣為二腔使不漏一
腔內盛淡強水一腔內盛食鹽水或不用二種金類不用
二種流質亦可發電氣如鉑片之二面粗毛與光滑不同
平常之鉑含鐵約百分之二鐵與鉑非化合而是相和故
浸於淡強強水內鐵與鉑之質點自成發電氣兩極使其
中之強水為傳電氣之路亦有輕氣放出

兌飛包船銅皮不壞之法 第九十八節

兩種金類同浸於強水或鹽水內其一種金類若與水內
一原質之變力愈大則又一種金類愈不能為水所消化
如將鉑與紅銅相連同浸於強水內則較諸各獨浸於強
水內者鉑之變化甚多紅銅之變化甚少故紅銅皮若獨
浸於海水內則極易消化而成銅綠若與鉑相連而浸於
海水內則銅不變化而獨有鉑變化矣兌飛知此必有益

於製造意用少鉑能保多紅銅不壞故試用少鉑釘釘於
紅銅面四十或五十平方寸久浸於海水果能不銹壞又
試用鉑線徑四十分之一者連紅銅數塊亦能不壞又
用紅銅皮多塊外面加四十分至千分面積之一之鉑或
生鐵或熟鐵詳稱其重數而記之浸於保子麻港能遇潮
水進退之處數十日取出再細稱其重數有鉑自四十分
至一百三十分面積之一者紅銅絕不銹毫不減重二百
分之一至四百六十分面積之一者紅銅有減重有生鐵千
分面積之一者紅銅亦未全消去故思船之銅皮可用此
法使不消化後又知銅皮全不消化則海菜與蛤類能生
長於銅面而阻船之行速故必使銅稍成銅綠則其毒性
能使海菜與蛤類不生長也有連世者知銅皮全不消化
之弊故用鉑作漿敷薄層於銅皮之外面水不能消化動
物植物亦可不生長實廉而益大也

發化電氣單器 第九十九節

一初用雙層紅銅之器如第一百二十五圖用雙層紅銅

第一二五圖



圓筒底相連不漏另有鉑管徑大於
內層而小於外層安於二層之間軟
木墊之上使不切於銅筒鉛管與銅

筒各連銅絲銅絲之端各有小杯盛水銀傳電氣之線揮

於水銀內單器之大者發電氣數多而力甚淡傳過人身不覺有損不足化分水而生熱之力甚大。

二比比司大面積之器如第一百二十六圖用錳皮銅皮

圖六十二



各一層各長六十尺闊二尺二層相疊而中夾毛繩使不相切將二層同捲成

柱形挂於桶內以轆轤等使之起落桶內盛淡強水約五

十軋倫電氣力甚大。

三司米鍍鉑銀片之器如第一百二十七圖銀面鍍鉑鉑之分點甚細輕氣易於上浮尋常銅錳及銀錳之器輕氣

圖七十三



易粘於銅銀之面而使錳養硫養化分有錳結成於銅銀之面所發之電氣為所減小矣銀片

鍍鉑之法以玻璃筒盛淡強水而加鉑綠淡強水之內將

瓦管盛錳片與淡強水而浸於鉑綠淡強水之內將

銀片與錳片相連則少頃而銀片之面結鉑一層狀似細

黑粉若銀片之面先加濃強水少許而後鍍鉑則面毛

而鉑更易黏

將鍍鉑之銀片連於橫木之中橫木兩面夾透水銀之

錳片以螺絲夾夾連之錳片之大與銀片或同或半俱可

將此挂於筒中而加強強水一分清水七分以銅絲相連錳銀則連發輕氣而多發電氣

四但尼里銅養硫養器如第一百二十八圖用紅筒內盛

圖一百二十八



生瓦筒瓦筒內盛透水銀之錳條不與瓦筒相切紅銅筒內滿盛極濃

銅養硫養水另以少許強強水生瓦筒內盛淡強強水紅

銅筒口之下寸許有多孔之板板上常安銅養硫養之顆

粒使漸消化將錳條與紅銅筒相連即發電氣而瓦筒內

之水所化分之輕氣即過瓦筒入銅養硫養水內而與銅

養硫養之養氣化合使其銅則化分而結於銅筒之面水

內之銅養硫養漸少則有顆粒消化而補之故可久發電

氣而力仍平勻蓋化分所出之輕氣若徑至銅銀板之面

則能化分錳養便成錳而結於板面使電氣之力減小一

病也輕氣黏於板面能阻電氣之傳過二病也故電氣之

減去者大半多人皆欲設法以免之但尼里初成此法使

輕氣與銅化合而免其病焉

電氣傳過瓦筒可用下式明之甲甲為瓦筒面右邊之括

弧為未發電氣時之位置左邊之括弧為已發電氣時之

位置

銅 銅養硫養 銅養硫養 輕養硫養 輕養硫養 錳

但尼里之器欲久用者，銻系不可搭水銀盛銻之瓦，若收濃銻養硫養水而不結成顆粒，則發電氣之時可久而力則小。瓦筒之用所以阻二種流質相合，然銅養硫養水久亦多流入瓦筒之內，故瓦筒之容積當大於銅筒之容積，乃可久用。

法國人得路以勒瓶造發化電氣器，存於同治元年之博物院，俾人觀看，用永養硫養代銅養硫養，而用炭代銅淨而力久較諸但尼里器則力小而濃勝之，惟微嫌用價稍貴。法國多用之於電報。

五願路硝強水之器如第一百二十九圖，人為銻管兩端

第一百二十九圖



第一百三十圖



色後藍色也。電氣傳過瓦筒，可用下式明之：丁為瓦筒面右邊之括弧，為未發電氣時之位置；左邊之括弧，為已發電氣時之位置。

普通而中間安於玻璃筒或瓦筒內，鉑片大而摺疊，如第一百三十圖，安於生瓦筒內，筒內盛硝強水。發電氣時，輕氣過瓦筒而與硝強水之養氣化合，成水有淡養或淡養化分而出，消化於硝強水之水，先變黃色，後綠。

鉑 輕淡養 養 輕 養硫養 輕 養硫養 銻
鉑 輕淡養 養 輕 養硫養 輕 養硫養 銻
輕氣入硝強水與之化合成水及淡養或淡養，俱消化於硝強水內，則傳電氣更易。

固路之論曰：銻與銅之發電氣器所發電氣之力，等於養與銻之養力。減養與銅之養力，但尼里之器所發電氣之力，等於養與銻之養力。減養與銅之養力，而加養與輕之養力，硝強水之器所發電氣之力，等於養與銻之養力。減養與淡之養力，而加養與輕之養力，惟硝強水內養與淡之養力甚小，於銅養硫養內養氣與銅之養力，電氣之力必大也。

平常發電氣器，負電氣板有銻結成，生大阻力。銅養硫養器有銅結成，生小阻力。硝強水器無有結成，無阻力。六本生炭精之器，如第一百三十一圖，與但尼里器同，而用炭精作圓柱形，以代鉑炭柱。柱上有銅帽，連銅絲，而與銻相連。炭精必長，使銅帽不遇硝強水。每次用之，必將銅帽洗淨，作炭精之法，將枯煤與煙煤各研細粉，和勻，築實於鐵模內，取出封密於管內，用不甚大熱之炭火加熱。煨之質，尚漏水，再浸於極濃白糖水內，取出曬乾，至糖結成，再封密於罐內，加極大熱，數小時，即成。如欲作圓板，則

圖一十三百一第

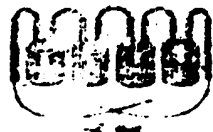


可作擴而鑄成之用天石磨平本生曰
鉛與炭面積相等同亦相氣得精利
第曰炭精之發電氣更耐久得知明日
本生之器可用鐵絲水代硫酸水又可
用鹽水或鉀綠水代硫酸水

發化電氣多連之器 第一百節

一弗打初初之乾電氣堆卽是多連之器惟木板多則逐
層之相疊者多而下各層布內之水必被上層重擠出必
用槽以制之故弗打又用多杯之器如第一百三十二圖

圖二十三百一第

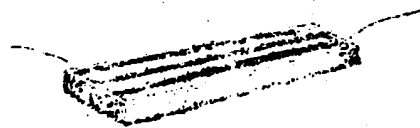


其法最簡用小玻璃杯各盛淡硫酸水各安
方二寸之銅片與鋅片而不相切鋅片之
面搽透水銀首杯之鋅片連於二杯之銅
片二杯之鋅片連於三杯之銅片等再將
末杯之鋅片連於首杯之銅片則有電氣
傳過而見各銅片面多發輕氣泡鋅板則

消化而寂然將兩片之銅絲不連則電氣不傳而輕氣泡
不發用片十八對或二十對能化分淡強水甚速用片三

十對手護而執之可發電氣傳過震動

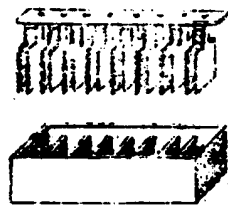
圖二十三百一第



二克路克山克器如第一百三十三圖用
銅片與鋅片成對連於木條而置於箱內
故箱內或用淡硫酸水或用銅養硫酸水
易換易添

三邑丙登之器如第一百三十四圖用銅片與鋅片約方
四寸成對而有一點鋅連常用瓦箱分爲十腔或十二腔

圖四十三百一第



各片共連於木條而使每對聯於箱
之隔板故提起與放下皆易連各片
用極乾之木條而上漆使難傳電氣
常用數箱相連其常備者各片之能
否電氣及相連之次第者一片有誤
則力減小也

四胡拉司登之器如第一百三十五圖銅板對摺以對鋅
板之兩面申爲連板之木條乙乙爲鋅板丙丙爲銅

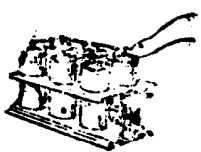
圖五十三百一第



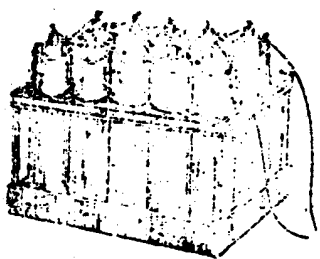
板用木或軟木在鋼板梓板間使不相切作十箱或十二箱其電氣力大

五但尼之器小者如第一百三十六圖大者如第一百三十七圖小者筒高六寸徑三寸半用三十筒已有大力大者用七十筒將傳電氣之二銅絲端連尖炭塊則二尖炭相近之時所成之火能鎔鉛條方八分寸之一者又能多鎔鎔與銀與鐵今時各大電報館內多用此器同治元年博物院內里德公司之此器式甚整齊用玻璃箱內有五

圖六十三百一第



圖七十三百一第

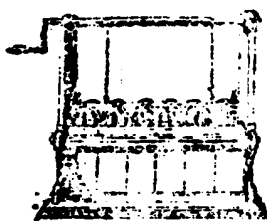


隔板分爲六腔箱與隔板整塊而成每腔內用生瓦板分隔爲三二邊與

下邊用灰相連於玻璃片銅片成對相連騎於玻璃隔板各腔相間盛銅養水與淡硫強水此箱堅固易於搬運惟瓦板若壞難於重換耳

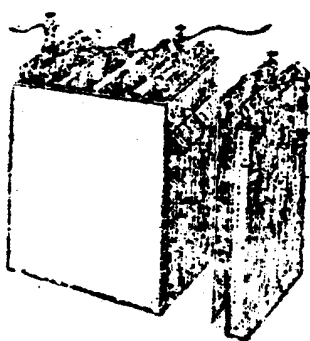
六司米之器如第一百三十八圖用六筒上用軸與搖柄將片起落十筒至十二筒者力已頗大用時慎勿使銅鉛

圖八十三百一第

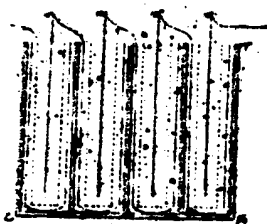


等金類之雜質入強水內恐結於銅片也同治元年博物院內有對也所造之此器錫片易於取換而洗淨錫片下端浸於汞杯內則錫片能常清汞而以紅銅條入此汞內連錫片與鎔鉛之銀片紅銅條不切汞之處外包象皮錫片常含汞而不甚消化故暫用與用時甚久其力亦不改胡勒哈作之司米器用炭精代鎔鉛之銀片近時炭精亦鎔鉛使輕氣更易放而多免滅力之弊且不易污鎔鉛價甚廉賤長七寸闊三寸之片需錢十文而已七類路之器四腔者如第一百三十九圖剖面形如第一

圖九十三百一第



圖十四百一第



R. 3. 11. 2. 1. 2. 4.

百四十圖甲為曲鉑片乙為鉑片入生瓦器內丙亦為鉑片用螺釘在甲點連於鉑片

試此器之五腔者鉑片之面積共四平方尺用淡強水一分時能化分水成輕氣與養氣一百十五方寸又試五十分者鉑片闊二寸長四寸用炭尖成電氣火長一寸又四分之二能使數種金類燒而散用又試一百腔者炭尖之火極大目不能視大鐵絲長二尺者能至白熱而鎔傳過鎊硫能化分而燒甚光亮

八賈蘭之器用生鐵與錳司脫成初言其法賈蘭仿之而作極大者自古發化電氣器未有過於此者也用生鐵代銅有生鐵筭三百筭內有瓦筭瓦筭內盛鋅板方四寸再有生鐵筭一百十筭內有瓦筭瓦筭內盛鋅板長六寸闊四寸再有生鐵筭一百七十七筭內有瓦筭瓦筭內盛鋅板方六寸共生鐵筭五百七十七共面積二百方尺鋅板之面積九十九方尺各生鐵筭內盛濃強水十二分濃強水十一分半各瓦筭內盛強水五分強水二分水四十五分共用強水四十軋倫強水十六軋倫

此器之力甚大試時用極大之火雞在二翅下拔去其毛將二錫箔各方四寸安其處用淡強水濕之捉雞之人手內襯甚厚之呢以免受電氣將雞之二翅夾於其邊備好

之後電氣線一連火雞即死觀其腹內胃已破裂以紅銅絲自負極一端連於黃銅圈再以紅銅線自圈連於正極電氣一傳即有大光將電氣線漸漸離開銅圈則線與圈之中成光弧長約五寸

強水浸鐵之變 第一百一節

鐵絲浸於以水較重一三五之強強水內即被強強水消化甚速若連於金或鉑則不能消化內將鉑或金在強強水與鐵一切而即取出鐵亦不能消化另將鐵或鋅切之則鐵再能消化鐵絲加熱浸入強強水亦不消化鐵絲一端在酒燈火加熱至半段變藍色冷而浸於強強水內則未熱之半段速消化加熱之半段不消化此皆侯什勒試知也

以能消化之鐵絲與不能消化之鐵絲同浸於盛強強水之玻璃杯內上端各出水而相切則不能消化之鐵絲亦能消化若在強強水內相切則能消化之鐵絲亦不能消化再有能消化之鐵絲與此二鐵絲亦即不能消化再加鐵絲亦類推各鐵絲若自強強水內取出擦淨再浸入即能消化如前法浸入即不消化

以鐵絲連於鉑絲浸於消化銅養淡養之強強水內則不變色若浸入之後速取去鉑絲則立有銅結於鐵面若待

一小時之久而取出鉗絲仍留於鐵絲水內久而取出面仍光無銅

以不消化之長鐵絲浸於硝強水與尋常鐵絲變成叉形者相切則叉形者亦不消化取去長鐵絲叉形者仍不消化另用尋常鐵絲切之立即消化

以銅絲一條一端連於測器之極一端浸入硝強水內以尋常鐵絲一條一端連於測器之他極一端亦入硝強水內鐵絲不消化測器之針不偏另將尋常鐵絲或鉍絲與其鐵絲相切則鐵絲立消化測器之針偏甚速或用不消化之鐵絲代鉍絲亦相同

用數杯滿盛硝強水以鉍絲與鐵絲相連而依前法連測器則各杯內之鐵絲不消化再以尋常鐵絲入強水內與鐵絲相切各杯之鐵絲速即消化測器之針偏甚速

可根比作發電氣器用鉍與不消化之鐵又作一器用消化之鐵與不消化之鐵俱依額路之法據云力甚大惟不台用

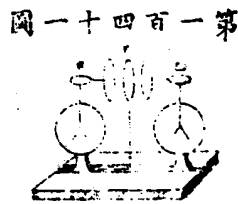
水發電氣器 第一百二節

用銅板鉍板俵百對相間排列於箱之各腔內腔內各盛清水能發極濃之電氣與摩電氣略同若傳至多連來頓瓶之內外皮則少填而容電氣自來頓瓶略能連發電氣

不絕

額路用銅板鉍板二千四百對慎使不通於地將兩極點連於多連來頓瓶之內外錫箔能連放電氣每放一次有天聲力能打穿紙能鎔錫箔與鉍絲

賈西河得用紅銅管與鉍管三千五百二十對盛於玻璃器內器外有一層辣克漆雖慎使不通地其電氣亦有洩去要之用此難免其電氣之通地賈西河得於道光二十年試此器用銅絲連其銅鉍二管於雙顯器如第一百四十一圖甲乙而取去增電氣板如已金箔能張開試其連於銅管之乙板有正電氣連於鉍管之甲板有負電氣甲板或通地或不通地亦俱相同如有附電氣則乙顯電氣之金箔即張如切其乙器後自甲離開則乙容異性之電氣



發電氣器之銅絲雖未連已各有對極之性故銅絲之端各距顯器二三寸其金箔亦能張開或兩端之外管各距顯器二三寸亦相同又兩銅絲端相距五分之二能發光星兩銅絲端若連於雙顯器則甲乙二板相近之時連發光星如流火有一次連發三十五日不熄人立於地而

83 MA 21 12

手指切於極亦能發光星

後試電氣傳過銅線之力用一百六十筒相連慎勿使不
通地其八十筒安於第一盆上又八十筒安於第二盆上
再用極細之測器一極連於第一盆之錐一極連於第二
盆之銅針無偏差又用生紙浸於鉀碘水連於電氣之路
絕不覺化分可知各筒內之質亦絕不化分又靜電氣力
或與化分不相關又在其前

又以紅銅絲連於發電氣器之負極與雙顯器之甲板再
將鉞絲連於發電氣器之正極而切於浸過鉀碘水之生
紙再將鉞絲切於此紙而連於雙顯器之乙板另用法使
甲乙二板相近或相遠二板遠至每秒過一電氣星則測
器之針稍動二板更近則放電氣星速而針即偏鉀碘化
分可知發電氣器各筒內有化分又知所傳過者是濃電
氣放多次而各次極速後用三百二十筒慎勿使通別物
則銅絲未連之時不見化分而電氣之濃能附過百分寸
之一空氣而成電氣星

買西河得試此器得六例各筒之銅絲未連已有對極之
性一也用筒多對則電氣濃而銅絲端不相切能有光星
附過空氣二也各筒之銅絲未連已有靜電氣與銅絲相
連與否及與能化分皆無相關三也傳過之電氣略為多

次放濃電氣而各次極速速至無窮四也所發之電氣自
淡漸濃可測漸濃之時五也所能現之靜電氣為化分或
化合之初基之據六也

發電氣筒之二極未連時已有濃電氣第一節

道光二十四年美國李里差特用顯器試化電氣器一筒
之二極未相切時已有濃電氣如第一百四十二圖甲為



玻璃瓶頸敷棘克漆乙乙為二紅銅絲過
玻璃管與軟木塞丁丁為鍍金之圓板徑
約二寸連於銅絲已為銅板在玻璃管之

頂銅板下連銅絲入於玻璃管之內銅絲下端連金箔條
如丑丁丁二圓板必配準使金箔在正中次在乙點連銅
絲至硝強水發電氣器之鉞片在乙連銅絲至鉞片將其
發電氣器置於棘克板之上而以玻璃條磨擦而漸近於
已板則金箔向乙圓板而引即連至鉞片之圓板也又將
於香條摩擦而近已板則金箔向乙圓板而引即連至鉞
片之圓板也

次發電氣器 第一百四節

用濕生紙一張安於玻璃片上以發電氣器之一銅絲切
於紙之一端而又一銅絲切於紙之又一端則紙有對極
之性而切於發電氣器正極者容正電氣切於負極者容

負電氣將二銅絲移去而紙不離玻璃片亦不使通地則能久存此性弗打初見此事用脫因此而思作次發電氣器用金類與濕布之圓塊相間疊成一堆二端連於發化電氣二極之銅絲能容電氣與前紙相同二銅絲移去之後堆之二端能發電氣與原發電氣器相同久而電氣始散又用多鉑片或鉛片以發電氣器之電氣傳過而斷之亦暫能發電氣又用鉑片二塊浸於淡水或淡強水內而以發電氣器之電氣傳過而斷之後鉑片亦能發電氣因正負鉑片之面黏輕氣與養氣一薄層也欲微之可將其連於正極之鉑片放於刻分度而盛輕氣之筒內他鉑片放於刻分度盛養氣之筒內二筒之氣必漸不見輕氣之不見速於養氣之不見為二與一比又法將二鉑片各連于測器一安於輕氣內一安於養氣內速取出速浸于水內測器之針能備可知有電氣也自輕氣內取出之銅板有電氣傳過水至養氣內取出之鉑板也

法國人不蘭脫作次發電氣器力甚大據云用鉛片為之電氣之動力為鍍鉑之鉑片二倍半為未鍍之鉑片六倍因鉛養與輕氣之受極力極大也得辣弗初見其造法以鉛板二大塊共面十方枚相疊而中夾粗布分隔捲之浸於水十分硫強水一分之內用本生小發電氣器五件其每

件之鉑片浸入強水內百分板之七連於鉛捲數分時而斷之鉛捲能發極濃之光星此器之理略同增電氣器意能收聚原電氣器多時之力而於一霎時現也

獨用本生之器必有三百箇高百分板之十三者即常尺寸者合成四副至五副各副有三平方板半之面或三副而面積更大其所發之電氣僅等於前之次發電氣器

次發電氣器專欲發濃電氣則其件數與原發電氣器之件數必相配如次發電氣器有五件必用本生之器十五件惟尺寸可小也

鉛皮易彎造之不難用甚薄者則容積小面積可大不蘭脫所用九件之器每件盛於方百分板之三十三之箱內盛水一次不必再加每箱盛於瓶內蓋密以備立刻可用欲用小力之原發電氣器而發大力之電氣必用此器押可皮已用次發電氣器於電報

氣發電氣器 第一百五節

顧路見次發電氣器之法仿其意而用氣質新式發電氣器用鍍鉑之鉑片闊四分之二共五十對安於玻璃管內各管相間盛輕氣與養氣倒覆於玻璃杯內如第一百四十三圖杯內盛淡硫強水以水較重一三其所發之電氣傳過五人相連之手俱能覺之獨傳一人之手人身覺

第一四十四圖



痛苦獨傳過測器則針偏至六十度
加傳一人則針偏四十度加傳二人
針僅稍偏獨傳過炭尖則日間能見
甚光亮之火星用四鉛片而傳過鉀
碘輕碘俱能化分用三十六鉛片而
傳過淡硫強水則能使其水化分
成二氣收之可燒發氣之方向同於化

學之理輕氣在此養氣在彼傳過金箔顯器能使張合

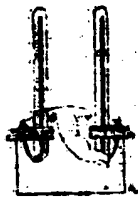
管內用空氣或用炭養與淡氣或用養氣與淡氣若不發

電氣

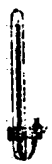
顯路後設一法可不換水而試各氣如第一百四十四圖

第一百四十五圖之丙丁戊為長方玻璃箱或蓋箱其管

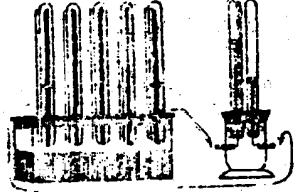
第一百四十四圖



第一百四十五圖



第一四十四圖



插於木板甲乙丙
丁易於取出甲甲
空處手指可放入
按塞管口而移出
鉛片在管口轉向
上連於螺絲五管
合成之器如第一

百四十六圖內盛養氣與輕氣而連於化分水之器又用

五十管各管內水升之數略等而化分水之器水降之數
與每管水降之數亦相等化分水之器內養氣輕氣與常
式之器同又用十管試各種氣質所得者如左

養氣與淡養氣

鉀碘不化分

養氣與淡養氣

鉀碘稍化分而速停

養氣與炭養氣

力小而耐久

養氣與炭養氣

鉀碘化分易見水稍能化分

養氣與綠氣

初時稍有力過二十四小時即無

綠氣與淡硫強水

初時稍有力過二十四小時即無

綠氣與輕氣

力大用二管水能化分

綠氣與炭養氣

用十管水能化分

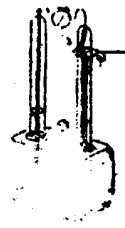
綠氣與輕氣

力小

顯路依顧羅得斯之理而論氣發電氣之理云電氣傳過
之時第一管內水中輕氣之質點化分與管內養氣化分
而養氣質點則放出至第二管內與輕氣質點化分各管
相同至末管獨有養氣之質點與輕氣之質點化分也或
設自輕氣之管起亦同

顯路後設之器如第一百四十七圖空氣不能亂電氣用
養氣與淡養能平均曾將燐在淡氣管而為第二管內之
養氣燒成燐養質此事甚奇因所燒之定質不能鎔不傳

第一四七圖



電氣又有連發電氣而有燒之質
氣相距遠而又有水及

試以硫黃盛於小杯置於

燒熱套於管外加熱如甲硫

針偏動硫若鎔若干時針偏

皮油酒精以脫等亦甚趣

中用有杯小鐵箍燒

能發電氣而測器之

又試樟腦松香油桂

第二章論化電氣之力

發電氣單器與多連之理

用大板成發電氣單器所發電氣之數甚多而淡不能勝
大阻力電氣數多少依板面積之大小與金類與養氣愛
力之大小及金類與養氣合成之質移去之速遲也化電
氣器雖極小者其電氣之數較諸尋常之摩電氣器已大
至無窮法辣待曾作極小之化電氣器用鉑絲鉀絲徑各
十八分寸之一相距十六分寸之五安於小玻璃管內管
內盛水深四寸加濃硫酸水一滴將兩絲浸入水中八分
寸之五熱約六十度兩端用銅絲徑十八分寸之一長十
八尺連之在一百五十分分時之八內所發電氣之數同
於十五來頓瓶每瓶有兩面加錫箔之玻璃面一百八十

方尺者容五十寸徑之玻璃片摩電氣器轉三十次所發
電氣之數

發電氣單器不必僅用相對之兩板可將大板分為數小
板各安於不相傳之器內各器用相同之強水小板各對
之相距同於大板之各對而各鉀板總連一銅絲各銅板
總連另一銅絲則發電氣之數相同

將紅銅板與搽透水銀之鉀板各方四寸同浸于淡硫水
內相距一寸用粗銅絲連之數分時之後鉀面消去鉀若
干鉑面發出輕氣若干再將二板各分為四條每條闊一
寸長四寸成對而浸于四器之內器內用之強水及各板
之相距俱與前相同用各鉑片總連于一粗銅絲各鉀板
總連于一銅絲則與前同時中銷去之鉀及鉑面發之
輕氣亦皆必與前同數可知四對板亦為單器也

四對板若不以此法相連而首對之鉑板連于二對之鉀
板二對之鉑板連于三對之鉀板末對之鉑板連于首對
之鉀板則消去之鉀發出之輕氣與前仍相同惟電氣之
動力則四倍於前而器內之阻力亦加大前法電氣傳過
水闊四寸厚一寸此法電氣傳過水闊一寸四層共厚四
四寸惟其電氣之動力加大故電氣之數雖與單器者之
相同而電氣之濃即能勝阻力之力則加大所謂電氣之

X 3.00 9/126

濃與板數有比也此名爲多連之器

電氣動力電氣阻力電氣傳行電氣數電氣濃之解

第七節

電氣動力者發電氣器以所發之電氣自此傳行至彼所程之功也測動力之法使若干電氣自此傳行至彼而其程得之功計之所程之功無論屬於重學化學熱學俱與電氣動力之平方有比又與現動力之時有比又與傳電氣物之阻力有比

電氣阻力者傳電氣物阻電氣使在某時內程功不能多於某數傳電氣物之阻力與兩端所加電氣動力之程功有反比

電氣傳行者多連發電氣器之兩極點能傳電氣物所有成事之源如能使近處之吸鐵器受力又能化分雜質又能使近處能傳電氣體相引或相推時有電氣傳過電氣數者容電氣之物能使恆相距之別物受力在各物不同如二體有恆相距二體間有空氣其電氣增大則在任點之電氣數與能附過空氣使恆相距之物受力有比設有二物容電氣數若干二物相合則其合體容電氣數爲原二數之和

右所言電氣動力電氣阻力電氣傳行電氣數之關係馬

電

學 卷四

客斯回辣與秦京之說英國人克辣克云常言電氣濃之意有二不同之性爲電氣動力並電氣能力電氣數也電氣最奇之性如化分水質鹽類焚燒金類使顯器之針偏使鐵有吸鐵力使動物震動等所現之大小俱依所傳過電氣之數如電氣加濃所現亦更大然所現之更大非因加濃而仍因某時內傳過之電氣數之加多也將粗銅絲繞數轉成測電氣器而受發電氣器一件或受六件或百件之力各件同大者則其針之偏相同因此銅絲能傳一件之電氣則亦一百件之電氣若用極細銅絲繞數千轉成測電氣器亦同因板之面積雖大而銅絲能傳電氣之力不大故所傳過之電氣數相同無論用何種發電氣器其偏數依所傳過之電氣數而不在電氣濃

燒紅金類絲依電氣數而不依電氣濃如用發電氣器一件能燒紅若干長之鉑絲則加二件或三件能燒紅之鉑絲必長二倍或三倍鉑絲雖長所傳過之電氣數相同而濃相同則法辣待所言燒一寸金類絲之電氣數能燒一尺亦燒一里即此理也

發電氣器板大而僅二三件雖能鎔鉑絲但不能使人覺振動因電氣數雖多而淡也發電氣器小板而多件能使人身大振動或不能鎔鉑絲因電氣雖濃而數少也

縮小電氣之濃則有發熱電氣燒金類絲或電氣火成弧極大之熱並發電氣星之大熱大光俱因縮小其濃而發也發熱之數與若干路中所縮小電氣濃有比又與所傳過之電氣數有比

俄末所設之理電氣力之例 第一百八節

發電氣器內變化而發之電氣在器外不能得電氣之全數所得電氣之數等於電氣動力之和以傳電氣物阻力約之之數令已為電氣實有之動力即能發熱或吸鐵力或化分之力戊為電氣之原動力未為銅絲與水之阻力

傳電氣物與電氣數之各相關俄末以算學之法考之甚詳其所設之各式但厄里與韋思敦等証之故後所考得之電氣動力俱以俄末所設之式為本

發電氣器件數增多則電氣之濃增而電氣之動力亦增而傳電氣物之阻力亦增故傳電氣銅絲之徑加大則所得之事相同即電氣動力與阻力之加其數相同即未為銅絲之阻力與器外流質氣內流質與金類之阻力板之面積愈加則阻力愈減銅絲之阻力與其長有正比與其橫剖面有反比

未為全阻力乙為發電氣器之阻力戊為銅絲之阻力若

全傳電氣物無別物阻電氣則式為乙與板之相距有

正比命相距為丁又乙與板之面積有反比命面積為甲

則戊與銅絲之長有正比命銅絲之長為丑又戊與橫

剖面積有反比命橫剖面積為申則式內將此二數代

戊與乙則

故欲增電氣動力有四法其一增銅絲之徑其二減銅絲

之長其三增板之面積或減板相距其四增發電氣器之

力

由上式能推算改銅絲之長或徑及改板之尺寸與相距

所有電氣力之變以銅絲之料及發電氣器之料皆不改

也銅絲或器之料有改必用別元代之其元必實測而得

如所用流質之阻力為甲所用銅絲之阻力為實則

金類之阻力與能傳電氣有反比馬生定各金類之數為

最新如左表

淨金類質	能傳電氣之力	熱至一百十二度能傳電氣之力
銀	七·一五六	七·一五六
銅	七·〇二七	七·〇二七
紅銅	九·八二〇	九·八二〇
鐵	二·九六九	二·九六九

則得式為一卽

卅丙申 卅丙申 卅丙申 卅丙申

韋思敦測阻力之器 第一百十節

韋思敦所設測阻力之器如第一百四十八圖能測諸金類與為元之金類阻力之相去

造器之法用紅木板如卯甲已丙下有螺絲為足螺絲能轉旋高低使板合地平四邊之中各有螺絲下連藏於板面槽內之大銅絲物物而成卯甲已丙平行邊形卯丙卯甲二銅絲各在距卯點相等之處分斷其端另連於螺絲申申申已甲已丙二銅絲亦同法分斷其端亦另



圖一百四十八

圓板在立軸之能轉動圈上有刻分度之紙可見針之偏數紙之九十度處用灰連托刻石使針不亂動

連於螺絲
未未未未
銅絲之中
有測器其
針用生絲
挂之在銅
絲之上圈
下連圓板

用銅絲連絲銅圈之兩端於丙甲二螺絲銅絲之長足使紙與圈為柄轉動使紙之○度對吸鐵之徑線人為司米或但尼里發電氣器之一件一極連於卯螺一極先傳過電氣開辛而連至已螺絲

用器之法銅絲物在末未申申不斷則辛開相切之時電氣自人傳至卯即分枝而自卯甲已丙丙已二銅絲傳行因其阻力相等故必各分傳電氣之半至已螺絲而相合而回發電氣器人

設在卯點電氣之濃為十而在已點為一則在甲與丙二點必各為五而二邊相等故甲與丙間無電氣傳過而測器之針不動若在申申二點之間加一英里長銅絲之阻力而在申申二點之間亦加相等之阻力則仍必各分傳電氣之半惟在卯與申卯與申各點電氣更濃而在丙點與甲點則更淡甲丙二點電氣之濃相等故自甲與丙間亦無電氣傳過而測器之針亦不動在申申二點所加之阻力若或大或小於申申二點所加之阻力則卯甲已與卯丙已兩邊不能各分傳卯點電氣之半而甲丙二電氣之濃不相等故甲與丙間必有電氣傳過而測器之針必偏觀其偏向何邊即知何邊之阻力大也
器之功用卯甲已與卯丙已在卯與已相合故此二傳電

52 111 01 114

氣線之濃必相同雖傳電氣之阻力與電氣之濃有改變亦仍同故得阻力比為卯甲與甲已比若卯丙與丙已比如此則甲與丙電氣之濃必相等則甲丙二點間無有電氣傳過測器之針不偏

欲求傳電氣線或他物之阻力可連於器之一邊而在他邊累連已知阻力之器至測器之針不偏而止即知二邊之阻力相等自己知之阻力可知此邊之物之阻力

已知阻力之器有二種一名立何司塔得小阻力用之一名阻力圈大阻力用之二器俱是韋思敦所設今時常用此器測海內電報銅絲繩之阻力

立何司塔得與阻力圈 第一百十一節

日耳曼與法蘭西之電氣學家試俄末之理時先不加外阻力而觀測器針之偏後加已知阻力之器而試之韋思敦之法則不用不改變之阻力而用改變之阻力使二邊之力相定自針之二差間所加之阻力則知路內電氣動力與阻力

其器各立何司塔得如第一百四十九圖如第一百五十圖用二管第一為木者外刻螺絲槽而繞極細甚長之銅絲第二為黃銅者有柄可搖而繞木管之銅絲銅絲在木管則電氣必全傳過各圈以有槽所隔也銅絲在銅管則

第一千四百九圖



電氣直傳至簧而不傳過各圈所以木管外所繞銅絲之長可測阻力之數管長六寸徑一寸半螺絲槽以四十轉為一寸用紅銅絲徑一百分之一有針可指轉開之圈數軸上又有針可指幾分圈之一

阻力圈所以測大阻力之用如電報之長銅絲或難傳電氣之流質而用包極小之銅絲圈絲徑約二百分之一有二圈銅絲長五十尺又有八圈銅絲長一百二百四百至八百尺各圈之兩端連於短之大銅絲大銅絲連於管之面使各圈能連成一圈各圈之面有雙黃銅簧能繞而轉動則端或切大銅絲之端而能傳電氣或移開而切於木上切於木之時電氣必傳過圈切於大銅絲則電氣傳過簧矣有圈之阻力各簧切於大銅絲則無各圈之阻力若將其簧轉之則某可傳電氣而能加阻力自五十尺至一千六百尺

韋思敦測小阻力用管長十寸半徑三寸又四分之二管外繞紅銅絲一百八轉徑十六分之二將管轉動則各處可連於傳電氣之物
韋思敦推算全電氣路內電氣動力和之法凡二路發相

等電氣動力則電氣動力之和以阻力之和給之得數為

常數即如未與戊依比例加或減則已知之數自不

變故知同力兩循環路阻力之比即能知電氣動力之比

但有時難定全阻力因全阻力內有發電氣器與測電氣

器之阻力等也故設下簡法將第一路已知之阻力與已

知之數味相加即得如欲令第二路之力等於此力

則必將所加之阻力與成電氣動力及原阻力之乘數相

乘得因已知所加阻力未與味長之比例故自此能

得電氣動力之數

假如有但尼里銅養硫養器一件欲與二件相比電氣動

力則將立何斯塔得與測器如第一百五十圖連之再或

轉開或轉緊銅絲至得測器之針在

四十五度再將絲轉開至得四十度

所有之轉數即發電氣器之電氣動

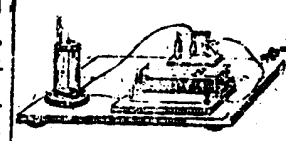
力設為三十五轉再將但尼里器二

件以同法轉之至亦得四十度若為

七十轉則二倍於前而兩者之電氣動力有一與二之比

如將但尼里器二件連成發電氣單器則阻力必更大先

第一百五十五圖



使測器之針至四十五度而轉動之使減至四十度則轉

數必與一件相同加板之尺寸電氣之動力不加也

白客初設一器能免韋思敦器轉開轉緊之不便如第一

百五十一圖以銅絲於不傳電氣之管有小輪

物在刻分度之桿甲甲之外能移動而能任切

某數圈之銅絲氣管轉動之時小輪移於桿又

可用手將桿推開而使小輪可任移至切某圈

以免多轉其柄

阻力之元數 第一百十二節

韋思敦設阻力之元數以紅銅絲長一尺重一英釐為準

法利設阻力之元數以第十六號紅銅絲長一英里為準

此種常用作埋於地內之電報線今時測阻力之圈常用白銅絲欲其天

時冷熱阻力不甚改變也同治元年博物院內有西門子

與哈司格之阻力圈其元數以水界熱之水銀柱徑千分

枚之一為準又有別人所造之圈阻力等於鐵絲長一千

枚徑千分枚之四者此種為西國常用之電報線馬底孫作圈等於最

純紅銅絲長一英里徑十六分之二熱百分表十五五

度之阻力大不同于常買之紅銅絲長一英里徑十六分

寸之一之阻力因常買之紅銅絲阻力各不同不能與純

紅銅有定相比常作電報之銅絲之阻力大於純紅銅之

阻力十分之二也

徵巴與湯生吸鐵測電氣器 第一百十三節

各國之人皆能同用一測阻力之元數則益處甚大徵巴與湯生二人設法能指各種電氣現力與程功之數將來現力與程功必相連也秦京論其大略如左

發電氣器有若干電氣動力則在若干時內傳過若干阻力之路必傳過若干數而現若干力而程若干功但各數之大小與比例徵巴曾試數法以定之最便之法用吸鐵器以若干電氣數傳過若干長之路而在若干相距能使若干吸鐵力之針受若干動力定以為元其吸鐵極之元則專在體積與長與時之三事也

定電氣阻力之元數並別電氣之元數必依各電氣數之比例歷時體積路長而定之

徵巴與湯生之電氣吸鐵法其程功之各元數與電氣之

主數有三式
式一 戊為在酉時內所傳過未阻力體之電

氣數即能程之功也時勒與湯生之式為
式二 戊為電

氣之動力俄末之式為
式三 此式法辣待初得其據午為

在酉時內傳過之電氣數或減去之電氣數定各數之法

以元數之電氣傳過元長之路必使吸鐵器元極在元相

距現元力如不論吸鐵器則前言變成主之電氣數統主

之而積之兩平圓而行 立之平面彼此有正角之方向

一循環路距第二循環路為大遠數為丁能使二在等於

丁相距之倒立方之路而行動此比例能明徵巴所設之

法連測電氣與吸鐵之數以一數為主自以上四比例能

明其未丙戊午四數而不論時與相距與體質主數外之

別主數將未依各原指數化之則得未為連數即長以時

約之之數所以阻力數名之為秒分之枚數或秒分之尺

數同於重學內功力之指數乃重數與路長相乘者即尺

數也

主數難用簡法使人易明秦京著主數之論自此可知能

用連數測阻力數即用循環路之一分所必得之速能使

所欲測有若干阻力之循環有若干電氣傳過之數秦京

之論曰秒分之板之阻力者謂立鐵條長一枚移過有若

干濃之吸鐵條面而與吸鐵力之線正交與本方向亦正

交一秒時得一枚之連所有吸鐵電氣力能在有本阻力

之路內在一秒時中所發之電氣如不程則功而在本路

內現熱等於一秒板之功或依時勒所試之事其熱必能

使水○○○○二四○五格爾未
法 得熱百分表之

一度

電氣之各元數之彼此相比並與重學功力之元數相比則以發元數之電氣在元時內傳過元數阻力之路元長則所傳過之電氣為元數所程之功為元時內之元功而能在與吸鐵器有元相距現元數之力

徵巴求金類絲阻力之準數有二法

一用銅絲圈平轉而使與地球吸鐵經線忽改則圈內自能暫發之電氣傳過定圈而使吸鐵針忽動可自動過之度數測其每秒之動數

暫發之電氣所傳過之電氣亦暫而發電氣之全數在動圈之大小並地球吸鐵力之濃淡其傳過電氣之全數以吸鐵針之動數測之吸鐵針之動數以動過之度測之以所傳過之電氣數約所發之電氣數即得二圈之共阻力
 二用大力吸鐵器在銅絲圈中搖動通以電氣其銅絲則發吸鐵力而減吸鐵器之搖動將傳電氣時搖動所減小之速與斷電氣時搖動之速相比即知路之阻力

英國博物會所定電氣阻力之元數 第一百十四節

英國馬客司韋勒司斗亞特秦京試測電氣阻力之時用湯生所設之器又觀吸鐵針之偏依電氣吸鐵之測法所得之數能定圈之阻力

用銅絲圈與地面平行合常速而轉電氣恆自東而西傳

過圈內之銅絲惟圈恆旋轉故圈端每過東西方向則在銅絲內傳行之方向迭更相反

將吸鐵針掛於圈中必為圈所吸動而偏所偏之方向必合圈轉之方向惟令針偏之力其大小與方向恆改變因其時小故加吸鐵針周圍之物之體積可使其搖動而至不能見設知圈之尺寸與動速與吸鐵針之偏數則能知圈之阻力因地球吸鐵氣之濃與測得電氣之數及發得電氣之數有相關而阻力之數即此二數之較也

欲究此器之造法用法所得之各數必觀同治元年英國博物會論此器之書會中測電氣阻力之器用鉑與銀合成依徵巴之法為千萬秒枚與西門子所作水銀法略同亦甚便於用又略同於十六號不純之紅銅絲長二十分英里之一之阻力有言此元數必為自然之元數不必稱為秒枚數須另立記號如乙甲數是也後人能設更便自然之新元數則此數亦不必改變祇將此數用倍數乘之可變得新元數也

第三章論化電氣化分之力

化電氣化分之始 第一百十五節

嘉慶五年臬果生與賈來勒考化電氣能化分物質初以水試之十一年兌飛著書論電氣化分之力十二年始能

化分酸類在道九十一年至二十年法，其待考電氣化分而得多理。

以化電氣傳過清水或數鹽類水即化分而放其原質水能化分放其養氣與輕氣鹽類能化分而放其酸類與碱類而養氣與酸質現於正極，輕氣與碱質現於負極。極清淨之水難化分，難傳電氣也。加少許硫酸強水則易傳電氣而電氣力不甚大亦能化分矣。

化分酸水之器如第一百五十二圖，用有底玻璃管管內盛酸水，另用玻璃杯底通兩金片或鉑片，如兩片相距約四分之二，一杯內亦盛淡強水，將管倒覆罩於鉑片上，而鉑片之外各連於發電氣器之線，則水化分成二氣而浮上至管底，如用二管各罩於鉑片上，則在負電氣極鉑片者收輕氣，在正電氣極鉑片者收養氣。輕氣之體積為養氣體積二倍，有餘依化學之理水內輕氣與養氣之體積恰有二與一之比，此所得輕氣二倍有餘者。

第一百五十二圖



因養氣幾分消化於水中也。

化分鹽類質有數法

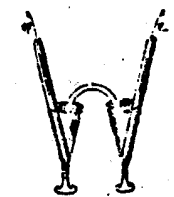
一將鈉養硫養少許消化於水，加少許藍色萊之水。兩名
司母盛於矩曲管內，如第一百五十三圖，管之二口各有鉑

第一百五十三圖



絲連至電氣之二極，不久而連於正極之水變紅色，連於負極之水變綠色，知酸質向正極而碱質向負極也。反換其正負二極，色亦漸換。此為極簡之法。又法用二管分安於二杯內，管內各有鉑片，或鉑絲杯與管皆盛有藍色之鹽類水。二杯之間以彎管盛水連之，如第一百五十四圖，以電氣傳則已管內變紅而卯管內變綠。久之而見鹽類內之本質，自己管移至卯管，而配質自卯管移至己管。本管與配質皆以對面之方向行過彎管內。

第一百五十四圖



而暫失其相對之性。

第一百五十五圖



二用玻璃箱內以生紙二三層分隔為二腔，如第一百五十五圖，兩腔各盛食鹽消化於水，而加輕綠水及消化酸之硫酸水數滴，以電氣傳過二腔之水，則連至正極之邊失色，而連至負極之邊未變色。如反換其電氣極，則他邊之水亦失色。失色之故，因連正極之邊發綠氣，連負極之邊發輕氣，綠氣能漂白藍靛也。

三將極稀之小粉漿加輕綠水少許，再加鉀碘水數滴，盛於前器，以電氣傳過，則連正極之邊變藍色，因有碘分出。

碘與小粉化合成藍色也

四以食鹽水加鉀衰鐵水數滴盛於前器內兩腔各安鐵

板一塊鐵板兩連至正負二極則連正極腔之水變深藍

色因鐵與養氣化合而消化過鉀衰鐵而盛普魯士藍也

五以稍濃之銅養硫養水滿盛於前器之兩腔而各浸長

鉑片連正負二極數秒之後連負極之鉑片而結紅銅皮

一層連正極之鉑片無之再反其正負二極則鉑片面所

結之紅銅皮漸不見而他鉑片又結紅銅皮一層以電氣

化分含金類之質金類恒結於連負極之物也

嘉慶十一年兌飛報數種電氣化分物質之事於英國博

物院茲錄其一款

用三玻璃杯以極細之彎不灰木二條騎其口而連之如

第一百五十六圖左杯盛鉀養硫養水右杯盛清水中杯

盛淡之淡輕水用發電氣器一百五十件

以負極通至左杯水內以正極通至右杯

水內不至五分時清水杯內微有酸質二

刻時之後當水頗有酸味用鉀養淡養試

其結成之質則知為硫強水惟此硫強水不先過淡輕水

不能清水內而淡淡輕為猛性之碱類也又用食鹽水代

鉀養硫養水以同法試之則清水內有鹽強水又用鉀養

第一五百六十六圖



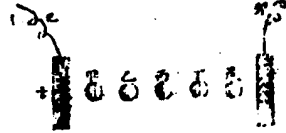
淡養水則有硝強水又將負極通至右杯清水之內而中
杯盛硫強水或鹽強水或硝強水正極通至左杯而盛鈣
養或鉀養或鈉養或淡輕或淡養為本質之鹽類水則碱
類質亦過強水而至連於負極之清水內與強水過碱相
同

兒飛佈傳此事見者詫異無能解其理僅能意為其有電
氣傳過之時物質之愛力暫失必再至所引之極而仍復
原性也

額路脫司電氣化分物質之理 第一百十五甲節

額路脫司初論化電氣能化分物質之理曰二質化合者
一質容正電氣一質容負電氣化電氣傳過二質化合而
成之水其質自此極化分而至彼極而在化合如淡水內
養氣與輕氣質點容正與負之電氣化合而相定養氣與
負電氣有吸力輕氣與正電氣有吸力若以電氣傳過則
傳電氣二極間水之負電氣質點往正極而正電氣質點
往負極如第一百五十七甲圖甲乙丙戊各圈為水質點
其黑半為負電氣質點即養氣其白半為正電氣質點即
輕氣也正極面遇水質點甲則有附電氣使養氣受負電
氣而移向正極又負極面遇水質點戊則附電氣使輕氣
受正電氣而移向負極水質點之輕氣容正電氣亦有附

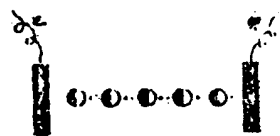
第一五百七十七圖



電氣而水質點亦如此故甲傳至乙乙傳至丙丙傳至丁自丁傳至戊而二極面間之各質點皆成對極之性矣已成對極之性則各質點必放電氣與鄰質點而養氣即化分而隨之移過再與鄰質點化合如此逐點變化至遇正極面則無與化合而有養氣一質點分出成氣質發出負極面自必有輕氣

一質點無與化合而成氣質發出如第一百五十七圖是也凡以電氣化分物質及前兗飛所試者俱可用此明其理凡有化分必有質點相連其二極面間皆如前之醜

第一五百七十八圖



質過碱類或碱類過酸質而至清水必因不灰木之微絲吸力使鹽類行過至相連之器而使二極面相連也

以水為傳電氣之極 第一百十六節

電氣傳過能化分之質至所分出之質點無別質點與之化合則化合必停而其質點乃結於傳電氣之極因獨有一質點與別質點不化合則亦不能化分也如不覺有電

氣傳過而依分劑數與別不對性之原質相合則兩質點必分離一往連正極面一往連負極面故有一原質往一傳電氣面則必有他質往相對傳電氣面他質雖不現而不能見實必有之其傳電氣面任為何性與化分不相關而與質點現之形有相關

法辣待曾試過空氣為傳電氣之極前已言之見第三十六節又有簡法以水為傳電氣之極可化分鎂養硫養

用玻璃盆徑約四寸深約四寸如第一百五十八圖中隔雲母片如甲下邊距盆底二寸半左右二邊切盆邊而不漏水再用鉛片闊三寸放於雲母之一邊如乙下有玻璃一塊使之不動鉛片之面發氣不能過雲母而往他邊再將極濃鎂養硫養水漸漸傾入至稍高於雲母之下邊慎勿使器丙邊之玻璃與中雲母片之上有濕再將薄軟木



第一百五十八圖

一塊用蒸水濕之輕輕放於丙邊之水而以蒸水輕輕傾於軟木面上至鎂養硫養水之上有清水一層厚約八分寸之一待數分時如有鎂養硫養水黏於軟木自能沉下至軟木全浮於清水上再加清水至清水深一寸半而略齊於玻璃盆之口為止平觀之易見二種水之分界則丙邊鎂養硫養在下而清水在上乙邊則全是鎂養硫

養水鉑片如皮略平放於水而稍斜一端離水而以故所發之氣入水之面長三寸半闊一寸鉑片與鎂養硫養水間之清水約七方寸

右各物全備後以戊鉑片連於大力發電氣器之負極乙鉑片連於正極則戊片之面連發氣因中一隔淡水故化分慢於全是鎂養硫養水者待一分時之後平觀之見清水與鎂養硫養水相界之處有鎂養一層厚約四分寸之一甚清此鎂養僅至清水面而不至鉑面即以水為負極面也久之而所發之輕氣使清水稍動清水自中升而至周圍降鎂養水被鉑片所引上實不然也未濁之先所試者已甚明矣

原質自此極移至彼極之例 第一百十七節

原質若無相配之原質而有愛力與之化合則不能對面方向而自此極移至彼極如炭粉或硫黃粉與鉑或金粉和勻於淡硫強水內以電氣傳過永不能至二極面愛力因雖分點極細能數小時浮於水中而不沉稍受愛力而極易動然二質不相配而化合之愛力故竟不動也
化分銀綠可明原質在二極之中易行之理用銀絲為極面將銀線少許置於玻璃加熱鎔之用二銀絲連于其兩邊以電氣傳過之則連負極之銀絲消去多銀而連正極

之銀絲結成多銀將連負極之銀絲漸漸移開銀能隨銀絲而出成新銀絲長五六寸連正極之銀絲則為綠氣所消故必伸進與移出同速也此專用銀與綠氣二原質者欲其易明也

原質依正負電氣之性分類 第一百十八節

左各原質依正負電氣之性而分列之二列之內任何原質又皆與下各原質為負電氣與上各原質為正電氣如養氣與綠氣化合之質用電氣化分之則養氣至正極面綠氣至負極面綠氣與燐化合之質以電氣化分之則綠氣至正極面燐至負極面是也此所列之各金類未全試驗故次序容或有小差要亦無大誤也

一負電氣質

養硫硒淡弗綠溴碘燐鉀鎳鈳錫錒砒矽

二正電氣質

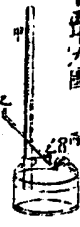
鉀鈉鋰銀鎳鈣鎂鋁鈹錳鋅鐵鎳鈷鈣鉛錫鈹銅銀汞鋇

鉑金

電氣化分力之數 第一百十九節

法辣待考得各要事此其一也欲求各物電氣化分力之數當用一器以化分一物所用電氣為元數而元數以化分淡硫強水定之器式如第一百五十九圖名曰化分物

第一百零九圖



質測電氣器丁為玻璃有底直管外刻度分乙乙為二鉑絲穿入管內而與玻璃相連內端又連鉑片相連將管倒入雙口瓶之一口與口相切甚密雙口瓶內盛淡硫強水至半或三分之二將瓶斜進而使淡硫強水流入管內之至滿再正立之管內之水仍可不出瓶之第二口有塞可取出之即以電氣傳過鉑片則管內發氣上升而水下降至管內氣滿即斷其電氣而將塞塞入再將瓶斜迤使管內氣出而水入至滿再以電氣傳過而前管旁有分數可知化分氣之數以氣之數可知所用電氣之數又有一式如第一

第一百零六圖



百六十圖欲久試而收多氣則最便其頂之曲管可引氣至收氣水盆中而通入刻分度管內以見其

化分氣之數

屢試各式之器傳電氣之鉑面或大或小強水或淡或濃傳過之電氣亦或淡或濃知化分水之數與所用之電氣數皆有比故電氣數相同則化分物質之數亦相同而用此可測電氣之數與濃淡不相關也

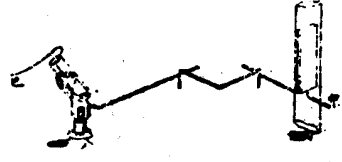
法辣待曾試將電氣傳過此器一件而記其化分氣之數再同用此電氣傳過此器二件則二件化分氣之數之和

等於一件化分氣之數之二倍惟管內之二鉑片相距須其二三件者各件內鉑片之相距必等使氣消化於水者少而各件內消化於水之氣亦相等乃可苦獨收輕氣而不收養氣則輕氣幾不消化於水而得數益確

法辣待考得電氣速傳不同類之各質則所化分各質之數並各質內分得原質之數依其分劑計之必皆相等此事於化學為甚要

法辣待用電氣化分錫絲如第一百六十一圖以鉑絲一條端作小圈細稱重數以此小管封於玻璃管之底內而絲在外以錫絲滿管之半另以鉑絲一條繞於管而挂之一端自管入於錫絲內以酒燈加管之熱而使錫絲鎔成

第一百六十一圖



流質將管底之鉑絲連於化電氣之負極將繞管之鉑絲連於正極則錫絲化分而正極所發之綠氣必使錫絲成錫綠化氣散出而負極所成之錫與鉑相合成摻金仍留管內受酒燈之熱而鎔故無錫能雜於錫綠內久試之斷其電氣移去正極之鉑絲待管冷而打碎之

分檢其未化分之錫絲與玻璃與鉑絲與鉑絲小圈之摻金將鉑絲連小圈洗淨再稱之所增之重數即所化分之

錫也。

曾試一次用負極鉑絲重二十英釐試後重二十三英釐知分得之錫重三三二英釐收得之輕氣與養氣共三八五方寸輕氣與養氣依成水之分劑數則一百立方寸重十二九二英釐故所得之氣三八五立方寸必重〇四九七四二英釐故用電氣化分錫緣分得錫重三三二英釐則用此電氣能化分水重〇四九七四二英釐也。

水之分劑數九所以〇四九七四二與九比若三三二與五七二比故五七九即錫之分劑數也按化學書內有以錫之分劑數為五十八者亦有為五十七九者與此所試得之數極相近而不確合因試時稍差也乃知化分錫緣及同類各物有定理矣。

法辣待又以同法試鉛緣用筆鉛代鉑片為正極試之三次得鉛之分劑數中數一百八五按化學書內以鉛之分劑為一百〇三五有微差因化分之氣為水所收去也。

法辣待又以電氣連傳錫緣鉛絲與水等數質同時化分之所得錫鉑緣養輕各質之數俱與化學之分劑數相合。

電氣化合力之數 第一百二十節

法辣待已定電氣化分力之理又考得各物質點化自自之有之電氣數即化分水一英釐所當用之電氣數於三分

四十五秒時傳過必能使一百四十分之一徑之鉑絲恒熱至紅此電氣數等於天空大力電閃之電氣數。

故水一英釐原質化合自有之電氣數必等化分水一英釐成原質所用之電氣數也而其力與每瓶有錫面一百八十四方寸之十五來頓瓶放八十八萬次相等試在發電氣單器內用淡硫酸強水消化有汞之銻一分劑重三十二三一分所發之電氣能化分水一分劑重九分此可徵化分若干質所用之電氣數等於質化合時所發之電氣數。

物質化合化分 第一百二十一節

用電氣化分物質與所得之質若與極面能化合則必有合成之質所合成之質亦能自此極面移至彼極面與化分所得之質未與別質化合者相同如銻能與養氣及酸質化合以銻在強水內作正極面則所成之銻養必移至負極面也又炭在金屬水內作負極面則不能與水內化分所得之質化合炭在淡硫酸強水內作正極面則能與水內化分所得之養氣化合成炭養氣與炭養氣鉑片在鈉養硫酸水內作正極面則化分所得之質為鈉養輕氣養氣硫酸水俱不能與鉑化合鉑片在鉛養淡養水或鉛養酸醋水內作正極面則有鉛養結於鉑面因化分所得之

養氣與鉛養化合也凡化分雜質所得之質在兩極面不改變謂之原化分質若所得之質在兩極面有改變謂之次化分質二鉑片在淡輕水內作正負二極面則正極面發淡氣此淡氣雖是原質亦已為次化分質因鉑片所得之養氣與淡輕化合而淡氣乃放出也又以同理化分數種金類之鹽類質結於極面之金類亦非電氣化分而徑成故亦為次化分質也

物質成顆粒及與化分 第一百二十二節

白家路用數種金類水並數種金類之極面試之甚趣今錄其數事以銅養淡養水傾入管內下加銅養粉再將紅銅片置於管內將管口密封待十日則結成銅養顆粒有深紅色而光成八面形

以密陀僧粉置於管內加鉛養醋酸濃水與清水少許再將鉛條插入而密封之則鉛條面結成鉛養顆粒

以一瓶滿盛磁器之泥泥用鉀養淡養水濕之以鉛條浸於鉀養鉀養水內而銅條浸於銅養淡養水內二條以銅絲相連二瓶以彎管相連則磁類遇鉛而稍發電氣使銅養淡養化分養氣與淡養移至鉛內而成鉀養淡養與鉛養消化於磁類水內待數日後鉛條面積成鉀養明小顆粒

以銀絲連銀片於木炭同入盛鹽強水之管內數日後成八面體銀絲顆粉甚明

以同法用別金數能成銅絲或錫絲或鉛絲或錫絲之顆粒俱甚佳

白家路又試石與金類礦在地內遇含金類之水能發甚淡之電氣茲亦錄其數事

以含汞之鉍板圍於銅絲之外浸於消化砂養之鉀養砂水內半月之後鉍板面結鉍養顆粒成八面小體

用鉛圍于銅絲之外而如前法則鉛板之面積成無水之鉛養顆粒

以鉛硫磺浸於鈉綠與銅養硫養水內七年之後結成鈉綠為立方形等之顆粒鉛綠為針形與立方形之顆粒鉛養硫養為八面形顆粒鉛綠與鉛養硫養相合之質成針形顆粒鉛綠為小顆粒用顯微鏡能見銅綠色黑未成顆粒

白家路意地壳內恆有與此相同之事如雨水入地壳內遇金礦能消化得鈉綠或銅養硫養水後再遇鉛硫則微發電氣多年之後亦成各質也

克路司久用淡電氣成甚趣之物以端石連於銅養硫養發電氣器之負極以山上所產之灰石外繞鉑絲而連于

正極二物同浸於淡水內端石面結成鈣養炭養之明顯粒又以同法用錫養炭養與錫養炭養與銀養炭養與銀養硫養亦得各質之顆粒又將白石英浸於鉀養炭養水連於正極則得砂養顆粒

白而德設法欲得銅與銅養與鉀養之顆粒以玻璃筒徑約半寸長約三寸一端用石膏粉為底厚八分之二而盛淡之銅養淡養水或銅綠水此筒再安於滿盛鈉養水或鉀養水之玻璃器內用鉛條與銅條之端相連成弧銅條入外器水內鉛條入內筒水內鉛條漸為破類消化而發電氣電氣傳過石膏銅養幾分變為銅幾分變為銅養二質結於銅條之負極面又將鉀養消化於鉀養水盛于外器內則八日至十日後鉛條之正極面結成鉀養之顆銅板之負極面結成銅與銅養之顆粒

化分得金類 第一百二十三節

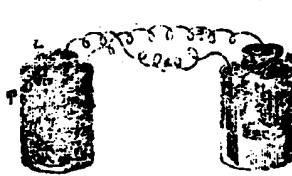
電氣化分碱類內之金類係兌飛初設其發電氣器用方六寸之紅銅板與鉀板一百對或顧路或本生之發電氣器八件至十件

用濕鉀養或鈉養之塊作小凹內滿以水銀而置於鉀片上將鉀片連於發電氣器之正極水銀內亦加鉀絲連於負極不久而化分得鉀或鈉與汞質相合又以同法用

淡輕綠代鉀養或鈉養可成淡輕與汞質銀相合也鉀鉀與汞相合時汞與凹皆漸增大將汞先稍加鉀或鉀少許則成更速

白而德化分得鉀鈉與淡輕等金類與汞相合而成顆粒

第一百六十二圖



之器如第一百六十二圖用發電氣器一件取其力甚淡也如但尼里式用玻璃小管徑一寸半長四寸如乙一端用石膏為底如丁厚十分寸之七用軟木圈連於玻璃大筒內深約八寸徑約二寸如甲有銅片長六寸闊三寸成鬆捲

如丙與銅絲五鐳連銅片捲安於玻璃小管內又有同大之鉀皮亦成鬆捲如戊與銅絲子鐳連鉀皮捲安大筒之底大筒內滿盛淡食鹽水小管內滿盛極濃銅養硫養水成發電氣器外內之水恆同高可數十日連發電氣不絕化分金類之氣與發電氣器之式相同小玻璃管徑約半寸長約三寸如庚亦以石膏為底內盛水銀與欲化分之金類水並鉀片如辛鉀片與銅絲子鐳連銅絲過軟木塞大筒盛淡食鹽水如己丙內有含水銀之鉀皮如壬與銅絲五鐳連待八小時至十小時後水銀之體積漲大二倍忽傾於極清之水內則發輕氣而水變有碱類之性如化分

所得者為淡輕則與水銀相合質軟如牛乳油浸於水內發輕氣而水變成淡輕水

白而德試所成淡輕與水銀相合之質雖浸於水內少頃即成淡輕水而連於發電氣器之負極則數十日不變

用前器又化分鐵銅錫銻鉛銀等與綠氣或淡養所成雜質之水得鈹鉛銀之顆粒甚佳銀之顆粒極白而光

形如針光大而觸目又化分消化於醋之砂綠而得砂不生用銀鈹鈣與綠氣所成之雜質加淡鹽強水成膏加

熱至二百十二度以電化分之用含汞之鉑絲作負極面所得之銀鈹鈣等與汞相合以輕氣噴過之其汞可去盡

又用鋸絲在磁鍋燒鎔以枯煤一片作正極面以鐵絲一條作負極面用硝強水發電氣器四件至六件能取得鋸

又能自燒鎔之鎂線得鎂又能自鋁與銅線相合之物而得鋁皆同法又以錫線或錳線極濃之水盛于小瓦罐置

於炭鍋內而炭鍋連至正極用鉑片浸入炭鍋內之水而連至負極全器之下以熱水盆加熱則化分得銅或錳甚

純
結銅鍍鋅 第一百二十四節

但尼里用銅養硫養發電氣器兩極相連時電氣傳過銅養硫養水見銅面不發輕氣而結純銅一層取開之時其

痕迹與銅面相向故知用電氣可鍍金類也同時得拉路亦著書言銅板面所結銅皮一層可揭開而所有痕迹俱相應與銅板面銅板面若極光滑則結成之銅皮面亦極光滑

道光十七年俄國京都人亞可比十八年英國立味不入司邊沙與阻爾敦初用此法造器

司邊沙初用之器甚簡用玻璃燈罩粗沙一層或石膏一層為底而安於尋常玻璃盃內玻璃杯內盛銅養硫養水

玻璃燈罩內盛鹽類水欲結銅之模用銅絲一根連於同大之鋅一塊鋅置於燈罩之水內模置於銅養硫養水內

模面即有銅結成亞可比又初法在非金類質之面擦筆鉛一層亦能鍍金類英國麥里初用之

結銅之單器如第一百六十三圖人為含汞之鋅條寅為模物為連模與三條之銅絲丙為外

器盛濃銅養硫養水已為瓦罐盛淡硫強水在外器之多孔板上加銅養

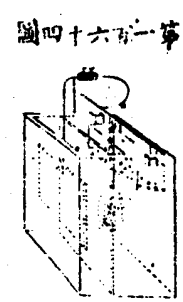
硫養顆粒使恒消化於水而補所化分者將模浸於銅養之濃者慎勿令沉於底沉則結成之銅上下厚薄不等也

又式如第一百六十四圖用木箱內面敷漆以多小孔而

第一百六十三圖



易漏之木板分隔為大小二腔大腔盛濃銅養硫養水有



板可安銅養硫養顆粒使漸消化
小腔盛淡輕綠水內浸不含汞之
鋅板此法之結銅雖不及用強水
之速而更平勻胡而加曰結金類

之誤事因電氣力過大者多過小者少

結銅與發電氣各用一器者如第一百六十五圖甲為銅

養硫養發電氣乙為結銅之器內盛銅養硫養水加硫強

水丙為銅板先以銅絲人連於發電氣器之正極恆消化

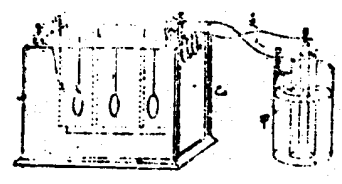
而補所結去之銅實為銅條以銅絲天連於發電氣器之

負極欲結銅之模挂於寅銅條配合

結銅之水極濃銅養硫養水二分用

硫強水一分淡水八分

圖五十六百一第



相連之後則電氣傳過而銅養硫養水內之銅結於模面

銅板即與養氣化合再與硫養化合而消化補其所少者

此法費時稍久於單器在二日能成甚厚之銅皮一層銅

質堅韌而可彎惟時之久暫略與空氣之熱度相關

同時在六模結銅之器如第一百六十六圖甲為發電氣

器之銅管連乙器內之銅板如丙天

為銅絲連發電氣器之鋅條於模如

寅丁丁丁丁為彎銅絲五條兩端

各有模與銅板皆鐸連胡而加之書

論用此器之法先將丙銅板連於發

電氣器再將銅絲一條彎成兩曲兩

端各連銅片浸於箱兩邊之腔內次

用天銅絲連鋅條於一模鋅條安於瓦管內而模安於寅

腔內約二分時有銅結滿其面而不畏化分有亂也再將

銅絲端之銅片自前腔內取出而移安於後腔內用彎銅

絲下一端連模一端連銅片以模入銅片之腔銅片入模

之腔約二分時有銅結滿其面將銅絲端之銅片再移前

一腔後仿此至六模俱安於腔內則六模皆能結銅矣

用此器每消鋅約二兩則每腔之水內各消銅一兩而每

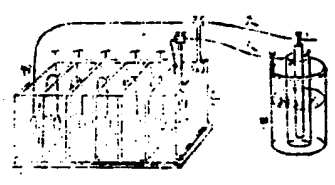
模必各結銅皮約一兩無論用一模或六模或二十模相

連每消鋅二兩所發之電氣必能結銅一兩或六兩或二

十兩較諸單器甚省也

銅養硫養水彌濃則結銅彌慢銅質彌堅顆粒彌大結成

圖六十六百一第



銅質或堅或韌俱可配水之濃淡與發電氣之力而得之
英國白明喊末之地愛而金頓鑲結金類局常用胡拉司
登舊式發電氣器其器新配好之後可用四日而力無差
器內硫強水可用一箇月每梳強水一分加淡水八分每
結銅一磅約消錳二磅結銅之面積當等於發電氣器之
錳面積結銅之箱深約六尺能容一千六百軋倫箱上不
另安銅養硫養顆粒銅養硫養水用五年不必換亦不必
再加硫強水與銅養硫養甚慎發電氣器房與結銅房之
寒煖使週年恆在六十度

欲將錢或有花紋之玩物仿式而另作之果而之法用堅
象皮二分切碎海膠一分同加熱鎔之掉勻成膏用時先
稍加熱至軟壓在花紋之面壓力以漸加大即成模或用
石膏亦可惟成後必浸於熱油內水始不能漬入面刷最
細之筆鉛一層背若能傳電氣者必敷松香類之漆一層
使銅不能結

以白德生設法能令花葉果等傳電氣而結金類用燐在
以脫或炭硫內消化如水使淡以花草等浸入取出而使
之遇空氣至以脫等化散再浸於銀養淡養水內使外面
結銀一薄層則可在銀面結所欲之金類印圖之鋼板欲
結銅亦必如前法結銀一層而後可也鐵面鍍錳將鐵板

鐵條鐵鏈浸於錳養硫養水內連於發電氣器之負極用
錳一塊同浸於錳養硫養水而連於正極以小力之電氣
傳過之

鍍金銀 第一百二十五節

鍍銀用銀養淡養水鍍金或鉑用金綠水或鉑綠水則結
成之顆粒大而質脆無論鍍之極慢皆然故必用銀養鉑
表或金養鉑表也用鈣養代鉑表亦可

愛而金頓鑲結金類公局作鍍銀水鍍金水之法

將鉑衰鐵上等而黃色者與鉑養炭養各在鐵板上稍加
熱使乾研成細粉鉑衰鐵用八分鉑養炭養用三分相和
掉極勻以鐵錫熱而盛之使鎔蓋之甚密待半小時傾於
鐵板成鉑表再用鉑養淡養水漸加鉑衰其內即有銀衰
結成以水洗之再加鉑衰即消化而成銀衰鉑衰水可以
鍍銀此水內含銀五十分重之一最便

欲鍍銀之物先在鉑養水內加熱沸之用細沙擦之再浸
於淡硝強水內又用沸水洗之即可入鍍銀之水內以電
氣傳過數時取出用細銅絲刷之或細白沙擦之再入鍍
銀水內以電氣傳過五小時至六小時而成用研器研光
之

局內用胡拉司登發電氣器四件鉑板長三十二寸闊十

六寸一小時能鍍銀二十四兩如用炭硫在以脫內消化
 加於鍍銀水內則鍍成之銀甚光亮否則鍍成之面粗毛
 雖用炭硫仍必煥電氣之力力若太大仍不能光鍍成之
 銀必發泡

局內又多用吸鐵電氣器代化電氣器一器一小時能銀

十七兩

造鍍金水較難昔時以鉀衰消化金養今時常以電氣成
 之用瓦管內盛鉀衰水安於大筒之內大筒內亦盛鉀衰
 水瓦管之內安金一塊與發電氣器之正極相連大筒內
 安銅板與負極相連以電氣傳則瓦管之金即消化而成
 金衰消化於鉀衰水內至濃已合用將瓦管取出而大筒
 內之水已變為鉀養水矣凡鍍金水必熱至二百十二度
 為妙

鍍彩色 第一百二十六節

將鋼面磨之甚光連電氣之正極而浸於鉛養醋酸水則
 鍍得鉛養色最佳依法配其各處之厚薄可得各種顏色
 賈西胡之法如第一百六十七圖將鋼板磨之甚光置於
 玻璃盆內盆內盛淨鉛養醋酸水上蓋厚紙紙上刻成花
 樣用小木條圍之成邊木條之上蓋紅銅圓板以銅板連
 正極紅銅板連負極發電氣器用二件或三件五分時而

第一百六十七圖



至二十分時鋼板上結鉛養薄層色
 花簇因鉛養層之各處厚薄不等光
 透至鋼面而返照有彩色之鋼板受
 回光則觀之能有三稜玻璃所成之
 各色光受若正光則觀之有前色相
 對之色

將此彩色之鋼安於窻間以白紙成四十五度角在其上
 遮光而觀之則更艷

化分鹽類 第一百二十七節

但尼里詳試用電氣化分鉀養硫養鋼養硫養淡輕養硫
 養鉀養淡養等中立性之鹽類水知所用電氣數能化分
 淡硫強水之養氣與輕氣各一分劑者此電氣亦能化分
 中立性鹽類水之養氣與輕氣各一分劑及其本質與配
 質亦各一分劑

故化分淡硫強水其硫強水積於負極面而其數與負正
 極面所發之輕氣相比僅略為四十分劑數之一其不及
 一分劑者但尼里意硫強水有幾分流回至正極面流質
 傳電氣愈難則流動愈大也故中有物分隔之則硫強水
 積於負極面者當不少於一分劑矣至實試之而仍少於
 一分劑知非有流質流過也又試化分鉀養與銀養與鎳

養等之水其質積於正極面而其數極面所發之養氣
相比亦為四分子數之一又以鉛絲為正極面筆鉛塊
為負極面電氣連傳過此鉛絲與鈉養硫養知化分鉛絲
與水及鈉養硫養各一分劑

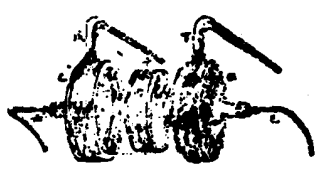
化分含綠氣之質用錫板一塊細秤重數置於器內器內
盛鈉綠再加銅板發電氣而錫管板連於另管內已鎔之
鉛絲則錫板面不發氣泡又無綠氣之臭而銅板之正極
面則發輕氣與結錫綠各一分劑又以同法試淡輕綠所
得相同知淡輕綠內含一原質與一原質為淡輕與綠氣
化分銅養硫養但尼里用玻璃小盅底有一孔以極薄腸
皮封之使不漏盛淡鈉養水至半挂於大玻璃器內大玻
璃器內盛中立性之銅養硫養水玻璃盅稍浸入水內用
鉑片浸於盅內之鈉養水而連於發電氣器之銜此器共
有二十件相連如前第一百三十七圖再將銅絲浸於銅養硫養水
內正在薄皮之下而連於發電氣器之鉑片則銅養硫養
水內正極面發輕氣鈉養水內負極面發養氣在皮面見
有氣少許上升十分時之後皮之下面結紅銅一層紅銅
之內有黑色之銅養與淡綠色之含水銅養因所用之質
為鈉養水與銅養硫養水二種中有薄皮分隔電氣傳過
此二質銅養硫養化分得銅與硫養與養也銅欲往負極

負極面過皮不能過必結成而養氣則過皮而與鈉養水
內之輕氣化合成質往負極面而水化分之養氣不及過
皮則與銅在皮相遇幾分能化合成黑銅養因電氣力大
不及盡化故銅之幾分獨結於皮面而鈉養水內則有輕
氣散出其能結成藍色含水之鈉養或因二種水有少許
掉勻也

又以同法化分銀養淡養 鉛養淡養 鐵養硫養
鈉養硫養 汞養淡養 所得者亦相似

化分二分劑配質之鹽類用鈉養二硫養極淨顆粒之濃
水將少許減其酸性用測碱類器詳測之至盡減而加熱
化散與淡輕養同燒秤之則知若干水內有若干中
立性之鈉養硫養將其全水安於器二邊之腔內如第一

第一百六十八圖



百六十八圖但尼里化分此種質多
用之甲乙各為厚玻璃圈而有底其
邊磨甚平能接二半管而二邊各車
一槽便於用線扎薄皮略似小鼓子
為小孔能進流質內為中隔圓板丁
戊為二管能放所發之各氣庚辛
為二圓鉑片為正負二極面連於壬巳二銅絲連至發電
氣器共成三腔各腔可滿盛相同之流質或不同之流質

全器在木架之上以電氣傳過至化分水九英釐而得養
 輕二氣共七十八立方寸再各正負二極面之水而各分
 為二半以半減其性半與淡輕養炭養同燒鎔知負極面
 增強水十八英釐而正電氣面減去強水十九英釐而負
 極面減錫養九九英釐正極面增錫養九九英釐可知此
 水雖易傳電氣而移至正極面之錫養與輕氣相比僅五
 分分割數之一而移至負極面之強水與養氣相比則二
 分分割數之一但尼里論此事云電氣在二種能傳電氣
 之質內分開錫養傳其小分淡硫強水傳其大分凡
 電氣分傳多種則金類各金類所傳電氣之數與阻電氣
 力有反比非獨行易傳之金類也依此理可推電氣傳過
 流質亦當如此不知昔人曾如此論之否也

電氣化分淡硫強水與硫類水外似不合而以前說解之
 無不通也如硫強水之原質為輕養硫養水之原質為輕
 養則電氣能分傳水與硫強水化分水三分劑化分輕養
 硫養一分劑也化分鹽類水亦與此同理
 電氣化分鹽類水所得之輕氣與養氣為次質法辣待化
 分鎂養硫養見第一百十六節知電氣傳過鎂與硫養一則正極
 面放鎂負極面放硫養硫養不能獨有必與水內之輕氣
 化合成輕養硫養而餘養氣一分劑在負極放出鎂則再

與水內之養氣化合成鎂養而餘輕氣一分劑在正極面
 放出
 電氣化分本配各一分劑之質則正負二極面各現本與
 配一分劑化分二分劑本之質則負極面現配一分劑正
 極面現本二分劑化分二分劑配之質負極面現配二分
 劑正極面現本一分劑而測化分力之質則皆化分鉛綠
 一分劑也
 電氣化分三鉛養二醋酸正負二極面俱用鉛板則正極
 面現鉛養二分劑並鉛一分劑稍少負極面現醋酸二分
 劑因鉛養原與鉛養醋酸化合略與顆粒內所含之水相
 同其鉛養醋酸傳電氣而餘鉛養配質已去不能消化乃
 結於極面

流質自正極面移至負極面 第一百二十八節
 步里得始考得此事後有密辣與韋敦孟與固因買與苦
 羅斯得其徵章敦孟用有底瓦管安於玻璃大器內瓦管
 之頂有玻璃鐘以灰相連鐘頂有孔能接直立之玻璃管
 管曲至橫而通至他器瓦管中有鉛片以銅絲過玻璃鐘
 連於發電氣器之負極大器內有鉛片以銅絲連于正極
 大器與瓦管俱滿水以電氣傳過之以測器測之電氣之
 濃淡瓦罐內之水受電氣而上升至橫管即流至他器內

章敦孟考此而固因賈徵其略

一若干無內上升而流之水數與傳過之電氣數有比

二上升而流之水與極面積並瓦管面積大小不相關

三水上升之高與瓦等面積之大小有比

四電氣壓若干橫剖面之水自正極面至負極面其壓力

等於與電氣濃淡有比例之靜水壓力

流質之愛力愈大則所移過之體積數愈多如苦羅斯試

白泥水用淡硫磺水化清水則水移過向負極而上升

第四章論發熱發光

發熱 第一百二十九節

化電氣傳過金類之時必有發熱若電氣數甚多於金類

所能傳者則金類發熱能鎔成流質有時能化為氣質大

化電氣器能發之熱甚大用別法最難鎔之物遇此熱則

鎔鉛鉍鎔等火爐之熱雖極大不能鎔而過電氣之熱則

易熱鎔

諸金類鎔時所發之光各不相同用極薄之金類片光極

大非燒金類所成乃質點忽散而成與來頓瓶燒金類相

似也燒金得白光稍兼青燒銀得淡綠光燒紅銅得藍白

光有紅星燒鉛得紫光燒鋅得明白光稍兼紅試法將鍍

錫之鐵板面摩甚亮連于發電氣器之一極將所燒之金

類薄片連於又一極而切於鐵板即見其光雖在水下試
之光亦甚大

試化電氣使金類絲發熱之法將金類絲長約十八寸繞
成螺絲形安於玻璃內管如第一百六十九圖兩端有螺

第一百六十九圖

絲以連於發電氣器之二銅絲玻璃
管發大熱銅絲或燒壞管若浸於少

水內能熱至沸凡用化電氣使金類發熱其熱常先自一
端起法辣待已試之知不在電氣正負之別而另有別理

化電氣傳過金類絲發熱之大小依金類傳電氣之難易
電氣能使鐵絲或鉑絲發熱至白每不足使同徑之銅絲

或銀絲熱至白如第一百七十圖用鉑絲鉤與銀絲鉤相
間連成鏈以電氣傳過之則鉑絲能熱至紅銀絲仍暗因

銀絲阻力小而易傳鉑絲阻力大而難傳難傳
則發熱也金類加熱則難傳故金類傳電氣而

發熱至紅時將其一段浸於冷水內則餘段更
熱而至能鎔因加冷則易傳同於滅金類絲之

長也金類絲傳電氣而發熱其徑依器板之面
積其長依器之件數法辣待試發電氣器一件

無論電氣傳過使金類絲長半寸熱至紅或金類絲長八
寸熱至紅化分之水數相同法辣待又云用極細之細金



第一百七十圖

電

電

二

類絲傳電氣設法使絲之熱度不變則所傳過之電氣數亦不甚變故可制所發電氣之數也

化電氣傳過鉛絲在空氣內與各種氣內發熱各不同顧路用等長之二鉛絲一在養氣管內一在輕氣管內在能

成水三兩之器內水熱俱六十度各以電氣傳過五分時養氣管內之鉛絲熱至白水熱至八十一度輕氣管內之

鉛絲熱未至紅水熱僅七十度又用別氣熱度俱大於在輕氣者各金類絲連傳電氣則所發之熱與水化之汽有

一定之反比如鉛絲在輕氣所化之汽七立方寸在養氣所化之汽六五立方寸在淡氣所化之汽六四立方寸

輕氣因質甚薄能使鉛絲受冷而增傳電氣之力也賈西胡用發電氣器一百六十件見鉛絲之連於正極者

較遠於負極點者更熱二絲各入盛淡水等大之瓶約過二分時正極絲之水沸負極絲之水不沸用此發電氣器

易鎔鉛之大條又能多鎔錐鎔鎔等

發光 第一百三十節 用黃楊木炭或用炭精即煤油內所成之筆鎔二條各磨尖如筆連

於大力化電氣器之二極先相遇而後相離則發極光亮之火成弧形因熱本欲上升也炭尖必先相遇發熱而後相離始能得此弧形賈西胡用發電氣器三百二十件仍

不能不先相切而得火未傳時將絲手中或乾薄紙能分隔已傳後熱極大能鎔鎔又能使第二十號之鉛絲長十六尺四寸熱至紅

化電氣所成之弧光光亮極大之故因自正極至負極有甚熱之炭質點行過也故在空氣內光亮更大試畢後見

正極炭尖之中有圓錐形孔略與負極之尖形相配在真孔內燒者孔更清因無養氣燒炭也

正極炭之燒速於負極炭之燒故難用代燭炬有人設數器能使二尖之相距不改而電氣之傳過平均同治元年

博物院內有杜保斯克之法僅可試電氣光而不合為燈塔因偶然火熄不能自再燒必有人使之再燒也其二炭

尖上下相對用齒輪齒條使漸移近而正極尖之燒速故移近亦較速則火光之處可不移若一移一不移或二移

之速等則光之處皆必移也使炭尖移動用發條與接齒輪如時辰鐘之法有電氣吸鐵條連於開以制之電氣力

小於定數則放一齒或多齒而使炭尖相近先用手移使二炭尖相切再移至適當之遠而不必動齒輪改吸鐵條

與開之相距使吸力或加或減則炭尖之相距可加減

電氣燈 第一百三十一節 杜保斯克所設之電氣燈如第一百七十一圖有鏡能照

有燒各鹽類之色觀表內之數二炭尖相距愈大光炎愈小而傳過電氣之力亦愈小依費皂與夫果得所試知用本生發電氣器四十六件所得之光為輕養燈之光二十四倍用八十件所得之光大於四十六件者不多用大器而件數少者所得之光更大本生曰炭尖相距一寸用本生之器四十八件所得之光等於大燭五百七十二支之光

吸鐵條與電氣弧火之相關 第一百三十三節

兒飛初考大力吸鐵條能將電氣弧火推引與電氣傳遞能傳電氣之質相同其推引以弧火改形而見之推引之力甚大能使弧火斷絕二炭火間之弧火如第一百七十圖受吸鐵條一極之力所引而改變形如第一百七十

第一百七十圖



第一百七十圖

三圖杜拉里勿試以二吸鐵條對引弧火必二吸鐵條甚近始能引之成分岐之火星而發聲如所移過之吸鐵點其移過甚勉強用鉗片連於大電氣吸鐵條之一極而連於發電氣器之負極點則有嘶嘶之

大聲但如換電氣之正負則無此聲而電氣弧光再不能直但往外向板之邊其弧常斷而所發之聲略同於放來頗瓶之聲再用二紅銅尖以大力電氣吸鐵器相連電氣

力亦大則所發之聲略同於遠處放多洋鎗之聲吸鐵條能成此各事必略因混亂傳電氣尖內質點之性或位置而質點行動光弧有改變也

化電氣傳過金類絲發聲 第一百三十四節

以硝強水器五件至七件之電氣傳過鐵錫銻鉛各絲而絲切於電氣吸鐵條之二極能發聲紅銅鉗銀絲亦然水銀或淡硫強水或鹽水盛於玻璃管內同法試之皆然金類絲之一端若挂重物一端連於增音板能試所發各音之高低

銅絲繞成螺絲套於電氣吸鐵條之外而不相切以電氣傳過繞銅絲亦能發聲惟電氣不可連傳必平勻斷續而傳也若用銅絲依法焯火所得之聲大於別金類略同於遠處打大鐘之聲杜辣里曰將來或能制鋼絲之聲而電報用此聲報信

軟鐵忽傳電氣成吸鐵條忽斷電氣仍還軟鐵鐵質恆有震動微之用銅絲繞成螺絲形內安玻璃管或木管管內安鐵數小塊或鐵屑以電氣傳過而忽斷忽傳則鐵屑亂動彼此繞行其狀甚奇略似沸滾電氣力甚大則飛上加噴水鐵屑動時有聲如水沸之聲也欲試電氣光弧之熱可用枯煤作凹為正極以炭尖在其上為負極如第一百

83-91/54

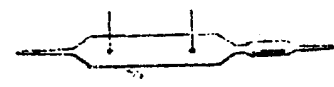
七十四圖將金類安於凹內用稍強水發電
氣器二十件或三十件之傳過金類不特能

鎔且能化氣而散

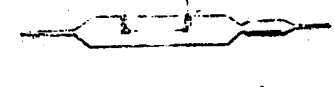
化電氣傳過炭養真空發光 第一百三十五節

凡用抽氣筒所成之真空不能全真依杜利色里之法造
水銀風雨表其真空處亦有極薄之空氣賈西胡試電氣
附過全真空所成之光用鉀養與炭養氣之大愛力成全
真空管內滿盛極淨之炭養氣以抽氣筒抽出之至最不
能出繼用鉀養條收所餘之炭養氣如此作數件長約六
六徑約一寸管內用枯煤球徑約四分之三連於鉀絲
作附電氣極如第一百七十五圖兩極相距約三寸用紅

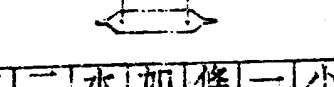
圖五十七百一第



圖六十七百一第



圖七十七百一第

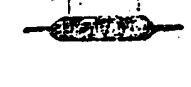


層鉀養條若稍加熱則光不見管內光之形如第一百七

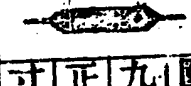
銅絲或鉀絲外包玻璃
小管為附電氣極如第
一百七十六圖安鉀養
條之玻璃管一段已燒
如第一百七十七圖用
水發電氣器三千五百
二十件二極連於管之
二鉀絲則管內成光多

十八圖用但尼里發電氣器五百十二件負電氣極點局

圖八十七百一第



圖九十七百一第

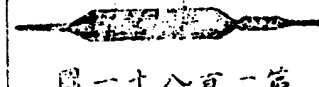


圍發亮而中不成層如第一百七十
九圖用額路發電氣器四百件枯煤
正極之光小管長二十四寸周十八
寸一極用凹形之銅板徑四寸一極

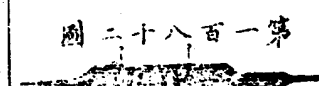
用黃銅絲在當中成各層光亮甚大目不敢視銅板上有
白光一層再有暗處闊約一寸再有青光凹形與板相同
換電氣使此板為正極則光小而淡

又試長六寸徑一寸之管有盛鉀養之管相連用炭球傳
電氣發大熱火成極光之一條隔青色玻璃片觀之能見
光分層如第一百八十圖不久而正極球熱至紅外面有

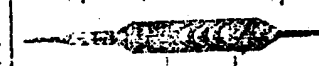
圖十八百一第



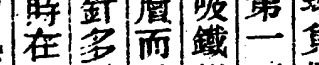
圖一十八百一第



圖二十八百一第



圖三十八百一第



光球負極球亦有光圍之
如第一百八十一圖後將
彎吸鐵條近於管光變為
多層而電氣路內之顯電
氣針多偏而南北亂至針
停時在四十五度再將鉀
養管加熱則仍變甚亮之火一帶加熱更大則正極有大
光四層至五層如第一百八十二圖不久而光忽然極大
成圓錐形層如第一百八十三圖顯電氣器忽然甚偏且

發電氣器發電氣格外甚多觀所發之淡養氣為據

用黃銅為極鉀養未加熱火不現惟火一現即成極大光
三層必隔深綠色之玻璃片觀之觀時末層移至負極而
不見鉀養漸冷各層漸小久之而無光

極點未相切時有電氣爆裂放出第一百三十六節

賈西胡試右各事之時知稍強水發電氣器能在空氣內

放電氣與水發電氣器相同又其電氣附過極薄炭養氣

內所得之光有層累之形與附電氣圈所得之光相同然

發電氣器之各件若通地則電氣路不分開不能有光若

二極點一分開即有電氣光弧弧長與光之大小與發電

氣器之件數相關賈西胡用不通地之發電氣器四百件

則電氣路未連之時有電氣火星放出電氣路一連即現

甚光之電氣光弧用水發電氣器三千二百五十件絕不

現電氣光弧惟在二極點間連有火星行過不待至發電

氣器之水略化乾而停

炭養真空管內用炭為極點用稍強水發電氣器則發電

氣成爆裂之狀測電氣器之針略不動發電氣器內不甚

有猶化成電氣光弧時則顯電氣器針偏動甚速而發電

氣器各件內大消化每次將鉀養加熱則能得電氣光弧

光弧原是炭質所成因此略能使炭質點更分散行過而

成光弧也

賈西胡意謂電氣光有層累之形因電氣力傳過極薄氣

阻力甚小也又謂化電氣器放電氣常非相連而為斷續

乃多振動而成每動速之或大或小依發電氣器之阻力

或大或小又依電氣之路內所有氣質之阻力或大或小

賈西胡又以水發電氣器之電氣傳過炭養真空觀光所

分數層之狀又改其阻力而考其光如何改變用枯煤二

小球相距一寸半封於炭養真空管長二寸半徑一寸以

電氣傳過則二球發大亮負極每若干時光極大而亮後

有電氣閃過二球間之暗處不能見層形如電氣路內有

水約三寸則放電氣之形窄而有層用旋轉之鏡觀之見

光忽有忽無改其阻力則所放之電氣光亦能改變或分

層而忽有忽無或連

賈西胡用鹽水之發電氣器三千三百六十件用鉛為球

徑八分之二為三為二極相距三寸真空管長約五寸其光

甚大分十二或十四層近負極球者短如第一百八十四

圖色淺綠用水三十六寸在電氣路之間則二球稍發亮

阻力愈減小則二球之光愈相近如減阻力至水三十三

寸則正極發光球不動減阻力至水二十三寸則正極之

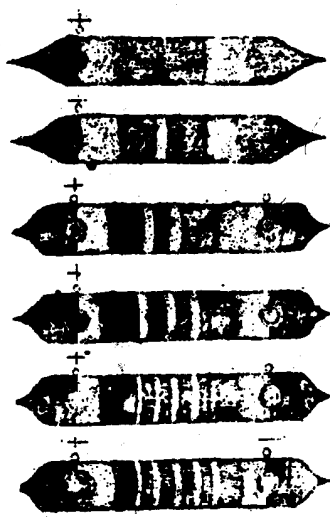
光行過管內至成第二層光即停再減阻力至水二十寸



得第三層再減阻力至水十八寸得第四層再
 三阻力至水十四寸得第五層再減阻力至水
 十一寸得第六層再減阻力至水七寸得第七
 層負極之光更大而有壓平之狀再減阻力至
 水三寸則得第八層再減阻力之水數則忽迭
 更現三層至四層而一切光層不定此各層光
 略如第一百八十五圖若用一管長三寸徑一

寸用極小之鉑絲為極相距約八分之二五鉀養未即加
 熱時電氣不發光鉀養加熱後稍發光自正極先有一層
 後二層如雲負極有大光圍之久而熱負極熱至紅可知

第一八五圖



真空甚真者電氣不能傳過故欲發光管內必稍有質則
 能發熱管內各層光形與方位在乎二事發電氣器之力

一也管內氣質之濃薄二也有法可制光層層數可或加
 或減方位與次第俱能改變欲改之將電氣路加減阻力
 也可知各層光可指發電氣器已成電氣路時電氣之濃
 顯電氣器之金箔相離能指未成電氣路時電氣之濃
 賈西胡謂黑層或為動浪之靜點因正極至負極所放過
 電氣之動所成同於空氣有等速之動浪自對面相過所
 成之靜點又同水面之浪相遇之定點或光層能指所有
 傳過電氣之動其動本是電氣傳過銅絲而現等說但無
 實據

電氣二極在真空或空氣相離電氣附過成光發熱
 第一百三十八節

道光十八年賈西胡考發電氣大器之傳電氣銅絲二極
 稍相離而電氣附過則正極發熱至紅久之而鎔負極仍
 冷咸豐八年考得用附電氣圈在空氣內或在真空內放
 電氣發大熱者為負極咸豐十一年賈西胡將上事詳報
 於博物會摘錄其略云用真空管長三寸徑一寸以炭球
 作極點球徑八分之二一相距一寸用稍強水發電氣器
 四百件每件各不通地成光如前第一百七十九圖負極
 之炭球外有光漸增大而球熱至紅以鉛球代炭球負極
 不久鎔成滴落下正極仍有原金光

又試三真空管管內用二黃銅空球為極負極不久甚熱管內忽然發光一閃玻璃面結金類一層察其管知負極球之半分開而幾分鎔去錫連二半球之銀受大熱而鎔結於管面者即此銀也

再以同法試此管負極球仍發熱至紅後忽然發多層大光三四秒時負極球速暗正極球熱至紅斷電氣二三秒後仍紅多層光現之時發電氣器內多發淡養氣

可知發電氣忽有忽無則負極之阻力大故發甚大之熱若發電氣器之力更大而成電氣光弧此即連於電氣而正極亦發甚大之熱

賈西胡由此與別所試者得公理云發化電氣器之正極或負極發熱之故全在發熱處之阻力

吸鐵力阻真空內放電氣 第一百三十九節

賈西胡用大圓管長二十四寸最大徑六寸盛淡養氣而後抽去之用鉀養收其所餘器之二端有鉑絲入器內一端有紅銅四板徑四寸連於鉑絲一端有黃銅絲連於鉑絲二鉑絲連於倍強水發電氣器四百件之二極放於大九電氣吸鐵條兩極之間略鐵現大力之方向直通管內電氣傳過之時管內有多層光電氣吸鐵條現力時各層光速齊不見再復或因發電氣器之力減小或因別故不

見各層而見滿相連之光又用發電氣器十件使電氣傳過吸鐵條則管內之正極發甚大之光層光層行過管之上面或下面依電氣行之方向吸鐵條在電氣成路時忽然斷之則光層自正極先發而後退如多雲逐層相隨至正極似為極所收去

電氣傳過吸鐵條時管內傳過之電氣增多而力大至能鎔去正極約半寸此後發電氣二極連於管電氣不能如前傳過後將發電氣器之正極連於房內通煤氣之管則電氣能傳過而電氣亦為吸鐵氣所滅吸鐵氣滅此光之時能現吸鐵力漸大而後漸小

又試水發電氣器三千五百二十件所成之光亦為電氣吸鐵條全滅或斷

第五章論吸鐵性

測電氣器 第一百四十節

嘉慶二十五年胡斯特特取吸鐵氣與電氣有相關而測測化電氣之器緣見指南針近於化電氣之路任何處則速偏而偏之方向在乎針與電氣線相與之方向傳電氣線平行安於針之上則針在發電氣器負極之端偏西傳電氣線平行安於針之下則針在發電氣器負極之端偏東

傳電氣線與針同在一地平內平行則針不合地平面偏而欲在立平而偏傳電氣線平行安於針之西則針在發電氣器負極之端偏向下傳電氣線安於針之東則針在發電氣器負極之端偏向上

兩傳電氣線同時在針之下與上而電氣以對面方向傳過則上下二電氣線之力相合而針偏更大

電氣線繞過針之上下多次則針偏更大盤繞愈多故可作器使極小之電氣現大力此即顯電氣器與測電氣器

之力也最簡之式如第一百八十六圖若欲顯極小電氣者再必改式也各種顯電氣器其線繞多次而線外包火漆使電氣不能外散用二針者則能減所受地球之吸鐵

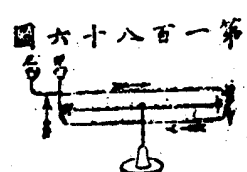
力而針可無定向二針一在上二針一在下平行相連而極點相對熱學書內造二針之法將

二針各容滿吸鐵氣惟其力難相等而二力之較仍能停於吸鐵之經線必將小吸鐵條

收去大力針之力少許使之正相等始能停於吸鐵經線正交之方向惟二針之吸鐵軸線難於正在

一箇立平面內故力雖相等尚微受地球之吸鐵力而不

停於正交方向也式如第一百八十七圖外有玻璃罩二針之相距能內銅絲之盤繞以稻草一根貫二針及銅絲



之間而挂於絲線銅絲極細而外包垂絲絕不洩電氣共



螺絲可配就之使正在分度面之圓心又有螺絲可轉分度面至使〇度正合於針最好之針一分時內搖動不多於二次一動心直回至〇度然難有如此者因針受極微

之吸鐵氣即亂而銅絲亦常含鐵少許也田大里曰曾囑布魯士京都人宿華特代造此器一具試時未有電氣傳

過針偏三十度以英國銅絲換其日耳曼銅絲針偏減至三度偏三度者因包銅絲之垂絲染綠色內稍用鐵

質也後換白絲而絕無偏可為全善矣顯電氣器用以雷門得試動物植物之電氣者銅絲繞二萬五千至三萬圈

其銅絲含鐵則針有偏必偏之不多者可改正之將吸鐵小塊長二十五分之二安於圈內則可改正針之稍距

〇度者而偏數度者則不能改正也

定測電氣器之分度 第一百四十一圖

田大里熱學內引法國人墨路尼之說另用銅絲以比較而得之其器如第一百八十八圖亥亥為三小杯盛水銀至半杯內各有銅絲連至顯電氣器之二端庚庚另用銅

絲如已連於二杯之水銀則電氣幾分必傳過此銅絲而

過測電氣器之電氣數必減小針之偏亦減小若去此銅絲則針之偏仍依發

第一千八百八十四圖



電氣器之力原為如針偏十度至十二

度用銅絲後減至二度至三度觀原偏數與用銅絲減小

之偏數能知成他各偏數當用若干力也

以倍數器所用之各數作式明定顯電氣器之度分

熱之源離發電氣器之遠至能偏五度以銅絲連亥亥二

杯則偏一五度再以熱之源移近得偏五度十度十五度

二十度三十五度三十九度四十五度四十九度五十五度各

同用此銅絲連亥亥二杯而得偏一五度三度四度五度六

三度八度四度十一度十五度二十二度二十四度二十九七

度設以原力之偏數為一則各力之偏數可用下比例求

之

一五乘五得千甲則 $\frac{1 \times 5 \times 5}{1000} = \frac{25}{1000}$ 甲為減小力之偏數天為

各他減小力之偏數故減小之力與原力比若各他減小

之力與相配之原力比因得其偏為五度十度十五度二

十度二十五度三十度而相配之力為五十五五二十二

一二八三十七三故器內自〇至十五度其力與度數

相同過十五度則不相同度數愈加大其差愈加多
右各度數以五進位又其中各度數相配之力可用推算
或繪圖而得之畫圖之法雖不能甚準而已可用

依此法可作表如下

偏度	十三度	十四度	十五度	十六度	十七度	十八度	十九度	二十度	二十度
力數	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	二十
較數	一	一	一	一	一	一	一	一	一
偏度	三十三度	三十四度	三十五度	三十六度	三十七度	三十八度	三十九度	四十度	四十度
力數	三十三	三十四	三十五	三十六	三十七	三十八	三十九	四十	四十
較數	一	一	一	一	一	一	一	一	一

表內十三度以前者因其力數與度數相同也

自〇度至三十度各度相配之力數已知則三十度以上

如三十五度四十度四十五度等相配之力數易得矣此

三弧角度減小之偏數十五三度二十二度二十九七

度

如將十五度依前推算之其力等於十五二將小數〇三

以較數一三乘之較數為十五度與十六度間之數應有

比例為一與一·一等於〇三又天等於〇三所以第三十

五度減小之偏數不能為十五三而為十五二加〇三等

於十五五又以同法得四十度之數為二十三·五加六等

R 3 11 9 1 1 1

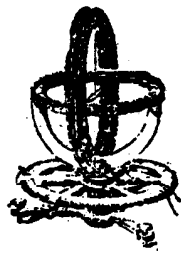
於二十四而非二十二四又得四十五度減小之數為三十六七而非二十九七

減小之三偏數為十五五度二十四度三十六七度再必以其式三三三三三三推算力數得三十五度四十四度四十五各度之力數為五十一七八十一一二一二二二三三將此各數與前各數相比可知過三十度之偏則靈動減小

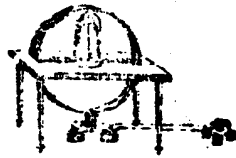
切線測電氣器 第一百四十二節

前器極詳細極靈動能顯電氣之有否與方向而難測電氣之數測電氣之數者當用切線測器常用者如第一百八十九圖第一百九十圖用銅皮一條外包垂絲而成圈立安于有度分之平圈外而合吸鐵線圈中以垂絲挂極濃吸鐵氣之指南針電氣傳過銅皮圈針必偏針偏角

第一百八十九圖



第一百九十九圖

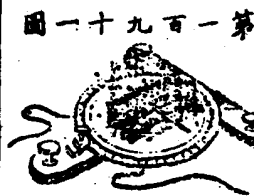


度之切線即電氣力數故名爲切線測器指南針小而短連長紅銅以指角度角之切線可

檢八線表得之針偏大於七十度則數不甚準加之力雖大而所加之角度仍小而難分也以電氣傳過測化分器如前第一百五十九圖與此器內則可知電氣化分力與吸鐵力之

比例故兼能定化分力也

正弦測電氣器 第一百四十三節

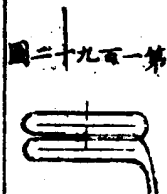


第一百九十一圖

正弦測電氣器如第一百九十一圖銅絲圈立安於度分面上之中而同能旋轉銅絲圈中挂指南針偏角度之正弦有此將銅絲圈先合于吸鐵經線而以電氣傳過則指南針爲所引而偏將銅圈轉動至方向與針之新方向相合用顯微鏡察其平行否再觀圈外

之度分面則知銅圈已轉若干度轉過之角度爲針與吸鐵經線所成之角度又能指使針偏之電氣力亦等於地球吸鐵之平面力即使指南針歸指南北之力因此力等於所偏角度之正弦則電氣力亦必等于角度之正弦角度之正弦檢八線可得之由此可知電氣力數惟此器之用測大力電氣爲便

電氣力極微如熱電氣等則右各測器皆不合用因其銅絲太細太長微電氣不能勝銅質之阻力也則微電氣之器所用之銅絲僅可繞針數圈最小者徑必三十分之一費克那曰可獨用紅銅片一條與無定向而最易轉動之針如第一百九十二圖



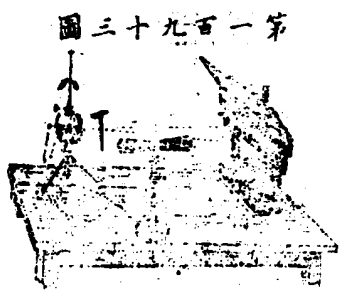
圖二十九百一第

測電氣力比例器 第一百四十四節

顯兩電氣路力之比例所用之器用二銅絲繞於一架若有同力之二電氣以對面方向傳過二銅絲則針必在。度若一電氣大於又一電氣則針必偏觀針之偏數知二電氣大小之比例

唐孫回光鏡測器 第一百四十五節

其器如第一百九十三圖用小吸針連於玻璃回光鏡之背鏡與吸鐵共重一英釐半用極細之蠶絲掛於盒內盒在圓箱內能移動圓箱內有銅絲圈試熱電氣者用粗而短之銅絲為之試化電氣者用長而細之銅絲為之圈之各層甚近於吸鐵針所以能顯最大之力圈有小圓孔向心而開不長於其回光鏡回光鏡前有透光凸鏡另有燈在架上架有能移動之分度面燈光直照于回光鏡回光鏡將光返回透凸鏡而聚光在燈前之分度面吸鐵針與鏡偏左



圖三十百一第

右度分面上影亦偏左右吸鐵與鏡稍偏動而分度面之影多偏動故影所移動之數與電氣力有比。圓箱之頂有立桿立桿橫有吸鐵條能移上下又有切線螺絲能使吸鐵條稍平轉將吸鐵條移上移下可得一處恰減地球之吸鐵力而吸鐵針不受地球之吸鐵力而可無定向也。

唐生船上測器 第一百四十六節

船上測器測電氣可與陸地相同用蠶絲挂吸鐵針與回光鏡之重心而上下繫緊於架架能移回光鏡不動分度面上之影亦不動銅絲圈與吸鐵針與鏡盛於甚厚之軟鐵箱內箱外有彎吸鐵條力大於地球吸力。用此器可於船上測化電氣無論浪大而船大搖動行改方向絕無差雖忽然振動亦不壞無金類之節或鉸鏈能生銹今時電學家多知此器之妙已用多年可測二力之比例可將銅絲圈與韋思敦測阻力器如第一百四十八圖並用又所照光點之動法可指各意而受人所報來之信以電報之用

83-91/124

電學卷五論電氣吸鐵

英國 傅爾雅 口譯

無錫 徐建寅 筆述

回司對特考得電氣吸鐵之理 第一百四十七節

嘉慶二十四年回司對特考知吸鐵針近於發電氣器傳

電氣之銅絲或炭或鹽類水皆速偏方向所得之新方向

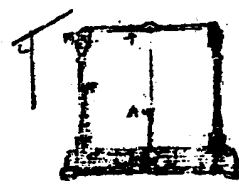
依吸鐵針與電氣路相與之方位

試電氣吸鐵之器如第一百九十四圖丁為傳電氣之銅

線兩端入甲甲二木柱上水銀杯丙丙之內午為吸鐵針

橫於甚尖之立針上此針易於上下至銅絲丁之上或下

圖四十九百一第



以螺絲丙定之銅絲丁正合吸鐵經
線而正在吸鐵針上有電氣傳過則
針近于電氣負極之端必偏西若銅
絲正在吸鐵針下則針近于電氣負
極之端必偏東銅絲與針平行而與

針同在一個地平面則針必依立平面轉動銅絲在針之
西則針近於電氣負極之端必偏向下若銅在針之東則
近於負極之端偏向上

考電氣吸鐵必識吸鐵針與電氣路之相關欲識之有便
法設人在河內逆水而划船以水流代電氣之傳行人背

向上流則針之北極向其左手而偏人面向上流則針之

北極向其右手而偏

針之偏數與傳過電氣之數相關不與傳過電氣之濃相

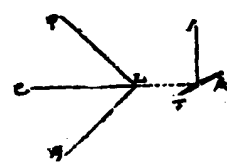
關昔時考電氣各事之人所用者為靜電氣其未得電氣

吸鐵氣之故或因此也

電氣吸鐵力之例 第一百四十八節

電氣傳過無窮長之直線則電氣吸鐵力與針距電氣路
之數有反比此為皮何與何法利所徵之理辣不辣司徵
電路之剖面能動針之力與電氣路距針之平方有反比
與別種攝力相同又與電氣路過剖面心傳行之方向交

圖五十九百一第



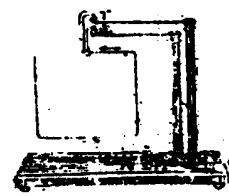
針之角之正弦有比依理推算小針
所受電氣傳行直線力或大或小之
和知力與相距有反比試之悉合可
知電氣傳過角形路如第一百九十
五圖甲乙丙其角度無論大小所令

小針受之電氣力與乙丁相距有反比亦與角形之半角
甲乙已之切線有比

吸鐵條與電氣傳行之性 第一百四十九節

安派而所設之器如第一百九十六圖可顯吸鐵之二極
與電氣傳行之相關甲乙為二金類柱下端連於底板丙

第一百九十六圖



柱頂平連銅桿其端各有盛水銀之杯如丁戊以銅絲彎成長方形兩端彎向上而再彎向下成鈎鈎于二杯之水銀內以發電氣之一極連一柱之下端又一極連又一柱之下端電氣傳過若依圖內箭之方向則將吸鐵條安於銅絲之下而平行銅絲即動至與吸鐵條正交而停如換電氣之方向或倒吸鐵條之方向則銅絲必轉動一百八十度至再與吸鐵條正交而停

銅絲長方形若長十八寸至二尺而傳過電氣有大力則能受地球吸鐵氣之力至與吸鐵經線正交而停地球之吸鐵性與吸鐵條之吸鐵性南北相反故銅絲亦必相反得辣利所設之小器如第一百九十七圖亦能顯吸鐵條

第一百九十七圖



與能動之傳電氣銅絲相與之性傳電氣銅絲外包蠶絲而繞成數層之圈圈外再包蠶絲銅絲之一端錘連于鉛板一端錘連于銅板銅板圍於鉛板之外二者同安于小玻璃管內上加軟木蓋使之能浮而浮于水盆內再將淡硫強水盛于管內則發電氣而銅絲圈有吸鐵性不動之則圈之平面必自恆能向東西將大力吸鐵條近之

第一百九十八圖



則顯推引之性甚大如將銅絲圈安于木小盆木小盆外上漆如第一百九十八圖亦浮於水盆內則比玻璃管更便而與吸鐵條相距數寸亦能推

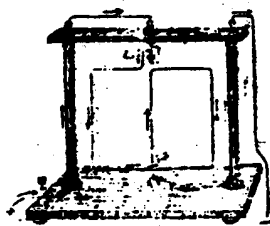
第一百九十九圖



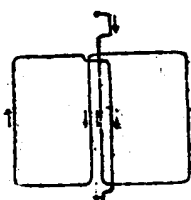
銅絲繞成平螺絲而掛之至能最便轉動如第一百九十九圖以化電氣傳過則平螺絲之平面必向東西正電氣在西邊上而在東邊下同于時辰表直立而面對南也表針所行之方向平螺絲向北之邊如吸鐵條之北極向南之邊如吸鐵條之南極二邊俱能吸鐵屑

平行兩電氣傳行之性 第二節 五十節

第二百圖



第二百一圖



兩銅絲同時有電氣傳過而一銅絲能移動則能或相引或相推俱依電氣之方向兩銅絲傳之電氣若同方向則相引異方向則相推以兩圈可明之如第二百圖以發電器五六件之正極連於水銀杯甲電氣由左柱向上而過水銀杯乙循長方形銅絲至水銀杯丙而向右柱連於負極圖

內之箭合電氣傳之方向而柱內與銅絲內相向故銅絲必為柱內電氣所推若用如第二百一圖之長方形銅絲則柱內與銅絲內相異故銅絲必為柱內電氣所引此皆安比而初考得也

電氣傳行角形曲路之性 第一百五十一節

兩傳電氣銅絲如第二百二圖甲乙與丙丁在未點相交則甲未與丙未必相引因甲未與丙未向未點相近又乙未與丁未亦相引因未乙與未丁自未點相離也甲未與未丁必相推因甲未與丙未向未點相近又丙未與未乙相推而未乙與未丁相離也

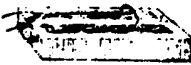
圖二百二第



未乙相推而未乙與未丁相離也

電氣傳行角形曲路如第二二三圖甲乙丙則電氣有欲變成直路之性其甲乙乙丙彼此相推有令乙丙至與甲乙成直線之性已成直線仍有推之之性故電氣傳行直線路則各分彼此相推安比而用法徵之用木塊作孔如第二三四圖以難傳之面甲乙分隔成二腔再將蠟絲包之銅絲彎成曲折如丙用蠟包之兩端各作彎與孔內水銀相切以大力電氣傳過之則銅絲速退可知銅絲與

圖四百二第

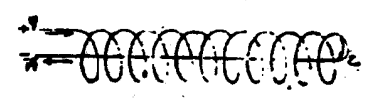


水銀有彼此相推之性

電氣行曲線路 第一百五十二節

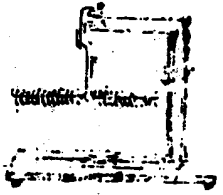
電氣循迭更偏左右之曲線前行其力與循同長之直線前行之力相同直線與曲線相連名為蘇倫諸如第二四五圖將銅絲繞成螺絲圈而一端彎過直通各圈之中以電氣傳過則自甲乙曲線路電氣前行之力為乙丙直線路電氣前行之力所減故所餘之電氣力僅等於平行圈路與中線正交之力惟定線與動線各有電氣傳過則定線之電氣能使同向電氣之動線與已平行故將蘇倫諸挂于立軸而任其轉動

圖五百二第



以電氣連傳過直線與蘇倫諸則蘇倫諸必轉過至圈與直線平行如第二五六圖用蘇倫諸挂于二水銀杯內使便于立轉以大力化電氣傳過下直線則蘇倫諸能轉過與下直線正交而各圈與下直線平行直線若

圖六百二第



直立於蘇倫諸之一端則蘇倫諸或引或推依電氣之向或同或異如用二蘇倫諸則其引推之性與二吸鐵條相同如用蘇倫諸與吸鐵條則蘇倫諸亦與吸鐵條相同以

電氣

大力電氣傳過蘇倫諾則蘇倫諾之中線能與指南針之

第二百七圖



中線平行銅絲自左至右而繞

如第二百七圖則電氣進之端

為南極銅絲自右至左而繞如

第二百八圖則電氣進之一端

為北極

第二百八圖



路失初造之螺絲圈如第二百九圖能顯電氣傳過之向

相同銅絲彼此能相引之驗用極細之銅絲繞成螺絲圈

上端掛於架下端恰入水銀內以電氣傳過之則各圈彼

第二百九圖



此相引而縮短下端即離水銀而電

氣斷各圈即不相引而再放長下端

再入水銀內各圈再相引而縮短如

此上下之動甚速

吸鐵氣之理 第一百五十三節

乾隆二十四年以比奴司初言吸鐵氣之理依弗蘭克令

電氣之理而分四條

一容吸鐵氣之條同性之極彼此相推其力與相距有反

比

二吸鐵條之質點能引鐵質點又能為鐵質點所引

三吸鐵條之質點能推鐵質點又能為鐵質點所推

四吸鐵條移過鐵與軟鋼之面則吸鐵氣入其質點之間

而無所事若移過硬鋼之面則鋼愈硬而吸鐵氣愈難入

極堅之鋼與鐵礦其入極難

引推之理可自此明之若一吸鐵條分為二分而各分皆

有南北二極之理尚不能自此而明因依此理則分為二

分必一分全為南一分全為北也故以比奴司另設理云

分為二分時則南北之相定有亂而吸鐵氣之一分自多

之一邊散出又有一分在少之一邊補滿也

固倫伯之理云吸鐵條係極細多質之點合成而每質

點各有南北二性之吸鐵氣而其力或僅在鐵質點之間

所現也準此理則質點之狀如第二百十圖質

點之右邊有一種吸鐵氣而左邊又有一種吸

鐵氣黑者為北白者為南故合成全條亦一端

指北而一端指南也凡鐵之每質點皆相連此

二性之氣甚親不能相離尋常軟鐵則二氣化

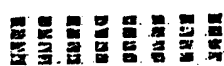
合故無吸鐵力若使二氣化分而一種聚在鐵

質點之此邊一種聚在鐵質點之彼邊則有吸鐵力矣

安比而電氣動力之理 第一百五十四節

安比而謂吸鐵條為多平行之質紋所成每質紋又皆是

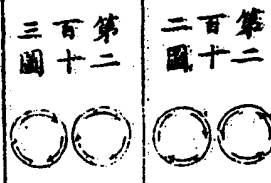
第一百十圖



質點所成每質點各有電氣繞之而轉行其轉行成平面與質紋之軸正交無吸鐵性之鐵條則電氣藏于內而不現有吸鐵性之鐵條則電氣順時辰表針而轉之端有南極之性逆時辰表針而轉之端有北極之性



質紋平臥而北極向北南極向南則電氣轉行如第二百一十一圖在上面者自西向東在東面者自上向下在下面者自東向西在西面者自下向上同性二極相推異性二極相引俱因此理與電氣以異向傳過二銅絲彼此相推電氣以同向傳二銅絲過彼此相引同理也



同性二極相近如第二百十二圖相切之面電氣以異向傳過故相推異性二極相近如第二百十三圖相切之面電氣以同向傳過故相引



各質紋如此連成吸鐵條則電氣仍常繞其外面而轉行如第二百十四圖為圓吸鐵條剖面之假形中圈為質紋每相近之二質紋電氣以異向傳行而彼此相減近周之質紋電氣不減故

外面能有吸鐵力

吸鐵條與傳電氣線能彼此成正交即因吸鐵條有電氣繞行也吸鐵條與傳電氣線之相關如第二百十五圖甲卯為吸鐵條己卯為傳電氣線



箭頭指電氣傳行之向電氣繞行之平面與吸鐵條中線正交故銅絲己卯與吸鐵條之中線正交則傳過之電氣能與吸鐵條繞行之電氣平行軟鐵與吸鐵條之一極相切而受附吸鐵氣由此可明之如第二百十六圖甲乙為吸鐵條丙丁為軟鐵條二條相切則吸鐵條能使軟鐵條有同向之電氣繞行故人對吸鐵條之乙端見其電氣自右向左而轉轉身對軟鐵條之丙端則見其電氣自左向右而轉南極既全賴電氣轉行之向故乙端與丙端必異性丁端與乙端必同性丙端與甲端亦同性也一吸鐵條分為兩段斷處為異性即此理會用極深之算學考之知其有微自此理可明吸鐵條與電氣之相關及吸鐵條與電氣吸鐵諸事惟安比而尚未明橫吸鐵之理故後人又將安比而之理通於橫吸鐵謂橫吸鐵質內電氣轉動之向與吸鐵質內電氣轉動之向有異或在無電氣處能使有電氣傳行也若吸鐵質則不過勉强其質點內各自不同向之電氣使之循定向而傳行

也韋伯及踵安比而之理而增之云質點內有一種電氣
傳行原無定向至遇吸鐵條始有定向而其向與直吸鐵
之向相反故此物名為橫吸鐵質

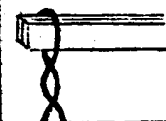
銅絲圈傳電氣而能吸鐵法辣待之原論云吸鐵條遇軟
鐵使軟鐵有吸鐵力不能大於原有之吸鐵力銅絲圈傳
電氣使圈中之軟鐵有吸鐵力能大於原有之吸鐵力百
餘倍

杜拉利夫云安比而與韋伯二人之意俱不差其理以為
各質點有同性之電氣依質點原性之一分恆能圍環傳
行其力與速恆不減其每質點之電氣自外通過質點之
徑此徑可為而流出於外四面分散至各處而在其軸之
對面積聚再入質點內循環而行周而復始不絕其積聚
之點與四散之點即為其力之極點

某體積內若質點甚近甚多則恐數質點能合成一團而
其流動之電氣可彼此相合而不如前之在各質點外面
返回如此即成吸鐵條之大質點顯明安比而質點流行
電氣之理某體積若質點相距遠而少或易傳而電氣傳
過其面與通過其徑軸同易則數質點不能合成一幅之
吸鐵條之大質點但因有外吸鐵氣與流動電氣則有成
附電氣之類而合於韋伯反行電氣之理

法辣待考得吸鐵之理 第一百五十五節

法辣待用附吸鐵電氣測試吸鐵力所有附電氣之數與
發電氣銅絲遇吸鐵條之次數有比見第六十五節第四段如第二



百十七圖以吸鐵條入于銅絲單圈內面不動
則測器立偏八度使發電氣二次即先取去吸
鐵條次將銅絲之一端自水銀杯取出再放入
而以吸鐵條再放入于圈內則偏十五七五度

三次則偏二十三八七度四次則偏三十一六六度

吸鐵力在吸鐵條之內及周圍位置甚簡甚整齊故將銅
絲一段自吸鐵條之吸鐵赤道某點穿吸鐵軸至對面之
某點則必與所過橫剖面之一切吸鐵力線相交又以銅
絲一段自吸鐵條一端循吸鐵軸至吸鐵赤道之某點則
必交大平面全吸鐵曲線之半又銅絲一段在吸鐵條之
外自一極循吸鐵軸至彼極徑過赤道則不受附電氣因
與大平面內之外線之半在異向二次而交也
各種金類絲移過吸鐵力線所受之附電氣力與能傳電
氣之力有比

- 用銅絲則測器之針偏 三十六度
- 用銀絲 六十一度九度
- 用鋅絲 三十一度

83-111-9/125

用錫絲

十九度

用鐵絲

十八度

用鉛絲

十六九度

用鉛絲

十二度

法辣待謂吸鐵極之力係吸鐵力線一分內之相對二端所現惟此性非現或引或推也將吸鐵針置于周圍有吸鐵力相等之處則不能顯二極之性因針能顯二極之性而亂其力之平勻也若將銅絲移過吸鐵力線即能現全吸鐵力而不亂其力之平勻

法辣待云吸鐵力線有雙性以相異之二吸鐵力有相隨與靜電氣不能獨有一性而無相配者同理故吸鐵條不能獨指北而無指南反之亦然吸鐵條二極外之力與其曲線亦有相關故將第二吸鐵條置于近處則第二條力線之位置雖能改而其和數不改其力線必為相連之曲線而曲線路中必有一處過吸鐵條又一處過周圍之空氣用銅絲移動於其面之法可得其據故法辣待由此以吸鐵力線為實有之物

電氣與吸鐵氣相似之狀 第一百五十六節
吸鐵條與化器不連別物之外力線其位置相似惟化器之力線不直過器之中故將化器當中分隔則當中不現

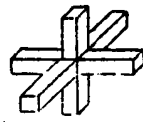
正負電氣之性又無新發附電氣力之性而所分隔之二分各存正負之性吸鐵條之力線則直過條之中故將條當中分開則有新發之力而外線無定南北之處

安比而與兌飛微過電氣傳行有欲漲長之性吸鐵力線有欲縮短之性電氣傳行同向者彼此相引吸鐵力線同向者彼此相推故初見必謂不相似而相反然知其立軸彼此正交則知電氣與吸鐵力相同也如異性之二吸鐵極面相切彼此相推異性之二電氣力而如此亦彼此相推同性之二吸鐵極面相切彼此相引同性之二電氣力亦然同性流動電氣其端相對其數不加如化器加板之數電氣數不能相增又同性吸鐵極之面相切吸鐵數亦不相增同性流動電氣相並即大板化器與小板化器相並電氣數能相增同性吸鐵力相並吸鐵數亦增

無吸鐵力之處 第一百五十七節

法辣待將吸鐵條六條各以同性之極相奏如第二百十八圖中成小方孔小方孔內安小指南針針絕不受吸鐵力又在孔中挂鈹粒亦然以鐵屑撒于紙上安於孔內則吸鐵力在中心絕不顯而近於外角則稍顯再以繞多次之銅絲圈安於小方孔內而連極精之顯器亦絕不見有電氣可知大力吸鐵條同性之極所奏成之小方孔絕

圖八十二第



無吸鐵性同于金類空球積摩電氣球內絕無電氣也此以正負二性不能同時在孔內而既無第一性則亦無第二性也法辣待意謂吸鐵條乃雙性力之源其雙性

彼此必相關無此相關則不能有其性其相關即吸鐵力曲線也吸鐵條周圍之空氣內必有此曲線試在空氣內以紅銅或水銀等近吸鐵條而移動即可發吸鐵電氣也吸鐵條能容吸鐵氣之數大小不同俱在乎相連其兩極之物如以鐵相連其兩極則力大如以空氣相連其兩極則力小如以鋇相連其兩極則力亦小故吸鐵條周圍無物連其兩極則吸鐵力絕無若吸鐵條周圍空氣之內有更大力之吸鐵氣則吸鐵條之力減小矣各吸鐵線在二極皆一向而在各處則有各向因遇吸鐵條周圍之物而相近或相離也

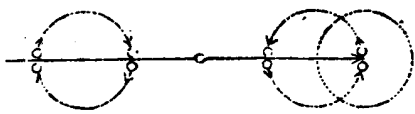
法辣待初試電氣吸鐵力 第一百五十八節

法辣待初試指南針與傳電氣線所成方向時偶得電氣吸鐵之數新理將傳電氣線直立而以指南針移於各處試之知線在南北二邊各有二引點與二推點將指南針置於銅絲之東而使北極與中之間近千銅絲則相引再以北極近於銅絲則相推若指南針置於銅絲之西而如

前則相反

傳電氣銅絲直立而近于指南針之極其極即偏過偏之多少依其引推之較力銅絲若近于針之中偏即減少再近於針之中則絕不偏至對於中而針之偏相反可知針兩端之力心即極點非在針之端而在距端少許此力心有欲繞銅絲而轉之性銅絲亦有繞此力心而轉之性若銅絲在針之他邊則方向相反而理相同可知各極點之感動銅絲與相近之極點及對面之極點不相關

圖九十第



銅絲與針彼此所成之各向如第二百十九圖圖為現力之極點箭頭為指銅絲在各處欲向極點而轉之性可知有傳電氣之銅絲與吸鐵之二極無相引之力惟銅絲欲繞吸鐵極而轉而吸鐵極亦欲繞銅絲而轉也

電氣吸鐵轉動之器 第一百五十九節

電氣吸鐵轉動之理法辣待有五法以顯之

一吸鐵極繞銅絲而轉如第二百二十圖卯申為吸鐵條

第二百二十圖

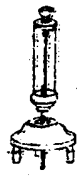


用絲線連於彎紅銅絲丁丙為彎紅銅絲通過杯底杯內滿盛水銀甲乙亦為紅銅絲以化電氣自上銅絲傳

過水銀向下至下銅絲則吸鐵條北極繞甲乙銅絲而轉轉之方向自東而南而西依時辰表針之向化電氣自下向上則轉之向相反

二銅絲繞吸鐵條極而轉如第二百二十一圖以吸鐵條通小木杯之底杯內盛水銀極點恰出水銀之面杯口相連玻璃管玻璃管上有木冒木冒上又有盛水銀之杯有

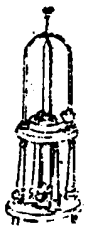
第二百二十一圖



銅絲自水銀通過上杯之底而下作一鈎另掛銅絲以化電氣傳過則此銅絲速繞吸鐵極而轉若吸鐵亦作能轉動者則二物能以同向繞公心而轉有彼此相追之狀

三吸鐵條繞本軸而轉法使電氣傳過吸鐵條之半段即行傳出不使再傳過餘半段其吸鐵條若直立而北極在上

第二百二十二圖



以電氣自上向下至中點而傳出北極必自右向左而轉若不傳出而竟傳至南極則南極

又必自左向右而轉故彼此相阻而不能轉此乃安比而

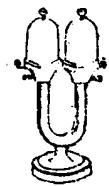
所規華京司仿之而造器如第二百二十二圖吸鐵條之

兩端作甚尖下尖在瑪瑙杯內上尖在直螺絲之孔內螺絲上有小輪便旋轉用二水銀杯一在吸鐵條之中點一

在吸鐵條之下端以電氣連此二水銀杯則電氣自吸鐵條端傳至中點而傳出吸鐵條即旋轉矣

四傳電氣物繞本軸而轉如第二百二十三圖用彎吸鐵

第二百二十三圖



條外各連圓木杯而端之上各條外各連圓木杯而端之上各有小孔木杯內盛滿水銀另有底紅銅管二底內各有尖針

各例套于彎吸鐵條令尖針入於吸鐵條端之小孔內底外作小凹亦盛水銀紅銅管之口在木杯之水銀內以電氣傳於管底外小凹內之水銀由管傳至下水銀管即旋轉若由化器並連二管底外之水銀而電氣連於下之二水銀及二木杯內之水銀則二管以異向旋轉若以化器之二極連於二木杯之水銀而另以一銅絲連二管底外之水銀則二管以同向旋轉

五化器繞吸鐵極旋動指南針掛於化器上亦以吸鐵氣而偏化器既能動指南針則吸鐵條亦必能動化器安比而所設之器如第二百二十四

圓用圓柱形雙層有底紅銅管上有彎担挂于吸鐵條之極上又有鉗管亦有彎担挂于銅管彎担之上而鉗管入於紅銅管雙層之間雙層之間盛淡硫酸水則發電氣銅管與鉗管以異向運動彎吸鐵條之兩極上各套一器則二器亦以異向旋轉

傳電氣銅絲之吸鐵性 第一百六十節

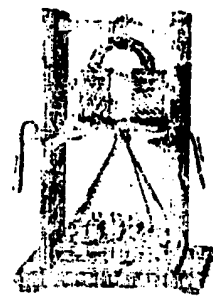
連于化器兩極之銅絲有電氣傳過時能吸鐵屑將小銅針與銅絲正交則變為指南針以銅絲繞成螺絲形圈而以鐵針或鋼針入於圈內則所得吸鐵力更大其針之南北極依螺絲繞之向螺絲自左繞至右則電氣傳入之端為北極自右繞至左則電氣傳入之端為南極

化電氣能變鐵有吸鐵力其顯甚速電氣一傳銅條能速受盡所有之吸鐵力哈而倫人以利何司以電氣傳過螺絲圈成大鋼吸鐵條見第六十四節第六條波得告又以電氣傳過銅片繞成之螺絲圈將堅鑄鋼條重六磅入圈內移動往復一次即容滿吸鐵氣

電氣吸鐵條 第一百六十一節

軟鐵條用法以受電氣之力則能有吸鐵力甚速甚大電氣力若絕則吸鐵力亦速絕因軟鐵之質性阻吸鐵氣之二性化分化合之力俱甚小也常式之電氣彎吸鐵條如

圖五十二百二第



第二百二十五圖將銅絲外包蠟絲而以同向多次繞於二木管外成圈如甲乙套于吸鐵條二支之外鐵條大者銅絲亦必大外

包蠟絲亦必厚吸鐵力之大小與銅絲徑之大小與銅絲徑之長之大小電氣數之多少有比

特白試銅絲圈云吸鐵條能偏指南針之力與圈徑之平方根有比能挂重之力與圈徑有比

連于與亞果皮與墨辣三人考得電氣吸鐵力之例以寅為電氣吸鐵條之吸鐵力卯為銅絲繞之轉數丁為軟鐵

之徑午為所傳之電氣數丙為常乘數則

第一兩排午行

長甚大于徑之鐵條而用淡電氣力銅絲繞之轉數不甚多而外圈加力於鐵條不減小者可用此式求其力電報所用之電氣吸鐵條俱合於此式

觀式內知寅午卯三者同增但卯若減則午亦同減此以為電氣力恆不變也可知銅絲阻力與電氣路餘各件阻力之比例必合定例則能得極大之吸鐵力其定例為銅絲圈之阻力等于電氣路餘各件之阻力等于即傳電氣

線及化器內之阻力則吸鐵力極大。

法富試前各事而得五例其一電氣吸鐵條能挂之重依吸鐵氣之濃而軟鐵所顯吸鐵氣之濃與銅絲圈內傳過電氣之數有比其二傳過電氣之數相同而加減銅絲之轉數則能挂之重與轉數有比即諸轉數所有之共力等于每轉所有之力之和也其三能挂之重與電氣吸鐵條之體積有比長相同則與條徑有比其四能挂之重與鐵質純軟勻有比其五能挂之重與其形亦相關大小相同則方條力最小圓條稍大圓管剖去一岸而橫剖面如馬足鐵者力益大極點之面稍作凹力亦增大。

銅絲繞于管外必用數條分繞各條之端相聚而連至化器使電氣仍以同向傳過各銅絲。

烈起考得吸鐵條短而極點相近鐵好而軟則電氣斷後所能存吸鐵力之時甚暫吸鐵條甚長則電氣斷後所能存吸鐵力之時久又考得電氣吸鐵條之短者雖能挂甚重之物而不能使彎鋼條久存吸鐵氣電氣吸鐵條長四尺者能挂之重不大于短者而能使彎鋼條久存吸鐵氣。

軟鐵受放吸鐵氣而發聲 第一百六十二節

用包蠶絲之銅絲繞於長鐵條一端之外而將此端直切于增音板以電氣傳過銅絲能發聲音甚大有皮得生者

橫挂鐵條使易擺動而端切增音板鐵條外繞銅絲而不切鐵條以電氣斷續傳過則鐵條其在內擺動而發音略同小鐘之音又考電氣一傳而發音則鐵質忽漲大電氣一斷而音絕則鐵質忽縮小此漲縮因鐵受吸鐵力而亂質點之位置與電氣之能發熱無涉固路法設法試之用玻璃管二端密封旁有孔以盛水入內中和磁石粉自管之此端過彼端觀稍遠之物則為亂列之磁石粉所隔而透之光少見物不清若管外繞銅絲而以電氣傳過則磁石粉有定列而透之光多見物能清田大里云鐵條因電氣而變有吸鐵力時忽然漲長者其質點之長軸順條之兩端也試將紙安于平面之吸鐵條上而散鐵屑于紙面則鐵屑每粒之長軸必順吸鐵曲線之向同此理也。

電氣吸鐵發動之器 第一百六十三節

電氣力不大能使軟鐵條顯大吸鐵力且可忽有忽無忽反故可作發動之器初以為甚善甚廉迨後多人屢試多法知大不如汽機也近知欲得能力與汽機相同則所用之錫與強水其價甚大於汽機所用之煤且吸鐵力僅在相切時能大而不相切時則甚小其減小不止力與相距之平方有反比故糜力亦甚大於汽機之糜熱也其便當者無險無污無熱安雷無擇慮時無徒費如此而已欲

此各益而費大可不計者用之最宜

杜門得會試電氣吸鐵發動之器而得三理其一能力之大用費之省雖俱不及汽機而用於合宜之事則有大益其二欲發大能力固大不及汽機而欲發小能力則與汽機相埒而或更善凡機器甚小不足用汽機運動而用無定時且忽停忽用者則用此甚善於汽機也其三往復運動者糜力小而能力大勝於轉動者因附電氣之弊小也道光十四年俄國京都人亞果皮造電氣吸鐵發動之器能顯大力十八年安于船內船長二十八尺闊七尺半入水深二尺八寸坐十人至十二人初用十漿划之後用電氣吸鐵器以運動明輪在凜法河行走初時電氣力不准而每小時能行四英里十九年又試之坐十四人能逆流而行每小時三英里用化器共六十四件每件鋅片之面積三十六方寸用硝強水與硫強水

在圈內能來往甚速而平勻惟此器換電氣之向時發火電氣而有糜力故自昔至今不能大用也

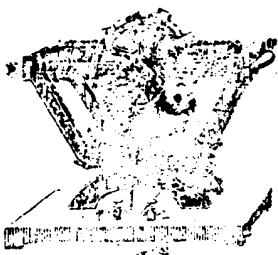
其器有五馬力化器之共體積三立方尺用往復之法往復路二尺發動器與化器共重約一頓自云每日消化鋅三磅有一馬力

時勒云此器之最精者用固路法化器每馬力二十四小時消化鋅四十五磅用但尼里化器每馬力二十四小時消化鋅七十五磅

弗色利與貝那與兒拉與兒非生與打薄得俱設此器費皆甚大兒非生者道光二十二年所造發動器與化器共重五頓在鐵路行走僅能得速每小時四英里不及一人之力

法國造天文算學器者弗路曼得作此器運動數種精細

第二百二十六圖



機器式如第二百二十六圖卯寅為生鐵架下有底板中容電氣吸鐵條四件甲乙為傳電氣之線丙丁為生鐵輪周外有軟鐵八條轉動之時軟鐵條極近於電氣吸鐵條而不相切將近時即傳電氣至正對時即絕各

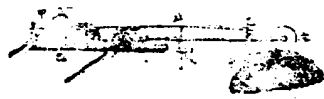
條迭更而使輪轉動。

傳斷電氣之器有圓弧如戊己定於生鐵架而連三小簧
大輪之軸連小齒輪而同轉輪齒遇簧端小輪電氣即傳
下一簧連下二吸鐵條旁二簧各連一旁吸鐵條吸鐵條
僅能在甚近處題引力故小輪之位置必軟鐵甚近吸鐵
而傳電氣至相對即斷所以電氣吸鐵條必多始能平勻
轉動也

傳電氣之簧與小輪如第二百二十七圖甲乙丙丁為傳
電氣之二簧各連於象牙塊如己而不相切丙丁簧端連
小象牙輪如辛輕於寅卯齒輪之面齒輪過小輪則二簧

相切而傳電氣戊庚為紅銅螺絲旋入象牙
塊之端而過丙丁簧之孔與孔不相切而端
對甲乙簧之庚點以消息二簧相切之久暫

第二百二十七圖



信

馬

名三

十

電學卷六論吸鐵氣雜理

英國 璫挨德著

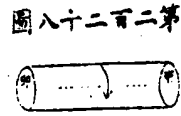
英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

吸鐵氣過光所顯

第一百六十四節

法辣待試知吸鐵力線經過數種透光質而與質之光線
平行則見光線能轉動

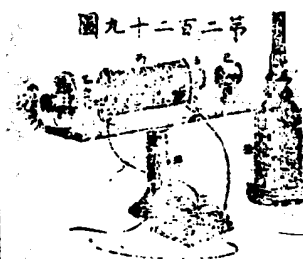
用果果勒三角鏡二一前一後後者以平軸轉動以空心
燈之光線透過由前至後二鏡之間安極大力之電氣吸
鐵條而二極順光線之方向二極相距約二寸如在光線
之一邊則光線能相近而過如正對反邊則能過極之中
而恆與吸鐵電氣力線平行或略平行或將含鉛養確養
與矽養之玻璃在二極之中以燈火之光線透過其長軸
將後鏡轉動至不能見火形而以化電氣傳過則能久見
火形電氣斷則火形速不見蓋吸鐵電氣力若
自北極而去而吸鐵力線之向合於對人目之
光線則能使光線向右邊而轉如第二百二十
八圖卯申為玻璃柱卯申中線為吸鐵力線若
在柱形外循周作線線內作箭頭如圖則執此柱對於目
之前可知其理矣法辣待設法能自光線以見電氣力將
玻璃管滿盛清水外繞長銅絲圈而置諸光線之內管前



圖八十二百二第

置燈火而以目鏡自後觀之則見火形將後鏡轉至不見
火形以極大力之電氣傳過銅絲圈則速見火形而久不
隱電氣斷則火形速不見其光線之轉動之向合銅絲繞
轉之向

薄得加所設之器如第二百二十九圖甲為架庚已為二
無色果果里三角鏡平安于架上二鏡中安銅管長六寸
至八寸徑二寸至三寸二端鑲玻璃片乙辛為蓋內盛吸
光質如葡萄酒或松香油或糖水等而安于銅絲圈內銅
絲圈繞於薄鐵皮管外銅絲連於調換電氣之器此器連
于固路法化器六件壬為空心燈火光透過向前三角鏡



圖九十二百二第

已再過辛乙管內之水再過後三角鏡
庚而至人目將後鏡轉至全不見火光
即停而以電氣自前向右後而轉則北
極在乙而南極在辛使吸鐵中線與光
線相合在後鏡能久見紅色以調換電
氣之器換其正負使電氣自後向前左
而轉則北極在辛而南極在乙在後鏡內見藍綠色
法辣待以水轉動之力為元用大力電氣吸鐵二極相距
三寸半得各質之數如左
松香油 一一八

重玻璃

六、

火石玻

二、八

石鹽

二、二

水

一

醇

小于水

以脫

小于醇

吸鐵力能使透過之光轉動之力與其質原有轉動之力
 不相關無論何法令一岐光線透過松香油則依同法轉
 動同時向各方向行過之岐光線轉動俱有同力亦俱依
 公法即無論用何料其轉或俱向左或俱向右如用吸鐵
 或電氣力令松香油內之光線轉動則不如此而僅向一
 方向轉動其方向合吸鐵線正交線方向之平面因不能
 離此平面則反電氣之正負光轉動之向亦反無電氣時
 其光線轉動之方向恆恃光線來之方向但令其轉動之
 力各方向各時皆有為流質之原質之原性惟傳電氣所
 有轉動之方向恆恃吸鐵氣或電氣行動之方向此為原
 質之原性僅恃吸鐵氣或電氣所以與之同變方向或同
 起同息也

萬物吸鐵性 第一百六十五節

道光二十五年博物會書有法辣待曰前人意見萬物皆有

吸鐵氣而力或甚小器粗而不能顯等說其說似是而實

非今知多質雖能受大力吸鐵氣之攝動

而其攝動與鐵不同如第二百三十圖卯

申為吸鐵氣之二極甲乙為軸線丙丁為

赤道線圓圈為吸鐵界以鐵等質挂於此界內則長徑與

甲乙線平行以非鐵等質挂于界內長徑必與丙丁線平

行

法辣待初試用含鉛養砷養與砂養之重玻璃條闊二寸

厚半寸挂于大力電氣彎吸鐵二極之中待其搖動已停

以電氣傳過銅絲玻璃條立動成與吸鐵力線正交與其

赤道平行雖屢移動之而仍自回至此式換電氣之正負

玻璃仍至此式而與前相反若偏近一極則現推力用二

玻璃條各近一極則各現推力而似二條自相引用立方

形之玻璃如前挂於二極間則為極所推而欲兩邊離現

吸鐵力之處又同時用一或二電氣吸鐵極則玻璃行成

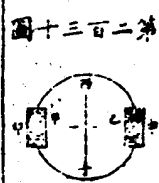
曲線形法辣待名之為橫吸鐵曲線以別於吸鐵曲線鉛

養砷養等物名為橫吸鐵質以別於鐵等直吸鐵氣質

法辣待將流質定質數種其吸鐵之性或橫或直所得

如左

橫吸鐵質



水晶 石膏 錫養硫養 鈉養硫養 銹養硫養
 白礬 淡綠絲 鉛綠 鈉綠 鉀養淡養 鈉養灰養
 愛司蒨水晶 鉛養草酸 鉀養果酸與錫養果酸
 果酸 檸檬酸 水 醇 以脫 白糖 小份
 阿拉比膠 木 象牙 乾羊肉 生牛肉 硝強水
 硫強水 鹽強水 碱類與土類質之水 蜜陀僧
 玻璃 白信石 碘 燐 硫 松香 司柏末細得油
 加非精 金囉哪皮 麻加力酸 失雷克成之蠟
 橄欖油 松香油 石煤 象皮 乾牛肉 鮮血
 動物皮 平果 饅頭
 直吸鐵質
 紙 火漆 鈎弗鑽 鉛養 筆鉛 炭墨 布國磁器
 鉛丹 鈎養硫養 失雷克 鷲身繩 不灰木 銀硃
 土馬令 木炭
 橫吸鐵質內以磷為首將磷塊挂于尋常吸鐵條二極間
 可知之人身各質多為此性將人挂于甚太吸鐵條二極
 間亦然
 橫吸鐵性之氣質 第一百五十六節
 道光二十七年板加拉利考得火炎在電氣吸鐵二極之
 間以電氣傳過火能推開電氣斷時回至原形

電 氣 學 卷 一



法辣待用電氣吸鐵與蠟火試之知有三事燭火在二極
 之中橫吸鐵軸而似歷平之形如第二百
 三十一圖一也燭火稍高於二極則橫吸
 鐵軸而成魚尾形如第二百三十二圖二
 也燭火更高於二極而三分之二在上二
 極甚近相距為〇三寸則橫吸鐵軸伸出
 成二長翅如第二百三十三圖三也法辣
 待試此多次知空氣亦有橫吸鐵性而熱空氣較冷空氣
 更甚以空氣先加熱噴過燒紅之鉑絲而分二支橫過吸
 鐵軸線同時以電氣傳於吸鐵條則引二支向上同時之
 有冷空氣向下又以空氣先加冷而噴在軸線相離之處
 則為所引可知空氣加冷比常熱度之空氣反有吸鐵力
 法辣待又以或原或雜之數種氣質細考其性將其氣質
 先過浸濃鹽強水之生紙而後過二吸鐵極之同任其輕
 重之性或上升或下降又用三管管內各安浸淡輕水之
 紙當吸鐵軸與其二邊各安一管所過之氣質若無橫吸
 鐵性則直升至中管而中管內發淡輕綠白氣所過之氣
 質若橫吸鐵性大於空氣則必入右管或左管左右管內
 發白氣依此試
 淡氣 輕氣 炭養氣 炭養氣 淡養氣 淡養氣

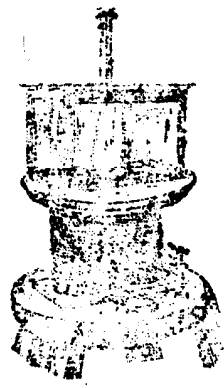
炭輕氣 煤氣 硫養氣 輕綠氣 輕磷氣 弗砂氣
淡輕氣 綠氣 碘氣 溴氣 衰氣等橫吸鐵性皆大
於空氣而輕氣為最大養氣為最小甚奇也

養氣能受吸鐵力而受力之大小與氣之鬆緊有比空氣
內全之養氣為鐵所引與為地球所引相同空氣內又含
淡氣而淡氣則非橫吸鐵質故試各種氣質之吸鐵氣而
以空氣傳其吸鐵氣必知養氣之直吸鐵性甚大法辣待
云養氣有吸鐵性甚大而空氣之熱度與鬆緊常改變故
疑地球吸鐵力之變與每日每年吸鐵力之變以及北曉
與地面吸鐵條之相關俱因養氣也

各金類吸鐵性 第一百六十七節

步勒加試金類吸鐵性之器如第二百三十四圖其所試

第二百三十四圖

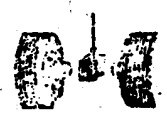


之金類用細線挂于吸
鐵二極之中用玻璃箱
圍之箱封甚密可無風
吹在空氣試之或在別
氣試之俱可

所試各金類內鉍之橫吸鐵性最大其動繫而似不定甚
便顯橫吸鐵性其各質點欲自吸鐵界內之濃處至淡處
將鉍粉散于紙而安于直立電氣吸鐵條之上以電氣傳

遇則鉍粉俱向內外而推留下空處為圓形如其電氣吸
鐵條之極為圓錐者然將散鉍粉之紙移過錐形之間則
移過之處成無粉之空線

第二百三十五圖



紅銅等金類有奇性其故或因其性易傳如將紅銅一塊
挂于二極之中則先向吸鐵條軸線而行與有吸鐵性者
同後忽停於新處必加力始能動之銅塊若挂起轉動至
有大重速積而受吸鐵氣亦能停而不動
試法用實心紅銅塊或圓形或立方形重
四分磅之一至半磅用長線挂之如第二
百三十五圖先使轉動甚速而安于大力
吸鐵條之吸鐵界內則轉動急停在界內之時雖再使轉
而不能

法辣待將數種鹽類質使受吸鐵力鹽類鐵為本者無論
為顆粒或消化於水俱有直吸鐵性惟黃色與紅色之鉀
衰鐵則有橫吸鐵性又鍊養硫養或鍊綠之顆粒又鉻養
又鉻養又錯養並含錳之各質俱為直吸鐵性而含鉛與
鉑與鉍與鉀之各質以及鉀養鉻養皆是橫吸鐵性
又以含鐵之各種鹽類濃淡之水盛於小管挂于含鐵之
各種鹽類濃淡之水內安于大力之電氣吸鐵條二極之
間如管內之水濃于外水則直吸而管內之水淡于外水

助橫吸管內之水與外水濃淡相同則不橫吸不直吸無定向鐵與錐加熱至不能覺在管吸鐵條二極之間仍直吸已試多金類得等次如左

直吸鐵質

鐵 錐 鈷 錳 鎳 鎘 鈾 鉍 鉍 鉍

橫吸鐵質

鈹 錒 鋅 錫 鈣 鈉 汞 鉛 銀 銅 金

鉀 鈾 鋁 銻 鎘

吸鐵顆粒力與視角力 第一百六十八節

法辣待試鈹之事遇數事不能明用所鑄成之鈹圓條順手取其四條平挂於吸鐵二極之中第一條順吸鐵軸而停第二條橫吸鐵軸而停第三條為橫但轉之五十度至六十度則斜第四條先順轉之即橫如各條但遇吸鐵一極則各條皆推可知原有橫吸鐵性故意或橫或順或斜者因鈹條顆粒之向有不同蓋顆粒二對角之中線必順吸鐵軸也又思直吸鐵與橫吸鐵之外尚有一種顆粒吸鐵力步路加詳考此事而云質點之形與吸鐵力有相關而依法辣待之意為視角力以橫向而顯所以必與所成顆粒吸鐵力正交此二力與令質成顆粒形狀之力有相關俱自一源而有也

吸鐵力或直或橫係質點之位置 第一百六十九節

步路加之理顆粒之視軸遇吸鐵極或引或推依顆粒內質點之位置若為質顆粒則必推正顆粒則必引因大星與那步路客所試此理與此或合或否
顆粒在吸鐵界內能顯推引而絕不關視角力有簡法可徵之將平果片略如洋錢而平而正交挂以鐵絲數條挂于吸鐵界內則平果片必橫吸鐵軸其所以橫者非因平果之受推力而因鐵絲之受引力
仍將平果片而以鈹絲代鐵絲則平果片必順吸鐵軸亦非因平果片之受引力而因鈹絲之受推力也田大星與那步路客亦試用鐵養炭養粉與水相和壓聚成顆粒代其所試之鐵養炭養顆粒挂于吸鐵二極之間則其中線與吸鐵軸正交其質雖為直吸鐵性能為吸鐵所引有大力而斜於其二極之間則能推又用鈹粉如前法試法辣待用鈹之顆粒所試之事因鈹磨粉而與膠水成顆粒形其質點之位置亂而不似顆粒內質點之位置故無使質點粘合而成顆粒之力可見直吸鐵與橫吸鐵能因質點之位置而改變故任何物內質點位置不同而遠近亦不同則最近之向線為現極大力之向線如直吸鐵性之物則此向線必順吸鐵軸如橫吸鐵性之物則此向線必

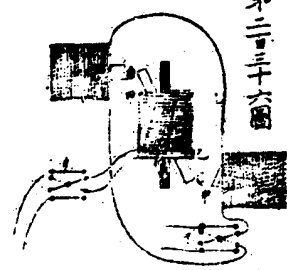
橫吸鐵軸即順赤道自試得之事並所論之說可知質點極近之線為順吸鐵軸或橫吸鐵軸之力所顯極大故依此可定顆粒在二極間所當停之向

橫吸鐵性 第一百七十節

韋巴與法辣待自所試而論橫吸鐵性之意各不同韋巴謂鈹之二極之方向與鐵之二極不同法辣待謂歷試未見有橫吸鐵之極非里處容云橫吸鐵質二極之方向與鐵之二極相同

田大里見此之未有定論也乃因自考究之初法用能移動之鈹條以傳電氣之銅絲圈圍之而細觀鈹條向定吸

第二三六圖



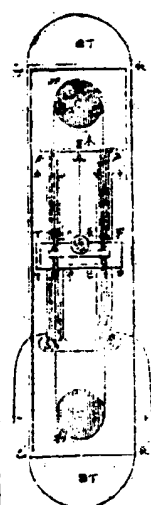
鐵條如何而斜自其斜而知所受之力如第二三三六圖以鈹條挂于銅絲圈之正中而最易移動鈹條之兩端各有電氣吸鐵條以銅絲連其二條而以電氣連傳之則二極必相等又用調換電氣器

可改其正負鈹條外之銅絲圈亦有調換電氣器則電氣可分二方向而傳過甲乙為鈹條外之螺絲圈卯申為電氣吸鐵條之極末為電氣吸鐵條調換電氣之器末為鈹條銅絲圈調換電氣之器

電氣如箭之向而傳過螺絲圈則吸鐵條之卯為北極申為南極鈹條必速移至虛線之方向知為吸鐵條所引南北極調換則鈹條速推再將南北極調換則又引無論何方向受吸鐵力而調換其電氣皆速改其推引

田大里後又用用來布西格人來步之器試之橫吸鐵質條亦以電氣發吸鐵氣旁有無定向之鋼針看針之偏如何則知條之極如何其器如第二三三十七圖乙辰乙辰

第二三三十七圖



為長方箱前面除去以顯內形丁丁為螺絲孔

以二螺絲入之而連于牆辛戊辛為紅銅絲之二螺圈在二黃銅管之外管之上端自庚至辛凸出物物為有槽之滑輪槽內環繩以連於所欲試質之圓柱形寅卯辰巳庚庚為黃銅之橫條中有螺絲如未用蠶絲線挂無定之吸鐵條辰卯吸鐵條辰卯前之黑圈為鏡長方丁甲丁甲為紅銅阻動之器此器中因吸鐵氣之動則內有耐電氣而吸鐵條早停用法以圓路法化器一件之電氣傳過銅絲圈用鈹圓柱條長三寸徑。七寸置于圈之中圈內千里鏡之十字線與分度面之六百五十相交轉動物輪令寅卯管起令辰巳管落則吸鐵條速搖動搖動數次後即

停于新位而千里鏡之十字線對分度面之六百七十再
轉動物輪至圓柱條在原位仍得六百五十度再轉動物
輪令寅卯管落而辰巳管起則吸鐵條停於分度面之六
百三十度
可知卯辰二端動吸鐵條令自小數至大數而其停之位
比條在中時大二十度再令寅卯二端動吸鐵條令自大
數至小數而其停之位比條在中時小二十度電氣傳過
螺絲圈之向相反則各事相反而鉍條在銅絲圈中之時
千里鏡之十字線與分度面之四百八十二相交再轉動
物輪使寅卯起而辰巳落則十字線與分度面之四百六
十八相交再反轉物輪使圓球再至中則仍得四百八十
二再使寅卯落而辰巳起則得四百九十三可見前爲自
大數至小數後爲自小數至大數
再用此器以同法試紅銅條錒條重玻璃條雲石條等所
得之事略同俱能使吸鐵條移動又用此法試直吸鐵性
橫吸鐵性之各種流質俱知其極有定向

電

學

卷六

四

電學卷七 論吸鐵電氣

英國 瑞挨德著

英國 傅蘭雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

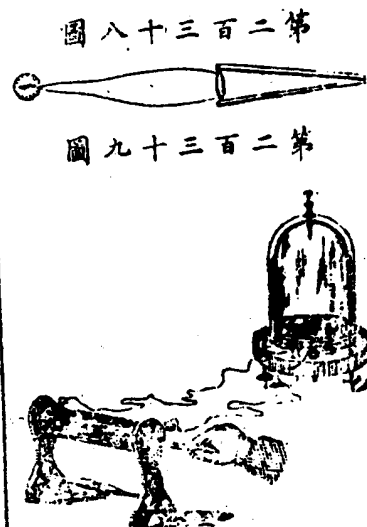
化電氣傳行而發附電氣 第一百七十一節

發電氣器之電氣傳過原銅絲而另有銅絲二端相連與原銅絲平行則原銅絲之電氣乍傳乍斷之時平行之銅絲即發附電氣若原銅絲電氣恒傳時則平行之銅絲絕無附電氣

原電氣斷時所發附電氣之向與原電氣相反原電氣傳時所發附電氣之向與原電氣相同故斷時與傳時所發附電氣之向相反也將蠶絲包之紅銅絲繞於木柱外各圈稍相離再將同長之銅絲繞於前各圈之間兩端接蠶絲包之極細銅絲繞于玻璃小管外管內正中安縫衣針次將發化電氣器一件之兩極與前圈銅絲之兩端相接而使電氣一斷將針自管內取出即變有吸鐵力另將縫衣針安於玻璃管內而使電氣一斷將針自管內取出亦變有吸鐵力而極之南北與前針相反再另將縫衣針安于玻璃管內而使電氣一傳一斷將針自管內取出吸鐵力甚小若無

吸鐵附電氣 第一百七十二節

獨用尋常吸鐵條亦能使銅絲有附電氣用包蠶絲之銅絲繞于紙管紙管中安軟鐵條銅絲兩端連於測電氣器將大力二吸鐵條異性之極與軟鐵條之二端相切如第



二百三十八
圖測器之針
即速偏取去
二吸鐵條針
即對面而偏
或不用軟鐵
條而以大力

吸鐵條之端入紙管之中如第二百三十九圖針亦速偏不久漸復原處以吸鐵條之端自紙管取出針即對面而偏吸鐵條之力甚大者近於螺絲圈之端不相入於紙管之中針亦能偏

地球吸鐵附電氣 第一百七十三節

以純軟鐵條合指極針偏下之向而安之即暫成吸鐵條下端為北極若反倒之則下端仍為北極故將銅絲圈亦合指極針偏下之向銅絲之兩端連於測器而以軟鐵條安于其正中則測器之針即偏因地球之吸鐵力發附電氣也圈若甚大則不用軟鐵條而將圈忽合指極針偏下

三十一

之向所顯相同又以銅板與地面平行而轉動亦可自地球之吸鐵氣顯附電氣銅板順時辰表針之向而轉則電氣自心傳行至周銅板逆時辰表針之向而轉則電氣自周傳行至心法辣待曾證地球各處有吸鐵力故凡金類與金類相近而相移動或一動一定或二者皆動速或同或不同皆能發附電氣

轉動而發吸鐵氣 第一百七十四節

道光四年哈拉果思得將吸鐵針挂於他物之上觀其搖動而考其理將吸鐵針挂於金類上或水上令偏若干度而放之見針搖動初成弧大繼而遞小似有物阻之者然成小弧之歷時與成大弧之歷時相同又以蠶絲挂吸鐵針針下鋪紙紙下平安金類板使板轉動吸鐵針速隨之而偏力與轉速有比此因金類板之轉動極速故勝地球之吸鐵力也若使金類板反轉則針漸回原而再反偏將金類板順半徑去其數塊則針之偏力減小

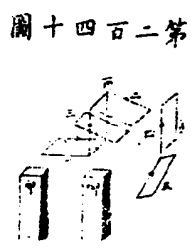
巴比知與侯失勒以大力彎吸鐵條直立而兩極向上以中線為心而轉動甚速在其上平挂紅銅圓板見圓板能隨吸鐵條而轉先慢後漸速彎吸鐵條若相反則銅板亦隨而反轉皆因吸鐵電氣力也以別種金類板或玻璃片隔於吸鐵條與銅板之間銅板仍轉而速亦同用極薄鐵

板十層隔于其間轉速多減用薄鐵板二層隔于其間則略不能隨轉將銅板順半徑去其數塊不隔鐵板轉速亦減

哈里司用紅銅銀鋅之大塊安於彎吸鐵條與銅板之間多能減銅板之轉速久之而銅板自停與前有異

法辣待論哈拉果所得之理 第一百七十五節

法辣待論金類等能傳電氣之物移過吸鐵氣之界內能發電氣以甚小之指南針在吸鐵氣之界內而移動使針常合動路之切線則動路為吸鐵線將銅絲於吸鐵條上移動遷就則銅絲不發電氣時銅絲之向為吸鐵線尋常吸鐵條散以鐵屑則周圍可見吸鐵線如第二百四十圖卯為吸鐵條之極用金類絲作任何式之圈先在丙處而移動至一處或二或三或四或五各處又或圈不動而使吸鐵極卯移至卯處則金類絲

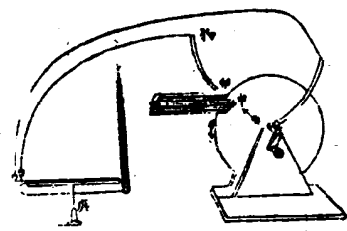


第二百四十四圖

內發電氣而方向相同如前之向反動則亦發電氣而方向相反如第二百四十一圖用紅銅板中連正交之軸以柄搖之物物二銅絲一連於軸一連於板周再用大力彎吸鐵條騎于銅絲處銅板之邊如卯申將二銅絲之端連于測器如庚使圓板自右至左轉動而吸鐵條之極如圖

83-100-91/25

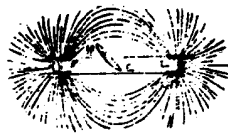
圖一十四百二第



則發電氣自心傳至周如箭
之向顯器之針能偏如換吸
鐵條之極或將圓板自左至
右轉動則發電氣自周傳至
心而顯器之針反偏板不轉
時顯器之針不偏

金類近於吸鐵條而移動則電氣傳行之方向依金類與
吸鐵曲線之相關法辣待論之如第二百四十二圖甲乙
為吸鐵圓條甲為有識之極乙為無識之極己卯為銀刀

圖二十四百二第



橫切於吸鐵條刀口向上有小槽之面向
甲將刀口向前移或至甲或至乙則所發
之電氣自己至卯此以自甲點之吸鐵曲
線遇刀有槽之面而自乙點之吸鐵曲線
遇刀之反面也將刀背向前移或至甲或

至乙則所發之電氣自卯至己此亦以自甲點之吸鐵曲
線遇刀有槽之面而自乙點之吸鐵曲線遇刀之反面也
欲作小樣可用木管代吸鐵條木片代銀刀用絲線自此
端連至彼端代吸鐵曲線絲線通過木片之孔無論移至
何方向可知前狀

金類板近於吸鐵條轉動或吸鐵條近於金類移動則顯
電氣自心傳至周或自周傳至心及金類板因電氣吸鐵
力而轉動之理如第二百四十三圖已卯為銅絲連於發

第二百四十三圖

化電氣器之二極有電氣自己傳至卯以
吸鐵條之極卯在銅絲與觀之人之間則

吸鐵條之極與銅絲必順切線向右而動銅絲亦與吸鐵
條之極順切線向左而動如箭之向所有金類板近於吸
鐵條之北極而順時辰表針之向而轉動則有電氣自心
傳至周逆時辰表針之向而轉動則有電氣自周傳至心
金類板與吸鐵條傳則不發電氣金類板向半徑割去數
塊則轉動慢俱可自此而明之

吸鐵電氣發火星 第一百七十六節

圖四十四百二第



用磁石之法咸豐二年正月以大利國人初為之三月英
國人福白司亦成之如第二百四十
四圖甲為大力之磁石能挂一百七
十磅甲乙為軟鐵圓條外繞銅絲至
長七寸半如丙而吸連于磁石之二
極圓條面有二處專合二極之形能
相切準合否則不能成火星另有直
輔二根能輔甲乙條上下準合房內

黑暗亦易上下外繞之紅銅絲徑二十分寸之一長約一百五十尺繞至四層各層間隔以呢與火漆銅絲之一端丁入玻璃筒辛之底筒內半盛水銀水銀之面極淨銅絲之第二端已入玻璃筒壬筒內亦盛水銀自壬筒有細鐵線庚可用手浸入辛筒之水銀內而取出浸入與取出必正在甲乙軟鐵圓條與磁石二極相切之時則在辛筒內能發火星。

鐵絲浸入水銀而取出與磁石切吸鐵而相離必正在同時若微有先後之別即不能成火星福白司習練久之每切三次能見二火星。

用彎吸鐵條之法如第二百四十五圖用軟鐵圓條外繞

第二百四十五圖

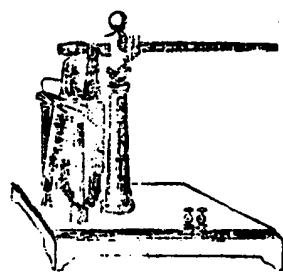


包蠶絲之銅絲數尺銅絲之一端錁連紅銅小圓板紅銅小圓板內含足水銀銅絲之他端向上成彎亦含足水銀與小圓板

相切將軟鐵條橫加于中等彎吸鐵條之二極相切而忽相離銅絲與銅板正在同時亦相切而相離即發火星。

用電氣吸鐵之法如第二百四十六圖用軟鐵條外繞包蠶絲之紅銅絲十尺至十二尺兩端各錁連粗銅絲用電氣彎吸鐵能吸十五磅至二十磅者立於架二極向上另有橫桿在架柱之上端相連軟鐵橫桿忽動軟鐵即離吸

第二百四十六圖



鐵之極吸鐵前有玻璃管庚頂蓋黃楊木冒一粗紅銅絲過此冒而至玻璃管內端打扁而彎成正角含足水銀一粗紅銅絲連於橫桿而端正切於打扁之面忽下橫桿則軟鐵離吸鐵之

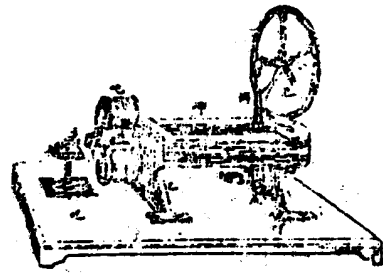
極而二粗銅絲之端同時相離即發火星庚管內先盛易燒之氣質遇火星而立燒氣質用彎管或象皮管引入之

吸鐵電氣器 第一百七十七節

吸鐵電氣器能速發火星者法國人必克細所初刑道光十二年法國博物院中初以示人十三年撒克司頓作更妙之器十五年收附電氣之軟鐵用雙切法可發大火星與大熱或使人身甚振動或化分物質

撒克司頓之器如第二百四十七圖分件之形如第二百四十八圖至第二百五十三圖各圖內之甲乙丙等字相同甲為多層彎吸鐵條共有六層在乙戊二足之上足用螺絲連于叮叮底板成足上有銅柱如丙銅柱上有輪如己以柄搖轉之輪周有槽能接羊腸繩以帶動彎吸鐵條之間軸之小輪如辛自輪下至二極之外伸出約三寸端作螺絲連二銅絲圈如吧吧動甚速而發附電氣包銅絲

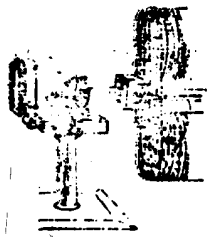
圖七十四百二第



圖用圖鐵二條共連
 橫鐵板板中有孔接
 於軸圓鐵條外各繞
 蠶絲包之銅絲銅絲
 一端焊於銅圓板王
 一端通過銅圓板王
 以象牙圈使之不相
 切圈轉動則兩鐵條
 之端行過吸鐵條之

二極甚速相距極近而不相切每器備圈二件一件用粗

第百四十八圖



第百四十九圖

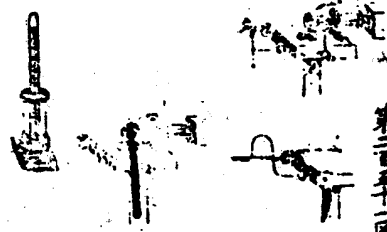


鐵條而外繞粗銅
 絲能發大數電氣
 一件用小鐵條外
 繞小銅絲長三千
 至六千尺能發大
 濃電氣

發大數電氣能發火星者如第百四十七圖能使軟鐵
 有吸鐵氣者如第百四十八圖能使銅絲生大熱者如

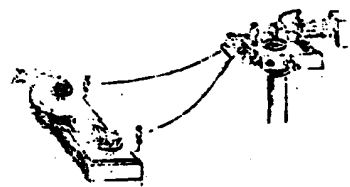
圖二十五百一第

圖十五百二第



第百五十一圖

圖三十五百二第



第百五十二圖發大濃電氣能使人身覺震動者如第
 二百五十三圖

架上有木方在柱之頂而能高低木面有二孔如申未可
 盛水銀銅圓板王在申孔內而子尖正在未孔內轉動則
 電氣常或傳或斷轉甚速則所發之火星幾相連另有粗
 黃銅片二塊在方木之二邊各通一孔之水銀而各連一
 螺絲可接銅絲以傳電氣

吸鐵電氣發大火光之器 第一百七十八節

何密士造之器于同治元年之博物院中以示人院中論
 此器之說曰用軟鐵管外繞銅絲成螺絲圈在大力之彎
 吸鐵條二極之前轉動甚速所發之電氣傳至電氣燈之
 炭尖其燈略如多包司克之式 見第 三十 節 而軟鐵管外繞銅

第百四十九
 圖能繞紅炭尖
 發火光者如第
 二百五十圖能
 使磁之鋼面散
 光星者如第二
 百五十一圖能
 化分物質者如

絲者共有八十八平行列於大輪之周成內外二管形而各與輪軸平行每管形內有等大之軟鐵管四十四大輪徑約五尺每分時輪一百十轉彎吸鐵條連於架上而圍于輪周共有三圈每圈有二十二吸鐵條每吸鐵條之二極在一平面圈內各吸鐵極之相距等於螺絲圈之相距

二外圈吸鐵條之同極對內圈吸鐵條之異極二外圈吸鐵條用四層合成內圈吸鐵條用六層合成每層重六磅每間一圈迭更受異極之吸鐵氣相連銅絲之法則使電氣俱以一方而傳行各螺絲圈中之軟鐵管長三寸半外徑一寸半內徑一寸每管外包黃銅皮而外繞銅絲兩條每條長四十五尺銅絲徑〇一四八寸二銅絲等於同長而徑〇二寸之一銅絲軟鐵管與外包之黃銅皮俱順其長而剖以免圈外無用之電氣傳過

輪轉之時一管形內各軟鐵管每過二吸鐵條同時換其二極每轉一周每圈換極四十四次惟一管形內各軟鐵管改換最多時當又一管形內各軟鐵管改換最小時每管形內之各螺絲圈一一相連故輪每轉則四十四螺絲圈必傳電氣四十四次二管形內之各螺絲圈有換極之器相連一切電氣皆同方向傳至燈之炭尖焉

一管形內最大電氣時當又一管形內最小電氣時者因

每傳電氣一次必費若干時此時中之電氣必有漸大而漸小故二管形相間則電氣傳行略可平均輪每轉而發電氣八十八次每分時輪轉一百十故每分時有電氣傳過燈之炭尖九千六百八十次

何密士之電氣吸鐵器與燈自同治元年用於英國頓知內斯燈塔至今未有差誤

不發電氣之時動輪之力甚小發電氣而使燈生光之時用一馬力又四分馬力之一可以動輪此器之用能以力變為熱與光與尋常以熱與光變為力適相反也

用吸鐵電氣器鍍金銀見第一百二十五節同治元年博物院內失巴得有吸鐵電氣器能發電氣化分水得輕養二氣可燃燈惟價貴而不使用

電氣吸鐵器放地雷水雷 第一百七十九節

韋思敦初初吸鐵放引火器依其定法能同時放火藥二處至二十五處用小彎吸鐵六條有軟鐵十二條近於吸鐵極外繞蠶絲包之銅絲銅絲同連於外銅絲由地質以傳電氣另扁軟鐵六條同連於軸而轉動依此法則一切之吸鐵條同時發電氣而其力大于六倍大之一吸鐵條也軸轉一周之時連傳電氣六次再加齒輪使之轉速則發電氣之次數極速又扁軟鐵轉動而銅絲圈不動故轉

83-11-91/25

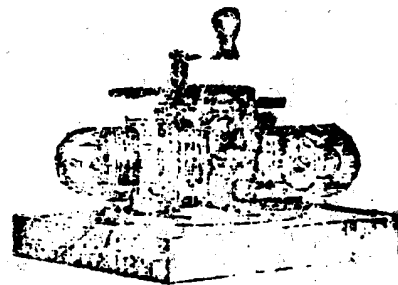
動時恆發電氣不絕

器形如第二百五十四圖第二百五十五圖一吸鐵條不

第二百五十四圖



第二百五十五圖



見以顯其扁軟鐵條也

亞比利之吸鐵電氣引火頭用黃楊木內有三孔如第二

第二百五十六圖



百五十六圖第二百五十七圖直孔通
中心而容二紅銅絲二紅銅絲同包于
象皮內相距十六分之二又有二孔

橫通與直孔正交而在其左右自相平行

銅絲伸出黃楊木頭之上約一寸半刮去其象皮而分壓

至木頭之二小槽內而將其端各入橫孔再用小銅管入

於橫孔內以壓住之銅絲伸出黃楊頭之下約四分之二

三用快剪剪斷成橫剖面以厚錫箔作小帽長約半寸內

電

學 卷七

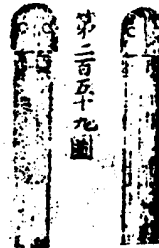
安易燒之料重約一英釐套于二端之外合二端與藥相

切甚緊用小繩繫繫於銅絲而插于盛火藥之線管或馬

口鐵管內管口接黃楊木頭管底盛火藥用泥封之如第

第二百五十八圖

第二百五十九圖

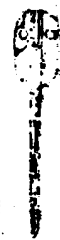


第二百六十圖

銅絲釘插入壓緊即可盛於箱內或袋內而傳電氣之線
連至發電氣之處

放磁電氣引火如第二百六十一圖黃楊木頭較長銅絲

第二百六十二圖



在頭內不伸出於下中孔之下端
接鷲毛管或銅管與常式放磁者
相同

司塔打引火銅絲外包含硫黃之象皮久則銅絲之面生

銅硫一層而銅硫無傳電氣故能生火司塔打初見之由

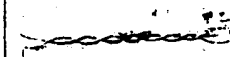
此作最妙之引火如第二百六十二圖呬

為含硫之象皮所包之銅絲在甲乙間刮去

外面之象皮及銅絲使僅留銅硫以濃電氣

傳過銅絲則電氣自甲點離銅絲而傳過銅

第二百六十三圖



四

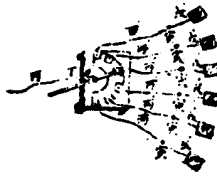
硫銅硫雜傳電氣則必生熱自甲至乙有火藥或棉花藥等易燒之物則必燒法國失布格用之放地雷用羅密卡弗之附電氣圈與本生發電氣二件

弗待用司塔打之引火內盛汞爆藥連放六箇地雷距發電氣器千尺用附電氣圈與本生發電氣器一件韋思敦與亞白利二人見電氣吸鐵器常有誤事運移時易傷不便為戰時之用故常以吸鐵電氣器代之

吸鐵電氣引火亦不甚穩司塔打之引火有時亦誤事亞比利試各種自燒之料攷其最易燒者知銅養燐養與銅硫與鉀養淡養三質分研極細用銅養燐養十分銅硫四十五分鉀養淡養十五分和極勻加醋成漿曬乾密封待用最佳

銅絲圈所發之附電氣每過斷處其力減淡不如來頓瓶能過數百斷處各處發一火星也故燒火藥不多處而力

第二百六十三圖

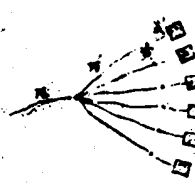


器已柄之丁點派電氣器有銅板連接銅絲之螺絲用玻

已絕所以弗待將地雷成幅排列每地雷分成一路用派電氣器將各路逐一連連至發電氣器各地雷略可同時而放如第二百六十三圖丙為連至附電氣圈之銅絲接於派電氣

璃板使不通地而接丙丙各銅絲各銅絲連至寅寅等各地雷已柄可轉動或速或慢每與一銅板相切電氣即傳至地雷而由戊銅板入地質由地質傳回附電氣圈而地雷即放柄轉動慢則可使各地雷逐一放柄轉動速則可使地雷齊放

第二百六十四圖



沙勿辣分亦將地雷將電氣路成幅排列每地雷分成一路則傳電氣一次或連傳電氣數次能略同時放數地雷比弗待之法更妙也如第二百六十四圖甲乙丙等字之意與前圖相同不用派電氣器而各地雷之銅絲直至附電氣器而多引火內之某引火電氣易傳則必先燒燒時礙開則減一路而電氣益餘引火更易逐一而放于道光二十四年法國格令奴夫之地初試此法韋思敦與亞白利考知用大力吸鐵電氣器欲連傳一路內多地雷雖用易燒之料亦未必能放若用分派電氣法則用小吸鐵器條長七寸闊一寸厚一寸又四分之二與軟鐵外繞銅絲圈與增速之齒輪能逐一放地雷二十五處若用韋思敦之吸鐵放引火器如第二百五十四圖第二百五十五圖則能放地雷二十五處而甚速聽之略成一聲

吸鐵電氣器之理 第一百八十節

吸鐵電氣器軟鐵轉至對吸鐵極則軟鐵受附吸鐵氣而有吸鐵力至離吸鐵極則軟鐵無吸鐵力見第一百七十一節鐵條外繞銅絲則有吸鐵氣與無吸鐵氣時必發附電氣而如前第二節有時與無時附電氣之向相對子針四十七圖入汞之時軟鐵條外銅絲之電氣即傳同時軟鐵二端對吸鐵極因子釘略與吸鐵極正交也而如此能常發電氣達斯考得吸鐵能發電氣之各理與亞果皮等先考化電氣能現力之理如左

附電氣之螺絲各圈所發之附電氣共動力等於銅絲每轉電氣動力之和與何未之原例合如第一百零八節

原電氣之力相等則附電氣力與繞之圈數有比與銅絲之粗細無涉圈徑若甚大則電氣之濃稍減小

附電氣之理 第一百八十一節

用化電氣器之甚小者令微發電氣以短小之銅絲連之于水銀杯則接時或斷時不見光星或偶有光星亦甚小甚淡以長銅絲連之則有光星而愈長愈亮至線甚長而阻力過大則光星又小矣

將等長之銅絲二條一條繞成螺絲圈一條平安於地面以成螺絲圈者之兩端在汞杯或接或斷有大光火星及聲以平安於地面者在汞杯或接或斷則光星小而無聲

將包盤絲之銅絲長一百尺半段繞成螺絲圈半段安於地面以電氣傳過成螺絲圈者光星甚大傳過安於地面者光星甚小用軟鐵條或軟鐵絲捆安於螺絲圈之中則光星更大因電氣傳過時有吸鐵力電氣斷時無吸鐵力吸鐵力一有一無即加外銅絲之電氣也見第一百七十二節

將二銅絲平行安之第一銅絲有化電氣傳過則斷時第二銅絲發附電氣而同向第一百七十一節因第二銅絲之兩端相連故第一銅絲斷時與接時所有之光星甚小于無第一

二銅絲者因無第二銅絲則斷時所有之附電氣為第一銅絲所自得也

傳電氣之銅絲長一尺旁有銅絲亦長一尺則附電氣力必甚少傳同用此電氣而傳過銅絲長五十尺旁有銅絲亦長五十尺則附電氣力甚大故用一銅絲則短者傳斷時發之附電氣小而長者發之附電氣大又長者電氣數雖小而光星則大長者而再繞成螺絲圈則光星更大因各圈之附電氣彼此相助而各力之和必大也

金類絲自發自受之附電氣名為另電氣接時另電氣與原電氣之向反名為反另電氣斷時另電氣與原電氣之向同名為正另電氣

顯理銅片圈發附電氣 第一百八十二節

銅片圈所發之附電氣能使人身大震動能使鋼條變有吸鐵性能化分物質如第二百六十五圖甲為外包蠶絲之紅銅片圈長一百尺闊一寸乙為細銅絲圈長四千餘尺上下相疊丙為玻璃片隔於其間人手執銅絲圈之二柄另人將銅片之二端於小發化電氣器傳斷每傳斷一次執柄之人必大受附電氣力而大振動發化電氣器必甚小否則執柄之人痛至難受矣

第二百六十五圖



顯理作圈用紅銅片長三百尺闊一寸半紅銅絲長五英里二者相距四尺能令人身甚震動相距十二寸人身不能當

用第二銅片圈代細銅絲圈則附電氣之濃不能使人身震動而附電氣之數能在二端相切時發光星二端若連小銅絲圈圈內安針速變有吸鐵力二端連于水中水速化分

第三次第四次第五次附電氣 第一百八十三節

顯理用數銅片圈與數銅絲圈如第二百六十六圖依法用化電氣傳過甲圈而乙圈在甲圈上則得附電氣為第二次附電氣以此附電氣傳至第三銅片圈如丙而丁圈在丙圈上則有第三次附電氣以此附電氣傳至第四

圈在丙圈上則有第三次附電氣以此附電氣傳至第四

銅片圈如戊而已圈在戊圈上則有第四次附電氣此圈連小螺絲圈庚內安針能變有吸鐵性即其據也凡各次之附電氣傳行之向迭更相反

第二百六十六圖



原電氣甲接時正

第二次附電氣乙丙接時反而斷時正

第三次附電氣丁戊接時正而斷時反

第四次附電氣己庚接時反而斷時正

曾試之第七次皆得迭更正反

己圈發大數之附電氣丁圈發大濃之附電氣以二柄連于丁圈之銅線可使人身大震動可知大濃電氣可變為大數電氣而大數電氣可變為大濃電氣也顯理曾在甲

乙二圈中安鉛板等傳電氣之質則乙圈略無附電氣將圓板順半徑割去一塊則乙圈仍有附電氣而小

乙圈安於甲圈之上而乙圈之兩端不連又將丁圈安于乙圈之上在丁圈可傳電氣使人身振動乙圈之兩端若

乙圈之上在丁圈可傳電氣使人身振動乙圈之兩端若

乙圈之上在丁圈可傳電氣使人身振動乙圈之兩端若

乙圈之上在丁圈可傳電氣使人身振動乙圈之兩端若

乙圈之上在丁圈可傳電氣使人身振動乙圈之兩端若

83-44-9/126

相連則人身不覺震動顯理謂此因附電氣之向改變也
乙圈兩端相連則在原電氣斷時其附電氣與原電氣同
向而能使相近之丁圈有附電氣而反向又依同理再將
銅片圈安於丁圈之上則丁圈之兩端相連時以上圈之
電氣傳過人身不甚振動丁圈兩端若不相連則人身大
振動

發附電氣圈 第一百八十四節

發吸鐵附電氣及化附電氣之器及傳斷電氣之法已初
之式甚多如第二百六十七圖至第二百七十圖

第二百六十七圖原電氣圈之線長三十五尺附電氣圈

第二百六十七圖

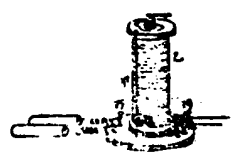


之線長一千四百尺電氣傳與斷
之法用橫軸架於二銅柱之端橫
軸中貫軟鐵條直立而對銅絲圈

內軟鐵絲捆之上化電氣傳過丁柱及橫軸使橫軸及軟
鐵條飛轉每轉而壬尖出入庚銅杯之水銀電氣即或傳
或斷庚銅杯在甲柱之上電氣由甲柱傳回

第二百六十八圖化電氣自己螺絲至甲銅絲甲銅絲上
端有簧連圓鐵板圓鐵板正在銅絲圈內鐵絲捆之上丙
螺絲連乙銅絲乙銅絲上端有金類片片下有鉞點圓鐵
板以簧力自上能與鉞點相切則電氣能傳而圈中之鐵

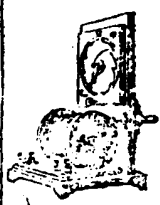
第二百六十八圖



絲捆變有吸鐵力吸圓鐵板向下與鉞
點相離電氣即斷而吸鐵力即無鐵圓
板以簧力而自上再與鉞點相切電氣
再傳如前故能迭更傳斷極速

第二百六十九圖用齒輪及柄使丙彎簧轉動甚速彎簧
在甲乙金類齒圈之內其齒為單數簧能相間遇對面之

第二百六十九圖

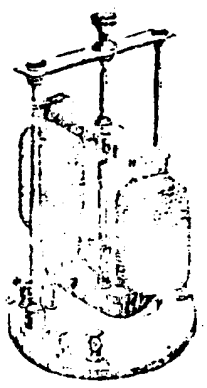


齒而成光星齒圈之徑約五寸用小
螺絲連於木板原電氣圈之銅絲一
端連於齒圈一端連於乙螺絲化電

氣一極連於軸而傳至彎簧一極連於乙螺絲己己為傳
附電氣之螺絲銅絲圈徑十二寸而用大力化電氣能有
甚奇之事

第二百七十圖顯理之附電氣圈甲為彎軟鐵條先繞包

第二百七十圖



蠶絲之第十四號銅絲
四層外再繞包蠶絲之
三十四號銅絲三百尺
乙為轉動之軟鐵條在

彎軟鐵條二極之上中貫立軸下端在硬鋼之孔內上端
在橫銅板之螺絲內橫銅板在二銅柱之上其傳斷電氣

之器有曲桿如辛在辰柱之上其端庚接水銀杯已一端
 連小滑輪在於丙輪上輾動每至丙輪凸處立即起高而
 庚端即入水銀電氣能傳凸處已過桿即自下而庚端即
 出水銀電氣即斷丁戊為二螺絲接化電氣之銅絲附電
 氣圈之銅絲一端連於對面二螺絲又有一象牙釘轉動
 之則附電氣圈之二銅絲端自連接故用之之人不致有
 大力電氣傷過其身之害且乙桿能轉動數小時而水銀
 不少用司米之發電氣器八件則附電氣之火星能透空
 氣八分之二用稍強水發電氣器十件則附電氣之火
 星能透空氣五分之二能燒銀箔與金箔甚光亮此器
 最便于附電氣傳斷之用

人曾造別種附電氣圈其式頗多大半醫學所用而理略
 同不詳述

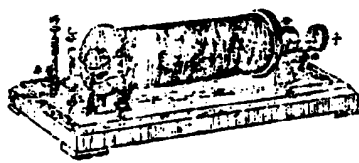
羅密賈弗附電氣圈 第一百八十五節

道光二十二年馬孫與李留古哀造銅絲圈能成附電氣
 在真空中發火星能鎔鉛絲惟銅絲外包者不好而有洩
 電氣之處故不能在空氣中發火星也黑達於同時亦造
 銅絲圈能成附電氣在空氣中發火星又能積於來頓瓶
 咸豐元年羅密賈弗精造附電氣圈不特銅絲外包蠶絲
 甚密且每層間加雷克膠一層附電氣圈銅絲之兩端貫

過玻璃柱柱連於器之底板圈體比昔人造者更長更小
 因已考知圈數愈加多力愈大也其所能現之事甚奇能
 發甚光之電氣星而銅絲與通地之體間亦能發一火星
 在真空中內能得成層甚烈之光羅密賈弗又依費皂所設
 之法在原電氣之路內加一增電氣器則在空氣發火星
 略長四分之三而發聲若傳至人身則甚痛而甚險

羅密賈弗附電氣圈如第二百七十一圖其銅絲圈平臥
 內管用厚紙兩端圓板用玻璃或木外加漆或堅象皮原
 電氣圈用徑〇〇七八寸之紅銅絲附電氣圈用第三十
 七號之紅銅絲圈之兩端圓板用木者則附電氣圈銅絲

圖一十七百二第

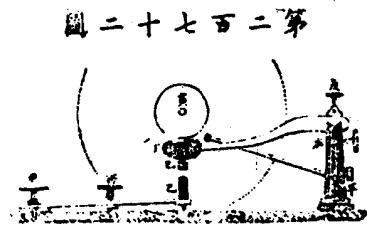


兩端各貫過一玻璃孔二端圓板用
 玻璃或堅象皮則鑽孔而以銅絲端
 貫過之圈內原電氣圈銅絲之二端
 連於酉辛二柱附電氣圈銅絲之二
 端連於乙丙二銅帽二銅帽各在玻
 璃柱上而上再有丙乙兩螺絲

調換電氣之器如子丑為象牙圓柱在二紅銅柱其象牙
 柱上用大小螺絲連二金類板甲丙乙此板稍凸其大

螺絲甲乙通過象牙而入二銅柱庚與戊小螺絲丙丁僅入象牙其紅銅柱連於附電氣圈之板寅辰如轉動其紐已令乙丁板與通至化器正極之簧未相切則電氣實箭之向而行由乙而入圓柱戊內而由于丑下行過銅絲圈過寅點而再過辰點通至調換電氣之器又上辛點至柱庚再過螺甲則順甲丙通至負電氣極成全路反之若乙丁板與負電氣極之簧相切則電氣行之向與前相反

傳斷電氣之器如第二百七十二圖寅為銅絲圈中軟鐵絲捆之端戊丁為桿端有鐵塊丁名為椎甲乙為簧端有紅銅塊乙名為砧甲為螺絲連於接原電氣圈之金類條



椎與砧之間有極細之鉗尖如己桿之一端入庚辛柱上端之槽內柱之辛孔接原電氣銅絲之一端椎與砧相切時則傳電氣而軟鐵絲捆變有吸鐵力而引鐵椎電氣即斷而鐵絲捆無吸鐵力椎自落下而再切砧電氣再傳鐵絲捆再引椎而電氣再斷

也椎與砧之相距愈小斷傳電氣愈速。增電氣器費皂所設羅密賈弗依法造之連於此器用錫箔二條糊於上漆蠶絲布條之二面長約十二尺用相同

之蠶絲布二條共夾糊錫箔之一條而摺疊安於器下之木箱內錫箔之二端接於第二百七十二圖之庚辛二孔內。

增電氣器乃由來頓瓶改變而得惟理則人尙未甚明費皂意謂原電氣銅絲另發附電氣而使附電氣銅絲發餘電氣令附電氣之向與原電氣相反用增電氣器能收其餘電氣而不使害斷傳電氣之器且能自積電氣一面為正一面為負而過原電氣銅絲與發電氣器相合而傳行餘原電氣為反向故鐵絲捆吸鐵力速絕而發大濃之附電氣因電氣傳過之時極短也法辣待意謂增電氣器之用能減附電氣之濃恰在有害時減之其銅絲初發電氣時速有旁附電氣依銅絲體直現之附電氣而成但其旁附電氣極大時則銅絲之直附電氣與化器之濃有比如將來頓瓶之二皮用甚長而外包之銅絲連之而略近其銜鐵之點接別銅絲之兩端得空氣之阻力小於銅絲之阻力則電氣大半必自空氣而放若銅絲切於增電氣器之一面錫箔則二點之中不見火星依同理羅密賈弗器斷電氣器之火星其力小。

增電氣器不增附電氣銅絲電氣之數用顯器可憑之苦增附電氣銅絲電氣之濃用傳電氣至人身或觀火星之

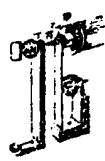
電
第
二
百
七
十
二
圖

長可憑之

英國里塔與扁得利與辣得美國利記將羅密賈弗之圈考究更精附電氣圈位置與銅絲外包不洩電氣之物格外慎詳一也增電氣器加大位置改好二也傳斷電氣用新法三也

辣得初妙法亦自能傳斷用器之人便於或加或減鐵絲捆之吸鐵力如第二百七十三圖乙為椎連于立簧之端

第二百七十三圖



丙為小鉗尖甲為鐵絲捆端之鐵板簧連於銅板銅板用螺釘連於府木板丁為鉗小墊錁於螺絲之端螺絲過黃銅柱可進

退而改丙丁二鉗尖之相距丙丁相接而調換電氣器通至原銅絲則鐵絲捆變有吸鐵力而引乙椎丙丁即相離電氣即斷附電氣即現矣若庚螺絲抵簧能勝鐵絲捆之引力則器不能動若稍鬆而使鐵絲捆之引力正勝簧力則附電氣之力極大因鐵絲捆受極大之吸鐵力數而電氣一斷吸鐵力立失故附電氣圈生附電氣力極大也

美國利記改造羅密賈弗附電氣圈第一一百八十六節

發附電氣之器內最大力者美國波司頓之地造格致器之人利記所造原電氣圈用第九號銅絲外包象皮厚十分寸之一繞成三層共長一百五十尺圈外包象皮厚十

分寸之一通過底板連板底之一層象皮外再有玻璃管一層附電氣圈分三段皆繞於玻璃管之外每段長五寸兩端之段用第三十三號之銅絲每段內長二萬五千五百七十五尺中段用第三十二號之銅絲長二萬二千五百尺共長七萬三千六百五十尺銅絲外皆包蠶絲

增電氣器有三皆用有漆之紙三層與錫箔相間其一約有錫箔五百平方尺其二約有錫箔一百平方尺其三約有錫箔一百五十平方尺有螺絲能或連或分此三器其傳斷電氣之器用手轉動開輪有簧壓於輪齒齒於簧端各有箔面簧以螺絲連於架可配準其壓之輕重使開輪易轉轉若慢則原電氣銅絲傳電氣之時長而鐵絲捆有大吸鐵力忽斷之時得極大附電氣力發火星甚長甚濃有聲轉速漸加則發火星之色漸白略同摩器之收筒所發之火星轉速更大則傳斷電氣間之時極小鐵絲捆不及有吸鐵力空氣內之白光不見

用韋思敦之轉動鏡觀之見一次所放電氣其火星形長而不分若另加一來頓瓶而放電氣則火星雖滅而甚亮用轉動鏡觀之易見二火星
賈西加倩利記造此器賈西胡之意如全用三段將最大之力約能發火星長十五寸然未敢使發此大力也有一

R 2 100 9 1 1 4

次用硝強水化器五件每件之鉑片長八寸闊四寸全用三段發火星長十二寸又四分之二用二段發火星長十寸用一段發火星長五寸

繞附電氣圈銅絲之法自內圈起漸繞向外周與水手盤繩於輪面同第二層自外漸繞向內如此至圈成則圈不畏礫開之險但雖有玻璃管與象皮其附電氣之內層亦能傳至原電氣之外層乃其病也

卡蘭用鐵絲作附電氣圈長五寸用生鐵發電氣器三件各四寸方發火星長四寸又八分之二

羅密賈弗所造極大者附電氣圈銅絲長約六十英里傳斷電氣用尖鉑片進出於鉑與汞相合之膏上有醇蓋之

或用手或用小電氣吸鐵條動擺形之桿使鉑片進出用本生發電氣器一件炭板長七寸闊六寸發火星長三寸

又四分之二用器二件則發火星長六寸半用器三件則發火星長十寸半用器四件則發火星長十二寸又四

分之二用器五件則發火星長十四寸用器六件則發火星長十五寸用器七件則發火星長十六寸用器八件

則發火星長十九寸銅絲幾壞矣

同治元年英國博物院內有布國京都細門司公會所造之附電氣圈其說云附電氣圈銅絲之長二萬零七百五

十枚用顧路法發電氣器六件能發火星長一尺至二尺知附電氣圈銅絲之長十二萬九千枚即八十英里故以銅絲之長論之不及羅密賈弗與利記之器也

練得用六英里至七英里長之銅絲作附電氣圈以顧路法硝強水器五件鉑片長四寸半闊五寸發火星長八寸至九寸

附電氣所顯 第一百八十七節

空氣內發火星將粗銅絲二條端稍相離以附電氣傳過則見火星之形成二三條火俱稍彎發電氣器若加大則所發火星與聲與光皆加大原電氣銅絲傳斷電氣慢則火星更長因成附電氣必費時也凡用附電氣器時若以金類絲或易傳電氣之流質連附電氣之二極則有二種電氣迭更以對向傳行若以薄空氣分隔附電氣之二極則單有斷電氣時所發之一種電氣而傳電氣時所發之一種電氣不至附電氣銅絲而留在原電氣銅絲故附電氣銅絲所有之附電氣俱以一向傳行逐一相隨甚速也在暗處觀附電氣火星見有黃綠色之氣圍其火星形略似卵大半圍於負電氣極氣層之厚依發電氣器之力輕噴空氣于火星則氣層變成亂形為茄花色而火星不甚

改形

各氣質內發火星以銅絲入玻璃管二口之內二端相距約四分之三將玻璃管之二口密封之以附電氣傳過銅絲則能現紅霧十分時至半小時之久乃養氣與淡氣化合也白格路與弗路美二人已用此法試淡氣若擠緊之則火星短而光濃與原電氣相同如散鬆之則火星大而光淡輕氣則火星光淡而色深紅炭養氣則火星光濃而色白用附電氣傳過盛養氣之管發火星能成電氣

附電氣化分氣質將附電氣火星傳過淡輕氣則發淡紫色光外有青色之邊淡輕氣速化分體積增倍火星變為紅紫色知成輕氣噴水入管內體積不減故附電氣圍化

第百七十四圖

分淡輕氣得原質甚便也附電氣傳過各氣質成火星之器如第二百七

十四圖係白弗與哈夫門所造用細鉑絲綽入薄玻璃彎管之短段再用磋磋平其頭使不伸出玻璃之外另有鉑絲繞於管外略至彎處兩端成小圈與前鉑絲相接將玻璃管滿盛汞而短段內盛欲試之氣質全管入盛汞之器內將附電氣圍之二銅絲一浸於管中之汞內一浸於外器之汞內將管移下至外鉑絲遇汞面附電氣即傳而管內有火星移上附電氣即斷
流質內發火星以附電氣傳過易傳之流質無火星傳過

難傳之流質或極難傳之流質則發火星及聲傳過油內則火星白綠色醇內則火星紅色而有聲松香油或炭硫火星甚光亮將油盛於玻璃罩內覆於水面以包象皮之二銅絲自水內彎入油內而二端相距不遠以附電氣傳過則發火星而有聲又發輕氣能燒以包象皮之二鉑絲在淡強水或銅養硫養水內亦能發火星

第百七十五圖



之空氣能見北曉狀之光如第二十八圖買西何所試者如第二百七十五圖用杯深四寸徑二寸其面三分之二包錫箔上

口一寸半則否杯安于玻璃板上玻璃板上加玻璃罩罩上蓋玻璃板玻璃板中有銅絲通過用皮使不洩氣銅絲在罩內之處外包玻璃附電氣圍銅絲之一端連於此銅絲一端連於杯內錫箔所通出之銅絲抽鬆罩內之空氣則自杯底發淺青之光初時忽有忽無斷則空氣益鬆光連而不息漸大而升愈升而愈亮至錫箔之上邊則溢至玻璃板
用玻璃管長三尺至七尺徑一寸半至二寸二端有銅絲連至附電氣圍抽鬆管內之空氣則管漸光亮管內空氣愈鬆則有大紅色光帶愈亮稍放入空氣則光帶不見而

仍僅有小光再放入空氣則光絕無再抽空氣則光再大光之大小略依空氣之鬆緊

附電氣傳過各質而在真空成光層第一百八十八節

固路法屢考附電氣傳過金類能生熱而云得乾磷塊安於金類小杯內上加玻璃罩罩上有銅帽與銅絲罩內成真空氣而以附電氣傳過則得分層之光光中有多橫黑條羅密賈弗試醇成之真空所見亦同而正極所發之紅光中有移動之黑條

電氣蛋如第二百七十六圖用玻璃作卵形中為真空有二球為極相距約三四寸以附電氣傳過之則正負二極

第二百七十六圖



之色與形與位各不同負極之周圍為色青而平勻正極之外色紅如火而一

邊偏多連至負極細觀二形見分多層光黑相間又用木內蒸出之酒松香酒醇煤油錫綠等物盛於其內以大力之抽氣筒使成真空亦易見光層而清光色多層而成堆形近於負極之各層形如杯內凹如球位與形皆定末層極近於負極而不相切光色淡紫有黑色一層分隔黑層之厚依真空之數用松香酒之真空黑層最黑

獨用附電氣圈之銅絲端入於真空罩內則其光較前法

第二百七十七圖



光之紅色與亮皆稍遜真空若甚真則以指切玻璃之外面如第二百七十七圖光可分叉

軟鐵條外繞包銅絲之銅絲而安於電氣蛋上口之內如第二百七十八圖抽鬆內之空氣以附電氣如法傳過則

第二百七十八圖



成深紫色之光帶再用小發電氣器運至軟鐵條外之銅絲則光帶繞軟

鐵條而轉動調換附電氣之二極則光帶轉動亦調換此之電氣光繞轉與傳電氣銅絲繞轉吸鐵見第二百一圖相同也

願韋試附電氣傳過真空而同時連傳顯器則不甚鬆而光尚未甚定時不見針偏至甚鬆而光定時則見針偏先見正極有紅光至極真時見負極外有青光

第二百七十九圖



附電氣路內若有大阻力或以二附電氣以對向傳過玻璃蛋內則正極外之光與負極外之光略同如第二百七十九圖

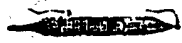
賈西何考得真空成光第一百八十九節

賈西何詳考各物成之真空內電氣光之分層以附電氣

傳過汞成之真空管內則滿大光甚濃常無分層色如燒
 燐濃淡依發電氣器之力賈西何謂真空甚真而用固路
 法發電器一件則光能分多層自正極直至負極之紅色
 光所包青光外之黑處

汞成之真空管汞甚純而沸過者則光分層如第二百八
 十圖若管內稍留溼氣則光常不能成層如第二百八十

圖一百八十二第



圖一百八十二第



一圖將管安於極冷之料內使溼氣凝
 水光即能成分層章而書用汞成真空
 而汞未沸過者易考得此狀

沙梨形之玻璃器如第二百八十三圖內徑三寸銅絲二

第二百八十三圖



第二百八十三圖



極相距五寸滿盛淨汞而沸之用
 抽氣筒自底抽去之而下留汞蓋
 滿負極以附電氣傳過則器內滿
 青色之光而無層正極之銅絲發
 甚光亮之點而負極之汞面發白

光十層厚八分之二似燒燐之狀如第二百八十二圖
 共長二十五寸大段長十八寸徑七寸銅絲二極甲乙相
 距二十二寸鉀養安於小段內滿炭養氣而抽出將鉀養
 用酒燈火加熱則以附電氣傳過則光分大層而不相連

而至器之左右二邊其狀似雲易辨人手若近於器則雲
 形之光俱改變狀甚奇

用發電氣器一件真空管內不見電光用顯器測附電氣
 圈顯有電氣

將附電氣圈銅絲二端各連鉑絲切於鉀碘水所溼之生
 紙以原電氣忽傷觀生紙近鉑絲端有碘知有附電氣

以原電氣恆傳而將附電氣圈至溼銅絲二端各連鉑絲
 仍切於鉀碘水所溼之生紙觀生紙近鉑絲端無碘可知

無附電氣鉑絲仍切於鉀碘水所溼之生紙而將原電氣
 忽斷則觀生紙近對面鉑絲之端有碘比前數更多

賈西何考正極所成光層因阻電氣之傳而生或否用二
 銅絲圈使二電氣相合見二電氣之向無論或同或異能

另見二電氣之光層但彼此相合而成亂形放正電氣者
 其濃大於放負電氣者故光之體亦長賈西何試一管長

五尺八寸內光能分層又將吸鐵條近於管則各光層因
 吸鐵氣大改形如將二極迭更對光層則變成紆曲之式

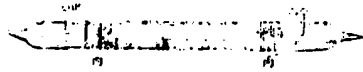
因光有繞吸鐵極之性也
 以附電氣入沙梨形器而以汞為負極如前第二百八十

三圖使汞溢至大泡內距正極約二寸則電氣光略成直
 線將大力電氣吸鐵之極近於玻璃器則所發之光橫吸

鐵極而備成正角若電氣自正線極傳至負承極而吸鐵條以北極近之則自吸鐵條望電 光而觀之見電氣偏向右而光有紅點直過承面而偏過

電氣光層之形有二種真空管長三十八寸者如第二百八十四圖甲乙為金類絲相距三十二寸丙為錫箔皮包於管外長二寸易於移動附電氣圈銅絲二端連於二金類絲而有附電氣傳過則管內成光層依電氣吸鐵轉動之例見篇一百五十節若電氣自此錫箔向彼錫箔而各光層分轉將管安於大力電氣吸鐵之兩極之中則所有之各光層一幅向吸鐵條變處將管安於吸鐵之北極則各光

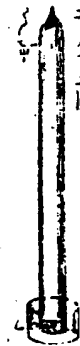
第二百八十四圖



層至管之邊將管安於南極則各層改其方位而至對邊為凹形

賈西何名第一種光層為原層第二種光層為附層試電

第三十五圖



光層之形與熱皮之相關如第二百八十五圖用杜

利雪利真空管長二十二寸內徑一寸又四分之三甲乙為鉛絲相距十九寸管內之汞溢於鉛絲之上傳電氣之一極為鉛一極為承面丙為玻璃器可盛以脫及定質炭養為凍冰之料用繩挂管使管之下端不入凍冰之料內用硝強水發電氣器一件而附電氣傳過其二鉛絲則管內之光明而大如分朵之雲內有黑層長十四寸至十五寸若將吸鐵條切於承面則負極發光藍色而正極有各光層如雲自上落下若吸鐵條移動則能藍光色能或漲或縮甚奇將管之下端浸於涼冰之料內能冷至下八十五度而傳附電氣則光不成層僅在正極有小光點以吸鐵條之北極對此光點之一邊或南極對此光點之對邊則能另得一光點將管提起離凍料則水銀漸縮熱度漸大至上二十度則仍有各光層再試一次得管內之汞加熱至沸度即不見各層之狀而永在管之冷處凝時電氣自凝處放出

全真空不能傳電氣 第一百九十節

真空管內能見電氣光分層者以管內之真空不全而尚有鬆氣能傳電氣也賈西何曾用炭養氣成全真空以電氣試之管內絕無光亮管之一端不能發火星故全真空阻電氣之傳更甚於空氣也

用能傳電氣之兩真空管一管連於附電氣圈之外極一管連於內極則連於外極者比連于內極者更光亮又加以銅絲或能傳電氣之管連前二管則各管之光層黑層清而明與獨用一管者相同若以炭養之全真空管連前二管則二管交互放電氣光而炭養之全真空管內無光

真空管內光層之變 第一百九十一節

真空管內之負極銅絲若外包玻璃管而伸出銅絲之外八分之二則管內不成光層而僅有均勻之亮電氣之濃若減則近正極銅絲仍成光層負極銅絲若與管中線稍斜如第二百八十六圖則所放之電氣過管邊而過之

圖六十八百二第



圖七十八百二第



一邊甚亮如將吸鐵條之極近於管則能使其光縮小又一極近於管能使其光變過而至對邊如第二百八十七圖電氣之濃若減則正極成光層將吸鐵條之極自負極點移過管外則各層不見

可知有力自負極發出與自正極發出者相同也

電氣在真空內成光層等事有簡法試之用管盛滿炭養

氣而抽去之尚不能盡再用鉀養加入漸漸收盡餘氣初時光行如浪氣漸鬆管內光滿而均勻正極有小而薄之層負極外有藍光若氣更鬆則各層全滿管內至離負極約一寸則有暗處負極之色甚紅若氣再鬆則各層光更分開管長二十寸者黑處長六寸至八寸氣再鬆則各層成圓錐形而有時不見光層但有淡而均勻之光至末而炭養氣全盡則光亮絕無可知全真空不能傳電氣也該司拉曾作多種大小真空管盛各種氣質之甚鬆者致格器店有出售以附電氣傳過各種氣管能得各色之光甚佳

真空管內各層光之故 第一百九十二節

固路法之理云原電氣斷時附電氣之向與原電氣之向相反而此附電氣能發光此附電氣外在原銅絲另有附電氣與原電氣之向相同而於火星原電氣斷時能成火星此為第二次附電氣而入於附電氣銅絲之內故原銅絲斷時附電氣銅絲有二附電氣傳行而向相反故電氣亂行而真空內之光能分層進第二次附電氣小於第一次附電氣故附電氣若先過難傳電氣之物使足阻第二次附電氣而不阻第一次附電氣則光不能分層故附電氣先過難傳之物能阻火星傳過則管內無光層不阻一

火星傳過則管內有光層試以大真空管長十六寸徑四寸接測微器則無火星而管內有平勻之光而不成層不用此器則火星能傳過則管內之光成層

收第摩電氣之火星傳過用附電氣能發光之管不能見光層固路法謂此即其理之略據也凡各真空管皆可使成光層或不成光層故成光層不在極薄之真空在所用之電氣

賈西何所試之事與固路法之意不合賈西何用來頓瓶之電氣自溼繩傳過真空管用溼繩而阻電氣管內之光層亦清故以為固路法所試者因附電氣太濃也又依固路法之法用大真空管與溼繩試之能成光層知光層非因第一次附電氣與第二次附電氣亂合而成乃因電氣傳過之濃而成賈西何又試炭養真空管加阻力使不成光層後得管內之鉀養加熱則再成光層乃知增阻力而管內氣質緊則不成光層更鬆則又成光層也由此能得賈西何理之證知光層確因電氣力感動極鬆之質也

以電光之色辨極鬆氣之原質 第一百九十三節
布路加設法考電氣傳過各種鬆氣之光色用寒暑表管內徑寸二三五八如第二百八十八圖中有玻璃塞門如丙可使二管內之氣相通用遠鏡觀管內之光線與弗蘭

第二十八圖



火法考日光線相同而不測其角度遠鏡離管約十四尺三稜玻璃鏡之折光四五度安於像鏡之前而相近像鏡孔徑為二寸分所得如左

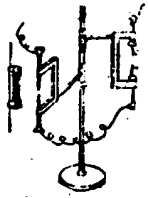
輕氣之光聚成三帶一端為光紅色再有青綠色再有紫色比前二色稍暗為青綠色與紅色之相距三分之二管之小處有紅色

淡氣之光有各色俱亮而青不似輕氣之光帶間有暗在紅色與火黃色與黃色之各處共有深灰色之窄線十五條略相距等又有火黃色與黃色六條俱鮮明離火黃色之紅色漸有棕色至輕氣光之紅帶外處色變光而鮮明黃色相近處有闊綠色帶中有窄黑帶綠色帶離黑色帶遠處亦稍有黑色詳觀此黑色知為相距之黑色相距皆等而比前之紅色火黃色黃色之帶更相近其餘綠色帶亦分開邊有明青色之二帶其二帶之間並綠色帶之間有窄黑帶影之青色端與紅淡紫色端間成淡色帶九條其第四第五光帶之光極大餘四條則光小外邊之末條最清管之小處有黃紅色
炭養氣之光內有更明之光六條分成五處前二處等隔第三第四第五更闊六光條內之第一條近於紅色條之

外端第二條紅火黃色第三條綠黃色第四條綠色第五條青色第六條紫色五處內之第一處棕紅色第二處暗紫色與黃色此兩處各分成等闊之三條以黑灰色之窄帶為界第三第四處暗綠色第五處甚暗色分為二等分自紅色向紫色漸深淡紫色帶之外亦有黑色處略與紅黃色帶之處同闊黑處分成三條以紫帶為界第一條與第六光帶相連與第三條皆是全黑色第二條深紫色闊略等第一條第三條之和初見之時第一條為甚光之紅色多時之後光略散因氣化分為炭養氣與養氣也養氣與鉑極化合成鉑養結於玻璃面為黃色

布路格又試養氣能漸與鉑極化合而無故不能清又試淡養氣不久亦化分而得淡氣之光極亮又試水氣化分得輕氣之光又試淡輕氣化分得淡氣與輕氣相合之光用各種金類為極以附電氣傳過而觀其光可與鉑為極

第二百八十九圖



所成之光相比便用之器如第二百八十九圖金類作小條連于螺絲而貫過硫象皮之架有螺絲能高低以配其金類小條之相距左邊之架全

用鉑條右邊之架可用他金類小條以鉗夾之易於更換二架之下二螺絲用銅絲相連上二螺絲二連於附電氣

圈之極二連於來頓瓶而亦連於附電氣圈之極二架之金類小條之相距已配準即同發火星若安於觀光器之前用三稜鏡映至平面則二光星相合一上一下易見其不同二金類小條之間欲加別種氣則可容於小管內如甲而置其間

附電氣圈發大電光 第一百九十四節

買西何所用發電光之器如第二百九十圖用炭養真空

第二百九十圖



管內徑十六分之二繞成螺絲圈管端加大長二寸徑

半寸如虛線內接鉑絲有木固之用附電氣圈之電氣傳過則光甚亮而白所用之附電氣圈在空氣內若能有一寸長之火星則電氣傳過十四英里長之銅絲光不減小杜馬法國人也與兩奴華用電光于開鑛之洞內用發化電氣器與羅密買弗之附電氣圈及格色賴真空管其光足為開鑛人所用而別種燈不能用時用此燈可無危險且云發電氣器能發電氣十二小時不減器體不大能安於小箱內人手可攜用於開礦甚便其妙處因管內不生熱而管不壞無危險不發毒氣與毒質可任意點熄體積亦與常燈略同

附電氣積於來頓瓶 第一百九十五節

道光十五年馬孫用附電氣圈積電氣於來頓瓶令圈之二極連於來頓瓶之內外皮而內外皮亦連于不通地之放電氣器放電氣器之二球相距五分之一使電氣連放則光星大於不用增電氣器者其光星之大與增電氣器及發電氣器之件數有比例

咸豐五年固路法買西何試用附電氣圈積電氣於來頓瓶而器益大所得甚趨於附電氣圈之外極遠于來頓瓶之內皮而內極連於外皮則所放電氣之光與聲增大若加發電氣器之件數則光與聲不再增而圈內鉑之傳斷電氣器速燒壞若用更大錫箔之來頓瓶則光與聲增大發電氣器之件數再加而鉑之傳斷電氣器亦不燒壞光聲亦益大

附電氣常成之火星與連于來頓瓶內外二皮所成之火星大不相同附電氣常成之火星安靜而軟而不猛惟能速燒木與紙與火藥連於來頓瓶所成之火星則有大聲而形亦大惟不能燒木與紙與火藥因加來頓瓶則所放電氣之數不改而放電氣費時之多少則有改也附電氣傳過附電氣圈因路長而費時必多其光星必耐時更長與來頓瓶用溼線傳電氣相同故用來頓瓶所發之火星因時短而光更大聲亦更大

法辣待試二種火星性之不同將鉑絲一條橫加於來頓瓶上之銅球以附電氣之二極移近鉑絲二端而不相接則有二斷處而二斷處之火星相同若將附電氣之一極連於瓶之外皮則外皮所發之火星與聲俱大惟不能燒火藥與木觀此難信電氣之大小仍如前也

附電氣之一極連於來頓瓶之外一極近於瓶上之球則原電氣圈每傳電氣一次球與相近之極見一軟火星而為雙火星因初附電氣起時積於瓶中之電氣至附電氣完時放回本處第一次放之電氣令空氣稍熱備第二次放電氣也粗觀為單火星用鏡觀之知能分見雙火星試此各事必附電氣圈之外極與瓶上之銅球相切若瓶不通地者則無論相連如何皆可若用二圈依法連原電氣銅絲與附電氣銅絲而用硝強水發電氣器十件至十五件積電氣於七平方尺錫箔之來頓瓶則放電氣之火星長四分之三能打穿粗厚紙聲大而連

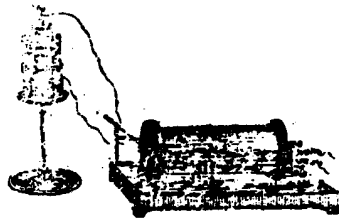
用羅密賈弗大附電氣圈如第一百八十六節則可將多連之來頓瓶積電氣與放電氣甚速聲亦甚大然惟瀑布水之法最可觀如第四十六圖用六來頓瓶每瓶有錫箔面二平方尺能傳極大之光星長約六寸而不斷聲極大用一來頓瓶則光星長二寸半用二來頓瓶則光星長三寸用三來頓瓶則

光星長四寸又四分之三用四來頓瓶則光星長五寸用五來頓瓶光星長五寸半

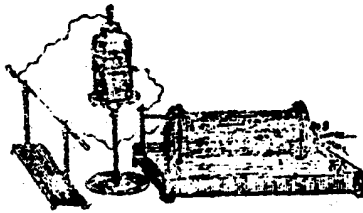
以附電氣迭更積放於來頓瓶如第二百九十一圖來頓瓶之內外皮連於附電氣圈之二極而路內並連放電氣器其二極點相距約一寸則附電氣圈常積滿附電氣於來頓瓶而放電氣器常放之

附電氣可積入來頓瓶而不放與摩電氣器相同如第二百九十二圖來頓瓶之外皮連於附電氣圈之一極內皮連於放電氣器之一邊放電氣器之又一邊連於附電氣圈之又一極放電氣器之二極相距二寸至三寸

圖一十九百二第



圖二十九百二第



附電氣圈之極若用金類等易傳電氣之質連之則有二電氣迭更傳過而向相反其極分斷時則僅有一電氣能現力因原電氣斷時所成之附電氣濃於傳時所成之附

電氣其不濃者在原電氣圈已散而不傳至附電氣圈詳十一節所以來頓瓶能連收電氣而非迭更收放電氣放數電氣星過後可移去來頓瓶而以常法放瓶內之電氣如用羅密賈弗之大附電氣圈如第八十六節則數秒時內能積滿電氣於十平方尺玻璃面之多連來頓瓶

電學卷八 論熱電氣

英國瑞挨德著

英國 傅蘭雅 口譯

無錫 徐建寅 筆述

西白克考得熱電氣

第一百九十六節

道光元年普魯士京都百林之地博物士西白克考得熱電氣之理謂金類之兩端冷熱不同則能發電氣其器甚簡用錫與鈹等二種不同之金類條將蒸錫連成圓圈或長方圈用酒燈加熱於相接處而對面包生紙數層溼以脫使發冷即發電氣傳行於條內如第二百九十三圖丙丙為紅銅薄條彎成二方曲鐸於鈹板乙乙之上鈹板正合吸鐵線二者之間安指南針於接處用酒燈加熱指南針速偏有電氣自熱處傳至冷處如箭之向又如第二百九十四圖以鈹絲與銀絲作二架而中有尖針在彎吸鐵條二端之上以酒燈安於彎處而加熱於金類絲則發電氣而二架各能繞吸鐵極而轉將鈹絲繞成二平螺絲而上下相疊二端連於極精之測器將一平螺絲加熱至紅則測器之針偏知有電氣自熱處傳行至冷處

圖三十九百二第



第二百九十四圖



針偏知有電氣自熱處傳行至冷處

將金類絲一段牽之極緊一段不牽緊而於其界加熱則發電氣自緊處傳過熱處至鬆處

金類發熱電氣之等次 第一百九十七節

曾試金類熱電氣之性與金類之能傳熱能傳電氣及其質之以水較重各不相關凡作熱電氣器最要者宜用最正電氣之金類與最負電氣之金類相合克明將數金類依次成列如左將列內無論何二金類相連於相連處加熱則發電氣而上者為正下者為負於相連處加冷亦發電氣而上者為負下者為正

- 鉛硫磺 鈹 汞 鍍 鈹 鈹 鈹 錳 錫 鉛
- 黃銅 鍍 金 紅銅 銀 鋅 錫 炭 筆鉛 鐵

鉀 鈹

馬的生選各質在四十度與一百度之間發熱電氣之性而列表以銀與銅相連所發熱電氣之力為一其電氣自銀傳行至加熱處表內銀與各金類加熱至同度所發電氣之力註於各金類之下凡正號者電氣自銀傳過熱處至他金類凡負號者電氣自他金類傳過熱處至銀金類之純者請極純而絕無他質相雜者也

馬的生金類熱電氣次序表

正號者

常鈹軋成之絲	三十五八一
純鈹軋成之絲	三十二九一
純鑄鈹	二十四九六
鈹顆粒順其軸	二十四五九
鈹顆粒橫其軸	十七二七
鈷	八九一
鉀	五四九
鎳	五〇二
鈮	三五六
鈳	三〇九四
純汞	二五二四
鈣	一二八三
鎂	一七七五
純鉛軋成之絲	一〇二九
純錫軋成之絲	一〇〇〇
紅銅絲	一〇〇〇
鉑	〇七二三
鈹	〇一三六
純鈹軋成之絲	〇〇三六
銀	一〇〇〇

負號者	
硬枯煤 燒煉氣成者	〇〇五七
純鋅軋成之絲	〇二〇八
電氣結成之純紅銅	〇二四四
純錫	〇三三二
錫壓成之絲	一八九七
鎢	二〇二八
鋰	三七八八
純鉀	三八二八
鈣	四二六
造琴用之鐵絲	五二一八
錫顆粒順其軸	六九六五
錫顆粒橫其軸	九四三五
純紅色燐	九六〇〇
純鑄錫	九八七一
鈹十二分錫一分鑄成十三六七〇	
錫二分錫一分鑄成二十二七〇	
純碲	一百七十九八〇
純硒	二百九十〇〇
發熱電氣器 第一百九十八節	

奴比里與密奴尼所造發熱電氣器如第二百九十五圖

第二百九十五圖



第二百九十六圖

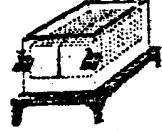


第二百九十六圖
於外殼外殼與各層鈹條銻條間之空
滿以不傳之質如蠶絲與紙分隔密奴尼用此器試熱發
散之理以銅絲之兩端連於測器觀測器針之偏可知二
邊有熱度有改與否



第二百九十七圖

圖八十九百二第



又有發熱電氣
器二種陸克所
造者如第二百
九十七圖共有

銻與鈹條三十對至一百對二端相連同安於金類筒內
以石膏滿其間而條端外露各連傳電氣之銅絲銅絲之
端各連螺絲全器之下有盛冰之器而上蓋燒熱之鐵板
則能發電氣矣華得更司所造之大器如第二百九十八
圖用方鈹板與方銻板多對相間銻連共藏於架內而上
下相連之處外露稍改二端之熱度即能發電氣若用加

熱鐵塊與冰塊安近二端則能顯電氣之各性如電火星

電氣吸鐵化分物質等是也本生之法用銅鐵硫與銅相

連或錳養與銅或鉑相連用十對者發力等於但尼里化

器銅面積二·七平方寸之一件司反用鉛硫顆粒與銅

鐵硫相連用一對之力與但尼里化器一件之力略如一

與五五之比馬可司用紅銅十分銻六分銻六分相合與

銻十二分銻五分銻一分相合者各作板長七寸闊七分

厚半分用蠟絲相連用一行煤氣燈加熱其下之相連處

用噴水加冷其上之相連處用二對者其力為本生器一

件之力二十五分之一用六對者可使水化分用三十對

者可使電氣吸鐵起重一百五十磅用一百三十六對者

能每分時化分水得輕養氣二十五立方寸又能銻化○

七八六徑之鉑絲

熱電氣器所噴之水電氣斷時受熱速電氣傳時受熱慢

即此可為熱化為電氣之據蓋電氣傳時熱化為電氣故

水之受熱少而慢也

馬克司報于澳國博物會云曾造火爐每日燒煤二百四

十磅能使熱電氣器七百六十八對板發電氣其力等於

本生稍強水器三十件

韋司故曾依馬克司法作熱電氣器云將金類條屢次銻

之使電氣力增大恐因顆粒之誤也用四十對條能發火星能鎔鉛絲長半寸能化分水能銅面鍍銀能使電氣吸鐵起重一百六十八磅能令羅密賈弗附電氣圈之原銅絲與附銅絲各發光星皆與化器相同而力等於但尼里化器二件

減熱加熱之理 第一百九十九節

倍勒體愛之理云電氣連傳過二金類如自鈹傳至錒則有減熱如自錒傳至鈹則有加熱道光十三年時立論云凡由熱而發之電氣則由電氣所發之熱僅為補不同金類相連之處所少之熱也若電氣專用以發熱者則不收熱之各物所發之熱必與本熱相同咸豐二年田大里以妙法證之如第二百九十九圖乙為彎鈹條甲甲為錒條鐸連於鈹條之端入於輭木杯中之水銀內而以銅絲連於化器丁電氣傳行如箭之向而在寅點自錒傳至鈹在寅點自鈹傳至錒則後倍勒之說寅點之永必加熱而寅點之永必減熱電氣傳過三分時而斷之用甲乙測熱器浸於寅內見速偏三十八度可知其已減熱矣待其回至〇度浸於寅內則偏負六十度可知其已加熱

圖九十九百二第



矣錒鈹二條在輭木之內或在相連處不能冷速必待一刻而始能冷至與外空氣同熱反其電氣傳行之向待三分時則寅之熱不但減盡且又生冷能令針偏負二十度廉子云如將鈹錒二條之端鐸連成角而兩端連於化器之二極電氣若自鈹傳至錒則減熱如在鐸連之處作小凹以三十二度之水置於凹內速變為冰。

鹽類燒鎔而發熱電氣 第二百節

曼得路司云易傳之鹽類已鎔而有不同熱之二金類與之相切能發電氣雖物之愛力甚大此電氣能勝之其電氣甚濃於平常之熱電氣易於化分水等質曼得路司用不同熱度之二鈹絲切於燒鎔之硼砂小粒其所發之電氣能化分鉀碘又考得鹽類未鎔之前亦發電氣但傳行之向不合簡便之例而改變最奇。

電學卷九論電氣報

英國瑞埃德著

英國 傅爾雅 口譯
無錫 徐建寅 筆述

一章陸地電報

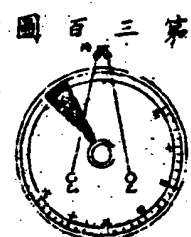
電報之始 第二節

銅絲能速傳電氣至數里之遠故電氣學家思藉以傳信
即電氣之始也

乾隆十二年華德生以電氣傳過二英里之長在水內之
銅絲如第三十五節用摩電氣者乾隆三十九年知尼法
人勒沙時之法共用銅絲二十四各不相連每銅絲連一
樹心球以摩電氣傳於某銅絲則其樹心球動而即為某
字母或某記號又路門得之法單用一樹心球乾隆五十
九年日耳曼人來沙之法用電氣傳過中有斷處之錫箔
片而發亮斷處有字母之形某處發亮即知某字母乾隆
六十年西班牙人買法路云放來頓瓶之電氣傳於銅絲
銅絲之端有爆藥能燒由爆烈之聲以傳信乾隆五十二
年比旦果在西班牙亦試此法

路開于電報 第二節

嘉慶十七年路開于初造至道光三年而詳傳之如第三
百圖用黃銅圓板面分為二十分點每分點有一數目字



一字母一記號數目分二副自一至十
字母依次順而不用丁QUX公五字
母圓板連於秒擺鐘之輪轉動而前又
有圓板中心相連可用手轉動有順徑

之長孔使後圓板之字外露於丙釘挂二樹心球丙釘以
銅絲連於箭形摩器箭徑六寸

二處以銅絲長五百二十五尺相連銅絲外套玻璃管而
置於木槽內以巴麻油塞滿之於地挖成四尺深之溝容
之

他處亦有秒擺鐘與圓板等二鐘齊動而時無大差
銅絲若積電氣則二處之樹心球同時相離放電氣則同
時相近外板孔見某字母而放電氣則他處亦見此字母
以筆記之則可傳信矣

此法甚巧但不知能否遠於五百二十五尺曾報於戰船
部回諭云當時國家無須迅速報信汝法不足用也

色末令電報 第二節

嘉慶七年色末令用電氣化分水之法為報用三十五金
針通過玻璃器之底器內盛淡強水三十五針內二十五
為字母十為數目各金針用銅絲連至三十五板各板共
橫連於木條每板之前有小孔可接二銅釘一釘連於至

發電氣器之正極一釘連於負極每板與玻璃器之每金針相配板上刻字母與數目字人手中執二箇黃銅釘插於某板之二孔電氣即傳而他處玻璃器內之某金針即發水泡而傳某字母矣若發字之時有長短及泡有多少則可但用二銅絲而不必用三十五銅絲也又色尾加之法用二發電氣堆而二堆之力大小懸殊或用大力者或用小力者或二者並用亦可傳各字母

嘉慶十五年美國可克司設初用化電氣之法有二一化分水一化分金類鹽類

失令告司章巴三人之電報 第二百四節

嘉慶二十四年回司對特考知電氣吸鐵氣之後見第一百七十四節安比爾初法設於法國京都博物會云用銅絲圍於指南針之外可以傳信道光二十二年失令初造之法用鉛絲數根各不相切以蠶絲捆之又有銅絲圍圍於五吸鐵針之外銅絲圍連於發電氣器有機能使電氣或斷或傳而使五針行動電氣一傳即有一針稍動而放一錢落下遇某鬧鐘之發桿鐘即有聲

道光十五年告司與章巴用吸鐵電氣器令連於銅絲圍以動圍中之吸鐵針圍有銅絲長三千尺有調換電氣器可使向二邊偏動用鏡以觀其偏數二處相距一英里又

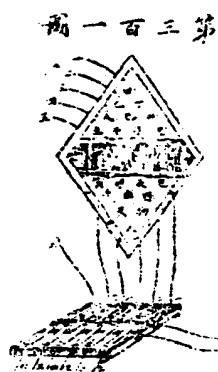
四分英里之一遠者曾用之

司透尼拉電報 第二百五節

道光十七年司透尼拉初造打鐘為報之法十八年報於法國博物會用吸鐵電氣器由單銅絲傳至動准之機而與地球成循環有不同音之二鐘可任打其一又法將惟尖作小管而蓋墨下有紙平勻移過成各點與聽鐘聲同意二處相距十二英里中間另有六處者曾用之以地球傳電氣實始於此由此而電報能大行也

古客與韋思敦電報 第二百六節

道光十七年六月十二古客與韋思敦將其五針之法呈



明國政云式如第三百一圖面有直立吸鐵針五有字母二十針後有銅絲圍以電氣傳入能使針偏動每二針偏動能共指一字母

每銅絲圍各連一銅絲至他處每銅絲各連一金類直條另有金類橫條二連於木架二橫條各連於發電氣器之一銅絲按某直條上之柄則電氣自某銅絲傳過而遠處之某針即偏動

五吸鐵針之銅絲分自左右二邊而出各有一二三四五

等號凡同號者即屬相連字母僅用二十其丁Q U X Z
 等五字母不用各針有向左向右二動法同動二針則指
 一字母如同動第一與第五針即指V V字若獨動一針
 即指數目如動第四針即知指數目為四

古客與韋思敦單針電報 第二百七節

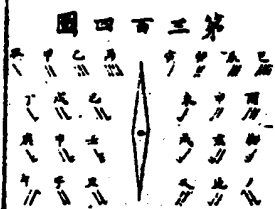
道光二十五年五月初六日古客與韋思敦將其單針之
 法呈明國政如第三百二圖第三百三圖有吸鐵針在鋼
 絲圈之內以電氣傳過則針能偏電氣之傳或正或負則
 針之偏或左或右吸鐵針連正交之小軸軸至面外連直
 立之針以指字母外針或有吸鐵性而與內針相對或木

第三百三圖



第三百二圖

針字母列於針之左右以
 偏動之次數指各字母至
 多者每字母針偏四次惟
 右邊每字母之末一次針
 必偏向右左邊每字母之
 末一次針必偏向左如W
 字則針必偏四次而三次
 向左一次向右如A字針亦偏四次而一次向左一次向
 右一次向右一次向左昔時所用單針電報字母之號如
 第三百四圖每字母依短畫起而依長畫止故針易明指



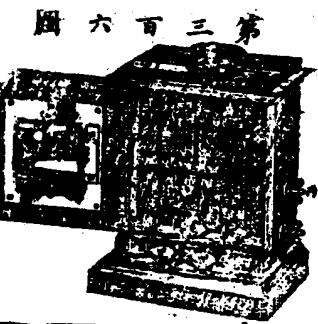
各字母數目字則列於針之下以針之下
 尖指之如下尖一次向有一次向左即指
 四字下尖一次向左一次向右指九字餘
 類推內件之形如第三百五圖甲為銅絲
 圈內有吸鐵針或用單針長一寸又八分

第三百五圖



寸之一闊八分寸之七兩端尖
 銳或用多短針連於象牙薄圓
 板之兩面指字母之外針長約
 三寸銅絲圈以螺絲連於上漆
 之紅銅或木或象牙之架而切於外匣之邊銅絲圈之銅
 絲徑一百分寸之一外包棉線銅絲之右端連於螺絲庚
 而螺絲庚又連於螺絲庚螺絲庚連於器之底銅絲之左
 端連於螺絲丁螺絲丁連於切桿之紅銅條自紅銅條連
 直立之鋼簧丁鋼簧丁抵於連於黃銅條末之釘黃銅條
 有螺絲連於外匣之邊另有鋼簧丁按於黃銅條對邊之
 一釘此鋼簧連於黃銅板戊黃銅板之端有螺絲戊故戊
 銅絲圈左端之極如將銅絲物使庚與戊相連則電氣必
 自庚傳過庚入右端而出左端至丁過丁至戊而自螺絲
 戊傳至銅絲遠路而回至庚如自庚由銅絲傳至遠處遠
 處由銅絲傳至戊則無論銅絲所連一處或多處若有一

處發電氣則此器之針能偏動矣。



第三百六十六圖

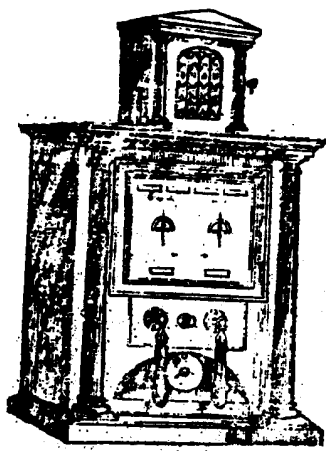
丁丁二鋼簧能使電氣或斷或反乙為黃楊木長有柄可使轉動如第三百二圖。啐段之兩端有黃銅胃丙人二胃中有黃楊木圓板分隔而不相切有鋼凸塊丙人以螺絲連於二胃丙以銅絲連至銅板人以銅絲連至銑板轉動其外柄則黃楊木亦轉動而鋼簧丁與未釘相離則電氣斷再轉動則丙銅絲與其下之簧相切則黃楊木二端連發電氣器之一極而其針及所有相連遠處之各針皆必動柄向右轉針亦向右柄向左轉針亦向左外針之北極常向上丙之針北極常向下。依韋恩對待之例對器之面而觀針之上半若向右則知電氣在銅絲近之半向上。有按柄之法單針電報用更之甚簡於戰事最宜如第三百六十六圖申申為二簧申申以螺絲連於匣上鐸連多層之鋼墊而恆向上切於銅橫條如丙簧端有象牙或烏木等難傳之物便於手按如卯卯簧下有二銅墊按下卯簧使切於銅墊則銅墊連至銑板丙連於銅板申連於地球申連於銅絲圈。

遠處有電氣傳來至銅絲圈針即偏動而自申過丙至申而至地球。

按申簧則銑板連於地球銅板連於丙與申而自此連至發信之銅絲圈再至發信之銅板各銅絲有正電氣傳過針必偏右電氣至最遠處而歸於地球按申簧則各銅絲有負電氣傳過針必偏左。

古客與韋恩雙針電報 第二百八節

雙針電報英國鐵路常用之如第三百七圖匣上下相叠上小下大如甲丙丙動二針之柄如辛辛內有開鐘以器制之如申丙機與單針者同其外面與二針如第三百八



第三百七圖



第三百八圖

圖字母自左至右與高字相同分二處一在針之上二在針之下其自上自A至P其下自R至V各字母之用法詳之如左。

A 左針向左二動
 B 左針向左三動
 C 與一左針向左一動向右一動
 D 與二左針向右一動向左一動
 E 與三左針向左一動
 F 左針向右二動
 G 左針向右三動
 H 與四右針向左一動
 I 右針向右二動
 J 不用若欲用則从 G
 K 右針向左三動
 L 與五右針向右一動向左一動
 M 與六右針向左二動向右一動
 N 與七右針向右一動
 O 右針向右二動
 P 右針向右三動
 Q 不用若欲用从 K
 R 與八二針並向左動一動
 S 二針並向右二動
 T 二針並向左三動

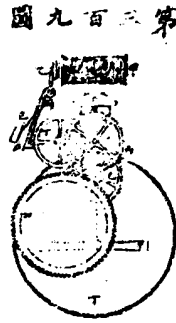
U 與九二針並向右一動向左一動
 V 與〇二針並向左一動向右一動
 W 二針並向右一動
 X 二針並向右二動
 Y 二針並向右三動
 Z 不用若欲用从
 每字母畢則以左針向左一動以指面上 號若不明來信之意亦如此而反詰之若左針向右二動則指 借爲起動之意及是之意左右針之下有少待之號與續傳號最要假如倫頓有信欲報與杜法而杜法之人有事不便收信則速報 B 字而使少待有暇則即報 W 字而使續傳倫頓之人可速即傳信
 各處能知其信是何處傳來其法最要假如倫頓欲傳信至頓不里知如前第三百七圖針之上下有六字爲二處間之鐵路要緊停車來口得頓不里知阿世福得夫格司頓倫頓杜法等六處之地名皆以一字母代之倫頓之人報 字而同時使鐘發聲頓不里知之人即速報 R 字則倫頓之人知頓不里知之人已備收信倫頓之人再使鐘發聲而起發信頓不里知之人收信每字畢而已明即回報 字不明則回報十號倫頓之人即重報之一信已完

倫頓之人使左針向右二動頓不里知之人再無他意亦回傳使左針向右二動

數目字與字母相必有法可別之故每報數目字先報且次報如數目異類字者則在其中報W以問之設報且EWN為金錢四十三銀錢七或為四十三尺七寸自其文意可知何者若有特別則可另立記號

電報鐘 第二百九節

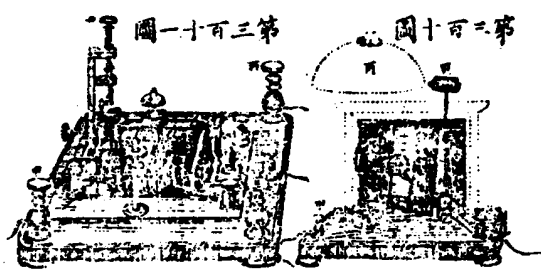
用齒輪與發條者如第三百九圖甲為電氣吸鐵條乙為軟鐵電氣傳過外銅絲甲即引乙乙甲之間各有小黃銅釘而頭加象牙電氣已斷軟鐵之吸鐵氣雖不盡失有此



分兩相切仍易再離乙軟鐵連於丙桿桿端有鈎戊鈎接丁輪周之齒使輪不動後小簧如已按之甲齒輪接乙齒輪之小齒

輪乙齒輪接壬齒輪之小齒輪壬齒輪接丁輪之小齒輪而兼動擺開擺開之軸連有雙頭推如辛

電氣傳過甲吸鐵外之銅絲即引軟鐵乙而丙桿之戊鈎即放丁輪發條即使推迭更打鐘之兩邊電氣若斷則已黃挺丙桿使戊鈎接丁輪即不轉而鐘息此器用電氣力獨放鈎而用發條力打鐘故打大鐘與打小鐘同力



徑用化電氣之力者如第三百十圖丑為軟鐵條連於丁鋼簧寅為推能打鐘酉為鐘未為簧連於戊螺絲戊螺絲連於地球發電氣器之電氣自甲至乙過電氣吸鐵之銅絲圈再過丁簧至軟鐵條至未簧而由戊至地球彎吸鐵引軟鐵條即打鐘而又與未簧相離電氣即斷軟鐵即為丁簧所挺回而電氣再傳如此打鐘不息惟全用電氣之力故力必大若電報

銅絲甚長者必連增力器增力器如第三百十一圖遠處之電氣至丑螺絲而過螺絲圈至酉螺絲而入地球則吸鐵能引軟鐵已而此處發電氣器之銅絲相接而使開鐘有聲若一館內有數處之銅絲者則每銅絲有增力器而可共用一開鐘各增力器同列於箱內箱蓋有孔增力器上有小桿如壬上端有某處之字對於孔內吸鐵引軟鐵時即放其鈎而小桿為螺絲簧未所挺上而某處之字即自孔內出於箱蓋之上即知傳信者為某處矣英國東南鐵路用此共長二百〇八英里用此已二十餘年共有開鐘約四百餘此鐵路公司主電報者華客之論如左

R 2-11-124

雖有來往鐵路二雙停車處各有主電報之人然一雙鐵路內相鄰之二停車處例不准有二汽車同時起動所以汽車至此處必先報於前處而前處回報路上無車乃可再行如甲處報於乙處要往則必待乙處回報可來始可使車前往也

甲汽車自甲處到乙處或行過乙處例必速報於甲處甲處例必待甲汽車行過乙處始可使乙汽車起行

傳報汽車來往尋常之事打鐘極多者

向上行之汽車起行打鐘一次

向下行之汽車起行打鐘二次

車到打鐘三次

每號館內有發電氣器開鐘傳電氣之柄各一每停車處有傳號電氣銅絲主之者發記號而收記號如一處之間在有一停車處則此處必有不同音之二鐘分在房之二邊聽鐘音而數其聲數可知或有車來或有車去或有車到及為某車
鐵路不通有物阻礙打鐘五次鐵路已通打鐘三次二回一雙鐵路而有二家之車來往則可打鐘一次為此家之車打鐘二次為彼家之車故事雖煩俱可用打之次數與不同音之鐘報之

電氣吸鐵標 第二百十節

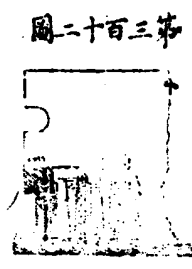
鐵路上來往之車多者既有鐘聲之號尤當有標見之號則更易知鐵路二處之間有車與否倫頓查令苦羅鐵路電氣吸鐵標可以為式植於號館外之角左有紅支右有白支各為電氣吸鐵所動觀二支之升降可知鐵路有車與否凡去之路有車則升紅支來之路有車則升白支其最妙者甲處僅能自使其白支升而不能使其紅支升然能使乙處之紅支升而乙則又能使甲處之紅支升
二支用二吸鐵條與中之一電氣吸鐵條相近則以電氣傳過電氣吸鐵條則吸鐵條之支升反之則降

電報所用發電氣器 第二百十一節

英國昔時電報之發電氣器用銅板與含足汞之鋅板各長四寸半闊二寸半鋅板厚十六分之二用滴木箱或椽木箱而長十五寸至三十寸闊五寸半用端石隔為十二腔或二十四腔板用灰連於箱而不漏水銅板鋅板共置於腔內與端石板平行迭更用銅條相連腔內各盛含砂之砂至距箱口一寸沙內加淡硫強水用濃硫強水一分淡水十五分用之腔數與路長有比十英里至十五英里用二十四腔四十英里至六十英里用四十八腔此種器新時電氣力甚大稍久力即小故後改用但尼里器或

固路法器也

英國今時電報常用銅養硫養發電氣器名為苗而海特法其橫剖面如第三百十二圖



板約長四寸闊三寸已為瓦甯盛銅養硫養濃水安白發外甯之內外甯內盛甚淡之硫強水每木箱內盛外甯五雙內瓦甯對

用錳養硫養水可代硫強水則錳板不必含水銀當用消化飽足之錳養硫養水與淡水等分相和若太濃則在錳板結成顆粒而不發電氣矣錳板若與瓦甯相切則器內自成循環路而有銅結成於瓦甯內

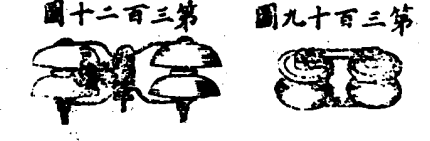
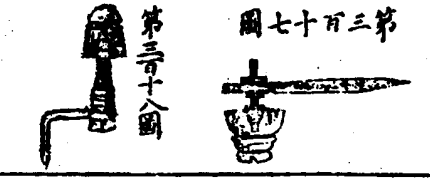
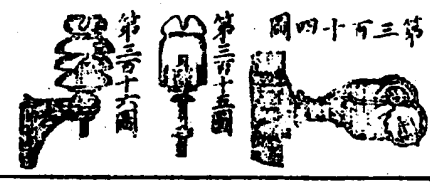
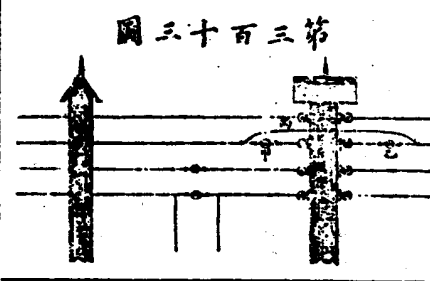
內瓦甯雖有油仍難使二種強水不相和故用不能久若將銅板與銅養硫養水並顆粒安於腔底而錳板與錳養硫養水安於上面則因重者在上輕者在下而用可益久

英國東南鐵路電報鐘之發電氣器用炭精鍍鉛與含汞之錳與淡硫強水

陸地電報枝挂銅絲之器 第二百十二圖

電報枝挂銅絲之器以使電氣不傳散為要如第三百十

三圖第三百十四圖用木柱高十五尺至三十尺每一英里約立三十根上端方五六寸另有橫支用鐵釘與螺絲



連於木柱以有油之蕈圈或圓板與柱分隔另有玻璃錐形之體四用鐵領連於木柱以繫鋼絲使電氣不散傳收緊鋼絲之器如第三百十四圖所連之柱大於他柱相距四分英里之一有此一柱柱之上端每鋼絲有一鐵螺絲每鐵螺絲有一滑輪與開輪連於木柱用瓦板分隔又如第三百十三圖甲乙為二瓦滑輪各有二鈎電氣遇收緊之柱不能傳過故另用鋼絲如丙連於二鈎之外使之能傳如第三百十五圖第三百十六圖第三百十七圖第三百十八圖為使電氣不散傳之各法如第三百十九圖為銅絲連電報器之器如第三百二十圖為固來得所設之

8344-9/124

銅端分隔電氣器此器多在有線過房屋而用之此種器用一或二連於挂線之螺絲釘用此器為托住線在長之處則用分隔之二器如本圖或銅線有彎之處用之兩邊

第百二十一圖



第百二十二圖



含一短銅絲而電氣能傳

法國常用之法如第三百二十一圖枝

挂之鈎用硫黃與鐵屑成膏而連於瓷

收緊之器如第三百二十二圖用鍍錫

之鐵每一英里用一器而亦連於發傳

電氣用鐵絲徑約六分寸之一於鍍錫

之內抽過使外有錫衣一層然大市鎮

相近處與燒煤之處多發硫養氣錫養過之即變為錫養

硫養見水易消化而洗去鐵即生錫而斷故黑頓云大市

鎮相近處電報之絲外當敷油漆象皮等物

美國牛約克至華盛頓用摩司之法有玻璃胃連玻璃二

圈而銅絲繫在玻璃二圈之內惟稍下雨則鋼絲之電氣

散盡而極難傳信空氣內若有電氣則玻璃裂開如金鋼

石所割

美國又有耗司之法有玻璃胃而外敷雷克漆一層用螺

絲連於鐘形之鐵杯鐵杯多上油漆連於柱頂甚準而銅

絲繫於玻璃胃雖勝摩司之法而究不及英國之法也日

耳曼之法用發胃連於柱頂而銅絲繫於胃之上下雨水

不能至柱頭克里云柱頭有庇雨之蓋則下霧及久雨仍

能各處皆濕初晴反不能速乾塵土反不能洗去且蜘蛛

便於其內作網凡電氣之散傳夏令大雨之後為甚少而

天時晴則恆多雖一處所散不多而用第八號鋼絲每

長一英里其外面有二百二十平方尺故多處相積覺其

多矣試知難傳之料最好者為硬黑含硫之象皮名愛布

內脫若使不為風雨所壞則可久用其次為有油之瓦器

其面之積水甚少於玻璃也

電報鋼絲之電氣有地散與氣散地散者傳散於地內也

電氣力加大可勝之氣散者傳散於空氣而至他鋼絲也

電氣加力而愈亂格里曰治氣散之法將發等連於金類

柱或另用金類自發圈連於地則散傳之電氣可自此傳

至地而不傳他鋼絲故電氣加力仍可勝之矣

地球傳電氣 第二百十三節

昔有華得生等放來頓瓶之電氣傳過濕泥司脫尼辣亦

用地球以傳電氣於道光十七年在賀尼知之地造單線

電報線之兩端各連一銅板埋於地內而使地球傳電氣

道光二十一年回密與韋思敦試步拉客革勒鐵路知地

球能傳電氣且阻力甚小同一發電氣器用單鋼絲者能

傳電氣可遠於用雙銅絲

道光二十一年彼掠試將銅板埋於地內濕處另埋同大之鉀板於甚遠之濕處以銅絲相連二板銅絲之中有顯器能顯其有多電氣用甚大之板能電氣吸鐵力甚大且二板相距雖遠一英里而其間能鍍金久而不息

道光二十四年馬多西亦試電氣能傳過地球用本生發電氣器十件如第九十九節第六段以其電氣傳過銅絲九千二百

八十一尺而自同長之泥堆傳回知非特泥堆無阻力而反能使銅絲之阻力減小此即固路與韋思敦說之徵也蓋地球與他質相同其性雖難傳而體積大故仍易傳也發電氣器所發之電氣傳於地球必不消散而致正負之性泯滅左法可徵之用本生發電氣器十件之兩銅絲各入一井內二井之相距約一百六十枚電氣路中有顯電氣器顯有電氣傳過此二井之間又在一直線內再有二井相距三十枚與外二井相距八十枚與五十枚即將顯電氣器連長銅絲而兩端各入一內井中則二外井傳電氣時二中井之顯電氣器偏三十五度至四十度二外井之電氣改正負則二中井之電氣亦改正負可知電氣傳於地球與傳過銅絲相同而非相反
布留偉試法國巴黎斯與路恩中間之電報知地球不特

能傳電氣而尚有別性將巴黎斯發電氣器之極鏗連於金類大板浸於井內其他極以銅絲至路恩亦連同式之金類大板浸於井內電氣乃傳地球與銅絲

再用銅絲自巴黎斯至路恩而二地各有顯電氣器共成試二十八次取其中數知電氣傳銅絲及地球其力為全傳過銅絲者之半即電氣傳過四十英里地球與四十英里鋼絲其阻力等於傳過四十里銅絲而地質絕無阻力傳過地球者電氣之力為五十六度八分全傳過銅絲者電氣之力為二十九度一分即略得其半也在路恩顯器略得其半也故莫以奴與告司二人以地球為積電氣之體正者與負者傳入地質內皆為所收而其不見也如第三百二十三圖甲為發化電氣之器已卯為二極各連銅絲依安比而之理正極之電氣遇銅絲因有阻力故化分其質點內之中立電氣引其負而推其正第一質點之正電氣又化分第二質之中立電氣引其負而推其正第三質以下類推至末質點已而與為發電氣器負極所發之電氣成中立性

第三百二十三圖



設銅絲之中有分斷如正負二邊各用銅板乙與丙傳至

83 ml 21 1/2

地球內則正極遇地球之大體電氣即傳入而無阻力故
 不有化分之力而全為地球所收負質點則再放鬆而與
 相近之正質點相合發電氣器之負極亦相同所以二處
 同顯化分與化合而俱在電氣路之半故阻力減半而電
 氣之力乃二倍也買法來特論地質能成電氣路之理云
 發電氣器二極不相連之時其性相反其濃相等如將能
 傳之質相連二極使電氣不散則質變為發電氣器之極
 而發電氣器使令其質容電氣惟其時暫而不足令顯器
 之針偏

能傳之體若大則容電氣所之時亦久電氣至其體足令
 顯器之針偏若能傳之體長至無窮或大無窮則容電氣
 所之時亦久至無窮故電氣傳過與二極徑相連者相等
 矣

電氣以銅絲傳於地球地球大至略無窮故二極電氣四
 散而地球不覺其之濃電氣必直過地質然阻力雖小而
 能分別各電氣使不相混亂華客電報書云倫頓電報房
 內共有十處所來之電報線共連顯器之一邊而他邊亦
 連銅絲十而共連於路下通水之大鐵管若各電報線無
 斷無阻則無論何線皆能傳電氣而報信餘九線絕無相
 關也今以二線論之如倫頓與杜法之二電報線連於倫

頓發信器之一邊而又一邊有二線同入地內杜法之發
 信器亦然而倫頓與杜法之間二線絕無相切則第一線
 之電氣必由地而回而不由第二線而回若有一處通地
 之線斷則電氣即由第二線而回矣

地內藏電報線 第二百十四節

步來得論地內藏電報線之法如銅絲外僅包象皮則沙
 泥之壓力象皮所不能當不久即壞且修路之時常易受
 傷多經考究必用生鐵管對中直剖為二半將銅絲合
 於其中若用整管則必穿過而安置不易常致受傷而費
 工矣鄉間可將銅絲置於方木槽內作槽之木浸透苦利
 何沙特水使不易壞每節作甚長上蓋用錫衣鐵皮則地
 面有動或泥落下銅絲亦不傷槽之橫剖面如第三百二
 十四圖寬為木槽卯為錫衣鐵皮蓋辰
 為包象皮之銅絲已為包各銅浸巴麻
 油之麻木槽安於路面下二尺
 市鎮多屋之處必用鐵管徑二寸半先

第三百二十四圖

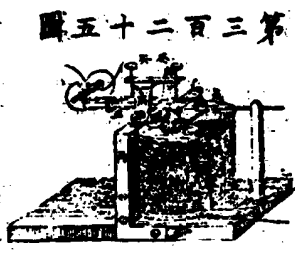


將下半各節安好而相連以繞銅絲之大轆轤轉過於其
 上使銅絲入其內甚直再將上半各節蓋上而用螺釘連
 其旁耳甚速甚易如里味不自汽車扇至愛客司成洽街
 之電報於一夜中安成又曼怡司搭地自沙福特至徒西

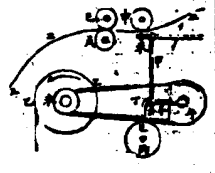
街共之電報於二十二小時安成
電報公會多用地內藏線法者咸豐元年自里味不至曼
治司搭又自倫頓至曼治司搭又自里味不向北至蘇格
蘭往東過海至阿原蘭皆用此法

磨而司點畫電報 第二百十五節

道光十五年磨而司思用電氣吸鐵之力使筆成點畫以
指字母至十七年而造成今時多用之如第三百二十五
圖甲乙為底木板丙為立木板戊己為電氣吸鐵立於底
板庚庚為銅彎條在立板之上旁有孔接鋼螺絲二端皆
甚尖丑為桿中有橫軸接於二螺絲之尖極易轉動桿之
一端鐸連橫軟鐵如下而又一端連
鋼釘鋼釘上有鋼條之孔與釘相配
有紙在其間用輪機移過電氣傳時
即引軟鐵而鋼釘入於孔內電氣斷
即放軟鐵而針亦離傳電氣之久暫
針之切孔亦久暫久則成畫暫則成
點也癸癸為橫銅板連於庚庚板之上
二端各有螺絲制丑桿之動不過多紙
用甚長之條繞繫於木管之外如第三
百二十六圖乙為滑輪外有線挂重物



圖五十二百三第



圖六十二百三第

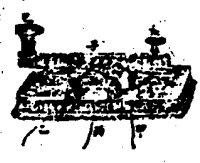
83-00-91/15

使轉動而動多齒輪令戊管轉動而紙在戊管與已管間
行過申為鋼條下面切於紙末為鋼釘午為滑輪為未滑
輪所帶動而順箭之向其軸有平桿辛在丁彎而過丙木
輪於已點丙輪以面阻力而轉連於器之末螺絲之下自
丑桿有金類條甲以螺絲螺蓋連於辛桿能長短遷就甲
條動惟能打器下之鐘使主事者知欲通信

彎桿辛丁與面阻力輪相切則能阻全器使不動電氣吸
鐵條令甲桿起則所挂之重能使乙輪轉

電開如第三百二十七圖子為黃銅桿已為難傳之質所
作之按柄亥為螺絲能上下而配準酉為鋼尖電氣由此

圖七十二百三第



尖而傳未為小黃令桿之長段恆向上
而亥螺絲與甲相切酉尖與乙相離則
電氣不傳丙為螺絲與申相連乙為螺
絲連於發電氣器之極甲為螺絲連於

收信之器不按其柄則亥甲相切而遠處來之電氣先過
收信之器至甲而過丙入於地若將柄按下則酉乙相切
而過發電氣仍連遠處之鋼然不過此處收信器以斷傳
時之久暫於收信器則見點與畫可以配為字母而傳信
其法如左

字					
Ä	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X
Y	Z	&c.			
數					
1	2	3	4	5	6
7	8	9	0		

設相離之二處為甲與乙乙通信至甲則將通信器在乙而收信器在甲欲自甲至乙通信則將通信器在甲而收信器在乙收信器有收信紙傳已畢觀紙可知其信

前法用一種電氣傳時極暫即成點傳時稍久即成畫其點畫間之空有三種其空之最短者為點或畫之間一也空之稍長者為字母之間二也空之最長者為字母之間三也此法各國之字略皆可用

有送更用正負二電氣者以同治元年博物院內阿令傳字之法為最簡各字母皆用點顯之各點間之空與前相同每換電氣之正負即成一點而電氣每斷成點間之空又法用尋常顯器以收信用指南針左右以二象牙釘夾之而使針稍能搖動又用包蠶絲之銅絲繞針成圈而連於電報銅絲則電氣每傳而速斷則針偏打象牙釘而速離電氣每傳而緩斷則針偏切象牙釘稍久而後離針打

而速離為點針切稍久而後離為畫簡便而靈動異常咸豐三年英國至美國之電報曾試之

用顯器之針安於桌上任其自指南北用銀片與錒片長十分寸之三闊十分寸之二共連於架而稍離以緣附力夾水一滴於其間而加硫強水錒片連銅絲通至地銀片連於長一千英里之電報銅絲電報銅絲盤於陸地而不安於海內他端連於顯器而再通地內

則電氣雖微而一傳即顯器之針速偏惟因電氣之力微故傳過長一千英里長之銅絲歷時有三秒

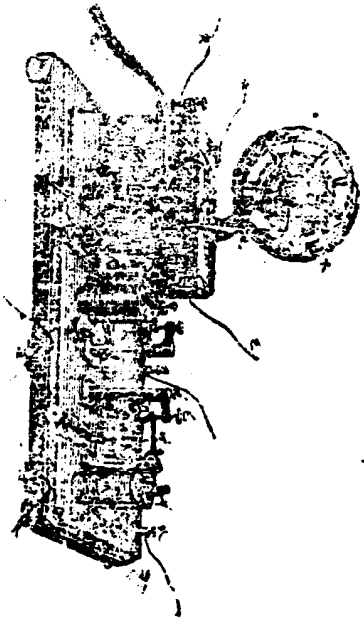
電報增力器 第二百十六節

磨而司之器撞孔於紙用力頗多路若遠則電氣之力不足必用增力之器厥有數式而以法國者為簡用天平桿一端連軟鐵空管空管相對電氣吸鐵電氣傳時能引使相切電氣斷時有簧能使相離簧以螺絲配準其力增力器之善者電氣或正或負其力或大或小力俱易配準使合用一配準之後電氣力稍有大小亦能易動配準之後不致自改動件欲甚輕動路欲極小使受小力亦能運動且易於拆開而擦淨

增力器之力難於恆不改變以電氣吸鐵之軟鐵常存吸鐵氣也如正電氣暫傳多或久傳一次而後再傳負電氣

則軟鐵受力不速若負電氣傳多次或久傳一次而後傳正電氣則軟鐵之受力較速然而久不傳電氣而偶然一傳則軟鐵之受力更速也因而初造顯器增力器用銅絲圈內容堅鋼吸鐵針而不用軟鐵故電氣力雖不大亦改針之方向英國與阿爾蘭之電報公司用步來得之法水銀為相之物水銀常使流動而不能與養氣化合步來得又初增力器多年用之能使正負二電氣迭更相換而傳行用電氣吸鐵直條二其端相對有恆吸鐵條二並列而極相反故傳正電氣動此吸鐵條而傳負電氣動彼吸鐵條吸鐵條之中有軸而能擺動如橫桿

歐洲各處所用之磨而司器及增力器如第三百二十八



圖八百八十八號

戊為電氣吸鐵外繞甚長之細銅絲阻力約等於一百二十英里之電報銅絲啐為金類架托叮桿叮桿之端連軟銜鐵甲軟鐵用劈開之管使傳電氣後無餘吸鐵氣叮桿他端在已庚二螺絲之間移動噴為空柱中連庚螺絲上端連已螺絲皆有橫桿使不傳電氣未為螺絲簧吸鐵無力時恆使桿離已螺絲吸鐵有力時引啞銜鐵而不相切以已螺絲稍抵桿端也叮桿連於啞架啞架由以螺絲而連於本處發電氣器之鋅板已螺絲連於吧柱吧柱由戊連於電氣吸鐵外銅絲之端其他端由丙丙連至本處發電氣器之銅板

遠處來之電氣得來至啞螺絲而由戊螺絲過增力圈吸再由丁螺絲過啞螺絲而至地增力圈吸吸鐵受電氣則生吸鐵力而引啞銜鐵則叮桿切已螺絲而本處發之電氣即使啞圈生吸鐵力而引銜鐵啞銜鐵啞連於叮桿未為螺絲簧叮桿之端有螺絲啞其端尖銳對於乙滑輪之槽則啞圈生力而引啞銜鐵此尖即與槽相切用紙條闊約半寸繞於滑輪味而過實直輔寅與啞軸而再夾於乙甲二滑輪之間乙甲二滑輪用發條與齒輪使轉動而將紙條緩緩移過另有一柄可使齒輪不轉

收信之法遠處所來電氣令啞圈有吸鐵力則引啞銜而

83-409-91/125

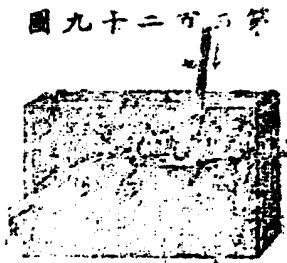
螺絲尖重切於紙條紙條緩移過則傳電氣久而紙成長痕暫而成短痕。

又法將紙條浸鉀與鐵以本處發電氣器之正極連於黃銅滑輪而負極連於鐵尖則電氣每傳過一次能成首級土藍點則不必按低成痕而力可小此法貝捺所設。

西門司哈司客改磨而司之電報 第二百十七節

三百二十九圖餘件與前圖相同

卯為小印輪與夾紙之輪相接而平勻轉動西為墨輪與卯輪之邊相切使恆有墨咀為筆桿甚輕端有小尖托於



紙下小尖之高有螺絲壬配準之令紙在卯輪之下恰行過而不相切
電氣傳過電氣吸鐵則引銜鐵而動且桿則小尖托紙條向上與卯輪之邊相切之久暫或成點或成畫

此法電氣吸鐵之力能僅欲令紙條長一寸二寸之處移高二十分之一故需力甚小若遠處所來之電氣力足者可不必用增力器

同治元年英國博物院內有收信器數種以瑞士與大利希白之法為甚簡可久用而無須條理行動各件之上有一玻璃單紙條與配準之器及停起之柄印紙之輪等位置俱甚便。

用磨而司器司事者間將傳信之號必速往動其柄使齒輪行動又聞傳信已完之號必動其柄使齒輪不動沙脫又設法使齒輪自能動與停而添墨亦有數新法西門司與哈司客等使印輪之半浸於墨槽而不用濕氈之設輪以墨漸添於槽而墨恆不淺入雅將筆桿之小尖作尖管端有極小之孔管內容墨不自流至切紙而墨即出又法用呢浸墨而不切圓板則板恆有墨。

好司鉛字印信之電報 第二百十八節

此用跳動之法美國今多用之以電氣傳斷某次為印某鉛字母其鉛字母附於一輪而輪以電氣傳斷逐字跳動而轉過又用壓緊氣之力運動鞞輪而抵印鉛字母其制氣之門則連於銜鐵而以電氣之傳斷推引之用此法者因電氣力小力不足抵印鉛字母而僅能推引氣門傳信之時發信處將電氣傳斷若干次而桿則收信處之輪亦停而即抵印一鉛字母矣此器之異者在發信器與印字輪也

之器同時轉動則發信而遠處之印字器與本處之印字器所報相同惟二處遠距或有微差故有改正之輪連於軸上而輪齒作鈎形其鈎接於印字輪相配之孔內因印字輪之連於軸雖緊而仍可移動遷就故改正之輪可使印字輪移至相同每印一字母能改正一次也軸上有凸輪銜鐵離電氣吸鐵而放開後凸輪即抵開向上仍令銜鐵回至吸鐵之極

其傳信能斷他處而獨傳一處法在各處印字輪有摺邊摺邊有一孔對一字母另有一釘能因本處孔之電氣力而發出摺邊轉動而至孔對釘時釘即通過則印字輪能轉動若孔不對釘則釘遇摺邊而令印字輪不轉動故發信之人知收信之人在某字母可轉動乃切此字母之柄則僅所定某處之器能轉動而收信餘各處不能收其信故外人不能知之且發信甚易欲發信者可自到館按柄而發信

自地內有銅絲連於鋼釘之頭過轉動之針與電氣吸鐵而連於電報銅絲至遠處過吸鐵而至地內陸地短電報不必用調換電氣而海底長電報則用之一電報銅絲可任通多處各處俱有報器昔大西洋之電報未成時英國送信之船先泊美國保司頓地歐羅巴各國新聞自船內

傳至美國紐約克共約三百英里之遠每次約有三千字不用減筆之法五刻而畢矣

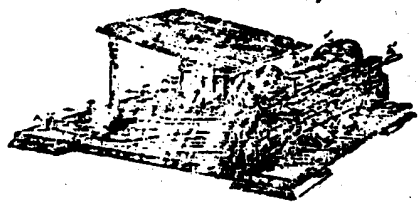
用之最簡易發信之人按某柄遠處收信之人即預備而回報發信之人即按空號柄使遠處之印字輪與本處之印字輪同轉即可將各字逐一傳畢收信之人如見其通順則回報收畢不錯如不通順則按某柄報某字有疑使發信之人重為報明惟發信之人按柄無誤則所傳之信亦不誤若發信之人偶誤按一柄則本處之印字輪亦印誤一字觀之而可自改

吸鐵電報 第三百二十節

吸鐵電報者用銅絲圈近於鋼吸鐵之極移動而發之電氣也亨利之雙針器如第三百三十一圖甲甲為兩多層

吸鐵平行並列二極彼此相對乙乙為兩銅絲圈各在吸鐵之一端丙為軟鐵兩端連銅絲圈內之軟鐵而中連於軸戊戊皆為指按之柄按之各能使電氣傳過人人兩銅絲連銅絲圈於軸之法使軟鐵心之端離吸鐵條約十六分之一欲其移動而不相磨也幸為壓銅絲圈之簧能使不傳信時兩圈之心各對

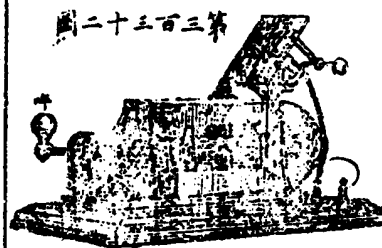
第三百三十一圖



電學卷九

兩吸鐵極之心則吸鐵氣不散而傳信時則自相對處而起動可得極大之附電氣力以指按下戊柄則銅絲圈與吸鐵極之方位相反而軟鐵之極改變則發負電氣由銅絲圈之端傳過指信器而入傳至遠處收信器在遠處由電報銅絲傳回至銅絲圈之又一端則本處指信器與遠處收信之針皆偏將指放上則戊柄提起而軟鐵之南北極相反則電氣之正負亦相反則能使針回原若指按第二柄則發負電氣傳過第二銅絲用二銅絲通至遠處用字母皆可傳矣。

其收信器用二銅絲小圈以銜鐵相連銅絲圈內之軟鐵自圈內伸出如牛角欲其附電氣傳過銅絲圈時所發吸鐵力不致不足動指信之針且無附電氣則針亦易回至○度也故針得跳動而在軸之二邊相定傳信可速而無差收信者亦易明惟吸鐵條之焯火有專法吸鐵氣可以多年不散偶有散可以之切於大力電氣吸鐵而使復原亨利之單針器如第三百三十二圖呬為彎吸鐵條卯與申為其南北二極乙為黃銅輪兩為輪軸輪面有甲甲甲軟鐵塊用辛桿可移過一弧丁為阻釘阻其多移另有二凸處已已有象皮墊使相切不致擊撞不用時已與丁相切或為電氣吸鐵其極平卧與甲甲甲甚相近而不相切



第三百三十二圖

軟鐵條甲常對於呬又對電氣吸鐵之右極因附電氣令其成南極之性軟鐵條甲對呬又對電氣吸鐵之左極因附電氣令其成北極之性而甲無所事將辛柄按下則甲離其對電氣吸鐵左極而換甲其處則得北極甲則又對電氣吸鐵之右極乃離開

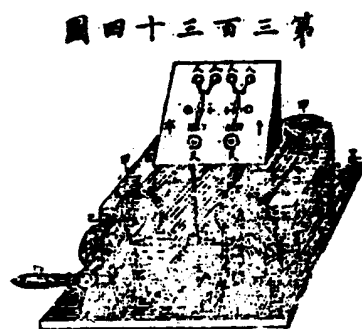
南極而對北極如此而電氣吸鐵吸鐵之極每相反一次銅絲圈即成附電氣傳過銅絲一端通至地一端通至電氣吸鐵之銅絲圈而再傳過電報銅至遠處故同時動二處之針也電報銅絲內送更傳正負之電氣而每一正負其時甚暫故電氣吸鐵之極必稍焯火則暫受之吸鐵氣能暫存而令針停於所偏之處至再傳異性之電氣則存之吸鐵盡滅而再受異性之吸鐵氣令針偏至他邊而指桿乙辛於偏過時或長或短即指畫與點也收信器內電氣吸鐵之銜鐵如第三百三十三圖針有二彎鐵其二極將針引而餘二極將針推電氣正負相換則引與推亦相換欲減電報銅絲之阻力則使電氣不至大電氣吸鐵而令辛桿與已黃相切已黃連於地而辛桿過器邊之架通至收信之電氣吸鐵銅絲圈

力

地內電報銅絲常有返回電氣之病印字電報其回電氣能令印字輪多轉過而印所不欲印之字化分電報或他法電報其回電氣之來約有一分時故傳之記號必亂而第一字混入第二字內不能分明吸鐵針電報則每發一記號回電氣能使多一動又地內電報銅絲外包之象皮易致朽敗地面下電報銅絲今用者極罕僅一電報公司用之也

步來得有免回電氣病之法將收信器與發信器各不通地而僅以電報銅絲相連故回電氣斷絕而電氣盡自收信銅絲圈傳過而收信器相連各件之位置能令其針恆在○度恆能備收遠處之信又有一相消之器加於其內其用有二一能免電報銅絲方位不宜所常有亂傳之電氣亂傳之電氣因地球之吸鐵氣與北曉或別事而成也見前六二能減銅絲圈因回電氣而存之吸鐵氣凡回電氣之吸鐵氣與電報銅絲之長有比必另用吸鐵力相消之法補救之相消之器用吸鐵條其力大於動針之銅絲圈而連於軸其下極與針之相距能令其極成平圓與收信吸鐵之下極稍相離而不相切其外亦有器能配準所相消之吸鐵條令其無論何極能加若干引力以推力而使收信器受之又令銅絲圈之軟鐵亦收其力故可減一

極過多之力地球吸鐵氣亂動之病可免也有時地吸鐵力亂至能使顯電氣器之針偏成正角亦可不亂傳信又甚長電報銅絲之回電氣亦不使傳信有亂



新式吸鐵電報如第三百三十四圖甲為多層鐵吸鐵條以螺絲相連乙為銅絲圈連於軸丙丙二柄兩銅絲圈各銅絲一條共連於金類凸輪銅絲他端通至地戊戊為金類凸輪用象牙板使不切於其軸己己為二簧連於電報銅絲而切壓器庚庚庚為二壓器連於指信器辛為收信面壬壬為吸鐵針天天為螺絲能配準吸鐵力人人人為針所切之釘不用時簧己切於壓器庚而電報銅絲徑連至收信器遠處電氣由之傳來過收信器而入地若將其柄壓下而至簧切凸輪而離庚壓塊則所發之吸鐵電氣能使遠處之針偏若柄停時則有附電氣以對面方向徑傳過電報銅絲令遠處之電氣傳回至本處本處之收信器無有改變簧若再切壓塊則電報銅絲已存前次之電氣故欲相定而回傳過本處之收信器則針回至○處而可備收信

打鐘電報 第二百二十一節

尋常電氣報收信必有二人一觀針指之記號而說一聽

其所說之記號而錄之步來得

設法可一人可自聽而自寫如

第三百三十五圖第三百三十

六圖甲為鐘乙為椎乙為阻聲

器每打一次自按鐘而使聲停

丙為傳斷電氣器能或傳或斷

本處之發電氣器第三百三十

六圖之戊戌為連本處發電氣

器之銅絲圈能使鐵條壬發吸鐵氣而自壬至軸有桿一

帶椎一帶阻聲器丁為定阻聲器尋常並用二連其之音

高差半周分挂於左右二邊之木壁上聽聲之次數與高

低可知各字母

指字電報 第二百二十二節

其法欲傳某字母則依此字母之位而發電氣若干次針

即指其字母故常人習之二三即能發信收信其式有

數種俱以道光二十年章思敦之式為本同治元年英國

博物院內有此種各式

亨利所設者如第三百三十七圖發信之字母盤平載於

直立中柱上端中柱外套空心管如天空心管外連黃銅

輪如物物又連搖柄如丁

將丁柄搖轉則物物二輪

亦同轉丙為多層變恆吸

鐵其吸鐵力應與電報銅

絲之遠近與阻力之大小

有比叮為二銅絲圈套於

彎軟鐵二端之外其二極

順上下而在彎恆吸鐵極

之中物物兩輪之周各有

軟鐵十三塊如甲甲甲甲甲其位置使每甲軟鐵對

吸鐵北極而甲軟鐵對吸鐵南極每轉柄二十六分周之

一即換一字母而銅絲圈內軟鐵之附吸鐵氣迭更相換

而外銅絲圈內成之附電氣亦迭更正負相換矣銅絲圈

之一端通地一端連於小電氣吸鐵在本處收信面之後

小電氣吸鐵之銅絲再連至電報銅絲而至遠處收信器

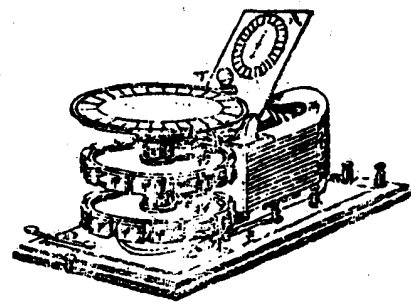
之銅絲圈再過申簧與乙板之螺絲而通地將柄轉至○

度則申簧與乙板之螺絲即相切而簧上之未小輪即行

過入下邊槽內如此令其申能上與申相切則電氣不必

傳過大銅絲圈而阻力小因大銅絲圈之阻力略等於數

第三百三十七圖



英里長之電氣線之阻力也

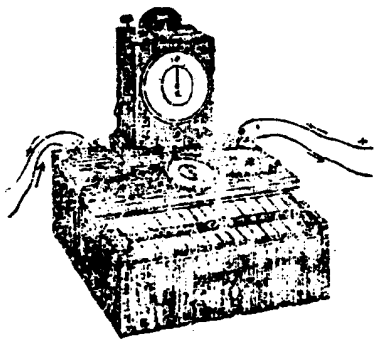
收信之銅絲圈則受電氣而有吸鐵力能令針轉動銅絲圈內軟鐵之又端為小叉形另有吸鐵針下端挂於其叉形之間針之他端成二擺開送更遇輪之齒而使轉動輪軸之外端套針而指字母即為收信針之轉與表之秒針相同故將丁柄轉至某字母則遠處收信針亦轉至某字母矣。

收信器之針偶與傳信之字不同則可將器左之簧與丁柄配準之先將簧稍舉起則電氣斷而丁柄可轉至收信針所指之字母將簧放下則電氣不傳於地與電報銅絲而獨傳本器故丁柄與收信針能同移至〇度。

法國夫路曼得指字電報 第二百二十三節

夫路曼得之式如第三百三十八圖前有按柄二十八內

第三百三十八圖



為字母二十六十字形一箭形一居於首尾按柄之前有平字面如乙其針若指前所報之末字母則為不亂按其某柄則本處收信圓面之指某字母而同時遠處圓面之針亦指某

字又有二銅塊如寅卯而有小柄寅銅塊能與申或未相

切卯銅塊能與巳或未寅若切申則能自巴黎傳信至路恩寅若切未則巴黎斯能收路恩之信卯若切午則能使路恩之鬧鐘打卯若切巳則能收路恩之信

發信器如第三百三十九圖發電氣器之電氣自甲銅絲

第三百三十九圖



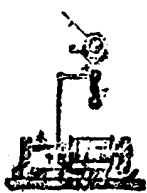
入器內而傳至銅簧卯銅簧與未輪相切再傳至銅簧寅而自乙銅絲傳出至遠處之收信器之銅絲圈未輪共六十二齒若執已柄而轉動之則卯恆於齒相切寅簧則有凸處故每過一齒則使電氣傳斷一次而遠處收信器之銜鐵亦引一次所以本處之針移前一字母而遠處之針亦移前一字母也

第三百四十圖



收信器如第三百四十圖第三百四十一圖其銅絲圈平臥中有軟鐵能引銜鐵甲銜連彎桿下端以辰釘為樞末為螺簧上端連壬橫條而再連丁拐丁拐連平軸平軸連已開電氣傳斷則已開左右搖動而能使開旋輪旋轉

第三百四十一圖



韋思敦公用電報 第二百五十四節

英國京都用此者甚多。房屋繁多之家。家中各房亦有用此信者。

發信器如第三百四十二圖。器上面之外有同二十六字母。三點號。一加號。內周有數目字九。並十字形。一中心有

圖二百四十三第

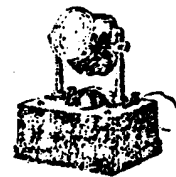


針與輪相接。有搖柄以旋轉之。周圍有按柄三十。以手指按某柄。針即停於某字。此其外形也。至其箱內之件。則有彎吸鐵條。與二銅絲圈。中有軟鐵絲。捆為心。共連於軸。亦與輪相接。

搖轉外柄。則兼使銅絲圈旋轉於彎吸鐵條之前。而發附電氣。軟鐵絲捆之端。甚近於彎吸鐵條之極。而不相切。每次移過。而相近相離。則暫有吸鐵性。而發附電氣於銅絲圈。而傳行。迭更相對。能傳至遠處。按上面之某柄。則針定於某字。而電氣亦斷。故遠處收信器之針。亦指定於某字。再按他柄。則前柄自起。而電氣能傳。必針轉至他柄。而再斷。故將柄搖轉。則電氣逐次迭更而傳。而本處發信器之針。與收信器之針。與遠處收信之針。皆逐字同向前而移。移至按下之柄。則皆停而同指此字。

收信器如第三百四十三圖。在小架之上。外面之字與發

圖三百四十四第



信器相同。有針能為電氣之力。逐字旋轉。有二恆吸鐵條。連於一軸。又有二小銅絲圈。圈中有軟鐵心。電氣傳過銅絲圈。則軟鐵心發吸鐵力。而能引或推。恆吸鐵條之極。而恆吸鐵條之軸。必來往運動。軸端有短桿。桿端如擺閘。中夾小火輪。火輪有十五齒輪之軸。即套指字之針。

用電報銅絲一條。與地球成循環路。電報二端。各連於發信收信之器。再自發信收信之器。以銅絲連銅板。而理於地內。

於收信器之前。另有換柄。若指於甲。則傳鬧鐘。指於酉。則傳收信針。故不用之時。應則恆使指甲。則將搖柄一搖。而遠處之鬧鐘即鳴。遠處之人亦搖其柄。則本處之鬧鐘亦鳴。則彼此皆準備。而將柄皆於酉。則電氣皆傳至收信器。再詳觀發信器與收信器之針。使皆指於十字號。如此則發信之人。乃右手搖轉搖柄。使發電氣。左手按下某按柄。則本處發信收信之針。皆指此字。而遠處之收信針。亦指此字。再按他柄。亦相同。遠處之人。觀收信針之所指。而逐字寫之。畢後。意已全明。則按下十字號之柄。而二針齊轉。至此知意已全明也。若有字母或數目欲傳二次者。則先

按一次而再接一次使二次同指此字

第三百四十四圖

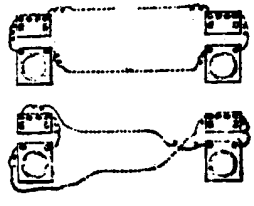


以短銅絲收信器之甲點運至發信器之戊點又收器之丁點運至發信器之已點將換柄移指酉而後換轉

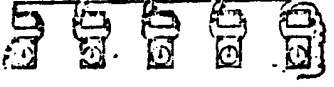
搖柄每分時約一百二十次使針自十字仍至十字數次先按十字前之按柄後速按十字之按柄觀發信針與收信針所指相同則知各銅絲相連無誤若收信針十字之前或後則必將銅絲自甲連於己自丁連於戊而搖轉搖柄使之相同

以電報銅絲連二遠處之器之法如第三百四十五圖用短銅絲如前法相連而去其一邊者同電氣銅絲與通地之銅絲連之若針所指有參差字則在一處反連其銅絲

第三百四十五圖



第三百四十六圖



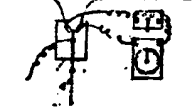
而使二處自相同以電報銅絲連數遠處之法如第三百四十六圖亦使皆指十字號

數處若在一路內相連則向上傳信有時亂向下各處之傳信故中間之處或用調換電氣之器則數處可同時傳

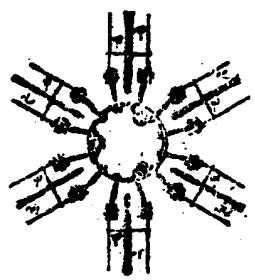
信而彼此不亂如第三百四十七圖設甲乙丙丁戊己庚辛八處各有電報器而甲與乙傳信同時丙與丁戊與己亦傳信是也惟各處必自有記號各處觀記號而未知何處當收信則各處俱將調換電氣器移至連各處之記號公用電報必有多電報銅絲韋恩敦設簡易之新法其略用第二十號細銅絲外包象皮一薄層再包浸透柏油之帶而以二十至一百銅絲共絞成繩長約二百三十碼每銅絲可傳至一處

大鎮之內相連各器依三角法分其地略為三等邊形每邊約長一英里每角

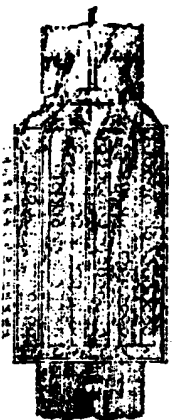
第三百四十七圖



第三百四十八圖



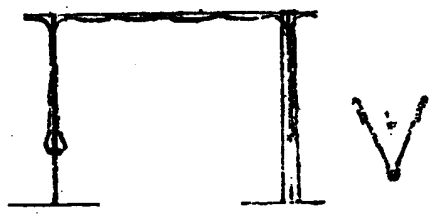
第三百四十九圖



處植柱繫各電報繩甲乙丙丁戊己螺絲收繫之如第三百四十八圖各繩通至柱底相連之匣內匣用生鐵架與蓋如第三百四十九圖長約三尺寬約二尺深四寸

盛滿黑象皮條甲乙丙丁戊己其數與所接之電報編相

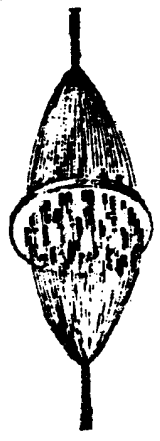
圖一十五百三第 圖十五百三第



配每條有小螺絲一副上刻數目
字一二三四五等各螺絲接繩內
之一銅絲又有橫銅絲可任意連
之欲改其相連法或去之或收拾
皆可不誤

電報繩牽緊而懸之必受大牽力
而漸壞故用鈎輔之如第三百
五十圖用牢固之鐵絲二鐵絲相
距十二寸每二百碼繫於屋牆或

托柱而各有收緊鐵絲之螺絲如第三百五十一圖將鈎
之上二端挂於其上用二條者則一條偶斷仍無妨也
電報繩挂於鐵絲鐵絲繫於鐵柱鐵柱常連於房屋之水
管煤氣管等故天空雷電不能由電報繩傳至電報房內
房內之人可不畏電報收雷電而受雷擊之害
電報繩由各柱引下入小匣內小匣內有多銅絲分過黑



第三百五十二圖

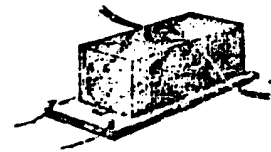
象皮板如第三百五
十二圖此銅絲接電
報繩內之銅絲如此
則易於相連且有

通等病亦易知其何在二柱之間

自行電報 第二百二十五節

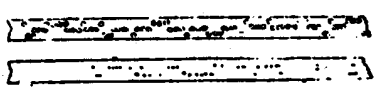
同治元年韋思敦初在博物院內論自行傳信之法云先

圖三十五百三第



備長紙條於一器依欲傳之字而撞孔
將已撞孔之紙條再於一器平勻移動
另有二針更番向上而入紙孔內電氣
則進退而傳傳至遠處之收信器而動
其鐵筆畫於紙條之上
撞孔器如第三百五十三圖將紙條安

圖四十五百三第



於直輔之間直底之孔容往復移動之架架輔有三撞同
合一直線中撞小於外二撞前有三柄各配一撞每按一
柄則一撞撞孔於紙條而起壓器移架與低條乃移前一
位放時則壓器自下而撞與架同回原處凡按右柄則撞
右孔左柄則撞左撞按中柄則撞中孔左
孔可代畫右孔為點中孔為空紙條之已
撞孔者如第三百五十四圖下者為遠處
收信器畫得之式又有一器連於前器則
收信器畫墨之紙條即可再傳至遠處以
紙條安於輾輪之間有螺絲以左手轉動
而右手按撞孔器之柄孔撞完後可再置

於發信器傳至更遠之處。

發信器如第三百五十五圖諸件略與撞孔器相同。

第三百五十五圖



有兩心輪使成三種動法小架之往復而使紙條逐位前移一也二簧開上下按放而使紙條能進不能退二也使平行鋼絲三條同為上下三也三鋼絲有小簧抵之使一端切於兩心輪軸一端

入架內紙條放於槽二邊之鋼絲之端每遇一孔則依孔之左右而電氣或退或進傳至遠處當中之鋼絲無電氣相傳。

兩心輪或用手或別法使轉動用法轉動器雖多副可用一二人管理。

收信器如第三百五十六圖能豎點於紙條與發信紙條

第三百五十六圖



之孔相配以電氣吸鐵力令筆上下而右左二筆依所傳電氣之正負送更上下筆尖添墨以金類條中作小凹深約八分之二內面鍍金以免為墨所壞底作二小孔墨水有微絲管吸力而不流出二筆尖各在一小孔之上吸鐵氣每使筆動則筆尖通過小孔帶其墨畫於

紙條條紙移前之法與別法相同此器亦用地球傳電氣

而紙條電報鋼絲自行之器其益甚大傳信無藉人手之

巧拙用他器而習練多年者尚不及用自行器之速且各

國之字皆可同通用此器若發信之人在家中自揮紙條

之孔則更速或一人專學揮孔而將揮成之紙條送至電

報館電報館亦將畫墨之紙送回人家而使揮孔之人依

之寫字更妙。

二章海底電報繩

總論源流 第二百二十六節

道光二十年韋思敦清國會管理鐵路之人作海底電報

繩自英國杜法至法國買留第法雖精而未能成就至咸

豐元年步留得另設法而續成之其剖面形如第三百五

十七圖內用英國之第十六號即徑

六寸之鋼絲四條各條外皆包

硬象皮而相絞成繩外包浸透巴麻

油之麻麻外絞第一號鐵絲每英里

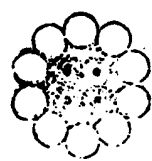
之長重約六噸用至咸豐九年其間被船錨鈎有小傷乃

取出修理知包銅絲之硬象皮絕無傷壞賴巴麻油之麻

保護之功也海底電報以此為始也

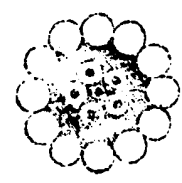
咸豐三年英國杜法與卑利智國奧司丁特作海底電報

第三百五十七圖

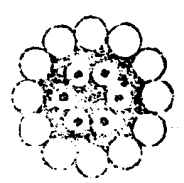


繩內用銅絲六條銅絲各條外皆包硬象皮二層剖面形

圖八十五百三第



圖九十五百三第



圖十六百三第



奧福特內司至希格所作之海底電報編其剖面形如第

五十英里

第三百六十圖造法與前同共三百

長重四噸內用銅絲三條剖面形如

與丹國之海底電報繩每英里之

則有黏而稍結再過相近處之讓待冷甚硬查塔頓料用

再相絞而包查塔頓料其法令絞成者過鑄此料之大鍋

電報繩每英里之長重九噸半內用銅絲六條各包象皮

之長重三噸咸豐九年英國福克司領至法國步倫作海

底亦作電報繩長二百八十英里內用銅絲二條每英里

十英里咸豐八年英國至噶奴法海

者相同咸豐四年於以大利司彼西

底電報繩長二十五英里剖面形如

第三百五十九圖重與杜法至賈利

加第至蘇格蘭布得巴得利亦作海

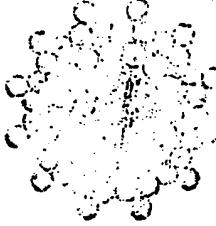
英里之長重七噸嗣後阿爾蘭杜那

如第三百五十八圖與前式小異每

圖一十六百三第



圖二十六百三第



三百六十一圖內用銅絲四條
二邊近岸處水淺而易受船錨
之鈎傷故有四英里之長作更
大更固剖面形如第三百六十
二圖鋼絲外各包象皮二層而
相絞再外包帶與麻紗而外絞
第八號鍍錫之鐵絲惟常有誤
壞之或故壞之故恆須人乘船
看守及修理其費不貲故後另
作更大者代之

咸豐八年自英國布得蘭地至奧得尼與根西與哲西二
島各作電報繩內用銅絲四條相絞而外絞鐵絲每英里
之長重二噸半共長九十三英里水至深處六十托咸豐
九年二月有風絕大海浪之力極猛在哲西漂至石面而
斷又距布得蘭四英里水深二十五托之處有石峰甚利
潮力移動消磨八閱月而斷
新加坡至噶羅巴海底電報繩每英里之長重二十一擔
紅海者與此同式其空處不包象皮與巴麻油麻咸豐九
年澳大利地南邊巴司脫來特亨利之電報繩用三段而
成每英里之長重二噸

右俱淺海所用者又專考此事公會所開自初造至咸豐十一年四月初四日共成電氣繩長三千九百六十二英里之表

淺海電報繩表

電報名	受英界	電氣報主名
黑海泛難至土耳其國京都	七十二	土耳其國君
黑海泛難至巴拉昔拉法	三十五	英國君
酷西賈與沙底泥阿	十一	法國君
打格至比古	一百十六	印度君
杜法至奧司丁特	八十	海電報公會
杜法至賈來	二十五	海電報公會
福克司登至步關	二十四	海電氣公會
英國至喊奴法	二百八十	海電報公會
英國至丹國	二百五十	海電報公會
英國至荷蘭	一百九十九	英國至各國電報公會
英國至細物銀	一百八十三	英國至各國電報公會
英國至荷蘭	一百三十六	英國至各國電報公會
何里海特至海得	七十三	英國至各國電報公會
又何里海特至海得	七十二	英國至各國電報公會
英國黑司子賈司至章得島	一	英國至各國電報公會

電

報

卷七

蘇格蘭過福而江口	五	英國至各國電報公會
蘇格蘭台阿口	一	英國至各國電報公會
英國何里海至海得	七十三	牛何辣公會
布得巴得利格至杜那客地	二十五	英國與阿爾蘭電報公會
布得巴得利格至章得海特	二十六	英國與阿爾蘭電報公會
布得巴得利格至章得海特	十五	英國與阿爾蘭電報公會
里味不至何里海得	二十五	立味不船塢公會
馬角卡至密奴卡	三十三	西班牙君
丹國過海	十八	丹國君
丹國過本國海	二十八	丹國君
瑞顛國至丹國	十三	丹國君
瑞顛至果得開	六十四	丹國君
新加坡至噶羅巴	五百五十	荷蘭國君
過巴司得來特	二百四十	新加山國君
不倫司章客至愛得活得島	十二	新加山國君
回得海文至門島	三十六	孟島公會
回得至哲西	九十六	
共 三千一百九十二英里		
淺水電報繩能用之年代。淺水電報繩長在一百英里之內者有竟不能用或初可用而不能經久其長共二千		

二百

三百五十里總核其中數得能用之時為二年而每英里之長重不及一頓首居一千四百英里焉其不耐用也宜矣又有共長九百五十英里能用之中數為五年而每英里之長其重一頓至二頓自列前表時至同治六年則有能用者共長五千英里而其中數為四年半有一繩已用至十五年又有四五繩已用十三年其中新造之麻而搭至亞力山大至波斯國之繩皆甚長而竣工不久故總核中數之年限少也外此不計則用每英里之長重過二頓者每百英里之長每年不能傳信僅四日耳此與印度國上等之陸地電報略同而下等者則反不及此數十倍也

深海電報繩能用之年代○咸豐元年牛約克人帖比脫與英國人荷思本欲令英國與美國來往之輪船帶信至英國屬地牛分關而自牛分關以電報傳至美國各處呈請牛分關地之執政執政准之給與憑據然章程難行乃將憑據讓與別電報公會而別公會亦不能成至六年新立大西洋電報公會自歐羅巴已至牛分關作深海電報繩事大費重詳細試究在英國固拉司愛利啞得公會試各電報繩所選擇之最佳者其剖形如第三百六十三圖能受牽力三頓內用二十二號半之銅絲七條絞成繩銅絲每英里之長重九十三磅外包象皮三層後每英里之長

第三百三十六圖



重二百二十七磅再外包浸透巴麻油之麻線再外絞鐵絲繩十八條每鐵絲繩內有二十二號之鐵絲七條咸豐七年二月內經始至七月竣功共長一千五百英里造成後知受夏令之大熱而稍損銅絲之傳電氣不能各處相同至八月初七日載於船內自愛爾蘭法連網啟行往大西洋至十一日放出三百三十五英里時於二千托深之處忽斷觀測力表知受力僅一頓又四分頓之三細考餘下繩知散電氣甚多蓋因受大熱及或捲或散有傷損其斷亦因此也

咸豐八年春修好而再放二次皆未成夏七月十七日再放至八月初五日告成九月初一日又壞

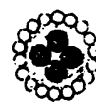
英君乃派人查明其故據云造之之先未詳究各式故未能合法且造時無曉暢之人察視工作不精成後無精細之人管理中途搬運之人損壞故未放之前連節已數處有病放下之時未曾察出也

咸豐七年紅海至印度初設海底電報其繩用銅絲數根絞成小繩每海里之長重一百八十磅如第三百六十四圖外包硬象皮一層中間查得頓料一層每海里之長共重二百十二磅再外包浸透巴麻油之麻紗每海里之長重一擔半外絞鐵

絲每海里之長重十六擔其銅絲之橫剖面如前式而外
包不散之料工亦更精共長三千四十三海里分爲三段
放下第一段自小回司至告西爾長二百五十五海里第
二段自告西爾至沙京長四百七十六海里第三段自沙
京至阿敦六百二十九海里放成之後連用九月未見有
病惟自阿敦至印度之一段則有數日不能傳信因外包
之鐵絲太小而造之先未在水內試其電氣之散也
電報繩造成之後宜先浸於水內試之蓋所包象皮等料
若有孔則水入孔內而電氣即外散若不浸於水內試之
則雖電氣之力極大亦不能知其病電報繩之甚長者難
免此病蓋軟象皮本爲不牢之料且長至數百海里則初
時雖無病至包鐵絲之時亦易受傷也象皮已有受傷則
放下之後而傳信有難必加電氣之力加電氣之力則生
大熱而象皮受熱則傷漸大至無用而已且外絞細鐵絲
者則畏其生鏽而常不先浸於水內試之故放入海內之
後自以爲已成實無用也造者之不慮入海後而生鏽者
以爲能自藏於泥內則鐵絲雖鏽去無害也實則鐵絲未
壞則雖有病而勉強可用鐵絲已去則不久而每斷成數
段矣因此近來一切所造電報繩皆外加別久孟料一層
且未入海時必先浸於水內而以電氣傳過試之

咸豐四年司彼西亞至酷西賈作海底電報繩內用鋼絲
六條五年牛控勒亦作海底電報繩內用鋼絲四條連外
包各物每英里之長重三頓自司巴約分土月至阿非利
加步捺共長一百二十五英里安於深海者其橫剖面形

第三百六十五圖



第三百六十六圖

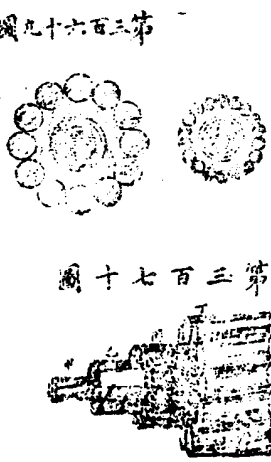


如第三百六十五圖安於近岸者其橫
剖面形如第三百六十六圖咸豐七年
地中海電報公會自加格利阿里至毛
而搭自毛而搭至告夫俱作海底電報
繩用銅絲絞成外包硬象皮再外包浸
透巴麻油之麻紗再外絞鐵絲每英里
之長重十八擔自加格利阿里至毛而搭者用過一年無
病後有小損隨即修好後又壞而至今無用毛而搭至酷
夫者深約二千托用過一年三月無病後忽斷而不能用
有牛阿辣者於大底內勒至碎辣至干底亞至亞顛俱作
電報繩有喊尼者爲西班牙國於西班牙至馬立客至密
奴客作電報繩古辣司與阿利得於法國杜浪至奧其司
亦作電報繩用鋼絲數條絞成每英里之長重四百磅外
繞浸透巴麻油之麻紗再外絞鋼絲亦
繞油麻全繩之徑〇八寸橫剖面形如
第三百六十七圖

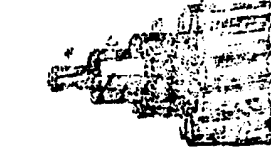


毛搭至亞力山大之電報纜如第三百六十八圖第三百六十九圖第三百七十圖內用銅絲七條絞成每海里之長重四百磅外包象皮三層與查得頓之料三層相間每海里之長亦重四百磅外再繞浸透巴麻油之麻紗外再

第三百十八圖



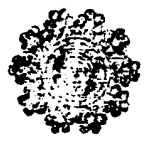
第三百十七圖



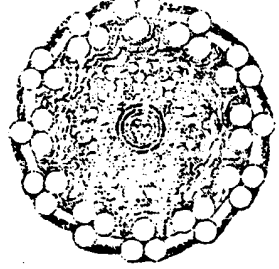
絞第十號鐵絲十八條近海邊處者外包用○號之鐵絲原議欲長三百英里深一千五百至二千五百托外絞鋼絲各鋼絲

外再繞麻後乃改包鐵絲也內用之銅絲任硬象皮大坊為之成後藏於鐵箱內抽去其空氣而加不加以每平方寸六百磅之壓力細察每英里之長所有出力與散之電氣將其數詳為考核。

第三百三圖



第三百二十七圖



同治四年又於大西洋作電報纜內用紅銅絲七條一在中六在外如第三百七十一圖第三百七十二圖各紅銅絲之傳性

考察甚詳遜於純銅為百分之八十五者即棄去不用先將中銅絲包查脫頓料甚厚後用銅絲六條絞於其外嵌八料無有間隙外再包查脫頓料一層再包純硬象皮一層用極準之模乘象皮鑄時而為之如此相間至硬象皮與查脫頓料各有四層乃浸於熱有七十五度之水內二

十五小時而常用電氣各法試之憑其有無能散電氣之孔後再將麻紗浸透象皮膠而繞於其外成後速盤於水內無論運至何處植不出水外再絞鐵絲編十條每條先繞浸透巴麻油之麻紗用麻者能保鐵絲且全繩之質能輕其近岸者絕大而內造法與前同惟外再包麻沙而再絞鐵絲繩十條每鐵絲繩以鍍鋅之鐵絲三條絞成鐵絲之徑約四分之二其共外徑約二寸半每英里之長重約二十噸與深海者相連處於五百碼之內漸小阿爾蘭之西法連西牙之外二十八英里深一百托之處奴勿難之外八里之處其內皆用此電報大繩而與深海者於一千五百尺漸小而相連其深海者每海里之長重三十擔八十四磅入於水內每海里之長重十四擔以水較重數大於大西洋者不多而能受之牽力則為二倍而有七噸十五擔故深至十一英里不能為本重所牽斷全繩長二千

三百海里載於大東輪船之艙內自阿爾爾西邊行至牛
分關一千六七十海里

每六日造成電報繩八十海里之長這時即盤於大鐵池
內一池已滿再盤於第二池內各池皆滿則載以二大輪
船運至大東輪船船之前中後三大艙作大水池前艙闊
五十一尺六寸深二十尺六寸能載繩六百九十三海里
之長中艙闊五十八尺六寸深三十尺六寸能載繩八百
九十九海里之長後艙闊五十八尺深二十二尺六寸能
載繩八百九十八海里之長三艙共載繩二千九百四十
海里

同治四年七月二十三日黃昏時大東輪船始將電報繩
放入海內至二十四日寅初一刻放出八十四海里之長
用磨生之測器見第一百四十八節測之知其有大病至二十五日
已初知有與外繞者相同之鐵絲一條直通外繞之鐵絲
而過象皮入於內故電氣能由此散去也於是乃在此截
斷而收回之收回時已受大牽力而不能再用故仍回至
原處相連而再前行施放不至半海里試之知又不能傳
電氣蓋以試電氣之繩連差也又停而與前共停二十七
小時矣後再將繩施放而前行七百七十七海里試之又忽
電氣全散入水細察之知其病在近船之處取出觀之見

有鐵絲一段徑與外繞者相同一端光如剪斷一端毛如
折斷者橫貫至中心

八月初二日辰正船到大西洋最深處又有一病乃將繩
收出收至病處繩即斷當時船在北緯五十一度二十五
分徑西三十九度六分距法連西阿一千〇六十三海里
四距牛分關六百〇六海里六有一千餘海里之長沈於
大西洋底深二千托處後欲自海內取出而數次皆未成
至同治六年而全行取出運至牛分關不特未受傷且能
傳之性比前更好前之各電報繩浸於水內而即壞而此
能如此於造海底電報繩大有關係是年又造電報繩外
包鍍錫鐵絲再外包呂宋麻能受牽力八噸二擔同治四
年所造者能受牽力七噸十五擔起放至成功未有一病
放下之時能傳與不散皆如式每分時能傳十四字無一
錯亂不明

咸豐十一年四月以前所造深海電報繩表

地名	長之海里數	主人
亞典至西辣與西何	一百十七	希臘國
大西洋	二千二百	大西洋電報公司
巴西路捷至馬噉	一百八十	西班牙國
酷夫至奧脫蘭特	六十	地中海電報公司

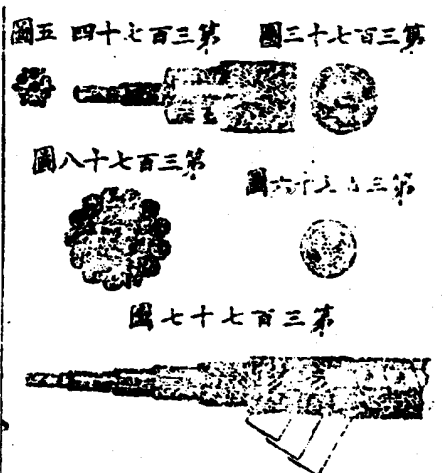
打約內而至西格與司末捺	五百十四	利凡得電報公司
以非殺至生巨杜尼亞		西班牙
以非殺至密奴法	七十四	西班牙
牛分蘭與步利頓角	八十五	
紅海		
瑞士	三百九十四	
酷西而至蘇京	五百四十五	
蘇京至哀頓	七百三十三	
哀頓至苦利亞慕利亞	八百五十五	共三千四百九十八 紅海印度電報公司
苦利亞慕利亞至馬司蓋得	五百五十九	
馬斯益得至克拉巴	五百五十三	
沙的尼何與暮搭與合夫	七百	地中海電報公司
西細里與暮搭	七十	地中海電報公司
司彼亞失西加	一百二十	法國
沙約尼與步捺	一百三十五	法國
杜倫至奧其而司	一百八十二	法國
共	八千二百九十	

大西洋內所沈之電報繩一千海里及初時沈於大西洋內之電報繩外又有沈沒者長五百至六百海里今知所有電報繩九千海里之內惟洋者及另有八九百海里與

殺的里阿至西面里長二百四十三海里深一千托者著而溝沙與亞力山大深四百二十托者可用然繩深不及一千托者今不為深海電報繩不若舊時深三百至四百即謂深海電報繩也

深海電報繩最要者堅固也輕也不可伸長也易圍也易安於水也初造之深海電報繩小者每不及一年即壞多因象皮之節不牢鋼絲相連不好未放下時象皮已損受大力電氣並天空電氣而病益大也

海底電報繩尚有小樣而未造者如第三百七十三圖第三百七十四圖為阿蘭之法內銅絲徑○四寸外包象皮



而外較小銅絲共十九條徑○二寸不用鐵絲又如第三百七十五六七圖為西門子之法外包銅片如庚庚厚約○二寸而不用鐵絲銅片包之甚緊甚輕而固全徑八分之三者

可受牽力十五擔共受七擔僅伸長千分之八每英里之長重五百五十磅內銅絲繩徑○五二寸外徑○七五寸

查脫頓之法將外鐵絲各條用硬象皮分開包之橫剖面如第三百七十六圖甚合於深海電報繩之用惟價過貴耳或有用硫象皮而鐵絲或各分條包而後絞或絞而後包

泰根論海底電報繩云淺海用重大者可為得法深海則未有妙法然將來考究必能有成淺海者易於修理故雖重大無妨深海者難於修理故以輕廉為要

海底電報繩傳料 第二百二十七節

紅銅之性最是易傳故常用之若用鐵則價雖較廉而橫剖面須加五六倍故必重於紅銅五六倍也惟紅銅之傳亦有難易而依內含之他質馬底孫已查詳考而列表焉

純紅銅含他質	傳性之數 <small>以純銅為一百</small>	百分表之熱度
含炭百分之〇五	七七八七	一八三
含硫百分之〇一八	九二〇八	一九三
含磷百分之〇一三	七〇三四	二〇〇
含磷百分之〇九五	二四一六	二二二
含磷百分之〇二五	七五二	一七五
含錫百分之少許	六〇八	一九七
含錫百分之二八	一三六六	一九三
含錫百分之五四	六四二	一六八

含錫百分之少許	八八四一	一九六
含錫百分之一六	七九三七	一六八
含錫百分之三二	五九二三	一〇三
含鐵百分之四八	三五九二	一一二
含鐵百分之一六六	三八〇一	一三一
含錫百分之一三三	五〇四四	一六八
含錫百分之二五二	三三九三	一七一
含錫百分之四九	二〇三四	一四四
含銀百分之一三三	九〇三四	二〇七
含銀百分之三四五	八二五二	一九七
含金百分之三五	六七九四	一八一
含鉛百分之一〇	一二六八	一四〇

紅銅含銅養者則稍難傳若加鉛少許或錫千分之一則能易傳

尋常售賣之各種紅銅能傳之性各不同馬底西孫亦考得其數而列表焉

西班牙里亞打士紅銅絲	傳性之數 <small>以純銅為一百</small>	百分表之熱度
俄國紅銅絲	一四二四	十四八
新金山紅銅絲	五九三四	一二七
	八八八六	一四〇

九二五七 一五〇

光亮紅銅絲 七三二七 一五七

靛紅銅絲 七一〇三 一七三

表內里亞汀土紅銅絲能傳之數與鐵相若尋常售賣之紅銅以含銅養為最不善曾試含銅養之紅銅其能傳之數僅得純者百分之二十八總之純紅銅無論加何他質其能傳之數皆減而純紅銅又最難得然海底電報則必用純紅銅因能傳之數若能加十分之一則若干時內所能傳之信亦加十分之一也

電報繩內之銅絲常用三條至七條絞成小繩而不用獨條者欲其彎折而仍不易斷若用一條則彎折二三次則必斷矣且能傳數與橫剖面積為比故多條與一條無異也凡相連之節將兩端各用磁使成斜剖而二面相搭而細銅絲捆繞外加錫藥燒之則錫藥鎔而走入細銅絲之中平面之間使黏外再繞細銅絲一層即成

電報繩在海內銅絲外所包之料若有孔致電氣散出則能變化而生銅綠銅綠易消化於水隨生隨消不久而銅盡變而消盡電氣即不能傳以負電氣傳過銅絲則銅絲不生銅綠而生鈉綠鈉綠能將孔漲大有法利者設法用極細之鉛絲循銅絲而繞之則銅絲雖消盡亦尚勉強可

傳電氣

銅絲外包象皮則甚堅固大西洋電報繩中心銅絲原是甚小受牽力五擔即伸長十分之一後細查之雖伸長而未受傷在象皮內亦未移動

電報繩之銅絲相傳之數用韋恩敦第一百四十八節之器測之可極詳所差僅十萬分之一各銅絲皆可依未知之數而得其阻力之相比數故已知某銅絲阻力若干則料同而橫剖面積亦同者阻力必與長有比若料同而長亦同者則阻力與橫剖面積有反比故無論何長其阻力皆可知之馬底孫又設各種金類與各雜金類之阻力表

金類名	長八重釐	長枚重磅	長尺徑	長枚徑	熱十度
退火之銀	〇.三三四	〇.一五四四			
抽硬之銀	〇.三四二	〇.一六八九			
退火之銅	〇.三〇四	〇.一四四〇			
抽硬之銅	〇.二一〇六	〇.一四六九			
退火之金	〇.五八四九	〇.四〇八〇			
抽硬之金	〇.五九五〇	〇.四一五〇			
退火之鉛	〇.六八三	〇.五七五九			
抽硬之鉛	〇.五七一	〇.三九八三			

退火之鋁	三五三六	二四六四
退火之鐵	二三四五	〇七五三
退火之錫	一七八五	〇八六六
退火之錫	一三七七	〇九八四
壓緊之鉛	三三三六	二三五七
抽硬之錫	三三三四	二三九五
抽硬之錫	五〇五四	二五五五
	一八七四八	三〇七一

鉑汞銀相合或硬或退火者 此為英國阻力元數
白銅 或硬或退火常為測阻力圈之用

銀一分金二分相合或硬或退火

表之用法以題明之設有抽硬之純紅銅一條每海里之長重四百磅求熱在百分表〇度之阻力每尺之長計重四百六十英釐而依表每長一尺重一釐之銅絲阻力為〇二一〇六故每長一尺重四百六十釐之銅絲阻力為四百六十分之〇二一〇六而每海里之長則阻力為之六〇八七倍故其數為四百六十分之六〇八七乘〇二一〇六得二七九即每海里阻力之數若已知銅絲之徑欲求每海里長之阻力推算更易自表內之第三行檢得其乘數則抽硬之純紅銅絲徑〇一寸熱在〇度之阻力

必為一千〇六十二分之六八七乘九九四為六〇六即其阻力之數銅絲退火則阻力減小當時熱度大則阻力亦小馬底孫之意凡純金類質自〇度至一百度熱度愈大則阻力愈小雜大物之金類則阻力大於其原質阻力之中數故不可作電報之用而極宜造阻力圈之用圈之積小小而阻力可大且熱度改變而阻力之變改亦少於純金類也

測海底電報繩內銅絲阻力之要阻力圈內之銅絲宜雙繞則電氣傳過圈內可左右相等而不致生附電氣用韋思敦之稱必先連於發電氣器其傳電氣之時必極暫若久則銅絲生熱矣相連宜極慎使不加阻力否則此阻力或甚大也若所測之銅絲不長則稱內阻力圈之銅絲亦不可長反之亦然用大面積之發電氣器一件而勝用多件之器所測銅絲之熱度並阻力圈之熱度皆當詳察繩內之紅銅絲須先試其質性何如包象皮再試之驗其與前試有差與否至全繩皆成後再器試其全長則自阻力之數可知銅絲有無洩電氣之處因知浸繩之水熱度不可過大

鋼絲外包各質難傳之性 第二百二十八節

海底電報繩內銅絲之外包難傳之質者欲其傳行之電

用在露天易壞堅脆者黑色磨可極光不另加易傳之質則更難傳近來所造各種電氣器多用此代表牙與玻璃而面不凝水質勝於玻璃惟外面常放所合硫久而變鬆成多微孔易收水質電報用此極宜惜此一病耳

賴氏之料用失來克軟象皮鉅養磅養磅與硬象皮九分之一調和亦極難傳而成附電氣之性亦小質堅固而有凹凸力最熱之地亦不壞克來克謂用作深海電報繩最好而無病凡包電繩用數種料優於單用一料也設銅絲

層再外包硬象皮一層再外以息辣發法包磨過之象皮數層再外包硬象皮一層再外包賴氏之料一層再外再包硬象皮一層無論用何法皆更難傳而成附電氣之性小難傳則造成之電報繩有小病易見其益皆極大也

電報繩內每加阻料一層其阻力各小於內層設阻力厚二倍阻力必不能有二倍故無論加至若干厚不能全不傳設申為包料之外面積申為包料切於銅絲之內面積

西為包料之厚則
包料熱度加大則阻力減小銅絲熱度加大則傳力亦減小故電報在熱地有使包料外受大壓力則阻力亦加大去之仍能復原硬象皮包之銅絲久傳正電氣則阻力加

大久傳負電氣則阻力減小

電氣傳過難傳之質 第二百三十節

難傳之質之能傳依其能傳之性及成附電氣之性與放來頓後所存之餘電氣相同其附電氣在質內而不在質面與電報傳信之速有相關克來克與布何司曾將松香類膠類流質與玻璃或獨試或數物合試其阻性知各質成附電氣之數與其相距數之比各有不同而與法辣待所設各質附電氣之數不同故一質作各板而厚不同則附電氣數或與厚之平方有反比例而別質則或與別乘方有反比此與電報大有相關

阻質外包麻紗 第二百三十一節

銅絲各層阻質之外再繞麻紗數層使硬象皮不為鐵絲所擠壞或銅絲數條各包阻質再各繞麻紗而相絞成繩則同時可以分傳麻紗宜浸透樹皮酸乃不腐爛若濕而繞之則易考得象皮之小病然各種麻浸於水皆腐爛甚速如有外露者每為海內之小蟲所食地中海深三千六百至五千四百尺之處多此蟲
麻外再繞鐵絲成長螺絲各鐵絲相切甚緊外似鐵絲繩初造電報繩用之鐵絲面皆鍍鋅一層使不生鏽然在海底切於石者常為流水衝激而與石相磨或為含沙泥等

之流水相磨故有數月之後鐵質盡壞者後則鐵絲外不
鍍錫而外包麻麻再加黑色麻油必免生鏽或外包步
來得與克喇克所設含砂養之料以免消磨及生鏽波斯
波海灣中電報繩之外全包此料又孟島電報繩如第三

第三百八十八圖



百八十圖用銅絲一條現今時電報繩
淺海處常作每英里之長重十噸近岸
處重至二十噸以免船錨之拉斷西門
司設法在鐵絲外包麻麻外套錳皮管

繩成之時盤於鐵池之內或自鐵池繞於鼓必向一面繞
否則或折曲而易斷

繩外繞好之鐵絲則每托之長共重一磅者應能受牽
力約二噸每海里之長重三千七百五十磅每托重三七
五磅者應能受牽力七噸半

銅絲傳電氣之例 第二百三十二節

有何馬者考知銅絲傳電氣之要例有五

一 例某時內傳過電氣之數與銅絲二端電氣濃之較有
比

二 例傳過電氣之數與銅絲之長有反比

三 例傳過電氣之數與銅絲橫剖面積有比

四 例傳過電氣之數與金類能傳之性有比銅質能傳之

性為鐵或鋼五六倍銅鐵二絲徑相同者則銅絲傳過電
氣之數較鐵絲或鋼絲有五六倍

五 例銅絲正極電最濃向負極漸淡至負極而最淡

銅絲傳過電氣之數與銅絲二端電氣濃之較有比者即
與發電氣器之力有比也此乃謂錳板之面積足令銅絲

不消電氣之濃也然尋常之器不能不消錳板長四寸闊

三寸共用二百件之器所發之電氣傳過第八號銅絲長

二千英里則所減之濃等於減去十件一百海里長之電

氣路減發電氣器之力自二百減至三百件故用發電氣器

一百件不可即為有一百件之濃因其傳至彼端則濃依

銅絲之長與大小所以二百件之濃或至彼端而僅有一

件之濃也

電報繩之傳速 第二百三十三節

不通地之收電氣器近於不通地之易傳電氣質則電氣

力增大愈近而力愈大見第十節以二者彼此現附電氣也

難傳之質其阻力之數即附電氣力之率見第十節而相距增

大附電氣力之減小甚速所以電報銅絲掛於桿上各處

不通地雖與地質及他銅絲各生附電氣而力甚小故銅

絲甚長則傳電氣所費之時亦頗多而所傳各次難分晰

如銅絲長半里一分時傳五六次收信者各次可分若長

82-01-124

至五百里而一分時傳五六百次則收信者不能各次而似連發矣若發電氣器之一極連於不散電氣之電報銅絲一端而又一極與銅絲之又一端各連於地則地內有附電氣至銅絲內其濃與發電氣器之濃相等銅絲短者則於發電氣器與銅絲斷時銅絲內之附電氣速散銅絲長者則發電氣器斷時銅絲內之附電氣存而不散與每次所發之電氣相合而混亂而阻電氣之傳故必發異性之電氣以消去之銅絲愈近地者則受地內之附電氣力愈大而愈阻電氣之傳銅絲包難傳之物而藏於地內者則略同於極大來頓瓶銅絲如內錫箔所包難傳料如玻璃地球如外錫箔也第十六號之銅絲每英里之長其外面八十六方尺如發附電氣與來頓瓶相同則等於錫箔面八十六方尺矣惟電報銅絲放電氣之時雖亦甚暫而較諸來頓瓶放電氣之時則為甚大故藏地之電報銅絲其附電氣甚能阻電氣之傳速。

初用藏地電報之法不知有此以來頓瓶不能積化電氣至甚濃也故謂電氣傳過銅絲之速每秒時必可數萬英里後試倫頓至曼治司塔至格辣司荷藏地之電報知每秒時不及二千英里咸豐四年步來得試得海內電報知每秒不及一千英里。

電報傳信減少 第二百三十四節

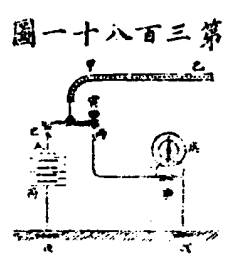
電報銅絲受地球之附電氣則於發電氣器斷時銅絲內仍暫有力每日之傳信乃不能多道光三十年西門司攷普魯士國之藏地電報初發其端倪咸豐二年克拉克劫知其詳至今各處之電報之傳信果皆因此而不能多。克拉克謂電報之業務必每日之信傳能多乃能獲利今因此病致愈長而傳信愈少故亟設法免之然但能滅殺而未全免。

初知傳信之減速偶以電報銅絲在棧房內者一百七十英里用小力發電氣器能傳過不減速電報銅絲在運河內者長一百英里電氣傳過減速易測得其時緣用電氣短銅絲傳過而至吸鐵器則一傳即引一斷即放若傳過在運河內之電報銅絲而至吸鐵器則一傳而相引稍遲而紙上之點畫不特遲顯且已顯亦不能速斷故畫之兩端皆尖若挂於柱上及棧房內之電報銅絲則未嘗有此也故為附電氣無疑焉。

韋得耗司詳論藏於地內及海底之電報線能容電氣之事將銅絲外包象皮而再外繞易傳之質作電報二條一長十五英里一長二百英里二條之各一端同在空氣內直立其二端各連細銅絲各繞於軟鐵將二電報銅絲各

容足電氣則軟鐵變有吸鐵力而長十五英里者能挂重一千〇七十五釐長二百英里者能挂重二千三百釐令發電氣器徑傳軟鐵外繞之銅絲則能挂重一萬八千釐令傳過包象皮之銅絲長四百九十八英里四次能挂重六萬英釐包象皮之銅絲若兩端同連繞軟鐵之銅絲則能挂重九萬六千英釐

包象皮之銅絲藏於海底與地內能容電氣與銅絲之長有比將指南針近於包象皮之長銅絲電氣初傳之時針偏數多數秒之後針偏即少遠處之端電氣一放針或復原而不偏法辣待始論之

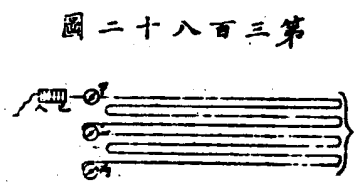


指電報繩長三尺所容電氣之器如第三百八十一圖人丙為但尼里器一百件而不必大庚為顯器實為磨而司傳電氣器其已點相切令甲乙繩之銅絲連至發電氣器人丙在已相切而連至顯電氣器器之他端通至地內戊戌相切繩

內容滿電氣至丙點相切繩內放出電氣傳過顯器而針偏其容入之數必等於放出之數將顯電氣器移於人已之間以測其容入之數知針之偏與前相同由針偏之數可知所容電氣數

同治二年十月克辣克法辣待愛阿里三人共曾試數者如左

一用包象皮之銅絲長一百英里在運河之內遠近二端皆不通地有顯器能顯所入出銅絲之電氣發電氣器之一極通於地又一極通至電報銅絲切則顯器之針速偏右其力甚大後則針略至原處不動斷後則顯器之針直立此時令電報銅絲之近端通地則顯器之針速偏左其力亦甚大知銅絲內之容電氣也此繩若在甚乾燥之棧房內試之絕不有此

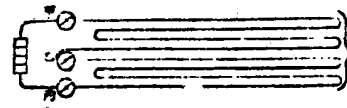


二用包象皮之銅絲長一千四百英里象皮外繞浸黑煤油之棉帶而象皮厚四分之三銅絲徑十六分之一每十英里之長外面積八百二十五方尺七十英里安於乾木板上其餘套於鐵管或瓦管內埋於倫敦至曼治司塔鐵路之旁曲為八折如第三百八十二圖以麻繩捆緊用但尼里發電氣器五百八件在倫頓而銅板如已連於電報銅絲之端而過第一顯器如甲銻面如人通至地內電報繩至曼治司塔往復二折又過第二顯器如乙再往復二折又過第三顯器如丙而通至地電氣一傳第一顯器之

83-91/124

針忽偏甚多而至九十度一秒之後第二顯器之針亦漸偏而較少至四五十度再久而第三顯器亦緩偏而跳動至二十度電氣一斷則第一顯器先速回至○度後而第二回至○度再後第三回至○度

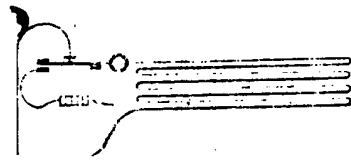
第三百八十三圖



偏與前相同以附電氣放出故也

三發電氣器不通於地而徑連電報銅絲之兩端如第三百八十三圖銅板連於第一顯器如甲。鋅板連於第三顯器如丙。電氣一傳則甲丙二顯器之針同時而偏甚多。乙顯器則遲一秒餘而偏甲丙相同。電氣一斷而將甲乙二顯器相連則針相反

第三百八十四圖



四發電氣器之一極連於地一極連於電報銅絲一千圓。元十英里銅絲之端如第三百八十四圖按下其柄則電報銅絲連至發電氣器而電氣傳過顯器至電報銅絲放上其柄則電氣斷而電報繩內之附電氣傳過顯器至地內。再按下其柄則附電氣放出使針多偏。放上則針反偏更多。以電氣之正負與連接多次有至四五秒後而放附電氣使針偏者

硬象皮局內曾試長一百英里之電報銅絲電氣傳而斷五分之久尚能放出附電氣使顯器之針多偏

曾試鐵絲不包象皮而挂於空氣內長五百英里傳電而遠端速現斷電氣而遠端亦速斷幾無瞬息之延試藏地之電報繩長八百英里發電氣器自三十一件增多至五百十六件其各次之遲皆約半秒

銅絲如來頓瓶之內皮外水或濕泥如來頓瓶之外皮雷報銅絲不連別處而受電氣似電氣之容入來頓瓶電報繩藏於地內或海底長一英里面積已甚大如甚大之來頓瓶故可容二百三百件之電氣而亦能現力用發電氣器一件之濃傳入繩內而速分斷之令不通地則電氣可久容於銅絲內或至一日至二日

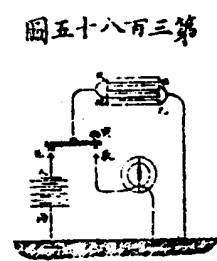
測電報銅絲容放之電氣數 第二百三十五節

測電報銅絲容放附電氣之數初用平臥顯器觀其針所偏動之度惟電氣傳過之時甚短吸鐵針受力不久不能指而僅可暫指定某度附電氣力與針偏度之通弦有比均同於試礮彈打擺之力其偏若不過三四十度而但欲知略數者則以附電氣力與偏度有比亦可克拉克考得顯器以蠶絲挂吸鐵針而針偏不多則度附電氣力略與偏度有比而各顯器之數各不同克拉克所常用之顯器

偏至七十度者俱可以針某時中搖動之次數與附電氣力有比而附電氣力與發電氣器電氣之濃有比曾試四件至二百五十件之各濃皆合又試一件至五百件亦合故用發電氣器某件傳其電氣於電報銅絲長一英里之內而觀吸針之偏度再加銅絲之長而加發電氣器之件數至得吸鐵針之偏度相同則一電報銅絲附電氣之力各與發電氣器件數有比。

尋常電報繩附電氣力略與所包象皮厚之平方根有反比又與銅絲徑之平方根有比故加銅絲之徑而同例加象皮之厚則附電氣力不變克拉克試得略銅絲包硬象皮者附電氣力與銅絲徑之平方根有比又與其象皮厚之平方根有反比即其與此合故象皮之厚薄不等則附電力之例與空氣內者不同空氣內兩相對面之間所容附電氣之數與兩面間空氣之厚有反比而不與厚之平方根有反比也韋思敦將紅銅絲長一英里二英里三英里四英里四條而徑相同外各包硬象皮亦同厚用發電氣五百四件器覺銅絲所放之電氣與銅絲之長有比西門子設制海底電報繩附電氣數之器有調換之按柄用兩心輪動之令電報繩迭更收放電氣極速電氣傳過顯器令針偏而略能指定易見度數韋思敦另添加速齒

輪於兩心輪使轉動極速而指度數甚詳用發電氣器五百件能顯銅絲長一尺徑十六分之二者挂於房內之收放電氣克拉克之法用較記數器及能調換之按柄三使動極速用發電氣器五百件及繞三萬五百轉之銅絲顯器能指附電氣力甚詳電報繩加長半寸或將手近



銅絲皆能有別短電報繩放收電氣而針偏搖由於受附電氣力之時極暫以針之偏數可知收放之電氣數將來頓瓶或增電氣器或長一英里之電報繩為元而放其電氣如第三

百八十五圖天甲地乙為四板增電氣器其間各用雲母石或硬象皮或地油膏其質如蠟或玻璃或空氣分隔甲乙通地而天地不通地實為按柄按之則已點相切而發電氣器人丙連至天地二板放之則已點相離而辰點相切則天地二板連至顯器令針偏若干度仍用此發電氣器電報繩代增電氣器同法為之至顯器之針有同偏度令電氣之若干分過阻力圈而如此可配準之若電氣百分之

一過顯器則繩容電氣為增電氣器容電氣一百倍其容電氣各數之比若所差不多則可與回光顯器見第一節四十五節之偏數有比例再欲更詳則可與某半角半之正弦有比

凡顯器之吸鐵針稍重善於回光鏡之輕吸鐵針輕者多受空氣之阻力也測電報繩之附電氣又有妙法數端將電氣自增電氣器換至別增電氣器觀換之前後所有能力之別一也令電氣以對面方回各放一次而傳過較數顯電氣器見第一百四十四節二也以較數顯電氣之一圈連放電氣若干次令其對用阻力圈配準恆流之電氣三也用章思敦之電氣稱見第一百一十節令所放之電氣對恆流之電氣四也

各種難傳之料能成附電氣之數不同與各種海底電報大有相關銅絲徑同而包之料不同則成附電氣之數亦大不同銅絲長徑相同而包之料不同則同在某時中能傳之信或多至倍半也傳信之多包料既賴則獲利亦因之賈得弗來用象皮與磨碎之茄壳掉和以包銅絲克拉克曾試之知成附電氣之性最大拉得克利弗料成附電氣之性次硬象皮外包查脫頓料硬象皮黑巴麻油由思相名爲查脫頓料者成附電氣之性又次之硬象皮外用好而司之棉線與比辣軟象皮甚緊與疏象皮線共二十層迭更繞之成附電氣之性又次之用尖來克軟象皮砂養粉及硬象皮少許調和名爲賴氏料包二三層與夫硬象皮公會所制之料及盾勒法公司之軟象皮三者成附

電氣皆最小

克拉克曾試銅絲與鐵絲成附電氣數之大小知其相同蓋以附電氣容物外與內質無涉也又試使電氣再傳同長之第二電報繩其附電氣數相同電報繩其全不洩電氣而連至發電氣器則無論長如何無論使電氣先傳如何阻力之質附電氣數亦相同以包象皮銅絲長一英里發電氣器一百二十八件使電氣先傳阻力圈等於七百英里長之電報繩而後至象皮所包之銅絲而銅絲內電氣之放出亦須先過此阻力圈乃用顯器測收入之附電氣數得三十四六放出之附電氣得三十三六再將一英里長之銅絲徑連於發電氣器與顯器而中間不加阻力則附電氣收之數爲三十三八放之數爲三十六六與前數仍略合

電報繩收放電氣數與正負皆相同可証之如左

一以象皮繩懸大木桶使不通地而滿盛水將硬象皮包之銅絲長半英里浸於桶之水內發電氣器二百五十六件之負極連於地其附電氣力依常法測之觀平安顯器之針搖動得附電氣數收者○七放者○五漏者○二五其收數之大乃受屋牆與屋頂板之附電氣也

二將桶內之水通地以同法試之得收者二十八三五放

者二十六三二漏者一七二

三將各物相連如第三百八十六圖使電氣不傳至銅絲

而傳至桶內之水銅絲則連顯器而通至

地內如前法試之得收者二十七九二放

者二十五九二散者一九五

四顯器不連於桶內而徑連於通至地內

之銅絲以測自桶至地所過之電氣收者

二十八一二放者二十五八八散者一八

七

圖六十八百三第



五將發電氣器連顯器而顯器連銅絲入桶之水內與包

象皮之銅絲不相切而包象皮之銅絲通至地以測發電

氣器傳至水內之電氣得數收者二十八七二放者二十

六二散者二四二

右之所試正負二數相同且象皮銅絲受電氣無論自何

傳來其濃若同則附電氣亦同

所散之電氣數可用所放之數測之

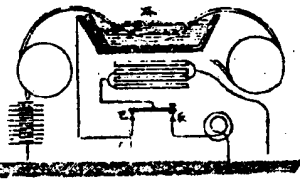
如第三百八十七圖於巳辰二點令

電氣斷則電報繩內電氣皆漸過象

皮而散一分時後令辰點相切而放

其電氣觀顯器針之偏度數與前數

圖七十八百三第



相比可知一分時所散之數步來得與克拉克用此法試

電報繩節所散之數突為電報繩節浸於水盆內盆不通

地連於增電氣器再令發電氣器連至電報繩之端如節

有散則所散者漸至增電氣器而增多一分時後放增電

氣器之電氣至顯電氣器可顯一分時所散之數

海底電報繩能傳之速 第二百三十六節

銅絲傳電氣所費之時最難測量路雖甚長時仍極暫極

暫之時其數在秒以下故測最難準也韋思敦試掛於屋

內之銅絲傳電氣之速每秒約二十八萬八千英里見第

四此數甚大於前諸人所推算之數也若銅絲距地球極

遠而絕無成附電氣之性則速更大

胡容在美國試電報銅絲傳電氣之速得每秒一萬八千

英里費果與格那拉試紅銅絲傳電氣之速得每秒十一

萬二千六百八十英里其試法甚巧用象牙圓板平連於

軸端板之對邊有金類以簧按圓板之周金類相切則成

電氣路有圓板稍移於其軸上至放電氣之板正有簧相

切之時其回之電氣簧正離其方位可見輪在任方向停

則不能成電氣路而電氣報線無電氣傳過又若二圓板

轉動而電氣來往不費時亦如此若電氣來往費若干時

則第二塊象牙板上之金類板能轉過至應當之時成電

82. 21. 124

氣路令回之電氣過一顯電氣器至地球內配準此二圓板之方向令顯電氣器受其極大之力觀轉動之速易定電氣傳之速。

一韋得耗司所試特設測電報繩傳電氣歷時之器用收信器與另有一擺其擺搖動能令電氣傳於銅絲之左右有發條與齒輪能令收信器轉動而將條紙移過以筆切紙條電氣過之即變黑點。

發電氣器之一極連於鋼筆而按於紙面一極連於金類板切於紙下而紙以藥水稍濕電氣傳過筆與紙則紙面變成點畫。

擺掛於釘釘連發電氣器之一極擺之上端伸置擺搖動時上端之伸置者切於左右二邊之簧不動之時簧切於中間之柱發電氣器又一極連於此柱擺之上端切一邊之簧時簧即暫離柱如切右簧則電氣自正極傳出而過電報銅絲再自右邊之簧回至柱之負極銅絲數繞於軟鐵條電氣傳過銅絲時軟鐵條暫變有吸鐵氣其南北依電氣傳左右二簧而相反見第一百五十二節有恆鐵條與此鐵條相近亦挂於釘可左右移動電氣吸鐵條電氣之正負改變則恆吸鐵條移動移動之吸鐵條向一邊則能傳電氣而令紙條成記號向彼邊則電氣不能傳而紙條不成記

號擺每秒一動而調換長銅絲電氣之正負一次故一秒中能便紙成記號而一秒中不使紙成記號觀紙之記號為長線與同長之空處相間俱為一秒內所成。

電報繩之二端若各連一收信器而將二器之筆同時安於紙條上使成記號則電氣自一筆傳過銅絲至第二筆而有歷時則二筆不能同時成記號而必有先後之別惟每秒紙移過之長以所成之畫而知之則易知二筆為電氣動者時之較此較即電氣傳過電報繩之歷時。

電報繩長一千一百四十六英里用秒擺每動一傳電氣而不變電氣之正負則紙上之畫相連而無斷處因電報繩之附電氣力甚大前次傳之電氣未散而後次又傳也其阻力等於水柱長三十寸徑八分之三之阻力皆足令電浪費一秒之時也若迭更用正負電氣則後次能減前次而每秒可作七八記號因電氣恆相消而傳能速也韋得耗司設稱電氣力之器用極輕極小之稱稱尾挂小權稱頭並軟鐵條軟鐵條下又有軟鐵條用細極之鐵絲圈圍之鐵絲圈傳電氣則軟鐵變有吸鐵力而吸鐵力依電氣力故稱尾權之重與電氣之力有比。

用沙發電氣器板七十二雙以銅絲傳電氣至鐵絲圈內銅絲恰相連而無餘長則稱尾權重可二萬五千釐以包

象皮之銅絲長二百英里傳電氣至鐵絲圈則權重可一萬六百五十英釐若長四百英里則重可三千二百五十英釐若長六百英里則重可一千四百英釐若權重之減小數與電氣傳過銅絲長之平方有比則長六百英里者當少於一千四百英釐

電氣傳過長短各銅絲云歷時人已屢次考究得各數傳過長八十三英里○八秒傳過一百六十六英里○一四秒傳過二百四十九英里○三六秒傳過四百九十八英里○七九秒傳過一千○二十英里一四二秒以八十三英里為元則各長比為一○二三六十二若力與相距之平方有反比則傳過長一千英里之銅絲其速必小焉長八十三英里者一百四十倍而當費時十二秒已試多次得各次之中數如左

吸鐵電氣傳過硬象皮所包之第十六號紅銅絲長三百英里十二分秒之一至十六分秒之一長六百英里八分秒之一至九分秒之一長九百英里五分秒之一至四分秒之一壯各數為級數一二三等則速所相配之級數為四分之一九分之一十六分之一等如銅絲長五百英里每秒能傳電氣作記號三百五十次銅絲長一千○二十英里則每里作記號二百七十次依章得耗司所試之事

電氣傳過銅絲之速與電氣之力或數有比又自所考設理云海底之電報繩或地內電報繩傳電氣之速與所傳長之平方有反比與別人所試得者不合

所試之事內有數件如下

用銻七小條各連短銅絲銻條外全護火漆皆僅外露小銻點而分安於盛淡硫酸水之七瓶內成發電氣器其電氣能傳過長六百英里之銅絲使遠端能成點畫最易不差用器試之知電氣傳過六百英里歷時十分秒之九再用沙法電氣器十二件各板四方寸知電氣傳過六百英里之銅絲歷時百分秒之四十四

用沙法電氣器七十二件各板十六寸方電氣力能傳六百英里而成吸鐵力起重一千四百英釐知傳過六百英里歷時一百分秒之四十四再用附電氣圈二對長三寸六寸次圈之銅絲長一英里又三分之一用司米之發電器見第一節第六條共板十雙每板一百平方寸傳過長六百英里之銅絲止能起重七百四十五英釐而傳之歷時為百分秒之十九故得傳十六號紅銅絲每秒速之中數化電氣略一千四百英里吸鐵略四千三百英里若極大之數則化電氣為一千八百英里吸鐵電氣為六千英里化電氣傳過十六號銅絲長一百六十六英里者歷時約

83-91/54

○一六秒徑二倍而長等則○二一秒徑三倍則○二八秒等徑等長而用雙附電氣圈則第一銅絲為○〇八秒第二銅絲為○〇九秒第三銅絲為○〇五九秒若等徑而長二百五十英里則第一銅絲為○二九秒第二銅絲為○四〇八秒若用雙附電氣圈則為○一四五秒與一八五秒因知銅絲之徑加則傳行之速減而海底或地內包象皮之銅絲其徑與速不合於平方比例蓋此乃傳電氣之速而非傳電氣之數也惟電報繩因發附電氣而似來頓瓶故電氣之傳速亦減而不同尋常之傳電氣故與深海作電報大有關係。

咸豐六年十月英國至阿爾蘭之吸鐵電報公會以銅絲長二千英里埋於地內而傳吸鐵電氣每分時可傳記號二百十至二百四十一絕無混亂至速者每分時可傳二百七十知吸鐵電氣較化電氣益便用也。

二克拉克與尤司所談其測電氣傳速之器略同尤司印字電報器見第二節以電氣傳過合於電報銅絲長四百六十英里之阻力固知但減電氣之數而不減其傳速若以相同之電氣傳過海底電報繩則減其傳速各數如左

長七十五英里 歷時 ○〇二五秒
長三百三十一 ○〇八〇

長三百〇八 ○〇一五

長三百八十三 ○〇一四〇

長四百六十二 ○〇一六〇

將右各○秒數度成縱線而相連其端則略成直線故知電氣之速略與銅絲之長有比而非與長之平方有比惟與常人所言之速數不合蓋傳速不特以銅絲之長或阻力而有異亦依成附電氣而積與電氣之數也然唐生之書則謂平方比例之理亦不可以此而即棄之。三京根所試紅海電報繩初成先浸於鐵池內而試得十理如左。

電氣動力之大小與傳過銅絲之速無大相開。

銅絲近端通地某時之後遠端電氣所試之速同於在近端同時連於發電氣器所有增之速。

調換電氣之正負而不改電氣連銅絲所增之速又不改電氣減速之圈之曲線。

海底電報繩每分時能傳記號有定限雖有巧法亦不能過電報繩能傳信速之限其所受之記號力漸變小之病比號相混之病大小懸殊。

迭更調換電氣之正負傳信亦不能加速。

記號極短必令電氣能見其改而能見方不致亂。

鋼絲包硬象皮傳行似有減速然減速以電氣之收放出而非象皮之實能使減速也

傳信之速與鋼絲長之平方有比而已記號不能分爲速限若用針者則以能見其動而不亂爲速限

發電氣器之阻力與收信之阻力與加等長電報繩相同四法力所試其意謂電氣無重可稱不能壓緊故電報繩

近端電氣傳入則遠端同時有電氣傳出惟遠端至能有力則必稍遲蓋力必由漸而增至極大也以電氣之行似

浪之動則浪首先到浪頂必遲到也法力以爲極大數之半最便於查得因若干時內其濃之改變比別時更速又

設一器可平分電氣浪易得長短各等電報繩之傳速有人在英國倫頓大船澳之處試昔時沈於地中海之電

報繩知傳速與繩長之平方有反比與唐生之例合又試以電報收信器連於繩之端收信器內圈之阻力等於電

報繩阻力之半則電氣浪傳過之速減小至四分之三若阻力等於電報繩之全長則速減至五分之三若阻力爲

二倍於電報繩則減速二分之一餘試得奴爲志與蘭得夫特之電報繩知鋼絲長二倍則速

減略得四分之一蓋此電報繩之散電氣數極少且成直線形比成圓形者得吸鐵之附電氣更小也試地中海之

電報繩加長三倍則速減得九分之一在其中加能放電氣之鋼絲則速二倍故繩中多作放電氣之鋼絲則可增電氣之速而力不甚減仍足傳信

電報繩暫連於發電氣器而速令通地則傳速極大曾試電報繩長五百四十英里減速得自一三二六至三七法

力試電報繩外加鐵絲則變有吸鐵性而亦減傳速惟其減甚少與附電氣之減不能相比

海底長電報繩之附電氣 第二百三十七節

克拉克用發電氣大器六十四件令電氣以按柄忽傳過等於電報繩長八百英里之阻力圈另有電氣若干分傳過顯器而入電報繩內則電報繩之鋼絲受電氣之濃等於連顯器處電氣之濃其附電氣之數略與其距電氣端有比如在一百英里容電氣與於電氣所得顯器之偏度爲七二〇與六六〇相距二百英里爲十四三五與十三四五相距四百英里爲二十七六與二十八八相距八百英里爲五十六九與五十五七電報繩之遠端通至地內則容於放電氣所費之時與長之平方有比如電報繩長二百英里附電氣數爲長一百英里者二倍用相同發電氣器之濃令電氣傳過之路二倍則因長二百英里之電氣繩體積二倍故容電氣之數亦二倍又電氣傳過之路

P 2 111 21 124

二倍故容電氣與放電氣所費之時亦二倍如前所言之理

電報繩內電氣浪 第二百三十八節

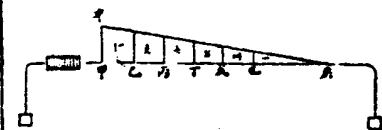
長電報繩連傳電氣數次而傳之時極小則各次所傳者必分行至遠處而分現故長電報繩欲加傳信之速可依此理而得之

電氣浪可分三種一為正電氣二為負電氣三為正負電氣相和設將正電氣浪之濃迭更增至地球電氣濃之上而減至〇度負電氣浪之濃迭更減至地球電氣濃之下增至〇度則二種浪之性與理相同惟用正負電氣相合之濃則得大益因迭更用正負電氣浪可不用簧使銜鐵還原處則無簧力以減電氣之力其銜鐵或吸鐵自能動而電氣力全在傳斷之時用出矣

電報繩各段之附電氣數 第二百三十九節

電報繩各段之附電氣數可用圖以明之如第三百八十八圖甲乙丙丁戊己庚為海底長電報繩之各段以電氣傳過令甲辛縱線為近於發電氣器處電氣之濃而乙丙丁等各處電氣之濃俱與發電氣器之相距有反比故辛庚為電氣在各處之濃負電氣之數而與其濃有比所以乙丙丁等縱線可明電報繩各點電氣之濃而繩內附電

圖 八十八百三第



氣之和數可用辛甲庚三邊形命之用垂線甲乙丙丁戊己分三邊形為多四邊形則各垂線間之面積為繩在此間附電氣之數依三角法之公理將其底甲庚平分若干分而在各分點作垂線乙丙丁等得極小形之面積已庚為一則餘各形之面積依各奇數成級一三五七九十一等故海底電報繩可分為若干等分各分附電氣數之比為一三五七九十一等若電報繩平分三分則近於發電氣器之一分附電氣數為五遠之一分為三再遠之一分為一發電氣器之力雖有大小此比恆同蓋與發電氣器之濃無涉而各分自相比也

發電氣器與電報繩相連之處若忽斷而他端通地者則繩內電氣盡在他端而入地內若忽斷而近端速即通地則近端傳入地內比遠端傳入地內者其數更多其濃更大

電報繩容電氣之理 第二百四十節

電報之能獲利依能傳電氣之速並某時內傳記號之多發電氣器未連電報繩時所發電氣之濃為極大電報繩之遠端若通地則此端與發電氣器連時所發之電氣傳

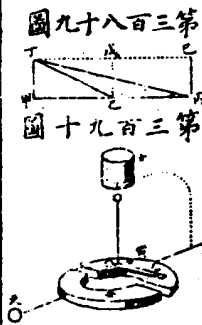
至電報繩內若發電氣器之力不極大則其濃必減小至電報繩逐段容滿電氣而發電氣器之濃乃漸大發電氣器近端之段其濃漸大至遠端所傳出之電氣等於近端所傳入則當中各段必已容至定限而各段之濃可以曲線命之惟發電氣器之力若有無窮之大則可用直線命之繩內各段之濃至定限後則某段見第二百四十節甲乙之電氣數可用甲乙丁三角形命之發電氣器之濃不變則長繩甲丙之電氣數亦可用甲丙丁三角形命之設甲乙繩長一百英里甲丙繩長二百英里則甲丙附電氣為甲乙附電氣之二倍蓋甲乙丁三邊形為四邊形甲乙戊丁之半而甲丙丁三邊亦為甲丙戊丁四邊形之半此二四邊形為二與一之比則甲丙丁三角形必為甲乙丙三角形之二倍也故長三百英里之電報繩所容之電氣為長一百英里之電報繩所容之電氣二倍又可知電氣傳過甲乙所行之路為甲丙二倍所以甲丙繩不但容二倍電氣而電氣傳之長亦二倍故收放電氣其時必為四倍又依同理如令甲丙繩為甲乙繩長三倍則附電氣亦三倍而長亦三倍故收放電氣之時為九倍總之電報繩遠端通至地內收放電氣之時與其長之平方有比唐生初傳此理咸豐五年五月傳於英國博物會用最深之算學法詳

考之不謬

電報繩發電氣器之濃如電報繩之傳速不加設電報繩之附電氣力以三角形命之如前第三百八十八圖用發電氣器一百件之濃入繩為一再加發電氣器之件數至其濃為二則傳入繩之後各點之濃亦為二按同時中傳過銅絲之電氣數與其濃有反比所以電報繩容電氣數二倍而濃亦二倍故二者出入電報繩所費之時相同

試短電報繩 第二百四十一節

試法造法之理如第三百九十圖甲乙為輕扁之鉛針以鉛絲繫其一端而加重物令相定鉛絲連於來頓瓶如壬丙皮之下而針下有二半圈丑寅其分斷之處正鉛針全器盛於金類匣內甲乙鉛針若不容電氣而丑半圈連於容電氣之



體如天而寅半圈通地如戊則鉛針之長端必稍向丑轉動無論容電氣體所容為正為負皆然若將壬來頓瓶內面容負電氣則針亦容電氣與瓶之內面相同鉛針必為丑半圈所引若天體容正電氣則引力加大若天體容負電氣則鉛針為丑半圈所推而推力亦加大天體若不容電氣而至與地球相同則鉛針必歸原處因受丑寅二半

圈之力相等而鉛針與來頓瓶相連故能容電氣而電氣稍洩亦可相補而無妨故可屢試不差也若所容之電氣為一千而每分時所洩之電氣為一則無甚要然僅以針能受之電氣為一或二則電氣速全去而試之不準然用來頓瓶者則鉛針移動之路多而更靈若瓶所容之電氣數恆相同則所指之電氣數亦恆相同

鉛針連有小回光鏡以燈光照之使回於屏面而觀其光點之移動與回光鏡顯電氣器相同

見第一百四十五節來頓瓶置

於盛硫強水之器內取其空氣燥而電氣不易速散可數日不改金器置於金類匣內欲其不受周圍各物之引推鉛針而亂其偏之角度其鉛針所偏之角度甚小而與天體所容之電氣力有比天體連於丑半圈而寅半圈恆通地

試海底電報繩之一段用此易於比較其電氣首端之濃及末端減小之濃所費之時其所費之時與傳質之阻力有比所用之電氣不必甚濃且能知摩化二種電氣其性相同

摩電氣器或附增電氣器如前第十二圖放一二火星容電氣或化電氣五十件一百件之極暫連於此器皆可試電報繩傳質之阻力以英國博物會之數定之見第一百十四節設西為

秒數吧為首端之電氣力已為末端之電氣力則即

心為對數根

二式內之第一式用雙曲線對數第二式用常對數已吧無論用何式俱等於一呻為電報繩所容之電氣數

試電報繩節所包質不散法將其節安於難傳之盆內盆連於丑半圈用摩電氣器或附增電氣器令盆受電氣而測所入電報繩內之電氣數其銅絲當連於器之中凡試此事必極慎而令各器極淨而散電氣數極小必用法令空氣極乾器面絕無濕氣也唐生之顯電氣器二十四小時內所散之電氣不及二百分之一大西洋之電報繩容滿電氣十五分時散去者半

唐生易移之顯電氣器亦可用測各難傳質之阻力易傳質用此難傳質包之而容電氣待若干時而測其電氣散去若干即知其質之阻力又發電氣器等之電氣動力及欲知電氣極詳極準者皆用此測之

器分六件其略已第四十二節秦京詳論其造法用法如左

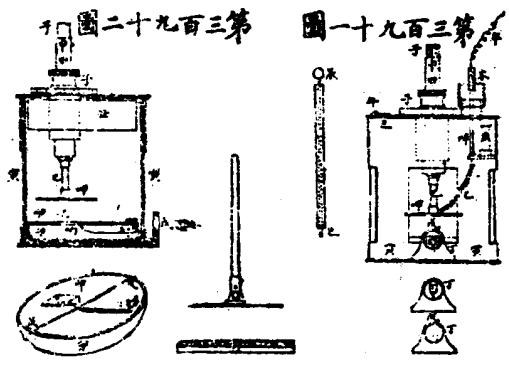
一件為來頓瓶瓶之內錫箔僅鋪瓶之下半瓶連於黃銅板黃銅板上面遇瓶內之空氣而無外銜之器

二件為移動之試板與前黃銅板平行連於欲試電氣之體

三件為針試板與連於來頓瓶內皮間所現之力即所以動此針

四件為試板相連之極上有胃能阻外濕空氣入來頓瓶內

五件為銅蓋可令外各物不受電氣之力
六件為盛浮石之處浮石內漬足硫強水硫強水能收去器內之水氣



各物之位置如第三百九十一圖第三百九十二圖其第一圖第三百九十二圖其第一圖
二分圖實寅為玻璃來頓瓶上有黃銅蓋蓋內有多孔可見瓶之內皮內皮為黃銅杯連於瓶底如卯卯及第三分圖黃銅杯上連有黃銅板如第二分圖之卯欲容電氣於瓶將象皮所包之銅絲入瓶

蓋之孔午如第一分圖之戊或用附增電氣器如第七八兩分圖以容其電氣可以或正或負俱依用器之法容電氣之後取去銅絲用蓋蓋密午孔甲為能移動之試板用黃銅圈薄板連於玻璃柱令不通地柱上相連黃銅柱如申可用微分螺絲令其或起或落分微螺絲用轉柄動之轉柄之下有摺邊如子平分為一百分各分有數可記之黃銅柱申出於轉柄之上其頂有分度每分對轉螺絲一周用此兩分度則試板之起落可辨至二萬五千分之二一呷卯兩試板之相引或相推依所容之電氣為相同或相異試板放下則力增多試板收上則力減小其第二分圖之針乙丙丁即以此力而動
乙丙丁針有鉛小方板與彎桿二件鉛板卯板等高彎桿在卯板之下而戴小父小父中繫髮一根於頂如第一第二第三三分圖人目窺寅杯之戊過來頓瓶之玻璃見此小父乙丙丁針連於金類細絲如第三分圖戊戊針能搖動橫髮後有白紙白紙有二小黑點觀髮之起落與此二黑點比較即知卯板之起落其搖動有定限若停時則卯板與卯板等高而髮正在二點間之中如第一分圖之下有顯微鏡如第二分圖戊對其髮使易見其動且可見光差人目若不在二點之間則見髮為彎曲試板之電氣

刀足則吃板與卯同高而戊戌絲稍彎試板若無電氣則吃板至卯之下而髮在二黑點之上用銅絲乙外套玻璃管辛過銅絲蓋之孔至試板如第一分圖有玻璃柱庚令不散電氣辛管上有冒如壬可移上下移下之則阻空氣不入瓶內並使試板與來頓瓶之外板相連而電氣可相傳不用之時須移下之瓶內有鉛匣如第二分圖之丑盛浮石漬足硫強水收去內之木氣

用法如第一分圖將王胃移下至與蓋相切而轉甲輪約二十轉次使試板起高觀分度子可知其轉數乃開蓋之午孔用象皮包之銅絲如第六分圖之辰已放入之使未包象皮之處切於卯板而不切於甲板將附增電氣器之蓋容滿而後切於午孔所伸出包象皮之銅絲如第七分圖屢次爲之則吃板容電氣而與甲板相引而小父之髮自二點之間移下即將包象皮之銅絲速爲拔出速閉午孔其相引之力能勝金類細絲之扭力而甲板之距吃板與分度子之二十分相配次自顯微鏡觀之而移動其目使見髮不彎其髮若在下則順時辰針而轉其螺絲使試板起上而髮至正中其髮在上則逆時辰表針而轉其螺絲使試板落下而髮至正中先觀于分度而記其千百二位之數再觀轉柄于分度而記其十與單二位之數如呼

分度有二一字而蓋有六五字則爲二千一百六十五此數謂之地數以試板之通地也從此可知來頓瓶容電氣之數及他物之電氣與地球電氣之比矣來頓瓶初容電氣之時地數不能定而不改雖甚精者觀之人必每數分時轉呼蓋使呷板向下則其數必增因電氣漸爲來頓瓶所收也如將來頓瓶之電氣忽放幾分而再試地數則其數漸增大因來頓瓶之電氣漸放也可見未用之前數小時當先容電氣則至用時不致有改而用時則來頓瓶所容電氣之數不可增減也若無大病則容電氣後十二小時地數可不改

舉起王胃而以欲試之物切其銅絲辛將轉柄呼轉之至髮在二點之正中觀二分度記其數將此數與前數相減餘數爲所試之物之電氣力或名爲試物電氣濃餘數若爲正數則試物之電氣與來頓瓶之電氣正負相同餘數若爲負數則試物之電氣與來頓瓶正負相異用附增電氣器之薄金類板容電氣於來頓瓶則所容之電氣必爲正設地數爲一九五〇而試數爲一二一〇可知所試物之電氣爲負而其能力依器之分度爲七百四十若在他器則分度之數不同設試數爲二千三百一十則所試物之電氣爲正而其能力爲三百七十

試時地數不可改如見有改則必取前後二數之中數為準

試時可暫相連或恆相連如恆相連當用小金類絲辛通過午孔則無壞器之險若用粗者恐致壞器也

法 試空氣之電氣可將緩燒之自來火連於辛或用滴水之

唐生測電氣器在一器能測得二數而二數可相比又用一來頓瓶可多容電氣而不通地則所指之數甚細易分

電氣之正負 兩平面平行而各容電氣某數則彼此相引之力與所容

電氣數有比較器所指之各數彼此相比能指電氣力之數

唐生於咸豐七年著書云兩平面平行而相距小於其面徑設為甲其電氣力之較恆為亥則每面積一元之力等

於 若內有兩圓板平行徑大於相距而相距可加大

或減小以一髮指其數每得二枚間之力等於若干元則指數之法恆在一處但其元在各器不同故有微分螺絲

能顯二平面在一處力之較一平面恆為圓高其電氣之能力亥未知第二板名為試板連於所欲之體所試之事

不將任體之電氣能力與地球之電氣能力相比試法如下將試板先通地移至與相對面而相距為甲而得指數髮在二點之中再將板連於所欲試之體而移甲相距令其二而之力同前觀指數髮至二點之中即知其

力相等如天為所試之物電氣能力則得

而甲亥為常數 因甲或加或減則亥亦以等比例或加或減可知各器內

所試體之能力等於一常數與二平面相距之較相乘亥為來頓瓶之能力從式內可知所指之數與來頓瓶所

容電氣數之相關又指二板間所容之電氣數愈多則所現之能力愈多此力使針偏動能指板容多電氣之數甚

詳板連於來頓瓶則電氣數多而稍有減去體之能力不連改板不連於之來頓瓶則能力連減小而甲與甲較之

正負不能指所試體之能力

致知海底電報編傷處 第二百四十二節 海底電報編之傷可分五種銅絲斷壞而所包之象皮不

壞電氣不能散一也銅絲與象皮皆斷銅絲端有長之面與水相遇二也銅絲與象皮皆斷銅絲僅有短面與水相

遇三也有鐵釘橫貫致外鐵絲與內銅絲相連而散電氣
四也象皮有孔致水遇銅絲而電氣能散五也

有第一種傷則電氣不能傳欲攷其斷處有二法焉一法

先測繩每海里之長所能積之電氣數見第二節則測得

電氣之全數能知斷處與所測之端相距之海里數測電

報繩所能積之電氣數愈密則得相距之數亦益準用回

光鏡測電氣器定力登電氣器見第一節測電報繩每海

里之長其吸鐵針之偏為十之小分數則電報繩放電氣

數為百之小分數能知斷處之相距約為十里二法測象

皮之阻力而知之已知每海里之長阻力之數為百萬今

測得其阻力為一千則知傷處相距為一千海里因阻力

小至一千故相比而得不傷之象皮為長一千海里

有第二種傷亦電氣不能傳故測銅絲之阻力能知其傷

處與所測之端之相距已知每海里之阻力而測得之阻

力為此五百倍即知傷處相距五百海里地質之阻力不

計英國之人能知大西洋電報繩傷處之相距及其傷之

何如

有第三種傷電氣亦難有時阻力倍大於全繩之阻力為

或大或小而不定故試阻力數能知傷處不在所得極小

阻力數之外

有第四種傷與第二種傷略同惟電氣散於內更重而
不甚難傳而現之力亦大不似銅與鐵以海水分隔所現
之小力

有第五種傷電氣所散不多而不甚難傳甚易攷得其處

在一端令電氣不傳則又一端可測電氣之阻力與第三

種傷相同可以攷得其傷處之相距若其傷處一端之阻

力為常數而得味與未二阻力數又連至地時而在乙端

斷其電氣則得二式式內傷處之阻力為未知數消去此

數則得式為式內丁為電報繩傷處與測端間之阻力

吐為全銅絲二端間之阻力如連試二端而令他端之電

氣不散亦得二式如以為傷之阻力不改則能定傷處之

相距設味與味為二阻力數則得丁為測端與傷處間

銅絲之阻力如另有不散電氣之銅絲可代地球則有全

電氣路易知傷處之相距法利用較數顯電氣器見第一

節四求銅絲二端所傳過之電氣數與傷處所傳出之電氣

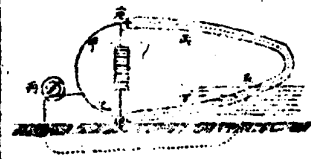
數相等必顯器之阻力與全路之阻力相同欲其阻力相

同則加阻力圍於顯器之銅絲圈與有傷處銅絲之間令

顯器之針回至○度所有之阻力必等傷處與原處阻力

之二用韋思敦之電氣稱見第一節可得試法如第三百九十三圖辰為傷處為顯電氣銅絲之一分則雖傷處阻力

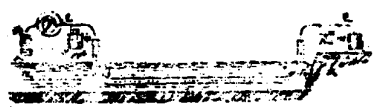
第三百九十三圖



變改所得之數亦不改必令顯電氣器或多偏或少偏至相定但全電報銅絲及各件阻力之比不變而恆在○度試法將甲乙銅絲相配之至無偏差則必在乙甲等於丙丁之處其丙與丁為銅絲之阻力而能將寅與斷處分隔又將卯與斷處分隔

設已知電氣之全阻力則由此式可知斷處之相距固辣葛人末利在尼阿格辣船上放電報繩之時初用此法嗣後泰根自行設法與此暗合用致極小之傷且可用於絕小之電報繩

第三百九十四圖



唐生與泰根合設一法可致傷處如第三百九十四圖庚為顯電氣器申為近處測電氣器申為遠處測電氣器甲乙為電報繩遠處之端不通地近處之端連發電氣器丙人令丙為電氣器所指之電氣數亥為遠處之電氣力乙為繩之長巳為銅絲每長一元之阻力卯為包銅絲之橡皮等料每長一元之阻力

令甲卯子甲為已知之數其元可任意定之惟必合於理

令虛為電報斷處與顯電氣器之相距則

$$\frac{L}{L'} = \frac{R}{R'}$$

而 又

右法繁雜平常管電報者不常用然他法不能求得

其傷處者必用此法則請算學家推之必可得也船上放電報繩於水內用此法最便船上用顯電氣器庚為試散電報數之第一法用測電氣器申為第二法用測電氣器申為第三法可自陸地傳信至船上而申與庚仍可試散電氣數因繩有進出不能感動此器也若發電氣器之力或加或減則電氣或放或收船搖動或地內流動之電氣此測電氣器不能覺甚妙於顯電氣器也

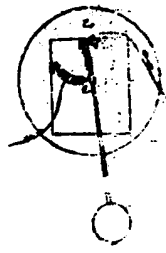
電學卷十 論電氣時辰鐘及諸雜法

英國 傅蘭雅 口譯
英國 徐建寅 筆述

電氣時辰鐘 第二百四十四節

尋常電氣時辰鐘正面之式如第三百九十五圖丙為象牙板連于架中嵌黃銅片連于發電氣器之正極擺上連于負極擺桿中連甚小之黃銅簧如已擺動至左則簧之一端切于黃銅片電氣即傳擺動至右則簧切於象牙板

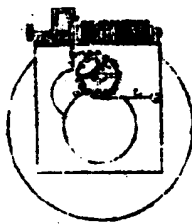
圖五十九百三第



電氣即斷欲作多時辰針面可同用此一擺以銅絲相連則各能同動惟必多加發電氣器耳

背面之式如第三百九十六圖甲為電氣吸鐵條乙為銜鐵上連簧而定於架丙為小螺絲制銜鐵與吸鐵條之相距銜鐵下端有小桿如下端有鈎以鈎開輪如戊下銜開使開輪不退如已電氣傳過則吸鐵引銜鐵向前而將鈎過開輪之一齒電氣一斷則上

圖六十九百三第

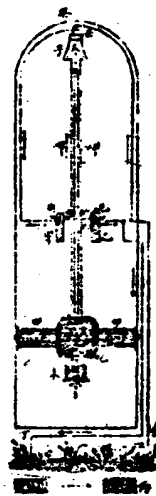


簧推銜鐵向後而鈎轉開輪之一齒開輪之軸端套秒針則每轉一齒針進一秒軸中有小輪接動大輪大輪軸端

電學 卷十

套刻針欲連動多時辰面之針則用象牙齒金類釘釘數與欲動之鐘數等固定於秒針軸之外秒針軸連金類小簧簧端切於象牙齒發電氣器正極連于鐘架秒針每過圈上之一金類釘則一鐘之電氣能傳秒針每分時一轉則各鐘皆傳電氣一次而其刻針轉前一分如此則各鐘更番前動而所動者僅一鐘故電氣力可省

圖七十九百三第



道光二十一年春英國格致會有倍納之電氣時辰鐘其擺之式如第三百九十七圖擺梗用木而挂於金類板如辛金類板連于木板如呬呬用銅絲圈為錘如吃外餘銅殼外銅絲之端連于擺梗頂之二簧如壬子二簧即以挂擺且以傳電氣至下錘卯卯為二黃銅管連于擺錘之外甲

乙丙已庚為傳電氣之器人為鋅板丙為紅銅板皆埋于地內用多木炭或枯煤代紅銅皆可其二板或埋於房中藏煤處之泥內或天井中石板之下或他便當之處皆可惟至少必深三尺以遇濕泥土為要相距必過四尺丁與丁為連鋅與銅至擺之銅絲外包象皮或他物使電氣不散則傳能遠其銅絲丁連于鋅板用錐金連之銅絲丁連

于炭先以鉑絲鐸於銅絲而鉑絲再連至炭尤必極慎若銅絲遇炭則消壞

又法將炭一塊作小孔將鉑絲安于孔再用炭為塞塞緊之使鉑絲不出如用紅銅板則用銅鐸連傳斷電氣之法用銅二片連于架之後面如甲乙又用木條或象牙條連

圖九十九百三第



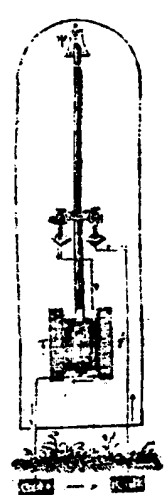
于銅片如丙而可移動其一端如已連金一塊如第三百九十九圖已上面作淺槽與銅片乙相切又一端庚連碼礮與金俱作半球形碼礮外包金圈白處為金黑處為碼礮面亦作淺槽與已處之槽相同碼礮槽內嵌以金與外平金

與甲銅板相切由金半球形可傳電氣至遠處之鐘已庚為彎桿兩端切于球外之槽內而移動未為准擺之重物乙為銅絲圈卯為二恆吸鐵條距銅絲圈足擺之搖動子簧以銅絲連于炭已庚桿若切碼礮內之金則電氣能傳設電氣自地內之銜板過濕土而至炭板過丁線順箭向至癸簧循一銅絲下至銅絲圈再循上銅絲上至壬簧即由銅絲至傳斷之甲條過碼礮之金至庚點而過庚已桿至傳斷之乙條而由丁銅絲至銜板電氣傳時吧銅絲圈內鐵條成吸鐵性而有成南北極北極向右南極向左而卯卯二恆吸鐵之北極皆向內故左

吸鐵之北極必引圈之南極右吸鐵之北極必推圈之北極擺必往左至庚已之桿其端離開金塞電氣即斷而銅絲圈無吸鐵力即不推引擺能往右至庚已桿之端相切

金塞電氣又傳初動之時人手將擺移右至庚已桿切金塞即放則受吸鐵力而能往復如前每往復一次力即加大而路加長至庚已桿之金塞幾分切于碼礮面則電氣不傳而擺不再過即以本重而回動至往復之路小至限而再傳電故電氣力雖有大小擺行之弧必恆相同惟電氣力不足則不能動而傳斷之庚已桿能愈在擺之下則擺能愈準擺能自管搖動之弧而不另加阻力亦無繁難法之巧也時辰鐘其大者則左右二邊必皆加力以動擺當另用調換電氣器而仍用自管動弧之大小器

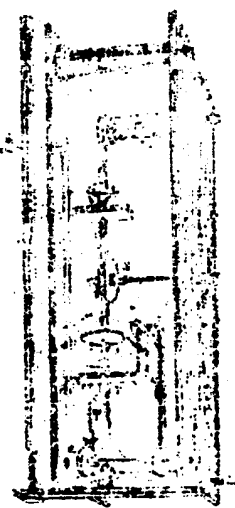
圖八十九百三第



電氣時辰鐘之又式如第三百九十八圖亦通于地擺以恆吸鐵為錘而銅絲圈定于架與前相異乙為擺桿用單鋼簧連于甲架丙為二半圓之鋼吸鐵北極向左南極向右丁丁為二銅絲圈定于架背銅絲圈之中孔可容恆吸鐵搖動而不相碍架上傳斷之法與前者相同相連之各件用

黃銅帽蓋之以阻泥土之入內傳電氣時錫絲圈丁有磁
恒吸鐵之北極而銅絲圈丁推搥返吸鐵之南極推即向
左電氣即斷擺以本重而回至之右邊如此恒自往復此
種電氣擺無面阻力而不消廢每二動加極大電氣力一
次常法則每五動加電氣力一次其庚已移動之極面阻
力亦極小也管亦加常法起落其擺之錘

指時之針所用之各輪如第四百圖之內僅二輪甲甲為
架板上有桿以挂擺丙為擺之上節擺挂于丁點已為連
擺之開戊為其軸有辛桿以壬鈎連于辛能鈎輪齒使開
輪齒轉過子與丑為橫架以託開輪軸軸有螺絲以接實
輪其軸伸出於前面



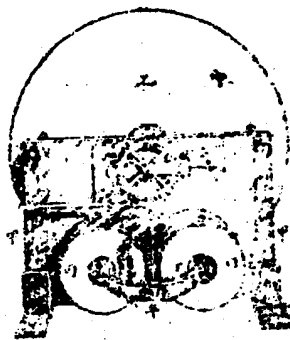
圖四百四

擺動向左推動庚釘而辛桿之壬鈎亦向左而鈎開輪之
齒轉過擺動往右則庚釘隨之往右每往復一次即鈎轉
一輪齒擺亦傳電氣至他鐘一次無論路之遠無有阻力

圖一

圖一

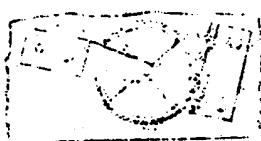
亦無機應蓋金塞連於擺庚釘移玉有之處則電氣
至遠處之鐘而本處之擺與遠處之擺更傳電氣在
管電氣力此以電氣於遠近二處互相為用故電氣無不
現力之時也



圖一百四

指時之鐘之各動作如第
四百一圖甲為作時之
銅板丙為錫絲圈丁為
半圓鋼吸鐵前後各一
桿連于軸相對其極在
絲圈可移動而無阻極各

圖二百四第



以同性者相對銅絲圈連于遠處之鐘而以遠處傳
氣則丁吸鐵必依遠處之擺而動動針之法已為小撥與
吸鐵同軸端有小鈎庚能動辛開輪之
齒開輪如辛有螺絲能動齒輪如第
百二圖齒輪通過甲甲架板而動針
丑為直鋼簧阻開輪之不退回子為
軸之架乙圈為鐘面

韋思敦電氣鐘道光二十年十一月二十五日初銜于
物會其放力之器不為常而鐘外有面又外有針面內有

圖一

齒輪自秒針之軸傳其動至時針之軸與常式時辰表相同電氣吸鐵器其秒針軸之輪以小電氣吸鐵條動之電氣每一傳斷則使齒輪轉進六十分周之一原鐘放力輪之軸連黃銅圓板板周分為三十等分每分之間嵌木塊以螺絲連黃銅簧于象牙或堅木與金類各件不相連簧端切于圓板之周簧連紅銅絲至電氣吸鐵鋼絲之端另有銅絲連于鐘架而至電氣吸鐵鋼絲之他端用恆力化電氣小器件數不多尺寸亦小連于電氣路之任何處銅簧迭更一秒切于銅一秒切于木

久臬司電氣鐘與常式者不同常式者或以電氣力運動或以電氣力制動故或發電氣器壞或傳電氣銅絲壞則鐘必停因致不多用以電氣動時辰鐘也同治元年博物會內久臬司之電氣鐘則以電氣傳過擺上之銅絲圈而由主鐘管理多他鐘之擺擺之一邊或二邊有恆吸鐵條能於電氣傳過銅絲圈時令擺與恆吸鐵之方向合式擺至弧端若太遲恆吸鐵即引之而使速若太早則推之而使遲其擺所欲得之電氣力極小主鐘所發之電氣力雖有大小不定亦無妨害故擺每次之差極微蓋此鐘之用電氣僅制其擺行之差而不賴其使擺行動故電氣雖偶斷鐘仍能行走也

且無藉電氣力之各病而有一極精之鐘則諸裝組之鐘皆可指時極准凡家內有多鐘者加此法最宜

步留果亥電氣鐘用電氣制各鐘之遲速每十二小時內使各鐘齊對一次或二次有一副齒輪與二小凸輪在分針凸處之二邊於分針至未初之時則電氣吸鐵器放其齒輪轉動而使二凸輪轉一周分針若太遲則推之向前如太早則推之向後而改正矣甚是簡便無主鐘擺相切之處斷壞而不準之病也

失已特電氣吸鐵鐘成豐元年博物院內有之其每來往一次電氣即成吸鐵力及無吸鐵力各一次每成吸鐵力即吸銜鐵而銜鐵起動連桿連桿起動挂重桿有鈎使不放每無吸鐵力即放銜鐵其鈎即放挂重桿落下遇擺而一擊擺受此擊則動一次而電氣再傳再斷則又擊如前又擊擺一次此擺自能傳斷其電氣又同時能傳斷第二發電氣器之電氣第二發電氣器運動他鐘能迭更引推其吸鐵條之軸上連以擺閘每秒時擺閘移進一齒閘輪之軸有小輪而動他輪打時之輪亦以電氣於每小時之初電氣乃傳使成吸鐵氣動相連之桿打時之閘輪每二秒進一齒每進一齒電氣吸鐵鐘打一下下有鈎桿移于記時輪之周每次打畢

鈞即下于輪周內電氣斷再至當打時則小時輪上之釘推動打時桿而電氣再傳復打如前

同治元年博物院中有撒克生尼人苦孫所造之鐘用電氣轉動而維心力轉擺制其轉速太速電氣自斷轉擺能顯轉速之微差其二球之離心力用簧制之而不藉地心力簧製甚精速微大于所定之數則軸偏已多故各齒輪之轉動必甚平惟相切之各點傳過大力電氣故常有生鏽之病

博物院內又有舊式電氣鐘數種其電氣皆由主鐘

希白新設之電氣鐘其電氣力恆相等較前諸法之力不相等者穩而更省有二電氣吸鐵二而一銜鐵動鐘之針一銜鐵能加減發電氣器之阻力令恆平勻

主鐘以平時傳斷電氣發電氣器與二電氣吸鐵相連一電氣吸鐵動第二鐘之輪第二鐘之電氣吸鐵器之銜鐵有二相連之簧能拉之離開吸鐵器此二簧之位置如傳過之電氣太小則銜鐵不動其二簧如電氣恰合則銜鐵受之吸力能勝一簧之力而銜鐵引至半路如電氣力太大則銜鐵引至吸鐵器相近而勝二簧之力齒輪之位置得一針為齒輪所轉動第二電氣吸鐵器之銜鐵在最遠處時則為第一電氣吸鐵器所推銜鐵在第二處則不動

銜鐵在三處則退後其針動之時能依其動之方向連阻力圍于路內或在外使電氣或減或增至所應當之力

電氣測微時表 第二百四十五節

測微彈槍彈之速必須此器用銅絲二條曲折于二架之內而成二屏立于擊前彈路之內二屏之銅絲各連於發電氣器又連于已知行速之擺彈擊穿屏銅絲即斷電氣亦斷即在擺內作一識羣思敦所設也

二電氣路不必在各處不連第一屏之電氣斷時可用一電氣吸鐵器令電氣傳過第二屏並第一電氣路之一分依此簡便之法破彈斷其二銅絲能發二記號但記二記號間之微時不易二次間之時必依連動之物而測之最難得此法鐘表之齒輪止能得一迭更之動法亦無用磨力之同輪能得平勻又有難處電氣吸鐵力之現必稍有時因電氣吸鐵器之軟鐵性俱不定而常改故不能定一數為現力所費之時每次用此器試之一切之事若可相同則電氣吸鐵器現力所費之時能相同然不能如此也

有一種測微時表名為那非斯擺在英國等多用之同治元年博物院內查斯巴存此器

用三件而成一為擺器與相屬之各件二為斷電氣路過

若干時能得相切三同時斷二電氣路之器其第二與第三兩件可為之傳電氣與斷電氣器

擺有時有二電氣吸鐵器一在搖動路之一邊能引擺錘之一小塊軟鐵二停住一甚輕之鉛針此針之心在擺軸之心上而依于一簧之面阻力在擺搖動至有電氣傳第二電氣吸鐵器之時即停鉛針其停法引一鐵領連于其空軸上但擺任意能傳動針之端有一物逆可觀擺自起動至針停時所行過之弧故第一電氣路斷則擺與鐘同時起動第二電氣路絕則成一電氣路因此針即停觀針停之時即知其微時易知擺過各大小弧之速能試而得之

測微時器測微彈之速與別法俱藉斷二銅絲間之時但那非司器則非直測量其最近之銅絲屏成電氣路之一分內有吸擺之電氣吸鐵器遠之銅絲屏非直連于擺相屬之電氣吸鐵器而連于斷電氣器之電氣吸鐵此電氣吸鐵上有銜鐵斷電氣路即落下落之時遇一簧簧之二端有相切之點此點相近處有一點水銀在小杯內銜鐵落則水銀與簧相切而擺之第二電氣吸鐵器成電氣路擺上之針即停所以微彈過第一屏即斷第一電氣路而使擺起動後過第二屏即斷第二電氣路而使銜落下

成第三電氣路使擺上之針停測擺起時至針停時之弧即略得彈斷二電氣路間之時此時依數事一電氣吸鐵失吸鐵氣所費之時二斷電氣器之電氣吸鐵器失吸鐵氣所費之時三銜鐵落下所費之時四擺上第二吸鐵器能吸鐵力能阻針所費之時五兩屏之間彈行之時前四事有數可求則自此四數可得第五數必另試其斷電氣器法將二銅絲之屏相切而同時斷之則一切之時與試放彈時相同惟斷二電氣路間之時不同觀擺行之弧至針停之時令此弧為乙前放微時行之弧為甲則甲內減乙為彈自第一屏至第二屏之實時弧推算秒數之工夫易明此不詳

測微時器有大用人多用之然能否極准亦尚難信因其擺行若干分費之時不問空氣之阻力並本器之面阻力又難觀准搖動一次之小分數各事電氣吸鐵試二次總不能正相同此法止少必用三電氣吸鐵器又常得斷電氣器未必能在同時能斷二電氣路動針之面阻力亦可為大小則擺起動之時針非立刻隨之而動或面阻力太大電氣已斷針仍隨擺行過若干度之弧雖有此各病但亦好用之因此別法簡便也泰更意為如能不用電氣吸鐵器並得斷電氣器用附電氣之火星或顯電氣器之針

記其時則更靈動

同治元年博物院有測微時之器用附電氣光星在原電氣線斷之時而現此器分數件法國京都人哈待所造

一有定黃銅管周一枚外用紙一條包緊二有一桿規用鋼為之端有鉑尖能繞成一圈近于黃銅管紙上之面與管同心此桿有時辰表之發條與齒輪動之三有擺繞管引長之軸而轉為桿所動此擺能令動之齒輪動得平勻四有附電氣圈內有原電氣線與附電氣線附電氣線之一端連于桿規一端連于黃銅管原電氣線連于一屏此屏為把銅絲曲折于屏甚密銅絲有電氣傳過彈斷銅絲時附電氣線立刻有火星火星過紙燒一小孔如用多電氣吸鐵器則能有多原電氣線過多屏而彈每過一屏而可成一火星其第一原線斷其第二原線立通每原線斷而至下原線通不過二百分之一

此器在博物院各奇器之簿內記之甚詳其工甚巧甚輕不特可測彈行之速又能測極微時各事

電氣記時器 第二百四十六節

同治元年英國博物院有丹國所造之器能記各事歷時極詳之數亦藉電氣之妙用

用轉柱外包黑紙連於時辰表而轉動時辰表用圓錐形

儀而轉動平勻又有二桿其端有金鋼石壓柱而刮其黑

面使露白色其桿有一帶能漸移動動之方向與柱之軸平行故成螺絲線而螺距各處相等此二桿亦能令金鋼

石上下動動之之法用二電氣吸鐵器之銜鐵一電氣吸鐵器有准時辰表傳斷電氣則所成之線如匹觀此線則

切或斷可分極詳其第二電氣吸鐵器觀之人用一按柄動之按柄放出一小頭觀此頭在柱面之處可知通斷線

上在何處此各件雖甚善不為新法惟依准時辰表擺而觀相切之時則甚巧如新法也又有二個直立之玻璃管

在管之下端皆作短橫管此二管之口甚相近而相對其

二大管內盛水銀其水銀流下過異橫曲處至二管相對之口因其口甚相近則二管之水銀能相連而不漏因微

絲管吸力也即微擺上有極薄之雲母石一層擺每動一次雲母石片過二管口之中分隔令電氣不能傳但擺行

回則二邊之水銀再相遇電氣能傳此傳斷電氣之法最巧妙其水銀不散開而其相切最准其面阻力極微或言

每次發電氣星成承養為雲母石下時帶出果如此則凡電氣鐘并顯電氣器之增電氣器皆可用此法傳斷電氣

有益有一電氣記時之器合于天文之用如定星過子午線之時等事存于瑞士國電氣報器之公行有紙一條為

一鐘所動鐘用挂重所動有風輪制其轉速風輪有一器能阻其行太速用鋼簧壓風輪軸紙條在二轉動之小圓板板並列而有理為靛靛墨其上此二圓板不用之時在紙面成二平行線又有二電氣吸鐵器連于托二圓板之桿其銜鐵能令其桿稍移動每移動一次則紙上所畫之線向上一小曲折鐘擺每秒時令電氣吸鐵器成電氣路一次所以在所畫之線上觀其秒界則可知時之數第二吸鐵器為人按其柄成電氣路按柄一次則第二線上成一小曲折觀第二線之小曲折與第一線即指秒線之小曲折即知按柄時之秒數與小分數其秒線上之小曲折相距約一百分之一故易分得十分秒之一

電氣寒暑表 第二百四十七節

同治元年英國博物院有西門子與哈斯客造之器能定深水之熱度名為電氣阻力寒暑表依金類熱度改變而電氣阻力亦改變之理為之用外包象皮紅銅絲二條等徑等長各繞成螺絲圈各藏于紅銅壳內極密使空氣不入一放于欲試熱度之水內一放於桶水之內二圈之阻力若不同可將桶內之水或加冷或加熱至相同則桶內之水熱度必等于所試水之熱度其阻力用顯器測之而相連之處當用大銅絲

電氣自記寒暑表瑞士國人所造其理略與步留格里之金類寒暑表相同用鋼針刺孔于紙又用金類二條繞成螺絲形而連此鋼針其二金類條用黃銅與鋼錐連螺絲內端連於黃銅柱之上紙長約一百四十碼而甚闊二黃銅軸使漸繞開過鋼針之下一軸連于一開輪其紙用一電氣吸鐵器與銜鐵在其面成記號有一長表在每若干時使電氣傳過吸鐵器有桿相連銜鐵電氣傳過則桿之一尖相入紙內成孔電氣斷則銜鐵上之鈎鈎開輪之齒使前行一齒紙每前行于分枚之二合于一度百分有一定之小輪在紙條之中成一直線看所成之點與此直線之相距則知當時之熱度

電氣試礮彈之把 第二百四十八節

電氣試礮彈之把黑名司初設把面分多分每分之間挂小珠或小椎與把相切或與把面之釘相切把之每分與別處不相連各分各自連固彈擊其一分餘分皆不動鉛彈擊其一分則把後之椎忽離而電氣驟傳至放鎗處放鎗處有發電氣器並顯器各分後各有銅絲與顯器常用小紅銅絲外包軟象皮或硬象皮而各絲較成繩曾已試之詳為甚合用云

電氣別船行速器 第二百四十九節

西門子與哈司客初造電氣測船行速器存于博物內能令齒輪逐齒轉動海內所放之器用馬西所造測船行速之器放於海內船前行而其器轉動轉至百次或多次則能令齒輪進一齒自船有象皮包之銅絲一條連至封密不洩空氣之匣內匣內有一幅齒輪在某時中能使電氣傳一次每傳電氣一次則齒輪之針指前一分則不拘何時可知船行之速不必將海內之器收入觀看而知所行之路也

電氣傳汽車器 第一百五十節

法國京都人名阿加得初設傳汽車之器法用車自有之重速積力阻車輪之轉動而非即用電氣力以阻車也各車輪軸上有凸輪凸輪能動一鈎鈎能鈎一齒輪齒輪動第二軸軸繞一鏈軸轉動之時鏈即繞上鏈端有阻力塊為鍊引動過車輪邊引緊則車輪不能轉此器所用電氣之處僅為定鈎起動之時車欲前行可放此鍊其動鈎之法鈎連于桿之端桿之他端有一簧按之令桿切于軸上之凸輪軸轉動則簧令桿恆與凸輪之面相切如此使桿搖動則所鈎之齒輪必轉動桿之他端有軟鐵之銜相連則桿搖動之時在一電氣吸鐵器之極點來往但凸輪能推桿至最遠之限而此輪必勝吸鐵器之力但至凸輪低

之時有電氣傳則簧力不足將銜鐵再移前故必存于最遠之點再不能動故鈎亦不動電氣吸鐵器有電氣傳過一次則可使其器不阻車放阻車器之法用第二副電氣吸鐵器其開輪相連甚牢于繞練之軸而可為之電氣吸鐵面阻力開有多電氣吸鐵之平面極點俱連于軸上遇開輪上圓鐵板之平面電氣傳過電氣吸鐵器時則與圓板粒吸甚牢用開輪阻車之時則粒甚牢此第二電氣斷之時無力收起阻車之塊則其阻車之塊以其本重而離開車輪使軸練繞開如此得二路一可為動鈎之路一為動開之路電氣過二路如斷第一路而斷之時不大則稍阻車若久斷電氣則阻力大至車停第二路暫傳電氣則阻力車之器不現力其二器不但一車可用而相連多車可公用或多車分數分每分內有若干車各有二路

此器在法國已試過國中命人查之報云甚好凡用電氣為此事之各器其病恐無有小于此器者動鈎之電氣若忽斷則立刻一切阻車之器能現力而車即停然第二電氣若斷而人不知至遇危險欲停車而車不速停依秦更之意如各車分數分每分各有二路則日日車多加或減去數車其連斷電氣線之工失如一路因事電氣不傳其危險甚大亦能誤事汽車之最要者立刻停車之器無誤

也故此器用電氣無論何巧恐不能通用

電氣自行添鍋爐水器 第二百五十一節

同治元年博物院有阿加特初造電氣自行添鍋爐水器其注或放或收在銜鐵也銜鐵放之時有汽機恒動之二鈎內之一鈎動開輪之一分此分開輪能開添水塞門但電氣吸鐵器有電氣傳過之時則收銜鐵而第一鈎相離不用第二鈎能動則第二鈎動第二兩弧此開弧開其添水塞門其塞非或全開或全關其動之開弧為在空處動其傳斷電氣之法有一浮表連于鍋爐外之傳斷電氣器不能有大危險因電氣雖有不傳電氣或傳之電氣太少而無力鍋爐必水通滿不致害人阿加特亦用第二銜鐵為本路電氣所動如電氣斷則打一鐘其打鐘之法汽機有一搖動之桿能接銜鐵汽機每動則鐘打一下電氣再專則銜鐵收上不為所接鐘即不打鍋爐內水太多太少有浮表使電氣斷則鐘打而管理之人知此事又凡得銅斷或發電氣之力小亦打其鐘

此電氣器行動與別器相同止有浮表定而不管隨水面上下則有誤事法國已用之有益

電氣指水高低器 第二百五十二節

指水箱內水面高低之器法國人暮拉倫與非內二人所

設用電氣路為浮表令電氣傳斷每若干時發電氣一次水高即發正電氣水低即發負電氣其正電氣動一跳步針向一方每傳電氣一次即跳進一步傳負電氣即對方向跳退一步收電氣之器甚簡用二電氣吸鐵器依西門子法為之一吸鐵器之銜鐵動開輪向一方向他吸鐵器之銜動一同式之開輪在木軸向對面之方向其二圈在一路內但其正電氣止能動一銜鐵負電氣止能動第二銜鐵凡對性之電氣過時銜鐵吸更牢而其擺開不遇開輪之齒有一小簧按開輪使擺不相遇之時不能轉動

所言西門子電氣吸鐵器之造法將直電氣吸鐵器二條相連成平常彎電氣吸鐵器之式所連二吸鐵器之鐵切于一箇大力之鋼橫吸鐵器之一極點如為北極則所成之電氣彎吸鐵兩邊俱有北極兩邊之端間有一根軟鐵舌能在二端之中搖動而相切此舌為其鋼橫吸鐵器之對面極點彎過托柱可知舌之吸鐵極為二電氣吸鐵極之相反無論遇何端俱能相吸若電氣吸鐵器有電氣傳過則一極點之力增大一極點之力減小故二邊吸舌之力不能相同必為一邊所吸而吸牢至電氣吸鐵之電氣換其正負而為對面之邊所吸

如配准其兩端與中舌之相距而令舌所移動之路小則器可甚靈動電氣報所用添所來電氣之力之器亦依此理

傳電氣之法繁重浮表上之時每升高若干寸即發正電氣一次每發電氣一次必高至三寸之後而能再發凡三寸之後再上三寸則電氣必為異性

電氣鑄板器 第二百五十三節

西國印花布花紙之印板以銅作管形其花紋俱可用電氣鑄刻之係法國人所創設此法用電氣傳於電氣吸鐵以使鋼刀之尖與欲刻銅管之面或近或離銅管面鋪漆一層將花樣與銅管同轉動另器制二物轉速之比鋼刀之尖另能小搖而刮去管面之漆使成極細曲線刻成即將鋼管浸于強水則漆為刮去之處即消去而成凹文能容顏料之稠漿而可印矣

電氣織布器 第二百五十四節

電氣織布器甚巧不用尋常之扣用一塊錫箔作所欲之花樣無花之處加漆使不傳電氣以大利國杜令之拖那利作此法

用金類板中作若干孔各孔有一鞣韃金類板可當昔時多厚紙之法。鞣韃塞住所不要用之各孔而機每動一

次則所當開之孔鞣韃為電氣收出而開

有金類梳每齒為包象皮之銅絲一條之端切于所備花樣之錫板凡得一齒遇錫箔之時則成電氣路但齒切漆之時則電氣斷每銅絲之路內有一電氣吸鐵器鞣韃各用一小軟鐵板所作頭如鈕形黃銅所作各鞣韃平間于架之各孔內每吸鐵器對面有鞣韃此架之位置能得各鞣韃之頭過金類之孔而伸至外每一極點之徑比相配鞣韃之頭稍大每鞣韃正在相配極點之心相對架在此方位一切之軟鐵根與其一極點之極點相切而其金類梳切錫箔之式

錫箔不上漆之處所相配電氣吸鐵器內之若干件能現力而引鞣韃之根其餘者不能引架並鞣韃離吸鐵器移開少許則所傳電氣而能有吸鐵力之器能吸鞣韃而架在其外移動則鞣韃頭通過板之後而其餘鞣韃隨架動而離開吸鐵器其板稍向下動因此所在板前之鞣韃俱留于其處不動因與極點不同心板子至此與平常所備之紙片相同因有數孔其餘俱塞住而其板在此各處平則機所有之鈎為此平面在一推之時所動此後移至原方位錫箔花樣移前少許而一切之事再如前一次梳有數色而錫箔花樣分數分各色配一分所屬於一色

之各分相連

核每柱復發電氣器過其相配之錫箔面傳電氣每次板改變合轉軸之架每改一次其發電氣器之路有合式之傳斷電氣器斷電氣如此免得每動一次發電氣光星而壞錫箔花樣

電氣發力之新法 第二百五十五節

同治五年格致會有韋而特者作書論附吸鐵電氣之奇性能顯者見一百七能有吸鐵氣少許若稍大力之電氣則能成吸鐵氣極多用吸鐵氣少許又能發極有力之電氣

試之之器用黃銅空管與鐵空管名爲吸鐵管內徑一寸又八分之二五管上能安多恆吸鐵條各恆吸鐵條重約一磅能挂重約十磅管內有銜鐵能轉動甚速銜鐵與管內相近而不相切銜鐵外繞不散電氣之紅銅絲長一百八十三尺徑○○三寸銅絲之端連于傳電氣器止能迭更受一方向之電浪其直傳之電氣過切線顯電氣器之圈吸鐵管之吸鐵條若加多則銜鐵圈所發之電氣數略與吸鐵條之數有比

再試吸鐵管上之恆吸鐵條能挂重之力與收銜鐵所發

電氣之電氣吸鐵力比用四恆吸鐵條安于吸鐵管上則能挂重四十磅再將恆吸鐵條與電氣吸鐵下相切而挂重物則能挂重一百七十八磅後用更大之電氣吸鐵能挂重一千〇八十磅爲四恆吸鐵條能挂重之二十七倍又試多加恆吸鐵條與收銜鐵所發電氣之電氣吸鐵力之較能加大至無窮

韋而特屢試各事知電氣吸鐵器能增電氣暨容電氣與包象皮之銅絲及來頓瓶相似而不同將吸鐵電氣器極之銅絲暫連于極大電氣吸鐵條而即斷之則二十五秒時之後電氣吸鐵條能發甚光之火星且電氣吸鐵器之銅絲暫能阻吸鐵電氣器電氣之傳行若吸鐵電氣之管上安四吸鐵條則十五秒時所發之電氣即能全濃力更大者則四秒時已能全濃

韋而特自所試而思得新理謂電氣吸鐵器爲吸鐵電氣傳過電氣吸鐵條而其所現之吸力大於吸鐵電氣器之吸力者因吸鐵電氣器恆發電氣或一次多發或連多次而少發依各種金類能增電氣及容電氣之性而鐵則此性最大所以有前之奇事也

韋而特既用小力恆吸鐵一條令電氣吸鐵有大力又思用小吸鐵電氣器傳電氣於大電氣吸鐵以顯多吸鐵力

用吸鐵管徑二寸半長十二寸半各管各配銜鐵銜鐵外繞銅絲長六十七尺徑〇一五寸每吸鐵管連十六恆吸鐵器第二吸鐵管之邊連一電氣吸鐵器其電氣吸鐵器之造法用錫爐板之二長方塊外繞用包象皮之銅絲其吸鐵電氣器與電氣吸鐵器俱用法使其銜鐵轉極速每分時得二千五百轉吸鐵電氣器過第二十號之銅絲即

〇四寸則長三寸之銅絲能熱至紅但吸鐵之電氣過電氣吸鐵器則電氣力極大用同大之銅絲長八寸則熱至能鎔又長二十四寸之一條能熱至紅

後用徑五寸電氣吸鐵器用二寸半徑之吸鐵電氣器以電氣傳過則其自電氣吸鐵器之電氣能鎔十五號鐵絲即徑〇七五寸之鐵絲長十五寸

韋而特見其加器之尺寸所得之力依比例而加大故另作一器吸鐵管徑十寸電氣吸鐵器重約三噸全器重四噸半器有二轉動之銜鐵一為得濃一為得數

得濃之銜鐵用第十三號銅絲所繞銅絲共用十三條各條徑一二五寸圍長三百七十六尺重二百三十二磅

其得數之銜鐵用銅片繞其外長六十七尺重三百四十四磅二銜鐵每分時轉動一千五百次動法用半固之闊皮帶

電

卷十

韋而特將前所用之徑一寸又八分之二五之吸鐵電氣器其吸鐵管上安六恆吸鐵器電氣傳過前之徑五寸之電氣吸鐵器此器所發之電氣直過徑十寸之電氣吸鐵器則所得之力比前人所用一切之法得之力甚大其吸鐵之力極大用得數之鐵能鎔鐵條長十五寸徑四分之二又能鎔紅銅絲長十五寸徑〇一二五寸

用得濃之銜鐵所發之電氣能化十六號鐵絲徑〇六五寸長七尺為氣又用長二十一尺之鐵絲能熱至紅又試濃之銜鐵所能成之光極大原法如下

所借之電氣燈其炭桿半寸方立于極高房屋之上所得之光至難以言語形容止能以所見之事項之路上之煤氣燈相距四分英里之一照于牆上之影內有煤氣火

之影自四分英里之一之相距而觀此光與日光無異而將尋常照相之紙相距二尺而遇此光二十秒時其變黑與三月間清天上午時直遇太陽光一分時相同

最奇者電氣之根源在六箇小恆吸鐵器其僅能挂重六十磅而吸鐵電氣所發之電氣不能燒紅極細極短設之鐵絲

成此多電氣所費之動力極大其大電氣吸鐵器能現之吸鐵力大至所用之極固之皮帶幾不能使轉動

附電氣器所發電氣之數 第二百五十六節

同治五年五月陸丙生致書於格致會其略云造附電氣圈者皆僅欲得長火星而已不計電氣之數也其濃常以能發四寸長之光星爲限欲其能此圈內銅絲恆繞二萬轉焉若再多加圈數則造費大電氣易散

陸丙生試知電氣數與銅絲之徑有比略至徑六十五分寸之一爲限多圈相連則濃或數之和皆不甚減小欲得大濃則正極與負極相連可得甚長之火星惟火星大則包銅絲之料易壞

欲得大數則各正極相連而各負極亦相連得各圈之和數而濃不大連多附電氣圈得六九將來考電氣各理有大用也

將附電氣器十件或十二件相連則每件必另有一發電氣器而各負極當連於傳斷電氣之水銀如用正極則每放電氣一次即爆裂而水銀與蓋水銀之醇皆飛散

83-91/152

電
氣
鍍
金

2010 01 10

電氣鍍金

目錄

卷一 電鍍理法 七法 七理 七法條目

第一法即一金質一流質 申明第一法 第二法即兩金質一流質

申明第二法 第三法即兩流質一金質 申明第三法

第四法即兩金質兩流質 申明第四法 第五法即另用一流質

申明第五法 第六法 第七法

七法之總論 七理條目 申明化學之理

金質與流質愛攝力之大小 愛力最宜不同 配質愛力本質愛力

流質內和合之配質忌 水之濃淡有定率 申明電學之理

電氣推吸有旋轉之路 電氣不可有隔斷之處 各金質引電之力有大小之次序

電氣通路之理 流質因電氣之故令所含之質分離

電氣釋名 上路下路二質 各原質以正負電分列次第

申明熱學之理 鍍流質與熱度有相關 光學之相關

申明重學之理 上下電路在流質內之形像與鍍金有相關

電路之形狀 化分化合之理 消化與化合亦有一定之分劑

電氣化分二質 電化分與算學相關 上下二路之大小並流質與金質絲

受鍍快慢

卷二 器具

鍋爐並零器

電氣

乾電氣器

電學鍍金

目錄

涇電氣器

鬆質之器即漏筒

鋅板

鋅板鍍汞

銀片鍍鉑

水箱

鍍箱內安置之法

刷車

通電銅絲

浸洗物件之水

電器內強水

金質粘合之流質

作模之料

凹凸之模料

筆鉛漆傳電之料

各物受鍍厚薄不同

合製鍍水

鍍水宜忌

試驗鍍水

試驗數種金質相合之流質

卷三 各種流質

銻流質

銻錄與淡輕綠相和

銻質最易鍍成本色

鈹鹽類

鈹流質

銻鹽類

銻流質

錫流質

錫鹽類

錫流質

錫鐵二質與電氣相關

鉛鹽類

鉛流質

鐵鹽類

鐵流質

鈷流質

銀流質

銅鹽類

銅流質

黃銅流質

汞流質

銀鹽類

銀用浸鍍

銀用電鍍

銀流質

電器消化銀流質

白銅鍍銀

光明銀流質

鉀衰

鉀衰內之異質

試驗鉀衰之法

銀衰

金流質

金綠

金衰

金用浸鍍

金用電鍍

化合金養

電器消化流質

何爾奧處金水

匹克耳金水

非助金水

立里蒲耳金水

得布里耶金水

愛墨愛耳鍍肆之金水

鉑鹽類質

鈇流質

卷四 雜說

整理受鍍之物

鋅鐵銅洗淨之法

銅絲掛物

粘合金質

金質不粘

免鍍受鍍

作模之法

凹凸力之模

模殼引電

模面刷筆鉛

凹凸力質引電

燐模質

玻璃引電

浸物於鍍水

加減電氣之力

積力與積面之別

金質消長

鍍金質之性軟硬不同

大器物漸漸受鍍

電器用法

電器內之流質

流質內消長二物

兩物搬動之法

流質之熱度

流質不可遇光

通電銅絲

鍍銅流質

鍍銅之用

鍍銅法造成銅物

鉛字之銅板

達巧而法照成之相鍍銅

石膏物件並花果等鍍銅

布上鍍銅

反用鍍法作銅板

用模之法刻銅板

銀流質之用法

鍍金之變事

受鍍明光之銀流質

鉀衰加於銀流質

乾淨渡銀之物

消脫銀銅

試驗銀質

鍍金流質之用法

鍍金顏色之改變

依化學之法收取金銀

用盡鑲力之流質收取金銀之法

乾法收銀

涇法收金

增論分取金銀之法

乾法收銀

乾法收金

83-40-91 1/2

電學鍍金卷一

布國 金惜理 口譯
無錫 徐華封 筆述

電鍍理法

是書原意專論理法故於一切無關切之言概不贅入惟此電鍍金類之事理先而法後苟明其理則可循理而用法茲故先詳其理而後備其法蓋理詳而法不備其理亦虛設而難憑知其法而理不明其法且蒙昧而無證所以先將化學電學之與此相關者詳述之次論各金類通用之法後再論每一金類專用之法學者宜將小器試驗之由粗淺而得其精奧始為工夫之要猶之種樹者之正其本治水者之窮其源也故是書以何者能成以何者不能成為要訣首列七法七理為綱領以該全書之旨

七法

其一用一種金質與一種流質 其二用兩種金質與一種流質 其三用一種金質與兩種流質 其四用兩種金質兩種流質 其五用第二三四各法相合並另用一種流質 其六用別法與一種流質 其七將上各法相合

七理

第一圖

其一與化學相關 其二與電學相關 其三與熱學相關 其四與重學相關 其五與幾何之學相關 其六事之次序 其七種之本性

學者須將以上七事試驗之細察鍍成之物與鍍不成之物而以七理證之則自能明鍍成之物必有其理即鍍不成之物亦必有理也

此事之用各有成法茲詳列之 各種水合於各金類 每一流質如何用法 電氣之源應用何種 電氣如何造法 或用大力電器或用小力電器 如何作法可鍍厚鍍薄 金類之質粘連與否 用數質借別種式樣造一物而鍍此金 受鍍之物不傳電氣設法令傳 用相合之金類或銻或錒或錫或鎘或鉛或鉀或鈉或銅或黃銅或日耳曼銀銅或金銀鉑等質鍍於別質 鉀衰之造法 流質變壞用法令其金質分出

七法條目

一用一種流質一種金質如第一圖將一種金浸在流質中此水已消欲鍍之金質在內如其熱度合宜則水中之金類能鍍於浸在水中中之金質設將淨鐵條浸在銅養硫養水中則水中之銅質於鐵條之上若將銀條浸此水中即不鍍銅 二用

二種金質二種流質如第二圖兩金相連甲為銀乙為鐵



同浸於銅養硫養水中丙為玻璃蓋則鐵與銀俱可鍍銅若以銀條與金條或與白金條相連而浸於水中即不鍍銅此與但用銀條

圖三第



者同 三用一種金質兩種流質如第三圖第四圖丁戊為兩流質但不可相和宜如第三圖分隔之法如己其分隔或用薄木板或用

第四圖



無釉之瓦器其意欲令兩種流質雖隔而仍有細孔相通其一種金質或曲之而插於兩種水中或各插一條而在兩條之上端相連如第三圖或如

第四圖用一深窄之器以重流質先盛於底次將輕流質傾於上面而不令相合如先盛銅養硫養水次將淡硫強水傾入遂將銅條浸其中則下端在銅養硫養水中者必鍍銅上端在淡硫強水中者必消銅若以白金條浸入則不受鍍亦不能消 四用兩金質兩流質如第五圖甲乙

第五圖

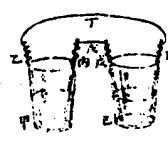


為兩金質之條丁戊為兩流質分隔如前法其一種金質在一種水內又一金則在別種水內相連之法有一絲如一面用淡硫強水

內浸銅條一面為銅養硫養水內浸銀條上端用銅絲相

連則銅條消化而銀上鍍銅若以鉑條代銅條則不能消化而銀條亦不鍍銅 五可用前任一法將兩種金與又一種同類之金相連其相連之金在別種流質內如第六

圖六第



圖乙為鐵丙為銅甲為銅養硫養水或乙為鉍丙為銀甲為淡硫強水若以丁戊兩銅條浸在銅養硫養水內如已相連在丁戊兩銅絲則戊銅條與丙銀條相連者銅

即消化丁銅條與乙鉍條相連者銅即受鍍若用鉍養硫養水與硫強水相合而盛於己盆之中以代銅養硫養其兩銅條以兩鉍條代之則白金不消化而銅上不鍍銅 六用可鍍之流質與別種力如電器等相連鍍金之事無外乎此後將此逐節論之

第一法即一金質一流質

鉍綠消化於水則鉍鉍錫鉛黃銅白銅浸此水中皆受鍍 鉍鐵鍍紅銅銀金白金皆不受鍍 鉍綠水內浸鉍錫鉛鐵皆受鍍鉍鉍銅黃銅白銅金白金皆不受鍍 鉍養硫養水或鉍綠水或鉍養淡養水或鉍養醋酸水則 鉍鉍鉍鐵鍍銅黃銅白銅銀金白金皆不受鍍 鉍綠水內浸鉍鉛皆受鍍鉍鉍鐵鍍銅黃銅白銅銀金

X 3 100-91 26

白金皆不受鍍

二鉛養淡養水或鉛養淡養水或鉛養醋酸水鉍則受鍍

錒鈹錫鉛鐵銅黃銅白銅銀金白金皆不受鍍

鐵養硫養水盛於瓶內口用軟木塞水內浸鉍則受鍍錒

鈹錫鉛鐵鎳銅黃銅白銅銀金白金皆不受鍍

銅養硫養水內浸鉍錫鉛鐵皆受鍍錒鈹鎳銅銀金白金

皆不受鍍

銅綠水內浸鈹鉍錫鉛鐵皆受鍍錒鎳銅銀金白金皆不

受鍍

銅養消化於淡輕養水或銅養消化於淡輕綠水鉍則受

鍍錒鈹錫鉛鐵鎳銅銀金白金皆不受鍍

銅養淡養水內浸鉍錫鉛鐵皆受鍍錒鈹鎳銅銀金白金

皆不受鍍

汞鹽類水內鉍鈹鉍鉍錫鉛鐵銅黃銅或銀鉍銀錫銀

鉛銀銅相和之質皆受鍍

汞養淡養水內浸鈹鉍錫鉛鐵銅皆受鍍水內再加硝強

水則又可鍍在錒上但金銀白金皆不受鍍若用汞養醋

酸水內浸鐵則可鍍汞

純銀消化之水內浸鉍鈹鉍鈹錫鉛鐵銅汞皆受鍍

銀養淡養水浸鉍鈹鉍鈹錫鉛鐵鎳銅黃銅白銅皆受

鍍金銀白金皆不受鍍鉛與錫受鍍更速後依各質受鍍

之難易而論其次序如錒鉍銅鈹鉍鉍汞等銀養淡養消

化於酒醋則鉍鈹鉍錫皆受鍍惟鐵不受鍍銀養硫養

消化於水內鉍鐵皆受鍍錫則受鍍更速惟鈹不受鍍銀

養淡養消化於醋或銀養硫養消化於水黃銅或銀鉍銀

錫銀鉛相合之質皆受鍍銀養與鉍養消化於水鉍鉛銅

皆受鍍黃銅白銅受鍍而稍慢鈹鈹錫鐵鎳銀金白金皆

不受鍍金綠消化於酒醋平常之金類皆受鍍銀汞白金

鈹鉍鈹鉍錫鉛鐵鈹亦受鍍鉍則受鍍更速鎳鎳鉍鉍

皆不受鍍金養並鉍養消化於水鉍之受鍍甚速銅黃銅

白銅受鍍稍慢鈹鈹錫鉛鎳銀金白金皆不受鍍

鉛綠水鉍鈹鉍鈹錫鉛鐵鈹鎳銅黃銅白銅汞銀皆

受鍍金與白金不受鍍

申明第一法

一用平常之熱度浸金質在流質中 有時鍍有時不鍍

二浸同類之金質在流質內不能受鍍如以鉍浸於鉍養

硫養水銅浸於銅養硫養水則鉍不受鉍而銅不受銅或

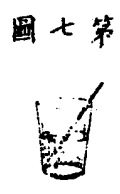
以金浸於金綠水亦不受鍍 三賤金如鉍錫鎳鉛鐵之

面受鍍易若貴金如金與鉍之面受鍍難 四賤金如鉍

與鐵消化於水受鍍其質少貴金如銀與鉍消化於水受

鍍其質多 五歷考以上各事即知極大鍍金之力為錄
六又可知一切受鍍之金質俱是甚薄 七間有所鍍
之金質不似金而為黑色粉此係鍍時太速之故

銅器鍍錫即用前第一法如第七圖浸於錫鹽類水並鉀



養二果酸水而在火上沸之銅釘或銅鈕
小件欲鍍薄銀可用銀水擦勻薄金亦用
此法但不甚牢固

第二法即兩金質一流質

兩金質在上端相遇或在下端相遇或用銅絲相連

錫綠水如第八圖甲為錫乙為錄丙為錫綠水即在錄上

第八圖



鍍錫或將鉛與錫相連浸於錫綠水中則鉛
上亦鍍錫若將錫與白金相連浸於水中即
不受鍍或將白金與銀相連浸於水中亦不

鍍錫用鉍綠水浸以錫與黃銅相連或銅錫相連或白銅
與鐵相連則銅上俱鍍鉍若將黃銅與金相連或金銀相
連或白銅與白金相連皆不鍍鉍

鉍養硫養或鉍綠或鉍養淡養任一種水浸以鉍鉍錫錫
鉛鐵錄銅汞銀金鉑鈹此數質內任以何兩質相連皆不

鍍鉍

錫綠水內浸錫錫銅或與錫相連或與鉛相連皆可鍍錫

若錫錫或錫銀或銅錫或金銅或鉑銅相連皆不鍍錫
二鉛養淡養水浸以與錫相連之錫或與錫相連之銅或
與錫相連之黃銅皆可鍍鉛

鐵硫水內浸以與錫相連之鉑可以鍍鐵若將鉑與銅連

不能鍍鐵

錄綠水二分淡輕養一分相和浸以與錫相連之銅則可

鍍錄若與銀相連不能鍍錄

銅養硫養水浸以與錫相連之黃銅與鐵相連之錫或與

鐵連之白銅或與鐵相連之銀或與鐵相連之鉑皆可鍍

銅若將銀與錫相連或鉑與黃銅相連皆不受鍍

銅養在淡輕養內消化浸以與錫相連之鉑可鍍銅若銀

與鐵相連不能鍍銅

汞養淡養水浸以與錫或鐵相連之銀可鍍汞或鉑與銅

連亦可鍍汞若鉑與銀連則不受鍍

銀養淡養水浸以與錫相連之金可鍍銀若金與鉑相連

不能鍍銀

鉑綠水內浸以鉑與錫相連則受鍍若與金連則不受鍍

申明第二法

一有時能鍍有時不能鍍 二若將任一金類質浸於任

一流質中不能受鍍雖加相連之質亦不能鍍如將錫置

R2.m. 01/76

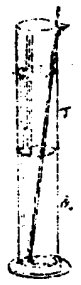
錳水中則錳不受錳在此水中將別金與錳相連別金亦
 不受錳如銅與錳相連置錳養硫養水中銅不能受錳或
 在錳綠水中浸以銅與錳連銅亦不能受錳或銅與錳或
 與金或與別金相連浸於前兩種水內皆不能鍍 三兩
 金質相連則一箇金能受鍍此因與別金質相連之故若
 不相連則不受鍍 四任何金質浸於任何流質以此金
 與別金相連可鍍別種金質若別金獨在流質中而無相
 連則不能鍍如錳或錫或鐵浸於銅養硫養水中則錳錫
 鐵皆能鍍銅若以鉑與金與銀任一質浸在此水中則不
 鍍銅再以錳或錫或鐵任一質與金銀鉑任一質相連而
 浸此水中則可鍍銅 五賤金可用此法使別種金質鍍
 於別金惟錳有極大之力若以貴金如金鉑等為相助則
 不及錳之能 六貴金水中所鍍之金質數常能甚多賤
 金水則不能多鍍 七用此法而欲厚鍍必須多歷時刻
 又須多添水內之料

第三法即兩流質一金質

第九圖丁戊為兩流質已為分隔之物有微孔相通甲乙



第九圖



第十圖

為金質相連以銅絲
 一浸在丁 一浸在戊
 若不用分隔可用第

十圖之法已詳前第一節以丁為淡強水戊為錳綠水
 其金質為錳強水中之錳消化錳綠水中之錳受鍍且
 能甚厚

錳綠水與輕綠水分隔左右則輕綠水中所浸之錳消化
 而錳綠中所浸之錳鍍

銅養硫養水與輕綠水分隔左右則相連之兩錳在銅水
 中者鍍銅

鉍綠與輕綠分隔左右則鉍上鍍鉍

不含鹼類之錳綠與淡強水分隔左右將錳條彎作半
 圈而浸於左右兩水中歷十二小時則錳上鍍錳

用錳養醋酸水與淡強水左右分隔則相連之錳在強
 水中消化在錳養醋酸中鍍錳

錳綠水在左淡強水在右而浸以鐵則錳水中受鍍強
 水中消化

錳養硫養水在一邊淡強水在一邊而浸以鐵候十二
 小時亦不能鍍或一邊用淡強水一邊用錳養硫養水

而浸以錳十二小時亦不鍍鐵
 錳綠水在一邊淡強水在一邊浸以錳則鍍錳

錳養硫養水在一邊淡強水在一邊浸以錳歷十二小
 時而鍍錳

鈹養淡養在一邊淡硝強水在一邊浸以鈹俟十二小時
即鍍鈹

鋅養硫養在一邊淡硝強水在一邊浸以銅俟十二小時
尚不受鍍

銅養硫養水在一邊淡硫強水在一邊浸以黃銅或紅銅
即可鍍銅或一邊用銅綠水一邊用淡鹽強水浸以紅銅

亦可鍍銅

一邊用淡硫強水或淡硝強水一邊用銅養硫養水浸以
銀歷十二小時不受鍍若一邊用鉀養水一邊用鉀養與

銀養相合之水亦浸以銀即能受鍍

銅養淡養在一邊淡養與輕綠相合之水即合在一邊浸

以白金不能鍍銅或一邊用合強水一邊用金養水浸以

白金亦不鍍金或一邊用合強水一邊用鉑綠水浸以白

金亦不鍍鉑

申明第三法

一有時鍍有時不鍍 二此與上二事稍有不同此可用

同類質鍍之如鉀上鍍鉀銀上鍍銀銅上鍍銅是也 三

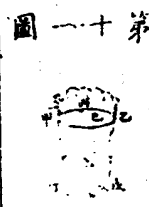
可用貴金鍍於賤金惟須流質合宜否則不受如用金或

銀一端浸於濃鉀養水一端浸於銅養硫養水或鉀綠水

則鉀養內者消化而銅水或鉀水內者鍍銅或鍍鉀 四

所鍍之一端俱精別一端之水 五賤金用此法其鍍力
大於貴金 六水內所含之金質貴者鍍得多賤者鍍得
少 七能厚鍍並能粘台甚固

第四法即兩金質兩流質



第十一圖甲乙為兩金質丁戊為兩流
質丙為相連之金質絲已為分隔之疑
物

甲為錫浸在丁流質即錫綠水乙為鉀浸在戊流質即淡

硫強水丙為相連之絲歷十二小時則錫上鍍鉀

淡鹽強水內浸錫鉀養硫養水內浸鉀則鉀上鍍鉀

淡鹽強水內浸鐵鉀綠水內浸錫十二小時之後鍍錫甚
厚

淡硫強水浸銅鉀養硫養水浸鉀則鉀上鍍鉀

淡硫強水浸鉀銅養硫養水浸黃銅則黃銅上鍍銅

淡鹽強水浸鈹錫綠水浸錫歷二十四小時亦不受鍍

淡鹽強水浸鐵錫綠水浸錫歷十八小時亦不受鍍

淡鹽強水浸銅錫綠水浸錫不能受鍍淡鹽強水浸銅錫

綠水浸錫亦不受鍍

申明第四法

一有時鍍有時不鍍 二金質與流質合宜則受鍍比前

各法更快 三受鍍之金質因與助鍍者相連故能受鍍
 四濃強水內助鍍之賤金質其助鍍之力大於貴金
 五貴金鍍物易於賤金 六此法能粘台而甚厚

前法亦可用分隔之盃只須一種硫質盛於漏筒一種流
 質盛於盃中漏筒即置此盃中如十三圖之式

第五法即月用一流質

圖二十第



除第一法之外有合用者三法 其一用

一流質兩金質如第十二圖甲為盃盛以

淡硫強水或銅養硫養水乙為鋅條丙為

銅條丙有戊銅絲相連乙有丁銅絲相連

或即用此兩銅絲或另用兩銅條戊丁與此兩銅絲相連

浸在銅養硫養水內已盃內之戊銅條即消化而丁銅條

因與鋅條相連故能鍍銅 其二用一金質兩流質如第

十三圖甲為盃內置乙漏筒甲盃內有中

立性之鋅養硫養水乙漏筒有淡硫強水

此二水內各浸一鋅條每條相連有庚辛

銅絲此銅絲之端浸於別盃內此盃盛銅

養硫養水辛銅絲即消化庚銅絲即鍍銅 其三用兩金

質兩流質亦如前圖若乙為銅條丙為銅養硫養水其別

事與前同則壬盃內之鍍銅比前更快若改變之而鋅養

硫養水內加以鹽強水盛於壬盃內再以鉑絲代銅絲則
 鉑絲不消亦不鍍

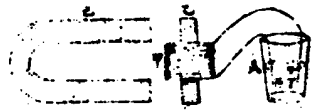
申明第五法

此與前第二第三第四法不同者因兩銅絲令金質相連
 而仍分開且其不連之兩端浸在另一流質內而兩銅絲
 一消化一受鍍然其本體並無能力皆藉別盃內之金質
 與流質

第六法

用彎吸鐵如第十四圖乙為軟鐵條用長銅絲繞其中間
 此銅絲先用不傳電之物包之銅絲之丙丁二端浸於銅

圖四十第

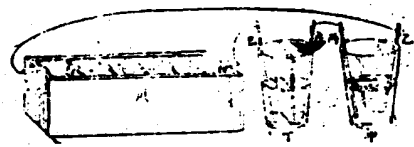


養硫養水中如戊其大力彎吸鐵如己若令
 吸鐵二極與鐵條之端幾次相遇每遇一次
 在將離之先取出一銅絲及第二次將遇之
 時即以浸下如此則一消化一受鍍

第七法

除第一法之外各法相連皆可用如十五圖甲為盃丙為
 銅條乙為鋅條盃內有淡硫強水再有丁為分隔之盃戊
 浸在淡硫強水已浸在銅養硫養水再有庚為長箱內盛

第五十圖



不通之流質為銅養硫養水將彎銅條兩端左右分浸其銅條一端與已相連又一端與乙相連各有銅絲則銅條相間鍍銅惟甲盆內之銅條不受鍍

七法之總論

一七法中俱有或鍍或不鍍 二平常之金類或貴或賤用前各法大抵皆可鍍 三鍍不鍍與強水並金質相關金類與強水相配之法亦相關與連接之法亦相關 四器具之大小流質之深淺金質之厚薄與鍍不鍍無相關 五以上各法之中必有不同類之事或金質不同類或流質不同類或金質與流質兩物皆不同類 六凡受鍍之事必有一個金質在流質中消化如第一法用鐵條浸於銅養硫養水中則鍍銅之時能消鐵幾分又如第二法用鐵銅兩金質浸於銅養硫養水則鐵消化而銅鍍銅又如第三法用淡硫強水浸銅銅養硫養水亦浸銅強水內之銅消化銅水內之銅受鍍又如第四法淡硫強水浸鉍

銅養硫養水浸銅則鉍消化銅受鍍又如第五第六法用之水內金質消化其又一金質受鍍第七法並同 七第一第二法中受鍍之金質亦消化第三四五六七各法中受鍍者不消化 八除鍍屬金並金衰水之外鉍之鍍力最大鉍則最小 九鉍之鍍力遠於別質但鍍得者有黑色 十各種平常金鹽類水貴金最易鍍賤金慢於貴金極難者為鉍鹽類水此外更有五事 一若用數種金質必應相遇或用金線相連 二若用數種流質又必相通或用鬆質分隔或一種在下面一種在上面 三用數種金質並流質不但各物相連又必連成一周且相連之各點不可有別物阻礙 四用流質自本無鍍力所有之鍍力俱藉金絲相連之事 五相連之金絲其長短與鍍金無相關

七理條目

一為化學之理如以淨鐵絲浸於汞養淡養水內則能鍍汞若浸於汞內則不受鍍此受鍍之事則在化學之中 二為電學之理若將鐵與銅以金類絲相連而浸於銅養硫養水內則銅上鍍銅若以樹膠類相連則不受鍍因金類傳電而膠類不傳也 三為熱學之理尚未攷明 四為重學之理鐵浸於銅養硫養水內則鐵上鍍銅若浸白

金於此水則不受鍍其故因鐵消化而受鍍其銅鐵之質點一推一吸使然白金則無有推吸之理故不受鍍 五爲數學之理錫綠水內浸以炭兩塊兩炭相連用電器則炭上鍍錫若浸銅物於錫綠水亦與電器相連則不受鍍此因一質點綠一質點錫相配所以鍍若一質點錫二質點綠相配所以不鍍按法拉待所攷之理相配者有兩原質合成一物其各質以一相配則可徑令兩原質分開若一質點對兩質點則必用繞道之法分開茲言大略後將各理分言之

申明化學之理

受鍍之事其金水內應有鹽類卽酸質與本質合成之物其酸質消化一金質而本質鍍在別金質此爲最要簡易之變化詳論如後

一用一金質一流質如淨鐵浸在汞養淡養水中鐵上鍍汞因有酸質與本質所以能鍍若浸在汞內但有本質而無酸質故不能鍍 二用二金質一流質如鋅與鉑相連而浸於汞養淡養水則鉑上鍍汞若二金質浸於水銀內則不受鍍亦卽前理 三用一金質一流質如鬆質分隔之器一邊有濃鉀養水一邊有汞養淡養水用銜白金條將兩端浸於兩邊則汞養淡養之一端受鍍若一邊用汞

則不受鍍亦同前理 四兩金質兩流質亦用分隔之器一有淡硫強水一有汞養淡養水強水內浸鉑汞水內浸鉑相連以金絲則鉑上鍍汞若代汞養淡養以汞則不受鍍亦同前理 五用一流質而以兩金質相連如第十三圖之法或如第十四圖電氣之法若浸白金之兩端於汞養淡養水則白金線上銀汞若代以水銀亦不受鍍

金質與流質愛攝力之大小

一將鉀一塊浸於任何流質內卽現化合之大力若浸於土類之酸流質或木類之酸流質其化合之力尤大若浸於淡水內或在生物質之水內則化合之力稍小如將鉀一小塊浮於水面卽卽化其水之輕養二氣分離生熱生氣而發火鉀在水面滾盪不定而消化養氣與鉀合成鉀養 二土類之酸質如硫養輕綠輕弗淡養等若浸以鉀亦發氣而現化合之大力其養氣與鉀化合而消化木類之酸質如草酸葡萄酸檸檬酸螞蟻酸醋酸等若浸以鉀則化合之力較小鉀若浸於水中並不發氣亦不化合因是知鉀與流質之愛力甚於鉀與流質之愛力又知鉀鉀兩質與酸質之愛力大於與水之愛力鉀鉀二質與土類酸質之愛力大於與木類酸質之愛力 三鉀浸於淡酸質內或土類或木類酸質內卽能消化而發輕氣若

為銅惟有淡養酸質能消化因是知鉍與酸質之愛力大於銅與酸質之愛力 四金或鉑浸於土類木類之酸質內不能化合銅若浸於淡養內即有極快之化合若浸銅於別種強水中雖化合而不甚快因是知銅與酸質之愛力大於金鉑與酸質之愛力按金質與酸質所有之愛力其大小之次序為鉀鉍銅金鉑又有輕衰與衰兩質與金化合之愛力大於與賤金化合之愛力惟養氣綠氣並尋常強水則與賤金之愛力大於與貴金之愛力所以鍍金之事多用衰類質

鉀為鹼金鉍錫鉛鐵鈷鎳銅為賤金水銀銀金鉑鈹為貴金此三類金質鹼金與酸質之愛力最大賤金次之貴金質為最小故鉀浸於金水中則任何金質俱能鍍於鉀上鉍等賤金浸於此水中不及鉀之大力貴金則更小因知金質與酸質之愛力最大者其鍍力亦最大愛力小者鍍力亦最小

愛力最宜不同

消化之面並受鍍之面並流質內本質之愛力宜不同消化之面與酸質之愛力宜大於受鍍之面與酸質之愛力或水內金質與酸質之愛力 一用一金質一流質如鐵浸於銅養硫養水則鐵上鍍銅鉑浸於此水則不受鍍因

鐵與硫養水之愛力大於銅與硫養之愛力故硫養消鐵而放銅鐵即鍍銅若白金與硫養之愛力不及銅與硫養之愛力故不放銅而鉑不受鍍 二用兩金質一流質如鐵與銅相連而浸在銅養硫養水則鐵銅兩質俱鍍銅若銅與鉑相連而浸此水內不能鍍銅蓋鐵與硫養之愛力大於銅與硫養之愛力故硫養與鐵化合而放銅於是有移動之力自鐵過水而至銅又自銅轉回所以水內之銅鍍於銅白金不鍍者因白金與銅鹽類之酸質其愛力小於鹽類內銅與酸質之愛力故無旋動而受鍍之事 三用一金質一流質若以彎銅一端浸在銅養硫養水內一端浸在硫養水內此二流質用鬆質分隔銅水之一端受鍍強水之一端與強水化合而消化因銅與強水之愛力大於銅與鹽類水之愛力故銅與強水化合能成移動之力而旋轉若將彎形之鉑或金代銅即不受鍍因與硫強水之愛力小於鹽類水內銅與酸質之愛力故不能使分離 四用兩金質兩流質如銀浸在濃鉀衰水內銅浸在銅鉀衰水內兩金以金質絲相連兩流質以鬆質分隔銀即消化而銅受鍍因鉀衰與銀之愛力大於銅與銅鉀衰之愛力故銀消化而成旋轉之路銅即鍍銅若代銀以鐵則不鍍蓋鉀衰與鐵之愛力亦小也所以不消化不旋轉

不受鍍 五月用一流質並相連之鍍力如銀兩塊與電氣之力相連浸在銀液並鉀養水內則一塊消化而一塊受鍍若代銀以鐵亦不消化亦不受鍍

凡月用鍍金之流質內浸兩金質而有別法相連則其愛力不同若金質與流質之愛力大則其大小不同之差數亦大若愛力小則大小不同之差數亦小第五事中流質與銀之愛力大故大小之差數亦大所以一銀消化一銀受銀若代以鐵則流質與鐵之愛力小而差數亦小故一不消化一不受鍍因是知受鍍之面與消化之面其愛力應有差數且消化之面必與酸質有大愛力否亦不能受鍍

凡兩金質與配質之愛力差數益大則其鍍力亦益大
一用一金質一流質如銀浸在金絲水內則銀漸受鍍若將鉍浸此水中受鍍更快其銀之受鍍慢而鉍快者因銀並水所含之金與配質之愛力差數小鉍並水所含之金與配質之愛力差數大 二用二金質一流質如鉍銅相連而浸於銀養液養水則鉍上鍍銀甚慢若以鐵或鉍代銅則鉍之受鍍甚快因白金並鐵鉍與配質之愛力其差數大於銅並白金與配之愛力也又如鉍與鉍其浸於淡硫強水再與兩銅條相連其銅條浸於銅養硫養水則銅

條上鍍銅甚快因鉍並鉍與硫強水之愛力差數大若改鉍而用鉍則鍍得甚慢因鉍並鉍與硫強水之愛力差小若用鐵與銅入此水中則受鍍更慢因鐵與鉍強水之愛力差數更小也 二用兩金質兩流質如鉍浸於淡硫強水銅浸於鉍養硫養水兩流質有懸質分隔兩金質再與銅養硫養水內之兩銅條相連鉍即鍍若將分隔器內之銅養硫養液換用濃硫強水其銅換以鉍亦鍍銅而稍慢因前法兩金質之差數大後法兩金質之差數小

配質愛力本質愛力

愛力有大小不同亦有種類不同凡本質如各金質並鹼土金並鹼金皆與配質有大愛力其各配質如養硫絲燐弗等並土類木類酸質亦與本質有大愛力此即不同之類也惟消化與受鍍之面愛力不同亦有類之不同凡月用流質有一金質消化此金質因與別法相連故得配質之愛力受鍍之面亦與別法相連即得本質之愛力即第

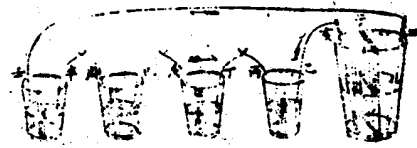
第十六圖



十六圖甲為鉍乙為鉍丙為淡硫強水兩金質浸在內丁為汞在月用流質盃之底月用之鍍質戊為鐵養硫養已為鐵條浸在此水之內有金質絲與鉍相連其鉍有金絲或鉍絲庚與汞相連此庚金絲套以皮管或樹膏管

通至汞而不與鐵養硫養水相遇浸在鐵養硫養水內之鐵條有配質之愛力故化合而成鐵養硫養其汞有本質之愛力而合成鐵汞若鐵養硫養水代以銅養硫養水鐵條亦代以銅條則成銅養硫養而又成銅汞觀此即知消化之面有配質之愛力受鍍之面有本質之愛力除汞之外尚未攷得別金類亦有此類之愛力因平熱度之水銀已為流質而別金類則為定質假如別金類若能溶化而與消化之鹽類質相連大約亦有此事配質愛力與本質愛力其旋動有兩相反之面 一金質一流質其流質為銀鉀衰而浸以銅即受鍍銀若浸以鐵則不愛鍍其銅受鍍之故因銅與衰化合之愛力大於銀與衰化合之愛力故衰與銅化合而放銀至銅面其化合之時銅點離開而旋轉之方向進流質不遠隨又還至銅面惟離去之點與還來之點不是一點且其離與還之各點甚多而密不能計數所以愛力旋轉在同時中又化合又消化又受鍍此為質點旋轉之路也故其離去銅面之點即配質愛力還至銅面之點即本質愛力若用鐵代銅即無此愛力旋轉故不能在離點消化在還點受鍍若用二金質一流質如鐵並銅相連而浸於銅養硫養水內則鐵與銅並能鍍銅若用金代鐵即不受鍍其受鍍之故因鐵有離去還來之

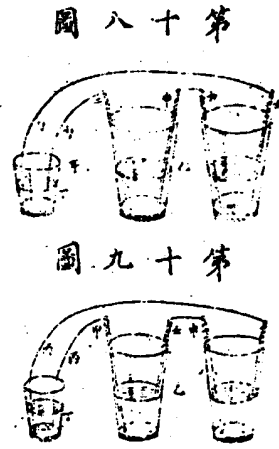
第七十圖



事與前同理若在流質內亦有旋轉之路且銅鐵因相連之故令配質與鐵化合而銅受鍍若代鐵以金則無旋轉之事故不能鍍若用一金質一流質將金絲連銀兩塊一浸於鉀衰水一浸於銀鉀衰水此兩流質在漏筒之微孔相遇則亦有過銀質金絲並流質而旋轉之路故銀消化而銀受鍍若以兩鐵代兩銀則無旋轉亦不受鍍若另用一流質如第十七圖丙丁與戊己與庚辛之三對銅絲浸於銅養硫養水內又有乙銅絲與亥鉍條相連鉍條浸於淡硫強水內壬銅絲與甲銅條相連銅條浸於銅養硫養水內子為漏質之隔板隔開銅養硫養與淡硫強水則其旋轉之路內一箇間一箇有配質之愛力而消化如亥壬庚戊丙再有一箇間一箇有本質之愛力而受鍍如甲乙丁己辛設斷其路或將銅取出或剪斷其銅絲則不受鍍若將剪餘之物再浸於銅養硫養水內則又有旋轉受鍍之事

考驗前事則明一箇間一箇有配質愛力而消化又一箇間一箇有本質愛力而受鍍此愛力旋轉之路相反可名為旋愛力。

或可用雙數器具內有流質與金質即有鍍力可用一相連之法而令不旋動故無旋愛力且不能鍍如第十八圖



甲乙為兩器每一器內有淡硫強水每一器內有一錳如壬每器內有銀如申相連如錳銀銀錳其丙丙兩銅絲浸在銅養

硫養水內如丁則不受鍍若用第十九圖之法相連為錳銀錳銀其丙丙兩銅絲同前則旋轉而能鍍第十八圖不鍍之故因甲器內愛力旋轉之路與乙器內愛力旋轉之路相反而甲乙器內之力同故愛力彼此相減而無旋轉也第十九圖能鍍之故因甲乙二器內旋愛之力相同也所以金質之器多箇內有數箇相連錯誤而減其力則其餘器之方尚有用如本有十二器而內有三器錯誤則三箇減去三箇其餘六箇亦可用不過力量減小耳
臨鍍之時其流質內之配質與消化之金質化合而成一鹽類質此鹽類質隨即消化於流質內而同時中受鍍之面所鍍之本質放出配質再令與消化之面化合詳之如後

一用一金質一流質如鐵浸於未養淡養水則鐵與流質內之淡養化合而成鐵養淡養同時中未鍍於鐵而放出配質 二用二金質一流質如鐵銅相連而浸於銅養硫養水則鐵面上成鐵養硫養同時中銅鍍於銅而放出配質 三用一金質二流質如彎銅條一端浸於淡硫強水一端浸於銅養硫養水用分隔之器則淡硫強水內之銅面成銅養硫養同時中在銅養硫養水之一端其鹽類質之本質鍍於銅而放出其配質硫養 四銀浸於銀鉀衰之水或浸以別金質而鍍銀此應令別金質與錳相連而錳浸於淡硫強水兩流質在隔板之微孔相遇所以錳面上成錳養硫養銀則放養而鍍銀 五月用一流質如銀兩片浸於銀鉀衰之水別器內有錳片銅片與兩銀相連錳片浸於淡硫強水則一銀片之面與衰化合而成銀衰又一銀片之面鍍銀其衰與輕氣合成輕衰而放散

流質內和合之配質忌過多
流質內和合之配質過多或致不能上鍍如錳養硫養中立性之水浸以錳兩片再與別器之錳銀相連此錳與銀在淡硫強水中其錳兩片即一消而一鍍若於錳養硫養水內添以硫強水則消者仍消而鍍者不鍍又如銀兩片浸於濃鉀衰水再與別器淡硫強水內之錳銀相連則銀

電學鍍金卷一

七

之一片與衰合成銀衰而在有餘之衰內消化銀之又一片亦不鍍銀須至鉀衰減少然後受鍍又如鍍金之流質內未有放去之質或本則受鍍甚慢或不受鍍此因消化之面成一不能消化之鹽類質又如銀二片浸於銀衰鉀衰相和水再與助鍍之器相連則一片受鍍而一片結滿不能消化之銀衰成白色之皮不能消化其鍍力漸停

水之濃淡有定率

鍍銀之鹽類質太少而水太多則鍍力甚慢若水太少而濃則消化之面結成鹽類之顆粒而漸減其鍍力如有銅二塊浸於銅養硫養水內又有和合之強水即另如此二之酸質銅與另器淡硫強水內之鉍銀相連則一受鍍而一消化漸成銅養硫養之鹽類質而結於銅面先結下端而延至上端漸減鍍力

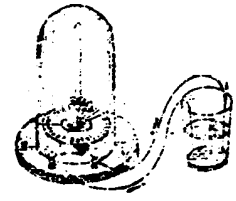
申明電學之理

電氣常具正負之性故受鍍之事其流質內必有正電質與負電質如鹼屬金並各種金質皆為正電質如養氣綠氣硫碘溴並各種配質與衰皆為負電質 一用一金質一流質如銅浸於汞養淡養水銅即鍍汞若浸於汞內則不受鍍其鍍者因流質內有正電質即汞有負電質即淡

養其不鍍者因有正而無負也 二用二金一流如鉍與鉑相連而浸於汞養淡養水內鉑即鍍汞若浸在汞內則不受鍍其理同前 三用一金二流如鉀衰水並汞養淡養水用分隔之器以白金線彎之而二端各浸於二水則汞水內之一端受鍍若改用汞則不鍍 四用二金二流將淡硫強水內浸鉍板汞養淡養水浸鉑片二金類相接二流質用分隔法則鉑面鍍汞若用汞代汞養淡養則不能鍍 五用一流質如白金絲二條浸於汞養淡養水而與鍍力器相連則白金絲之一條受鍍若浸於汞則不鍍因是知流質之內必備正負二性之質

消化受鍍之二金質其南北二極具正負之性

消化之面為正電氣之性受鍍之面為負電氣之性所以消化之面吸負電質即配質受鍍之面吸正電質即本質 一用一金一流如鐵條浸於銅養硫養水則吸銅即鐵為正銅為負其鐵吸配質之力過於銅吸配質之力故能吸取配質與之化合而放銅隨又吸銅故即鍍銅若改用鉍養硫養則鐵變為鉍之負質而鉍為正質且鉍吸配質之力過於鐵吸配質之力故不能放鉍而鐵面亦不鍍鉍 二用二金一流如鐵並銅浸於銅養硫養水而合兩金質與測電器此器能測電氣相連最小之力如第二十圖銅即鍍銅且其



上下二針之偏動向正方向故知鐵為正電質銅為負電質若鐵與鋅流質則用鋅養硫養亦與測電器相連即不受鍍針亦不動 三用一金質二流質如銅二條彼此相連以金絲一絲浸在淡硫強水一絲浸在中立性之銅養硫養水兩流質盛以分隔之器再將銅條與測電器相連則消化之銅為正電質受鍍之銅為正電質若代二銅以二鉍即不鍍銅且測電器之針幾不能動 四用二金二流如鋅浸於淡硫強水銅浸於銅養硫養水兩流質盛於分隔之器兩金質亦與測電器相連針即偏動而知鋅為大力正電質銅為負電質若代鋅以鉍即不鍍而針不偏 五月用一流質如銀鉀兩衰相和水浸銀二條而與鍍力之器相連再在旋轉之路內用測電器針而偏動因知消化之銀為正質而受鍍之銀為負質若代銀以二鐵則針偏少而受鍍亦少因是知消化之金質有正電性受鍍之金質有負電性所以消化之面吸流質內有負電性之質即配質受鍍之面吸流質內有正電性之質即本質此為電氣之公理正者推正而吸負負者推負而吸正

電氣推吸有旋轉之路

一用一金一流如鐵浸於銅養硫養水則鐵自生電氣而八流質其正電氣從鐵面上密切之點透出令鐵消化而過流質其負電氣在密切之點回進鐵質而受鍍若將金浸於銅養硫養水則無電氣金不消化亦不受鍍 二用二金一流如鋅並銀各一片相並而浸於銀養淡養水則鋅消化而銀受鍍因有電氣過金流二質若用測電器測之即知鋅為正而銀為負 三用一金二流如銅二片一浸於淡硫強水一浸於銅養硫養水兩流質在鬆質板之孔相遇銅片與測電器相連即知強水內之銅為正而消化鍍水內之銅為負而受鍍 四用二金二流如鋅浸於淡硫強水內銀浸於銀鉀衰水內二流質在鬆質板之孔相遇二金質與測器相連即知鋅為正故消化銀為負故受鍍 五月用一鍍質如錫綠水浸錫二塊令通電氣其一塊為正而消化又一塊為負而受鍍 六用數箇流質如第十五十七兩圖之法內有銅養硫養水並銅條多根其左右兩根與鋅並銅兩板相連其兩板浸於銅養硫養水內若用此法則一銅間一銅為正電性一塊間一塊為負電性正者消化負者受鍍電氣通過一切銅條而旋轉

電氣不可有隔斷之處

凡鍍金通電之路不可有雜傳電之質在內如鐵絲甚長

電學鍍金卷一

或流質甚少雖能傳引電氣然甚慢而不及銅絲之快故受鍍亦甚慢或用不傳電氣之質如玻璃條相隔或用空氣相隔則電氣斷而不能鍍

各金質引電之力有大小之次序

六十度熱之時而傳引溼電氣則最大之力為銀次銅次金次銅次錳次黃銅次錫次鉍次鐵次鋼次鉛次鉑次白銅次鎳次汞次鈹次鉀熱度若不同則其各次序亦不同

電氣通路之理

凡金類與流質相遇而生電氣或有電氣行過金質與流質則正電氣必從消化之金類即正電金類行過流質而至負電金類受鍍之面若言正金質即消化之面若言正極即正電氣離開負金質而入金質絲之起點如有錳一塊並銀一塊浸在淡硫強水內錳為負極正電質銀為正極負電質

片用鍍金質者其消化之金質為正受鍍之金質為負或言此兩金質為正負二極已涉謬誤

流質因電氣之故令所含之質分離

分離之處在流質與金質相遇之面流質內之負電氣質在正金質之面化合其正電氣質在負金質之面離流質而受鍍設有銀與銅浸於銅養硫養水內再有錳與鉑浸

於淡硫強水內後用金質絲將銀鉀相連遂又將銅鉑相連則銅養硫養水內之負質即配與銅即本相離隨與上路之正金質化合即而在水內消化故流質內之正金質即鍍於負金質之面若用鉑代銅用汞代銀如第十六圖則有相反之事因流質內之配質為鉑所吸也蓋鉑為正故吸負流質而不能與流質化合惟本質即與負金質即始能化合也故將鹽類質消化而用電力化分其本質配質則所得之質與平常在水內消化者同

電器釋名

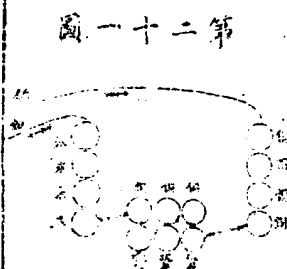
鍍金有數事並數物其名目易混故將法拉待所立之名列之電氣化分之鍍料名鍍金水通電氣而有放出之金類名電氣化分電氣通入金類質之二端曰電路通正電路之端名上路通負電路之端曰下路鍍金水所放之質名電放質上路化合或放之質曰上路質下路化合或放之質曰下路質

上路下路二質

上路質為養弗綠溴碘衰各強水或鉀衰下路質為輕氣淡輕養各鹼屬金鎂錳鉍鉀錳錫鉛鐵鈷銀銅汞銀金鉑鉍並能成鹽質之本質

各原質以正負電分列次第

底有汞後將錳與汞相連此用白金絲外包樹膠或套玻璃管令不與銅養硫養水相遇則錳面之質點有正電性故彼此相推切於錳面之流質其質點為負電性亦彼此相推但流質內之配質點因是負電性故吸錳面之正電質點遂化合而成錳鹽質同時中汞面上之流質點有正



電性其點彼此相推但或與流質之汞質點有負電性彼此相推所以負電性之汞質點與流質內之正電性通銅質點而相吸化合用此法錳上鍍銅為別故與現在無相關 前理

可如第二十一圖而詳言之圖內銅銅銅為銅養硫養水內之銅電上路再有汞汞汞為流質內之汞電下路用鉛絲將上下二路與流質器相連上下路中間之流質點為銅銅銅以及硫養硫養硫養所以上路各銅皆正電性皆彼此相推銅硫養質點每一圖為一質點皆負電性皆彼此相推但銅電上路為正電性故吸切近之硫養質點而成鹽類質同時中切近汞電下路之銅硫養質點皆為正電性故彼此相推其下路為負電性則鹽類質內之汞銅相吸故當一箇質點吸動之時銅上路消化下路化合汞必將水內所含之銅吸來而化合當是時上路之銅補其缺

前言之吸路與推路甚密而不能測量然亦有形可察如上路所成之鹽類質在流質之內消化後為微管吸力而慢慢透過流質或不能消化而重於流質即慢慢沉下其下路所放之配質亦為微管吸力而慢慢透過流質或輕於流質而上升此種移動有色能見因知流質內之本質與配質不能速即往來必是緩緩移動且在緊密之流質內透過更慢故必常常用器攪和則不致流質之上半配質多而下半金質多也且受鍍之處更宜掉動否則鍍上之質甚脆

上電路在流質內之形像與鍍金有相關

一鍍金流質內之兩電路俱為平置電上路在上電下路在下則上路所成之鹽類質重於流質必向下沉下路所放之配質輕於流質必向上升故上路近處常有和合之配質下路近處常有含金質之鹽類質因此能成鍍金之事 二兩電路俱直立則流質內之鹽類質重而配質輕故鹽類質下沉而配質上升因此而電氣從上路之上半斜過流質至於下路之下半所以上路之上半消化較快下半消化較慢其下路之下半受鍍較快上半受鍍較慢若有此事則下路鍍成之質必有多紋此因配質上升之時所成也若流質滿含鹽類質而不攪和之則上路之下

半結成鹽類質之顆粒其顆粒合於流質之面消化若有此事而流質或深則成彼此不相干之電氣上下路各自有路因上路俱有配質下路俱有本質所以每一路之上半與下半不同則電氣在上半離開金質在下半進去

電路之形狀

上路或下路之形雜亂而不能平正或有凹凸之形則高凸最近之處上路消化甚快下路受鍍甚厚低凹最遠之處則反是若下路不光而粗極易結成顆粒

化分化合之理

原質與雜質化合其輕重有一定之比例其數或為正數或為倍數即化學所論之分劑數茲列各質如後

輕	一	鈷	四七	炭	六〇	鋰	六五
養	八	砒	一〇九	鎂	二二三	鋁	一三七
淡	一四	硫	一六	弗	一八九	鈣	二〇
砂	二二三	鋳	三三四	鈉	三三	鋳	二五
銘	二六七	錳	二七六	鐵	三〇	鈷	二九五
鏤	二九六	銅	三三七	燐	三三	鋅	三三六
綠	三五五	鉀	三九二	硒	三九五	錫	四〇八
鉬	四六	銀	四七〇	錯	四七〇	鎳	五〇〇
銻	五三三	釘	五三二	鈹	五三三	錫	五六

錫	五九	鈦	五九六	鉍	六〇〇	砒	六四二
銀	六八五	鈳	六八六	鉀	七五	磷	八〇
鎢	九五	鉍	九六七	鉍	九九	銻	九九六
汞	一〇〇	鉛	一三七	銀	一八一	碘	三七一
銻	二九	鉍	六四〇	金	一九七	鉍	二〇三

鍍金常用之質如硫強水鉀衰等物應知其原質與分劑數水即為輕養其分劑數為九硫強水以水較重一八四入者其原質為硫養輕養分劑數為四十九鹽強水以水較重一二一者其原質為輕綠加六輕養分劑數為九〇五硝強水以水較重一五者其原質為淡養二輕養分劑數為七十二二淡輕加三炭養加二水即為一百十八淡輕綠為五十三五鉀養輕養五十六二成顆粒之鉀養淡養即鉀養淡養輕養為五十一二鈉養炭養十輕養為一百四十三二鈉綠為五十八五鈣養二十八鎂養二十二鎂養炭養輕養五十一二鋅養四〇六鋅養硫養七輕養一百四十三二鐵養八十鐵養硫養十一輕養一百三十八銅養二十九七銀養二百十六二銅養硫養五輕養一百二十五銀綠一百四十三六銀養淡養一百七十一金養二百〇五金綠三百〇三五鉍綠一百六十九七衰二十六鉀衰六十五二鋅衰五十八六銅衰一百四十八

汞衰一百二十六銀衰一百三十四一金衰一百二十三
消化與化合亦有一定之分劑

一用一金一流如將淨鐵一塊浸在銅養硫養水內鐵消
化而銅上鍍消化之鐵二十八分鍍上之銅三十一分七
又有硫強水四十九分離銅而與鐵化合變成鐵養硫養

二用二金一流如將鋅一塊與銀相連而浸銀養淡養
水內鋅消化而銀鍍銀每鍍銀一百〇八分一即消化鋅
三十二分六 三用一金二流如銅浸在銅養硫養水內

又一銅浸在淡硫強水內相連用銅絲二流以鬆質相隔
則淡硫強水內之銅消化三十一分七而銅養硫養水內
之銅受鍍三十一分七又有硫強水四十九分在下路放

出漸通至上路而相與化合 四用二金二流淡硫強水
內浸鋅一塊銀鉀衰水內浸銀一塊二金用銅絲相連二
流以鬆質相隔則鋅消化三十二分六而與硫強水化合

銀即受鍍一百〇八分一而放出衰二十六分 五月用
一流質並溼電器以銅絲連金兩片浸在金鉀衰水內則
每鍍金一百九十七分而放衰二十六分即有金一分劑

消化而與衰化合其溼電器內有鋅一分劑消化而與硫
強水化合並放輕氣一分劑 六用多箇器如第十五第
十七圖之式其器內用銅養硫養而浸以銅又有鋅浸在

淡硫強水內二流質以鬆質相隔其消化受鍍化合等事
皆從前言分劑之理

電氣化分二質

前言電氣變化物質俱依化學分合之定理然凡雜質只
合二種原質而每種只有一分劑則電氣能一運化分之
如輕氣或金類一分劑合養氣或碘或溴或綠或衰一分
劑是也至於砒養與硫養硫養與燐絲燐絲與硫絲與炭
絲與錫絲與鉀絲與銻絲等質不能通傳電氣故不能為
電氣化分又有數種雜質雖為多於二種原質所成亦能
為電氣化分惟其化分之事必須繞道而成如鈉養二砒
養雖不能為電氣一運化分而仍能在上路放養而在下
路放砒此因電氣化分鈉養而其鈉則令砒養放其砒又
如淡輕輕養水通電之時上路放淡氣下路放輕氣則電
氣所化分者為輕養而上路所放之養氣與淡輕之輕氣
化合而再成水如此有淡氣在下路放出

電化分與算學相關

前一節論電氣變化之定理並電氣化之分質之理所以
顯明電力與算學有相關即有相等之力在相對之方向
顯出如正電性之質點向彼方向而行負電性之質點即
向此方向而行其各質無不服從此電力故其質點之分

劑與算學相關而生電氣與通電氣又與化學相關俱各
有一定之理若算學理合法而化學理不合法或化學理
合法而算學理不合法則變化物質必不能成

上下二路之大小並流質與金質絲

上下二路面積之大小並二路間流質之多少並金質絲
之粗細俱與鍍金之快慢有相關上下二路之面積益大
二路間之流質益少固不甚佳然流質少而相距近亦屬
無妨惟須兩邊寬大而相連之金質絲愈短愈粗則鍍力
愈大也至於上路甚大而浸在流質之下半下路甚小而
掛近上路之面則消化之金質多於鍍上之金質下路且
欲發氣故鍍力不多

受鍍快慢

金質之性與快慢有相關若甚快者受鍍之金質黑色而
脆粘力不固若能稍慢則得本色之金至於極慢又有顆
粒之形因原質點有成顆粒之工夫

布國 金楷理 口譯
無錫 徐華封 筆述

器具

前卷論理其受鍍與否概已詳悉茲論用法以申明之欲作此事者庶幾於臨鍍之時能免其弊而樂其成故將應備之器具以及一切材料擇其要而詳言之。

電鍍金類端緒甚繁器物皆當預備理法俱必詳明今略舉其綱領列於首。

空房一所。流質數種。電器數種。指擦之物。模質數種以備外鍍金質。至於工藝則有電器之造法。電器之用法。辨別金質之理。用模之法。平常鍍金鍍銀之法。流質之用法。

房屋內之位置如鍍金則在樓上。應戶宜透明而通風常能換易新氣。鍍銅之房宜安置器於別處因有毒氣發出必有換氣之法。欲鍍一切金類質須有房屋三間。一在樓上可鍍金。一在樓下可鍍銀。又一在樓下可鍍銅等粗物。此外須有天井以便洗淨電器。又應有一披屋可安電器。另須明淨之小屋不置別種器具。

鍋爐並零器

平常鍍金之事應備鐵鍋與鐵爐鍋與爐或置鍍銅之房或近鍍銀之房。鍋內有鉀養輕養水可將受鍍之物先在此水洗淨。又備一小爐並鐵板可將鍍成之物置於鐵板烘乾。鍍銅房內亦備一小爐可將鍍銅之水加熱。又有常流水之管並鉛桶可洗小物。又有大桶可洗大物。又有大瓷盆形為橢圓或正圓可將欲鍍之物先浸於內。又有大鐵盤內盛木屑可置鍍成之物每房之內應有一刷車可用足踏而刷淨鍍物。鍍金房內亦備小爐可將金水加熱。

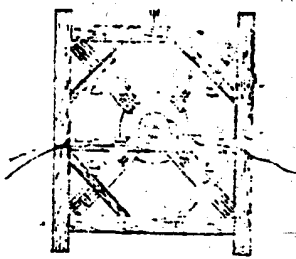
電器

鍍金所用之電器或宜乾或宜溼。乾者價貴且必有運動之機件。溼者價廉用亦較便。然有時乾溼二種俱宜用者。後詳言之。

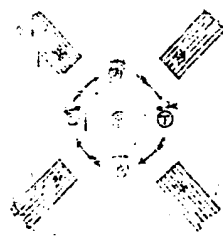
乾電氣器

乾電器之制用彎吸鐵與銅件已見前十四圖。然用以鍍金則應如第二十二圖。甲為堅木架。乙乙乙為大力彎吸鐵。四箇定於架上。丙為軸用汽機之力旋轉。甚速。軸上有環形黃銅四塊。並有軟鐵四條。率在環銅如第二十三圖。乙丙丁戊其

第二十二圖



圖三十二第



長等於彎吸鐵二極相距之數每
一軟鐵條繞以銅絲絲外包以不
傳電之物不令電氣相混銅絲之
端與丙軸上四塊環形黃銅相切
如第二十四圖彼此分隔用硬木

圖四十二第



或象皮等鐵條旋轉而過彎吸鐵之各極則銅
絲內成附電氣其漸近變吸鐵時附電有正方
向其漸離之時有反方向若欲收各電氣而令
各從一方向而動即用二十四圖之丁戊二簧
壓在環形銅面則每改附電方向之時其二簧

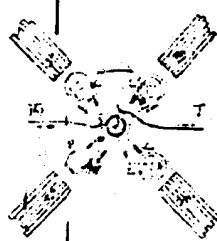
可與銅環別節相遇而電之方向改為相反則成一箇方
向之電氣如二十三圖北南為吸鐵電氣極此圖式
為平視形與二十一圖同二十三圖甲即是二十二圖之
丙軸乙丙丁戊即四條軟鐵上繞銅絲凡軟鐵條轉至吸
鐵極則外銅絲有一箇方向之電氣即為加電氣若軟鐵
條離極之時則內銅絲有相反方向之電氣即為減電氣
如減二電氣若改其極即又改兩箇加減之方向故軟鐵
轉動而近南極時之方向與離北極時之方向相同設乙
鐵上之銅絲從南向北之時其電氣方向如圖為自右而
左形如乙箭丁鐵上之銅絲其電氣亦為此方向惟丙戊

二鐵上銅絲之電氣方向自左而右因丙戊從北至南也

觀圖自明一個軟鐵每過吸鐵電極中界之時則一切銅
絲內改其方向所以每轉一周必改四次若用每轉四分
之一而改四個銅絲俱為一個方向應將乙丁兩銅絲之
端連於環銅之法與丙戊二銅絲之端連於環銅之法相
反軟鐵每過極中界之時即收銅絲內電氣之方向故每
遇此時二挺簧即改相切之處同時中電氣即改方向如
此可將各不同之方向令之為一個方向得了一個方向
即可令電氣到鍍金之桶內

如第二十五圖甲為軸一二三四為四個環形黃銅與軸

圖五十二第



分隔之黑圈即樹膠所作一二環
銅有短銅絲相連圖上不能見而
三四亦同法相連甲甲甲甲銅絲
之端與一二環銅之銅絲相連而
鉚牢乙乙乙乙與三四相連之法

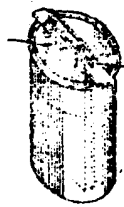
亦同若用此法轉動四分之一則一切電氣皆為同方向
在二十五圖內軟鐵將到極之中界一環銅將與丙挺簧
相離四環銅將與丙挺簧相遇三環銅將與丁挺簧相離
一環銅將與丁挺簧相遇圖內易見現在之形一切銅絲
之甲端並一二環銅並丙挺簧俱為正電氣如箭之方向

其乙端並三四環銅並丁挺簧俱為負電氣若軟鐵已過極之中界即改其方向一切乙端並三四環銅俱變正電氣其甲端並一二環銅俱變負電氣故已過中界一環銅與丁挺簧相遇四環銅與丙挺簧相遇同時之中丙挺簧仍有正電氣與未過中界之前同在別一中界亦同不論何快慢皆同

軟鐵將近吸鐵極而未過則有最大之力若欲減少其力則將彎吸鐵上之唧鐵塊移近極或遠極其二十二圖內與挺簧相連之銅絲一端與消化之金質相連一端與受鍍之金質相連此器又可作八個彎吸鐵與八個軟鐵其力更大

溼電氣器

前卷所論七事即溼電氣之理茲論製造電器或為一流二金或為二流二金因此二法能生電力極大惟其位置與相距及金質與銅絲俱有一定之法溼電器原有三種可用 一為舊式鉍銅電器如第二十六圖玻璃筒上有木橫擔中插一鉍板左右各有銅板自相連銅板之銅絲通至消化之上路鉍板之銅絲通至受鍍之下路 二為司米電器用鉍板與鍍鉍之銀片其形與前相同惟



第二十六圖

板與鍍鉍之銀片其形與前相同惟



第二十七圖

代銅以銀 三為旦尼電器如第二十七圖鉍作圓柱形浸於淡硫酸水銅為多孔之圓套浸於銅養硫養水分隔兩流質以鬆質之漏筒又有玻璃或瓷為外筒又法鉍置於漏筒而加淡硫酸水漏筒置於銅筒而加銅養硫養水銅筒之上口有多孔之銅圓片銅養硫養之顆粒置片上如銅養硫養水化分而淡則顆粒消化而補足此外又有電力更大者用鉍與生鐵之電器

電器之箱或圓或方皆可舊式者司米電器約用六箇旦尼電器若欲大力則用圓筒或為瓷或為玻璃或硬象皮若作大電器用瓦為好因玻璃大筒甚貴惟能透光而審視變化之事則為便處現在造玻璃之肆專造大 為電鍍金類之用其硬象皮筒價亦貴雖牢固而不透明且鉍鹽類質多結於其面硬象皮 椰樹膠

鬆質之器即漏筒

旦尼之器或別種二流質之器必用鬆質分隔則兩流質能在微孔內相遇此漏筒有三種一為無袖之瓷一為木一為膀胱然以瓷為好凡不用之時應浸於淨水消去其體內之鹽類質若乾而結成顆粒必有裂縫之病

鉍板

鋅板宜用日耳曼鋅又名木塞曼鋅其厚薄與電器之大小有相關最小者不可薄於八分寸之一最大者四分寸之一或八分寸之三且尼里所用之鋅柱可將舊鋅板鎔化而用模鑄成

鋅板鍍汞

鋅板或鋅柱與汞相合先備硫強水一分水十分相和後將鋅板浸片刻而取出將汞傾於鋅面用舊布擦勻如有不合之處則用硬刷刷之即在水內洗淨而將板斜立令水流下所有多餘之汞亦流下

銀片鍍鉑

銀片鍍鉑將漏筒盛淡硫強水而浸一鋅條漏筒又置於外箱此箱盛鉑綠水和以蒸水令成淡棕色再加硫強水數滴遂將銀片浸此水中用銅絲與鋅相連銀面發氣而漸為黑色即是受鍍取出以水洗之而待乾此須留心不可擦去其鉑作鉑綠水將稍強水一分鹽強水二分半相和以鉑之小塊漸漸加入俟水內不發氣即不再加其水變為深紅

溼電器內用銀片遠遜於鍍鉑之銀片因所發之輕氣粘在銀面則銀與流質相切之面少而傳電較難惟用鍍鉑之銀片其鉑本成粉形有傳電之大力故輕氣之散甚快

銅片以純銅為之然遜於不鍍鉑之銀片因強水與銅有愛力易成銅鹽類質於強水內而令鋅板消化甚速故不用電器之時不可留銅於強水內然取起之時又因空氣之故而銅面即生銅養之質後再用之減少電力

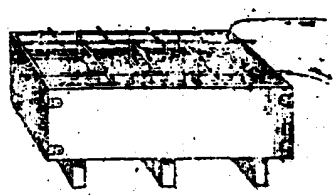
水箱

所鍍之物不多可用玻璃器盛之或用瓷器盛之若件數甚多必能盛水數千觔之器故用木箱而內襯鉛皮若欲將人像等大件鍍以金類則用磚坑而內塗石膏再敷樹膠一層若用鉀衰水即不能用因鉀衰能消化樹膠也平常鍍銀之木箱深約三十寸闊約三尺長約二十尺各廠之制大小不同且有有用熟鐵板為箱者但鐵箱上常有鹽類質所結之顆粒

鍍箱內安置之法

羹杓刀叉茶壺碗碟等物鍍銀將消化之金質掛於箱旁須稍高而略近於水面箱上有木架相距約一尺如第二十九圖架上即掛消化之金質彼此相連其受鍍之物掛以銅絲而繫於紅銅桿此桿又靠於二橫桿有大銅絲與電器之負電極相連其酒

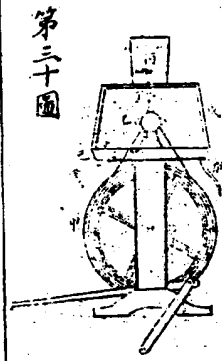
圖九十二第



83-91/52

化之金質亦有大銅絲與正電極相連如此安置則受鍍之物周圍俱有消化之金質故鍍成甚快其木架能活動若大物入箱可將木架拆卸銅片為正極鉸片為負極鍍箱內若用熱流質如衰或銅或黃銅之流質其箱可用生鐵或熟鐵為之內面加以瓷釉

刷車節八十



第三十圖

鍍金類之房內應有刷車以便刷淨各物其器如第三十圖乙為鉗傍有黃銅細絲刷四箇丙為壺內有淡皮酒從

塞門滴下如丁至刷上戊戊為兩板遮住酒之飛散已為盆可受滴下之皮酒庚為管令用過之酒漏出人以脚踏之將鍍成之物近向銅絲刷之此帚粗細不等與物之形式相配

通電銅絲

銅絲宜備大小數種如白明卷十八號或二十號者每一條約十五寸至二十寸為掛小物之用若大而重者應換粗絲通電之絲紅銅為好傳引電氣最易且軟而易彎其次則黃銅極好惟銀但價貴耳

浸洗物件之水

電學鍍金卷二

受鍍之物先宜洗淨如洗鐵物須用大瓦盆盛以硫強水一分水二十分分別種金質可用更淡之強水磨光之熟鐵強水宜更少若洗紅銅黃銅白銅等物宜用瓦盆數箇一盆內盛濃硝酸強水一盆內盛消污水此用水二十四分硫強水二十四分硝酸強水三十二分鹽強水一分一盆內盛力已用盡之流質或為淡養或為消污水此外宜備擦玻璃之細砂並刷帚並舊布令難淨之處擦淨又有磋刀與鏢以備刮垢之用又有輕弗水或藏鉛瓶內或藏硬象皮瓶內生鐵物上有玻璃粘台之處用此水擦去二節八十

電器內強水

鍍金類之電器內舊用硫強水一種若用且尼電器者應備銅養硫養本生電器須備硝酸強水

金質粘台之流質

紅銅黃銅白銅等質鍍銀而令粘台須用汞養淡養水或汞養水擦於銅面作汞養淡養之方汞一兩在硝酸強水內消化俟飽足之後再加蒸水一斗令淡作汞養之方將汞養淡養一兩置於鉀養水內俟其盡結成濾取其質加以濃鉀養水令盡消化再加鉀養少許而並加蒸水共得一斗盛於大瓷瓶內近瓶之處備消污水之盆又備一清水盆此三器在鍍銀房內刷車之傍逼近於鍍銀之箱四節八十

作模之料八十

常用之料或硬象皮或白蠟或蜜白蠟或鯨腦油最好為硬象皮與質勿立海膠切成小條在鐵杓內鎔之不可過熱先鎔海膠後漸添硬象皮掉令勻此料比全用硬象皮者更好一因熱時能更軟以模印之能貼合二因冷後縮小更多溼模內易於取出三因面上易粘筆鉛

凹凸力之模料

作大小不等體之模其料為俄羅斯膠四分並糖油一分先將俄羅斯膠切碎浸於冷水數小時軟後傾出其水將糖油加入盛於罐內略沸用箸掉勻之加糖油者能令膠不速乾不速縮

筆鉛燐漆傳電之料七十

硬象皮蜜蠟海膠等物俱不傳電氣故於面上須加傳電之料一蠟模之面用筆鉛但各種筆鉛質傳電氣之力不同最合用之質為的克司所造者二凹凸力模料所用之各流質一為燐流質製合燐流質二兩宜將蜜蠟或牛油六十四釐加熱鎔化次將生象皮八釐切碎在炭硫一百六十釐內消化隨加鎔化之蜜蠟而攪和之蜜蠟添時宜慎恐易於生火後將燐六十四釐在炭硫九百六十釐內消化再加松香油八十釐阿蘇發而細粉六十四釐

一一一

俟全消化與前象皮流質相和攪動之二為銀漆其作法以二十兩為度將紋銀十八或十九釐置於二十或二十五釐極濃之硝強水內後將蒸得之水添滿至二十兩三為金漆如欲作二十兩則以金五釐或六釐再將硝強水一分鹽強水二分或三分相和其重二十或二十五釐加熱而將金消化後添蒸水二十兩

又法作燐模料可免浸以燐流質之工因其模質內已含燐質作此料一磅可將蜜蠟半磅並鹿油半磅鎔化次將燐十九或二十釐在炭硫三百釐內消化其油與蠟加熱不可過大視其初鎔之時即將消化之燐添入法將燐流質盛於壺內壺有長口插入油與蠟之底而漸添入始免生火之虞此燐料傾在木或紙或布上最易發火用時宜慎之

各物受鍍厚薄不同

物甚小而多如針與鈕扣等祇須薄鍍則用浸鍍之法若是鍍銅只用一流質為便比電鍍更快而費亦較省惟鍍金銀必用電器為妙因能加厚且流質力不要加本質

合製鍍水

鍍水之製有二法一用化合一用電氣若作銅養硫養水則將銅養硫養在水內消化後再另加和合之硫強水若

83-001-01/124

作銀鉀衰水則將銀在淡硝強水內消化即得銀養淡養水後加鉀衰水而結成白色之銀養用清水漂淨再以鉀衰水消化後再另加和合之鉀衰少許若用電氣作鍍水則將酸質或鹽類質消化於水內次將金質大片置流質之底爲上電路再將金質小片浮在上面爲下電路或須加熱或不加熱依各金質之性後將上下二路與發電器相連若下路受鍍即知上路消化而流質內已多合金質若作鍍金水則將下路置於小漏筒內此筒再置於外筒而筒內用大金片爲上路兩角俱盛鉀衰水兩水之面略平後將下路移在外筒而受鍍即知外筒流質所含之金質已足用小漏筒內之流質可并於外筒之內若作銅養硫養水則銅爲賤質無庸如此必欲試之可將清水量加硫強水用銅大片爲上路銅小片爲下路置於流質內兩路與電器相連銅即消化而成銅養硫養水銀鉀衰水亦可用電氣成之法將水若干消化鉀衰與前同意後用銀大片爲上路銀小片爲下路與電器相連銀即消化而至足用

鍍水宜忌

電器鍍金應知下六事而定鍍水之用 一鍍水應與電上路有大愛力且應含許多金質 二鍍水應有引電之

大力 三鍍水應易放金質與下路受鍍者須如其本色不可有顆粒 四鍍水不可與賤金質有大愛力因賤金受鍍而有大力則不粘合 五鍍水遇空氣不可自化分又遇光不可壞其質而難鍍 六鍍水不可在受鍍之面上發氣如有之則電氣之力太大而鍍水內又加養氣

試驗鍍水

試驗之法可用二對司米電器將淨上路浸在流質內其下路用淨鐵或銅與上路之面積等細察電器內發氣之多少並鍍之快慢色之明暗或色不似其本色又察粘力能牢固否下路之發氣如何上路消化之難易消化時發氣與否以受鍍之物取出而再浸於內能再鍍否空氣與流質之面相遇或見光否傳電之力減少與否流質下面有沉下之質否上路成不消化之黑皮否如有此物或月加之配質太少或金質不純

電器內發氣不多即是流質傳電不得法或爲流質之熱度不能消化金質若不受鍍或爲熱度不合或月加之酸質太少或消化之鹽類質太少若受鍍之色不好或電氣之力太大或受鍍之物太小或流質內不能放出好金質若所浸之物隨浸隨鍍而不用電器者則所浸之物應令鍍上之金質粘合若流質遇空氣或見光則有結成之點

若傳電之力因遇空氣或見光而減少即是流質原質化合之數有改變或質點相合之形像有改變若受鍍之面發氣或為電氣之力太大或為流質內消化之金質太少或為另加之酸質太多或流質不好此因電氣一分令鍍一分令發氣而添養氣於流質內

試驗數種金質相合之流質

此種流質之要事流質內所含之金質不可一金為正一金為負若欲驗之須用金質絲一端浸在流質內一端與量電力之器相連若一金為正一金為負則器之針必偏視其方向即知何金為正何金為負又看偏度而知流質內金質有正負之較數若干若無此器則用下法亦可試驗即將每金質之同類金絲浸於流質內不必相連過一小時察有鍍別金質其鍍者為正若六小時之後而不受鍍即知無有正負之較

以後六則皆所以明試驗之事如將所合之流質以同類金絲浸在內觀其一受鍍一不受鍍則知二質在此流質內彼此正負又知含兩金質之流質只有正者能鍍而不能兩質皆鍍若兩質並無彼此正負則俱能鍍 一用濃錫綠水一分錫綠水一分相合內浸一電上路或為錫或為錫用錫電下路用銅接以小力司米電器即鍍錫而不

能鍍錫若將錫浸流質內則不用電器而已能鍍錫用此浸於流質內之錫與量電器相連即知錫為正而錫為負其較數甚大 二用錫綠水一分鉍綠水一分電上路用鉍或用錫電下路用黃銅連以小力司米電器則上鍍者為鉍而不為錫若將錫浸於流質內則錫受鍍鉍而試以量電器知錫為正而鉍為負 三用錫綠水一分鉍綠水一分內浸錫上路並銅下路與小力司米電器相連即知流質內不肯放鉍而祇放錫若將鉍浸於流質內則能鍍錫試以量電器知鉍為正而錫為負 四用錫綠水一百釐錫綠水一百釐消化於蒸水一兩後以錫電上路銅電下路接以小力司米電器即知流質放錫而不放鉍試用量電器即知錫為負而鉍為正若浸鉍於流質內亦受鍍錫 五用鉍養淡養濃水一分鉍養三淡養一分再相加和合之淡養少許電上路用鉍電下路用銅連以小力電器流質能放鉍而不能放鉍若與量電器相連則知鉍正鉍負以鉍浸於流質內而受鍍鉍 六用鉍養硫養與銅養硫養其消化於水以銅為上下路用小力電器即放銅而不放鉍用量電器知鉍正銅負較數亦大若鉍浸於流質則受鍍銅

蒸水消化鉍養輕養用鉍為上下路則下路放輕鉍因鉍

83-44-9126

爲正而輕爲負若加硫強水少許於流質內則成鉀養硫
 養若加鉍養硫養少許而用小力電氣則在下路鍍鉍而
 無輕氣亦無鉀此內不能用量電器定其孰正孰負或鉍
 爲正或輕爲正俱不能知大約輕正而鉍負因將鉍浸於
 流質則不發輕氣此不用電器者若加銅養硫養而用電
 器之法則流質不放鉀不放鉍不放輕祇放銅後用量電
 器測之則知鉍正銅負將鉍浸在內不必用電器而受鍍
 銅因知正電氣最少力之質爲流質所放故可定以下之
 理凡流質內含數種金質或別種正電氣質以小力電氣
 傳過此流質則正電氣力最少之質爲流質所放九十流
 質含銅並數種金質而用小力電氣傳過則正電力最少
 之質能放而鍍若加大電力則正電力更多之質又放幾
 分而止鍍但此所放之二金質不相粘連因正力更大之
 質應用大電器所以正力更小所放之質變爲粉形且兩
 質應用之電器其大小之較益多則不相粘合亦益多觀
 以下三則更明如將銅養硫養少許鉍養硫養少許兩質
 等分而以多水消化令甚淡次用小力電氣傳過其流質
 則放銅若多加電氣則放銅失其本形而又放鉍若再加
 電力則鍍上之金質又發輕氣 二若用甚少銅養硫養
 甚多鉍養硫養在多水消化令大力電氣傳過則電下路

又放銅又放鉍又放輕 三將鉀養輕養加淨水令溼用
 白金電路令小力電氣傳過則下路放輕氣而不放別質
 若多加電力則又放鉀觀此三則理自明曉若電氣爲小
 力則祇放正力最少之質加其電力則正力更少之質不
 鍍而正力最大之質能鍍即放正力更大之質九十
五節

82 ml 21 1/2

英國 金楷理 口譯
無錫 徐華封 筆述

各種流質

此卷詳論各種鍍水之優劣令學者審知何事應用何質

銻流質

平常之銻鹽類質一為銻硫養一為銻綠一為鉀養銻養
果酸再有輕綠銻綠別名銻油製合流質之法將黑銻硫

養一磅加以輕綠四十兩

一百六十兩為一斗後漸加熱攪動之以

不多發氣而止加熱令沸俟乾至二十兩沸時宜蓋而不
必甚密冷後以布濾之存於有塞之瓶內此質是黃紅色

其重率一四七若用電器令放銻則變為明而無色

又法用電器數箇而以銻之大片為上路令電氣傳過濃

鹽強水所成之流質幾為無色

銻綠傳電之力甚大極易消化上路若電力不大所鍍之

銻甚好雖遇空氣或光亦不妨惟常用之則流質之力亦

減少若用銻或錫或鉛或鐵或黃銅或紅銅或白銅浸此

流質內雖不用別力俱能鍍銻不論何物欲鍍銻須先浸

於鹽強水內取出洗淨而浸入流質若不浸於鹽強水則

水令黏牢之流質為白粉

銻綠與淡輕綠相和

此質可用電氣造之先將淡輕綠消化飽足之水一分鹽
強水一分相和用銻之大片為上路而與電器相連或用

化合法造之用淡輕綠消化飽足之水一分銻綠一分相

和此質引電之力極大易於放銻且為好形此流質不及

銻綠易消化賤金類此事之外其力與形俱與銻綠同

銻綠與錳綠相和或銻綠與鉍綠相和所放之銻亦好惟

再無別種好處

銻養銻養果酸在水甚難消化已消化於水者傳電之力

亦不大故不如銻綠且試驗多次所鍍之銻形如黑粉然

將鉀養銻養果酸在鹽強水內則甚易消化即為最好鍍

銻之流質其傳電甚佳常用之亦不盡遇空氣與光亦不

妨業已用過數月其力仍不盡電氣之力不論大小俱能

鍍好形而不為粉形所鍍成者快而且厚不拘何物不必

先浸於鹽強水內造此流質用水兩磅鹽強水四磅鉀養

銻養果酸八磅相和

黑色與紅色之銻硫養皆可在淡輕水內消化鍍時用

銻上路並司米電器一雙即傳電甚佳或用鉀養輕養水

或用鉀養果酸水或鉀養草酸水內有一箇銻電上路並

一雙或二雙電器則傳電之力甚小或云應用銻衰在鉀

衰水內消化始爲最好之鍍銻流質然已試過細察鉀衰水內之銻上路傳電不甚佳。

銻質最易鍍成本色

銻綠爲鍍水甚佳若令緩緩鍍成則如磨光之鋼惟受鍍之事有數種奇異如當受鍍之時取出而稍稍擊之或用硬物如金質如玻璃擦之則有聲響發出並見白霧之形有時發聲發光若不發光亦必發熱人指近之覺有微痛或近以紙卽能燃火或近以松木卽枯成黃色受鍍更厚前各事更甚若有此事則鍍成之銻質自能折裂鍍事停後或鍍成之金質不能通體均勻則裂深八分之二一又見幾次將玻璃筒稍稍擊動而筒內之物已發響又有一二次鍍物已從流質取出已用淡輕綠水洗淨而乾之歷數小時仍能發響又有一次鍍成之銻已洗已乾已離流質數小時適有友人來見偶取此物在手忽發一聲如割自來火而燃痛其手又有一次已鍍數分時取出看驗並添電器內之強水令濃再將鍍物浸下過數小時而再取看卽有鍍質折裂而未聞其聲法國化學家云此因銻與輕氣相合而成卽此質也惟鍍快之時常有此病又與九十四節九十五節之言吻合因電力太大則輕氣不發出而與金質化合以成自燃之質又有一事可明此理蓋鍍成

之金質其各質點自漲自縮而力甚不平猶之未烘過之玻璃碎裂之後必有緊密之質點發光發熱

鉀養銻養果酸水甚濃其受鍍之工夫甚多亦有一奇事下路受鍍之質在流質面上成銻一薄片幾接於上路嘗取得此種銻片靠一藍銅絲其徑一寸又八分之五流質近底鍍厚半寸成此銻片歷十八日用一雙小力司米電器此流質鍍物惟樹膠皮上之黑鉛不受鍍又有黃銅或鐵亦不甚黏合

鉍鹽類

鉍鹽類質惟鉍綠與鉍養淡養與鉍養三淡養取鉍綠之法用鉍之小塊在鹽強水內消化須稍加熱取鉍養淡養則用淡稍強水亦須加小熱消化飽足之後加水五十倍或一百倍若令結成卽得鉍養淡養鹽類質取鉍養三淡養則用濃稍強水亦加小熱或將流質化氣待冷結成顆粒

鉍流質

鍍物之流質可用鉍養淡養或鉍養三淡養在淡稍強水內消化鍍時用小力電器則能鍍成鉍之本色其色白而稍帶玫瑰花色其光有如絲紋此流質不能令樹膠皮上之黑鉛受鍍熱鉀衰水內不能消化鉍電上路

03-09-154

錳鹽類

錳鹽類質甚多常用者為錳養淡養或錳綠或錳養硫養或錳養醋酸取錳養淡養用硝強水與水相和浸令錳消化俟其水飽足以紙濾之將水加熱化氣待冷結成顆粒取錳綠則用鹽強水消化飽足之後濾清而加熱化氣待冷結成顆粒取錳養醋酸則用濃醋消錳及醋內飽足加熱化氣冷亦結成顆粒又法將錳養硫養水加以醋俟冷結成濾取其質

錳流質

錳養硫養水即將錳養硫養鹽類質二磅用水一斗消化而以紙濾之凡錳養淡養流質並別種含錳流質鑄時之電下路欲發輕氣故宜留意此事用一小力電氣為是錳養硫養流質鑄錳甚易故用一電器或用單流質俱可但一金一流之法不甚佳因鑄時所放配質再與本質消化故黏力不固又有別種錳流質如錳綠水或錳養淡養水或錳養醋酸又或錳之雙鹽類質價皆貴而並無佳處故不及錳養硫養之簡便也
或用錳表在鉀表內消化為最佳之鑄錳流質然用錳電上路則流質之傳電力不大惟加熱始能有力因衰與賤金質之愛力甚小也業已試驗鉀衰水消化錳衰之數少

於銅衰一半若加熱至沸始易消化若用二淡輕養三炭養水則錳表易消化惟錳表在鉀衰鐵並錳衰鐵之沸水內不易消化而易在鉀衰之沸水內消化錳能在上筆鉛之面鑄成本色與銅相同所以模面上刷筆鉛最易鑄錳

錳流質

淡養一分添水五分或六分加熱至法倫表八十度或一百度以錳在水內消化後漸加淡硝強水俟盡消化而止另用錳養炭養一磅在水一斗消化漸傾於錳流質內俟盡結成而止濾取其質用溫水洗淨加以鉀衰水消化之亦須漸加至消盡即止再加和合之鉀衰水視體積十分之一此流質之或濃或淡隨便最好有錳質六兩應有流質一斗為率加熱至法倫表一百度上路用錳即可鑄錳

錳鹽類

常用之質為錳養與錳綠與錳綠並錳養錳養輕養取錳養用淡鹽強水消化純錳次加淡輕水或加鉀養炭養俟盡結成即得錳養用水洗淨待乾若作錳綠將錳在鹽強水內消化須加熱一百五十度或二百度後再化氣使乾若作含水錳綠可用錳在合強水內消化又可用淡輕綠並淡養相和消錳或用淡養與食鹽相和消錳若作錳養

錫養輕養可用初結成之錫養一分劑即爲七十五分並
鉀養輕養一分劑即五十六分二或代以鉀養炭養一分
劑即爲八十七分二加熱鎔化即得

錫流質

錫流質有三種一二爲浸三爲電鍍○一用淡輕養養十
七兩半在沸水二十二磅內消化後加錫綠一兩將器物
先洗淨而浸入此水常掉動之○二鉛鐵銅鋼黃銅等物
鍍錫用鉀養二果酸十兩半在水十七升有半消化後加
錫綠四分兩之三加熱令沸數分時欲鍍之物與錫相連
而浸入此水中○三銻鐵銅鋼等物鍍錫用鈉養燐養十
一兩在水十七磅半內消化後加錫綠四兩半用錫爲上
路此法可厚鍍而甚佳若作鈉養燐養可用鈉養二燐養
加熱至紅

又法用錫綠消化於水再加鹽強水少許而去水內之白
色又法用電器作錫綠水即將淡鹽強水浸一錫上路此
錫板須大後令電氣傳過俟錫消化但此流質不甚佳因
所鍍之錫有顆粒粗毛如特欲成此毛形則可用鹽強水
一兩水十一兩錫綠八十釐消化前事最顯大凡鍍錫易
見此病故欲其停勻而白色黏連極牢者甚難

錫養鉀養輕養水將錫養鉀養輕養顆粒在水內消化即

成或用新結成之錫養不甚乾者在鉀養輕養沸水內消
化亦成又可用電器成之將濃鉀養輕養水加熱令沸浸
一大錫板爲上路令電器傳過俟下路鍍成白亮此流質
鍍物時應加熱至一百五十度受鍍甚佳若流質遇空氣
則所含之錫皆沉下而成錫養或曰應用錫在鉀養水內
消化然其錫上路引電不好雖加熱亦無益又不易於消
化其錫

或將銻鐵銅鋼黃銅等物鍍錫其流質用鈉養燐養六十
磅並粗鉀養輕養十五磅淨鉀養輕養五磅並鉀養二兩
在七十五度熱之水七十五斗內消化以紙濾清後加銻
養醋酸二兩並錫養十六磅掉動而俟全消化爲度電上
路用銻或錫皆可其加熱總以七十五度爲妙

錫鐵二質與電氣相關

錫與鐵浸於蒸水之內熱在六十二度與二百○三度之
間則錫比鐵稍有負電性若熱至二百十二度則錫爲正
電性鐵爲負電性確養消化飽足之水浸錫與鐵熱在六
十二度與二百十二度之間錫正而鐵負燐養水熱在
六十二度與二百十二度之間錫正鐵負硫強水一分蒸
水九分相和或硫強水一分蒸水九十六分相和錫正鐵
負硫強水一分蒸水一百九十二分相和熱在七十三度

與一百五十八度之間錫正鐵負若熱在一百五十八與二百十二度之間則錫負鐵正鹽強水一分蒸水九分熱在七十度與七十七度之間鐵正錫負七十七度至二百十二度則錫負鐵正強水一分蒸水九分熱在七十度與二百十二度之間錫負鐵正輕弗水一分蒸水九分熱在六十八度至二百十二度錫正鐵負強水一分蒸水九分熱在七十度至一百十一度錫正鐵負一百十一度至二百十二度則錫負鐵正強水一分蒸水九十六分熱在八十二度與二百十二度之間錫正鐵負

鉛鹽類

鉛鹽類質為鉛養淡養並鉛養醋酸淡強水內以鉛漸漸添入至不消化而止濾取其水而令化氣即得白色之硬質水內能消化若作鉛養醋酸可將鉛養在醋酸內消化而濾清化氣令成顆粒水內能消化

鉛流質

用前鹽類質在水消化或用鉀養鉛養其取法用鉛養在沸鉀養水內消化此流質可用鉍或錫等器浸於內受鍍惟鐵器不能厚鍍并不能鍍成本色

鐵鹽類

鐵鹽類為鐵養硫養或為鐵綠或鐵養淡養用鐵在淡硫

強水內或鹽強水內或強水內消化然後化氣令溫置於不多遇空氣之處結成顆粒

鐵流質

鐵養硫養顆粒在水內消化然更佳者為鐵綠消化之流質若浸鐵電上路於淡輕綠飽足之水內用十五副或二十副大力電器通過此流質即鍍白鐵其色略似新折斷之生鐵或用淡輕養炭養飽足之水或淡輕養醋酸之水或鉀養醋酸之水浸一鐵上路亦用大力電器亦能鍍鐵又用鐵養硫養二分淡輕綠一分同消化於水則鍍成之鐵有本色鉀養鐵養飽足之水亦可鍍鐵欲造此質將硝與鉀養輕養並鐵養三物共燒之即得燒時應數分火宜大又法將鉀養輕養之濃水浸鐵或鋼之大板為上路用銅或鉛之小片為下路後加十五副或二十副司米電器視有紫色則下路受鍍成鐵壳電力過大壳如黑粉若不甚大能成本色此流質速分離其內質其故未詳所有紫色之質漸能變為無色所有內質皆變為鐵養而沉於器底若用鐵養硫養為流質俟消化之後再加和合之硫強水少許用司米電器一副令鐵鍍於銅或黃銅此鍍成之鐵甚光明有似銀形

鉀養水內用鐵上路傳電不佳色亦不佳

鈷流質

鈷綠水為藍色多加以水又似棕色其製法將鈷養或鈷養或鈷養在熱鹽強水內消化俟漸冷即得紅色顆粒此質尚未試用

鎳流質

鎳養淡養用鎳在硝強水內消化此硝強水添水不必多消化之後再加水但此流質不易鑲鎳昔嘗用鎳綠一分與淡輕養一分相和用電上路浸於淡輕鎳飽足之水內令大力電氣傳過幾小時後視流質有淡青色即是鑲得本色又有鑲鎳之流質將純鎳在硝強水內消化後再加水而將鉀養炭養水傾入令有結成之質鉀衰亦可令結成須用清水洗淨在鉀衰水內消化幾及飽足用鎳上路即可鑲鎳其色似銀

銅鹽類

銅鹽類質為銅養與銅養硫養與銅綠與銅養淡養與銅養醋酸與銅衰其銅養之取法將銅養炭養或銅養淡養加熱至暗紅或將銅養硫養加熱至光紅即得取銅養硫養將銅一分劑即三十一分七硫強水二分劑即九十八分合而加熱消化再化氣至乾以水消化而濾清再漸化氣成顆粒取銅綠將銅在鹽強水內消化或將銅養消化

於鹽強水化氣結成顆粒取銅養淡養將銅在硝強水內消化如法成顆粒取銅養醋酸以醋酸消銅養別名為銅鑲顆粒取銅衰將鉀衰水添於銅養硫養水內俟盡結成濾取其質以水洗淨色為淡綠質為細粉凡作此事常發輕衰氣因此其質實為銅衰而非銅衰在鉀衰水內易消化又在淡輕水或淡輕養炭養水亦消化獨作此物用鉀衰六十五分劑銅養一百二十五分劑令其結成

銅流質

十節
鑲銅或用一金質一流質或用電器如將鐵器鑲銅可任何厚而耐磨擦用鹽強水一分劑和以水三分劑再添銅養硫養水少許鐵面擦淨而浸入取出洗淨再用銅養硫養水擦之再浸入銅養硫養水如是至鍍厚而止此不用電器即浸鍍之法其流質內不必多含銅養硫養若用電器則將銅養硫養顆粒四分劑研為細粉用硫強水一分劑添以水十八分劑消化而濾清此雖能鑲鐵鋼鉀而不甚黏合因鐵鋼鉀能令流質化分甚速故鐵器鑲鋼欲黏合以鉀衰水內消化之銅衰為佳用水一斗消化鉀衰兩磅添入銅衰俟飽足再添鉀衰四分磅之一為和合之質加熱至一百五十度自能黏合

此下各種流質其熱在法倫海表六十度之

電性鐵為負電性在淡輕。硫水內正負較大在淡輕。養飽足之水內正負較小或銅養在淡輕。養消化之水內或在鉀衰鐵飽足之水此各流質初時令銅有正電性後變為負電性又在鉀養二銘養飽足之水內或在鉀硫濃水內則加熱大而銅正鐵負之性亦大黃銅在鉀硫水亦有同性。

黃銅流質

昔用二金質合成之流質鍍成黃銅將鉀衰與銅衰二質在鉀衰水內消化即可用又法紅銅器鍍黃銅用鉀養二果酸並鉀永膏加熱至沸以紅銅器浸入則外面變為黃銅或用淡鹽強水並鉀養二果酸並鉀永膏之水加熱至沸將紅銅浸入亦變為黃銅。

銅養醋酸十磅鉀養醋酸一磅鉀養醋酸十磅熱水五斗消化之後添入鉀衰令結成再俟消化後加和合之鉀衰水約為流質十分之一此流質內用黃銅為上路或用二上路一為紅銅一為鉀

美國鉀養二磅又四分磅之一在熱水六斗內消化而濾清另將銅養醋酸二兩半在淡輕養極濃之內消化後加鉀養硫養四兩或五兩掉動流質令盡消化再加鉀衰二兩而再濾清加熱至一百度用黃銅為上路若欲深色稍

加銅養醋酸若欲巧色多加鉀養硫養。

一千八百四十九年九月三十日有瀝雪得官憑其流質用水五千分先將其一百二十分消化鉀衰十二分再在餘水內添入二鉀養炭養六百一十分鉀養硫養四十八分再加銅綠二十五分加熱在一百四十四度至一百七十二度之間待二十小時各鹽類質消化和勻之後再加淡輕養淡養三百〇五分再待二十小時添入前所消化之鉀衰水澄清之後將清者傾在別器即為鍍黃銅之流質應用電器並黃銅大片為上路。

又有一流質亦可鍍黃銅用水五千分二鉀養炭養五百分鉀養硫養三十五分銅綠十五分鉀衰五十分又有一流質可鍍暗色黃銅用鉀綠二十五分代前鉀養硫養四十八分又有一鍍暗黃銅之流質用鉀綠十二分代前鉀養硫養三十五分此流質宜加熱至七十七度與九十七度之間方可用。

鉀養炭養五十分銅綠二分鉀養硫養四分淡輕養淡養二十五分共在冷水內消化用銅板為電上路並大力電器。

鉀衰一磅淡輕養炭養一磅銅衰二兩鉀衰一兩在水一斗內消化加熱至法倫表一百五十度用銅板為上路並

大力電器

鉀衰一磅淡輕養炭養一磅在水一斗內消化加熱至一百五十度用黃銅大板為上路小片為下路俟下路能鍍黃銅則流質可用若流質內銅欲多而鉀欲少或加鉀衰或令熱度更大若欲鉀多而銅少或多加淡輕養炭養或減小熱度

以上鍍黃銅之法惟最後者為佳且能鍍厚而得本色亦均勻其深淡可隨時酌定又易消化電上路於流質內適能足用傳電亦合法電力稍有多少亦不妨若浸鋼鐵在內不為水所消化鉀止亦可受鍍流質或遇空氣或見光或加熱皆不變壞其鍍力惜有小病一因必加熱而後可二因宜用大電力否則上路消化甚慢鍍亦不速三因臨鍍之時或冷或熱在下路發氣以致電方幾分空費而令水內之輕養分開此外之鍍黃銅法則無此病又有鍍白銅之法將鉀衰一磅淡輕養炭養一磅在水一斗內消化加熱至一百五十度用白銅大板為上路小片為下路與大力電器相連俟下路能鍍本色之白銅則流質可用

汞流質

汞鹽類質為汞養與汞硫與汞綠與汞養淡養與汞衰若作汞養淡養將硝酸水一分添水三分以汞在內消化飽

足而止再宜添水令淡用汞沉於盂底作上路而以鉑絲與電器相連此鉑絲套以玻璃管或象皮管汞衰之取法將普魯士藍八分汞養十六分研細粉在水三十分內消化後加熱至沸約一刻濾取其流質化氣成顆粒鍍汞之時應在鉀衰水內消化亦用汞為上路

銀鹽類

銀鹽類質為銀養與銀綠與銀養淡養與銀衰取銀養之法將銀養淡養水加以鈉養輕養俟盡結棕色之質用水洗淨而乾之取銀綠可用鹽強水添入銀養淡養水或添食鹽水俟盡結白色之質以水洗淨令乾宜置於暗室之中取銀養淡養用蒸水一分濃硝酸水四分相和而加小熱漸添以純銀若流質太熱或添銀太多恐壞流質宜添冷蒸水視流質已不消銀隨令化氣成顆粒或不必用顆粒則藏在暗室備用既有此鹽類質則或切銀鹽類質皆由此推之取銀養醋酸將鉀養醋酸或鈉養醋酸添於銀養淡養水俟盡結成而止或將銀養在加熱之濃醋內變化或用銀養炭養在加熱之濃醋內變化此質在鉀衰水內易消化取銀衰用鉀衰水添於銀養淡養水內俟盡結成銀衰在水不能消化在輕衰則能消化鉀衰並鈉衰並鈉養硫養俱易消化或云此銀衰在淡輕水並淡輕養炭

養水並淡輕綠水並鉀鐵衰水亦可消化

鍍銀之水以銀衰為最佳惟輕衰之價不甚廉且宜速用因空氣與光能令化分如輕衰已造成十五日者添於銀養淡養水成銀衰則帶黃色且發淡輕氣並輕衰氣若用鉀衰水濾清而消化銀衰少頃流質變混而兼黑色其臭即淡輕氣與輕衰氣器底且有炭質約因鉀衰稍化分也



第三十一圖
鉀鐵衰十分盛於玻璃瓶中以硫強水六分水三十或四十分相和而傾入瓶中用酒燈加熱如第三十一圖其氣用細管通入銀養淡養水內觀圖自明按此比前節作銀衰之法稍好

銀可用浸鍍之法或用電器之法其浸鍍之法宜於小物如針鈕等但不能厚鍍將各鹽類質以水消化成膩質用玻璃箸掉和抹於器面此法有四○一銀綠一分鉀養二果酸一分○二銀綠一分白礬二分食鹽八分果酸八分

○三銀綠一分漂淨白石粉一分食鹽一分二五鉀養炭養三分○四鈉養硫養一百分銀鹽類質十五分舊鍍之器脫落者塗於缺處補滿之

銀用浸鍍

器物與鉀相連而浸在流質內將純銀四兩消化於硫強水二十兩另用水一斗半消化食鹽一磅半將此兩流質相和而待其澄清傾出上面之水沉底之質為銀綠後將鉀衰二十四兩鉀養炭養十二兩相和鎔化待冷片刻將此質與銀綠共添於水一斗半之內加熱令沸濾清備用

銀用電鍍

電器鍍銀之流質甚多然最好莫如銀鉀衰其流質可濃可淡每水一斗用銀一兩為中數如銀衰一分鉀衰十分在水一百分內消化此流質或濃或淡皆可隨時定之

銀流質

銀養淡養一兩用水三升消化另用鉀衰三分消化於水三十分漸添於前流質內俟不再結而止若添此過多必致已結之質再消化因有此病須另用一盃分存前流質於旁而亦漸添入前流質內以補救之蓋原流質添入能收多餘之鉀衰而令消者又結也惟視不結即止添

製合前流質最好用玻璃筒盛之鉀衰漸添之時用箸掉

和則能見結成與否故可添至恰好而不必用另盃內之銀養淡養添入矣即將玻璃筒安置不動俟其內澄至極清傾去上面者而留其銀養隨用多水洗之俟其沉底而傾去水乃用鉀養三分或三分半在水二十分內消化將此漸添於銀養用箸掉和銀養盡消化後再加和合之鉀養三分而又加以水令淡核銀一兩準以水一斗視和合之鉀衰亦消化則可濾清以備用所用之水俱須蒸水其次則兩水

銀衰流質又有一法用銀養或銀養炭養或銀綠置於鉀衰水內至不能消化而止再加和合之鉀衰用此法造之可用鉀養輕養或鉀養炭養或輕綠或食鹽代鉀衰而令銀養淡養結成但此法總欲用鉀衰兩分一分令銀鹽類結成銀衰一分令結成之銀衰消化為流質前人云凡添銀鹽類於鉀衰水內則銀鹽類自欲與鉀衰一分化合而成為銀衰既成銀衰又與其餘一分化合而成銀鉀衰此質始能在水消化故知用銀養或銀養炭養亦不能省鉀衰而反多一病因其流質必雜異質在內前九十節已言若欲鍍成好金類質其流質應易消化其上路蓋流質內須含許多金質亦有好銀水不可消化賤金質如將銀養代銀衰而添在鉀衰內則鉀衰幾分變為鉀養輕養若用

銀養炭養則鉀衰幾分變為鉀養炭養若用銀綠則鉀衰幾分變為鉀綠且其鉀養輕養並鉀養炭養並鉀綠俱欲令流質緩消上路并欲稍消下路以致鍍成之質不黏合此病惟鉀綠最大

電器消化銀流質

銀鉀衰之質又可用電器成之其法雖佳亦有小病然流質不必甚多則用電器為便因可省得工夫數層即是佳處惟流質內變成許多鉀養輕養因衰與銀化合為銀衰故放鉀而鉀即與水內之養氣合成鉀養輕養所以水化分之輕氣必在下路發出此後鉀養又吸空氣內之炭養而變鉀養炭養即是其病幸此二質尚小於鉀綠之病蓋鉀綠更能壞流質也

將銀一兩結成銀養其法如下銀消化於硝強水內添以鉀養輕養令消化之質結成銀養將此銀養添入鉀衰十六兩水二斗之內消化

白銅鍍銀

銀養硫養在淡輕養炭養水內消化可鍍平常之白銅若鍍上白銅則用銀衰在淡輕養炭養水內消化製法用淡輕養炭養七十分在蒸水內消化添入銀養硫養一百五十六分加熱令沸俟盡消化若用銀衰只須一百三十四

又法水二十分，鉀衰四分，銀養醋酸一分，此流質傳電甚好，且能鍍成本色。又法用水二十五分，輕衰六十五分，黑色鉀衰十二分，鉀衰十分，此流質更佳。

銀衰流質，每一斗有銀半兩，另有和合之鉀衰甚多，此流質價廉而鍍又極速，鍍成之色亦好。惟天熱之時不可用，且上路消化甚速，因有甚多和合之鉀衰在內，用時流質每斗有銀半兩至四兩，平常之時每斗有銀一兩或二兩，和合之鉀衰其多少亦不同，總在消化之銀半倍至五倍，或十倍，其最好者約為銀重四分之三。

又有一流質純鉀衰一分，劑即六十五分，銀衰一分，劑即一百三十四分，另加和合之鉀衰並添水令淡，必用和合之鉀衰者，因鍍時恐有銀衰結成，必藉和合之鉀衰與之化合，變成能消化之銀鉀衰。顧下路受鍍之時，原放鉀衰與衰，但所放之二質移過流質至上路，必稍費時，故須和合之鉀衰先代為化合也。又云添水令淡者，因在上路合成銀鉀衰，重於流質而沉下，下路分出鉀衰與衰，輕於流質而升上，此各質與流質和合，因緣附之力，流質愈淡，其緣附力愈大而質點且更活動，故用濃流質者常宜掉動。若用淡者，掉動可少，嘗有鍍銀之肆用機器令流質稍稍

泛動，若無機器則應每夜掉動一次。

流質內或添水少，而和合之鉀衰多，夜間電氣忽然減力，則鍍成之銀再消化，因上路消化之近處含銀多，下路受鍍之近處鉀衰多，電力忽減，小則其方向或與原方向相反，以致消化受鍍之銀。

光明銀流質

鍍銀能得光明，可免磨擦之功。昔人曾用模鍍銀，其模內有炭硫受鍍之時，偶見有光明之處，即試加炭硫於流質之內，用之甚佳。因在平常銀鉀衰之內，加以炭硫或炭綠，或炭綠或硫綠，或鉀衰硫養，或鈉養硫養，若用炭硫，可與硫以脫相和，或用炭硫與前言之別質相和，或用炭硫六兩盛於有塞之瓶內，添以平常銀鉀衰水一斗，搖動之，二十四小時將此流質二兩添入尋常之銀流質二十斗，而攪和之，每日須添二兩，因能化氣散去也。用已多次，亦可少添。若用炭輕質代炭硫，則應多於二兩，用此比例，能得發光之銀面，若用更多，又不發光，然能稍好於平常者。又有別質可鍍光明，即硫或哥路弟思，又有用碘與格塔伯查，在克路羅福密內消化，比炭硫更佳。

鉀衰

鍍銀鍍金並鍍各種金類，其流質內俱用鉀衰，故能自造。

爲便或不自造亦須知買來者之優劣其合製之法將鉀
衰鐵打碎在鐵鍋內加熱而常掉動乾透而止又將鉀
炭養打碎在鐵鍋內加熱常掉動至極乾隨將前料八分
後料三分相和極勻在鐵鍋內速加熱鎔成無色之流質
其面發氣俟十五分時得暗紅色將冷鐵條插入其內而
見白色爲度如熱度太過而氣盡發出則鐵端不爲白色
而成灰色其鍋宜蓋密而不必掉動祇擊動其鍋俟鉀衰
鐵內之鐵變爲黑粉而沉至鍋底將無色之鉀衰從鍋內
傾於冷鐵盤內或在冷鐵板上令結塊乘熱之時打碎藏
於有塞之瓶內

鍋底之黑粉尙有鉀衰須在熱時取出消化於水而分取
之所得之鉀衰稍帶灰色若不用鉀養炭養與鉀鐵衰相
和未免有灰色之形若用鉀鐵衰與鉀養炭養則鉀鐵衰
內之衰三分之一與鉀養炭養之鉀化合不用鉀養炭養
者其衰三分之一失去

鉀衰內之異質

平常之白色鉀衰一百分內有異質三十五分最次者有
五十分其異質爲鉀養炭養鉀養硫養鉀綠鉀養衰養鉀
鐵衰砂養若作此鉀衰之鹽類質不極乾燥又有淡輕其
鉀養炭養與鉀綠因造鉀衰時用鉀養炭養已含鉀養硫

養與鉀綠若造時用瓦器而不用鐵器又得砂養用極好
之料作鉀衰約得一百分內之二十分終有鉀養衰養因
鎔成流質之時遇空氣而合成也

試驗鉀衰之法

鉀衰欲考其純質之數應作兩流質一用鉀衰一兩在蒸
水六兩內消化二用銀養淡養一百七十五釐在蒸水二
兩或三兩內消化將鉀衰流質緩緩傾入銀養淡養流質
內初時結成再漸傾入消盡即止如銀養淡養一百七十
五釐令銀結成而再消化必用純鉀衰一百三十五釐故
計流質之數即知一兩內純鉀衰之數準此盡結盡消之
法可知流質內之純鉀衰與銀化合之數若別種異質在
流質內任有若干不能與銀化合而消化

銀衰

衰與銀化合愛力極大除銀硫之外別種銀鹽類質俱能
化分而銀與衰化合故鉀衰水內消化銀養或銀養炭養
或銀絲或銀鐵衰各鹽類質俱化分化合而結成銀衰
銀衰欲乾熱宜在二百六十度以下若以銀衰與輕衰氣
相和而將鹽強水傾入則銀與衰化分若將冷硝強水傾
於銀衰上則不化合亦不化分若將硫強水與水相和而
加熱至沸傾於銀衰上能化分成銀養硫養而放出輕衰

氣銀衰在含綠氣之鹼類質內亦能消化惟最能消化銀衰之質為鉀衰水故鉀衰一分劑即六十分能消化銀衰一分劑即一百三十分銀鉀衰之顆粒一分在冷水八分內可消化沸水則一分已消化其雙鹽類質在水消化加熱令沸甚久亦不能化分日先照入亦無妨任何酸質添在此雙衰流質內則銀衰化分而結成如為輕綠則能化分銀衰若以輕硫水傾入銀衰內則銀結成銀硫。

金流質

鍍金之法有數種如金養硫養如金硫如金碘如金溴如金綠如金衰如金衰硫若欲分取金粉可用鐵養硫養水漸添入金綠水俟其綠棕色之質盡數結成即得金粉若欲取金養則將鉀養輕養漸添入金綠水俟其質結盡而止又可將鎂養與金綠相和加熱置於水內濾取其質用淡硝強水洗之再用清水淋淨若欲取金碘可將金養與輕碘相和加熱或用鉀碘水傾入金綠水俟其結成之質已盡濾出而用清水洗之其色黃水內不能消化鉀碘水內能消化若欲作金溴可將金粉盛於有塞之瓶而用流質溴消化或將金養盛於有塞之瓶而用流質溴消化所得之質深紅色水內能消化。

金綠

常用之質為金綠其取法將鹽強水二三分硝強水一分相和加熱漸添純金於內俟不消化而止隨將流質化氣置下之質有深紅色間有黃色此為金綠內有金一分劑即一百九十七分綠三分劑即一百零五分若化散之氣太多即發綠氣而金乃分離置於水內消化其鹽類質金即沉下若作黃色之金綠可用硝強水一分鹽強水三分金粉一分加水一分而其盛於盜鍋以玻璃片蓋之稍加以熱俟紅氣發盡而止金或消化未盡可稍添流質而再加熱紅氣既盡去其玻璃片而換蓋紙化散其氣而冷之即成黃色之質其紅色者之作法亦同惟用硝強水一分鹽強水二分此種合強水四兩能消金一兩如法乾之即成紅色之質得重一兩一百六十五釐。

金衰

金衰之製法將鉀衰一分在水六分內消化金綠一分在水五分內消化隨將二水相和即有黃色之質結成若多加鉀衰則結成之質變赭黃色更宜鍍金之用若用鉀衰更多又變棕黃色此結成之質為細粉空氣內不能化氣若加以熱即化分為金與衰氣金衰若非新結成者則三種強水俱不化分合強水亦不化分設能化分亦甚慢輕硫亦不能令化分若用淡輕硫則可慢慢消化而成無色

之流質若加以酸質則結成金硫金衰在水內醱內以脫內俱不能消化若用淡輕水並鈉養硫養並含衰之鹼類質即能消化

金綠之流質內添以銹養硫養即結金粉添以鉀衰水而加熱令沸即消化其金粉鉀衰水內又可消化金養或淡輕養金養消化之質為金鉀衰若欲消化金衰一分應有鉀衰二十三分先在水內消化若用電器消化金質一分應先消化鉀衰六分鉀衰一分用水四分消化如照此法即用金為上下路凡金鉀衰一分能在冷水七分內消化或用熱水半分消化醱亦能消化金鉀衰幾分若將金鉀衰在水內消化可將銅或銀用浸鍍之法加熱則更易鍍惟流質內或銅或銀亦欲消化

金用浸鍍

先將金小粒五兩添入市權合強水五十二兩加熱至不發霧而止待冷之後將流質傾出而添蒸水四斗再加鉀養二炭養二十磅加熱令沸二小時所浸之物歷時或幾秒或一分按物受鍍之難易或按流質之冷熱熱則易鍍新作之流質比舊者更合法又有一種流質可鍍銀物即將汞綠一分淡輕養炭養一分共在強水內消化隨以純金添入令化氣至半乘熱而擦於銀物即能鍍金一層

鹽強水四兩強水八兩消化純金一兩而令化氣將鉀衰銀二十四兩鉀養炭養十三兩相和鎔化畧冷而置於清水二三斗內加熱令沸消化之待冷之後用紙濾清遂將前化氣將乾之金綠添入加熱令沸十五分時將欲鍍之物與鉀相連而同浸於內此流質之熱應有法倫表八十度或八十五度

金用電鍍

流質原有多種而好者不甚多其一金並鈉養硫養法將金綠在鈉養硫養水內消化此法未盡善其二金硫並鉀養先將鉀養硫養加入水內即將此水六分之五消化金養至足為度將所餘六分之一添入前水其三在水內消化之金綠此法亦不佳因賤金欲令流質化分其四金溴將溴一分醱一分作流質即將此流質一分醋一分並含數滴強水之水四分相和此內以金作上下二路而與電器相連俟滿合金質再加水三倍亦添強水數滴電器鍍金極佳之流質係金鉀衰水若欲製此流質可將金粉在鉀衰水內消化或任用一種金鹽類質又可用電器消化純金成流質即用鉀衰水加熱至法倫表一百度與一百五十度之間用金作上下二路而接以小電器俟其下路受鍍則此流質可用

化合金養

金鉀表原有鍍金常用之質先作金綠如前法將此金綠在水消化再將鉀養輕養水添入俟不再結而止濾取其質用蒸水洗淨即得又法將金綠水添以錳養稍加熱濾取結成之質先用淡硝強水洗之次用蒸水洗之又法將金綠水加以淡輕養炭養俟不再結成而濾取其質以水洗淨前所用鉀養輕養或錳養添於金綠水內所結之質為金養若用淡輕養炭養者為淡輕養金養此質為金養性極淡輕爆裂之大此質洗淨而再換清水數次乘濕之時可添入鉀衰水內消化此鉀衰水每水一斗消化鉀衰一磅俟其質盡消化之後再加和合之鉀衰如前水五分之一或用金一兩鉀衰一磅水一斗前所言洗淨結成之質其水不可輕棄恐尚含金試將光明之鉀片浸在其內鉀面若有黃色之物即是金質可用錳養硫養水添入自有碧色之質結成若錳養硫養水不能盡結水內之金質即將光明之鉀片久浸水中其金自能盡粘於片上後將鉀片浸在水內而添硫強水數滴用硬刷刷下其金質原來所有之金綠水其和合之配質並所加之鉀養輕養或淡輕養炭養愈多則洗水之內所含之金亦愈多所以配質不宜多用若將金綠在水內消化而器底見有黃色之粉即知鹽類質

內並無和合之配質可將台強水令重消化但須加熱

電器消化流質

鉀衰在熱蒸水內消化水用一斗鉀衰用一磅將此傾入外筒略滿而將內漏筒置於外筒之內後將大金片為上路而浸在外筒再用光明之小紅銅片為下路而浸在漏筒之內其二通線與發電器相連金電上路連於鍍鉑之銀片銅電下路連於鍍汞之鉀板待若干時可將下路浸在外筒試之若能受鍍其事即成此時之流質宜熱至一百五十度後可將漏筒內之流質并入外筒之流質內凡流質內含金之數不論多少總須浸下之物鍍得合法大略流質一斗含金在半兩與四兩之間

何爾奧處金水

鉀衰十分蒸水一百分消化用紙濾清加以金衰一分此金衰須擇極淨之質且須乾燥而常藏暗室之中者其流質盛於有塞之玻璃瓶內常熱六十度至七十七度藏在無光之處二三日屢次掉動之

匹克耳金水

水一百分先消化鉀鐵衰十分次消化金綠一分以紙濾清而去其鐵衰後加鉀鐵衰飽足之水一百分而將流質沖淡至三倍因流質愈淡則受鍍之金愈明又含鐵愈少

則金色愈佳若鍍成之後不甚光明可將受鍍之物在微含硫強水之水內洗淨用麻布擦之使明

非助金水

一用乾金綠一分在蒸水一百六十分內消化另將蒸水

消化鉀養炭養而漸加入金綠水中視水變混即能合用

二用立里蒲耳法金綠一格

法蘭權名每一千為英兩磅餘納養硫養

四格在蒸水一里脫內消化

立里蒲耳金水

中立性之金綠在蒸水內消化次加鉀硫衰水俟結成而重消化流質稍有幾分鍍成之金重消化若無此性亦須添以鹽強水數滴使能消化

得布里耶金水

金三十四格以合強水消化而令流質化氣結成中立性之金綠遂將金綠在溫水四千格內消化再加以鎂養炭養粉二百格此鎂養先用篩篩之流質內有金並鎂養結成可用紙濾出而用清水淋淨將此質在稍強水三分水四十分內加熱消化則其鎂養全消化將所餘之金養以水洗之至所洗之水無酸性而止後用鉀衰鐵四百格鉀養輕養一百格在四里脫水內消化添以金養而加熱令沸約二十分時金養消化之後器底必有沉下之鐵質以

紙濾清此流質有金黃色任何熱度俱可用以鍍金

愛墨愛耳鍍金肆之金水

一金養三十一格又四分格之一再用鉀衰五百格水四里脫沸至半小時此流質臨用須熱可鍍紅銅黃銅與銀

二用鉀鐵衰十分乾金綠一分在水一百分內消化即有鐵養結成將此流質在瓷或玻璃器內沸二小時俟結成者沉下即得淡黃色透明之流質以紙濾清加水三倍

近有法用格搭伯查等質作模鍍金或銀如表面或鐘面其模或刻深花紋可將金鍍出如鼻烟盒等繁花紋之物

用鍍金法甚能省工將純金一兩在合強水內消化再化氣至乾和水二斗並加鉀衰十六兩加熱至一百二十或一百三十度即可鍍物

鉑鹽類質

白金只有一種鹽類質即鉑綠用鉑鉛在合強水內加熱

消化至不發氣而得紅色之流質再化氣至暑乾

鉑流質

銀面鍍鉑可用水三體積稍強水一體積相和以鉑綠消

化於內以銀浸入則受鍍或用鉑綠在水內消化加三後

浸銀於內亦能受鍍凡一切金質皆可浸在鉑綠水內鍍

鉑若用電器當用鉑碘或鉑溴或鉑綠或鉑納綠此質之

作法將鉑線一分劑即一百六十九分七食鹽一分劑即五十八分五在水內消化另用小面積之鉑上路並微力電器所鍍之鉑甚好又法用鉑線並食鹽在鉀養輕養水內消化所鍍之鉑更好

鉑流質

鍍鉑用鉑鉀衰為流質如用化合之法可將鉑在淡養水內消化而添以鉀衰水結成用水洗淨而再在鉀衰水內消化以飽足為度後添和合之鉀衰水少許若用電器之法作此流質即鉀衰水內用鉑作上下路俟受鍍而止此為好流質易消化電上路且易引電能厚鍍而成本色在流質內受鍍之薄者可作照像之用

電學鍍金卷四

美國 金楷理 口譯

無錫 徐華封 筆述

雜說

整理受鍍之物

鍍金者已知流質並用法即應知收拾受鍍之物此將各金類之物先洗淨之而並用粘合之法然亦各事不同鍍於金質固欲粘合若以作模而必脫去者又不可粘合

鋅鐵鋼洗淨之法

凡鋅或生熟鐵或鋼欲其受鍍須先浸於鉀養輕養水內令沸幾分時去其外面所有之污穢取出而洗淨之生鐵之物宜用八十二節浸鍍之流質及酸質消化之外面若不光滑其流質應濃若光平者即可淡從此流質內取出而再在水內洗淨生鐵粗而銹多須屢次浸在八十二節之流質而又擦淨之

紅銅黃銅白銅各質鍍銀之前應在鉀養水內令沸取出洗淨浸入微含硝強水之水內或八十二節之流質內再用水洗淨而浸於八十四節之汞衰或汞養淡養水內方可浸入鍍銀水中

器物不甚污穢祇浸在鍍金質之流質內與負電極相連

所有不淨之質即活動若為甚污或為貴質不可如此凡浸物於八十四節之汞流質須先在水內洗淨去其一切酸質若器物上已定欲鍍金銀之數即先稱其本物之重而記其數俟鍍成之後而再稱之即知加重之數

銅絲掛物

受鍍之物潔淨之後即用銅絲相連而掛在流質之內絲之大小不同若為小器或杓或刀或叉或燭剪或茶壺或瓶等物可用二十號半之銅絲器若甚大如帽架或鐵欄杆應用堅固之銅鈎掛之或用銅絲鐸牢

粘合金質一百七十六節

器物之面污穢必無粘力故在紅銅黃銅白銅等物鍍銀先用八十四節汞流質浸之否則銀不粘合雖能粘合不能通體平勻所以潔淨為最要之工夫潔淨之後乘濕浸於鍍水內所鍍之金質最難粘者惟鐵鋼鋅之器或波爾推尼耶即英國別名金質內有錫銻相和之器

金質不粘

金類質之物即以爲模而所鍍之金質能脫下先應潔淨而再令稍與養氣化合然後浸在鍍水中即不粘合又法將蜜蠟少許肯沒非吳含炭輕之油質自能化氣四分升之一消化用棉花沾而擦於模面亦不粘合或用橄欖油擦之隨將棉

花楷淨之亦能不粘

免鍍受鍍

油漆蠶蠟等質俱能免鍍如將銅錢為模用其陽面而不用其陰面則以油蠟等質敷於陰面以免鍍或有一器外已鍍銀內尚欲鍍金則將銀面敷漆一層至金銀交界之線若流質為鍍金之用且熱用之質則在不要鍍之處敷以若派爾漆為西國上好漆若為冷用之質並平常之金類質則用平常之漆或將火漆在那普塔其質為炭輕內消化以代漆

作模之法

設有一錢二面俱花紋則用八十五節內之海膠並樹脂相和之質以薄銅皮潤約一寸依錢之外圍 祝成一圈粘其接處即將膠質傾入圈內從心至邊用手重壓之擠去中間之氣泡乃用鉗將兩面夾緊初時寬夾及膠已冷則漸加力冷至二小時模子因擠緊即自能脫下若不肯脫下可用螺絲鑽鑽膠而拔出之接法為之一切細紋皆印清

凹凸力之模

金質面上有突起之物則用八十五節凹凸力之質作模以便脫下先用硬紙在金質面之外周作一圈次用熱

膠傾入此模膠應濃如精油後用細長毛刷刷於模膠之下面令空氣泡散出俟二十二小時自乾取去硬紙拔出膠模若有中空之上半節人像可用砂寶之而用薄板遮其孔次將人像置於圓柱形之器此器應比像體稍潤稍深以周圍有空處為度將膠傾入漫過其頭顱數寸傾時宜稍稍擊動令空氣泡升出俟二十小時模膠牢固從人像之背剖開令像脫出若人像為石膏所造則先上油恐膠與之粘合也或為石膏之器具亦宜上油

模殼引電

模面傳引電氣有二法 其一刷筆鉛粉於模面 其二貼金箔或銀箔一層模殼為樹脂或蠟或漆或含油之石膏所作而其物像為扁形如洋錢上即用第一法若為凹凸力質之模不能刷黑鉛則用第二法

模面刷筆鉛

設模小而圓樹脂或海膠所作先將十六號或十八號銅絲碾尖插入模內再用二十八號或三十號細銅絲近面繞之其絲之二端與尖銅絲繫連後將軟毛筆勻刷黑鉛其筆毛宜短而厚刷鉛之時可噓氣於模面令鉛易粘模面盡黑而明可吹去其有餘者若為小物則第一次刷鉛需十分或十五分時下次可稍省工模或甚大且有深凹

應將細銅絲數根一端與粗銅絲相連一端刺入凹處以爲引電之用或擱在面上亦可若不用此法則深凹所鍍必薄

凹凸力質引電

先將粗銅絲與電器相連次將細銅絲幾根一端繞於粗銅絲一端刺入凹處離粗銅絲最遠之處即將模浸於八十七節燐流質內或用刷之亦可俟燐流質流下模面燥乾再浸於八十七節銀流質內俟面有黑色似金質之光即取出而在清水內漂淨之後浸於八十七節金流質內俟模面變黃色亦在清水內漂淨即能引電

燐模質

燐料如八十七節者作模若物件爲扁形之像而有鏤空之處則用凹凸力之質作模而將此質乘熱傾入凹凸力之模內不可太急恐致鎔化凹凸力之模若用此料作模不必浸於別種流質內只浸或銀或金之流質內

玻璃引電

玻璃器欲鍍金類可用燐銀金三流質浸之然未盡善不如用淡輕硫一分醋三分銀養淡養一分蒸水三分先將銀養淡養在蒸水消化後加淡輕硫與醋而搖之停片時澄清將清流質傾在受鍍之玻璃器內此器宜極淨再將

淡醃內消化之葡萄糖四分重之一加入蒸質內調和後加熱至一百五十或一百六十度過二十分或半小時器之內面即受鍍遂將流質傾出蒸水洗淨用細銅絲將鍍成之箔與電器相連再用任一鍍金藥水傾入器內用上路或金或銀或銅向來玻璃或瓷欲其受鍍而粘牢祇有一法在玻璃廠內用金箔燒入其內後再鍍上金質

浸物於鍍水

鍍金者將一切物件齊備即可浸至鍍水內先宜將電上路浸入而與電器相連後以受鍍者浸入

加減電氣之力

鍍金之要應有恰好之電力此事有數法或改電器或改鍍金器或改相連之銅絲若欲加電力可加電器內鋅板之數或加電器內流質引電之力或令鍍水更有引力如加電器內流質引電之力可稍添和合之強水若加鍍水之引力即加鹽類質於內又法將相連之銅絲粗而短若欲加大積面可將電器內之鋅板浸深或用加電力之法若欲減電力並減其積面可將受鍍之物與上路相離稍遠或用長而細之鐵絲使緩傳平常加力之法俱將電器加多若加積面即將鋅板浸深或加流質之熱使加力或將受鍍之物與上路相近

電學鍍金 卷四

積力與積面之別

電器之積力與電器之數相關電器之積面與強水內之

板面積相關不論浸之面積或在一箇器內

或在多箇器內其力終同此言電器之積面

不與電器之數相關但與浸之面積相關故

電器可相連而或加或減其積力並或加或

減其積面設有四雙板在四筒內相連如第

三十二圖為魚貫之式其銅絲與鍍流質內

之上下路相連即有四箇電器之積力而但

有一箇電器之積面此名濃電氣若將四塊鋅板與一銅

絲相連四塊銀片與又一銅絲相連如第三十三圖為雁

行之式亦令銅絲與上下

路相連即得四箇電器之

積面而但有一箇電器之

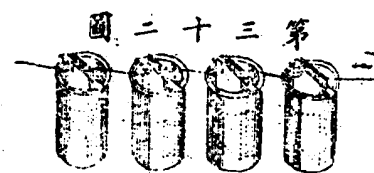
積力此名淡電氣又可用

雙項電器之法每一項內

有二器先令若干銀鉍相

相連又令不同類者相連如三十四圖後用銅絲連至鍍

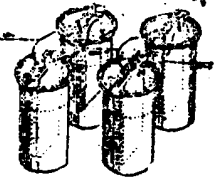
水內之上下路其電器須同式照以上各法有一百雙電



第三十二圖



第三十三圖



第三十四圖

器可得一百器之積力而得一箇電器之積面或得一百積面而得一箇積力或得五十積力五十積面

金質消長

流質內消化之金質並鍍物之金質與每一電器一銀需

用之強水俱有正比例若鍍水甚好電器甚好物料亦好

每一鉍一銀之電器內消化之鉍一分劑則上路亦消化

金質一分劑而下路亦受鍍金質一分劑如電器每用鉍

一分劑即三十二分六硫強水一分劑即四十九分而銅

養硫養流質內鍍銅一分劑即三十一分七或養流質

內鍍銀一分劑即一百零八分其上路亦消銅一分劑或

消銀一分劑然平常鍍金之料未必甚好且安置之法亦

未盡善鉍片含別質或汞雜錫或雜鉛硫強水則雜淡養

或電器內之強水太濃間有空費強水而消化之力不甚

大或鉍板上之汞不好或銀片上鍍鉍不好或不用之時

仍浸鉍板於水內或上路之金質含異質或受鍍之金質

再消化此因電力太少或因不掉動流質故有此病

又有一流質內電力幾分自用而在下路發氣若犯此等

弊端則消化鉍板一磅半硫強水亦同數祇能鍍銅一磅

鍍金質之性軟硬不同

電之積力愈大鍍得者硬而明電之積面愈大鍍得者軟

而粘力少。若欲鍍得者硬而成明顆粒之形宜用積面少。若欲軟而成黑粉應用積面大。故用平常積面平常積力。即有粘合本色之質。此事應用好流質且所鍍之金質如銅銀金等亦須上等。若銳錫等顆粒之金質即不能照本色鍍之。

如有一雙電器欲鍍本色之金質必須流質合法其上下路與強水內之面積相等。若欲改本色之金為黑粉可令鋅板入水更深。又令上路加大。若已鍍本色之金質而欲改為顆粒則應多加幾雙電器按魚貫之法排列之。而將板稍浸入幾許且用一小上路。

此與下路受鍍之面積亦相關。設有常用之電器在一小物之上。成黑粉後換以大物即可變為本色之金而不為黑粉。再換以更大之物即可成顆粒之金質。因是知黑粉形為鍍得太快之故。顆粒形為太慢之故。

大器物漸漸受鍍

受鍍之物不易傳電欲其受鍍而周遍宜用積力大而積面少。其先受鍍之處更可免不粘合之病。若電氣有大積力而小積面鍍金質之質點有一箇極吸推力及粘合在上之時能推去傍邊之金質。如是屢鍍屢推則通體皆受鍍矣。若歷時久而鍍得厚天氣又冷則鍍上之金質易碎。

若鍍得太快其流質不甚冷則其碎壞處之稜角成圓形。若流質冷而不掉動之且鍍得慢則其稜角漸成銳形。昔曾試驗用淨樹膠鍍鋅在天冷之時且用一百雙司米電器之力所用之積面甚少則淨樹膠亦能上鍍數方寸其鋅甚凝結又用樹膠所作之牌欲鍍銅其上已刷筆鉛用積力大而積面小鍍好之後其牌之近邊有一線稍凹進而線之內外皆比線上鍍得厚其邊外又有許多粗顆粒之銅質比線內受鍍之銅質多。

電器用法

電器內用硫強水一分水二十分更濃者硫強水一分水十分或十二分若用此種濃質應常加鋅板上之汞甚是煩費且流質濃而電力大又須每日留意鋅相上或有化合之質或多出氣銅片或銀片上出氣鋅板上有何不光明之處急宜加汞。鋅板如新作應屢次加汞若已用久每隔數日加一次更久則不必多加。因電力易於減少也。鋅片消化至穿破可用小熱鎔鑄且亦耳實心圓條熱度若大汞必飛散舊鋅板又可在鐵飯內加紅熱而令汞透出受以水盂。

夜間不鍍應將鋅板取起電器已用數日而其力減小須添強水或日久而變為油膩之形多含鋅鹽類並結於器

邊即可棄去而換新者或熬乾使成銻養硫養銅片或銀片之面鍍銻即知強水已用盡亦應添強水或換新司米

電器蓋舊法之銻銅電器常有此病別法不在此例銅片或銀片已鍍銻即添強水而令銻消化或將受鍍之銅或銀浸於別器之淡硫強水俟銻消盡

電器內若用銅片則每十天應加紅熱一次而淬於水內又浸於八十二節之浸流質內或淡養水內若用鍍鉍之銀片而變為淡白色宜再鍍鉍否則減少電力此事每過

二三月可重鍍一次凡重鍍之時即多加電力鉍板溼時不可過銀片或銅板恐有汞相粘而減少電力若溼鉍板

遇薄銀板且能破爛

電器內之流質

鍍金之水與電器相關有三說 一鍍金之流質內除水之外不加別質為妙恐改化合之性 二加減積力或積面最好不改鍍金之流質惟上下路之相距與流質之熱度可以加減 三金質消化之面積宜大於受鍍之面積

流質內消長二物

對面掛起受鍍之物略高皆令浸在水內不可露出水面舊法俱將上路掛高此法不甚佳因消化之片上必含雜質亦能受鍍而不純且不便取出看其合法與否受鍍之

物若為凹凸之形則消化之物亦應凹凸其形而令各處之相距常等設有不能亦宜攪動遷就而使相距略等始得各處鍍備否則凸處必甚厚所以消化之物與受鍍之物愈近則鍍成愈快流質若多亦快於流質之少者且流質多則易令各處厚薄均勻銅絲若粗則快而不能勻

兩物搬動之法

鍍水之內設為銀鉀養二硫養電力太大而受鍍之銀不甚佳即可搬動之自能鍍勻有人用常常移動之法在掛物之架連以小輪四箇而置於斜面上用機器或水力帶動之

流質之熱度

鍍流質有宜熱用者設為金鉀衰銅鉀衰等物不熱則不易傳電雖受鍍而不佳故須加其熱度

流質不可過光

鍍流質為銀鉀養二硫養並銀鉀養二硫養俱不宜過光平常銀衰質亦不宜過光

通電銅絲

凡用電器鍍金其電氣通路完全且容易引電又看本物若不能引電則必設法令引電又細察物件淨否又看銅絲在過物之處宜淨

鍍銅流質

一百二十節所言銅養硫養水凡有鉍鐵鉛銅俱不受
鍍所以此等金類先應用一百二十節之銅鉍養水薄鍍
一層清水洗淨隨浸於銅養硫養水內鍍加厚之銅

鍍銅之用

鍍銅之用處甚多如巨尼電器之外筒如銅板或銅板之
副板如印花軋軋如鉛活字之模如鋼筆如鋼鐵之器免
鏽如玻璃器如石膏等質之人像如植物學之樹葉作模
俱可鍍銅

鍍銅法造成銅物

巨尼電器之外筒先將玻璃筒或瓷筒用蠟或松香或鯨
油在筒內成模而勻敷筆鉛或金銀燐流質令引電氣或
用八十七節之燐模質加金銀流質模下穿一細銅絲而
將銅養硫養水略滿於模內再掛一銅片後將發電器相
連於銅片與銅絲又不可不用發電器模內略滿銅養硫養
水之後即置一漏筒而內用鉍一條將細銅絲與鉍相連
模內亦可鍍銅此以燐模質為最妙若有刻字之銅板欲
作一銅板宜用可派耳漆敷於銅板之背待乾而浸於銅
養水內薄鍍銅一層洗淨之而隨浸於銅養硫養水內歷
二十四或四十八小時令厚揭下而再在此銅板上鍍之

即與銅板同

西國新聞紙上之圖用本板作模鍍成銅板先在木板之
四周作凸邊而以水溼其板次將樹膠傾入板面從中心
向四周攤平將冷鐵板蓋在膠上用鉗夾緊揭開木板即
得板模加以傳電之質而用細銅絲穿入浸於銅養硫養
水受鍍歷十二或十八小時即可將銅與模分拆此時銅
板尚薄故在背後加以鉍絲水而粘鉛一層再墊木板令
與鉛字同高即可刷印倫敦多用此法若有銅板亦可同
法為之

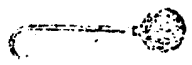
又法先用樹膠海膠相和作模之後將漆一體積與木油
即炭輕四體積相和用毛筆薄刷一履乘溼之時用黃色
之銅錫粉三體積白色之銅錫粉一體積相和薄敷極勻
此須用極軟之刷擊灑於其上即可浸在銅養硫養水中
其白銅錫粉大半都是錫黃銅錫粉內都有銅錫粉在銅
養硫養水內受鍍銅粉因與錫相和故能鍍銅此粉之
上不論黃白鍍銅俱快若不用電器亦能鍍銅然用電器
更好並可任何厚薄初試驗時只用黃銅錫粉故必用電
器歷時不過三五分若用筆鉛須二十分至四十五分再
加錫粉受鍍更快如燐流質同然用燐流質則受鍍之金
甚脆此法則不脆或不用黃粉而但用白粉亦不甚好此

法鍍成之銅板最明淨銅質亦佳但不及用筆鉛者平光而細

鉛字之銅板

昔人之法將鉛字以樹膠為模今美國俱用銅板法與上節作木板之銅板略同若用八十五節樹膠海膠合質比此模料更好一因壓成板模印得更清受鍍亦更快且軟而着實故壓力亦可少又有用燐流質者然此易於發火其氣且甚臭上鍍之金亦不凝結故用葡萄糖水與鍍玻璃之法或用阿而特海脫酸質與福質之中間或別質代燐為宜板模已成又可上筆鉛但須上好者用軟刷勻敷於模上模在流質內恐起泡可用樹膠大泡上連曲玻璃管如第三十五圖吹滅水中之泡所用之流質宜純而清字能清硬又易脫墨或不用樹膠而用石膠作模者亦不甚佳凡鍍銅之事房內須有一定之熱度流質之器有益故能在八小時內成一板用大電氣

第三十五圖



鐵絲或鋼絲鍍銅先洗淨之而在銅衰水內用電鍍銅薄層次依上法用銅養硫養水即可通體鍍成鐵螺絲或鐵釘亦以同法為之

達巧而法照成之相鍍銅

銅片背面近邊之處鍍以銅絲用漆敷於銅片之背與邊待乾而掛在銅養硫養水內此水不可有油質浮在面上後與二雙司米電器相連歷二十或三十小時受鍍已厚取出洗淨指乾剪去其邊在剪之夾層處可用刀分開而揭下若達巧而照相用非查法照成者可依本法鍍成數個但漸鍍漸不清楚若原照之法甚清又兼電力均勻不斷形像鍍在銅之背面或為正或為反

石膏物件並花果等鍍銅

石膏所作物件外面薄敷胡麻油而刷以筆鉛或燐金銀流質在凹處用小銅絲相連而浸在銅養硫養水內此水不可有和合之強水只可薄鍍厚則石膏上之花紋不清楚凡鍍花果或蟲魚等應在物之外面用燐金銀流質或用浸鍍法或用電氣法在中立性之銅養硫養水內

布上鍍銅

鍍布之法將布舖在略凸之銅板中有隔層如蠟等質銅板之背敷以漆流質內稍加和合之強水並電力鍍之俟布孔受鍍之後去其銅板而洗淨之

反用鍍法作銅板

銅片之背敷漆而面敷蠟用針劃去其蠟成花紋浸於銅養硫養水內為上路對面用銅或黃銅為下路電氣從刻

83-91/52

欲內透至流質遂沿去花紋之銅或深或淺按下列之遺
近與大小最近之處能最深

用模之法刻銅板

銅板之背敷漆而面敷刻字料即油蠟等用針刻出字形
凹紋此為模子之用刷以筆鉛在銅養硫養水內用電器
鑲之可以刷印

銀流質之用法

凡鍍銀質宜比鍍銅加慎如有銻或鐵或鋼欲鍍銀者先
在銅衰水內薄鍍以銅次在銀衰水內鍍銀又如錫鎊相
和之物或純錫之物鍍銀須先浸以熱鉀養水取出不洗
而速浸於銀衰水內此銀衰水多加和合之衰上路宜大
而電力亦宜大數分時後薄鍍銀一層再置於平常鍍銀
流質內令厚若有鉛器鍍銀先須刮光其鍍法同於錫器
又有銅或黃銅或白銅之器鍍銀須指刷極淨浸在八十
四節之禾養淡養水內或鉀禾養水內以清水漂洗而浸
於鍍銀之器用禾養者銀之粘力更緊

鍍金之變事

一薄銅板兩塊形式同面積同一板密鑽小孔一板無孔
同時浸於銅流質內電力亦同有孔之板面積雖小而受
鍍慢 二銅絲罩與薄板所作之罩則薄板之罩受鍍快

三同類之金質兩塊如鍍銀於銀衰水內或浸於熱銅
鉀衰內二鐵之外面積相同一為薄板一為實心塊則薄
者鍍得快 四鍍金之物如刀其背必主顆粒刀面則光
明如鏡

受鍍明光之銀流質

鍍明光之質難於平常之法設用法不勻必漸改其光明
之性若將受鍍明光之物在流質內搖動或屢取出則不
能光明且流質內略近之物亦因振動而不光明若添明
流質太多即又壞其原流質電器應用大積面小積力電
上路之色比平常之上路稍黯所鍍光明之銀質更硬略
似鎔化之銀其鍍法從上端起而至於下端鍍得幾分則
自下至上兩端相遇鍍物上設有極小之孔必生暗色條
痕

鉀衰加於銀流質

銀衰流質用過數次宜加鉀衰因流質常吸空氣內之炭
養氣即與鉀衰化合成鉀養炭養而放出輕衰氣故必稍
加鉀衰以補之又有鉀衰幾分為別故而化分發出淡輕
氣故凡消化之銀片失去白色而變黃灰色即是鉀衰之
證夜間停工之後宜即加之搖動流質以前半小時可加
銀流質甚濃而銀鉀衰之分劑照例則此質易引電氣受

鍍甚快光色亦好但有一病常在天熱之時蓋質點之移動不易必致流質之上面銀少而和合之衰多下面銀多而和合之衰少故上路之上半速消化而受鍍之上半慢受鍍此因上半鍍得棕色而非本色且有紋形而不光平欲免此病每夜停工之後掉動流質或加以水或使電力平均常見鍍銀之流質多有紋形之病受鍍愈快則愈多流質愈淡則愈少

銀流質過濃而和合之衰過多則紋形之病更甚天熱之時更不可用且有輕衰並淡輕氣發出應加銀衰與水而置於涼處常宜掉動所用之法常宜不改凡新造之流質或用久而有病之流質常掉動之漸能變好設上路之銀片速消化受鍍之銀色不甚好即知流質內和合之鉀衰過多

銀流質過淡則引電難而鍍亦慢所鍍之色成死白宜加銀衰鉀衰免其病用之數次即宜留意更宜常常掉動

乾淨鍍銀之物

鍍成之後須在清水內洗淨其粘連之質又置於乾燥之木屑內盪動而擦淨之極乾之後秤其加重若干按第八十節用擦光等法或有幾處令與養氣化以美觀或用鉍絲熱水如一百七十六節之法令成暗色此流質愈熱含

鉍愈多所成之黑色愈深用鉍硫亦可成此黑色若欲棕色可將銅養硫養一分並淡輕綠一分在醋酸內消化而拭於其上若欲成雪形之銀則將不欲雪形之處加漆一層其不加漆之處薄鍍以銅洗淨之後再薄鍍以銀

消脫銀銅

鍍銀之器舊而斑駁欲脫去其餘銀用濃硫強水添硝少許而加熱俟硝消化將器浸入銀即消化若消化太慢再稍加硝而再加熱其器留在強水不甚久大約銅亦不與強水化合後將此物洗淨之而重鍍銀硫強水內所含之銀可以分出加水令淡而加食鹽即有銀絲結成洗而乾之與鉀養炭養相和而鎔化即能得銀

銀上鍍銅而欲脫去可在淡輕綠水內沸之或在錫綠水內沸之作錫綠水將錫養在輕綠水內消化此質能使金銀上所鍍之或銅或鉛或錫脫去而不與金銀化合或用鉍綠水或用電氣而將鍍銅之物當上路惟其電力宜小

試驗銀質

辨銀之純雜用水三十二分硝強水四分鉀養鉍養三分將銀浸入即變為紫色所含之雜質愈多則其紫色愈淡而愈似死色若為純銀必鮮明而紫別種金浸此流質內並無紫色

試驗鍍銀流質內含銀之數並和合之衰數先量銀水得其數次加淡硫強水令結成此結成之質即銀衰洗淨而乾之一百三十四分之內應有銀一百零八分欲知和合之鉀衰有若干即將銀養淡養消化於蒸水而添入銀衰鍍銀流質內俟有結成之質而再消化即不再添遂算所用銀養淡養之數每用銀養淡養一百七十五分即知和合之鉀衰一百三十分大約銀養淡養與鉀衰有四與三之比

鍍金流質之用法

金衰鍍流質須盛於有釉之鐵盆而用小火加熱或用瓦盆或玻璃盆盛之而煇以熱水欲加熱者令其物受鍍能厚而且速故歷數分時而已可然欲厚鍍必須屢次取出刷而再鍍若有鐵或鋼之物鍍金先在銅衰水內薄鍍銅然後浸於金水其電氣器為兩雙司米法其大小按物之大小因加熱之故水必化散鍍畢之後量添以蒸水

鍍金顏色之改變

流質齊備之後即用紅銅片為電上路設受鍍之金色不好可換金電上路蓋銅電上路其色必深流質愈熱色愈深若欲淡色應用金電上路熱度亦宜小

依化學之法收取金銀

金流質與銀流質之變壞者即宜收取其金銀銀水變壞約因多加光明之質或多加鉀衰而天氣炎熱或過於要好而另加別質設銀水為尋常之銀衰水欲收其銀先將流質化氣至微乾以所留之顆粒碎為粉秤得其重大將鉀養淡養一分食鹽二分與前粉等重和勻置鐵盆內烘至極乾即盛於有蓋之罐內加紅熱銀即鎔化而沉於罐底遂傾於多水之內此銀不能再作鍍銀之用因雜銅質也

金鉀衰顆粒燒紅之即鎔化而發氣若遇空氣則分為衰氣與淡輕氣並鉀衰或俟紅時隨將鉀養炭養等體積和入而得金若將銀鉀衰顆粒在硫強水內加熱則發輕衰氣而留銀與鉀養硫養又法加碘則放衰而結成鉀碘亦得銀衰

又法銀鉀衰水加以鹽強水而沸之即成銀絲並鉀絲若將硫強水或硝強水或草酸或果酸或醋酸添入而沸之亦同

用盡鍍力之流質收取金銀之法

流質內尚有餘金者烘乾之而取其質研細以密化僧和勻加以紅熱鎔化之即得金鉛後用溫硝強水消去其鉛金即沉下為棕黃色之絨質

冒身銀金

銀鉀衰水添以鹽強水至有酸性即得白色定質名銀綠
將此加熱即鎔化而變為黃色

銀鉀衰水加熱化氣至乾取其質加以紅熱鎔化不可太
熱恐面上起泡也顏色為棕在水內洗淨即得多孔之銀
其洗銀之水尚含微銀添以鹽強水少許則結銀綠金水
亦同

銀流質內用鋅令銀結成者試添以濃鉀衰水而屢次搖
動數時之後再加以鹽強水即有銀綠結成用此法可試
分取金銀時漂洗之水內尚有金銀否

銅衰與鉀衰水添以鹽強水或硫強水至有酸性即結紅
白色之質即為不含水之銅衰也將此質洗淨而在鉀養
水內沸之即成銅養其色紅再將鉀養水濾出而添以青
礬水即結暗藍色之質若將前紅白色之質在硝強水內
消化而添以銀養淡養水即結白色之質此質洗淨令乾
即變成銀故可知白質即銀衰也

前所結紅白色之質和以鹽強水硝強水合強水淡輕水
鉀養水皆能消化

金綠傾於純鉀衰水內漸能結成黃色之質即金衰也加
熱則更速結成之後將水濾去欲知水內尚含金否可將
水加熱化氣至乾以留下之質加大之熱鎔化再在水

內消化而再濾之又得餘金

常鍍銅物之銀水加以輕綠水則結白色之銀絲而稍帶
紅色雜銅衰也此因銅物鍍銀之時其銅稍為銀水內之
鉀衰所消故銀水愈舊則銅衰愈多常鍍或銀或銅或黃
銅各物之金流質內必雜銀銅少許若鍍金之物為銀銅
相合者更易消化試加以鹽強水使結金衰其色不純黃
而竟有綠色足見多含銅質也會用錒物鍍金其結成之
質為普藍即錒前言之綠色即此故也試以綠色之質在
合強水內沸之濾取其水使化氣結成顆粒再在極淡之
鹽強水內消化再加錒養硫養而加錒鹽類之質則結紅
棕色之質將此質在合強水內消化則化分金衰而合成
金綠

賴有以上各法可在鉀衰水內收取金銀其法乃為一溼
一乾

溼法收銀 二百三十五節

銀水內添以鹽強水至有酸性結成者即為銀綠其色紅
白因雜銅衰也銅物鍍銀之時稍有銅質消化於水內鹽強水添入之時發
出輕衰氣甚毒故宜在有風之處為之以免傷人若結成
之質紅色多者再以熱鹽強水加入銅即消化於水而但
結銀綠以水洗淨和以鉀養炭養而鎔之

82 MAR 21 1914

乾法收銀

銀鉀衰水化氣至乾留下者加以紅熱溶化以水洗淨即得多孔之銀其洗銀之水尚有銀少許添以鹽強水使結成

溼法收金

鍍力用盡之金水雖有微金然更雜銅銀鐵等質以鹽強水添入即成金羶或銅衰或銀綠取其質洗淨而在合強水內沸之變為銅綠與金綠消化於水而銀綠則沉下傾出其水熬至將乾再用水消化而將輕硫水加入即結棕色之粉即為金硫其留下之銀綠用二百三十五節之法分之

乾法收金

銀鉀衰水化氣至乾再加紅熱溶化待冷用水洗淨所得之質為金銀之和其形多孔尚有含炭之銅因加熱化分時所留之炭用合強水添入和質不能消化銀綠但能消化金綠並銅綠收取之法已詳上節作銀衰內
化學家曾將前節留下之質少許加以等體積之密陀僧盛於有益之罐溶化即得金銀鉛之合質和以與水較重一二之硝強水而加熱消化即有棕色之粉沉下即金也
取其流質和以蒸水令淡再添以鹽強水又可得銀綠

增論分取金銀之法

有金衰在多鉀衰內消化若添以輕硫無所結成若用溼法亦不能盡結金質故有化學家將此流質化氣使乾以其質添以同體積之密陀僧加熱溶化再將此質在硝強水內沸之留下之質形如海絨

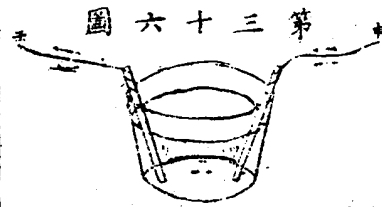
金水燻於熱水內化氣至乾所得之質以硝一倍半相和用罐先加紅熱將其質漸漸添入則爆裂化氣罐內所餘之質為溶化之金前節之法雖可用然嫌熱度太多且用硝強水不甚佳此節之法亦不佳因硝與鉀衰相合則爆裂之力大於火藥且其氣內帶出多金

鍍金流質不甚多可用白金鍋與酒燈先將流質化氣至乾和以等重之淡輕綠而漸漸加熱即結成淡輕衰此質因熱而化散遂成鉀綠並金綠兩質若淡輕綠有鉀鉍衰即另結成鉍綠其金綠易於化分鉍綠有幾分不化分留下之質有鉍養顆粒若欲化分鉍綠可用小熱其未化分之鉍綠可用水洗去留下者為金又有鉍顆粒可以隨手刮去

鉍內尚有金粉可在合強水內加熱消化而添以鉍硫水則金能結成
銀衰水亦可用前法取銀所有鉀鉍衰分出鉍養顆粒之

外又有銀絲在淡輕水內可消化

茲恐覽此書者往往遺忘前言電氣循環之名目故重言以申明之如第三十六圖中為銅絲與銀片相連即正極



王為又一銅絲與鋅片相連即負極二銅絲與浸在流質內之二金質條相連看從前之方向即知正電氣方向與負電氣方向相反浸在流質內之金質條為電路甲為上路因有正電氣入流質內丙為下路因有正電氣離開凡鍍金器具內消化之金片所以補鍍上之金質即為上路則受鍍者為下路其流質名放質電氣通過而化分流質名放其所放者一曰本質一曰配質與上路化合者曰上質與下路化合者曰下質假如有銅養硫養受電化分內之電路都是銅流質其硫養為上質因與上路化合其銅為下質因與下路化合凡有平常銀衰水放之之時則衰為上質銀為下質

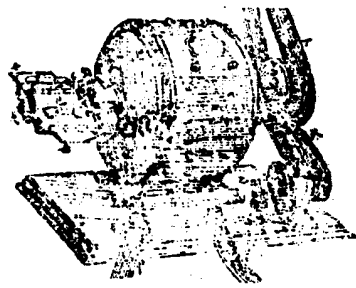
電
氣
鍍
鎳

X 3 ~~AA~~ Q1 / 26

英國 傅蘭雅口譯
無錫 徐華封筆述

近年來鍍銀之事大行所用材料並製法比前更精又用
增力吸鐵電器通電前因造上路之純銀大板難處甚大
故鍍銀之事前多年無甚進益又平常之發電氣箱鍍銀
慢而難恃所以祇可小試不能大用又製造銀台淡輕養
之雙鹽類亦為不易之事難得其淨料尋常出賣之銀鹽
類價甚貴而用之作銀水而鍍銀往往誤事

現有多人詳考鍍銀之理法以便為電鍍金類工藝中之
最要者數年內鍍銀之事祇有三四行家為之近因各難
處已設法免去故英國倫敦並別處及歐洲別國大工藝



第一圖

地方多行此事但鍍銀事原為
美國先興而大做從此別國仿
效之而知此事之大益然如不
用增力吸鐵電器則鍍銀之事
亦難與旺常用之增力吸鐵電
器如第一圖為會司頓所設者
如用純銀鹽類鍍成之銀色白
如銀所費之時比前用電箱法

祇三分之一而鍍成之銀最為平滑光亮如中號增力吸
鐵電器轉動之力不過需四分馬力之三其電力能在一
小時內鍍銀二十二兩可見運動之費甚省每分時祇需
轉八百周至九百周其磨阻力與清磨甚少用油亦不多
將此法與舊法電箱相比足見其益甚大舊法電箱每鍍
金類一兩必消化等分劑之銀如以四分馬力之三所燒
之煤比發電箱需用之料其價甚少如本處有大汽機而
分用其力以動之則價更省所言金類之分劑數略鍍銅
三十二兩或銀一百零八兩或鍍二十八兩必須消銀三
十二兩又須用強水若干如其銻不合法上水銀或因別
故不能全得應有之電力竟有消化銻二三倍者如用增
力吸鐵電器則無此事因所發之電力與動力有相關也
又此器簡便而靈故現在幾全用之其器幾與量煤氣表
等大難信有此大力凡用此器作鍍金類之事有一大分
為鍍銀者如美國紐約有二百餘廠用此器鍍銀等金類
而舊法電箱幾廢去矣
如小試鍍銀之事可仍用本生發電箱近美國改舊法得
新式如第二圖一為炭片一對用夾與螺絲連之二為長
圓形之厚銻皮管四為漏筒三為玻璃或瓦筒此器簡而
能發大力鍍各種小物最為合式

圖二第



鍍鎳水 鎳雖有數種鹽類能傳電氣而鍍鎳然祇有二種合用者一為鎳養硫養合淡輕養硫養之雙鹽類一為鎳綠合淡輕綠此二種鹽類為博脫在一千八百四十三年考得至今尚未有人得好於此法者又有美國人阿旦司在一千八百六十九年改變造鎳雙鹽類之常法而得美國保其全做之據但即恃博脫之方法而為最繁繞道之工如精於化學之人不肯依此法為之如一千八百七十七年英國失非特地方有人名恩文設最巧之法造鎳合淡輕養雙鹽類之顆粒在水易消化可免平常成顆粒法之繁特將此法依本文而記錄之如左

將濃硝強水重率略一四者三體積與濃硫強水重率一八四者一體積水四體積在瓦盆內相和其盆之容積須

倍大於強水之體積每強水八升加鎳粒或鎳立方塊二磅用熱砂盆加熱如發沸過猛則加冷水少許如鎳全消化祇餘黑粉少許必再加鎳少許至有餘而止如所發之紅色霧已停或將停或結成鎳養硫養而變稠質則添熱水若干沸之濾之所得深綠色之水為極濃之鎳養硫養水如疑其質不淨可熬濃而待冷結成顆粒將顆粒以冷水速洗之以熱水消化之如有雜質再濾之則合用此法與余前所設之法得一千八百七十一年十二月二十一日第三千四百五十九號國家之保據者大同小異但用鎳養硫養變為鎳合淡輕養雙鹽類為新法將淡輕養硫養四磅水八升加熱消化如不清則濾之待冷將此加入鎳養硫養水至飽足而大有餘因鎳養硫養合淡輕養硫養之雙鹽類在淡輕養硫養水內消化比在淨水內消化更難所以多加淡輕養硫養而連掉不止則雙鹽類盡結成淡藍色之顆粒沈下而水之綠色幾全滅將水傾出以濃而冷之淡輕養硫養水洗之至淨其洗水可存之為下次與鎳養硫養水掉和之用如欲再提淨其雙鹽類可在蒸水內消化而再添濃淡輕養硫養水則結成之雙鹽類為極淨之顆粒可濾出其水或用別法分出其水而烘乾之便於收存或不烘乾乘濕時消化而用之所濾出之水

可爲下次合於鍊養硫養或用之洗雙鹽類

又能用電氣成鍊養硫養合淡輕養硫養並鍊綠合淡輕綠之雙鹽類其法將淨鍊板挂在淡硫強水或鹽強水內略水十分強水一分鍊板用紅銅絲連於發電器之正電如用本生發電器最宜或用增力吸鐵電器亦可其負電之銅絲連紅銅皮數塊挂在漏筒內而漏筒浸在外筒之淡強水內再傾淡強水於漏筒內與外筒強水面等高待數小時後其強水與鍊之等分劑化合如鍊板未浸入強水之時先稱之消化之後再稱之則能知水中含鍊之數漏筒等件取出之後將流質添以淡輕養水用藍試紙試之得中立性而止每水內含鍊養硫養或鍊綠一兩加淡輕養硫養或淡輕綠一兩如所用之鍊不淨則各變化不合法而所得之水必誤事故添淡輕養水之先即水有酸性之時將少許通以輕硫氣如含鐵與銅立即結成黑色如水有大酸性雖通輕硫氣亦不能有質結成如淨鍊板爲上路所得之水不雜別種鹽類質

又有簡法能製鍊水如慎爲之常不誤事將淨鍊二兩在鹽強水消化至飽足少加熱則消化更易已消化之後加冷水二升沖淡漸添以淡輕養水至遇試紙有中立性再將淡輕綠一兩在水消化與前水相合熬濃之令成顆粒

製鍊養硫養合淡輕養硫養之雙鹽類亦有簡法將淨鍊養在淡硫強水內消化加以淡輕養水至有中立性令結成顆粒每乾粒一兩加以淡輕養硫養一兩而消化之再令成顆粒又法將鍊之小粒或小立方塊以硫養一分水二分稍強水少許輕加熱而消化至飽足後將其水置靜處待冷成顆粒再用淡輕養硫養照前法爲之再將所成之雙鹽類消化而濾之熬濃之令成顆粒以上之二種雙鹽類顆粒十二兩配水八升消化之其重率應爲一〇五必濾清方合用如不濾可澄清而傾出其清者如用本生發電器一副足爲鍍小物之用

鍊之雙鹽類有二種即硫養鹽類與綠氣鹽類其硫養鹽類最合用然用綠氣鹽類而慎其各事亦能鍍得上等之鍊但大做鍊鍊之事俱用硫養鹽類有將二種鹽類合用之亦能得益

欲鍍鍊之物如爲黃銅則照法洗淨後浸入淡鉀衰水內再以清水洗淨之浸在鉀衰水之意恐面上微合養氣而生鏽一薄層因此鍊難黏牢如鋼或鐵器照法洗淨之後應浸在淡輕綠水即每水十磅配輕綠半磅如有微鏽即能消去再以淨水洗之立即浸在鍍水內

如生鐵器必先浸在鉀養水內去其面上之油後在淨冷

水內洗之再浸入淡硫強水內即每水十磅配強水半磅浸至面上之黑衣能用砂擦去爲度其砂有人以浮石粉代之但不及砂之好因砂之價廉而擦成之面更光亮也又因生鐵器鍍銀之後常不磨光所以用砂擦之則鍍成之後最爲平滑如用浮石粉則稍次生鐵器常有蜂窩等孔又謂之砂孔大有碍於鍍銀之事因孔內無論含何種異質最難鍍銀又銀不肯在有角之處鍍上除砂孔最淨外則不能鍍銀極小凹之內面其銀不肯進去故生鐵面有砂孔等凹處必先視其含異質與否或用利鋼錐或鋼絲刷子去其異質又法將生鐵器先在銅衰水內鍍紅銅一層則不但能知其淨與否又能令銀更易鍍上因銅之收電比鐵更易無論鋼與鐵與英國錫與別錫器等物俱可先用碱性水鍍銅而得數種益處因用熱水鍍銅不過費數分時之事而冷水內亦不甚久故用此套工夫益處甚大而費則甚少

鍍銀之工擦淨所鍍之物比鍍別金更要因鍍金或銀或黃銅等之鍍水內含大碱性之鹽類即鉀衰如手拿器之時稍有油之微跡或洗淨時有未到之處俱能爲鉀衰消淨故雖稍有不淨之處或能不誤事然亦總以全淨爲妙而鍍銀微有不淨則難鍍上雖勉強鍍上亦必脫落其故

因銀水無化油之性又鉀衰能消化金類合養氣之質黃銅紅銅白銅等物之面洗淨之後遇空氣數分時足令其生鏽一薄層入含鉀衰之水能消化之如入鍍銀水中因銀養硫養合淡輕養硫養爲中立性不能消化含養氣之質雖物面之鏽極薄亦難鍍上如勉能鍍上其物面與銀之間有鏽一薄層相隔實未黏連必在磨光之先或磨之時脫下以上各說爲鍍銀者不可不慎

凡鍍銀之物必先浸在鉀養水內常用者爲美國鉀養將鉀養半磅在水十磅消化此水用久失去其碱性必再添鉀養否則不能消化油質如鉀養水爲新做者將物浸入數分時已足如用久則必稍多紅銅黃銅鐵等器雖久浸在鉀養水內亦無妨錫或英國錫或用錫焊連之器不可在鉀養水內多於數分時因碱類易消化錫類之質黃銅或紅銅物件不可與鐵或銅同挂入鉀養水內恐有錫或焊錫之物先在此水內挂過而水中消化錫若干鐵與銅相遇必生電氣能令物面鍍錫一薄層又生鐵物件其面常有多孔浸之時應比別金類更長

鍍銀物件浸入鍍水各金類之法不同茲將各要事並各金類體浸入鍍水之法分而論之銀比金或銀更硬幾不能用研光之法所以鍍銀之物祇可磨光如鍍銀之先磨

83-44-91/125

至極光鍍成之後磨光更易鍍鍍磨光之工必用巧手工匠其匠如先已學會磨銀器者雖磨鍍之工更難亦能學會其法先用皮輪其皮或用熟海牛皮或牛頸皮等加極細之土命脫砂或磨玻璃砂磨之此二種砂能令鍍面光滑而不粗毛另用皮輪加極細之生石灰粉發光之最合式之石灰無論鍍鍍之先或後俱可用之產在英國失非特地方相近處應藏在瓶內或裝內塞密之令不遇空氣臨用時磨成細粉如鋼或鐵器其面最粗毛者可用寶砂輪磨得光滑或用寶砂合油在皮輪磨平後用石灰粉磨光之

黃銅器磨光之後應浸於鉀養水內片時取出而再浸於濃鉀養水內片時再以淨水洗之則用極細之浮石粉合水以硬刷擦之或不全用浮石粉可用爛石粉合于浮石等粉或用刀砂磨成極細而飾之刷完後以水洗之再浸入鉀養水再洗之立即浸入鍍水內在水之時不可搖動待鍍成之鍍足用則取出而鍍鍍之事最要者爲一浸入鍍水卽刻起首鍍鍍故浸入鍍水後少頃暫從水內取出視其已鍍上否此爲最要之事因浸入水內如非卽刻鍍鍍則易誤事

用浮石粉與刷子擦光之時常用濕布隔在手與物之間

令手指不遇物之面但如手指常插入浮石粉內則可免用濕布又擦好之後手指亦不可與其面相切

如鍍鍍之水爲合法者並無土塵在內又盆底沈下之質不可動之令其水混則鍍成之鍍平滑而磨光時可省工夫如不慎以上之各事則鍍鍍之面最爲粗毛而擦光之工夫必多仍不能十分光亮凡用不淨之鍍爲上路更不可動水底沈下之質令水不清如上路鍍板合鐵則鍍成之鍍發黃色最難去其弊因不但在鍍與上路之面又在水底聚成塊如鍍水少有混濁必待其水澄清常以二十四小時爲最少卽如鍍鍍之物偶然落下而在水底撈起則水底之合鐵等異質俱已浮上而水變混濁必將已入水之各物取出待二十四小時澄清後方可再作鍍鍍之事

鍍之各水傳電比金銀水更難故鍍鍍之物應於二面俱挂上路鍍板又須相近否則鍍鍍不勻又不能鍍在凹處似與各種角有相忌之意其故亦因其水難傳電氣凡鍍鍍電力足用而物之面平滑或稍有凸則鍍鍍極易凹或裂紋或孔俱爲鍍所忌故鐵器常有孔等不平之處此性情常顯出祇有一法能順其性卽先在鐵面鍍紅銅等易通電之料其銅可當爲媒而鍍易在此面任意鍍上

無處不到

凡鍍銀之厚不能過一定之界限如鍍之過厚則不明而易裂成大塊脫下間有鍍成後視之似甚合法待若干時自行脫下鍍之過厚難免此病銀質甚硬故亦不必甚厚已可耐多年之用

挂物之金類絲或帶必與物件之大小相配間有人不明此理因此誤事如所鍍之物從極小起大至生鐵柵子止有六平方尺至八平方尺之面積故挂絲或帶不能大小各物公用如與小物相配則不能與生鐵柵相配反之亦然其絲之粗細不在能任物之重而在通電之多少如小螺絲與小物所配之通電金類細絲不能用於面積大之物必更粗方能通所需用之電

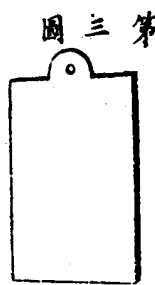
鍍銀之物通電之難易亦有相關因銅或黃銅物件易於起首鍍銀即一浸入水立刻鍍銀一薄層雖用細絲挂之亦然鉛或英國雜錫或生鐵鍍銀稍難所以挂絲不但與面積大小相配尚須與物之通電性相配

挂物之金類絲用二次後其外面鍍上之銀顆粒令其質為最脆似乎在絲之面成套管形而極易斷最多不過用二次必換新者用過之絲可將銀先在強水消去再在火內燒紅之尚能復用其強水用硝強水二分硫強水一分

水四分相和再加鉀養淡養少許

鍍銀水因比鍍金銀之水更濃用之不久其銀合淡輕養之雙鹽類在箱邊結成顆粒故用銀水之初須做平水面之記號見其水稍低則必加水補足天氣熱時此為最要之事然銀水中取出之物不免有水黏在其面而帶出水必漸少所以每若干時必加銀鹽類之顆粒若干令水之濃淡恆為合法最穩之法用浮表量其重率如不到一。五則加顆粒至有此數而止如用增力吸鐵電器或用鍊合淡輕綠雙類鹽其水可稍淡亦不致誤事綠氣鹽類用之雖能得益然硫養鹽類為鍍銀家所最佩服者

銀上路板與通電桿相連之法亦為要事如鍍銀則不甚要鍍銀不可不慎銀為最難鎔化之金類如作模鑄成板則難於充滿又因大做鍍銀之事其上路板最重故在銀板上邊鑽孔徑略四分寸之一式如第三圖而用粗紅銅絲為雙鉤一端通過銀板之孔一端鉤在通電之桿間有用此法不靈者其故有數端一因銀板孔內有結成銀鹽類之顆粒則鉤與顆粒相切不能與銀相切曾有鍍銀之箱共用銀板二十四塊每塊長二十四寸闊七寸厚略一寸以負電線與銀板相切試之



82 m. 01 124

常有數塊不發光星，或有六塊如此，其餘易發光星，惟有二三塊光星甚淡，所以設法將掛鉤與鍍板焊連，則不致有此弊。法用鼠尾形之鍍通入鍍板之孔內，鍍光將鉤浸入硫強水合硝強水內，片時取出，以水洗之，將其一端用錫線令濕，即刻浸入鎔化之錫內，將此鉤入鍍板之孔內，用錘輕擊之，則連牢。再將鍍板平置於棹上，孔下以舊布墊之，刷以錫綠水少許，再傾鎔化之焊藥入孔內，而以烙鐵焊連之。如鍍板之端稍加熱而焊之，待冷時，則能更牢。照此法焊連，易通電氣，大為有益。因鍍與鍍水通電性比金銀銅等稍難，故上路再加難通電之接處，則更易誤事。以上各說為大作鍍鍍人所必知者，然小試之人，能知此事亦為有益。

大做電鍍金類事中最難之事，為容鍍水之大箱，或池能容鍍水而須不漏泄，不令水混濁，不壞水之性，又不為水所壞。如用端石板，以軟橡皮或硬橡皮相連，或以鎔化之硫相連，或以數種灰質相連，初用數年，雖覺合式，久用之不免有弊端，漸漸顯出，即如鹽類質，侵入有裂縫之處，結成顆粒，令其料漸漸變鬆，而枯爛，如以木為之，無論用何法相連，或用杓，或螺絲，或斜槽等，俱不免有漏泄之病。生出，已有多人用木料，往往大誤，所以鍍鍍家不可全靠此

事，如用松木大箱內加薄鉛皮作裏，而鉛皮用鎔連之法，或焊連之法，令不漏泄，再詳細試驗，其不漏泄之據，再以薄木板作襯，其木板每塊做得極準，用木框令其不活動，又有人將木箱加以鉛裏，而裏上加栢油一層，此法有數弊，因栢油常遇水不能與鉛等金類黏牢，又冬夏時天氣冷熱有改變，鉛與水傳熱不等，常有栢油與鉛面相離，成片浮至水面，又挂上路之金類桿，因任上路鍍板之重，常埋入栢油內，漸至與鉛裏相切，而鉛裏有正電性，令其水不能平勻。前試過容二十四塊鍍板之箱，如在箱邊之鉛皮試驗各處，能得電性，所以可見空費多電力。因鍍板每塊之重，略四分之三，俱壓在箱邊，夏日栢油又甚軟，豈能不埋下，而與鉛裏相切也。

小作鍍鍍之事，不過用鍍水數十磅，最合式之器，用平常瓦筒內外有袖，即如倫頓白脫地方所作者，最合於各種化學之用，因無論酸質或碱質，或碱性鹽類，俱不變化，但如器有小病，則易為藥水浸壞，凡買瓦器作鍍金類之用，必先查驗其體，又擊之聽其聲。電氣鍍金類家，多知金類面鍍同類之金，其黏連之性，不及鍍於異類金之牢，如黃金鍍於銀或紅銅黃銅，比鍍於金面或鍍金之面更牢。故鍍金家，如欲在已鍍銀之物面

再鍍銀必先去其舊銀否則新鍍之銀臨研光時舊銀面所鍍之銀必脫落以上之說爲鍍銀一厚層而言如極薄之層則不顯此事如用電氣鍍銅法鍍成圖書或印圖之板如鍍若干厚時有改變之事則暫遇空氣或增電力等則易見所鍍之銅分層別種金類亦俱如此而鍍比別金更甚卽如將物先鍍銀一層無論如何薄者後以浮石粉刷之再入水內鍍一層則第一層必與第二層不黏連或在磨光時脫下或爲頗厚之一層則不到磨光之先已脫下常見不合法鍍銀之物尙未有人手動之自能裂開成捲如銅面鍍銀更有此事美國鍍銀家常將負桿之兩端挂以粗金類絲長存水內如先入水之物爲小者此絲能放電氣合小物不受過大之電力俗稱此事爲燒小物其金類絲稱爲停電力所挂之黃銅絲在水多日面上鍍得之銀顆粒甚多似乎成團愈深愈結實而桿之下端厚略四分寸之三所凝結之顆粒徑略一寸向上斜略十五寸其上端所結之質厚十六分寸之一又用黃銅管作此事凝結之質大不相同其鍍水箱內裝滿鍍銀之物而通電氣則管面鍍銀一層各物取出之後其管存在水內而電氣不通每日鍍銀一次其銅管卽成顆粒一層其顆粒與前者不同分爲多薄層有微處與銅管相離而向外捲成

亂形細查之知所成銀之顆粒彼此不黏連易用刀尖分開之與分千層紙同可見各種金類難在同質黏連之性而鍍比別金尤甚必設法免鍍銀自行脫下之弊故凡已鍍銀之物欲再鍍銀必先清去舊銀而慎不消化其本體如黃銅已鍍銀之物欲清去其銀可用硫酸水合硝酸水其比例必依事而定常用者爲濃硫酸水四磅硝酸水一磅在瓦器內相和再漸漸加冷水一升已鍍銀之物浸入此水內四五分時卽能清去如銀愈厚其時必愈長若稍加熱消化更快此事應在露天或煙通下爲之所欲清去銀之物應連於銅絲每若干時取出視其銀已消盡否如已消盡卽刻取出不可留在水內如銀最薄者未至半小時已全消盡如合法爲之其物面平滑而光潔無強水消化之痕跡所發之氣有酸性大有害於人之肺故工人必慎不吸之又法可用電氣去銀卽將欲去銀之物當爲上路卽連於正電然此法不甚佳所用之水必另備者如用平常鍍銀之水恐收銅質而有碍於鍍銀之事應用淡硫酸水則能消化銀而不改變黃銅如用增力吸鐵電器去銀甚速而可免酸霧如大力之增力吸鐵電器能將許多物件在片時內吸盡其銀凡已脫銀之物必先磨光方可再鍍銀如銀有未盡脫之處則鍍銀後不至裂開而脫下

鑄成之黃銅器常有多砂孔必浸在強水內多時方能消淨其各凹如能磨去其各小砂孔則更佳因鍍鍍之面有小孔最不美觀也然大砂孔非多費磨工不能去間有愈磨愈大因其孔向內深而放大故此須熟手方不誤事鍍鍍事又有一病從物之一小點起生黑色條紋有長至數寸者即如回光鏡其面有冒釘則雖極慎難免此病其黑色條紋從各冒釘起向下通至回光鏡之外邊此病之故因冒釘頭內有油或泥土等在鍍水時此質漸漸流出行在回光鏡之面此處所鍍之鍍極少或無此病必在初鍍時顯出故浸入鍍水少頃應取出查有此病否如有必將浮石粉擦之洗之再浸入鍍水內如不用此法則磨光時此病即刻顯出鍍銀亦難免此病鍍則更易因銀水內之鉀衰能令油質變為肥皂而消化鍍水無此性故不能去其油質

管理增力吸鐵電器或大力發電器電力之大小需用阻力圈如第四圖此器以紅楊木或扁栢木為板長略十四寸闊十寸板面有黃銅釘數个而用細黃銅絲或白銅絲繞在銅釘上又有搖桿自乙至申相遇則電力全通入鍍水如將搖桿移向右邊則阻力



漸加至成點而入水之電極少所以起首鍍鍍其搖桿移至成令所進之電最少鍍水中漸多浸鍍鍍之物將桿依次移向左至水中浸滿鍍鍍之物則搖桿移至申點此器如法用之能管進電氣之大小大作鍍鍍者此為要器如用增力吸鐵電器更不可少此器雖有數式然如本圖者最佳又自申點至圈之中所有各銅絲之半以日耳曼銅為之其餘以黃銅為之相接處用軟焊金焊連則更為靈便其銅絲應與木板相離頗遠否則搖桿移至申點時電力甚大易於生熱而燒壞木板此為常見之故故銅絲與木板應相離四分之三如銅絲偶然落下與木板太近應即配準移至銅釘之上端

鍍鍍雜說

凡鋼或鐵物鍍鍍初時不可過速否則易脫下其電氣之力不可過大祇足一浸入水即刻起首鍍鍍又不可過慢如已起首鍍鍍則電力可漸漸加增此事必慎為之因鍍得色最好而勻之鍍幾分恃電力之大小並上路鍍板之面積鐵或銅器依法洗淨之後應即刻浸入鍍水如遇空氣或浸在淨水片時則面上生鏽一薄層令鍍不能與鋼鐵相黏又入鍍水之後初時不可鍍鍍過慢常有因此故而脫下者有一便法先鍍鍍一薄層後取出將金類絲之

刷刷之此事大有益處雖稍費工夫然所得之益處甚大
作鍍水之鍍如不淨者可在酸性鍍水進以輕硫氣令銻
或銅結成然如含酸質太多雖通輕硫數小時其銻有少
許不結成者如水甚濃則銻亦難全結成必存微跡須不
過酸不通濃其銻易全結成紅銅比銻更易分出凡水中
含銅者能以色分辨之如無其色則可為無其質輕硫亦
能令銻與鐵結成故鍍含此質亦可以輕硫分出之但必
微有酸性否則其鍍亦結成

如英國屬錫等鍍鍍預備之法與黃銅或鋼鐵等不同又
因通電更難故電力必稍大方能即刻起首鍍鍍須在水
內輕搖動之令所鍍之鍍勻如電力不甚大則不必搖動
又鍍上不可過速

如有許多英國屬錫物件欲鍍鍍最善之法用特設鍍黃
銅之水先鍍黃銅一薄層如鍍水不甚好此法更宜鍍黃
銅之後須以淨水洗透再浸入鍍水
鋼或鐵鍍鍍之水不可如鍍黃銅紅銅之濃

格致家名開達設一便法將小物如針鉤與鉤眼等不用
電氣在藥水內沸之即能鍍鍍其法將紅銅一分純錫五
分溶化和勻傾入冷水成細粒然粒亦不可過細將此粒
和於鉗養二果酸成漿每合粒二百分加燒過之鍍養一

分將小物置於此沸漿水內待若干時即能鍍鍍每若干
時必添鍍養如紅銅黃銅以此法鍍鍍不必先用磨光等
工如小鍍物必先鍍紅銅後再以此法鍍鍍此漿內加以
鈉養炭養而沸之或加平常之鍍鍍水而再沸之則所鍍
之鍍更厚

有化學家名貝克路云如欲令鍍鍍水不成鍍養可常加
淡輕養少許則所放之酸質因此變中立性如上路鍍板
所消之鍍不足補所鍍之鍍則放酸質而鍍成之鍍為次
者故須常加淡輕養少許令有中立性如淡輕養少餘亦
不妨

鍍金家名末奈將中立性之銻綠各水加以鍍鹽類水以
銻皮或銻粒與欲鍍鍍之物在水內相切不必通電而能
鍍鍍必慎其水有中立性

司土路巴所設之法將鍍水傾入盆內加以淡銻綠水將
銻一塊與鍍鍍之物相連浸入水內另添輕綠少許即能
鍍鍍

雅皮等人云鍍水含鉀等碱性之鹽類無碍因可用鍍養
硫破鍍鉀養硫養之雙鹽類為鍍鍍之事
鍍能在紅銅面鍍成而不用電氣法將溫鍍綠水以銻與
銅相連浸入水內則自能生電而足鍍鍍各種金類幾能

以同法鍍銀

凡鍍銀之物不可置於濕處否則變暗每日應用乾布措之否則鍍銀最佳之物不久而變暗如廚房或食飯之鍍銀器應日日受熱則不變暗因銀最能引濕氣其面愈光愈能引濕氣

有數種植物質大有碍於鍍銀之物如皮酒與芥末醬與菜水與茶等水俱大害於鍍銀故鍍銀器遇此質後應即以熱水洗之乾之置於最乾之處

磨光鍍銀面之生石灰不可遇空氣否則不久而壞英國常用磨光金類之石灰在夏日燒造冬日不多燒故鍍銀家應於夏日多備生石灰存在瓶內塞密之為一年之用如裝橄欖之瓦甕以之存生石灰最為合用因不但容積大而價廉又能用大軟木塞或羊皮或膀胱皮等封密之或用薄象皮繫在口上亦可凡開甕取出灰後必即刻蓋密之因石灰遇空氣不久即壞不能磨光鍍銀之物

凡鍍銀之物磨光時偶有磨去之小處可用一法補救之能補銀一薄層而可免將全體重鍍銀之繁法將粗紅銅絲一條長十二寸其一端彎成鉤形將銀一小片略方半寸與銅絲之又一端相連而用布或麂皮包之將其鉤與上路鍍銀板相連以布包之一端浸於鍍銀水內而移到欲補

鍍之處其補銀之體必與負電路相連待少頃將布包再浸於鍍銀水再置於補銀處屢次為之即能補銀一薄層後用布輪磨光則其補處不顯

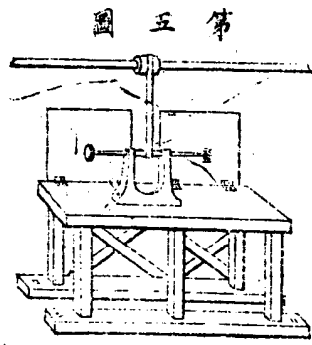
法國鍍銀家常用食鹽添入鍍銀水內令通電更易而頗亦有數家用此法而得益因鍍銀水比別金類水通電更難用此法最便而有益又法人名對母而試驗此法而於一千八百八十年六月內記錄之如下

鍍銀水常用者為銀養硫養合淡輕養硫養之雙鹽類其阻電之力甚大每雙鹽類百分應加以淨食鹽十分已用量電氣器試過知能加增通電力百分之三十又所鍍之銀色更白而鍍事更易又其減阻力與所加食鹽有比漸增至飽足而止非如銅養淡養或鋅養硫養等飽足之水與更淡之水通電性相等因此種水通電性有若干濃之界限到此界限通電性最大再加濃則反減小也試驗加鹽之法可先將水八升加鹽若干得最合宜之數然後依此數添入全箱內

有最便之方能鍍小物凡不能磨光之物或已鍍銀而過薄之物可浸入此水內其方將銀養硫養淡輕養硫養之雙鹽類七千格納養二炭養八百格水一百里得將銀鹽類在水消化加熱至溫再將鈉養二炭養漸漸添入如一

次添入過多必發沸而溢出臨鍍時必加熱至將沸如用久而水帶黑色可加鈉硫一小塊大如指甲則仍能清明已試過各種鍍水此為最佳能速鍍銀而色白如銀又所鍍之銀能用研器研光如鍍銀之物或不能磨光或研光可用法令其變光其法先浸在硝強水後速行過下方之水即舊硝強水浸水內含銅至飽足又加硫養與含油之煨炭並食鹽各物而成

磨光鍍銀面之器大略與黃銅器同恐有人不知此法故特言之如第五圖為磨光鍍面之床有轉動之軸連於堅固之座其軸中有皮帶輪能任意停或轉上有皮帶輪與



通軸以汽機運動之其床軸之兩端各有螺絲能接所用之木等輪此各輪以皮為面或以別質為面而能任意掉換所用之生石灰為失非特相近處所產有內行人自窠中檢出裝於桶內送至命頓等處發賣鍍銀家則存於橄欖壘或馬口鐵箱密封密之臨用時取出數塊刮去外面異質打成小塊以鐵乳鉢舂碎用極細之篩篩之如遇空氣不久即失其磨光之

性而無用

凡用生石灰磨光鍍面必需上等工人先在皮輪面加石灰粉與油少許令輪轉動磨之輪用愈久則磨光愈佳因磨下鍍之細粉有益於磨光之工然無論用何種料磨光鍍等正類在磨去之多少而不全恃所用之粉其面已用皮輪磨後再用布輪此輪為多層布疊成圓板兩面用皮圓板或金類圓板夾住以貫釘連牢之中心有孔能接轉動之軸此布輪上用乾石灰粉能令鍍面最光滑而美觀牙科之剪等小物件用增力吸鐵電器在鍍水不可多于半小時至一小時半如用發電器其時必加倍黃銅或紅銅所鍍之時為鋼或鐵之半黃銅紅銅之大體如大乳鉢等必四周置上路鍍板否則不能勻最好之法於左右各排鍍板一行而與鍍銀之體相離甚近再用短紅銅絲二條橫在正電桿用木塊令與負電桿不相切或用橡皮管套在桿上

作鍍水將鍍養硫養合淡輕養疏養之顆粒置於淨而新之木桶內傾入沸水以木條掉之數分時則水內消化鹽類至飽足可傾於濾器令其水濾入鍍銀之箱內其濾器之制以厚布釘於木框面而擱於掛物之桿再將沸水傾於未消化之顆粒至全消化而止箱內加以淨水補滿所

需之數如其箱能容五十軋命即清水五百磅應加淨鏤鹽類略四十磅待水冷至平熱度以浮表量之應得一。○五則合用如不到此數必再將顆粒在鏤水之一小分內用另器消化添入本水內間有鏤鹽類所合之鏤不定故必向可靠之行家購買方不誤事再用藍試帛試之如變紅必添淡輕養水數兩而再試之愈近中立性愈佳如淡輕養少有餘亦不妨鏤鏤時間有人每日至停工時掉之數分時又有人於禮拜六掉之禮拜日不用而澄清螺絲等小物鏤鏤不可獨置於水內因受電力過大而易誤事應挂在大物之間有人將螺絲等多件置於鐵或銅絲布之盆浸入鏤水但不及用細絲分挂之為佳雖更費事然所鏤之鏤勻而可恃

如鏤鏤之物欲得粗毛之面而不磨光鏤成後即以淨沸水洗之待自乾不可以手摸之因手指所切之處必成痕跡如生鐵物以此法為之最為美觀

試作鏤鏤之事可購現成之鏤板為上路其板闊一尺而頗厚能作任意長為軋成者較舊法鑄成者更佳

鏤鏤之事需備各器與各材料開列如左

大木箱能容六十軋命即六百磅內以鉛為裏而鉛內再加薄木板 一个

鏤養硫養合淡輕養硫養雙鹽類 五十磅

軋成鏤板長十二寸闊六寸者 十二塊

挂鏤板之紅銅鉤 十二个

本生發電器每副容水三十磅 四副

熱鉀養水之鐵盆能容十軋命 一个

挂鏤鏤體並上路鏤板之黃銅條 三條

挂物之紅銅絲若干

雙行與四行之刷子若干

試鏤水重率浮表 一个

試帛 一盒

容鉀養水之瓦盆能容三軋命 一个

容輕絲之瓦盆亦容三軋命 一个

螺絲夾器與相連各物之螺絲器並電線若干

通電之粗紅銅絲若干

磨粉之浮石與石灰等物若干

電算金一

一

重

學

重學

重學二十卷

歲壬子余遊滬上將繼徐文定公之業續譯幾何原本西士艾君約瑟語余曰君知重學乎余曰何謂重學曰幾何者度量
 之學也重學者權衡之學也昔我西國以權衡之學制器以度量之學考天今則制器考天皆用重學矣故重學不可不知
 也我西國言重學者其書充棟而以胡君威立所著者為最善約而該也先生亦有意譯之乎余曰諾是朝譯幾何暮譯
 重學閱二年同卒業韓君綠卿既任刻幾何鏡君鼎卿亦請以重學付手民同時上板皆刊行無幾同燬于兵今湘鄉相國
 為重刊幾何而制軍肅毅伯亦為重刊重學又同時得復行于世自明萬林迄今曠人子弟皆能通幾何矣願未知重學重
 學分二科一曰靜重學凡以小重測大重如衡之類靜重學也凡以小力引大重如盤車轆轤之類靜重學也一曰動重學
 推其暫如飛礮擊敵動重學也推其久如五星繞太陽月繞地動重學也靜重學之器凡七桿也輪軸也齒輪也滑車也斜
 面也螺旋也劈也而其理維二輪軸齒輪滑車皆桿理也螺旋劈皆斜面理也動重學之率凡三曰力曰質曰速力同則質
 小者速大質大者速小質同則力小者速小力大者速大靜重學所推者力相定或二力方向同定于一線或二力方向異
 定于一點動重學所推者力生速凡物不能自動力加之而動若動後不復加力則以平速動若動後恆加力則以漸加速
 動而其理之最要者有二曰分力并力曰重心則靜動二學之所共者也凡二力加于一體令之靜必定于并力線令之動
 必行于并力線且物之定必定于重心物之動必行于重心線并力線必經過重心也又凡物旋動必環重心地動是也二
 物相連而相繞必環公重心月地相攝而動是也故分力并力及重心為重學最要之理也胡氏所著凡十七卷益以流質
 重學二卷都為二十卷制器考天之理皆寓于其中矣嗚呼今歐羅巴各國日益強盛為中國邊患推原其故制器精也推
 原制器之精算學明也魯李二公有見于此亟以此付梓上好之下必有甚焉者異日人人習算制器日精以威海外各國
 令震攝奉朝貢則是書之刻其功豈淺哉同治五年九月李善蘭序

漢志曰權與物鈞而生衡衡運生規規圓生矩矩方生繩繩直生準是規矩準繩皆本於權衡矣乃方圓平直之理九章諸書言之綦詳而獨不及於重學豈久而失傳耶西人重學遠有師承近百餘年間愈入愈深且用以步天而知七政之行由地球與諸曜之互相攝引故其遲疾時時不等遂於小輪不同心天之外別開門戶胡君威立英國之精於重學者也著書十七卷分動靜兩大支其靜重學先求重心以得其相定之定理既明乃可以用動力而輪軸滑車諸器或分或合或複或單均能以小力運大重是即動重學之根矣其動重學有平速漸加速之分而地心下引之力為漸加速速之比例用股而不用弦故物自上而下弧綫長於圓徑圓徑長於通弦而其時刻無不同者此皆理勢之自然中土諸人習焉不察一經拈出妙義環生且因此而知一分中月行弧綫之矢同於一秒中重物下行之路蓋月之右旋即如重物行於弧綫而地之引力加於月者僅得地面三千六百分之一也艾君約瑟謂言天學者必自重學始因借海甯李君善同譯是書余得而讀之謂可以補算術之闕文導步天之先路而用定質流質為生動之力以人巧補天工尤為宇宙有用之學爰商之同邑顧君光南滙張君文虎詳校而付之梓書中多以代數立說中土雖無其術而西人代微積拾級一書上海已有刊本且與中法天元大略相似故不復詳釋讀者以意會之可也抑又聞佛蘭西拉白拉瑟著有天文重學大成其立法之奇妙義蘊之奧衍富必有進於是書者李君倘能譯而傳之余亦樂為之刊行也刊重學成因書其後以詢李君咸豐己未冬十一月金山錢熙輔鼎卿氏識

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

論桿

桿以鐵或堅木為之所以衡重任重起重者也有直桿有曲桿桿之理為綫上有定點有重點有力點桿兩端升降時三點總在一箇平面上所加重力亦與桿同在一箇平面上凡重力恆在桿兩端升降所成之面 凡桿不論質重

公論一

凡相等重力直加於桿之兩端直角謂之直加離中心等力重各有令桿動之能因適相等必令桿定蓋二力在兩端一切俱等不能共令桿動亦不能各令桿動所以桿必定

如有兩相等力在定點兩邊直加於桿令桿不動則兩力點離定點必等不如是離定點遠者必令桿動 如有兩力離定點等直加於桿令桿不動則兩力必等 如是力大者必令桿動 如有重加於直桿桿有兩定點離重點等則兩定點之抵力必等 如有相等兩重加於桿上桿有兩定點離兩重點各等則兩定點之抵力必等

公論二

若有相等兩重直加於桿令桿定則不論桿之長短定點之抵力必等於兩重和

公論三

若有相等兩重直加於桿之兩端而桿有兩定點離兩端俱等則兩定點之抵力和必等於兩重和因抵力全用以等於全重全重必等於諸分重之和如此則二三公論之理自明 兩重不相等抵力亦必等於兩重和今但論相等者取其易明也

設一重加於桿桿有二定點則二定點抵力之和必等於重 抵力自下而上以敵自上而下之力公論言重向下抵力向上敵之亦同推之各方向力為對面力所敵亦同本力方向或自上而下或自下而上為抵力所敵連總無二二力相等故謂之抵力

第一款 兩箇相等重或分加直桿之兩端或并加直桿之中心其能力必等



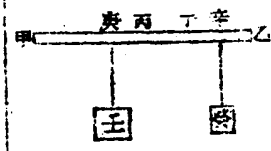
如圖庚辛兩相等重加於桿之中心二點令桿定甲乙二定點其抵力必等於庚辛二重和甲乙各抵力必等於二重和之半設以庚辛并加中心二點甲乙各抵力仍等於庚辛和之半因共抵力等於庚辛和故

各抵力等於庚辛和之半。三 所以無論令加并加桿俱定甲乙之各抵力俱同也。設有質重圍桿平於地平質重通體均平如一令其質重或收在中心或散作桿體其能力俱同因此桿體質重可分為無數兩兩等重離中心兩兩相等此無數等重或分加兩邊或并加中心能力俱同故全桿之理亦同。

第二款 有大小二重直加於桿兩箇重定距幾與二重

成反比例。

如圖壬癸為二重甲乙為有質重圍桿其重等於二重之和甲乙桿分於丁點令甲丁與丁乙之比如壬重與癸



重比則甲丁質重同於壬乙丁質重同於癸而甲乙桿必定於中心丙點取甲丁中心庚取乙丁中心辛準前論甲丁質重或收於庚點或散於甲丁乙丁質重或收於辛點或散於乙丁理俱同設

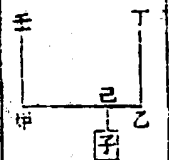
甲乙不為有質重之桿而為一綫於此綫上加甲丁之重於庚加乙丁之重於辛二重仍定於丙點如此則又加壬重於庚加癸重於辛仍定於丙點也。丁庚為甲丁之半丁辛為乙丁之半故辛庚為甲乙之半而庚為甲甲丙少甲庚丁辛為辛庚少丁庚皆即甲乙之半少甲

丁之半也有等數及比例如左。

一率	丙庚
二率	丙辛
三率	丁辛
四率	丁庚
	丁甲
	壬重

設壬癸相定於丙點則壬癸兩重與丙庚丙辛必有反比例試取己重令壬己之比如丙辛丙庚之比代癸重加於辛點則壬己必相定如此癸己二重加於辛點其能力同故其重相等。丙點抵力即壬癸兩重之和因壬癸兩重壓於丙點與桿重壓於丙點其力等若將桿重收於丙點其力亦等。

第三款 如有二力以對面方向直加於桿在定點之一邊一力與兩箇力定距幾成反比例則桿必定。



如圖乙為定點子壬為一力方向對面子加於己壬加於甲子力與壬力比如甲乙與己乙比則桿必定。設乙點有丁力其方向平行於壬甲分丁壬之比如己甲己乙之比設己為定點則丁壬必定於己己點抵力必等於丁壬和設己不作定點但於此點對面加力等於丁壬二力和與定點理同故子力等於丁壬二力和此二力必

令桿定又比例如左亦令桿定

一率 丁力 丁壬二力和

二率 壬力 壬力

三率 己甲 己甲己乙和

四率 己乙 己乙

又比例如左則子壬必定於乙點

一率 子力

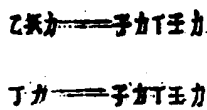
二率 壬力

三率 乙甲

四率 乙己

乙點抵力等於子壬之較故丁等於子少壬其方向與

壬力同等數如左



用桿有三式 一定點在力重二點之間如剪之類力

點在尾重點在口定點在中樞是也 一重點在定力

二點之間如舟中櫓之類力點在柄定點在水重點在

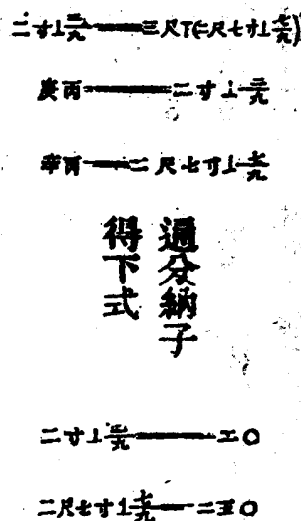
舟尾是也 一力點在定重二點之間如冶工鉗之類

樞即定點在內辨物感即重點在外力點在中間是也

前二式能辨力後一式不能辨力

假如有庚辛桿長三尺加壬重一百斤於庚離定點丙二

寸又九分之二求辛點矣重若干 列等數於左



乃以四率比例推之

一率 二五

二率 〇二

三率 一百斤

四率 八斤

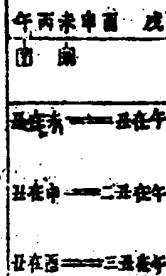
求得矣重八斤

假如有午戌無重之桿丙為定點午丙丙未未申申酉各

等分丑重進退於丙戌間求丑在未申各點時午點之

子重若干

觀等數式自明 即天平理也



故丑在未
丑在申
丑在酉

假如有偽天平定點在丙丙午丙未不等在午有子重在未有丑重遞與天重定於丙欲求天真重若干有比

例如左

一率 丙未 丙午 丙午乘丙未

二率 丙午 丙未 丙午乘丙未

三率 子 丑 子乘丑

四率 天 天 天平方

一率等於二率則三率必等於四率然則子乘丑必等於天平方故以子丑二重相乘開平方即得天真重

假如有寅重加於直桿子丑二定點中間之丙點求二定點抵力各若干

兩抵力與兩定重距有反比例如左

設用午未二能力代定點抵力不改

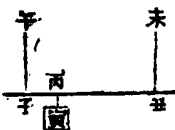
一率 子丑 即午 子丙 即午 子丙

二率 丑丙 即未 子丑 丑丙

三率 寅重 丑抵力 丑抵力

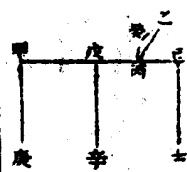
四率 子抵力 寅重 子抵力

第四款 有二力直加於曲桿令兩箇力定距與二力成



反比例則曲桿必定

如圖甲丙乙為曲桿丙為定點丁力直加於乙庚力直加於甲令庚與丁比如乙丙與甲丙此則桿必定試引



長甲丙綫至己令丙己與丙乙等取壬力等於下力直加於己取丙戊等於丙己而於戊點加辛力等於丁力則辛丁二力必定於丙點因兩力等兩力定距

亦等且俱直加故也即辛壬亦必定於丙點因丙戊丙己等故也所以丁壬二力加於桿上雖曲直異而理實

同也比例如左

一率 丁力 壬力

二率 庚力 庚力

三率 丙申 丙甲

四率 丙乙 丙己

觀比例知壬庚必定於直桿所以丁庚必定於曲桿

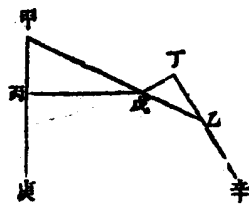
設桿之一端屈曲如丙癸乙理亦同何則丙癸乙為不可動之桿可名堅鐵試作丙乙直綫成丙癸乙而設丙

癸乙為堅面以代丙癸乙堅鐵其用同此面上去丙乙

諸平行綫或丙癸乙諸平行綫

癸乙堅鐵其用仍同也

第五款 有二力斜加於桿或曲之兩端從定點出二綫與二力方向成直角令二力與二綫成反比例則桿必定



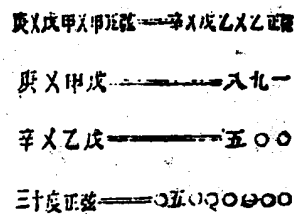
如圖甲乙為桿戊為定點庚力斜加於甲辛力斜加於乙從戊點出二綫一與甲庚方向成直角於丙一與乙辛方向成直角於丁令庚辛之比同於戊丁戊丙之比桿必定 以前款證之甲丙丙

戊當作堅綫則庚力之加於甲或為戊甲丙曲桿或為戊丙直桿理俱同辛力加於乙與加於丁同惟庚辛兩力與戊丁戊丙有比例則庚辛加於丙丁必定於戊所以加於甲乙亦必定於戊也有等數如左

戊甲戊乙任成何角理俱同即角等於無亦然戊甲戊乙為一綫亦然如庚辛二力以甲庚乙辛方向加於直桿甲乙二點設二力與定點上直交本方向之二綫成反比例則桿必定 設有二力對面斜加於桿之一點兩箇合桿動之能與定點上直交本方向之二綫成反比例桿必定

假如有庚重九十九斤辛重一百斤有戊甲九尺戊乙五

尺有戊甲庚角三十度求戊乙丁角若干度分 有等數如左



一率 五〇〇
二率 八九一
三率 〇五〇〇〇〇〇
四率 〇八九一〇〇〇〇
檢正茲表得六十三度即戊乙丁角

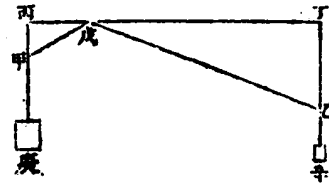
假如庚辛二重加於甲乙桿若平於地平時既相定則無論何方向亦必相定

如圖甲乙為桿之無定方向丙戊丁為地平綫丙甲庚乙丁辛為二垂綫若甲乙桿當平於地平時庚辛二重既相定則庚辛之比必同於戊乙戊甲之比以

等勢三角形言之戊乙戊甲與戊丁戊丙同比例故庚辛與戊丁戊丙亦同比例所以在無定方向亦定於戊

假如庚辛兩重加於甲乙無重曲桿上已知戊甲戊乙二長亦知庚辛二重亦知甲乙角求甲乙桿定於何方向 法于戊點上作平於地平綫與庚辛二重垂綫

成直角於丙於丁有等數如左。



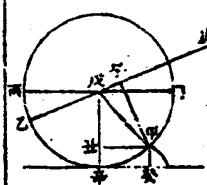
丁戊乙角——半周丁(甲戊乙上甲戊丙)
 庚×甲戊×甲戊丙餘弦——辛×乙戊×乙戊丁餘弦
 ——辛×乙戊×(半周丁(甲戊乙上丙戊甲))餘弦
 ——丁辛×乙戊×(甲戊乙上甲戊丙)餘弦
 ——丁辛×乙戊×(甲戊乙餘弦)甲戊丙餘弦
 丁甲戊乙正弦×甲戊丙正弦
 (庚×甲戊上辛×乙戊×甲戊乙餘弦)甲戊丙餘弦
 ——辛×乙戊×甲戊乙正弦×甲戊丙正弦
 二甲戊丙正切——庚×甲戊上辛×乙戊×甲戊乙餘弦
 辛×乙戊×甲戊乙正弦

假如庚辛兩重加於甲戊乙曲桿令甲戊平於地已知
 戊甲戊乙二長及甲戊乙角有庚重求辛重 如此無
 甲戊丙角故等數如左 甲戊乙角必大於直角則餘
 弦為負辛為正不然題不可推

善蘭案甲戊乙為銳角則餘弦為正
 若為鈍角則餘弦為負辛為正則乘
 正得正乘負得負辛為負則乘正得
 負乘負得正以加減庚乘甲戊辛在
 等數兩邊正負變餘弦在等數兩邊
 正負不變前題與此題俱同此例

假如有載重車車全重并於輪軸戊點輪周甲點為物所

阻過此甲點當用力若干。



如圖丁甲乙丙為車輪甲點為物甲
 癸所阻車重并於輪軸戊點戊辛為
 車重垂綫即名重綫人力加於庚以
 庚戊為力綫辛重庚力定於甲點時

有比例及等數如左。

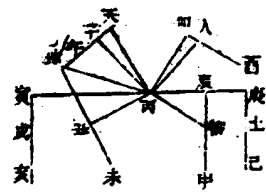
- 一率 辛重
 - 二率 庚力
 - 三率 甲子 甲戊子正弦
 - 四率 甲丑 甲戊丑正弦
- 庚戊甲角正弦愈大庚力愈小若庚戊甲為象限角則
 庚力最小比例等數如左。

- 一率 辛重
 - 二率 庚力
 - 三率 半徑
 - 四率 甲戊丑正弦
- 設輪愈大甲癸不變則丑辛亦不變
 愈小而用力亦愈少也

第六款 無數力重兩邊加於無數同心桿上以各力重
 乘各離心直角綫令兩邊之和數等則諸桿俱定。

83-91/53

如圖天地人物四桿同以丙為心有申酉與未午四力



兩邊加之自丙心作丙辰丙卯丙子丙丑與四力方向綫各成直角令申乘丙辰加酉乘丙卯等於未乘丙丑加午乘丙子則四桿必定於丙點試於丙點作庚寅綫取土己諸重直加於庚取戌亥諸重直加於寅令土乘丙庚等於午乘丙子己乘丙庚等於未乘丙丑又戌乘丙寅等於申乘丙辰亥乘丙寅等於酉乘丙卯則有等數

土×丙庚上己×丙庚上——午×丙子未×丙丑上
 戌×丙寅上亥×丙寅上——申×丙辰上酉×丙卯上
 未×丙子未×丙丑上——申×丙辰上酉×丙卯上
 土×丙庚上己×丙庚上——戌×丙寅上亥×丙寅上
 (土上己)×丙庚——(戌上亥)×丙寅

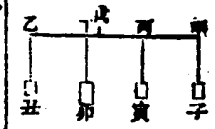
觀等數而知午未申酉諸力一如在寅庚兩點定於丙

點也 惟土乘丙庚等於午乘丙子且土午二力定於

丙點己未二力亦定於丙點推之戌與申亥與酉莫不定於丙點故并午未諸力又并土己諸力仍定於丙點也 惟戌亥諸重與土己諸重皆定於丙點所以午未諸力其用與戌亥諸重同戌亥諸重與申酉諸力定於丙點故午未諸力與申酉諸力亦定於丙點也 反言之若有無數力重加於無數桿上定於各桿之心則各力重乘各離心直角綫兩邊之和必等如前圖午未諸力與土己諸力定與丙點申酉諸力與戌亥諸力亦定於丙點因午未申酉諸力定於丙點故土己戌亥諸力亦定於丙點等數如左

(土上己)×丙庚——(戌上亥)×丙寅
 (土上己)×丙庚——(戌上亥)×丙寅
 午×丙子未×丙丑上
 (戌上亥)×丙寅——(戌上亥)×丙寅
 申×丙辰上酉×丙卯上
 午×丙子未×丙丑上——申×丙辰上酉×丙卯上

如圖有子丑寅卯各重加於地平直桿上甲乙丙丁戊



爲定點設子乘甲戊加寅乘丙戊等於
 丑乘乙戊加卯乘丁戊則桿定若子乘
 甲戊加寅乘丙戊大於丑乘乙戊加卯
 乘丁戊則桿之甲端必向下乙端必向
 上而桿不定矣故各力乘各綫爲力能率各力乘各綫
 之和爲一邊全能率

假如前圖子爲三斤寅爲五斤丑爲九斤卯爲七斤甲丙
 丙丁丁乙各一尺求定點戊距甲點若干
 用代數推之命甲戊爲天有等數如左

丙戊——天丁甲丙
 丁戊——二丙甲丁天
 乙戊——三丙甲丁天

三上天五(天甲丙)——以二甲丙丁天以九(三甲丙)天

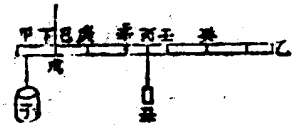
天——五甲丙上七又二甲丙上九又三甲丙
 三上五上七上九

四六甲丙——三三甲丙

求得甲戊一尺又十二分尺之十一
 以天元入之章曰立天元一爲甲戊以甲丙減之得

卜阮爲丙戊以甲丙加丙丁以天元減之得〇阮爲
 丁戊置全桿三尺以天元減之得〇阮爲乙戊以子
 乘甲戊得〇阮以寅乘丙戊得〇阮并之得〇阮
 乃以丑乘乙戊得〇阮以卯乘丁戊得〇阮并之得
 〇阮爲同數與左相消得〇阮上實下法得一尺又
 十二分尺之十一卽甲戊也

善蘭案此書立術俱用代數法向未繙入中土恐讀
 之卒難明晰故問入天元一二條欲學者因此而通
 彼也



造術法 如圖甲乙有重桿爲衡丑爲權子爲重戊爲
 定點子重遞大則丑遞遠戊點子重遞
 小則丑遞近戊點以令桿定若知丙戊
 等距綫若干便知子遞重若干也乙戊
 長於甲戊乙端必向下設二重未加時
 但加丑重於丁點恰令桿平於地平乃
 取戊己等於戊丁則甲乙全桿之能等
 於丑重在己點之能因各與丑在丁相定故也設如前
 題子在甲丑在丙定於戊點是丑在丙加全桿之能與
 子在甲定於戊點卽丑在丙加丑在己之能與子在甲
 定於戊點也故有等數

22 m. 01. 12.

子又戊甲一一一基又戊甲一一一基又戊甲

子又戊甲一一一基又戊甲一一一基又戊甲

乃取丁庚與戊甲等取丁辛與兩箇戊
甲等取丁三與三箇戊甲等取丁癸與
四箇戊甲等則丑在庚子與丑等丑在
辛子與兩箇丑等丑在壬子與三箇丑
等丑在癸子與四箇丑等設在庚為一
斤則在辛為二斤在壬為三斤在癸為
四斤也

設多桿不在一箇面上任加於正交動軸之諸面若力
方向綫亦在此諸面上仍可以本卷之理推之但不用
桿之兩端而用正交動軸之諸綫

真

學

卷一

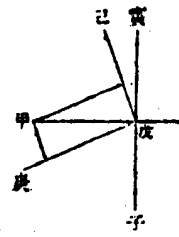
一

五

英國艾約瑟口譯
海甯李善蘭筆述

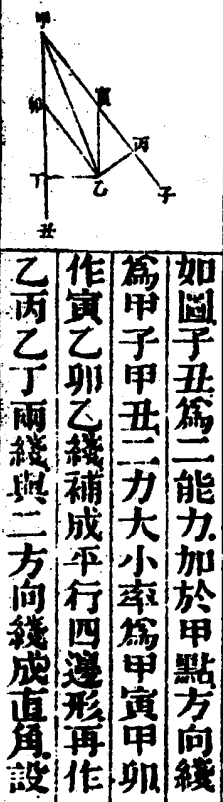
論并力分力

前卷言桿此卷言并力分力桿論諸能力加於一綫之理
并力分力論諸能力加於一點之理



如圖已庚二能力分加於戊點其能與
中間之甲力等則甲為并力已庚為分
力 譬如二斤三斤力并一綫加於戊
點則共五斤力俱有用漸分則力漸減
至對面加於戊點如寅子則二力相減如己力三斤庚
力二斤相減得一斤是有用之力一斤而已一斤有用
力在三斤

第一款 凡分力綫上補成平行四邊形則并力綫即對
角綫兩邊為二分力方向大小率對角綫為并力方向
率



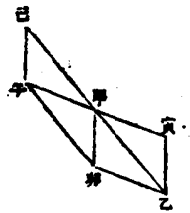
如圖子丑為二能力加於甲點方向綫
為甲子甲丑二力大小率為甲寅甲卯
作寅乙卯乙綫補成平行四邊形再作
乙丙乙丁兩綫與二方向綫成直角設

重

子 一

甲乙為桿乙為定點子丑兩力加於桿上有乙丁卯乙
丙寅兩等勢向股形乙卯丁角等於寅甲卯角亦等於
乙寅丙角故乙丙與乙丁之比同於乙寅與乙卯之比
亦同於甲卯與甲寅之比又同於丑與子之比故丑子
兩重加於直桿上能使桿定即併子丑兩力為一力亦
必能使桿定然不離甲乙綫上若離甲乙綫則桿必不
定所以甲乙為子丑并力之綫即對角綫也 若子丑
兩力之并等於乙力則乙力必為對角綫 若有三力
定於一點則每力綫必為餘二力之對角綫

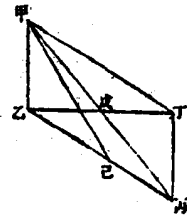
第二款 若有兩力加於一點分力大小方向率為平行
四邊形之兩邊則并力大小率為對角綫



如圖甲寅甲卯為分力大小方向綫補
成甲寅乙卯平行四邊形甲寅甲卯兩
力必定於乙甲方向綫上之力取甲己
為此力之大小率補成甲卯午己平行
四邊形因甲寅甲卯甲己三綫定於甲點故甲寅可作
甲己甲卯之并力而甲寅寅午甲卯午己四邊形
之對角綫午甲故午甲寅為一直綫而午甲己寅甲乙
為兩等勢三角形午甲己與寅甲乙等午己甲與甲乙
實等因午己與乙寅平行故也寅乙等於甲卯平行
故亦

等於己午故甲乙爲甲己力之大小率又甲己爲甲寅
甲卯之對并力率其二分力甲寅甲卯之并力甲乙即
對甲己之力故甲乙爲子丑并力大小率

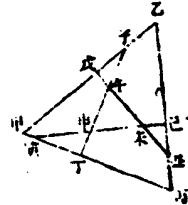
第三款 凡綫平行於力之方向綫之長短與力之大小
有比例則綫可爲力之率力之本方向無二也



如圖甲丁甲乙兩綫借作丁乙兩力欲
求并力當平分丁乙於戊作甲戊綫倍
之爲甲丙即并力也蓋平行四邊形兩
對角線至交點各平分故甲丙爲甲戊

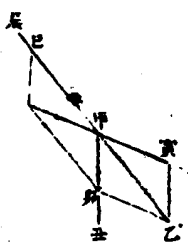
之倍若有三角形三邊以次爲三力大小方向之綫加
於一點點必定如甲乙丙三角形甲乙乙丙之并力即
甲丙甲丁與乙丙等故甲丁可爲乙丙之率甲丁甲乙
并力綫爲甲丙故甲丙亦爲甲乙乙丙之并力綫
所以甲乙乙丙丙甲之能力等於甲丙丙甲之能力故
甲乙乙丙丙甲三力定於甲點 若有三角形之三邊
爲三力之方向而又定於甲點則三邊即爲三力之大
小率若乙丙改爲乙己即甲乙乙己之能力等於甲己
之能力而不能令丙甲方向之能力定於甲點矣 凡
三个相定能力知其方向即知其大小其法作三角形
令三邊平行於三力之方向則三邊之長短即三力大
小之率

如有三力定於一體作三綫與三力方向綫等勢兩兩
相交成三等角此三綫所成三角形其三邊必爲三力
大小率



如圖甲乙乙丙丙甲爲三力之方向綫
作子丁丑戌寅己三綫交於三方向綫
令甲丁子乙戌丑丙己寅三角等三綫
相交成午未申三角形午戌子甲丁子

二形丙戌子午角即甲子丁角而午戌子角等於甲丁
子角亦即乙戌丑角即知他角俱等矣子午戌角等於
未午申角亦等於子甲丁角午未申角等於甲乙丙角
未申午角等於乙丙甲角是午未申甲乙丙爲等勢二
角形故午未與未申之比同於甲乙與乙丙之比即同
於甲乙能力與乙丙能力之比申午之理亦然由此觀
之若午未爲甲乙方向力之率未申申午即爲乙丙丙
甲方向二力之率 若有三箇力定於甲點各力與餘
二力方向綫所成角正茲有比例



如圖子丑辰三力定於甲點其方向
綫甲寅甲卯甲巳引甲巳綫至乙作
卯乙綫與甲寅平行則甲卯卯乙乙
甲即三力率也是有比例

一舉 丑力

二舉 子力

三舉 甲卯 甲乙卯正 寅甲乙正 寅甲巳正

四舉 卯乙 卯甲乙正 卯甲乙正 卯甲巳正

辰子兩能力之比如卯甲寅角巳甲卯角兩正弦之比
理亦同丑辰兩力亦然

兩力方向綫之間角愈小并力愈大角愈大并力愈小



如圖甲午甲未兩能力加於午甲未
角之甲點因午子與甲未等亦平行
故甲子為并力綫又甲午甲丑兩能

力加於午甲丑角之甲點因午寅與甲丑等亦平行故

甲寅為并力綫午寅與午子等而午甲丑角小於午甲

未角則甲午寅角大於甲午子角所以甲寅大於甲子

假如有船用纜繫住與風水兩能力相對纜即為并力風

與水即二分力設風水方向相交成直角一力四十八

斤一力二十斤求并力大小方向

法曰別得風水力為句股纜力為弦以一力八自乘得

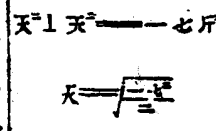
三為股方又以一力二自乘得為句方兩力并之得

七為弦方乃以并力為天自乘得元一為同數相

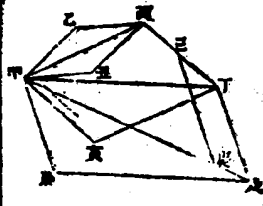
消得。一開平方得五十二斤即并力也乃以五十

二斤與半徑之比同於二十斤與所求角正
弦之比檢表得二十二度三十七
分即四十八斤方向與併力綫所成之角

假如以繩引物於平地繩交地平角四十五度用力十七
斤其力半有
二斤與二力同能求二力若干 法曰以
分力為天自乘倍之得又十七斤自
乘得為同數相消得上式開平方得十
二斤強即分力也



第四款 有諸能力在一个面上加於一點求并力



如圖甲乙甲丑甲寅甲卯諸能力在一
个平面上加於甲點補成三个平行四
邊形一甲乙丙丑一甲丙丁寅一甲丁
戊卯又作甲丙甲丁甲戊三對角綫甲
乙甲丑二力之并為甲丙所以甲乙甲

丑甲寅三力之并為甲丙甲寅即并為甲丁而甲乙甲

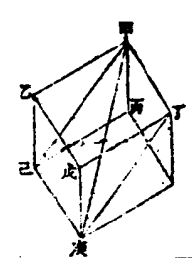
丑甲寅甲卯四力之并為甲丁甲卯即并為甲戊故甲

戊為眾力之并 設諸能力依次以諸邊形各邊為率

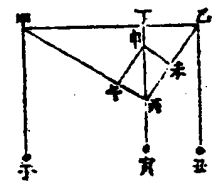
則甲乙乙丙丙丁丁戊末一綫甲戊即為諸力之并綫

若有諸邊形各邊依次為諸能力之率如甲乙乙丙

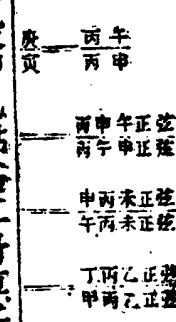
丙丁丁戊戊甲共加於甲點必能令甲點定因甲乙乙丙丙丁丁戊之并力為甲戊所以甲乙乙丙丙丁丁戊戊甲之并力為甲戊戊甲兩等力相對而令甲點定也
 準前所論三力方向綫與三角邊平行且定於一點即大小有比例此惟三力為然邊多即不合蓋大小變方向可不變方向變大小可不變試與丁戊平行作己庚綫如有諸力與甲乙乙丙丙己己庚庚甲比例同加於甲點申點仍定也



第五款 有諸能力不在一個平面上加於一點求并力如圖甲乙甲丙甲丁三力不在一個平面加於甲點先作丁乙乙丙丙丁三面又作乙庚丙庚丁庚三個平行面成平行諸邊體此體之諸面皆平行四邊形作甲己丁庚二綫成丁庚己甲平行四邊形作甲庚對角綫準前甲乙甲丙之并力為甲己則甲乙甲丙甲丁三力之并為甲己甲丁即并為甲庚由此觀之諸邊平行體若同角之邊綫為分力對角綫為并力也 若有甲乙乙戊戊庚為分力則甲庚為并力 若有四力加於一點任意作四邊形四邊依次為四力之率點即定假如有甲乙綫平於地平甲丙乙丙二綫結於丙丙下懸



重寅令丙點定求丙甲丙乙二綫能力 須知二力定於丙點所定之力有三其方向綫即丙甲丙乙丙寅將丙寅引長之成丁丙垂綫任自垂綫申點作申午申未二綫與丙乙丙甲平行三力既定於丙點則丙甲丙乙之并力必在丙申綫上又必與寅重等而丙甲丙乙二力之比必同於丙午丙未之比因此并力之率為丙申故丙申為寅重之率而丙午丙未為丙甲丙乙二綫能力之率 法曰命丙甲力為庚丙乙力為辛推得諸等數如左



準此推之辛為寅寅為法等於丁丙甲正弦為寅甲丙乙正弦為法理亦同 設甲乙點為二滑車子丑二重懸於二滑車之下若二重等於丙甲丙乙二索力則仍與寅重定於丙點 假如甲乙為二滑車有子重綫過甲滑車有丑重綫過乙滑車結於丙丙下懸重寅甲乙綫平於地平子丑等重三重定於丙點求丙點離甲乙綫上丁點若干 法曰如前圖作諸綫丁為丙寅垂綫引長與甲乙綫相遇之點寅子丑三力之比同於丙申丙午丙未三綫之

P 2 m. 01/124



比丙午等於丙未因子丑等重故也丙午亦等於午申所以午丙申午申丙申

兩形亦等而甲丁等於丁乙丁點平分甲乙綫故丙寅垂綫引長之必至丁點乃作午未綫交於丙申綫之酉點午酉丙甲丁丙俱係直角即有比例如左

一率 子力

二率 寅力

三率 丙午 丙午 丙甲

四率 丙申 倍丙酉 倍丙丁

命甲丁爲已丙丁爲天求得等數如左

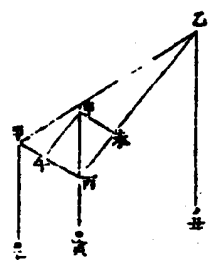
如法求得天即丙點離丁點之數 如以此數

爲正則天可求如爲負則不可求所以寅方必小於四倍子方而寅必小於倍子若寅等於倍子或大於倍子則寅必屢下子丑必屢上而無定處

如欲甲丙乙綫平於地平必令天爲無其等數爲上式等數如此必寅爲無窮小或子爲無窮大小苟非無窮子丑之力任幾何大

牽寅上行必不能令甲丙乙爲地平直綫也設綫體有重理亦同

假如子丑兩重綫過甲乙滑車與寅重定於丙點甲乙綫不平於地平求丙點定於何處



法曰寅丙引長之成丙申垂綫與甲丙平行作申未綫與丙乙平行作午申綫則子丑寅三力之比同於丙午申申丙三綫之比丙午申三角形已知三邊求丙申兩角列諸等數於左

丙申子角 午丙申角 丙乙角 未丙申角 丙申午角
乙申子角 乙申丙角 甲乙角 甲乙角 甲乙角
乙申丙角 甲乙角

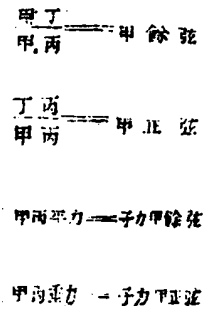
準右等數則知甲乙兩點即可知乙甲子甲乙丑兩角亦可知乙甲丙甲乙丙兩角而甲乙丙三角內已知甲乙綫即可知丙點所在也

假如知有重物已知重若干加於甲丙乙丙兩足架上甲乙平於地平已知兩足長短及相離數求兩足抵力若干

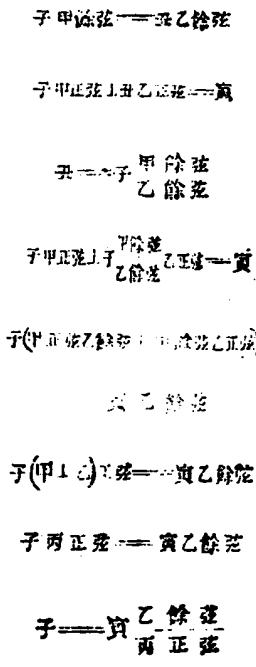
法曰於丙丁垂綫上任取丙申爲重之率作申午綫平行於乙丙則丙午申即爲兩足



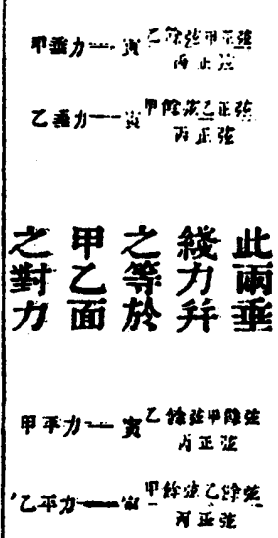
抵力之率，又法曰取甲丙乙丙方向綫上兩足之對力命爲子丑，將子力分爲二，二平於地平爲甲丁，一垂綫爲丙丁，列等數於左。



亦將丑力分爲二，二平於地平爲乙丁，一垂綫亦即丙丁，因兩能力同載一重物故兩箇平於地平之力等對力相消也，命重物爲寅，兩個垂力并之等於寅，故有等數如左。

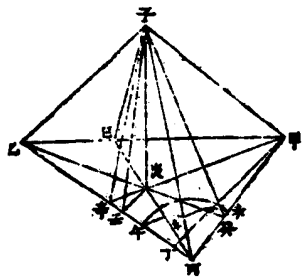


依此亦可推明子丑對力大小，子丑兩力即甲丙乙丙兩足抵力也。又甲丙乙丙兩足上丙點抵力與甲乙兩點分抵力等，甲乙兩力亦可各分爲垂綫地平兩力，列等數於左。



準此則知甲乙兩點欲對面行於平面，令甲丙乙丙兩足漸闊，必以物阻之，或面阻力亦能阻之。

假如有重物載於子甲子乙子丙三足架上，之子點甲乙丙三點在地平面上，已知三足長短及相距，求抵力若干。



法曰先作子庚垂綫與地平成直角，次作甲庚綫引長至辛，次作子辛垂綫，三足各以本方向綫之抵力並載重物，生抵力於垂綫庚子方向上，試去乙子丙子二力，用其并力代之，甲子如故，則并力與甲力所出抵力仍在垂綫上，而并力在甲子辛面亦在乙子丙面如此，必在子辛綫上，然則重物一如加於子甲子辛兩足架上，可以前題之法推之，列等數於左。

R 2. 2. 2. 1. 1. 1.

甲子力與乙子力
甲子力與乙子力
乙子力與丙子力
丙子力與丁子力

因子庚與甲辛成直角故又有等數如左

甲子力與乙子力
甲子力與乙子力
甲子力與乙子力
甲子力與乙子力

丙乙兩足亦然 作甲丁庚壬二綫俱成直角於乙丙
即有等數

庚壬子力與甲子力
庚壬子力與甲子力
庚壬子力與甲子力
庚壬子力與甲子力

乙子丙子亦然 子壬綫必成直角於乙丙庚壬子角
係丙乙甲丙乙子兩面所成之角設如有球半徑為一
丙點為心剖作尖錐體成午未中弧三角形午角等於
庚壬子角若已知丙甲丙乙丙子所成之角亦知午未
未申申午三邊即可推午角

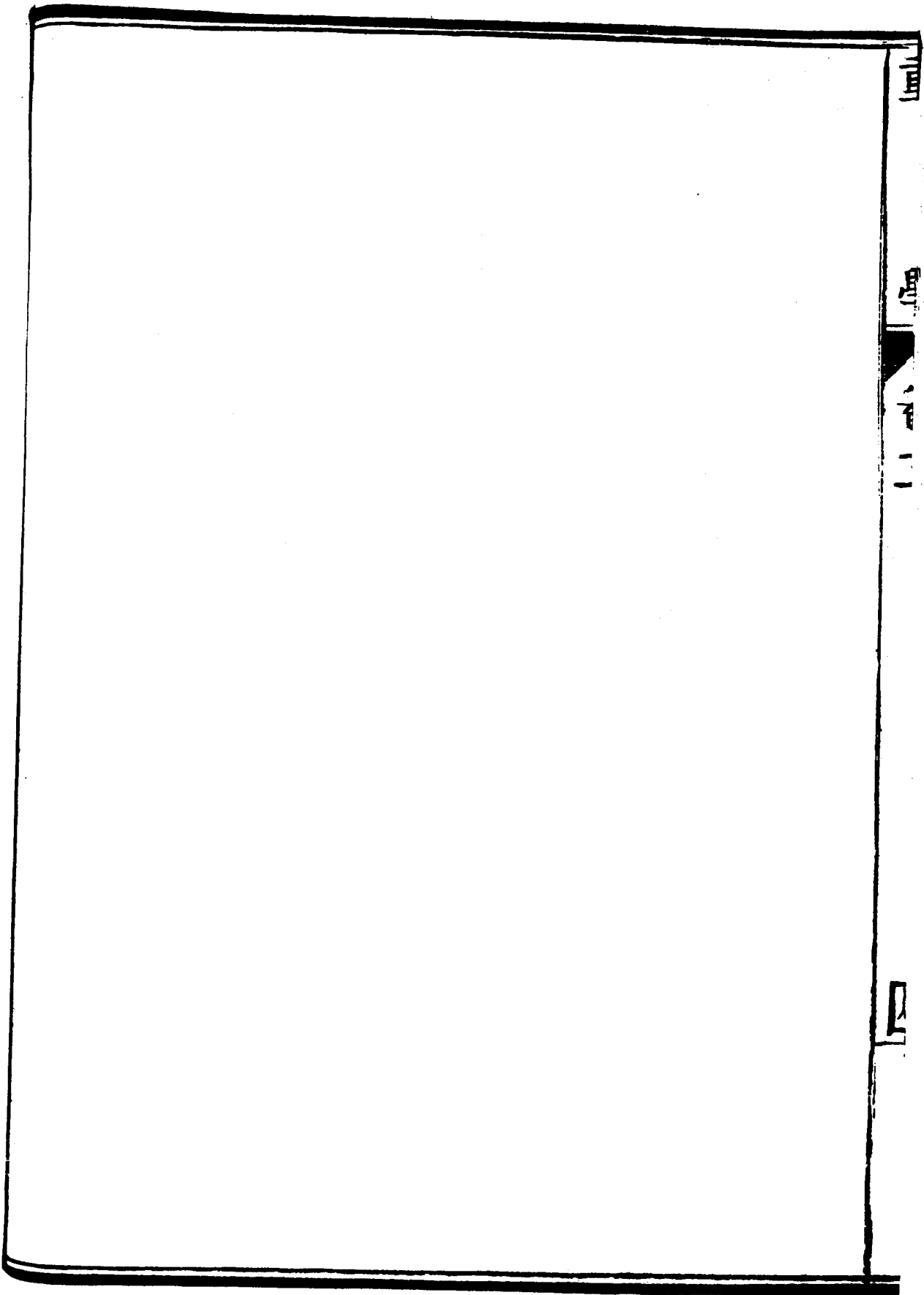
甲乙丙三平力以庚甲庚乙庚丙為方向綫列等數於左

庚甲平力與庚乙平力
庚甲平力與庚乙平力
庚甲平力與庚乙平力
庚甲平力與庚乙平力

若庚點不在甲乙丙三角形內則不能載子重

重學卷二終

83-444-21-126



英國艾約瑟口譯

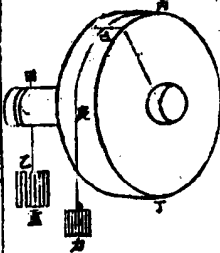
海寄李善蘭筆述

論七器

重學之器有七七器之用俱能以小力致大重令動又能以小力阻大重令不動一卷論桿力重相定之理所加之能為力所當之物為重此卷仍論力重定於一點之理相定之理既明則一邊略加力即令重動矣欲測阻力之多寡以等阻力之重為率七器一曰桿二曰輪軸三曰齒輪四曰滑車五曰斜面六曰劈七曰螺旋輪齒輪滑車之理與桿同劈螺旋之理與斜面同力加於劈與六器異令劈動論擊力令劈不動論面阻力他器俱論抵力。

輪軸

軸即圓柱與輪連體而同心動時令全體環繞於心。

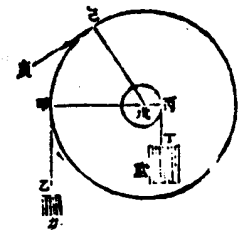


如圖重懸於甲乙綫將輪轉動重或升或降欲令全體定必令重與輪周所加之力相當如力在丙丁輪周輪周綫與軸周綫相對纏繞一個平面

上或在兩個平面上理同力或懸於庚點或加於己點俱同。

第一款 力重相對加於輪軸力與重比若軸半徑與輪

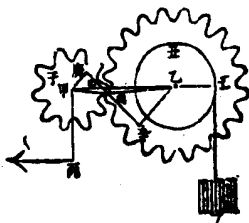
半徑比



如圖力加於甲乙綫重加於丙丁綫俱在直交軸綫之丙己面上甲丙平於地平則甲丙一如桿戊為定點故力與重比若丙戊與甲戊比 不動時理與桿同略動即不

同矣因重在輪軸上升降係垂綫在桿上升降成弧綫故也 若不用輪將多輻湊於戊點理亦同如海船所用盤車及絞車之類是也 若能力不與甲丙綫成直角如庚己綫上之庚力作戊己綫直交庚己則庚力與重比若丙戊與己戊比。

齒輪



如圖子丑二輪環繞甲乙二心輪周平分作諸齒齒必甚平滑二輪相銜於戊子輪之凹受丑輪之凸子輪之力當丑輪之重。

第一款 凡齒輪力重各乘離心綫之比同於兩輪心正離合力方向綫之比。

如前圖于丑二輪在一个平面上力加於子輪柄上之

丙點以轉子輪丁爲重加於丑輪之壬點戊爲二輪合力之點二輪相加爲相等對力其方向庚戌辛戌點力加於丑輪與丁重定於乙點對面力加於子輪與丙力定於甲點乃作甲庚乙辛二綫與己戊引長之綫成庚辛二直角則有比例

一率 丙力 戊力 丙力

二率 戊力 丁重 丁重

三率 甲庚 乙壬 甲庚乘乙壬

四率 甲丙 乙辛 乙辛乘甲丙

將一率三率乘甲丙二率四率乘乙壬消去相等數則有比例

一率 丙力乘甲丙

二率 丁重乘乙壬

三率 甲庚

四率 乙辛

甲乙綫交於庚辛綫上之己點甲庚與乙辛比如甲己與乙己比兩三角等勢故也

甲庚己 乙辛己

所以三率之甲

庚可易爲甲己四率之乙辛可易爲乙己齒甚滑則所出抵力但正交於面齒不甚滑則生面阻力而交點抵力不正交於面分爲二力其方向一爲切綫一爲半

徑切綫分力生於面阻力今姑不論設齒甚小於輪半徑戊己二點甚近則甲己乙己差等於二點間之輪半徑而力重各乘離心綫之比同於兩輪半徑之比

一率 丙力乘甲丙

二率 丁重乘乙壬

三率 小輪半徑

四率 大輪半徑

欲令兩輪轉動不停必平分諸齒故有比例

一率 大輪齒 力乘甲丙

二率 小輪齒 重乘乙壬

三率 大輪周 大輪半徑 小輪齒

四率 小輪周 小輪半徑 大輪齒

圖中之柄與小輪同軸若甲丙等於乙壬則所出能力皆在輪齒即有比例

一率 力

二率 重

三率 甲己

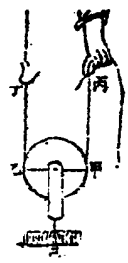
四率 乙己

滑車

82 m. 01 124

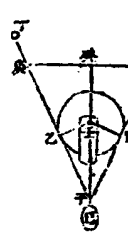
滑車有動靜之別動滑車能助力靜滑車不能助力惟能變力之方向

第一款 有索過動滑車之周兩端平行力重之比同於一與二之比



如圖丙甲乙丁索過滑車周力在丙甲丙乙丁無論長短索力恆同恆等於丙力甲乙滑車為兩箇平行等力

甲丙乙丁所載故所引己重必等於二力之和二力各等於丙力故己重等於二丙力
設索之兩端不平行如圖戊甲乙丁索丁乙戊甲二方向綫引長之會於子次於滑車心壬出綫至子又作壬甲壬乙為滑車半徑綫甲乙俱直角兩子角等戊甲丁乙兩力加於甲乙兩點與并加於子



點同兩力各等於丙所以兩力之并力綫分甲子乙角為兩等角其方向與壬子綫同惟戊甲丁乙二力定於己重故子壬為對重綫重係垂綫故對重亦為垂綫作地平綫交分力綫於庚辛二點交垂綫於癸點子辛子庚二綫等可作二索力之率子癸癸庚之并為子庚子癸癸辛之并為子辛消去癸辛癸庚對面力上引之力

為兩個子癸有比例如左

一率 力

二率 重

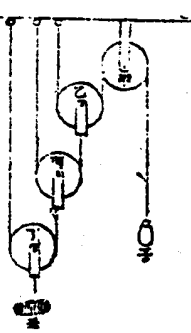
三率 子庚 半徑

四率 倍子癸 庚子癸角倍餘弦

所以重等於倍力乘庚子癸餘弦 設庚子癸角等於無則兩分力綫平行而庚子癸餘弦等於半徑故一重等於二力也

設庚子癸角六十度則重等於力因庚子癸餘弦等於半徑之半故也 動滑車引重兩力綫與垂綫必成等角 假令甲乙為桿乙為定點己重為丙力以垂綫加於甲點所載則丙力與己重比如乙壬與甲乙比亦如一與二比故滑車不動時一如桿也

第二款 第一式連滑車力與重比同於一與二根依滑車數少一乘方積之比



列等數於左

如圖連滑車第一式與一個動滑車理同各滑車有各索丁車引重丙車引丁車索乙車引丙車索乙車索經甲車為力所引

如此試命末滑車為寅則有等數

甲乙索力——子力
 丙丁索力——半丁力—— $\frac{1}{2}$
 乙丙索力——半丙力
 ——半丙丁索力—— $\frac{1}{2}$
 甲乙索力——半乙力
 ——半乙丙索力—— $\frac{1}{2}$

如乙丙丁滑車及架俱有體重則有等數

重——寅甲索力——子力
 子甲索力——子力
 重——二寅子力

設有寅數有重動滑車其等數如左

丁力——丑重上丁索
 丙丁索力——丁力——丑重上丁索
 丙力——丑重上丁索上丙索
 乙丙索力——丙力——丑重上丁索上丙索
 乙力——丑重上丁索上丙索上乙索
 甲乙索力——乙力——丑重上丁索上丙索上乙索——子力

丑重上丁索上丙索上乙索上甲索——子力
 丑丁上丙上乙上甲上子力—— $\frac{1}{2}$

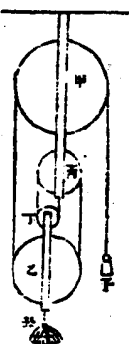
如眾滑車各等子則有等數

丑丁(上丁上丙上乙上甲上子)—— $\frac{1}{2}$ 子
 丑上丁(上丁)—— $\frac{1}{2}$ 子
 丑—— $\frac{1}{2}$ 子丁丁(上丁)

丑愈輕
 丁愈大
 丑愈重
 丁愈小
 若等數
 如左

則丑為無而力與眾車適定

第二款 第二式連滑車力與重比同於一與索數之比



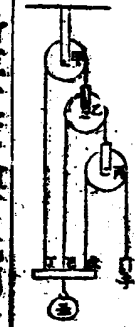
如圖一索上下連經諸滑車諸車共二架上甲丙車共一架下乙丁車共一架子力加於索之

一端丑重加於下架設索俱平行力重之比必同於一與平行索數之比因雖有多滑車而只一索所以索力處處與子力等下架各索力俱等子力并之必能引等於各索力和之重所以重等於索數乘子力設索數為寅則丑等於寅乘子
 設下架及車有重則有等數

五上車上第一子
五下第一子(同上)

設索斜交於垂綫必以分力推之然用滑車恆用平行
索縱小斜角甚微可不論

第四款 第三式連滑車力與重比同於一與二根依索
數乘方積少一之比



如圖各滑車用各索加於重每
索之力分爲二一加於重乘一
加於滑車又一邊之索皆平行

滑車重不論有比例及等數如左

一率 力

二率 重

三率 一

四率 二 依索數連乘得數減一

戊重——子力
乙丙力——丙力——子力
己重——二子力
甲乙力——乙力——四子力
丁力——二子
庚——丁上上上上上
五——丁上上上上上
四——(丁上上上上)子
三——(丁上)子

設欲加滑車重則其等數如左

子丙力——戊重——子力
丙力——二子力
乙丙力——己重——二子力上四重
乙力——二子力上二重
甲乙力——丁重——二子力上四重上乙重
甲力——二子力——二重上二重上四重

惟丑重并架在內等於各重和所以滑車愈重丑重愈大有
等數如左

五——(丁上上上上)子
四——(丁上上上)子
三——(丁上上)子
二——(丁上)子
一——(丁)子
若滑車重各等
於丁則
又有等
數如下
五——(丁上上上上)子

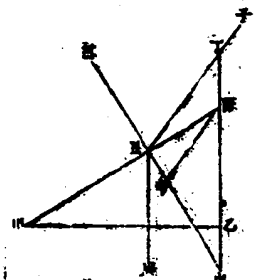
設索不平行依第一款理推之

斜面 前二三器俱得此理

斜面與地平成角恆助起重之方

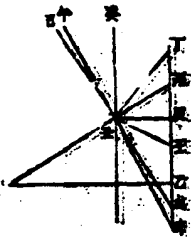
第一款 凡力引重於斜面自重點作斜面直角綫又於
力方向綫上任截某點作垂綫與直角綫相遇力重之

比同於方向截綫與垂綫之比



如圖子爲力丑爲重甲丙爲斜面丑
丁爲子力方向綫丑戊成直角於斜
面丁戊爲垂綫與直角綫遇於戊力
重之比同於丑丁丁戊之比試引長
戊丑直角綫至己成斜面對力之方

向綫丑己丑己力與丑丁綫上之子力定於丑重因甲
丙斜面不能在甲丙或丙甲平行方向上加抵力於丑
故丑重之載於甲丙一似以己丑綫引之也丑己等於
甲丙之對力丑丁等於子力作丑庚綫爲重本方向是
載丑重有三力其方向一丑己二丑丁三丑庚也丁戊
與丑庚平行所以力重之比同於丑丁丁戊之比丑己
力與子力之比同於丑戊丑丁之比



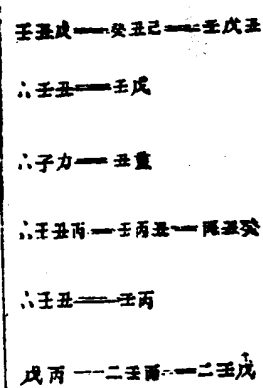
設力方向平行於地平如丑辰綫則
辰點與前之下點同丑辰成直角於
下戊子丑之比即同於丑辰辰戊之
比亦同於乙丙甲乙之比己力與丑

重之比同於丑戊辰戊之比亦同於甲丙甲乙之比
設能力方向平行於斜面則丙點與丁點同其比例如
左

- 一率 子力 己力
- 二率 丑重 丑重
- 三率 丑丙 乙丙 丑戊 甲乙
- 四率 戊丙 甲丙 戊丙 甲丙

設力方向爲丑癸在垂綫上則丁點爲癸點丑丁變爲
無窮綫而戊丁與丑丁等亦爲無窮綫於是子等於丑
己等於無

設力方向爲丑壬與甲丙成銳角令丙丑壬角等於丙
丑癸角丙丑戊丙丑己兩直角內各去一等角則餘兩
角癸丑己壬丑戊亦等有等數及比例如左



- 一率 己力
 - 二率 丑重
 - 三率 丑戊 二丑戊 二甲乙
 - 四率 壬戊 戊丙 甲丙
- 設力方向爲丑午在垂綫直角綫之間則丁點變爲辛

點在戊點之下，三力為戊辛辛丑丑戊斜面向下力生於丑辛丑重不能定於斜面必下行矣。試於第一圖作丙辛綫與丁丑平行則有比例。

一率 子力

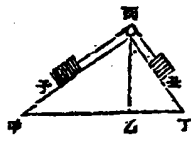
二率 丑重

三率 丁丑 丙辛

四率 丁戊 丙戊

設丑為定重丙辛愈小，子力亦愈小。若丙辛同於丙丑，則子力方向同於斜面甲丙。

設兩重分加兩斜面相聯以索索與斜面俱平行，命兩邊相等之索力為己，則有比例。



一率 己力 丑重 丑重

二率 子重 己力 子重

三率 乙丙 丁丙 丁丙

四率 甲丙 乙丙 甲丙

設重加於曲面則以甲丙第一為曲面之切綫切於丑點與甲丙直而之理同。蓋重力之最要者面上丑點方向丑點在曲面當不動時斜勢與直而無異也。設丑不作一點乃至大與甲丙等若不論而阻力力重之比例仍同。蓋重體分為若干點與全力分為若干分在斜

面比例皆同，故合眾點與全力比例仍同也。以角之正餘弦言之則有比例。

一率 子力

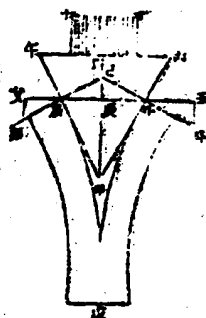
二率 丑重

三率 丑丁 戊角正弦 丙甲乙角正弦

四率 丁戊 丑角正弦 丁丑己角正弦即丁丑丙

劈

劈為五面體上面及下兩斜面或長方或正力旁兩面三角形兩斜面所合之邊為劈口，用以劈物故名。劈將劈口入所劈物中從劈背用力或推之或推之此劈之用也。



如圖甲丙甲午為劈之兩斜面丑戊辰為所劈之物物之兩邊其力欲合戊為不可開處丑辰為可開處。欲論加力劈後令與對力適平，試取子力令劈不進不退有相定之理而題可推。

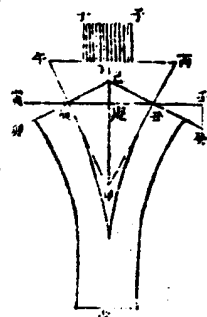
戊所生阻力與劈背之子力定於丑辰因戊點不可開，不論何力令丑點動辰點必行於丑壬方向綫實則丑。

於丑壬為切綫之曲綫云丑壬綫者相定時曲綫斜勢與直綫無異作丑癸綫直交劈面丙甲作壬癸與壬丑成直角丑癸為力加於丑點之率，即為丑壬壬癸并力綫壬癸抵戊點對力消去不用故。

惟用丑壬以抵丑點阻力蓋丑點阻力必以直加丑點之抵力為率也今借丑壬辰寅為丑辰動時所行之綫假令去勢以丑辰為令戊丑辰不動之能力其方向綫仍為丑壬辰寅所以丑辰為令勢定之阻力率因劈力與阻力等故也令劈面甚滑丑辰所加之力必成直角於劈面乃可明劈力阻力之比例以劈為等腰三角形甲丑甲辰兩邊等甲丑壬甲辰寅兩角等丑辰兩阻力亦等丁甲力綫必經甲點平分丑甲辰角

第一款 求劈力阻力之比例

試用前圖作己丑癸綫與甲丙成直角作己辰卯綫必



與甲午成直角己甲丑己甲辰兩三角等故也作丑辰綫交己甲綫於庚庚丑與庚辰等設丑癸等於丑己則為正交劈面之劈力率丑

壬壬癸之并力即丑癸丑壬等於阻力壬癸正交丑壬為對面戊點阻力所消故不用也所以丑壬為阻力率丑己等於丑癸為劈面對力率辰點之對力可取辰己為率惟丑己為丑庚庚己并力辰己為辰庚庚己并力丑庚辰庚為相對力消去所餘之兩個庚己為阻力以兩個子力為對力而定於丑辰兩點也

一率 倍子力

二率 阻力

三率 倍庚己

四率 丑壬

設丑壬丑癸為一綫則丑點當行之綫正交甲丙丑庚己甲丁丙為等勢三角形則有比例

一率 劈力 倍劈力

二率 阻力 阻力

三率 庚己 庚己 丁丙 丙午

四率 丑癸 丑己 甲丙 甲丙

設丑壬直交於甲丁則比例如左

一率 劈力 倍劈力

二率 阻力 阻力

三率 庚己 庚己 丁丙 丙午

四率 丑壬 庚丑 甲丁 甲丁

甲丙邊之阻力其方向綫必與甲丙成直角丑點何以不行於此綫因別有阻力生於戊點故也如癸丑阻力直交甲丙與對力丑癸等使丑癸略大則丑點當行於丑癸綫因丑癸力分為二力一丑壬一壬癸戊點所生阻力為癸壬與壬癸相消僅存丑壬所以丑點不行於

丑癸而行於丑壬也

因丑己等於丑癸故右比例

一率 倍子力

二率 阻力

三率 丑己除倍己庚 己丑庚倍正弦

四率 丑癸除丑壬 壬丑癸餘弦

一率 倍子力

二率 倍阻力

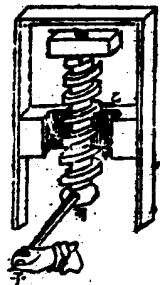
三率 己丑庚正弦

四率 壬丑癸餘弦

所以兩邊兩箇阻力為統其之阻力也

螺旋

螺旋為圓柱以綫勻繞於柱周即螺旋之形也

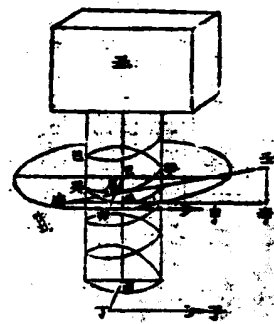


如圖陽螺旋丙丁入陰螺旋甲乙中陰陽螺旋適相配合欲顯螺旋之理故圖中去陰螺旋之半若陰螺旋堅固不動則陽螺旋轉而動

時必環繞中綫以生進退設為垂置之螺旋以重丑加之陽螺旋必下行矣陽螺旋之各點行於陰螺旋之綫與行於斜面之理同設子力在下阻之令螺旋不動

卷二二

而重不下螺旋中綫為垂綫則螺旋層層與地平成同角故螺旋一如斜面繞於圓柱 如圖庚辛壬正三角



形庚壬即斜面庚戌辛底綫等於圓柱之周綫癸戌癸圓周平於地平設將三角形繞於圓柱合庚戌辛合於癸戌癸則庚辰壬即同於螺旋癸辰己壬辛即

同於癸己與圓心綫平行為螺旋兩層之距綫故曰螺旋一如斜面繞於圓柱也

第一款 設有垂置之螺旋上載丑重下有子力方向平

於地平直加於丙丁柄力重之比同於螺旋兩層之距

綫與丙丁為半徑所作圓周之比

如第二圖陰螺旋為癸甲己陰螺旋之凹綫加於陽螺旋之凸綫螺旋若干層即知載物若干重全重為各層

之和假如於辰點加未重作卯辰已等於丙丁柄取申

為力其方向綫平於地平直加於卯以抵未重則未重

一如在斜面庚辰壬因未重在辰點庚辰壬及癸辰己方

向同故也申力能生平於地平之力於辰點令辰點不

下命此力為酉以桿理明之則有比例

五

一率 申力

二率 酉力

三率 巳辰 巳辰半徑之周

四率 巳卯 巳卯半徑之周

以斜面之理言之又有比例

一率 酉力 申力

二率 未重 未重

三率 辛壬 巳癸 癸巳

四率 辛庚 辰巳半徑之周 卯巳半徑之周

設更有戌力直加等於丙丁柄之綫上以抵亥重比例亦同

一率 戌力

二率 亥重

三率 癸巳

四率 卯巳半徑之周

所以有眾力以抵眾重則有等數

取角代 申上戌上 取亢代 未上亥上 則等數式如下 角一

癸巳 巳卯 辰巳 卯巳

全重等於眾重之和全力加於丁點一如眾力分加已

卯等綫故有比例

一率 全力

二率 全重

三率 螺綫兩層距

四率 柄半徑周

設圓柱之中綫不作垂綫不論何方向所生抵力比例

總同 或陽螺旋不動陰螺旋動或陰螺旋不動陽螺旋

運動理無異也螺綫或方或圓或他形狀俱不論但與

圓柱底面所成之角同其功用總同 若螺綫兩層相距同圓柱半徑不論大小力重之比無二

論助力合器

合諸助力器為一器欲知器之助力有若干視所生之力

多於原力幾倍即是也 桿之助力乃力距定點與重距

定點之比輪軸之助力乃輪半徑與軸半徑之比齒輪之

助力乃大輪齒數與小輪齒數之比 齒小則有此 齒大則無此 單滑車

之助力乃二與一之比連滑車之助力第一式乃一與二

根依滑車數少一乘方積之比第二式乃一與索數之比

第三式乃一與二根依索數乘方積少一之比 索平行滑車無重有

此諸比例 斜面之助力乃弦與股之比 力方向與斜面 否則異 平行有此比例否

成直角作丁癸綫與丙乙引長成直角戊己為戊力方
 向丙乙為乙力方向丙甲桿用甲乙桿生抵力於乙丁
 桿其方向在甲乙綫上為乙力之對力其對面力以乙
 甲方向加於甲丙桿為戊力之對力命為寅力其比例
 如左

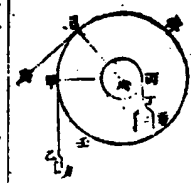
一率 戊力 寅力 戊力

二率 寅力 乙力 乙力

三率 丙壬 丁癸 丙壬乘丁癸

四率 丙辛 丁午 丙辛乘丁午

設丙甲甲乙為一直綫則無丙壬而乙力較戊力為無
 窮大故用此器必令丙甲甲乙略近直綫則所加之戊
 力甚小所生之乙力甚大



弧綫之比必同於甲戊丙戊兩半徑之比又兩弧綫之比同於輪軸兩索收放上下之比故亦同於力速重速之比

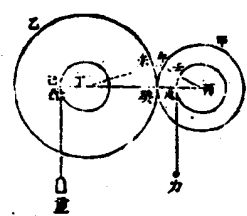
一率 力速 戊甲

二率 重速 戊丙

三率 戊甲 重

四率 戊丙 力

如圖甲為小齒輪乙為大齒輪齒俱極細故切點癸一如在丙丁兩心聯綫上設丙戊丁己兩軸半徑等則力



與重比如丙癸與丁癸比若兩輪轉動令在癸二切點各行小弧度至午至未癸午癸未必等因俱從癸點起故也作丙午綫交丙軸周壬作丁未綫交丁軸周酉戊壬己酉為力重升

降之弧綫則有比例

一率 戊壬 癸未即癸午 戊壬 力速

二率 癸午 己酉 己酉 重速

三率 丙戊 丁癸 丁癸 重

四率 丙癸 丁己即丙戊 丙癸 力

一率 戊壬 丙癸 同時刻甲輪轉數
 二率 己酉 丁癸 同時刻乙輪轉數
 三率 甲輪弧速 乙輪弧速 丁癸
 四率 乙輪弧速 甲輪弧速 丙癸

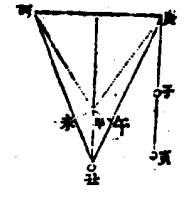


如圖己重加於單動滑車滑車上升一寸則兩邊之索下端各減一寸甲丙索上端上升二寸

丙力亦升二寸故有比例

一率 力速 三率 二 重

二率 重速 四率 一 力



如圖單動滑車索不平行滑車體甚小當作一點如重加於丑丑庚丑丙為方向綫若滑車從丑上升至甲甲丙甲庚為方向綫則子力過子寅綫下行至寅取庚午丙未令與甲庚甲丙等則丑午丑未二綫和為丙甲庚所縮之綫即為庚子所增之子寅綫設丑庚甲角甚小則甲午與丑庚相交幾同直角而甲未一如正交於丑丙則有比例

一率 半徑 半徑

二率 甲丑午角即庚丑甲角 餘弦 庚丑甲角餘弦

三率 丑甲 丑甲

四率 丑午 丑未

一率 半徑 力

二率 庚丑甲角倍餘弦 重

三率 丑甲 重速

四率 子寅 力速

設滑車體大如上圖因改方向不多故二索仍加各平行於本方向又繞滑車一端之索不變故力速亦不變。

如圖第一式連滑車丑重上升一寸則丁丙索升二寸丙車亦升二寸丙乙索升四寸乙車亦升四寸乙甲索行過甲車八寸力自寅至子亦行八寸故有比例

一率 力速

二率 重速

三率 二根依滑車數少一乘方積 重

四率 一 力



如圖第二式連滑車丑重上升一寸則各索俱減一寸并之為全索

所減之寸即甲子繞上所增之實子也 丑升一寸則

過丁車者索一寸過丙車者索二寸過乙車者索三寸

過甲車者索四寸比例如左。

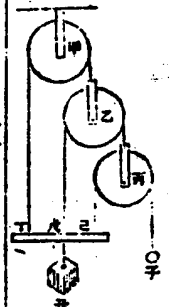
一率 力速

二率 重速

三率 索數 重

四率 一 力

丁丙乙甲四車半徑之比同於一二三四之比四車圓周遲速之比同於各半徑之比而同時刻中各車所行弧度或周數必等故可將丁乙兩車同置一軸亦可將甲丙兩車同置一軸也。



如圖第三式連滑車丑重上升一寸乙車下行一寸丙車下行二寸因架戊點升一寸故丙車又下行

一寸共下行三寸子力下行四寸因丙車又下行一寸故子力又下行

一寸共下行七寸比例如左

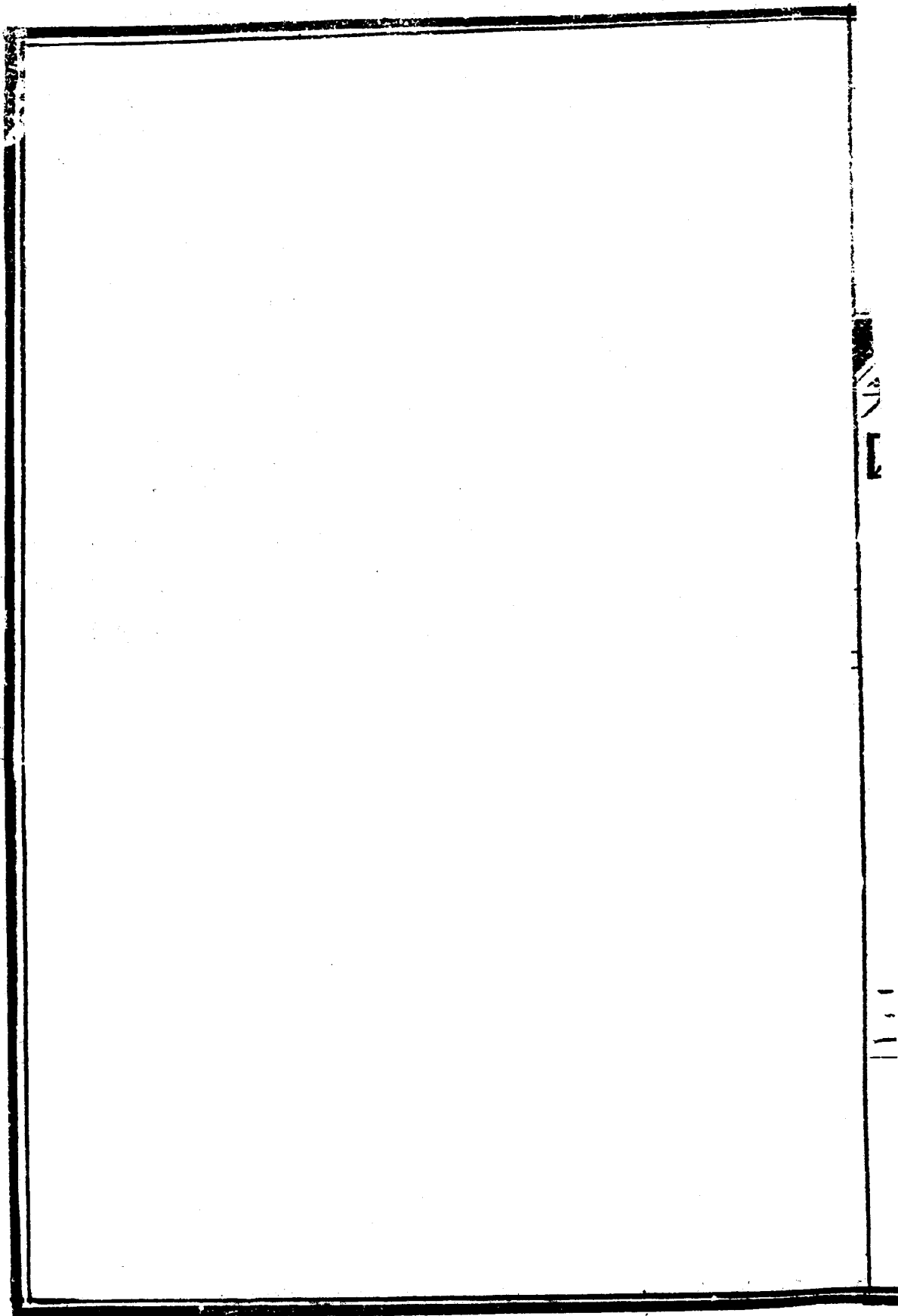
一率 力速

二率 重速

三率 二根依動滑車數乘方積少一 重

重乘丁速若器不易則丁速等於丑速故丁等於丑而子丑相定

善蘭案此款中曲桿斜面劈三條皆言微動稱謂曲桿動時力重比例及力速重速比例處處不同故當論微動總論中所論路參差無定比例分路為諸微路諸微路之比同於諸微速之比是也若斜面與劈力方向不變比例亦不變初不必論微動亦云微動者以力方向變言之耳恐學者生疑故詳辨之



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

重學卷五

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

論重心

無論一體合體必有重心地力加之諸點任何方向必定於此點何以知有重心如後款中無論何合體俱可推測此心所在故知必有重心且知此心只有一箇而無第二箇各體無論或斷或聯此心俱可推測

卷中有數條不論地力但論體大小或但論平行能力亦可推測其心因不言重故名大小體心或名平行能力心若有綫或面過合體重心將此綫或面舉起合體必定於此綫此面因重心既定不論何方向合體俱定故也

第一款 凡合質體無論以何方向定於一綫重心必在此綫上

設合無數質點為一體定於直綫則兩邊各質點重距積之和必等重距積者直交重心面之積也設欲求每質點

重距積若干法分其力為二第一力方向平行於綫軸即過重心第二力在直交綫軸之面上第一力不用已知

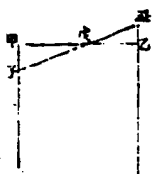
綫軸之方向第二力與點之全質恆有比例與點距過

重

卷五

軸垂面亦有比例若云重心或不在合體所定之綫內試將合體易方向置之令所定之綫與重心不在一箇垂面內合體在此方向時設所定之綫漸移平行於本綫經過重心則綫軸一側質點漸多各點距垂面之綫亦加大一側質點漸少各點距垂面之綫亦減小而合體定然則綫未移時合體必不定蓋一側之勢必偏向下因質點多距綫大兼此二者故也若合體亦定無是理矣如此則任何方向合體不能定於重心不在之綫上綫必過重心方能令合體定而合體任何方向定於一綫不可云此綫不過重心也 合體不能有二重心所以任何方向合體定於二綫重心必在此二綫之交點 若合體用一箇方向定於一綫重心必在經過此綫之垂面內若云重心不在此面內可作一綫經過重心則合體必定於此綫是合體可定於兩箇不同垂面之綫矣必無是理

第二款 有子丑二質點求重心 法作子丑聯綫則子丑一如加於直桿比例如左



一率 子加丑 丑
二率 子 子
三率 子丑綫 戊子

求得戊點必為重心乃作甲戌乙地平綫直交於兩垂綫則有比例

一率 子

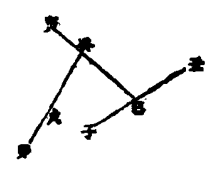
二率 丑

三率 戊丑 戊乙

四率 戊子 戊甲

子乘戊甲等於丑乘戊乙所以子丑不論何方向必定於戊點故戊點為重心 子丑二重加於甲乙與加於子丑同蓋加於甲乙戊點抵力等於子加丑則子丑不論在何方向戊點上抵力恆等於二重之和也

設有無數質點欲求重心



如圖子丑作直桿論令子丑與子己比如子丑二重和與丑重比則準前論子丑任在何方向恆定於己點己點抵力恆等於子丑和作己寅綫其比例如左

一率 己寅

二率 己癸

三率 子丑寅和重

四率 寅重

癸寅
己癸
子丑和重
己抵力
寅重
寅抵力

則己寅二力任在何方向恆定於癸點故癸點為子丑寅重心癸點抵力等於子丑寅三重和作癸卯綫其比例如左

一率 癸卯

二率 癸戊

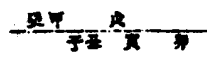
三率 子丑寅卯和重

四率 卯重

戊卯
戊癸
子丑寅和重
癸抵力
卯重
卯抵力

則卯癸二力任在何方向恆定於戊點故戊點為子丑寅卯之重心戊點抵力等於子丑寅卯四重和不論多少點理俱同諸質點不在一箇平面上亦同 設無數質點定於一點不依次序推測重心其理無異 將重心舉起抵力等於合體之全重 令諸點力相抵如前例諸點必相連然即令諸點不相連且動而不定亦有此重心可推測也 設非地力而有他平速力以平行綫加於合體欲推測其心理同

第三款 設有諸質點在一直綫上求重心



如圖甲卯綫平於地平時設戊為諸點之定點則戊必為重心欲求戊點先取甲點因子丑寅卯諸點相定即有等數

子×子戌上五×五戌——寅×寅戌上五×五戌
 子×子戌上五×五戌——寅×寅戌上五×五戌
 子×甲戌上五×甲戌上五×甲戌——
 寅×甲寅上寅×甲寅上卯×甲卯上卯×甲卯
 子×甲戌上五×甲戌上五×甲戌——
 子×甲子上五×甲子上五×甲子上五×甲卯
 甲戌——子×甲子上五×甲子上五×甲寅上五×甲卯
 子×五寅

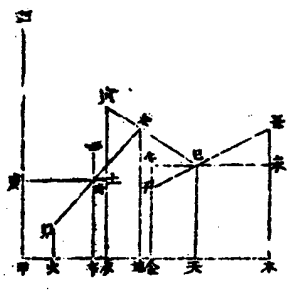
已知甲戌即知戊點質點任多少理俱同 若重心戊

不在丑寅間而在子丑間則等數之左邊

在右邊理同 設有質點在甲點之左如辰點則為負

數在等數式中不為而變為即

第四款 諸質點在一個平面上求重心



如圖用第二款理推得戊為重心
 乃於本面上任作甲木綫次作子
 金丑木寅水卯火諸綫又作己天
 癸地戊辛諸綫俱直交於此面又
 作午己未綫平行於甲木直交于
 金丑木二綫於午於未因子己午

丑己未為兩個等勢三角形故有等數如左

子午——子己——丑子
 子午——丑、丑未
 子·(金午丁金子)——丑·(木丑丁木未)
 金午——木未——己天
 子·(子丑)·己天——子×子金上五×五木

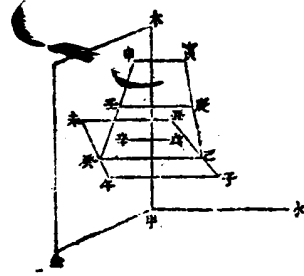
準第二款等數中子丑和乘己癸等於寅乘寅癸故又有等數

任有若干質點皆依此推之等數如下
 子·(子丑)·己天——子×子金上五×五木
 子·(子丑)·己天——子×子金上五×五木
 子·(子丑)·己天——子×子金上五×五木

設依戊辛距綫作庚土綫平行於甲木重心必在此綫上若再作甲庚垂綫即可推戊庚之距若干乃依此距

作壬辛綫平行於甲庚則壬辛庚土二綫之交點為重心 設子金丑木戊辛諸平行綫不直交於甲木戊辛

第五款 有諸質點不在一个平面上求重心



如圖作木甲金面次作子午丑未諸綫俱直交於此面次從子丑重心已點子丑寅重心庚點作已癸庚壬諸綫亦直交於此面又從合體重心戊點作戊辛綫亦直交於此面因子午丑未已癸三綫在一个平面上俱與午未成直角又已癸庚壬寅申三綫在一个平面上俱與癸申成直角故有等數如左

子、子午、子午、子午、子午、子午

子、子午、子午、子午、子午、子午

子、子午、子午、子午、子午、子午

無論若干
質點皆依
此法推之
等數如下

子、子午、子午、子午、子午、子午

子、子午、子午、子午、子午、子午

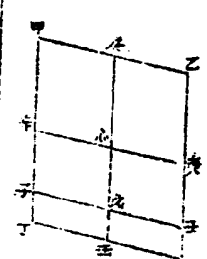
乃以戊辛為距與木甲金面平行再作一面則重心戊點必在此面上 設木甲金外另作金甲水及水甲木二面求得重心離二面若干取為距與二面平行再作二面則重心必在二平行面上所以重心必在三平行面之交點

第六款 諸質點之能或散而相定或收於重心而相定其理無異

如二款圖取甲乙綫或取一點為諸質點所定設有垂面經過此綫此點子丑寅卯諸質點高下不同作子金丑木諸綫各直交於垂面并子乘子金丑乘丑木諸力能率為全能率見卷一此率不變諸質點相定之勢亦不變諸質點之能若收於重心戊點則戊點全力等於子丑寅卯諸質點之和乘戊辛為全能率此一點之全能率與諸點之全能率等 任有若干質點其能散而載於重心與并而收於重心重心之抵力極同 設子丑寅卯為各質體則一如各質體之諸點能力收於重心而題可推

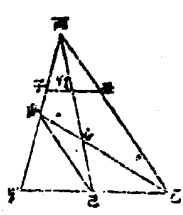
假如有一直綫厚薄闊狹停勻求重心在何點 此綫既停勻必定於中點中點即重心

假如有平行四邊形面求重心在何點



如圖甲丙為平行四邊形面平分甲
乙丁丙二綫於癸於壬亦平分甲丁
乙丙二綫於辛於庚次作壬癸庚辛
二綫交於心點心點即重心也 四

邊形一如子丑等多綫平行於甲乙積而成此面子戊
與甲癸癸乙戊丑俱等任作綫俱如子丑不論在面上
何處俱定於壬癸所以全面亦定於壬癸庚辛之理亦
如壬癸俱為重心綫故二綫相交之心點必為重心
假如有三角面求重心在何點



如圖甲乙丙三角面平分甲乙於己亦平分甲丙於庚
作己丙庚乙二對角綫相交於心點心
點即重心也 三角面一如子丑等平
增減綫自丙向甲乙則平增
目甲乙向丙則平減 平行於甲
乙積而成此面即有比例

一率 子寅
二率 甲己
三率 寅丙 寅丑
四率 己丙 己乙
惟甲己等於己乙故子寅亦等於寅丑故諸平行綫皆
定於丙己而全面亦定於丙己也平行於甲丙諸綫定

卷二十一

於乙庚亦然故丙己乙庚俱為重心綫交點在心故全
面必定於心也又試作庚己綫因甲己為甲乙之半甲
庚為甲丙之半故己庚必平行於乙丙因甲己庚與甲
乙丙為等勢三角形又己庚心與丙乙心亦為等勢三
角形故有比例及等數

一率 己庚 己心
二率 乙丙 心丙
三率 甲己 己庚 一
四率 甲乙 乙丙 二

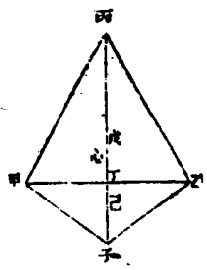
以三邊求丙心綫等數如左

心丙 = $\frac{1}{3}$ 己丙
三心丙 = $\frac{1}{3}$ (乙丙 + 甲丙 + 甲乙)
九心丙 = $\frac{1}{9}$ (乙丙 + 甲丙 + 甲乙)
九心甲 = $\frac{1}{9}$ (甲丙 + 甲乙 + 乙丙)
九心乙 = $\frac{1}{9}$ (甲丙 + 甲乙 + 乙丙)
九(心甲 + 心乙 + 心丙)
三(乙丙 + 甲丙 + 甲乙)
三(心甲 + 心乙 + 心丙)
乙丙 + 甲丙 + 甲乙

設有三箇質點置於三角面之三角則三體之重心即
三角面之重心
設有諸邊面欲求重心法分諸邊面為諸三角面先求

卷二十一

諸三角面之重心一如諸三角面之能各收於重心乃
 依前諸質點求重心法即得諸邊面之重心諸邊面即
 假如有四邊面夾相對二角之邊兩兩等求重心



如圖丙甲子乙四邊面甲丙與乙丙
 等甲子與乙子等作甲乙對角綫分
 本面為甲乙丙甲乙子兩三角形作
 丙子必直交於甲乙亦必平分甲乙
 於丁先求得甲乙丙面之重心在戊
 甲乙子面之重心在己次求本面之重心心點有比例
 如左

一率 甲乙丙面 丁丙 丙子

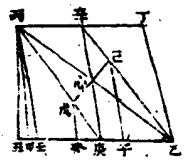
二率 甲乙子面 丁子 丁子

三率 己心 戊己

四率 戊心 戊心

則心點即四邊面之重心也

假如有四邊面兩邊平行求重心



如圖甲乙丁丙四邊面甲乙丙丁二邊
 平行試平分甲乙於庚平分丙丁於辛
 作庚辛綫則平行於甲乙諸綫皆定於
 此綫說見第一題故重心必在此綫上大作

乙丙丙庚乙辛三綫取戊丙為丙庚三分之二取乙己
 為乙辛三分之一則戊己二點為甲乙丙丙丁乙兩箇
 三角面之重心兩箇三角面之能一如收於二重心作
 戊癸己子二綫平行於辛庚作己戊交庚辛於心點心
 點即本面之重心有比例如左

一率 心庚

二率 一

三率 甲乙丙面乘戊癸加乙丙丁面乘子己

四率 甲乙丙乙丙丁兩面和

再作壬丙綫平行於庚辛作丙丑綫直交於甲乙因丙

丑庚戊癸庚兩三角形等勢又辛庚乙己子乙亦等勢

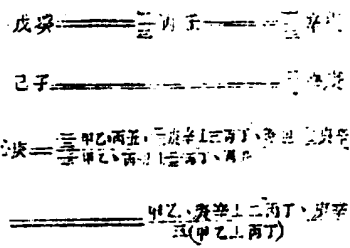
故有比例及等數如左

一率 戊癸 己子

二率 丙壬 庚辛

三率 庚戊 乙己

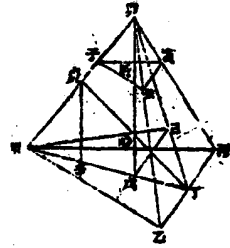
四率 庚丙 乙辛



設丙丁為無則心庚等於庚辛三分之一而四邊形變

為三角形

假如有三角錐體求重心



如圖卯甲乙丙三角錐體甲乙丙為底面卯為頂點試平分乙丙綫於丁作甲丁卯丁二綫取丁戊為甲丁三分之一取丁己為丁卯三分之一次作卯戊己甲二綫相交於心點心點即立錐體之

重心也此立錐體一如子丑寅諸平增減三邊面自頂點向

底則平增自底向頂點則平減平行於甲乙丙面積疊而成亦如平行

於卯乙丙諸面積疊而成戊點為甲乙丙面重心戊卯

綫交于丑寅面於辰點辰點即為子丑寅面重心諸平

行面重心皆在此綫上即皆定於此綫故全體亦定於

此綫推之全體亦必定於己甲綫己甲戊卯俱為重心

綫二重心綫相交之點必為重心所以心點為全體之

重心也作戊己綫成丁戊己丁甲卯兩等勢三角形又

成心戊己心卯甲兩等勢三角形故有比例

一率 戊己 戊心

二率 甲卯 心卯

三率 戊丁 戊己 一

四率 甲丁 甲卯 三

直

算

四

故心卯等於三箇戊心戊心等於戊卯四分之一心卯

等於戊卯四分之三平分甲卯於庚作庚辛綫平行於

戊卯成庚辛甲卯戊甲兩等勢三角形甲庚為甲卯二

分之一故甲辛為甲戊二分之一即等於丁戊故丁辛

等於倍丁戊又庚辛為戊卯二分之一心戊為戊卯四

分之一故庚辛等於倍心戊則有比例

一率 丁戊

二率 丁辛

三率 心戊

四率 庚辛

觀此比例而知庚心丁聯成一綫必為直綫且必平分

於心點丁戊心丁辛庚為等勢三角形庚辛等於倍心戊故庚丁等於倍丁心也所以凡三

角錐體任取不相遇之二邊平分於兩箇平分點上

作聯綫又將聯綫平分於一點此點即重心也求卯心

綫等數如左

$$\frac{卯戊}{卯心} = \frac{丁卯}{丁辛} = \frac{丁卯}{丁辛} = \frac{丁卯}{丁辛}$$

$$\frac{甲丁}{甲卯} = \frac{甲丁}{甲卯} = \frac{甲丁}{甲卯} = \frac{甲丁}{甲卯}$$

$$\frac{卯丁}{卯心} = \frac{卯丁}{卯心} = \frac{卯丁}{卯心} = \frac{卯丁}{卯心}$$

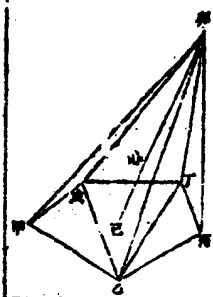
$$\frac{卯戊}{卯心} = \frac{卯戊}{卯心} = \frac{卯戊}{卯心} = \frac{卯戊}{卯心}$$

$$\frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心}$$

$$\frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心} = \frac{卯心}{卯心}$$

$$\frac{丁(甲卯)乙(甲卯)}{丁(甲卯)乙(甲卯)} = \frac{丁(甲卯)乙(甲卯)}{丁(甲卯)乙(甲卯)}$$

假如有多邊立錐體求重心



如圖卯甲丙為多邊立錐體甲乙丙

丁戊為底面卯為頂點作丁乙乙戊

二綫從此二綫以平面割至頂點分

為諸三角錐體又用前法取四分體

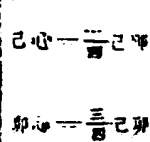
高之一為距作平行於底面之面則諸三角錐體之重

心俱在此面上所以全體重心亦必在此面上乃從甲

乙丙丁戊底面重心已點作綫至卯重心必在此綫上

見前 所以重心必在所作面與卯已綫相交之點等數

如左



設立錐體之底邊多至無窮法無異若多邊變為圓周
底為圓面亦同故凡立錐體求重心法自底面重心點
至頂點作聯綫此綫上四分之一處即重心也 設有
立錐體截積上下二面平行求重心法於上下二面之
重心點作聯綫重心必在此綫上命為軸綫上下二面
為等勢形設甲乙為上下相當之邊有等數如左

圓錐體截積上下二面俱為平圓
以甲乙兩半徑代相當之邊理同

諸質點內取一點與每點作聯綫各點乘聯綫方并之為
和所取點愈近重心點其和愈少若即為重心點則其和
最少

如圖戊為所取點心為重心作戊心聯綫次作甲子乙

丑丙寅丁卯諸綫直交於戊心綫再

作甲心乙心丙心丁心諸綫再作甲

戊乙戊丙戊丁戊諸綫即有等數



- 甲戊——甲心戊丁心戊、心子
- 乙戊——乙心戊丙心戊、心丑
- 丙戊——丙心戊乙心戊、心寅
- 丁戊——丁心戊甲心戊、心卯
- 甲、甲戊乙乙戊——甲心乙乙心
- 乙、乙心戊乙心戊——乙心甲、心戊、心子
- 丙、丙心戊丙心戊——丙心乙、心戊、心寅
- 丁、丁心戊丁心戊——丁心甲、心戊、心卯
- 甲、甲心戊乙心戊——甲、甲心乙、乙心
- 乙、乙心戊丙心戊——甲乙乙丙丁心戊
- 丙、丙心戊丁心戊——甲乙乙丙丁心戊
- 丁、丁心戊甲心戊——甲心乙、心戊、心卯

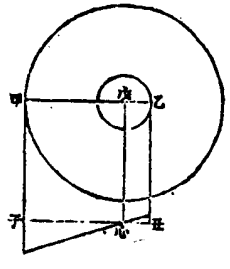
83-甲-91/54

以重心之本理證之等數如左

甲、心子乙、心丑丙、心寅丁、心卯
 乙、甲戊乙、乙戊丁、丁戊丙、丙戊
 甲、甲心乙、乙心
 上丙、丙心丁、丁心(甲乙丙丁)戊心

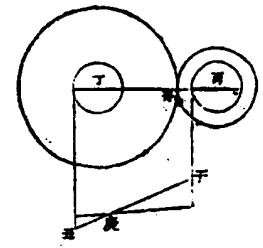
觀此而知等數左邊之大小以戊心為準戊心愈小則左邊之數亦愈小設戊心合為一點則左邊之數最小矣。設以心為心以戊為界旋成圓周戊任在圓周何點各點乘距戊綫方之和恆同因戊心相距恆同也。

第七款 設有兩重定於一器微動之重心恆定。設器為桿則定點為重心兩重任上下重心不動。



又設器為輪軸如圖戊為輪軸心子重在輪周甲點垂綫上丑重在軸周乙點垂綫上重心心點在輪軸心戊點垂綫上子丑任上下重心不動蓋子心丑聯綫一如桿也。

五
五

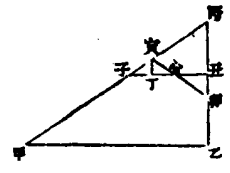


又設器為齒輪如圖子丑二重在丙丁齒輪軸垂綫上癸為二輪相切點則重心庚點必在子丑聯綫上比例如左。

一率 子庚
 二率 丑庚
 三率 丁癸 大輪半徑
 四率 丙癸 小輪半徑
 不動 下庚點

又設器為滑車如三卷滑車諸圖子力丑重以綫聯之。設取戊點有比例如左。

一率 子戊 則戊點即
 二率 丑戊 為重心故
 三率 丑 有力降重
 四率 子 升之比例
 所以子
 一率 力降綫
 二率 重升綫
 三率 重 子戊 丑任上
 四率 力 丑戊 下戊點 不動



角形則有比例。

一率 寅心

二率 卯心

三率 寅丁

四率 丑卯

子寅

甲丙

子重

又設器爲斜面如圖甲丙乙爲斜面子
 爲重丑爲力方向子丑平於地平若丑
 力降至卯子重升至寅子寅等於丑卯
 作寅卯綫交子丑於心點作寅丁綫直
 交於子丑成寅丁心卯丑心兩等勢三

故心點爲寅卯重心行於子丑地平綫方向不升降也
 劈與螺旋動時論遲速不論地心力若欲論地心力以
 平綫垂綫求之亦可得重心也。

X3-44-91/26

重學卷六

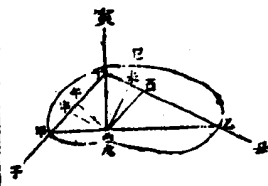
英國艾約瑟口譯

海爾李善蘭筆述

論剛質相定之理

物之質有剛有柔有可屈有不可屈有可薄有不可薄凡物以桿例推之如何相加如何使定不論何形狀俱可得其理故今但論剛質以剛質之物不論何力加之形狀及大小俱不變有類桿也

第一款 二能力令桿定求定點抵力若干



如圖甲丙乙為桿子丑二力加之丙為定點桿與二力在一箇平面上設於此平面上取一戊己面此戊己面即可作不變之剛質論仍以丙為定點本面搖動定點不移故子丑二力加於此面此面定於丙點與桿理同作丙午丙未二綫直交於子丑

二方向綫則有比例

一率 子力

二率 丑力

三率 丙未

四率 丙午

子丑二方向綫交於丁點作丙申丙酉二綫平行於乙丁甲丁則丙酉未角等於丙申午角故丙酉未丙申午兩三角形等勢則有比例

一率 丙申 丁酉

二率 丙酉 丁申

三率 丙午 丑力 丑力

四率 丙未 子力 子力

故丁申丁酉為子丑二力之率若二力加於丁點并力綫為丙丁若甲丁乙丁為質綫子力加甲丁方向之任何點丑力加乙丁方向之任何點其能總同故子丑二力或并加於丁點或分加於二質綫理無異所以丙點抵力必等於子丑并力也設將質面分為平行於甲丙乙諸質綫遞去之至僅存甲丙乙一條質綫丙點抵力仍同所以定點上之抵力大小方向等於桿上所加兩力之并力故凡兩力令桿定自定點至兩力方向交點作聯綫即為抵力方向綫 設有質力加於丙點等於子丑二力之并力若甲丙乙質綫或不定此三力必能令之定 設子丑方向平行則定點抵力必如子丑之和而抵力方向必與子丑方向平行抵力點距于丑方向之比如子丑之反比

一率 子力

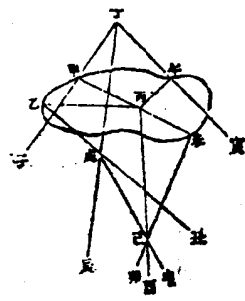
二率 丑力

三率 丙乙

四率 丙甲

由此而知設有二平行能力其和力綫平行於分力綫
合二力距和力綫之比如二力之反比則并二分力之
能同於和力之能而和力即為二平行力之并力

第二款 有諸力方向在一箇平面上加於桿如諸力加
於定點定點抵力等於諸力之并力



如圖子丑寅卯四力加於丙甲丙乙丙午丙未桿子寅

二方向交於丁并力為辰在丁

辰方向綫上丁辰與丑方向交

於戊辰丑并力為申在戊申方

向綫上戊申與卯方向交於己

申卯并力為酉在己酉方向綫

上酉力即為定點之抵力凡力所生之能任在方向綫

何點俱同故子寅二力本點之能與并於丁點之能同

所以同於辰力之能辰丑二能與并於戊點之能同所

以同於申力之能申卯二能與并於己點之能同所以

同於酉力之能故子丑寅卯四力所生之能與酉力所

生之能同因子丑寅卯合體定於丙故酉力亦定於丙

所以酉力方向綫必經過丙點也丙點抵力等於酉力

故子丑寅卯所生之力在丙點即同於酉力又辰力在

丁為子寅之并力辰力在戊亦為子寅之并力所以申

力在戊為辰丑之并力即為子寅丑之并力申力在己

亦為子寅丑之并力所以酉力在己為申卯之并力即

為子寅卯之并力故酉力為子丑寅卯加於一點所

得而定點之抵力等於諸力加於一點之并力也抵力

之方向為丙己因己酉綫上之能同於子丑寅卯所生

之能是子丑寅卯令桿定於丙點也故己酉能力必不

令桿動於丙點之兩邊所以己酉必經過丙點也 設

甲乙午未為剛體子丑寅卯諸力加於此體上另加酉

力於丙己綫上雖無定點丙點必不動因酉力與定點

功用同故也

第三款 設有二箇能力加於剛體令體定則每一力等

於餘二力之并力且為并力之對面抵力而方向綫必

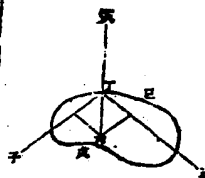
經過二力交點

如圖子丑寅三力加於戊己體令體不動試於寅力方

向綫上取丙為定點用以代寅力則丙點之抵力與寅

力等因對力必等於子丑之并力且方向必經過子丑

83-44 91/25



方向之交點證以前款自明子丑二力之理亦然推之有多力加於剛體每力必等於諸力之并力其方向必在諸力并力方向之對面

論剛體定於一點之理

凡剛體定於一點與桿理同不但加於桿之諸力更有體全重并收於重心也

假如天平兩邊有不等二重定於何角

如圖甲乙為天平轉動於丙軸二銅盤懸於甲乙二點

甲乙桿平於地平時取丙點較甲乙微高作丙丁綫

直交於甲乙則桿之兩邊丁甲丁乙

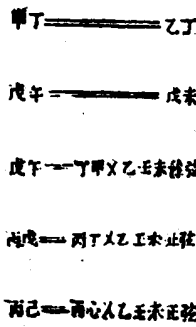
輕重長短俱等乃於丙丁綫上取心

點為桿之重心兩邊子丑輕重不等

時甲乙桿不能平於地乎乃作午丙

未地乎綫交過心過了二垂綫於己於戊則甲乙與地

平綫所成角借丙丁與垂綫所成角必等故有等數



設甲乙二點之重為子丑桿之重命為癸有等數及
例如左

子、丙子 ——— 丑、丙未、癸、丙己
子(甲丁、乙壬未較丁丙丁、乙壬未正並
—— 丑、甲丁、乙壬未較丁丙丁、乙壬未正並)
丁癸、丙癸之壬未正並
乙壬未較丁丙丁 ——— (子丁丑)、丁甲
乙壬未較丁丙丁 ——— (子丁丑)、丙丁丁癸 重心

一率 倍丑加子丑較其乘丙丁再加癸乘丙心

二率 丁甲

三率 子少丑乘半徑

四率 乙壬未角正切

天平三要事 一設兩盤輕重等則桿必平於地平

二一邊微加重則桿即不定離地平綫必甚速是名天

平易察輕重之能 三動後復回原處必甚速 設重

心略低於懸點桿之兩端亦等則已合第一要事

論天平易察輕重之能 設已知二重相較數甚微則

桿交地平角愈大察輕重之能愈大若已知壬角甚大

則二重較愈小察輕重之能愈大所以壬角為實子丑較為法或竟以壬角正切為實子丑較為法為察輕重能率即有天平察輕重之術式如左

$$\frac{丁甲}{(二五上字五點)兩丁上庚乙}$$

究之子丑較甚
小於倍丑可不
論故察輕重之
術式如下

$$\frac{丁甲}{二五、兩丁上庚、丙乙}$$

桿兩端愈長察輕重之能愈大桿愈輕察輕重之能愈大懸點重心點愈近察輕重之能愈大丙點離甲乙綫愈近察輕重之能愈大 天平復回原處之能一如桿在動角斜綫時令桿復歸於地平綫之力桿動時所成角一邊為斜地平綫故此力即為復原能率如兩邊二重等則令桿平之方式如左

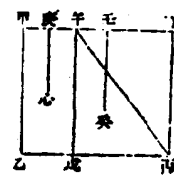
$$\frac{二五、兩丁上庚、丙乙}{(二五兩丁上庚、丙乙)兩端}$$

所以天平復原能率為

$$\frac{二五、兩丁上庚、丙乙}{二五、兩丁上庚、丙乙}$$

桿兩端愈長察輕重之能愈大而與復原之能無涉 假如有甲乙丙丁直角四邊面厚薄均勻求削去丙午丁三角面令所餘甲乙丙午面懸於午點甲午丙乙俱平

於地平甲午午丁各若干



如圖作午戊垂綫直交於丙乙分甲乙丙午面為二心為乙午面重心癸為午戊丙面重心作庚心壬癸二垂綫皆直交於甲丁即有等數如左

$$\begin{aligned} \text{午庚} &= \frac{三}{三} \text{甲午} \\ \text{午壬} &= \frac{三}{三} \text{丁午} \\ \text{午庚、乙午面} &= \frac{午壬、午戊丙面} \\ \frac{\text{甲丁} \times \text{庚} \times \text{丙}}{\text{三}} &= \frac{\text{甲丁} \times \text{庚} \times \text{丙}}{\text{三}} \\ \text{三}(\text{甲丁} \times \text{丁}) &= \text{丁} \times \text{甲丁} \\ \text{二} \times \text{午} \times \text{庚} \times \text{甲丁} \times \text{丁} &= \text{丁} \times \text{甲丁} \\ \text{丁} \times \text{午} &= \frac{\text{甲丁} \times \text{庚} \times \text{丙}}{\text{三}} = \frac{\text{六} \times \text{二} \times \text{四} \times \text{甲丁}}{\text{三}} \end{aligned}$$

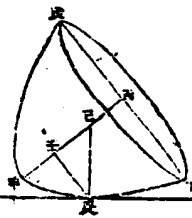
法當用丁數若用上數則午點必在甲點之左

右題晉康帝時泰西希臘國巴布思所立

論剛體定於一面之理

凡剛質體定於一面無論或遇一點或遇諸點或遇小面質體上所加諸力方向必直交於所遇之點或面此力即為或點或面之對力

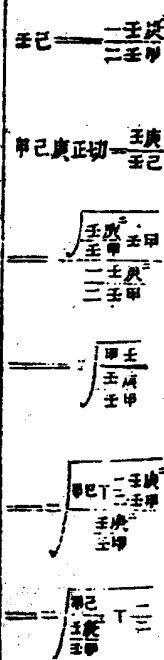
假如有拋物綫體拋物綫者謂拋物空中所成曲綫在地平面上求定於



何點 如圖戊甲丁為拋綫體設己庚垂綫遇切點庚交丙甲軸於己此綫必經過全體重心因全體能力一如收於

R3 100-91 124

重心則對力加於庚己方向而令全體定重心必在丙
甲軸內所以己為重心因為兩重心綫相交之點故也
己庚直交於庚點之切綫作庚壬綫直交於軸以曲綫
之理證之等數如左



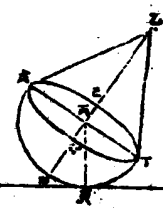
設甲己小於庚壬方為實倍壬甲為法則題不可推蓋
如此體不能側定試推勻質拋物體設己為重心甲己
等於甲丙三分之二則甲丙三分之一大於壬庚方為
實倍壬甲為法又或甲丙大於三箇壬庚方為實四箇
壬甲為法如此則體可定於側邊之方向否則體必定
於軸綫而不能側定矣

按拋物曲綫術甲壬截綫為首率壬庚正弦為中率
推得末率為通徑款中等數俱本此詳曲綫說第三

卷

假如有同底圓立錐及半球合為一體球面任何方向定
於地平面上求體大各幾何

如圖戊甲丁為半球戊乙丁為圓立錐同以戊丁徑之
圓面為底合為一體庚丙垂綫不論何方向其交軸點



恆在球心丙所以丙點為合體之重
心己點為錐體重心心點為半球重
心即有比例

一率 圓錐全質

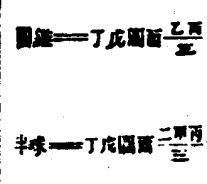
二率 半球全質

三率 丙心

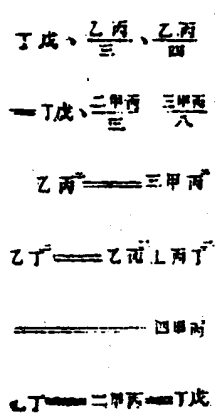
四率 丙己

圓錐為等高圓柱三分之一半球為等高圓柱三分之

二故有等數

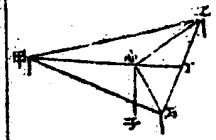


以卷五重心款證之丙己為乙丙四分之一甲心為甲
丙八分之五丙心為甲丙八分之三故有等數



所以丁乙戊為等邊三角形

假如有剛體加於三垂足架上求每足抵力



如圖甲乙丙面為剛體加於甲乙丙三足架上作于心垂綫直交甲乙丙面之重心心點作甲心綫引長之交乙丙於丁質體之能收於重心一如全重子定於甲丁桿即有比例

一率 丁甲 甲乙丙面 甲乙丙面 甲乙丙面

二率 丁心 乙心丙面 甲心乙面 甲心丙面

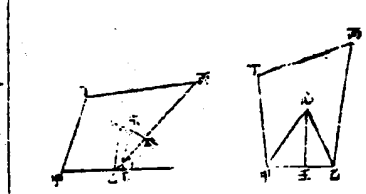
三率 子重 子重 子重 子重

四率 甲力 甲力 丙力 乙力

所以各角點抵力與餘二角點至重心作聯綫所成三角面比例恆同 設剛體載於四足架各足抵力不能推蓋三足已可載所增之足可有可無故也然有二理可推一抵力和等於全重二設以抵力為諸重諸重之重心與剛體之重心必在一箇垂綫上設載於多足架理同

假如有四不等邊剛質面以一邊加於地平面求定於何點

如圖甲乙丙丁為剛質面質面之重收於重心心點地力仍不變甲心乙心當作二堅綫合重心與底面相連



作心壬垂綫若壬點在甲乙二點之間則心點必無環甲點而向乙點之勢亦無環乙點而向甲點之勢所以全體定若壬點在甲乙二點之外則重心必環繞乙點行於心癸弧綫而全體不能定矣試以垂綫上心午一段為體重之率分為心未午未二力心未為心癸弧之切綫切於心點午未與乙心平行直交於切綫心未分力令重心點動設乙點上有阻力則乙點為不變之點故重心必環繞乙點而行於心癸弧綫如此體必傾矣未午分力為乙點對面力所阻因乙點不變故若甲乙底及地平面俱甚光滑無面阻力則全體傾時乙點必向甲點而移重心必依垂綫下行以令體定於地平面

詳動 設質體底為面其理亦同心壬垂綫交地平面之壬點在底面界綫內體必定在界綫外體必傾也若質體載於諸點或諸小面以一綫經過諸點或諸小面即為界綫界綫內即體底

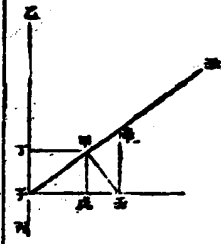
論剛體定於一點及一面之理

凡剛體定於一點及一面則載體之對力有二

如圖甲丙子為剛體定於甲點及子面壬甲為甲對力



心則并力綫必為壬心垂綫也而相定之理可推矣
假如有桿定於一點及垂面求其方向

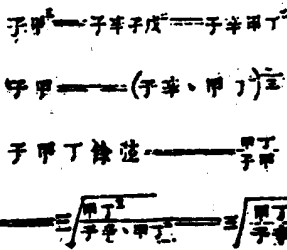


方向綫直交體面在甲點壬子為
子對力方向綫直交體面及于乙
面在子點準第三款并力綫必經
過二分力綫之交點亦必經過重

如圖子丑為桿定於甲點子端定
於乙丙垂面作子壬地平綫作甲
壬綫與子丑成直角辛為重心面
之對力方向在子壬綫上甲點對

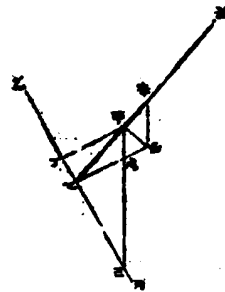
力方向在甲壬綫上此二綫交點必在經過重心之垂
綫上所以辛壬必為垂綫直交於子壬再作甲戊垂綫
成子壬辛子甲壬子戊甲三箇等勢三角形即有比例
及等數如左

- 一率 子戊 子戊 子戊方
- 二率 子甲 子甲 子甲方
- 三率 子甲 子壬 子甲
- 四率 子壬 子辛 子辛



惟子辛甲子已知故子甲可推 設甲丁大於子辛則
不可推

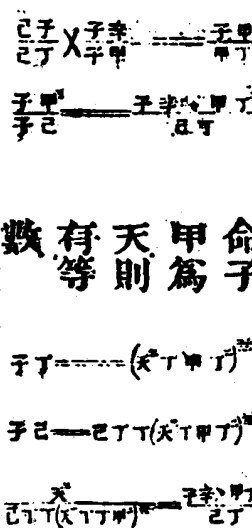
假如有桿定於一點及斜面求其方向



如圖子丑為桿定於甲點其子端
定於乙丙斜面辛為重心作子壬
綫與乙丙成直角作甲壬綫與子
丑成直角一綫交於壬點辛壬聯
之必為垂綫乃作甲戊己垂綫又
作甲丁綫直交於乙丙則有比例

及等數如左

- 一率 子己 子辛 子壬
- 二率 己丁 子壬 子甲
- 三率 戊子 子甲 子甲
- 四率 甲丁 子戊 甲丁

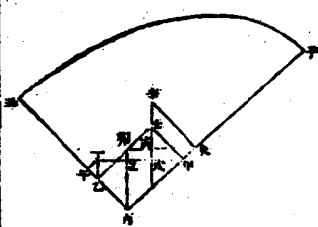


依此而天可推

論剛體定於兩點之理

凡剛體定於兩點兩點上對力方向各直交於體面兩方向綫交點必在重心垂綫上

假如有剛質垂面定於兩點求方向



如圖子丑丙為剛質垂面定於甲乙

兩點丙子丙丑兩邊成直角於丙求

定於何方向辛為重心作辛未綫直

交於丙子作甲丁未卯二綫平於地

平作辛戌卯丙丁乙三垂綫作甲壬

乙壬二綫直交於丙子丙丑即為甲

乙兩點抵力方向綫其交點壬必在過重心垂綫辛戌

上作丁午綫直交於丙丑因甲壬乙丙為直角四邊形

故有等數

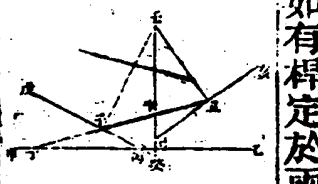
- 甲壬——乙丙
- 甲戌——丁乙
- 戌己——甲丁丁二己丁
- 乙丙——丙午丁乙午
- 甲丁、辛正弦丁乙丁、辛餘弦
- 己丁——乙丙、辛正弦
- 甲丁、辛正弦丁乙丁、辛餘弦、辛正弦
- 戊己——甲丁丁二己丁、辛正弦
- 丁二乙丁、辛正弦、辛餘弦
- 戊己——寅卯——卯未丁未寅——
- 丙未、辛餘弦丁未辛、辛正弦
- 甲丁丁二甲丁、辛正弦丁二乙丁、辛正弦、辛餘弦
- 丙未、辛餘弦丁未辛、辛正弦
- 甲丁、(乙)餘弦丁乙丁、(乙)正弦
- 丙未、辛餘弦丁未辛、辛正弦

求得辛角即所定方向也

論剛體定於二面之理

凡剛體定於兩箇面上二定點抵力方向綫必直交於二面且此二綫必自相交不然不能載體其交點必在重心垂綫上

假如有桿定於兩箇斜面求方向



如圖子丑為桿定於丙戌丙亥二斜

面上子丑二點作子壬丑壬二抵力

方向綫與丙戌丙亥成直角相交於

壬點辛為重心辛壬聯之必為垂綫

乃作甲乙地平綫經過二斜面交點

引長垂綫交地平綫於己交子丙面於癸子壬癸子癸

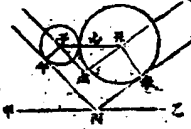
壬二角并之為直角引長丑子交地平於丁命子丁丙

為丁角子丙丁為午角丑丙乙為未角列諸等角於左

- 己丙癸——子壬癸
- 子壬癸——癸丙己——子丙甲
- 丑壬癸——丑丙乙
- 子丁丙——丁
- 子丙丁——午
- 丑丙乙——未
- 丙子癸——子丙丁丑丙丁——午丁
- 丙丑子——丑丙乙丁丑丙——未丁

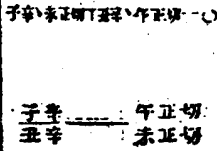
既明諸等角乃有等數如左

聯綫又作戊子戊丑二斜面平行於丙午丙未則二球

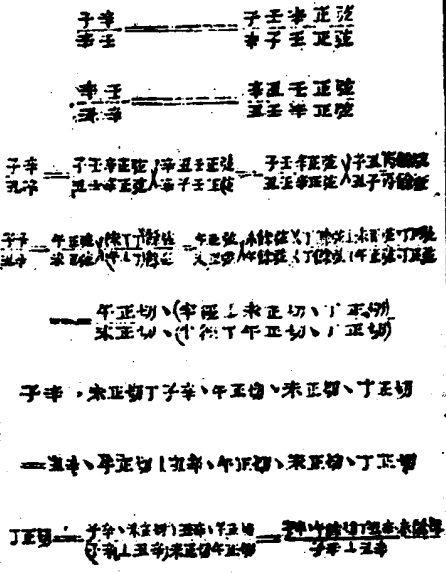


必經過子丑二球心乃作子丑二球心
丑未二對力方向綫直交二切球之面
面二球心相距恆等於二半徑和子午

假如有大小二球相切定於二斜面求方向



如法求得丁角即所定方向也 若子丑平於地平面則無丁角其等數如左

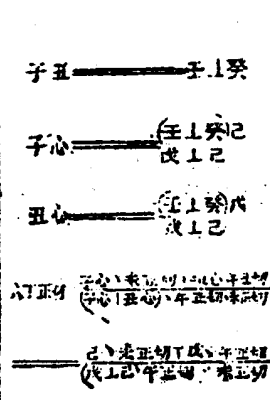


假如有小半球加於大半球之上求固定點

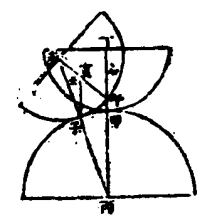
定能令體不搖即定矣定心定者名為固定不定心定者名為非固定

論質體微動後復歸原處之理

凡體已定微動之令離定處有時動後仍歸原定處定體之力令其歸原也有時動後不能歸原必離原定處而定於別方向是乃定心不定心定之別定心定者微動必歸原不定心定者微動即變其要惟一動後必搖搖畢始



全重為午子未丑二對力所載一如全重用子丑二點加於戊子戊丑二斜面亦如全重收於子丑樞為二斜面所載也故如前題推之命二半徑為壬癸二球重為戊己子丑綫交地平面角為丁角二體全重心為心用前題等數



如圖甲丙為大半球甲丁為小半球甲
為大小球頂點心為小半球重心丁丙
為垂綫小球定時兩頂點相切重心在
經過切點之垂綫上設小球動時切太

球於子點甲點行至午心點行至寅子午寅三點在一
箇垂面上乃作子壬垂綫交午寅綫於壬因體全重一
如收於重心寅點所以寅點若在壬午之間小球必仍
歸原定處若在壬午之外必離原定處矣故午寅即甲
小於壬壬必為固定子甲子午二弧綫相等因動時子
午各點遞切於子日各點故也所以有比例

- 一率 子未 甲丁 甲丙
- 二率 子午弧綫 甲子弧綫 甲子弧綫
- 三率 半徑 半徑 半徑
- 四率 子未午角度 子未午角度 甲丙子角度
- 一率 未壬 甲子弧綫若極
- 二率 壬子 微則諸角俱極
- 三率 未子壬正弦 甲丙子正弦 小正弦之比即
- 四率 壬未子正弦 子未午正弦 同於角之比
- 一率 未壬 壬壬和
- 二率 壬子 壬壬和

三率 甲丙子角 甲丙除甲子 甲丁 甲丁和

四率 子未午角 甲丁除甲子 甲丙 甲丙

右甲丙子角極小至於欲無之處有此比例 丙角當
無窮小處未壬加壬子等於未子亦等於甲丁又壬子
等於壬午 未午丙未壬子為等勢三角形故有比例

一率 甲丁 即未

二率 壬午

三率 甲丙加甲丁 即未

四率 甲丙 即子

所以壬午等於甲丙乘甲丁為實甲丙加甲丁為法若
甲心小於此數則體動後必歸原為定心定也故壬午
為固定率 設甲丙為無窮大則小球如加於地平面
若甲心小於甲丁為定心定也 設甲丁為無窮大則
如平面體加於半球上若甲心小於甲丙為定心定也
此二條論他體與球面相切 質體為半球則甲心為甲丁八分之

五故有固定率

設小半球加於大
半球之凹面則其
固定率如下

若合此諸式皆為定心定也 設二體俱非球綫而為

他曲綫定心定之理與二半球無異蓋一如本切點同
 曲度平圓二半徑之兩球相切也詳後

假如有楕圓圖體以小徑之端切於半球之凹面為定心
 定求其半徑若干

命球半徑為戊楕圓二半徑為午未準曲綫例小徑端
 之通徑等於未方為實午為法為曲度率凡有曲綫欲知其曲度等

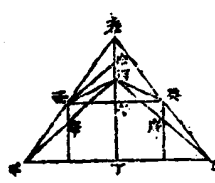
切於本球平圓之曲度若干 卽前等數中之甲丁重心
 在楕圓心所以甲心等於午有固定率如左

若此諸式皆為定心定也 設楕圓體加於半球之凹
 面則半徑必大於本切點之楕圓曲度率其固定率如

下 設未為午二分之一則有率詳後

論屋梁相定之理

第一款 設有三梁為等腰三角形底平於地平重加於
 頂角已知梁重及所加重求二底角之抵力



如圖甲乙丙為三梁所成等腰三角形
 甲乙平於地平重加於丙點求甲乙抵
 力命所加重為子辛為甲丙梁重心作
 辛壬垂綫丙壬為子重及乙丙梁重所

生力方向則甲壬必為甲力方向蓋三箇能力其令甲

丙梁定三方向必過於一點故也庚為乙丙梁重心作

庚癸垂綫則丙癸乙癸為丙力乙力方向甲丙乙丙既

等勢則壬癸必為地平綫引長甲壬乙癸必交於丙

丁垂綫之未點定甲丙梁之三力方向為未丙丙壬壬

未三方向之比同於三力之比所以丙點之重為壬丙

癸丙對面二力所載壬癸綫交未丙垂綫於午點則壬

丙癸丙之并力一如倍午丙垂力甲力之率為壬未分

為平垂二力平力為壬午則未丙為甲丙梁重之率倍

丙午為丙點所載子重之率壬午即癸為甲力或乙力

所分之平力乃平分甲丙於辛則辛壬為丙未之半設

將丙未平分於申則丙申等於辛壬作壬申平行於甲

丙有比例如左

一率 甲垂力

二率 甲平力

三率 午申加未申

四率 午壬

一率 甲平力

二率 甲丙重加子重

三率 午壬 午壬 甲丁

四率 丙未加倍丙午 丙未即倍丙申 倍丙丁
 甲乙為地平綫命丁甲丙為甲角則有比例及等數

一率 甲平力

二率 甲丙重加子重

三率 半徑

四率 甲角倍正切

設無甲乙梁則甲點平力必用他對力阻之設用甲乙

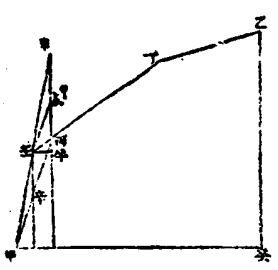
二點之架以定之亦可 設甲丙乙載厚薄停勻之屋

瓦理亦同而多重載於甲丙梁者當作增重甲丙梁丙

點之子重為直交於甲乙丙面之梁所生如前法推之

第二款 不論多少梁成諸邊形蓋面已知相載之重亦

知諸角所載之重求載重諸點之平力



如圖甲丙為諸梁中之一梁幸為

重心作辛壬垂綫甲丙二力必收

於垂綫上之一點即命為壬點丙

壬甲壬為二力方向引長甲壬與

過丙點之垂綫交於申因甲丙梁

為申丙丙壬壬申三力所定三力

方向綫之比同於三力之比則申丙為梁重之率壬申

為甲點對力之率丙壬為丙點對力之率申壬為申午

午壬之并力壬丙為壬午午丙之并力則壬午為甲點

平力之率壬午為丙點平力之率申午為甲點垂力之

率午丙為丙點垂力之率設丙申平分於未丙甲平分

於辛丙未等於壬辛故壬未平行於辛丙所以未壬午

角等於甲丙與地平所成角命為甲角命甲丙梁重為

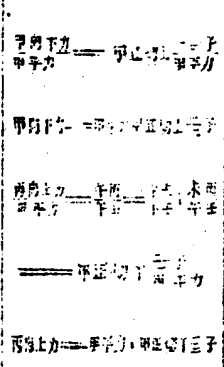
子有比例及等數如左

一率 甲垂力

二率 甲平力

三率 申午 午未加未申

四率 午壬 午壬



設命丙丁梁重為戊丙丁方向與地平所成之角為己

則有等數

餘角俱可依

此法推之

丙點向上方能抵丙點向下力及丙點重故有等數

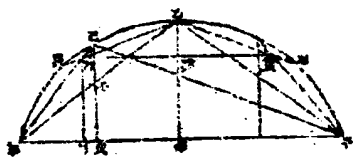
觀此等
數知各
角平力
皆同

設梁重為無則其等數如左

若只有梁重
其等數如下

求各梁方向

第三款 有四梁長短輕重各等上下梁左右兩端俱在一箇地平綫上與下地平綫成五不等邊形諸邊相定



如圖甲丙乙乙寅寅子為四梁丙寅二點甲子二點俱在一箇地平綫上甲子寅乙丙成五不等邊形置梁時必令乙丙與乙寅丙甲與寅子兩邊之勢相等不然不定設甲乙為甲丙丙乙二梁與地平所成之二角則有等數

因頂點無
重故頂點
抵力為○
所以有等
數

以此
等數
除前
等數
得

設已知甲子二底點亦知乙頂點則可求五不等邊之形狀作乙辛綫直交甲子於辛平分甲子為甲辛辛子次平分甲辛於戊作戊己綫直交甲辛遇甲乙弧於己己作乙庚直綫交甲己於丙點則甲丙丙乙為甲辛一邊二梁之方向子寅寅乙為子辛一邊三梁之方向試作子己綫又引長乙寅遇弧綫於卯則有弧綫等數

所以乙卯平行於子己而乙丙與角等於乙寅與角亦等於己子戊角故有等數

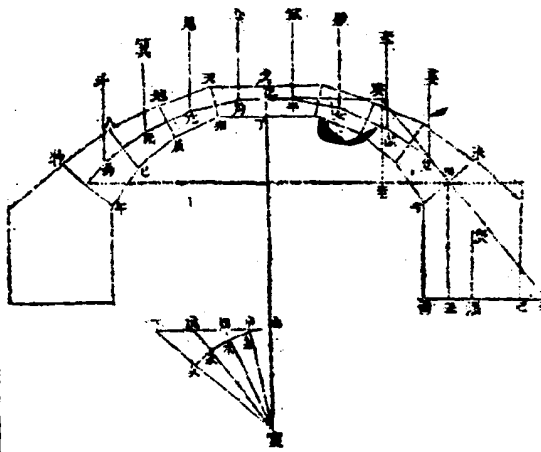
丙甲丁正切 = 戊
三己戊子
三己子戊正切
三己丙寅正切

子乙丁乙
甲乙丁乙庚
甲乙丁甲己
乙己

觀此等數而相定之理明矣。設諸梁不相定亦必有平力可作一丙寅地平梁着於丙寅二點以阻之若無阻力諸梁必動乙點若過高必動向下過卑必動向上而甲丙乙寅子五不等邊之形為不定心定矣。

論橋環相定之理

如圖用截口劈體諸石俗名橋相切或橋環如角亢氏房牛女虛危諸劈其旁面天卯地辰入巳等為相切面諸面皆直交於丁戌物午垂面劈上抵力即劈之重或上面加他能力設劈之旁面甚光滑每劈必有欲經過兩旁劈之勢此勢為劈上能力所生設面阻力不論且



諸劈不相抵則為大力所加之劈必向下而小力所加之劈為兩旁所擠必向上而上下分行橋必傾圮所以造橋環者必先令諸劈之大小形狀方向一一相抵而定則造成必堅固歷久不傾矣蓋令全體相

定之力即諸體相擠之力也。

第一款 凡造橋環各劈之重當用何比例以定各劈之行。

凡橋環上面恆有他重如土石之類今不論欲令全環劈行堅固必所加諸力能令各劈定各劈本重之外又有左右所切二劈抵力此二力俱直交於切面各劈切面抵力加於劈旁之全面一如加於面上之一點欲求此點所在兩箇相連切面之抵力方向縱其交點必在所夾劈之重心垂綫上如亢劈有三力令之定其一為本劈重其二其三為兩箇切面抵力三力加於劈體一如三力加於一點所以有三角形三邊直交於三力方向三力之比同於三邊之比試作寅申綫平行於卯天或卯在引長卯則寅申必直交於卯天抵力之方向又天線至辰寅申則寅申必直交於卯天抵力之方向又作寅酉綫平行於地辰亦直交於地辰抵力之方向作申亥地平綫直交於地心力之方向此三綫所成寅申酉三角形之三邊與三力同比例。

一率 亢劈重 設作寅戌綫平行於人巳交地
二率 地辰抵力 平綫於戌成寅酉戌三角形其
三率 申酉 三邊之比同于氏劈三力之比
四率 寅酉 餘仿此。

一率 地辰抵力	地辰切面上之二抵力加於亢
二率 氏劈重	氏二劈為劈抵力及對力所生
三率 寅酉	此二力必相等以前二比例率
四率 酉戌	相乘得比例如左
一率 亢劈重	作寅亥綫 一率 氏劈重
二率 氏劈重	平行於物 二率 房劈重
三率 申酉	午則又有 三率 酉戌
四率 酉戌	比例 四率 戌亥

故任作一地平綫又自寅點作寅申酉諸綫平行於諸切面交於地平綫截為各段則各劈重之比必同於地平綫土申申酉各截段之比作土寅垂綫直交於地平當作半徑則土申土酉土戌土亥為天卯地辰人已物午諸綫與垂綫成角之正切即有各例下諸條詳之

劈行既相定則各劈重之比若各切面與垂綫所成角正切各較之比 設切面抵力分為平垂二力如地辰之抵力直交於寅酉且分力直交於寅土土酉則三力之比同於三綫之比故平力之率為寅土各切面俱同若以丁戌之平力命為軫則各切面之平力皆為軫各切面抵力之比如寅申寅酉諸綫之比即如切面與垂綫所成角正割之比設所成角命為翼角則平力

軫乘翼角正割得本切面之抵力 角亢氏房各劈重之比如土申申酉酉戌戌亥各截段之比則土亥必為丁戌物午二切面中間全重之率任取二切面俱仿此然則橋心切面與各切面中間全重之比如各切面與垂綫所成角正切之比設所成角為翼則軫乘翼正切得二切面中間全重 設切面為地平則中間全重為無窮大不然不相定 此上諸條若論面阻力則大異

第二款 求橋塊地平抵力

如前圖午未切面上抵力加於全面一如加於面上之一點如甲抵力方向甲癸丁戊橋心切面上抵力一如地平力加於一點如乙抵力方向乙癸二方向交於癸作癸辛垂綫必經過半環之重心則半環之重一如懸於癸辛綫而甲癸乙癸二綫上之力率之試作甲辛地平綫則癸辛甲癸辛甲三綫之比同於三力之比甲癸為甲點抵力率癸辛為半環重率即為甲點垂力率辛甲為乙點抵力率即為甲點平力率

一率 甲平力
二率 甲垂力
三率 辛甲
四率 癸辛

重 學 卷一、 八

若半環為甲癸方向綫上能力所定不論面阻力有無
理俱同 設午未切面甚光滑與地平綫成角命為星
角甲抵力必直交於午未則有等數

假如切面抵力推橋塊令倒求推力

如前圖甲己為橋塊倒時全體必環繞已點推之令倒
者為甲點抵力此抵力試令加於甲子綫上之子點以
甲子為全力之率分為二力甲丑為垂力即甲重丑子
為平力因平力不能令塊倒故倒塊之力為甲重直加
於子阻此力者為塊重塊重一如收於重心庚點即命
為庚庚為塊重垂綫則有定塊之率

己子等於丑子少丑己試作甲辛地平綫交於
癸辛垂綫則有比例及等數

- 一率 丑子
- 二率 甲丑
- 三率 甲辛
- 四率 癸辛

有此等數則午未與地平所成角可不論然仍慮塊或

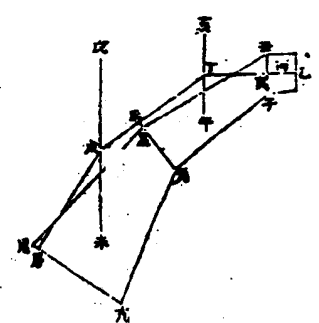
自行於丑子綫若無此患則能力如等數已足
設切面抵力不作加於全面論只作并力以原方向加
於一點論則諸并力方向所成諸邊形之綫為抵力綫
如前圖乙角角亢亢氏氏房諸綫為各切面抵力綫乙
角亢氏房曲綫為抵力全綫

第三款 任知抵力全綫之一點即可知全綫

如前圖設角為已知點作角亢綫直交於天卯交卯地
劈重心垂綫尾亢於亢即知亢點作亢氏綫直交於地
辰交辰人劈重心垂綫箕氏於氏即知氏點仿此再作
氏房諸綫即成抵力全綫試以卯地劈論之令此劈不
動有三力三方向綫交於一點其一其二為直交劈考
二切面之抵力其三為劈重方向在尾亢綫上觀此而
理自明

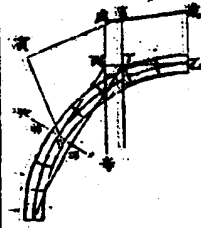
第四款 抵力綫不可出劈行之外

如圖丙丁為抵力全綫之一段交
子星劈重心垂綫亥午於丁直交
角星切面之丁氏綫出劈行之外
即抵力綫丙丁戊出劈行之外角
星切面抵力必加於戊丁綫以定
子星劈究之多力皆為相推之力



第七款 設劈或極短則抵力綫幾與下面綫同

加於每劈之各力方向綫必經過每劈所以全環抵力
綫必交各劈之諸力綫必不出劈行之外因劈短幾同
於下面綫若各劈不能下墜而出行理亦同然此惟劈
行能阻抵力劈行之外諸壓下之物不能阻抵力因上
面諸物不能相膠固合為一體故也



如圖有諸重加於全環之一段如乙
子諸重為乙子二力所抵定乙丙子
丙為二力方向綫必交於丙點丙點
在所加全重重心戊辛垂綫上設環
上全重抵力皆為垂力則戊辛為全重抵力綫故即為
乙戊寅子之重心綫設重為方石或磚必無大差

第八款 有定環綫之橋環設環之上面加重木大必令
旁劈之切面迸開

如前圖乙子為劈行曲綫曲綫二正切乙丙子丙交於
乙子上面全重方向戊辛上之丙點兩邊輕重等戊辛
為諸重收於一點之抵力綫即為乙戊寅子全重抵力
綫設於乙點上加大壓力則全重抵力綫必近乙點如
戊辛移至亥丁乃作丁卯綫直交於子切面子切面抵
力必加於卯丁綫以抵定上面全重則抵力綫卯點出

劈行之下切面必開于點必上出矣 設環旁邊加重
太大環心加重太小則卯點出劈行之上子點必下出
而切面亦開矣

第九款 如環上所加諸重有膠固力合為一體則抵力
綫雖不在劈行中亦無害

如前圖抵力綫直交丑子於卯若欲環定必有推力加
於卯丁綫上此推力非劈阻力所能生必丁卯綫上另
生之阻力命為未力用膠固力對未力命為申力令申
力乘子丑等於未力乘子卯如此則卯丁綫上當有之
推力已足矣故環亦定 如各劈俱短欲不用膠固力
以定劈行必當用定環綫式雖各劈無下墜出行之勢
亦當用此式 劈行一如可彎之環欲不變動必令所
加諸力各各相定不然切面必有丙外開口之患矣
上面所加諸重若有膠固力合為一體則劈行雖不合
定環綫式亦不至遽壞也 設用面阻力則切面不必
直交於抵力綫觀下卷自明 而阻力亦可當作膠固
力以定全重

第十款 劈行相定在可知之限丙為固定

設劈長漸減至於無且全重無膠固力則相定為非固
定任在一點加減微重環必壞因抵力全綫所經過處

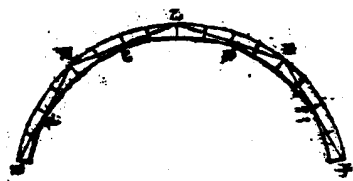
第一
第二

十

無阻抵力故也有二要務一劈不宜太短須令抵力微變時抵力纔不出劈行之外一設抵力全纔出劈行之外所加全重膠固之力并劈互抵力或能生推力於抵力纔上以抵定全重故全環相定之理由於切面邊上抵力及全重膠固能力也設此二力微變抵力纔亦變則各切面抵力所加點近於劈行上下二綫若全重膠固能力及劈行互相抵力加大各劈質體不能當互抵力大則必斷膠固力大則必壓碎質體而壞矣

第十一款 論橋斷之理

環頂加重太大環必折為數段各段之內有數劈一直後質之故可作石梁或條石所成諸邊形論如圖甲子全環分為甲丙乙乙丑丑子四段有甲丙乙乙丑丑子四直綫不出劈行上下綫可用前款



屋梁之理論之若有大重加於乙點則環之甲丙乙乙丑子五點必有欲開之勢五點上阻力不能阻之蓋兩旁所加土石之類無膠固力故抵力能加於各角者只有恰當各角上面之重所以環必折折時乙點必向下丙丑二點必向上屢試皆然凡環折切

面開處恰在頂在塊在頂塊之中其五處也戊己卯寅四處將折半月前必見有大石層墜下此必甲丙乙乙丑丑子四抵力纔經過此四點四點為最近下邊之處大力加之不能當故也
用諸小劈作小橋環加大力於頂試之環必先折於丙遠離戊己二點墜石層之處

重學卷六終

英國艾約瑟口譯
海爾李善蘭筆述

論面阻力

凡重物行於質面上有阻滯力為面所生命為面阻力可測驗知之卷中所論者重力相定時面阻力若干其理若何質面有光糙之別若純光不必論面阻力

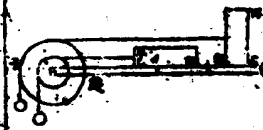
面阻力有二其方向一與抵力對面一在切綫上純光面只有抵力對面之阻力糙面則有二阻力切綫上之阻力又名磨力

第一款 設有質體切於純光面生阻力其方向必直交於面

面為純光則質體行於本面無磨力故所生阻力方向必直交於面因質體任用何方向行於面上阻力方向與諸方向相交必成同角故也 設面非純光則質體行時原阻力之外必另生磨力以面之切綫為方向與體行方向相對用此力成相定之理與他力無異欲知質體之面阻力體在面上恰能令體動之力即為面阻力之率而體動時必行於此力之方向 設重在地平面上有子力引之若面非純光子力微小於面阻力重即不動再加力於子令子力微大於面阻力重即動所

以必有一力在大小兩子力中間恰等於面阻力為面阻力之率 面阻力大小一由於本面質性一由於重體質性一由於面之光糙一由於體之輕重 重體任何形狀切面任何大小面阻力無大異上論條之理俱測驗而得

第二款 質重若同雖切面改變面阻力恆同

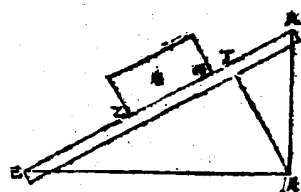


如圖甲丙為長方體先以長面乙丙切於戊己平面測驗得若干平力能令甲丙體動次以短面甲乙切於平面引之令動所用之平力與前同切面雖不同而抵力即體同故也所以面阻力與抵力恆有比例然抵力太大大面阻力必微小於比例當得之數

各質體面阻力不等如丙乙與戊己以平面相切命抵力為午面阻力為未乘午兩面俱磨令極光測得各面阻力定率如左

面質俱	面質俱	面質	面質
木紋亦	木紋橫	木	面質
平行	直交	金	俱金

第三款 測面阻力大小
以油拭面能減小面阻力用新猪油可減至半



如圖戊己為活面先依地平置之以心重切於丙乙乃徐徐舉起戊邊令戊己庚角漸大至所加之重動而斜下恰當將動未動之候測其角度幾何即知面阻力大小蓋恰當將動未動之候是面阻力以斜面為方向恰能令重定之時乃作丁庚綫直交於戊己心重在斜面

上有三方定之一本重一斜面對力一面阻力即磨三力

力方向直交於庚己丁丁庚三綫故三方之比同於

三綫之比

一率 己庚 丁己

二率 丁庚 丁庚

三率 心重 抵力

四率 阻力 阻力

作庚戊垂綫又有比例及等數如左

一率 庚己 庚己

二率 戊庚 戊庚

三率 抵力 午

四率 阻力 未

庚己
庚己

己比切
未

設面阻力與抵力有恆比例則任加多少重斜下之角

總同欲知其有恆比例與否當測重變時角變否若重

愈大斜下之角愈小則必因抵力較大而面阻力較小

之故當觀海船將下水加於小角斜面小重不下而大

重必下因明面阻力與抵力比例重較大時微變也

面阻力與他力異體無動勢此力不生動勢愈大此力

愈生如前圖戊己為地平面時面阻力不生己角愈大

面阻力愈多面阻力自無至漸多恆有阻重之能至斜

下時乃阻力已滿定率不能更增以相阻耳 凡質體

在面上有動勢欲行於某方向對面即生面阻力

因有此面阻力故質體或不合相定之理亦能相定然

微不合相定之理一邊少若干能力即生若干面阻力

以代之故仍相定若大不合相定之理所生面阻力已

滿定率不能更增則不能相定矣即如造橋環已疊成

劈行本當用某能力以免斜落之患因有面阻力故不

用他力亦永不斜落也

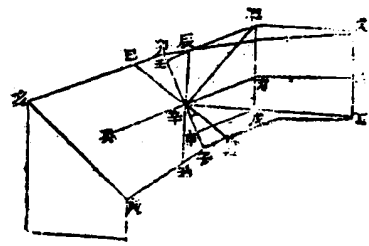
第四款 二平面相切用面阻力相定若無面阻力求交

面當用何方向

如圖亥子子戊二質體子卯為切面丙癸為兩重心作

丙癸抵力綫直交於切面辛點辛點為生阻力處乃自

辛作辛酉辛戌二綫交重心丙垂綫於酉於戌成丙辛



西丙辛戌二角令有比例見下作酉壬
 綫與丙辛平行直交切面于卯於壬
 壬辛為面阻力率酉壬為抵力率設
 子卯切面上面阻力滿定率時相定
 之能力分為壬辛酉壬二力則辛酉
 為相定能力大小方向之率又作戌
 申綫與丙辛平行直交于卯於申申
 辛為面阻力率申戌為抵力率設子
 卯切面上面阻力滿定率時相定力
 力則辛戌為相定能力大小方向之率

一率 抵力酉壬 抵力申戌
 二率 阻力壬辛 阻力申辛
 三率 半徑 半徑
 四率 丙辛酉角正切 丙辛戌角正切

凡兩體不合相定之理用面阻力以令之定面阻力所
 準之力原抵力為一所準之力必在辛酉辛戌二綫之
 間二綫為上下界綫作寅巳綫直交於辛酉設寅巳為
 二體相切面若無面阻力必以辛酉為抵力即面阻力
 所準之力作丑辰直交於辛戌設丑辰為二體相切面
 若無面阻力必以辛戌為抵力即面阻力所準之力丑

辰寅巳中間可任取何方向為切面若有面阻力所任
 取切面能令二體定若無面阻力子卯切面方能令二
 體定

第五款 橋環用面阻力相定若無面阻力求相定之理
 第一要務 橋環堅固全憑面阻力定之若不用面阻
 力則各鈔重之比必令同於各切面與垂綫所成角正
 切各較之比

第二要務 全環抵力綫不可出劈行之外
 以第一要務論之如前圖子卯切面不論何方向若在
 二界角之中則恆相定于辛丑子辛寅為二界角與丙
 辛酉丙辛戌二角等若面阻力與抵力比同於界角正
 切與半徑比則環必堅固凡橋環無面阻力全環抵力
 綫所成諸邊形各角在各抵力綫交點各邊必直交各
 切面若有面阻力則諸邊可不直交切面而與直交之
 綫成角但不大於丙辛酉或丙辛戌二界角若已知各
 切面直交點可於各點作抵力綫如辛酉與直交綫辛
 丙成界角交重心垂綫於酉各酉點聯為一綫為全環
 抵力界綫再於各點又一邊作抵力綫如辛戌與直交
 綫辛丙成界角交重心垂綫於戌各戌點聯為一綫亦
 為全環抵力界綫此二綫中若有一綫不出劈行之外

全環即堅固又若二綫中間一綫在劈行內全環亦定

設已知劈行形狀且行不甚廣有面阻力切面交劈

行曲綫可任用何角但切面不可出界角之外若無面

阻力則必直交於曲綫 設已知各劈垂力且無面阻

力若知一箇切面抵力即可知他切面抵力如上卷橋

環總論圖已知土申酉戌戌亥各劈重之率設知

土寅則知寅點所在亦可知申寅酉寅戌寅亥寅諸綫

以諸綫皆平行於諸切面故也已知諸切面方向綫即

可推得全環抵力必不出界行之外若有面阻力每切

面方向可少變但不出界角外環仍定也 欲知界角

以正切為面阻力率之角是也 以抵力為一則面 第

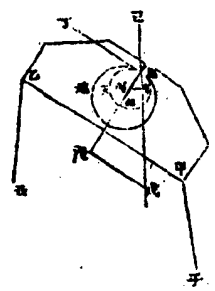
二要務可不論蓋面阻力但於諸重微加膠固力與抵

力無涉

論圓柱以陰陽面相切面阻力

小圓柱以陽面旋轉於大圓柱之陰面其相切處必生面

阻力此面阻力以抵力為率



如圖天地為二平圓周丙卯為二

圓心二圓周相切於星點設此二

圓周為二圓柱之周面則二圓柱

相切處必成一直綫地柱旋轉時

必生面阻力面阻力之比同於抵力之比故有等數

惟面阻力定率與

前不同測而知之

木俱面二
水一三午
火一四酉
土一五子

桿定點輪滑車輪一切輪軸面阻力俱準此

第一款 求面阻力在何角界內能令桿定

如前圖甲乙為木桿桿之中有地星圓柱之陰面切於

天星圓柱之陽面以令桿旋轉陽圓周必微小於陰圓

周面阻力生於相切之星點方向在二圓公共切綫星

丁上設有子丑二力加於桿上令桿動於甲子方向面

阻力即生於星丁子丑必有并力設方向為己戊己戊

上之并力與星丁上之面阻力令桿定於天星面之星

點故此二力之并力庚星必經過星點則己戊亦必經

過星點又庚星必直交於天星曲面則必經過圓心丙

點作戊庚直交於星庚則有比例

一率 星戊 星戊

二率 戊庚 星庚

三率 子丑并力 子丑并力

四率 面阻力 抵力

故當面阻力滿率時有等數如左

83-91/173

命星庚為寅設
子丑之并力為
卯則有等數

作丙辛綫直交於己戊則有比例及等數

一率 丙辛

二率 丙星

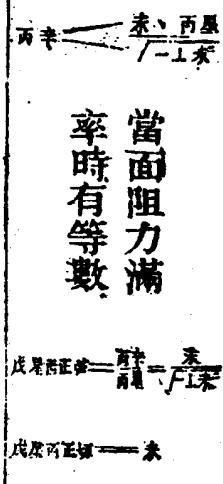
三率 戊庚

四率 戊星

此為體相定當面阻
力滿率時之要理

設子丑并力方向經過丙點雖無面阻力桿仍定 自
圓心丙點作丙辛綫直交子丑并力方向己戊則有相
定之率

當面阻力滿
率時有等數



重學卷七終

重學卷七終

三三

三

通

三

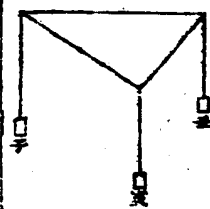
03-44-91/45

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

論質體動之理

一動重學之理以能力加質體令生動為主前卷所論助力器上諸力相加微不合相定之理即生動是也



如圖子丑寅三力比例不合相定之理即不定於定點而生動其動法如何視體之大小而異本卷所論者測驗體動之理而以算術推之

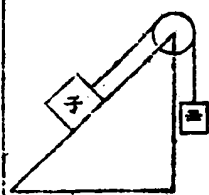
一令體動之抵力與令體定之抵力無異



如圖甲乙等重懸於滑車相抵而定必生相等對力於甲戊乙聯綫上故不動甲重一邊加子

重則乙上甲下而索力之加於甲乙者必等且方向必對面子加甲有二能力一索力為向上力一子甲重和為向下力二力之較令之下行乙亦有二能力一索力為向上力一乙重為向下力二力之較令之上行如是二重之動皆生於能力之方向
設有一重其動勢不得已而行於斜交能力方向之綫

當以分力并力推其生動之抵力



如圖子丑二重之聯綫經過滑車動時子行於斜面則抵力必斜加當先推子重之分力而後可求生動之抵力欲推生動之能當先知動理有三例詳見後

一動必論時刻而必以最小之時分度之凡推算或以日或以時惟重學恆以一秒為時率適用故也

一動必有遲速今統命為速如有二體動所用之時等所過之路不等即謂一速較大一速較小或所過之路等所用之時不等亦謂一速較大一速較小

設有體動用相等若干時過相等若干路則為平速動即以一秒中所過路為速率若非平速動則其速率以時率中當過之路為準

第一款 凡平速動任若干時其所過路必等於速乘時

命一秒中所過路為癸即速惟動係平速故二秒中所

過路為二癸三秒中所過路為三癸命所用若干秒為

實則實秒中所過路為實乘癸故有等數

若所用之時為奇零分或秒

下帶奇零分則以通分入之

假如有船一時平行六十里求速率若干 等數如左

如動及動勢之根源為能力能力在重學中可作抵力
論凡抵力與對力必等有抵力在一點必另生相等對
力於本點以阻之然非測驗不能明也

物動速及方向皆以所加之力為準此理分為三例

動理第一例 凡動無他力加之則方向必直遲速必平

無他力加之則無變方向及變遲速之根源故也

或曰時刻即足以變遲速歷時既久速者必遲曰古人

初亦思歷時幾何必漸遲以至於不動因見諸動物恆

如此故也後細思之知其不然歷時幾何必漸遲者其

故由於有阻滯或他力加之或面阻力阻之但他力阻

力必加在所歷時中故人誤以所歷時為漸遲之根如

將小球走於平面為面阻力并風氣所阻滯故令漸遲

而停又如將擺搖動空中不以法令之長動亦必漸遲

而停因風氣阻滯故也又令輪轉於軸必漸遲而停因

軸上面阻力并風氣阻滯故也如此阻滯物動之力皆

為可知然則漸遲而停非因時刻之故明矣試將二物

一輕者為羽毛一重者為銀在風氣中下墜則一遲一

速在無風氣空中下墜用法取盡則其速同無少參差

也又試將球走於平面上良久不停因冰甚滑面阻

力少也又試將擺動於無風氣空中良久不停然亦必

漸遲而停者因界上有面阻力也所以遲速不關於時
刻若物動無他力阻滯則永不停亦不變也

前條之理既明乃可言變動之理若物行於曲綫或雖

行於直綫而遲速不平必有他能力加之令物離直綫

角度或令速變由於他能力方向及大小所謂他能力

方向者即他能力令靜物動所行之直綫是也此力若

加於動體則兩動必并而為一設與本動方向同則不

變方向但加減本速設與本動方向異必令動體變方

向而行於曲綫曲綫向內處近於他能力向前之路其

力大小以發生之數為率此發生數即速也故以同時

內生速之大小為能力之率

論漸加力

所知時中以所生速為率之力即漸加力也若漸加力依

動物方向加於動物令生速依時平加名曰平漸加力

設有抵力恆加於動物或動物恆為他物牽引所加之

速必愈久愈大如一石下墜歷一秒一石下墜歷二秒

二秒之石必速於一秒之石因地球攝力歷時愈長則

生速愈大也又如輪加於軸以手轉之歷時愈久輪行

愈速設手不復加力則輪必依止手之速自轉設再

加力力與動之方向同則更加速由此觀之凡力加於

靜物則生動加於動物則增速故力恆加於動物歷若干時必另生若干速末後之速為諸速之總設所加之速依時平加則其力謂之平漸加力 地心力平漸加力也意大里亞伽離略用斜面測之阿德符突另造器測之無不合者 凡平漸加力之率為所知時中或加或減之速假如測物向地心下墜每一秒必加速二十七尺六寸此數為地心力之率設別有平漸加力每一秒加速一尺此數為別力之率則別力與地心力之比同於一〇與二七六之比

第三款 平漸加力若干秒中所生之速等於力率乘秒設甲為漸加力率則甲即為一秒中所生之速因其力為平漸加故二秒之末速為倍甲三秒之末速為三甲命若干秒為寅則寅秒末之全速為寅乘甲 若以一秒分為若干分而以一分中所加之速為漸加力率得數亦同

力率 速時
力率 速時

故速為實時為法得數為平漸加力定率假如四秒中生速八尺以八為實四為法得二為漸加力率因地心力一秒中生速二十七尺六寸故二七六為地心漸加

力率

欲知物動至某點時平漸加力若干當從某點起以某點後所生之速為實生速之時為法除得限數為力率 設漸加力不平則除得之率為所用時中共變之數如前所言路為實時為法除得數亦為共變之數推之速實時法有限數一如前之路實時法有限數前之限數為速之率今之限數為漸加力加在某點之率先求得速實時法之數次從某點起再求全時漸減之數必漸近於某點漸加力之率至無窮小處之限數必恰為初點漸加力之率矣 設所加之力與原動方向對面令原速漸減者漸減力理亦同

第四款 凡物動能力恆平故時率中當生之速為能力之率

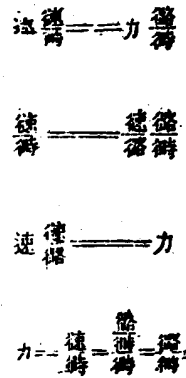
設能力為漸加力則從某點起若干時中所加之速有幾分生於某點之能力有幾分生於某點後所加之能力今不論某點後所加之速但論某點生速之理則所推能力之率當以某點後為恆加故時率中所生之速為能力之率

以微分術言之方等於速之微分為實時之微分為法蓋速微分為實時微分為法所得數乃諸速微分為實

83 冊 9/15

諸時微分爲法之限數故等於力也

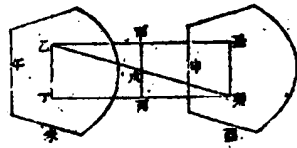
前款中有路微分爲實時微分爲法等於速之式以兩等數相乘如左



第五款 若有二速相合以平行四邊形之二邊爲分速

大小方向率則對角綫必爲并速大小方向率

如圖午未爲平面船板以平速行於乙丑方向自午未



至申酉有物在此面上以平速行於乙丁方向與乙點同時動乙點至丑時物恰至丁乃補成乙丁卯丑平行四邊形又作乙卯對角綫則物必以二速之并行於乙卯方向蓋乙點至丑時乙丁綫行至丑卯所以物本行至丁而行至卯也任取中間之時如乙點行至甲時乙丁綫行至甲丙物行至戊則有

比例

一率 甲戊

二率 甲丙

重

學 卷八

三率 乙甲時刻 乙甲

四率 乙丑時刻 乙丑

三率爲乙甲四率爲乙丑者因二分速皆爲平速故也惟爲平速則乙戊卯爲直綫故又有比例

一率 乙戊

二率 乙卯

三率 乙甲 乙甲時刻

四率 乙丑 乙丑時刻

所以物自乙至卯爲平速動凡如此動者恆有二速一

平面速 乙一物本速 乙

動理第二例 有力加於動物上動物必生新方向及新

速新方向即力方向新速與力之大小率比例恆同

凡有他力加於動物則他力所生之動必合於物之原

動而合所生二動并行於平行二本方向之方向綫上

如圖物在甲點第一秒中以平速自甲

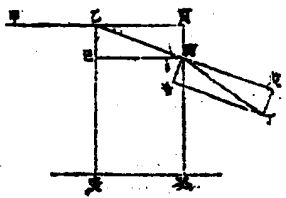
至乙依第一例第二秒中當自乙至寅

乙寅與甲乙等速必且甲乙寅爲直

綫方向必若至乙時有他平力加之以

乙己爲方向其力大小一秒中能令靜

物自乙至己則第二秒中物必自乙至



一一一

丙令乙己與寅丙等亦平行乙寅與己丙等亦平行設
 能力不加第三秒中當自丙至戊丙戊與乙丙等且乙
 丙戊爲直綫設又有他平力加之以丙辛爲方向其力
 大小一秒中能令靜物自丙至辛則第三秒中物必自
 丙至丁令丙辛與戊丁等且平行丙戊與辛丁等且平
 行設逐秒遞加平力俱可類推 設在一秒中所加力
 非恆同大小方向改變則任取小於秒能力未變之時
 分爲準 設能力逐時變無不變之時分則須用限數
 法推乙己乙寅等之限數 如前款圖動物行於乙丑
 綫上有乙丑速設在乙點時別加乙丁速則物以乙卯
 爲速且方向必自乙至卯若自午未動面言之仍以乙
 丁爲動率然則物動於動面上一如生速於靜面上故
 水手在動面木工在靜面其用力無異也又如將球走
 於船上平面或向船頭或向船尾或向兩旁若力等路
 亦等也又如物動於陸地無論東西南北能力與方向
 之率並同不因地球動而異也故地動與能力方向無
 涉能力方向與地動亦無涉所以鐘擺東西動與南北
 動無二也又如前款圖午未船行於午申綫上有球置
 於船板乙點設船板行而令乙丁移至丑卯船在午未
 時球在乙點受擊而行於乙丁綫則乙點至丑時球必

在丑卯綫上然球始終行於乙丁方向未嘗變也故球
 同時有二動有乙丁動有乙丑動各生於本方向而兩
 不相涉然則球無他速當行至丑行至卯者爲他力所
 激也故乙卯之動爲乙丑卯二動之并又如本圖乙
 庚爲船桅一秒中行至寅癸在乙庚時有物自乙下墜
 一秒中當至己乃在寅癸測之則一秒中自寅至丙寅
 丙與乙己等蓋物在乙點時以乙寅爲本速因加他力
 當行至己合乙寅乙己二速而成乙丙并速必令乙己
 丙寅爲平行四邊形此可見同時二動之理二速并爲
 一速而各不相亂也不然地有東西動使地面之物南
 北動將不南北而東西矣無是理也且地球不獨自轉
 又有繞日之行諸行星皆繞日又隨日繞昴宿大星更
 增一動法而不相亂理與此同

論質與動相涉之理

欲知質與動有何相涉當先明重速積及動力率質與速
 相乘爲重速積所歷時中正加抵力所生重速積爲動力
 率加力之方向經過
 重心謂之正加

動理第三例 凡抵力正加生動動力與抵力比例恆同
 此抵力對力相等之理也

如所動之物爲定數則抵力愈大所生之速亦愈大抵

834 9/1/24

力愈小所生之速亦愈小如抵力為定數則所動之物愈大所生之速愈小所動之物愈小所生之速愈大皆試而知之 凡物生抵力加於他物必受他物所生對面抵力等於本抵力蓋對力與原力必相等也設丙丁二物丙加速於丁丁減速於丙二力必等如丙在平几上丁以繩聯丙懸於几邊丁欲與丙同下則丁加速於丙丙減速於丁加減二力與索力等設几無面阻力所歷時中重速積所加所減等則丙丁之重速積所加所減亦等假如丙重三斤丁重一斤一秒所生之速為八尺惟丁重懸空索力引下本當三十二尺強尺則有等數

百加重速積——三斤八尺
丁減重速積——一斤(十二尺十八尺)
三斤八尺——一斤(十二尺十八尺)

設丁丙俱重三斤速十六尺以重速積相加減有等數
三斤十八尺——三斤(十二尺十八尺)

然則丁動力重增三倍速增二倍蓋丁重半用於本體半用於丁丙間因重速積所加所減在同時刻中故加速於丙之動力等於減速於丁之動力也惟抵力加速

重

於丙減速於丁為原力之對力故抵力若同動力亦同凡兩相等抵力同時加於兩相等之物能令以同速動故兩物一如并為一物兩力一如并為一力即二抵力能生一倍重速積任抵力幾倍皆同設抵力有漸加定率則所歷時中所加之重速積大數恆準此率動力亦然故動力抵力之比例恆同 因所加重速積恆等於所減重速積即謂本力等於對力亦可所以生動時原力與生力相等且對面



此與動理第三例說異而理同
如圖甲乙二重懸於滑車戊生動之力乙大於甲可借為測速之器此器減速時理反不變便於測速之多少也

第六款 凡漸加力與抵力恆成正比例與體質恆成反比例

因漸加力於所歷時中所生之速比例恆同故也

假如有甲重在空中為地心力所引求動力 一秒中地心力所生之速為地心速率設命為子則子為加於動體之漸加力凡漸加力與重相乘為動力故甲乘子為動力

假如有甲乙兩等體加於滑車兩邊為丙力所引求漸加力若干 物下於空中地心漸加力命為子則生動之

力為物之重所引動者本物之質體今丙生動於甲乙
 惟丙為生動之抵力甲乙二重相對即相消也所引動
 者為甲乙丙三體全質動時遲速相同所以三體一如
 合為一體所動之合質為丙加二甲即有比例

一率 丙重為實丙加二甲為法乘漸加力即乘

二率 丙重空中向下漸加力即

三率 生動抵力為實所動合質為法丙為實丙加

四率 丙重空中抵力為實丙全質為法丙為實

故所求漸加力等於丙子相乘為實丙加二甲為法

假如有堊球重一兩銃中發出一秒中行一千尺經過銃

管之時為十分秒之一求動力若干 能力加於球歷

時十分秒之一生速一千尺設能力為平加力則一秒

中生速為一萬尺即有比例及等數

一率 地心引力二十七尺六寸

二率 能力生速一萬尺

三率 球重一兩

四率 動力三百六十二兩三錢

靜重學中但論體質動重學中兼論地心引力

論物有不肯動之性

凡質體有不肯動之性以其能阻生動之方者為率如前

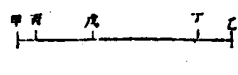
圖丙乘子為生動力以動甲則漸加力乃丙乘子為實甲
 為法所歷時中所生之速與此數恆有比例故甲愈大所
 生之速愈小甲愈小所生之速愈大則甲可作不肯動之
 性率此本謂物性之一今

論擊力

抵力之外有擊力亦可以動理第三例明之何謂擊力乃
 一霎時中之抵力不論何物相擊時必變形狀或可見或
 不可見有凸力即凡物為他物所擊變速之時即變形狀
 之時但其時極微而不可見如以象球象牙擊象球一遇
 即分一霎時中受擊之球增有限速又設二球或鉛或瓦
 擊後不分無凸力故也凡相擊所生變速在一霎時中若
 非極微而可見必知所生之動以漸而生每球動時亦必
 知以速漸加而漸生動此漸加力漸加速故雖震動之時
 甚小然非無限小也 凡二球相擊時兩小凸面必變為
 平動球以抵力生動於靜球靜球生運動球反減速相擊
 後二球若俱無凸力即相隨同行若有凸力則分行而異
 速何謂凸力兩小凸面平而復凸其復凸有方名為凸力
 凸力能另生速其速倍倍二球相擊時其速倍倍若平而
 復凸之理可試而知也
 凸則人人知之本卷有凸力之圖球之圖此球擊時

邊必染於彼球驗之不作微點而作可量度之小圓面以
見其平而復凸也相擊之力愈大小圓面亦愈大兩系
胖或綑球滿貯氣擊時平凸之形易見所歷之時亦為
易則然則凡有凸力之球擊時亦必平而復凸其歷時亦
可推因相擊之勢無異也

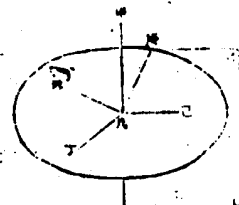
廣動理第三例明之凡抵力與所生之動力恆有比例
相擊之理亦然蓋相擊為極微時之抵力自無漸大以
至於有可測復自有可測漸小以至於無設二球相擊
方向在一綫上能生速則於對面方向亦必減速惟二
球面上所生之二抵力必等亦必為相對方向之對力
則以動理第三例證之相擊所生之重速積在兩面亦
必等 設有無凸力之二質體以對面方向相擊擊後
不復分行且重速積相等則相擊時二速俱消盡二質
體即靜



如圖甲乙為無凸力二球相擊於甲乙方向綫
上設二球之速與質有反比例則於甲乙綫上
取戊點令甲與乙之比如乙戊與甲戊比是戊為
重心設已知時中甲至丙乙至丁則甲與乙比
如乙丁與甲丙比因速與質有反比例故也又
甲與乙比如丁戊與丙戊比故戊點仍為重心然則二

重
五
五

球行漸近時重心不動若二速相迫不盡相擊後隨行
於一箇方向則重心能動不合理矣 以長加力言二
設甲乙為二舟人在甲舟以索引乙舟二舟所加之力
等即索力也二舟所生速之比如甲乙舟之反比所
以二舟相近之時重心不動所遇之點即重心也若請
相遇之後索力仍未消去重心亦必不動因索力所牽
二對力必相抵而定故也 又設甲為磁石乙為鐵能
相引而近亦如甲乙以索對引二抵力為相引則生故
必等證以第三例二速之比必如二質積之反比二物
漸近重心重心不動即二物之遇點此以質測知之二
前所論者皆正加能力也今論旁加能力之理如圖子



重以乙庚索運動丙丁已此索不正加
丙丁已但以能力令諸體環繞甲戊定
軸丙丁已動時如合為一體所生運動
能力自曲桿庚端通至戊至丙曲桿之
兩端為庚戊丙戊理同
廣動理第三例 凡有抵力由合質體加他物而生動動
力與抵力比例恆同
前所論者動力正加與抵力比例恆同今論動力任何
加法與抵力比例亦同故仍以所歷時或一秒中所生

速與質重相乘得重速積為動力之率

第一證有兩箇相等抵力用一箇法加於質體若所生重速積非加倍則第二抵力獨加與共加不同必另有推法今測兩個抵力加於質體恰生倍重速積無餘無欠則共加與獨加無異不必另推此理至為易見

第二證以助力器試之如二人加力於輪周較一人加力增速二倍若不及二倍必因手足不捷之故輪愈速手足當

愈又如在器上一邊之重微大生速甚小重略增速亦略大增至多重則速極大漸近於空中下墜設已

知質積所生之速在一秒中與生速比例恆同不論何器何術試之皆合或疑此理不真可用分釐尺度之即

得其實也

第三證依廣第三例算術所得之數恆與實測相符

已上三例半由用器測而知之半由憑理思而得之此即所謂有發生必有根源有本力必有對力然測驗所得其理亦出于自然若本無其理雖測驗亦不能知也今以生知學知諸理分列于左使讀者一覽了然

自然而知之理

一速無富變之理不能變

二漸加力之率為所生漸加速

三對力即所生力與本力等

測驗而知之理

一物動所歷之時不得為變速之根源

二物增動變速與物之本速本方向無涉

三或合體之幾分或一體之幾分以重力相連相加以

及原加於體之力俱不能改變另加能力所生速及

方向

日知之理三與測知之理三兩兩相配

重學卷八終

R2 MA 91 126

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

論平動相擊

凡二物相擊無他力加之擊後或隨行或分行其前後動法必準動理第一例以平速行於直綫

擊後變速已見動理第三例下今論相擊前後遲速方向之理其變速既非曲行亦非永變乃在一霎時中細究之此一霎時中其加速減速亦必漸加漸減因其時甚微故不論但論相擊前後二時依動理第三例或生速或減速

設物體非甚小可以重心為準路為重心所經之路體之全質環繞重心周圍質重相配俱等面為球面令二物相遇時僅在一點此一點所有相加抵力其方向綫必直交於二面此點即交點此方向綫即經過二物重心設欲合二體相遇時不論何方向二力綫經過二物重心必令體之面為球面若相遇用所知方向則非球面亦可必正也設二體相擊而力方向綫不過重心則一體必旋轉不已此理今未暇論凡二體相擊若所行方向與所擊方向合一綫為正相擊所行方向與所擊方向

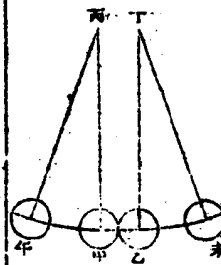
非一綫為斜相擊 設二物相擊方向對面重速積等擊時二凸面變平二速相消復凸時另生二速所消速與所生速之比同於二面變平力與復凸力之比 二體或漸近或漸遠若欲論其合速同方向則用二速較對方向則用二速和

第一款 設二體對面行於一直綫上相擊二重速積等則平凸二力消而復生之新速二重速積亦等且方向必對面

準動理第三例二體無凸力在一綫上對面相擊且重速積等則二凸面平時二速消盡二體俱止不行若有凸力相擊後必對面分行所生之速以二體質性為準此有二理一相擊而平一平而復凸當凸面平時與無凸力之理同蓋未凸之前形狀改變為相擊抵力所生初凸時前速消盡故與無凸力同至復凸而分行其二重速積生於相抵以動理第三例證之必等二速大小生於凸力大小此理由測驗而知

第二款 有凸力體正相擊者質性同則凸力與平力有定比例 體不論大小行不論遲速恒質性不變前後二體之比恒同惟前後二速有定比例故分速比速亦當有定比

例八二速言之為分速合二速言之為合速或謂二速之較或用二速之和



如圖甲乙二球懸於甲丙乙丁二

垂綫將此二球分而復合在弧綫

最下點一擊即復分行至午至未

視弧綫若干即知相擊前後二速

比例定率 若二速與合質積不成反比例相擊後所

當有之速亦無不可推 測驗最易莫如以一動球擊

一靜球 平凸二力有相等有不相等凸力有全者有

不全者凸力全則等於平力凸力不全則小於平力是

謂胸凸力也凡胸凸力之物以凸力為實平力為法得

凸力定率呢紗等球擊前擊後二速若九與五九為平力五為

做此 鋼球略同樹皮球又略小象牙球前後二速若

九與八玻璃球若十六與十五皆以測驗知之

第三款 有二體無凸力大小不等正相擊已知擊前二

速求擊後二體共速

如甲乙二體擊前對面行以子丑為二速取子丑二速

之比同於甲乙二體之反比則有等數甲子乙丑是甲之重速

積等於乙之重速積也準動理第三例擊時二速必相

消而二體無凸力無復分之勢故擊後必定

設載二體之面亦平動於某方向二體速與面動不

相涉假如面以午速動與甲行方向同則甲乙對行以

面上言之寅卯為二速今等數為一則擊後以面上言

之甲乙不動然而面有午速與甲行方向同則相擊之前

甲有本速寅又有面速午面速加本速為全速乙有本

速卯又有面速午面速少本速為全速相擊之後甲乙

二本速俱消盡各餘午速設甲以等於寅加午之子速

前行及乙乙有等於午少卯之丑速則相擊之後必俱

以午速前行有等數如左

子——寅上午
丑——卯下午
寅——辰上午
卯——巳下午
辰——午上午
巳——未下午
午——申上午
未——酉下午
申——戌上午
酉——亥下午
戌——子上午
亥——丑下午

若面速小於乙本速則相擊之前乙全速為卯少午且

方向與甲為對面仍命為三速則有等數

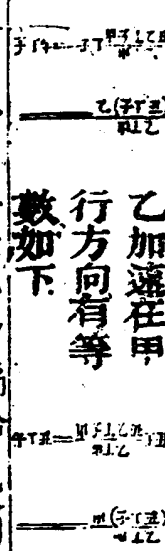
卯——辰上午
辰——巳下午
巳——午上午
午——未下午
未——申上午
申——酉下午
酉——戌上午
戌——亥下午
亥——子上午
子——丑下午

卯——辰上午
辰——巳下午
巳——午上午
午——未下午
未——申上午
申——酉下午
酉——戌上午
戌——亥下午
亥——子上午
子——丑下午

R 2 no. 21 / 24

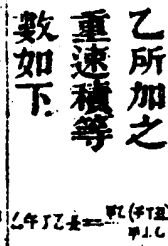
與前五速諸等數正負不同 設子丑二速方向同而
對面之速爲負速則前所得等數正負俱可用 設所
得午之等數爲負則相擊後二體必行於前速之對面
方向 設丑爲○則乙爲靜體甲動擊之擊後面速等
數如下

欲知甲所減速有等數如左



子少丑爲甲漸近乙之速 設相擊之前甲乙對
行則乙所加之速在甲方向綫上非後速大於前速乃
對面綫上所消之速加於甲方向所生之速以甲言之
擊後減速行於對面方向理亦同

甲所減之
重速積等
數如下

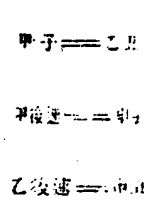


所以乙所加之重速積等於甲所減之重速積即本力
與對力等之理也

第四款 有二體凸力等正相擊已知擊前二速求擊後

卷九

二速
如甲乙二質體對面相擊與子丑二速有反比例擊時
二速消盡凸力復生後速令二體各行於對面方向綫
上準第二款後速與前速之比同於凸力率與一之比
命凸力率爲甲則有等數

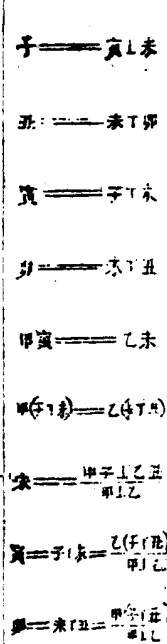


擊後甲乙各以此二速返行設甲乙行於動面上面動
與甲行方向同命其速爲未假如相擊之前甲乙有寅

卯二速令等數爲 則相擊之後以在本面上言之二

速之等數爲 乃命擊前之全速 減本速加 爲子丑

擊後之全速爲氏房因甲全速爲本速與面速之和乙
全速爲本速與面速之較故有等數



一一

因相擊之後甲以未速前行又以甲乘寅返行乙以未速前行又加申乘卯返行故有等數

設二體擊前非同方向明其正負理亦同

甲減速

$$\begin{aligned} & \text{子丁} \text{---} \text{寅申} \text{---} \text{卯酉} \text{---} \text{辰戌} \text{---} \text{巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

乙加速

$$\begin{aligned} & \text{子丁} \text{---} \text{寅申} \text{---} \text{卯酉} \text{---} \text{辰戌} \text{---} \text{巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

此加減二速大於無凸力之加減以一加申與申之比為較大率

甲體所減重速積乙體所加重速積相等其等數如左

故相擊前後甲乙重速積之和相等等數如下

欲知擊後合速有等數如下

$$\begin{aligned} & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

由此而知擊前之速與擊後合速有定比例

設甲乙相等則相擊之後二全速等數如下

$$\begin{aligned} & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

第五款 設二體平力與凸力等求諸速

如此前款等數內之凸力率申必為一則有等數

$$\begin{aligned} & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

設乙體不動丑等於○則其等數如左

$$\begin{aligned} & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \\ & \text{---} \text{未丁申卯} \text{---} \text{辰戌巳亥} \end{aligned}$$

然則甲乙若相等擊後甲不動而乙用甲速前行若甲小於乙則甲必返行而乙前行之速必小於甲之前速若甲大於乙則乙前行之速必大於甲之前速而甲必隨行其速小於前速 設有甲乙丙丁戊諸體平力與凸力等在一綫上俱不動甲以某速擊乙即傳速於乙乙以甲速擊丙丙擊丁丁擊戊若各體大小俱等則擊

後各體俱定惟以甲速前行若各體俱前大於後乙
 於甲丙則擊後各體所生之速必各小於前速乙速小
 大於乙而甲擊乙後甲必返行乙必前行乙擊丙亦然
 於乙速而甲擊乙後甲必返行乙必前行乙擊丙亦然
 以下俱做此若各體後大於前則擊後各體所生之速
 必各大於前速而各體相隨前行

第六款 甲球直傳速於丙球或由乙球傳速於丙球求
 較速 設命甲速為子準前款甲得速於丙理有等數

命此速
 為丑則
 有等數

$$\frac{v_{甲}}{v_{乙}} = \frac{v_{丙}}{v_{甲}}$$

$$\frac{v_{甲}}{v_{乙}} = \frac{v_{丙}}{v_{甲}}$$

乃列諸式於後若有一合於此則甲由乙傳速於丙必
 大於直傳速於丙

$$\frac{v_{甲}}{v_{乙}} > \frac{v_{丙}}{v_{甲}}$$

$$\frac{v_{甲}}{v_{乙}} < \frac{v_{丙}}{v_{甲}}$$

$$\frac{v_{甲}}{v_{乙}} = \frac{v_{丙}}{v_{甲}}$$

設乙少甲及乙少丙二數一正一負則有此式設乙體
 大於甲小於丙或小于甲大於丙則有此式如此則甲
 由乙傳速於丙大於甲直傳速於丙 設乙為甲丙之
 中率則由乙傳丙之速為最大可推算知之 設又有

中率之體或置甲乙間 或置乙丙間
 傳速於丙必更大多置中率體可令傳速至極大之限
 其限可推算知之

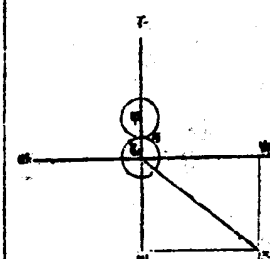
第七款 設有全凸力之二體正相擊二質積各乘速方
 之數擊前與擊後必等 準前款有等數

二等數
 相乘得
 等數如

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

設非全凸力則擊前後二質積乘速方不等其較數可
 推算知之今不贅

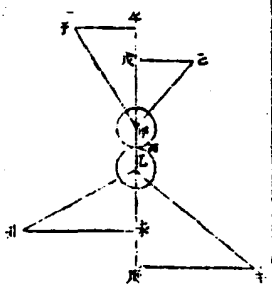
第八款 設二體斜相擊其相抵二力之方向必直交二
 球面擊點即交點速之加減生於方向綫上與他綫無
 法



如圖乙球平動於丑實綫上至乙點
 時遇甲球從子甲綫上來擊之子甲
 直交丑寅相擊時子甲綫經過乙球
 心且直交二球面擊點即交點若而
 阻力不論二體所生加速減速俱在
 此綫上乙球丑寅綫上之速不能令凸面變平所以子

甲綫上生加速時一如乙球不動甲球擊之與丑寅綫上之速無涉準動理第二例甲所生於乙之速必并於乙本速前丑寅綫上之速乃取乙卯為乙受甲擊之速取乙寅為乙本速補成乙寅辰卯平行四邊形次作乙辰對角綫為相擊後乙球之并速然則相擊時二體互相加減之速生於以擊點為交點直交二球面之綫上而于此綫旁邊之動無涉此綫上之動理一如乙球無丑寅綫上之速也

第九款 有二體相擊已知方向亦知凸力及擊前速若干求擊後速



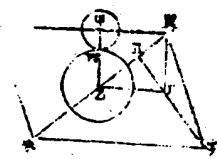
準前論兩球相擊時二重心聯綫經過擊點且直交於二球面 如圖子甲丑乙為甲乙擊前二速率作甲乙聯綫直交二球面丙為擊點即為交點甲乙引長之成午庚綫作子午丑未二綫直交於午庚則子甲丑乙二速分爲子午午甲丑未乙四速準前論子午丑未二速與相擊無涉故擊後與擊前同甲乙綫上加速減速一如二球僅有午甲未乙二速設二體擊前僅有此二速則擊後當取乙庚甲戊為速因擊前尚有子午丑未二速

故又作戊己庚辛二綫直交於午庚且與子午丑未等次作甲己乙辛二綫即為甲乙二體擊後之速率因甲己乙辛二速中有戊己庚辛二分速與相擊無涉惟甲戊乙庚二分速為甲乙綫上速乃相涉耳故已知相擊處則其理一言可明也

第十款 二球隨行於一直綫上求相擊在何處
如圖甲在午乙在未取午申未酉為速率擊時甲乙二點為球心二半徑并為甲乙綫為已知之數因午甲未乙為二球同時所過之路故有比例及等數

- 一率 午甲 午申 少未酉
- 二率 未乙 午申
- 三率 午甲 午甲 少未乙
- 四率 未酉 午甲

已知三率可推午甲知甲點即知乙點為二球相擊之處
第十一款 二球在一个平面用二速平動於一直綫上求相擊之處
如圖午寅未寅為甲乙方向午寅為甲速率未丑為乙



故有比例

速率作于未子寅平行四邊形作子丑
綫取甲乙半徑和為界寅為心旋規作
圓綫交于丑於丁乃作寅丁綫次作丁
乙綫平行於寅午次作甲乙綫平行於
寅丁則甲乙二點為相擊時之二球心

一率 未子 午寅 午甲

二率 乙丁 甲寅 未乙

三率 未丑 未丑 午寅 甲速

四率 乙丑 乙丑 未乙 乙速

所以乙球心至乙點時甲球心必至甲點甲乙等於寅

丁為兩心距所以相擊點必在丙 設分甲乙於丙則

甲丙乙丙為擊面離二心之綫擊面直交甲乙綫擊時

必切二球面於丙 以寅為心所作圓綫與子丑綫相

交有二點當以近子之點為丁點 設二球所行方向

不在一箇面上擊點亦可推法略同

用代數術求相擊點如午寅未寅為二方向午未為動

初之二點命二速午甲未乙為角九命午寅未角為寅

角命甲乙二半徑和為壬二球俱向寅點行命寅午為

氏寅未為房寅甲寅乙為心尾等數如左

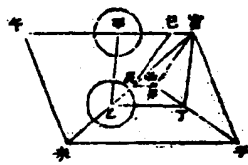
心——底丁時角
尾——房丁時九
壬——子丁時二心尾餘數

則在擊點時
等數如下

子——丁時角
寅——丁時九

用代數推時刻開方必得二根當用根之小者即二球
初相切之率此後二球必易方向故第二根不可用
此術遇可推之題用之若二球方向不能漸近而相切
則二根為不可求之數而圓綫永不能交于丑綫此術
不可用矣

第十二款 設二球用二速平動於二直綫不能相切求
二球最近距綫

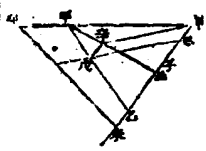


如前作子丑綫又任作寅丁次作丁
乙平行於寅午作甲乙平行於寅丁
則二球心相距等於寅丁時甲乙二
點必為二球心寅丁愈小相距綫亦
愈小乃作寅卯直交於子丑次作卯

辰辰已平行於午寅寅卯則辰已為最近距綫
二體動時無他能力加之但自生互相加減之速更有重
心要理下款詳之

第十三款 設二體平動於二直綫重心亦必平動於一

直綫



如圖午申未申為一直綫二體在甲
乙重心在戊設乙體行至子甲體行
至申重心行至己取乙丑等於子申
則丑申等於乙子即有比例

一率 申甲

二率 申丑

三率 申甲 甲速

四率 子乙 乙速

惟甲速乙速二率為定數故甲乙二體不論在何處甲
申丑恆為相似三角形兩腰之比例恆等乃取辛點令
有比例如左

一率 甲辛

二率 丑辛

三率 乙速 甲戊

四率 甲速 乙戊

所以甲申辛三角變大變小恆為等勢形辛點恆在辛
申直綫上故戊辛平行於乙丑即有比例

一率 辛戊 辛戊

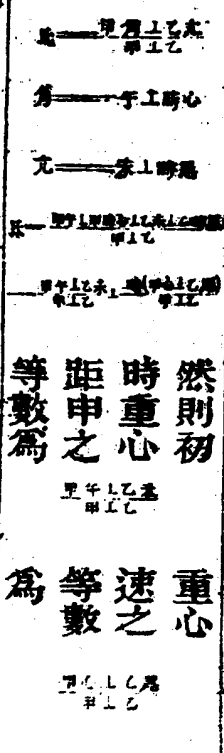
二率 乙丑 申子

三率 甲戊 乙 申己

四率 甲乙 甲加乙 申子

故戊辛等於申己且平行而申辛戊己為平行四邊形
戊己亦等於申辛且平行故戊點所行必為一直綫而
戊己與申甲恆有定比例戊己或平加漸大或平減漸
小一如申甲所以戊點之行為平速 設二體不在一
個面上法略同

別有法明本款之理 設甲乙二球行於一直綫在己
知時中距申點命為角亢重心必在此綫上其距申點
命為氏甲乙俱平速命為心尾初時距申點為午未等
數如左



然則初 重心
時重心 速之
距申之 等數
等數為 為

設甲乙分行則不論何直綫在一個
面上仍以心尾為速法於面上過申
點作經緯二軸甲綫交緯軸之角為
子角乙綫交緯軸之角為丑角其交
經軸之角為寅角卯角則有等數

乃以甲之距軸綫 甲辛命為天地
乙之距軸綫乙丙乙丁命為人物重心
距軸綫戊壬戌癸命為角亢分甲速為

天地二速二速恆平行於經緯軸則有等數

設初時甲
距經緯軸
為寅卯乙
距經緯軸
為辰巳等
數如下
天速——子餘弦
地速——心正弦
天——
地——
人——
物——
角亢
二綫
上有
平速
等數
如左

是重心速分
為經緯二速
所以重心并
速亦為平速
且方向必為
一直綫

設甲乙分行不在一箇面上法當取經緯及垂綫三軸
分體合體各有三軸以為重心及甲乙諸動之分速綫
則諸動既平全動亦必平也

第十四款 重心所行方向及速與二體相擊無涉

如甲乙二體在一直綫則相擊之前相擊之後重心恆
行於此綫上設擊前甲乙二速為角亢擊後二速為氏
房準前款擊前重心速等數如左

擊後重心速
等數如下

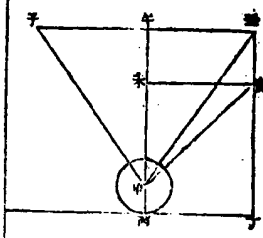
前等數亦等於後等數所以重心所行方向及速與相
擊無涉 設二體分行於二直綫在一个面上如前取
經緯二軸令緯軸與相擊之切面平行則緯速與相擊
無涉而諸經速一似無別速所以重心速亦不變因重
心速在經緯綫上仍不變故重心亦行於舊直綫與擊
前之速同也

論體面相擊

相擊之條有三第一曰正相擊第二曰斜相擊前款已言
之矣今論第三條為體面相擊凡有凸力之體直擊於不
動之面擊後反行凸力之理與前同擊前擊後二動以前
速後速為定率此定率與物之大小及木速無涉故斜擊
於面亦可推

第一款 有凸力體擊於面上已知凸力及擊前方向求

擊後反行方向抵力方向仍直交本面擊點即交點亦必經過體之重心



如圖丙丁為面子甲為前速率甲丙直交於丙丁丙為交點即為擊點作子午綫直交於甲丙則分子甲速為子午午甲二速子午速不用因相擊時面阻力甚微故也回速率為甲未

甲未與甲午之比如凸力率與一之比設取未寅與子午等直交甲未則後速之分率為甲未寅并率為甲寅即為後速大小方向率 設前後速等則引子午綫至丑令午丑等於子午而後速率為甲丑 體行方向綫與面所成之角前為原角後為回角若全凸力其前後速等則原角與回角亦等 設非全凸力二角不等如圖子甲午為原角寅甲未為回角則有比例

- 一率 子甲午正切
 - 二率 寅甲未正切
 - 三率 甲午除子午 甲未
 - 四率 甲未除寅未 甲午
- 因寅未與子午等故又有比例
- 一率 子甲午正切

- 二率 寅甲未正切
- 三率 凸力
- 四率 一

試作寅丑聯綫必平行於甲午則有比例

- 一率 丑甲
 - 二率 甲寅
 - 三率 丑寅甲正弦 寅甲午正弦
 - 四率 甲丑寅正弦 丑甲午正弦
- 若後速率為丑甲等於子甲丑甲午角又等於子甲午角則有比例
- 一率 前速
 - 二率 後速
 - 三率 丑甲午正弦
 - 四率 子甲午正弦
- 設體無凸力且擊面甚平則擊後必以橫速行於面上亦有比例
- 一率 前速
 - 二率 後速
 - 三率 子甲 一
 - 四率 子午 甲子午餘弦 即原角正弦

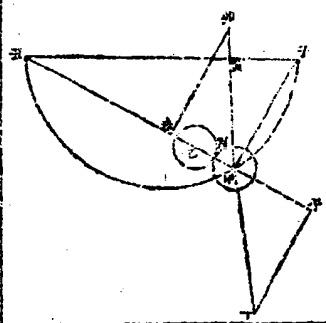
假如有甲乙大小二體凸力等甲正擊乙擊後甲不行求二體大小之比

欲令此數等於無必有下式

即有比 一率 甲
二率 乙
三率 凸力
四率 一

此題不論甲速

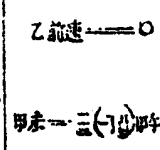
假如有甲乙二體全凸力等甲斜擊乙乙無前速擊後反行欲令至子丑二點試求其理



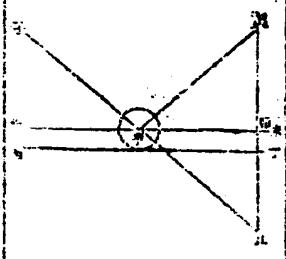
如圖自丑點至乙球心作丑乙聯綫引長之過擊面丙點至午若擊後欲令乙行於乙丑綫則相擊必在丙點故擊時甲球心亦必在丑乙引長綫上丁甲為甲球前速率作丁午綫直交於丑午因甲乙全凸力相等擊時甲球之午甲分速消盡故擊後止存丁午分速若甲子直交於甲丑則擊後甲球必行於甲子綫因子甲丑為直角二球能至之處必在丑甲子半平圓界上故也 設二球俱極小則乙球未動時其所在

幾近於半圓界

假如有甲乙二球相等凸力不全甲斜擊乙擊後欲令甲乙至寅丑二點試求其理 如前圖丁甲為甲前速率擊時甲球心在丑午綫上已知午甲為丑午綫上前分速即可推甲未為丑午綫上後分速等數如左



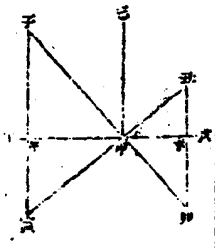
作未卯與丁午等直交於甲未次作甲卯聯綫即甲球擊後方向 若欲求甲丁方向令甲經過寅點則先作甲寅綫於此綫上取卯點作卯未綫直交於甲丑次取甲午令有等數 乃作午丁等於未卯且直交於甲午次作丁甲綫即甲球擊前當行之綫甲球擊時必在丑寅為徑所作半平圓周之外不然則不能也 假如有全凸力體從子點斜擊午未面令回至寅點擊前當行何綫 如圖午未為面作寅卯直交午未引長至丑令卯丑等於寅卯作子午交午未於甲則子甲即擊前當行之綫作甲寅聯綫則寅卯甲與丑卯甲為相等兩三角形故



二線相距為球之半徑則午未一如為球心所擊而回行之面

假如有球非全凸力從子斜擊於面回至丑點行於何綫如圖丁戊為面作丑未直交於丁戊引長至卯令有比

例



- 一率 未卯
- 二率 未丑
- 三率 一
- 四率 凸力

乃作子卯綫交丁戊於甲則子甲為擊前所行綫作甲丑綫即擊後所行綫又作甲己綫直交於面分子甲丑角為二角則有比例

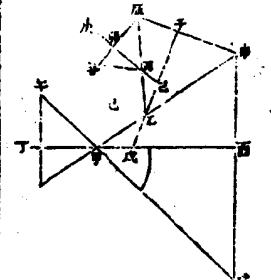
- 一率 子甲己正切
- 二率 丑甲己正切
- 三率 甲卯未正切 未卯除甲未 未丑 凸力

四率 甲丑未正切 未丑除甲未 未卯 一
故擊前行於子甲擊後行於甲丑若作子午直交丁戊引長之亦引長丑甲交於寅則有比例

- 一率 子午
- 二率 午寅
- 三率 卯未 一
- 四率 未丑 凸力

有此比例故甲點所在可推 若球非甚小如前圖作一平行綫推之

假如有球已知凸力率斜擊於面回行時依次遞擊多面亦已知多面之方向末行至丑點欲求其初行綫



如圖丁戊戊己己庚為諸面球從午擊於丁戊面甲回行擊於戊己面乙又回行擊於己庚面丙又回行至丑乃作丑卯綫直交於己庚面引長至辰令有比例

- 一率 丑卯
- 二率 卯辰
- 三率 凸力
- 四率

03-415

次作辰子綫直交於戊己面引長至申令有比例

一率 辰子 次作申酉綫 一率 申酉

二率 子申 直交於丁戊 二率 酉戊

三率 凸力 面引長至戊 三率 凸力

四率 一 令有比例 四率 一

未作午戌聯綫即球初行方向綫午戌交初面丁於甲

作甲申交二面戊己於乙作乙辰交三面庚於丙作丙丑

準前論球行午甲綫擊於初面必回行於甲申球行甲

申綫擊於二面必回行於乙辰球行乙辰綫擊於三面

必回行於丙丑即求得子甲乙丙丑為球所行之綫

若為全凸力則丑卯與卯辰等辰子與子申等申酉與

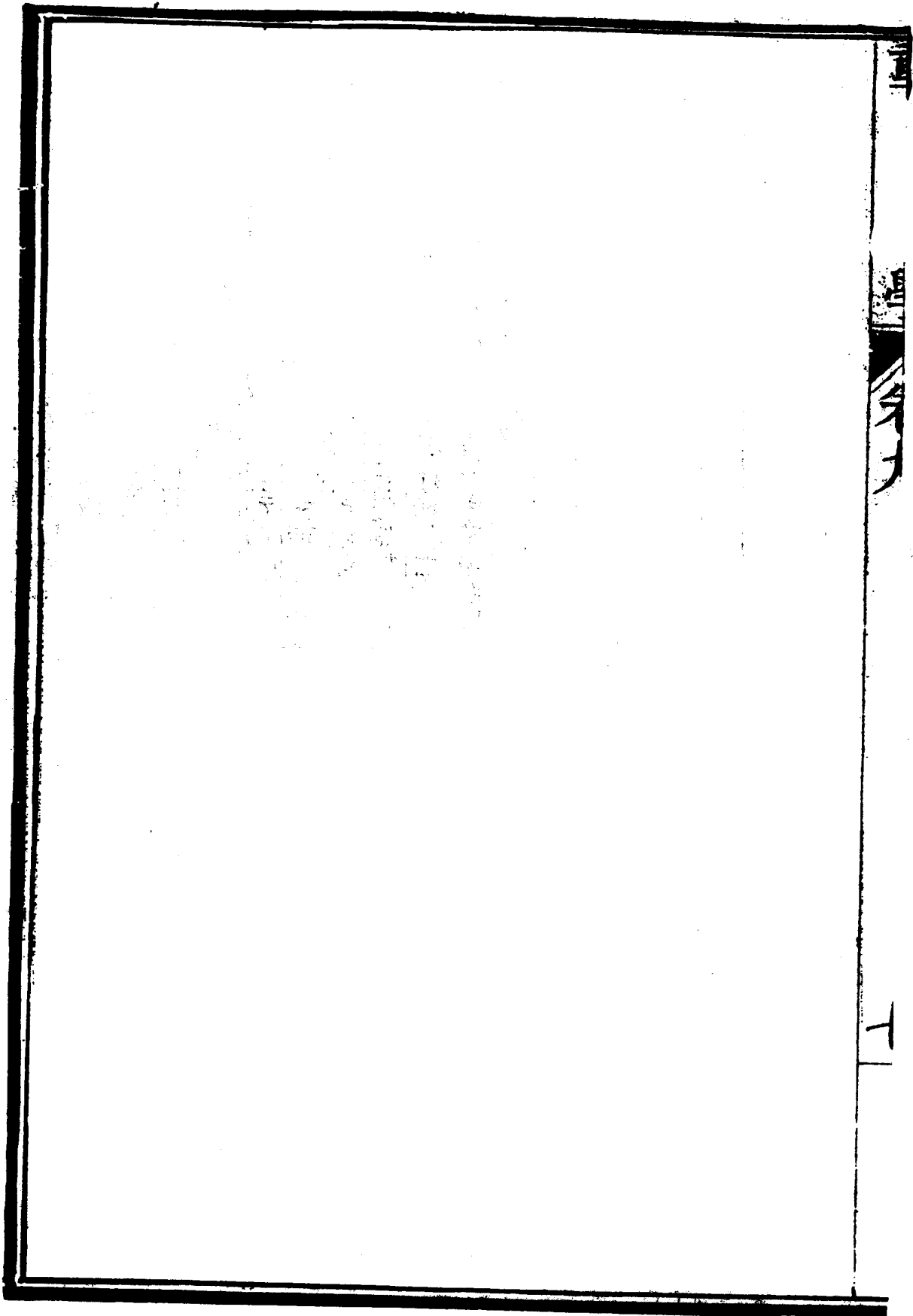
酉戌等 此題任有若干面理俱同

重學卷九終

重

學

九



11

11

11

02457142

英國文約瑟口譯

海爾李善蘭筆述

論平加速及互相攝引之理

凡動體行於直綫平加能力則漸加速其加速之比同於
 初動後所歷時刻之比此與入卷三款論漸加力可互相證明速與時雖變
 大變小而比例不變恆以時率中所生速為力率故有等
 數

此時乃初動以

後所積之時

長加力之理最易明者是令物行於直綫之平長加力

推之有二事一物如何動一所推之理何者合何者

不合下論平漸加速乃物行於直綫平加能力而增

速

第一款 動體行於直綫平加能力所過之路與所歷之

時自乘方恆有比例

若干時中初動之速為○以漸而大至末速而最大設

用末速而動仍行若干時所過之路必大於本款之路

設將全時分為實數相等時分令實數時分等於全

時則知各時末之速設此諸小速各時分中初至末不

變則以各時乘各速即當過之路也

設時分為秒欲知初秒二秒三秒四秒各末速乃至實

秒末速即以力乘秒為初秒末速二力乘秒三力乘秒

四力乘秒乃至實力乘秒為二秒三秒四秒至實秒之

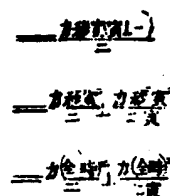
末速

設各秒中速俱為平速則力乘秒方為初秒中所過路

二力三力四力乃至實力各乘秒方為二秒三秒四秒

及實秒中所過路而各路之和有等數

各時末之速



因秒乘實等
於全時故也

各秒中實所過路必小於今求

得之路因今所用速為各秒之

末速故也所以真全路必小於

今求得諸小路之和故有下式

時分愈小則分數愈多依各時分平速求得所過路與

實所過路必愈近時分小至無窮分數多至無窮則逐秒平速各小路和必漸近於真全路故有左式

二者幾相等也

分數多至無窮則實為甚大之數已等於無故有

左式

所以平加速路與時方比例恆同 此款有二等數

故路速時方四者已知其一則餘二亦可知各有等數

$$\begin{aligned} \frac{v}{a} &= \frac{v^2}{av} \\ \frac{v}{a} &= \frac{v^2}{a^2 t} \\ \frac{v}{a} &= \frac{v^2}{a^2 t} \end{aligned}$$

因路等於時速相乘積之半又因時乘速為時中用本速所過之路所以初動以後漸加速所過之路等於於時中用末速為平速所過路之半 謂自始至終 恆用末速 有如力

為初秒中所得之速則初秒中路等於半力 實數秒中所過之路及實數少一秒中所過之路等數如左

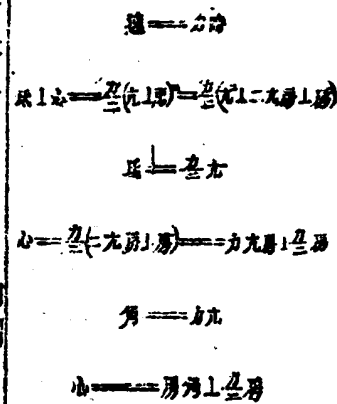
$$\begin{aligned} \text{實秒} &= \frac{v}{a} \\ \text{實一少秒} &= \frac{v}{a} - \frac{v}{a} \\ &= \frac{v}{a} - \frac{v}{a} \\ &= \frac{v}{a} - \frac{v}{a} \end{aligned}$$

兩數相減得末秒中所過路

即可推諸秒路差率 列表如下 故諸秒之路率為一三五七諸奇數

第二款 有質體以某速拋於空中別有能力長加於同方向綫上求路時速諸率

凡物任在何點以某速行此點後速必等設本無拋速而此速為長加力所生亦同如物於九秒中因長加力生角速於氏路 角速乃氏路之末速即同拋速 而長加力復合於房秒過心路統計之是物於九房秒中共過氏心路以前款證之亦即某力以某時生某速於某路也但今後時加前時故後路加前路有等數



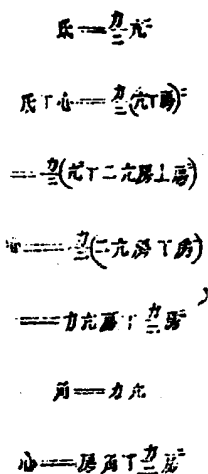
房乘角為物用平速即同角在房秒中當過之路半力
乘房方乃同時中物為長加力所生當過之路兩數相
併即物用二速在房秒中所過之路也。設房秒末速
為尾則有等數

故凡幾秒以後之速等於拋
速并長加力所生之速也
因速方等於二力乘路故又有等數

第三款 物以某速拋於空中別有能力加於對面方向
綫上則路時速諸等數與前款同但正變為負

如此則長加力必令動體減速所歷之時等所減之速
亦等因長加力為平加故也應若干時速減盡物必定

定以前漸減之速與前款漸加之速同所過之路從時
未起算與前款從時初起算同 如物用角速行於元
秒中當過倍氏路為對面長加力所消僅得氏路且速
適消盡而定設未滿元秒當房秒末應過若干路命其
路為心從動末推之則元少房時中必經過氏少心路
有等數



則若干秒中所過之路等於拋速當過之路少同時長
加力所生當過之路故幾秒末之速等於拋速少長加
力所生之速

論地心攝引物依垂綫下墜之動

近地諸物為地心所攝引而下墜為平加力漸近地心則
漸加速此由測驗而知故空中若無風氣等阻力則物下
墜時無論體之大小質之輕重地心攝引力必以漸而加
時分為率地 此理自伽離略發之今則人人皆知測驗之
法或用輪軸或用大重下墜今小重上行或令物下於斜
面或用擺而用擺尤妙因其動緩便於測驗也用諸法測

之知攝力之漸加率為定數

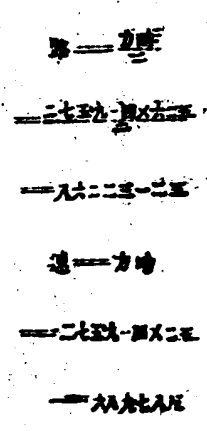
擺之時刻由於物行弧綫之速物行弧綫之速由於物空中下墜之速詳下因測驗擺速合於地力為定力當生之速知所論地力為定力乃確不可易

論物向地心之理

凡物不論大小輕重向地心而下遲速必同羽毛微塵向下遲者為風氣所阻也若無風氣當與金石同速故將一大體分為十小體各小體下墜速必同即以小體與大體同墜速亦同

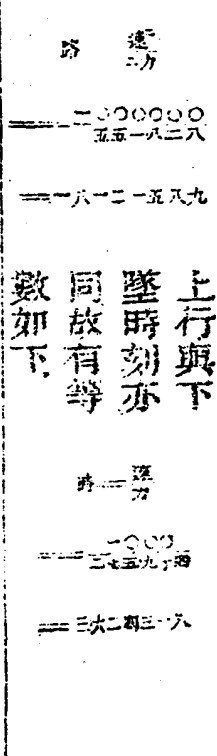
物下墜一秒中過若干尺寸須測驗而知其法莫妙於用擺設一秒中擺適往回一次知擺之長短便知一秒中物之下墜當有若干尺寸如倫頓北極出地五十一度半物於無風氣空中下墜一秒中過一百三十七寸又千分之九百五十七一秒中所生之速能令物於每秒中經過二百七十五寸又千分之九百十四此一秒中地力生速之率以長加力言之亦同故地力為長加力

假如物下墜歷二秒半當過若干路生若干速前論中所言速率即力也有等數



求得八百六十二寸又十萬分之二萬三千一百一十五即路也六百八十九寸又千分之七百八十五即速也

假如物以一百尺之速上行當過若干路而定至最高當歷若干時準前物下墜過若干路所生之速等於今上行之速而上行之路即等於下墜生此速時當過之路有等數



求得一千八百一十二寸又萬分之二千五百八十九即路也三秒又百萬分之六十二萬四千三百十八即時也

假如物以一百尺之速上行歷二秒過若干路等數如左

路 = 時速 T 時 =
 $2 \times 1000 = 2000$
 $2000 \div 5 = 400$
 $400 \times 1.7 = 680$

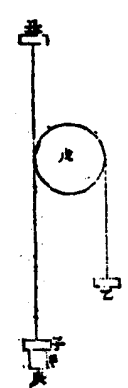
求得一千四百四十八寸又千分寸之一百七十二即路也

假如將石下墜井中歷若干秒聞水聲求水面離井口若干聲之行爲平速不論風氣阻力一秒中行一千一十七尺或言一千十四尺或言一千十八尺須考準用之方得密合命聲速爲千井口離水面爲未則有等數

石過未時 = $\frac{1}{2} \text{地力}$
 聲過未時 = 未半
 未上 = $\frac{1}{2} \text{未}$ 時
 未下 = $\frac{1}{2} \text{未}$ 時
 未上 = 時下 三時上 未半
 未下 = 時下 三時上 未半
 未上 = 時下 三時上 未半
 未下 = 時下 三時上 未半
 未上 = 時下 三時上 未半
 未下 = 時下 三時上 未半

地方除聲
 速得三十
 七弱故有
 等數
 設時爲
 三秒則
 其等數
 如下
 未 = $\frac{1}{2} \times (400 \div 1.7)$
 $1.7 \times (400 \div 1.7)$
 1.7×1.7

求得一百一十一尺又百分尺之八十七即井口至水面深也
 第一款 有大小二重懸於定滑車欲求一邊下行長加力滑車及索之阻動率不論



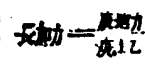
如圖戊爲滑車甲加子爲庚重設庚重等於乙重則二重適定若庚重大於乙重則庚乙之較

爲速之根二重之動其速同故庚加於乙爲全動質有等數
 設無乙重則長加力即地力地力即定數故他題可以下式代上式

前款所言長加力速率路率時率以長加力爲地力則物向地心下墜之諸率俱可推也
 假如庚爲八十一兩乙爲八十兩求一秒中所過之路及所生之速各若干等數如左

路 = 地力庚 T^2 乙
 $2 \times 81 \times 1.7$
 $2 \times 80 \times 1.7$
 $2 \times 81 \times 1.7$
 $2 \times 80 \times 1.7$
 速 = 地力庚 T 乙
 1.7×81
 1.7×80
 1.7×81
 1.7×80

求得百萬分寸之八十五萬六千八百七十六即路也
 一寸又十萬分寸之七萬一千三百七十五即速也
 設將乙置於地平几上以索聯庚庚懸几邊則主動者
 為庚全重而非庚乙之較一體同速一如一箇質體其
 長加力之等數如左



論物動於斜面

物行於斜面之理兩面必俱係純光故物動時相切而行
 非旋轉而下雖球體亦然若面阻力令球體轉下則長加
 力亦略變矣詳見後

第一款 有質體行於斜面求長加力

有比例如左

一率 平行斜面能力

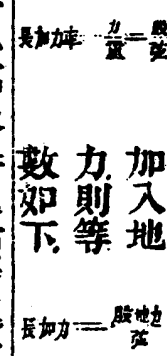
二率 所載質重

三率 斜面股

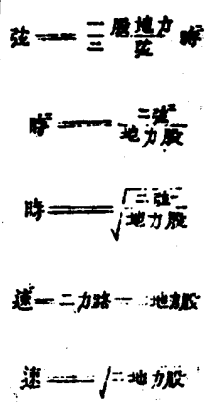
四率 斜面弦

散物斜行空中亦以重乘股為實如弦而一為令物行
 於斜面之抵力 凡物下墜所動之全質即本重也準

前款有等數

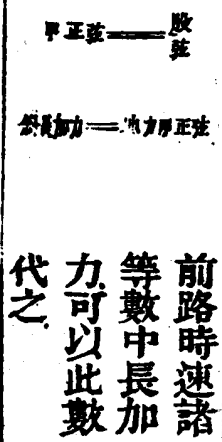


前款中路時速諸等數易以此數則斜面上之路時速
 俱可推矣 如物下於全斜面則弦可代路有等數



速之等數用股與弦無涉故不論在何面或斜或垂若
 股之長短等與弦合則下行之速亦等也

設交於地平之角命為甲角有等數



假如有斜面弦長十尺股一尺求物下行時刻及速等
 數如左

83-91/15

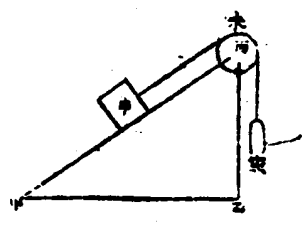
$$\begin{aligned} \text{時} &= \frac{\sqrt{2} \times \text{股}}{\text{地力}} = \frac{20}{275} = \frac{20}{275} \\ &= \frac{20}{275} = \frac{20}{275} \\ \text{時} &= \frac{20}{275} \\ \text{速} &= \frac{\text{地力}}{\text{股}} = \frac{275}{20} \\ \text{速} &= \frac{275}{20} \end{aligned}$$

求得二秒又千分秒之六百九十二即時也七十四寸又千分寸之二百八十五即速也。

假如有句股形股為垂綫句為地平物自股下墜復以未速行於句欲令時刻與弦上斜行之時刻等句股當有何比例等數如左。

$$\begin{aligned} \text{弦} &= \sqrt{\text{股}^2 + \text{句}^2} \\ \text{股時} &= \frac{\text{股}}{\text{地力}} \\ \text{句時} &= \frac{\text{句}}{\text{地力}} \\ \text{弦時} &= \frac{\text{弦}}{\text{地力}} \\ \frac{\text{句}}{\text{地力}} &= \frac{\text{股}}{\text{地力}} \\ \frac{\text{句}}{\text{地力}} &= \frac{\text{股}}{\text{地力}} \\ \frac{\text{句}}{\text{地力}} &= \frac{\text{股}}{\text{地力}} \\ \frac{\text{句}}{\text{地力}} &= \frac{\text{股}}{\text{地力}} \end{aligned}$$

一率 股句
二率 句 求得句股形三邊
三率 三 之比例為三四五
四率 四
五
第二款 以重引重令行於斜面求長加力



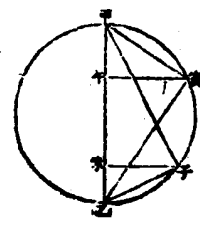
重下行於斜面無論上下行長加力恆為定數若實引申上行則實定申之能力即申之令實申動之能力為如左。因二重之速同故長加力可以此數代之有等數

$$\begin{aligned} \text{長加力} &= \frac{\text{實重}}{\text{實重}} \\ \text{長加力} &= \frac{\text{實重}}{\text{實重}} \end{aligned}$$

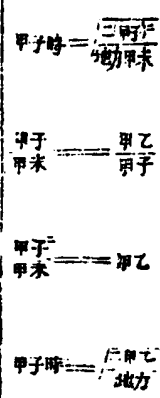
$$\begin{aligned} \text{弦} &= \frac{\text{長加力}}{\text{地力}} \\ \text{弦} &= \frac{\text{長加力}}{\text{地力}} \\ \text{時} &= \frac{\text{長加力}}{\text{地力}} \end{aligned}$$

如圖甲丙為斜面有申重在其上申未索平行於斜面進滑車丙有實重在丙下垂設有等數則申實皆不動設實重略大於此數則必引申重上行於斜面設實重略小於此數則實重必上行而申

第三款 設平圓面直交地平自頂點至圓界作諸通弦
則物任於何通弦下行自頂點至末點時刻俱等

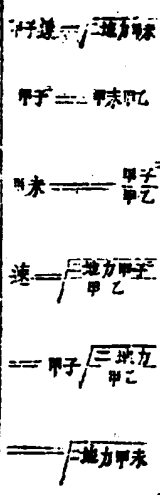


如圖甲子乙為圓面甲乙為
重徑甲子甲寅皆為通弦有
等數



然則過甲子時刻與甲子長短無涉故不論何通弦時
刻俱等也甲子時刻等於各通弦時刻亦等於甲乙時
刻蓋甲乙亦通弦也 若自底點乙作乙子乙寅諸通
弦理亦同

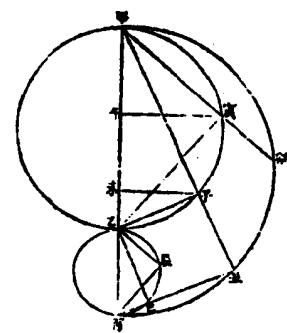
準此款之理又有等數



則地方與甲乙俱為定數所以甲子甲寅諸斜面上所
得之速與通弦恆有比例

第四款 設有大小二平圓垂面頂點合一兩全徑在一

垂綫上自頂點過小圓界至大圓界作一大通弦中函
二小通弦物自二小通弦末點行至二大通弦末點時
刻俱等



如圖甲子乙甲丑丙為二平圓
甲乙甲丙為二全徑甲丑甲卯
為二大通弦中有甲子甲寅二
小通弦物自寅子一點至卯丑
三點時刻必等試於乙丙綫上
作乙辰丙圖又作丙丑綫交圓

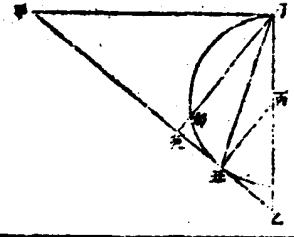
綫於已作乙已綫則有甲子乙甲丑丙乙丙三句股
形子乙與丑丙平行甲丑與乙已平行所以子乙已丑
為平行四邊形而乙已與子丑等故物行於子丑時刻
等於乙已時刻準此作乙辰綫平行於寅卯兩綫時刻
亦必等而乙已乙辰時刻本相等故子丑寅卯時刻亦
相等 若大小二平圓底點合一自底點作大小諸通
弦物行於諸通弦之較時刻亦俱等

論諸斜面最遲最速之理

設有諸物俱自一點起或俱自直綫起或俱自圓綫起行
至一點或行至直綫或行至圓綫諸面遲速不同各求其
最遲最速面

P2 no. 0122

假如從子點起行至甲乙直綫上何面最速



如圖從子點作子甲綫平於地平又於甲乙綫上取甲丑等於甲子作子丑綫

解曰試作子丙垂綫次作丙丑綫直交甲乙因甲丑等於甲子故甲丑子甲子丑二角等而甲子丙甲丑丙同為直角

則丙子丑丙丑子二角亦等丙丑子二綫亦等以丙

為心子為界作圓半周必經過丑點丑為圓綫切於甲

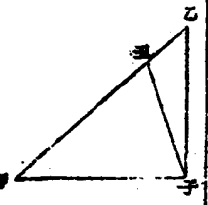
乙之點子為最高點作子寅綫交圓綫於卯準前款子

卯時刻等於子丑時刻而子寅時刻大於子卯時刻亦

必大於子丑時刻然則從子點任作他綫至甲乙綫上

其時刻必大於子丑故子丑為最速面

假如從甲乙直綫上行至子點何面最速



如圖作子甲綫平於地平次於甲乙綫上取甲丑等於甲子作子丑綫即最速面也

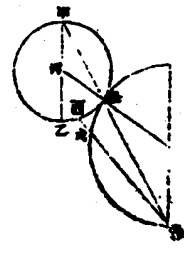
解曰前題

假如從圓綫外某點起行至圓綫上何面最速

如圖從圓綫底點甲至某點子作甲子聯綫此綫在圓



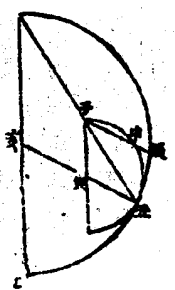
外之子丑一段即最速面也
解見下題



假如從圓綫上行至圓綫外某點何面最速
如圖從圓綫頂點甲至某點子作甲子聯綫此綫在圓外子丑一段即最速面

解曰甲乙為圓垂徑丙為圓心試作子寅垂綫次作丙丑綫引長之交子寅於寅則寅子丑丑甲丙丙丑甲寅丑子四角俱等寅子寅丑二綫亦等以寅為心子為界作子丑弧必與甲乙圓綫相切於丑點作子酉綫交弧綫於戌準前款丑子時刻等於戌子時刻而酉子時刻大於戌子時刻則亦大於丑子時刻從子點任作他綫皆然故子丑為最速面

假如某點在圓綫內行至圓綫何面最速

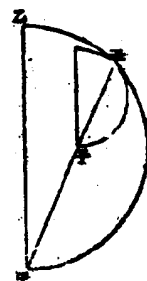


如圖從圓綫頂點甲至某點子作聯綫引長之至圓綫丑子丑一段即最速面

解曰試作子寅垂綫次自圓心丙

作丙丑綫交子寅於寅乃以寅為心子為界作子卯丑
 弧必切圓綫於丑點任作子辰綫交弧綫於卯準前款
 子卯時刻等子子丑而子辰時刻大於子卯亦必大於
 子丑故子丑面最速

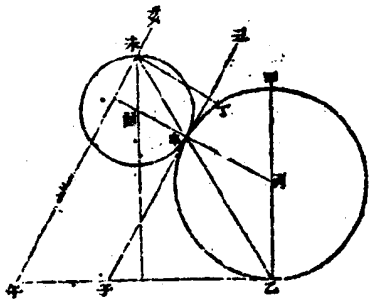
假如從圓綫上行至圓內某點何面最速



如圖從圓綫底點甲至某點子作
 聯綫引長之至圓綫丑丑子一段
 即最速面

解同上題

假如圓外有午亥直綫從直綫上行至圓綫上何面最速



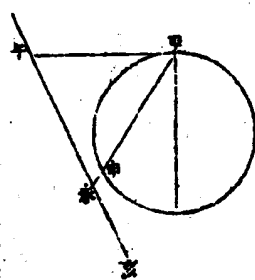
如圖從圓綫底點乙至直綫作乙
 午地平綫次於直綫上取午未等
 於乙午作未乙聯綫圓外未申一
 段即最速面也

解曰試自未點作未酉垂綫次自
 圓心丙作丙申綫引長之交垂綫
 於酉乃以西為心未為界作申未

弧必與圓綫相切於申點
未酉申申丙乙為等勢兩三
 角形丙申等於丙乙故酉未
 等於凡頂點在午亥綫上作弧與圓綫相切其半徑以
 未酉為最小試過申點作子丑綫平行於午亥即顯頂

點若不在未未申弧即與圓綫相離必展大其半徑作
 弧方能相切故未酉為最小半徑又準前款任作未丁
 綫時刻必大於未申故未申面最速

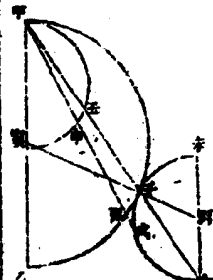
假如圓外有午亥直綫從圓綫上行至直綫上何面最速



如圖從圓綫頂點甲至直綫作甲
 午綫平於地平次於直綫上取午
 未等於甲午作甲未聯綫圓外申
 未一段即最速面也

解同上題

假如物自上圓綫斜行至下圓綫何面最速



如圖從上圓頂點甲至下圓底點
 午作聯綫中間子丑一段即最速
 面

解曰準本款第四題從子點作子

丑速面引長之必經過圓綫最高點甲圓綫各點至子
 點時刻以此面為最小試自午子未圓心丙點作丙子
 綫引長之交甲乙於寅寅甲等於寅子以寅為心甲為
 界作甲子乙半圓周又準前款任作甲申酉戌綫則丑
 子時刻等於申酉必小於申戌故丑子面最速

假如物自外圓綫行至內圓綫何面最速



如圖自外圓底點甲至內圓底點乙作聯綫引長之至外圓界丑則內圓外丑一段即最速面

解曰試自子點至內圓心已作

聯綫引長之至外圓垂徑戊點乃以戊為心甲為界作甲卯弧必經過子點作甲寅綫則丑子與寅卯時刻等而寅辰大於寅卯即大於丑子自甲點任作他綫皆然故丑子為最速面



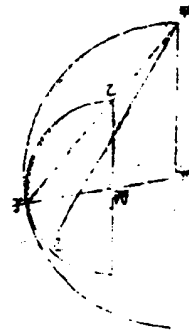
又解曰試自丑點至外圓心丁作聯綫交內圓垂徑於丙乃以丙為心乙為界作乙丑弧必經過丑點作乙申綫則未午與丑子時刻等而申午大於未午即大於丑子自乙點任作他綫皆然故丑子為最速面

假如從內圓綫行至外圓綫何面最速



如圖自外圓頂點甲至內圓頂點乙作聯綫引長之至外圓界丑則內圓外子丑一段即最速面解見上題

假如從圓綫外某點行至圓綫何面最遲

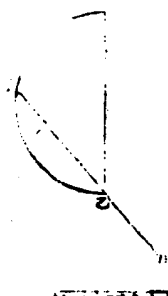


如圖自某點甲至圓頂乙作聯綫引長之至圓界子甲子即最遲面

解曰試自甲點作垂綫次自子點至圓心丙作聯綫引長之過

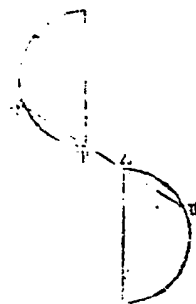
垂綫於丁乃以丁為心甲為界作甲戌弧必經過子點任作甲戌綫與甲子時刻等則甲己時刻必小於甲子自甲點任作他綫皆然故甲子為最遲面

假如從圓綫上行至圓外某點何面最遲



如圖自圓底乙至某點甲作聯綫引長之至圓界子甲即最遲面解同上題

假如從圓綫在此圓綫外從此圓綫行至彼圓綫何面最遲



如圖從此圓綫底點甲至彼圓綫頂點乙作聯綫兩端俱引長之至圓界子丑二點子丑即最遲面

解曰合上二題觀之理自明

設有兩點可作地平面則最遲面不能求因遲面漸近

地平時刻漸加必大至無窮故不可求

設兩圓綫相交則最速面不能求因速面之兩端漸近

交點時刻漸減必小至無窮故不可求

東國卷十終

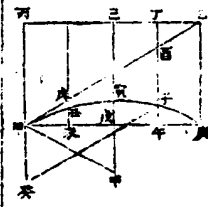
- 83-48-91 15x

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

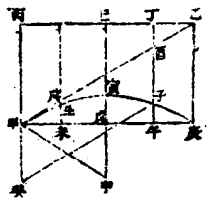
論拋物之理

凡物拋於空中除垂綫外任何方向為地心力所加必令物行於曲綫此曲綫可以前八卷中之理論之



如圖甲乙為拋物方向綫不論何速設若干秒中依平速當行至酉又設物在甲時為地力攝引同時刻中當行至癸合此二速必令物行至子準動理第三例甲癸必等於酉子且平行由此可見拋物必行於垂面

第一款 從某點將物拋出以某速行於某綫求地平面上拋綫界



如圖甲為某點甲乙為拋物方向甲子庚為拋物綫甲庚為地平面上拋綫界若干秒中準拋力平速當過甲乙路準地力漸加速當過乙庚路故有等數

甲乙——時速
乙庚——地力時二
乙庚——甲乙時速
地力時二——時速時速
時——二速時速
甲乙——二速時速
甲庚——甲乙時速
甲庚——地力時二
甲庚——時速時速

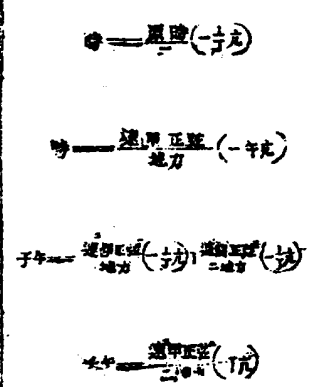
設時刻略小令物在曲綫上過甲子路則用酉子午垂綫有等數

甲酉——時速
酉子——地力時二
子午——酉子丁酉子
子午——時速時速
甲午——時速時速

設時等於甲子庚時之半寅為物所在則有等數

時——速甲時速
地力
寅庚——速甲時速
地力
寅庚——速甲時速
地力

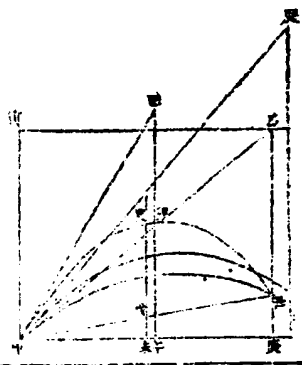
設時刻小於半原時或大於半原時原時即甲子庚時則以時刻與半原時相較餘以半原時除之得數命為元有等數



以前等數證之，亢若爲○，則時等於過甲子庚路之半。由此見拋物綫上寅點離地平最遠，恰當全時之半。

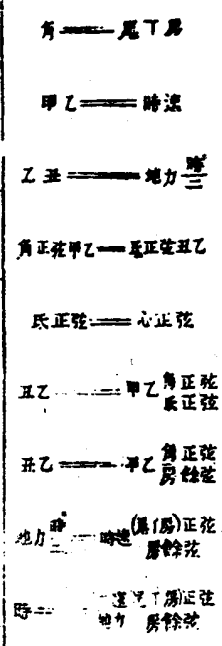
亢若同，不論或正或負，子午恆同，故子丑二點在最高寅點兩邊，離寅點等。自寅至二點時刻亦等。二點離地平綫亦等。戊午戊未路亦等，所以甲寅寅庚爲等長且等勢綫。

第二款 從某點將物拋出求斜面上拋綫界。



如圖甲爲某點，甲乙爲拋物方向，向甲丑爲斜面，乙庚爲經過界點之垂綫，甲庚爲地平面。先求若干秒中，拋物至甲丑面，命乙甲丑角爲角甲乙，丑角爲角甲乙丑，庚角爲角甲乙丑，庚角爲心乙甲，庚角爲尾則。

有等數

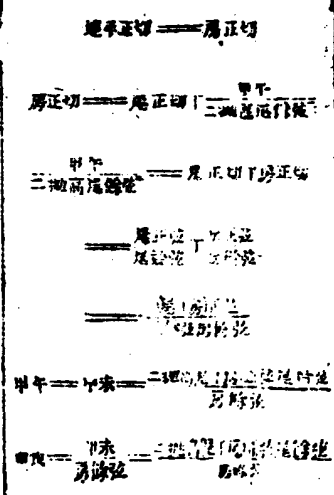


第三款 用某速拋物當用何方向令拋綫界最大。

設在地平面上有等數。倍乙甲庚角最大，拋界亦最大。令倍乙甲庚爲直角，乙甲庚爲半直角，即得。

設在斜面上亦有等數。此實數愈大，拋界亦愈大，因爲定角故也。而此實有等數如左。

83-冊-91/124

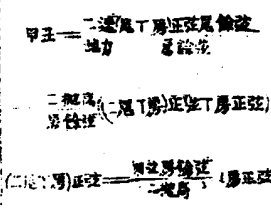


與第四款斜面拋綫界相較即知甲戌為甲丑之半。

假如從此點用某速拋物欲令至彼點當用何方向綫

甲為此點丑為彼點已知丑甲庚角即求乙甲庚角即

款圖



一尾角與尾角之數小於二直角則此題可推否則不可推命較角之外角為榮有等數

如此則可推乃以
辛壬為尾角二數
其等數如下

第一 第二 第三 第四

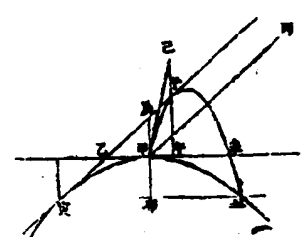
此二數俱在 之中如此拋綫有二方向得拋界同

如圖中甲辰平分丑甲亥角則等數如左

乙甲庚即辛角己甲庚即壬角甲乙甲己與甲辰成角相等即角限亦可推 設較角正弦大於一即甲丑乘

房餘弦方為實二拋高為法加房正弦大於一若甲丑太大或拋高太小則有此理而題不可推即速太小

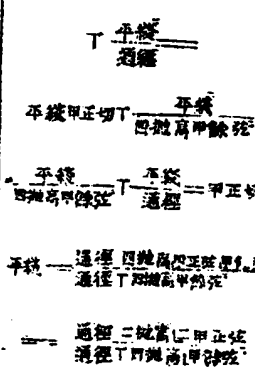
假如於山頂用某速拋物於某方向山坡為直向上之單曲綫即拋物遇於何點



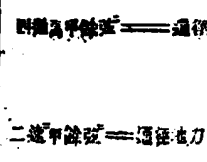
如圖甲丑為拋面與山曲面之交綫即單曲綫之一段其平綫丑卯垂綫甲卯有等數如下

垂綫負者 因曲綫例 橫軸為甲乙 之上為 正下為負 也

丑為拋物綫與單曲綫相遇之點而此二綫在丑點上
 並以甲卯為垂綫卯丑為平綫故其等數並同拋物綫
 垂綫之同數等於單曲綫正矢之同數等數如左



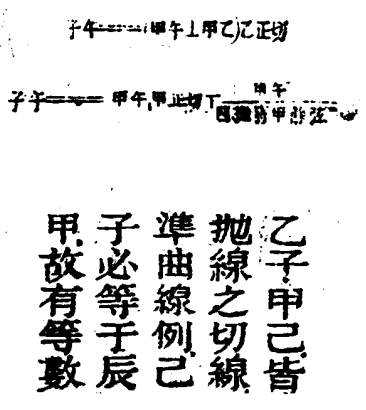
設其等數如後則平綫為無窮大拋物綫與山坡之曲
 綫面永不相遇蓋兩單曲綫必平行其通徑必相等也



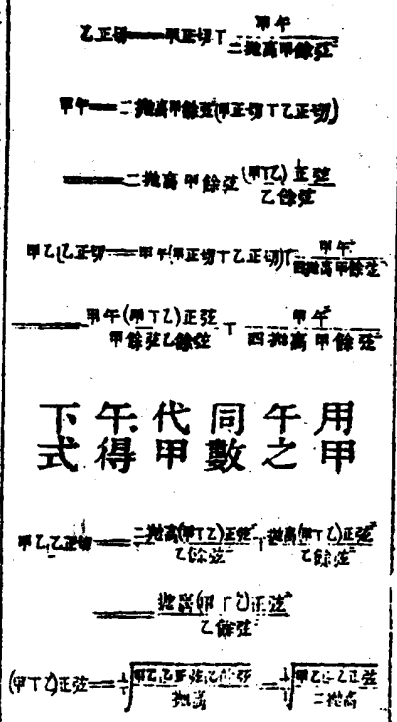
設通徑小於四拋高乘甲角餘弦方則下曲綫小於
 上曲綫拋物綫二曲綫必漸遠亦永不相遇

不論何曲綫已知垂平二綫之等數任於何點拋物即
 可推何點遇何綫也

假如於某點用某速拋物求用何方向令物切某面取
 乙子為某面與拋垂面之交綫等數如左



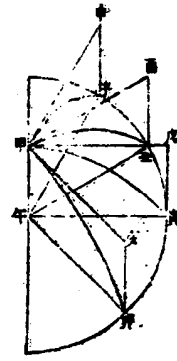
子點上拋物綫及面二方向與地平成角等故正切必
 等以乙子綫言之此正切即乙角正切故有等數



然則此題有二方向綫作甲丙綫平行於乙子二方向
 綫與甲丙成角必相等依此二方向拋物俱能令拋物
 曲綫切乙子面而過

用甲之數
 同甲代
 午得
 下式

假如於甲點將多物用同速拋出行於一箇面上之各方
向綫歷若干秒物行各至何處

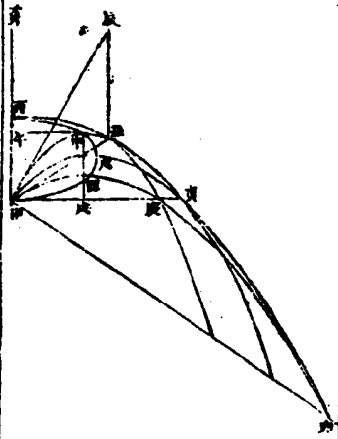


如圖甲申甲酉甲戌甲亥為
拋各物之方向綫各綫俱等
為若干秒中平速當過之路
申子酉丑戌寅亥卯各綫亦
等為若干秒中地心速當過

之路則歷若干秒各物必至子丑寅卯各點取甲午垂
綫等於申子諸綫作午子午丑寅卯等於甲申諸
綫則各物俱在平圓周午為圓心午子諸綫為半徑圓
心以地心速下行與各物下行同半徑以平速漸長
設拋物方向不在一個面上則歷若干秒各物俱在立

圓周

假如依前題求諸曲綫頂在何點此求公



如圖甲為拋點甲
庚為拋綫界申為
曲綫頂即物至最
高界午甲為垂綫
午申為平綫午申
等於甲戌亦等於

甲庚之半戌申等於甲午申戌甲午為長方形等數如
左

申午——拋高——甲正速
——二——食速甲正速甲正速
甲午——拋高——甲正速
——甲正速——甲午
————拋高——甲正速甲正速
下式 題得 準前
申午——四拋高——甲正速(——甲正速)
————四拋高——甲正速(——甲正速)
————四拋高——甲正速
————拋高——甲正速
————拋高——甲正速

此即橢圓等數橢圓小軸等於甲丙拋高大軸為倍拋
高即倍小軸則拋物綫頂即橢圓頂

假如從甲點作甲丑甲寅甲卯為諸面上之最大拋綫界
將各物用同速在甲點拋出求丑寅卯諸點聯之成何
綫

命庚甲丑角為九丙甲丑角為氏有等數
單曲綫以四拋高為通徑則亦
有此等數故知丑寅卯諸點聯
之成單曲綫甲為曲線心

設諸物方向綫上之速等數如上則從甲點拋出
諸物所成諸單曲綫必切此單曲綫而過不能出
此綫之外試以各切點與甲點作聯綫其理自明

作甲辰綫平分亥甲丑角即二款圖則曲線心甲必在甲丑

卷一

四

重

卷一

綫上所以甲申丑及丙丑二曲綫之切綫同在丑點試
作辰丑平行於丙甲切綫必平分甲丑辰角故丙丑寅
卯曲綫必切諸拋物曲綫

中學卷一終

83-44-91/26

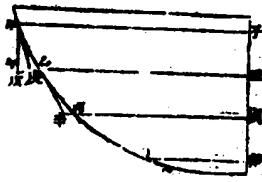
英國艾約瑟口譯

海爾李書蘭筆述

論物行於曲綫之理

凡物強之使行於曲綫則本力分爲二力一爲逐點之對力一爲曲綫上之力逐點之對力直交於曲綫亦直交於物行方向綫故物速大小與此力無涉欲求物速必用曲綫上之分力及分力所生之速乃可推物速之大小

第一款 物用地力行於曲綫任至某點所得之速與空中中下墜至某點地平綫時所得之速同



如圖物在甲用某速行至丁甲子丁卯俱爲地平綫直交於子卯垂綫則物在空中自子至卯與曲綫上自甲至丁所得之速同試將甲丁分爲甲乙乙丙丙丁諸分作乙丑丙寅地平綫分子卯爲子丑丑寅寅卯諸分物用長加力過曲綫甲乙路以平速論之乙丙丙丁俱爲平速各等於甲乙速如甲乙乙丙諸分愈多愈小則卯點所得之速漸近於丁點所得之速 甲庚爲甲點切綫遇丑乙綫於庚作甲戊垂綫又作庚戊直交於甲庚以甲戊爲甲點地力率分爲甲庚庚戊二力

庚戊爲曲綫對力所消物行自甲點後以甲庚爲率故甲庚爲實甲戊爲法實如法而一即甲點之能力引長丑庚遇甲戊於干即有比例

- 一率 甲戊
- 二率 甲庚
- 三率 甲庚
- 四率 甲午

故在曲綫方向上甲點之能力有等數

設能力平加於甲乙乙丙丙丁諸分準前有等數

諸分皆同將諸等數并之得下式

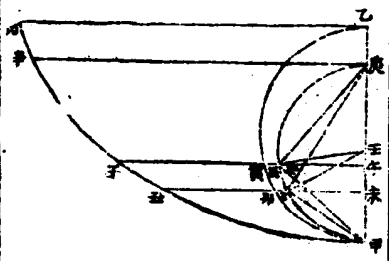
設甲乙乙丙愈小所生之速愈近於曲綫之實速則甲乙爲實甲庚爲法乙丙爲實乙辛爲法所得諸數愈近於一以界數言之有等數

準前卷言物自空中以甲速下行至卯在卯所得之速

方亦等於此數則垂綫所得之速與曲綫所得之速等
 任何力以諸平行方向加於行曲綫之物上動理總
 同等數如左

設此物從丁點起彼物從卯點起用同速上行至甲子
 二點得速必等因上行丁甲所減之速與下行甲丁所
 加之速必相等也故等於子卯之速即等於卯子之速
 設有各物用同速上行於各曲綫從所至點作垂綫
 至底點之地平綫俱相等則各曲綫上所得之速亦俱
 相等因上行於曲綫與上行其垂綫得速必等故也

第二款 求擺綫上物下行時刻大小



如圖甲為擺綫底點辛為物下
 行之初點乙甲為垂綫庚辛為
 地平綫交垂綫於庚子午亦為
 地平綫交甲庚半圓周於辰交
 垂綫於午則辛子路所得之速
 與庚午路所得之速等觀前款
 自明故有等數

又取甲乙
 二點為界
 作甲寅乙
 半圓令甲
 寅通弦為
 甲子之半
 詳附則有
 等數

近午點
 取未點
 作丑未
 綫平行
 於子午
 有等數

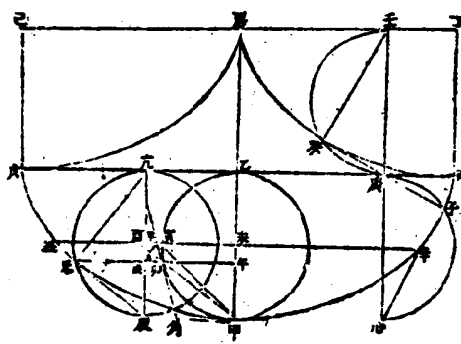
設物以
 子速平
 動過子
 丑路則
 子丑時
 刻有等
 數

分全時為無數子丑時且令子丑時小至無窮則辛子
 中有無數小時其和幾近於辛子路所歷之時作庚己
 聯綫交甲辰於癸因甲癸庚角幾近於甲辰庚直角癸
 辰亦幾近於甲辰少甲己則無窮界數之等數如左

設欲求下行辛
 甲全曲綫之總
 時以倍直角代
 庚壬辰角即得

設欲求辛子總時將各
 小時并之即得如無數
 辰壬己角之即得庚
 壬辰角也故有等數

設物下行過底點甲復上行於甲之又一邊求其時刻



附擺綫四款從別書移附此

如圖物自辛下行至甲復
自甲上行至丑甲丑等於
辛甲則甲丑時必等於辛
甲時有等數

下行時刻與辛點
無涉無論從曲綫
何點下行時刻皆
等故丙甲為等時
刻綫

辛甲丑時一二三四五
萬

如前圖亢氏辰平圓周旋行於丙乙戊直綫則圓周
氏點所過必成曲綫名曰擺綫平圓一周氏點始於
丙而終於戊成丙子甲戊曲綫將丙戊平分於乙作
甲乙綫直交於丙戊甲為氏點經過半路之點則分
此曲綫為甲丙甲戊等勢等長二曲綫甲乙為擺綫
軸丙戊為界綫甲為底點平圓周為擺綫母即命為
母綫

第一款 午卯氏半弦直交甲乙軸卯氏等於卯甲
弧綫 氏點行至氏母綫行至辰氏亢弧綫與戊亢

直綫逐點相合則二綫必等亦等於乙卯而甲卯乙
半圓周與戊乙直綫逐點相合則亦必等戊亢既等
於乙卯則所餘亢乙必等於所餘卯甲氏戊等於卯
午故卯氏等於戊午則亦等於亢乙所以卯氏等卯
甲弧綫

第二款 擺綫上氏點之切綫必平行於甲卯通弦
設以亢為定點令母綫不行於乙戊綫而環行於
亢點則一周畢氏點之方向仍同然則氏點方向必
直交於氏亢與氏辰方向同故戊氏擺綫在氏點之
方向亦與氏辰同所以氏辰為切綫而氏辰平行於
卯甲故氏點切綫必與卯甲通弦平行

第三款 氏甲擺綫等於兩個甲卯直綫 試近午
卯氏作未寅丑平行綫次引長甲卯過寅丑於酉次
作卯點之切綫角申過寅丑於申過甲點切綫於角
次作申亥綫直交於卯酉因角甲等於角卯故角甲
卯角等於角卯甲角亦等於酉卯申角亦等於甲酉
寅角所以卯酉申角等於酉卯申角而申卯等於申
酉卯亥等於酉亥則卯酉等於倍卯亥設寅點漸近
卯點申點必漸近寅點亥申至極小時必與甲為心
寅為界所作之弧綫合而為一而卯亥為甲寅甲卯

反比例若時刻為定數則地力與擺長比例恆同。設
歷時一秒擺動一次名為秒擺有等數。

倫頓北極出地五十一度半於無風氣空中用秒擺二十七寸九五六一此可測地力有等數如下。
時——
風氣空中用秒擺二十七寸九五六一此可測地力有等數如下。
時——
風氣空中用秒擺二十七寸九五六一此可測地力有等數如下。

假如擺長一十七尺四寸七二五六二五求擺動一次歷時幾何
時——
求得一秒半即所歷之時也

假如擺動一次歷時三十秒求擺長若干
時——
求得二千五百一十六尺又百分寸之四十九即擺長也

第四款 擺略大略小求一晝夜加減次數
如某地北極出地若干度分一晝夜空中擺動若干次
歷時八萬六千四百秒有等數

設一晝夜擺動次數與一晝夜秒數甚相近則擺長與秒擺長亦甚相近其相近之較數可推

假如秒擺略加長其加長之數為甲求一晝夜擺動少若干次所少之次為乙有等數

因乙甚微法實中皆可簡之等數如下
甲——
乙——

假如秒擺加長百分之一求一晝夜擺動少若干次
求得一十五又二分之一即所少次數設秒擺略減短求一晝夜多若干次法同

第五款 地力略大略小求一晝夜秒擺加減次數
準前論擺長為定數時刻與地力之平方根恆有反比例故有等數

設將倫頓秒擺移置地力略大處一晝夜擺動次數必多於一晝夜秒數擺疾故也若移置地力略小處一晝夜擺動次數必少於一晝夜秒數擺遲故也地力所變甚微命為甲可用自斤致佳之

變甚微命為甲可用自斤致佳之

設一晝夜
擺動所多
次數為丙
則有下式

去丙方
者因丙
甚小故
可去也

原地力 (-1)
地力 (-1)
原地力 (-1)
地力 (-1)

甲 $\frac{2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10}{1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10}$
乙 $\frac{1}{100}$
丙 $\frac{1}{100}$

假如赤道地之秒擺移置南北極地一晝夜擺動加多三百次求赤道地方與二極地方比例率

求得赤道地方與二極地方若一百四十
四與一百四十五

假如將秒擺移置山巔求一晝夜擺動減少若干次 距地心綫自乘方與地方有反比例地半徑加山高為山巔距地心綫有等數

因山高比
地半徑為
甚小故等
數改如下

等數中
與
相等不論地方加減
恆同緣地方或加或
減與此同變也有等
數

山巔地力 (-1)
地力 (-1)
山巔地力 (-1)
地力 (-1)

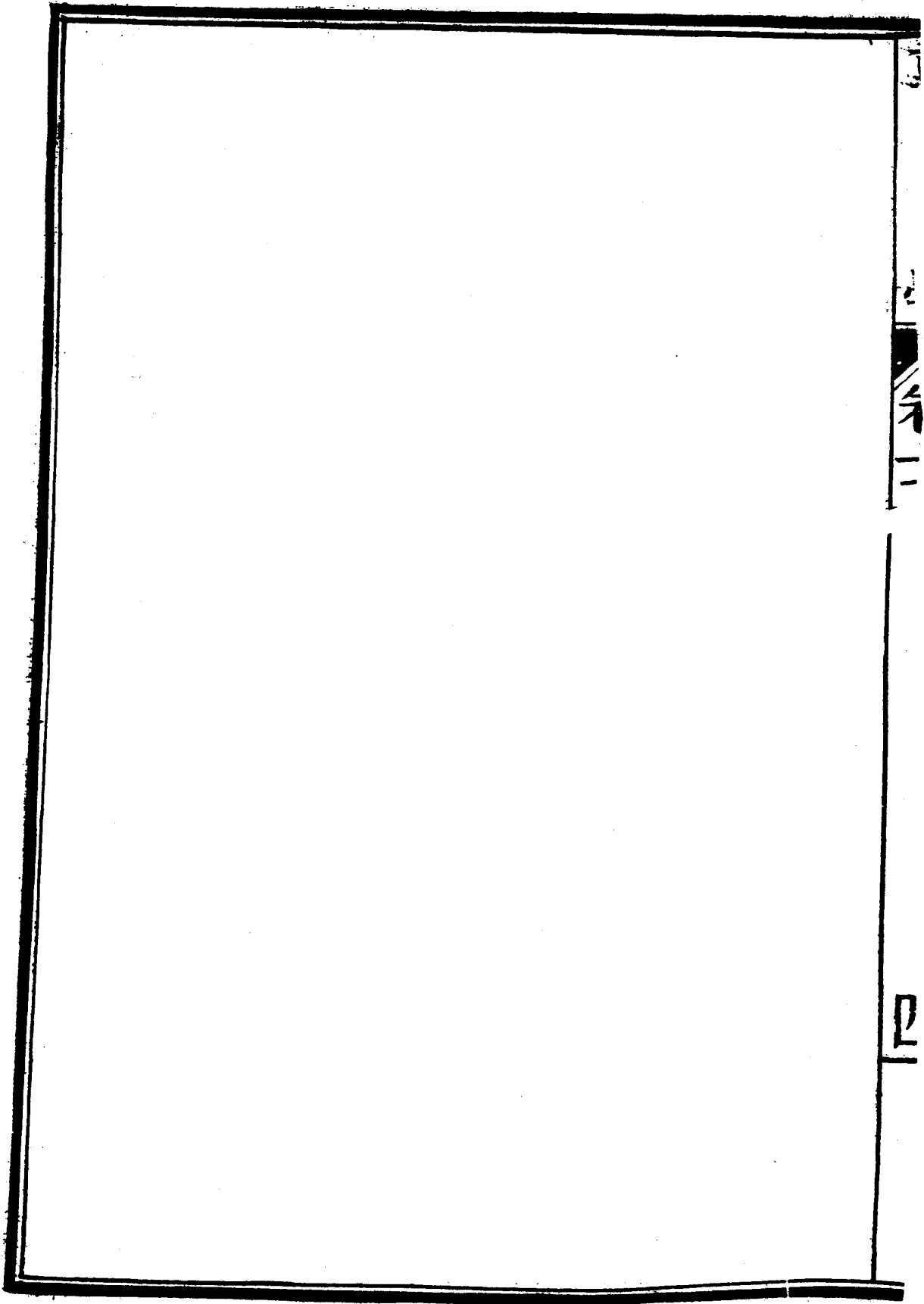
甲 $\frac{2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10}{1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10}$
乙 $\frac{1}{100}$
丙 $\frac{1}{100}$

設地半徑為一萬二千里山高為三里求一晝夜少若干次

求得二十一次又十分次之六即所少次數

鐘擺所行有各種曲綫平圓綫亦其一也將索一端着於一點一端繫物行於空中必成平圓綫若將索傳於某曲綫面物往來時合索與曲綫面離乍合則物所行必成某曲綫而諸曲綫中以擺綫為最妙蓋擺綫乃等時之曲綫物行於此綫無論用其全用其半用其幾分乃至用其極微之一分往來一次時刻俱等也 擺動一次時刻與擺長平方根恆有比例與地方平方根恆有反比例 風氣阻力及他阻力因綫之長短而異而時刻不變 此綫之理雖妙而作之甚難故今鐘擺仍行平圓綫 擺綫之妙在時刻不變平圓綫則弧必愈小愈準愈大乃愈不準故擺行於平圓綫若弧度極小亦與擺綫之理同設有三擺其長一為一為四一為九則各動一次其時刻之比例必為一二三 已上所推擺理不論擺之體質若論體質須求擺心擺心點之離懸點一如無重擺之下端離懸點 車輪行時其周之各點必行擺綫大鳥巢於高山自上飛下或自下飛上無可測量嘗有明算者細觀其飛以為亦行於此

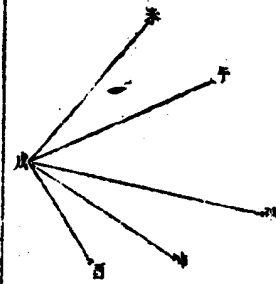
綫 凡羽族用本重本力行於此綫一若有他力加之
不論路遠近必同時至底點 近有人造行於擺綫之
擺雖不甚確然已略相近亦能令擺動同時同次 設
有物自一點下行至他點不用垂綫則擺綫爲最速直
綫及各種曲綫皆不及也



英國艾約瑟口譯
海甯李善蘭筆述

論動體繞定軸之理

前數卷中但論能力直加於諸點之理今論質點加於堅
繞繞行定軸之理與前質體加於懸綫諸款義亦相通蓋
用索聯之與用堅綫聯之其理一也設有多質點各用堅
綫聯於定軸環繞時必互相引動此可以動理第三例明
之



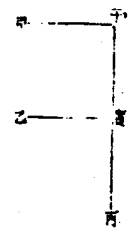
如圖甲未午申諸質點以戊甲戊未戊午戊申諸堅綫

聯於戊軸若甲點動諸點亦動各
點速與甲速有定比例欲明甲動
之理必先求各點互相引動故甲
點之動不得僅以動理第三例直
加能力論之必兼論諸點相引時
或生動或阻動凡一切堅體俱可以此理通之蓋大質
體可分為無數細質點故理同也 大體旋轉時無數
細質點各用所加能力互相引動 大質體如輪軸諸
器有能力加於一點必令無數點俱動而無數點又各
自有抵力與他點成桿理以相引動此卷專明諸點互

相引動之理 動理第三例論能力非直加而為轉加
動力與抵力恆有比例故力分為二有動力有抵力各
點上所加而生之動力名為實力別抵力加於體上名
為加力此加力在加點生動不能滿率因連於各處處
處引動故也 每點上實生之動力必異於應生之動
力為各點相引動而異也

合質體動時以靜重學之理言之抵力動力必等

如圖丙為軸丙子為加於軸之堅綫
令物環繞丙軸寅丙為子丙之半能
力或加於子_甲或倍加於寅_乙所生



動力相等可見抵力加於合質體與相等質距積所生
之動力恆等然則力加於物令物繞軸行必生實力於
各點蓋體通能力與桿理同也所謂實力即各點一秒
中所生之動力不論實力加力皆以動力為率動力者
合體乘長加力或質積乘所生速上已明實力加力方
向直加必相等之理若為轉加亦無不等蓋用法測之
而知其然也

第一款 凡諸力生動於合質體在各處所減動力必相
抵定

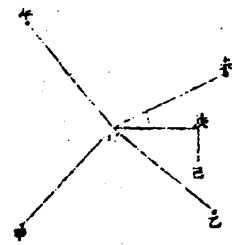
如午為質點子為午點空中當生之速設癸為時率千

重學卷十三

乘癸為午點歷時率中當生之速寅乘秒為午點左體
 中歷一秒實生之速 分子癸為丑癸寅癸二速能生
 癸速於時率中之長加力即為子故生子速之動力即
 午乘子能生丑乘癸寅乘癸二速在時率中之動力即
 午乘丑午乘寅故午乘子動力可分為午乘丑午乘寅
 二動力午乘寅為有用之動力午乘丑為午點所減之力
 再取未卯辰巳配午子丑寅為屬於別點之質速申酉
 戌亥又屬於一點各點所減之力為未乘辰申乘戌以
 靜重學言之午乘子未乘卯申乘酉各抵力與午乘丑
 未乘辰申乘戌各通力同能即午乘丑午乘寅未乘辰
 未乘卯申乘戌申乘亥各力同能

如此所減動力有正有負負者為所減力正者
 即為所加力如未點不加能力則未乘寅為力
 未乘辰必等於負未乘巳蓋所減之力為負未乘巳則
 所加之力亦必為未乘巳也然則不論何質體他處加
 減之能力必相抵定如前論質體繞定軸以本力對力
 相等之理言之是也

設有諸力加於環繞定軸之質體或若干角動
 動先論所生之動不計外來抵力與軸之動但明合質體
 動之理



如圖合質體中有午未甲乙諸點同
 在一面繞戊軸而動戊軸與諸點所
 在之面成直角有己力令質體動求
 各點上所生之質長加力設己力直
 加於戊庚取申酉丙丁為午未甲乙
 之質長加力申乘午酉乘未丙乘甲丁乘乙為質動力
 各動力必直交於戊午戊未戊甲戊乙因動之方向直
 加故也所以有加力己直加於戊庚則有質力申乘午
 酉乘未丙乘甲丁乘乙直加於戊午戊未戊甲戊乙證
 以前條且證以桿理有等數如左

午未甲乙各以相等角速繞戊點各點方向
 速與戊午戊未戊甲戊乙必恆有比例故凡
 速改變必依此比例而生改變之長加力在
 同時中亦必有此比例

一率 申
 二率 酉
 三率 戊午
 四率 戊未

前等數 中易以 此二數 得下式

餘點俱進此

0 2 1 2 1 5 2

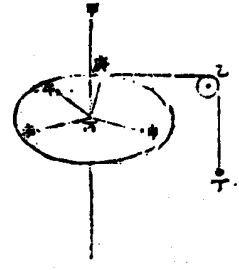
設庚點 設有多能
 距軸綫 力加於質
 為一則 體則如下
 如下式 式
 多能力中如
 有方向與餘
 力對面者則
 記負號

庚點實生長加力有等數

由此觀之動不能傳因午
 未諸力阻之庚點上午之
 阻力等於午乘戊午方為
 實如戊庚方而一各點之
 阻力皆可類推

準前款理推之各點實力與各點距軸綫恆有比例
 設己力與戊庚為定數則各點實力亦為定數而諸動
 必為平加速設己力非定數則當用變動之等數
 設所加能力為他質體之重則他質體亦在午未甲諸

點中

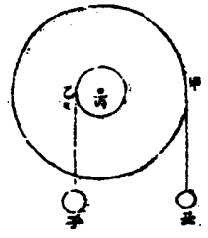


如圖午未申等質點在一地平面環
 繞甲丙垂軸丁重以索過乙滑車直
 加於丙庚半徑丁速與某力加於丙
 庚面速同所以合質體動之能力或
 在丁或在庚點並同

故在丁之實生力等於在庚
 之實生力 圖中午未動力
 之比同於諸物質體積
 之比故等數實中之丁重數
 亦係動力

設午未申諸點不同在直交軸之一箇面內則等數中
 之三綫以辛午壬未癸申諸距軸綫易之理亦同

前圖己重加於戊庚半徑乃用索直加於庚索為己重
 拉直在極微時中與己重加庚無異因索上在己之拉
 力與在半徑端之對力相等故加己之實生力等於加
 半徑端之抵力而本力與實生力
 仍相平設有子丑二重以索纏於
 輪軸丙為軸心用前等數于丑之
 力或加於本體或加於軸乙點及
 輪甲點理俱同因索恆直交於半

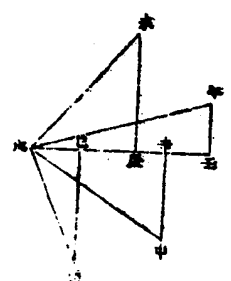


徑之端故也
 質點當靜時有不肯動之性當動時有不肯靜之性此
 力名質阻力質阻力大小之比同於質大小之比以質
 體繞軸言之各點之質阻力以離軸遠近而異與力加
 於桿之理同但桿之實生動力等於力乘距定點綫而

質體旋動之質阻力以質體乘距軸綫方為率此數名
 質阻率各點質阻率并之為合體質阻率 設質體諸
 點非分離各處乃并為一體則其質阻率為諸質阻率
 之和假如諸點為午一午二午三等距軸綫為戊午一
 戊午二戊午三等有能力已直加於距軸綫之庚點則
 庚點上之長加力有等數

凡有和號者乃諸微分之和
 此即合體質阻率 設有數
 為乾令等數如下則乾即環
 軸半徑詳下卷
 此諸點各乘距
 軸綫方之和
 此諸點之和

第二款 諸質點合體加於地平軸求地力加於各點之
 長加力



如圖戊為動軸午未申酉為諸質
 點作地中綫從戊點直交於午壬
 未庚申辛酉己諸垂綫所加動力
 為午未申酉諸點之重午點實生
 長加力為辰卯有等數

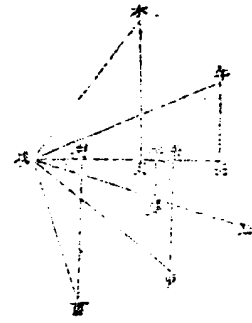
諸實動力有等
 數如午點之實
 動力為辰乘午
 未申酉
 申酉

戊壬戌庚戌辛戌己直交於前諸力方向戊午戌未戌
 申戌酉直交於後諸力方向午點動力乃午點質乘地
 力各點動力即各點質乘地力加力實力相平與掉理
 同有等數

取癸點
 為合體
 重心作
 癸子綫
 直交於
 地中有
 等數
 正易為負而法中之項仍俱為
 正因諸點環行成軸故諸實長
 加力恆在一個方向也

再求未
 點實生
 長加力
 命此力
 為已有
 等數
 取癸點
 為合體
 重心作
 癸子綫
 直交於
 地中有
 等數

第三款 有堅合體環繞於地平軸體中各點漸加速
 同求何處一點與地力攝引同
 如圖丑點在戊癸綫上其長加力有等數



五長加力——戊丑戊辰力與正統德力
和(午戌午)

設去合體僅
置一點於丑
則有等數

丑長加力——地力與正統

因此一點一節行於戊丑半徑之弧綫故也此弧綫在
丑點之方向與地平面所成角必等於戊丑綫與垂綫所
成角

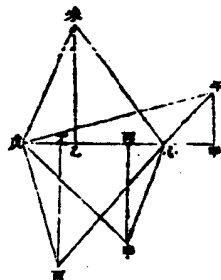
以地力在
斜面上證
之見十有
等數
今欲求丑點
二長加力若
何而等必令
等數如下

戊丑戊辰——和(午戌午)
戊丑——和(午戌午)

丑點之綫心點在戊癸綫在何方向此綫上之丑點或
為單質點或為合體中之一點其長加力同所以戊丑
擺合體動與丑一點動其次數無異
合體擺次數與戊癸長擺
次數等進前等數其極微
次中時刻有式如下

命戊午為天戊心為地和午為人則有等數

已知質阻率及重心求離軸之擺心擺之合
體或以諸點聯之或以諸質體作之理俱同
第四款 合體質阻率準戊軸言之設別有一軸平行於
戊軸經過重心亦有質阻率又合體收於重心亦有質
阻率亦以戊
軸言之并後二質阻率與原質阻率等



設再作未乙申丙酉丁諸綫直交於戊心則有諸等數

如圖合體繞行於戊軸午未
申酉為諸質點以直交於軸
之面言之則心點為午未申
酉諸點之重心作午甲綫直
交於戊心則有等數

戊午——戊心午未二戊心甲

戊癸——戊心1心癸丁二戊心心乙
戊申——戊心1心申丁二戊心心丙
戊酉——戊心1心酉丁二戊心心丁
午戌午未戌未1...——戊心(午未1...)

上午心午1未心未1...1二戊(午心申丁未心乙丁申心丙丁酉心丁)

因重
心有
等數

午心甲丁未心乙丁申心丙丁...——○

午心甲丁未心乙丁申心丙丁...——○

此為重心
周質阻率
此聚於心
點為戊軸
質阻率
此為原質
阻率

命戊午為天戊心為地和午為人則有等數

注戊——戊心
注戊——戊心
注戊——戊心

已知心點周質阻率即知戊點周質阻率。

凡平行於軸之諸軸周質阻率俱大於心點周質阻率。

第五款 懸點擺心點有互易之理懸點作擺心則擺心

作懸點

即諸質點即諸質

點乘環軸半徑方心點

即乘點度為懸點丑為

擺心交為重心

注戊——戊心
注戊——戊心

注戊——戊心
注戊——戊心

注戊——戊心
注戊——戊心

注戊——戊心
注戊——戊心

戊丑既因及戊心心不變戊丑亦不變 試以心為

心戊為界作平圓綫於擺面即直交於此平圓綫上任

取何點作懸點戊丑終不變故逐點懸之擺次俱同也

若以心為心丑為界作平圓綫此平圓綫上任取何

點作懸點擺次亦俱同也

重學卷十三終

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

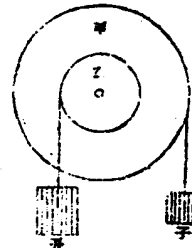
論器動

此卷用前所推得之理求諸助力器之長加力及諸器互相生動之長加力已知長加力用和分法推其動和分法見別畫

論環繞定軸之理

第一款 推輪軸上所加之重長加力

如圖子丑二重以素繩於甲乙二輪二輪共一地平軸命二輪之半徑為庚辛全質為午環軸半徑為乾甲乙



器繞本軸徑之質阻率為乾方乘午取午體內一質點命為未所加之力為子乘地力距軸綫為庚負力為丑乘地力距軸綫為辛有等數如左

質阻率一庚和未一乾方
功未一丁地力庚丁地力辛
子乘地力一子乘丁地力庚方
子乘地力一子乘丁地力庚方

方向自
上而下

子乘丁地力庚方
子乘丁地力庚方

方向自
下而上

此二數為定數若求得之力為定力則器動可推

設丑乘辛大於子乘庚則力生動必在對面方向丑雖

重

重
第一日

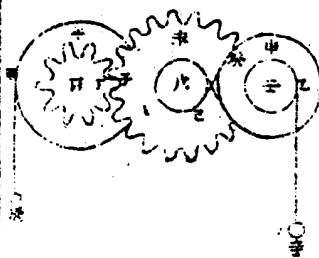
本非動力必下行也

命于索力為角乘地力于因重下行因索力上行故有等數

命丑索力為元
乘地力
有等數

動心抵力因子丑而生必等於二索力之和則必有等於二索力和之對力阻之依靜重學之理器上之力必相定故動心抵力有等數

第二款 推聯輪軸上所加之重長加力



如圖諸輪與諸軸相加或用兩如丁子或用索如已發理同設更用別加法亦同 命第一輪軸二半徑為角為元第二輪軸二半徑為庚為房第三輪軸二半徑為心為尾

所加之力在甲為庚乘地力在乙為辛乘地力其方向對面以靜重學理言之辛乘地力之對力在庚有等數

故生動於角路之力
每路即等
甲距丙等
數如下

取午乘乾方未乘坤方申乘震方為各輪質阻率在丙取天為庚實長加力因各長加力之比如各速之比故有等數

因庚實長加力為天故無論距丙綫若何長短在午輪上實長加速恆等於天乘亢為實角為法假如有質點寅命此離丙點之綫為丑則實動力有等數

此力繞行丙點之時
動力有等數

此即甲點之全力故又有等數

此推之未輪子點之全實動力有等數

此推之未全實動力有等數

此推之未全實動力有等數

此推之未全實動力有等數

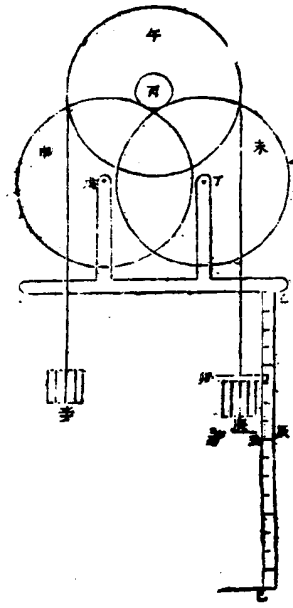
因器本理令又辛重以此推之
合體繞丙之實長加
力等於甲點
之力故有式
數
辛重在甲
點之動力
有等數

繞丙點之動率
如下
有用
如下

準前理命
亢實角法
為日房實
氏法為月
尾實心法
為星則有
等數

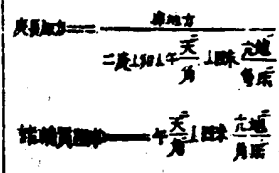
重體向地心之方成路與遠阿德符突用器測之以證明

算術
如圖庚辛二相等重以細索懸於滑車午將小重卯加



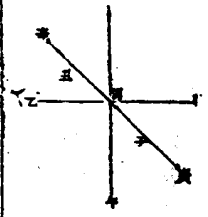
於庚上
庚辛二
重懸於
二空圓
柱中柱
之大小

相等令風氣阻力相等則遲速亦相等午車軸丙極小
又加未申二減阻力之輪則軸上面阻力幾等於無矣
測時刻須用擺測路須用尺如乙法令卯體略大則庚
重過圓柱口子丑時卯體不能過必關於子丑上因器
上只有一箇長加力為卯重所生故庚重過辰點後必
以辰點所得之速為平速下行至己點必止為柱底所
阻也庚自乙至子丑聞卯聲查鐘擺時刻若干至己聞
庚聲查鐘擺時刻若干乃置辰己路以二時之較除之
得速二時之較謂聞卯聲後至聞庚聲之時可證算理之不誤庚辛速
甚小因令諸輪動之卯重甚小又諸輪動率亦在漸加
速中故也未申二輪之外又有相等二輪在丙軸後
端午輪動率為午乘天方未輪動率為未乘地方午
輪軸半徑為角為元未輪軸半徑為氏為房有等數



諸輪質阻率
令速及路變
一如右邊數
之全質收於
午輪之周

第三款 求桿上二重長加力



如圖庚辛二重加於桿之子丑二端
桿質為乾重心距動心為坤桿與地
平成角為寅庚辛綫為成寅角時桿
之方向子乘寅餘弦坤乘寅餘弦丑
乘寅餘弦為動心丙點上地平綫遇庚辛及重心三垂
綫之度有等數

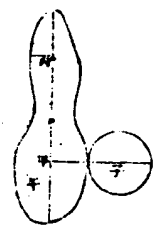
三力相乘

此動率令庚
下行以乾乘
震方為桿之
質阻率有等
數

庚長加力

此力直
加於丙
庚

第四款 有物繞行丙軸至某點時為某體用某速所擊
求繞軸加減動
動體相擊其抵力相加只在二霎時中



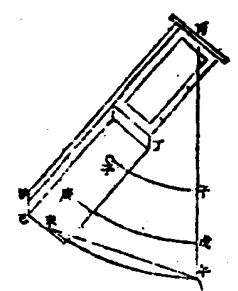
如圖子體用某速擊繞丙軸之午
體作丙甲綫直交擊時抵力方向
命丙甲綫為見午體之質阻率為
午乘乾方凡有能力用子甲方向

加於體無論何時所生之速一如午乘乾方為實見方
為法之質體收於甲點設將質點代體任何時中所生
之速總同 以此而知子體用端速直擊丙甲合體於
甲與擊午乘乾方為實見方為法之午體收於甲點無
異 設體質極堅無凸力則擊後午必以子速行準動
理第三例擊前後之質乘速同命擊後甲點速率為邦
有等數

擊後若無他力相加午體必依
平速繞軸行如軸平於地平地
力加之則上行速盡必下行矣

設體質有凸力依前凸力條求之擊後子午二體必分
行
設非正相擊且二體之面極平滑則用直交擊面過切
點之綫求其分力

羅頻士造器名曰彈擺用此條之理以考鎗砲彈子之速
如圖丙甲為鐵面懸於地平軸丙鐵面上有木板丁己



鐵面靜時用鉛子打穿木板於
子令鐵面擺動於午未弧欲知
午未通弦以細綫繫於擺之未
點穿過午點小穴擺之未點行
至己則綫從穴出自午至未一

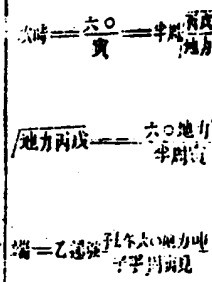
段不復回穴可量而知 鉛子雖洞木遇鐵而止戊為
鐵面并鉛子之擺心擺之本動與全質體收於戊點相
同以此而知戊點上行至庚之弧綫與下行至最卑點
時之弧綫等命此弧度為乙角則戊點下行過乙角弧
所得之速即等於依直綫下墜過乙角正矢路所得之
速故有等數

準前在 一率 戊速
最卑點 二率 甲速 得戊速之
甲速有 三率 丙戊 等數如左
等數 四率 丙子

丙距鐵板鉛
子和之重心
命為坤準前
卷有等數

83-91/174

設彈擺擊後一分中擺動次數命為實則有等數



赫敦立測磁子速法用索懸磁於架開磁時視磁退行
 若干弧度即乙角磁與相連諸物之共重即午蓋懸物
 加減速或由於物擊或由於本凸力理無異也在磁軸
 所生之質乘速即子乘端蓋本方向磁子之質乘速等
 於對面方向懸物之質乘速也依此推得磁子一秒中
 速在一千六百與二千英尺之間

論輓動之理

圓體輓時體周各點遞合於綫之各點或遞合於面之各點

圓體有輓動必生過面動有過面動亦必生輓動

如有索繫於體體輓時索或纏上體周或卸下體周此
 軸無定處與繞定軸之理不同輓動時諸動之方向俱
 若直交過輓軸之面而逐時輓軸恆平行於過重心之
 原輓軸原輓軸或不過重心亦平行也

第五款 重心行於直綫體或纏於綫或卸於綫求諸生

動力之和及諸動率

體自平行於本方向重心離本處至末處又離所至之
 處再至末處逐時不同故各點之動可分為輓動過面
 動生動力若不變可以一秒中所生之速為率蓋各點
 之速可分為二則所加之速與生動力皆可分為二也
 動力生於輓動亦生於過面動故二動俱為動力之源
 設重心之動所生長加力為子則午乘子為午點過
 面動所生之動力而各動力之和為午乘子之和因各
 動力平行且相等也若全質為未則亦等於子乘未
 各平行力午乘子之并力必經過合體之重心亦必在
 重心方向綫上所以任取繞重心之一點言之依重心
 方向諸動率之和必等於〇假如午點距過重心之輓
 軸為甲此點有實長加力丑則午乘甲乘丑為午點之
 實動力此力直交甲半徑作午點縱橫二綫命為天地
 以重心言之二綫在輓面上分實動力為二力天地與
 甲成三角形甲天地三邊直交本力及二分力三方向
 綫三邊與三力必有比例故以諸力方向言之午乘地
 乘丑負午乘天乘丑為午乘甲乘丑之分力以天地二
 綫言之和午乘甲乘丑為和午乘地乘丑負和午乘天
 乘丑之并力惟和午乘地乘丑等於丑乘和午乘地亦

等於○以重心之理證之自明

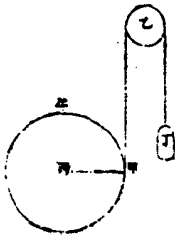
準前論由輓動之理所生諸實動力之并力亦等於○以過重心軸言之午乘甲乘丑之動率為午乘甲方乘丑諸動率之和有等數

未乘乾方即軸之質阻率

由此可見加於全質未上諸實動力無異於未乘子力加於重心其方向即重心所行之直綫諸力之動率即未乘乾方乘丑之動率未乘乾方乘丑之力所以令合體環繞重心故各點逐時所在之處有二力一子力即重心動所生之實力一丑力即本點距過重心輓軸動所生之實力本點距軸當作一

第六款 有圓柱卸於索索過定滑車一端有他重求

圓柱動



如圖午為圓柱體卸於甲乙丁索索經過乙滑車一端有丁重求午體動滑車之質阻力不論甲乙丁之索力有定數命為癸乘地力午體之質阻率為午乘乾方重心上之實長加力為子各點距軸

之實長加力為丑半徑為壬所加之力有二一癸乘地力在圓周甲點上行一午乘地力在重心丙點下行所加之力及實力即生加減力必有對面等力此二力之動率等以靜重學之理證之有等數

設丁點之實長加力為寅有等數

丙甲半徑平於地平設丙點以庚速下行甲點以辛速上行以丙言之甲點之速為庚加辛甲繞丙之速為庚

則輓動所生實長加力有等數

$$\begin{aligned} & \text{子} \times \text{寅} = \text{壬} \times \text{癸} \\ & \text{丁} \times \text{地力} = \text{壬} \times \text{地力} \\ & \text{二丁} \times \text{地力} = (\text{子} \times \text{寅} + \text{壬} \times \text{癸}) \times \text{地力} \\ & \text{癸} = \frac{\text{二丁} \times \text{地力}}{\text{丁} \times \text{寅} + \text{壬} \times \text{癸}} \end{aligned}$$

準此推之得左式

此三力皆為定率所以午體重心下行及丁重下行及

$$\begin{aligned} & \text{子} \times \text{地力} = \text{壬} \times \text{地力} \\ & \text{二丁} \times \text{地力} = (\text{子} \times \text{寅} + \text{壬} \times \text{癸}) \times \text{地力} \\ & \text{癸} = \frac{\text{二丁} \times \text{地力}}{\text{丁} \times \text{寅} + \text{壬} \times \text{癸}} \end{aligned}$$

83册 91/25

聯動皆為平加速

設子為負 如此壬必小於乾即

壬必上行 子為負 設寅為負

如下式 丁必上行如下式

午體不必全圓但卸索處可當圓周其軸必經過重心

索之垂面必直交軸亦必經過重心

設圓柱空而極薄壬半徑即為全質距心緩則乾等於

壬有等數如左

設等質之實圓柱則乾方等於壬方之半 見別有等數

第七款 圓柱卸下於垂索索之一端着於定點求長加

力



如圖午為圓柱體卸下於甲乙
索索之上端乙着於定點依前
款設丁重不上不下一如甲乙

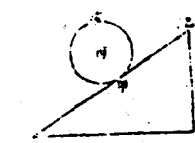
索着於乙定點則動理如前而丁長加力等於○有等數

設空圓 柱其周 甚薄則 有等數

設等質之實 圓柱有等數

設為球體 則有等數

設索非垂緩而加於斜面其理亦同惟地力改用地力 乘地平角正弦

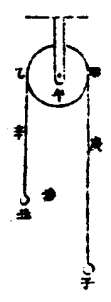


力——地力平角正弦

設午體無索以斜面阻力令午不為直動而為輓動其
理亦同惟索力改用斜面阻力假如無面阻力直動之
長加力為一則有面阻力輓動之長加力空圓柱為二
分之一實圓柱為三分之二球為七分之五

論滑車動

第八款 彼重引此重用靜滑車求長加力



如圖子重引丑重其索經過午滑車午乘乾方為滑車質阻率命滑車半徑為角子重下行之

實長加力為天即令丑重上行之實長加力甲子索力為庚乘地力乙丑索力為辛乘地力所以加於滑車周之索力為庚乘地力少辛乘地力則有等數

天——庚(乘)地力
 子——(子)地力
 丑——(丑)地力
 辛——(辛)地力
 甲——(甲)地力
 乙——(乙)地力

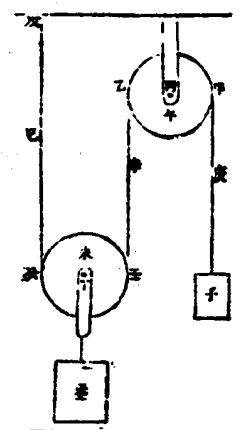
此所得二等數一以千乘乾方乘之一以角方乘之併得左式

甲子乙丑二索力等數如下

天——庚(乘)地力
 子——(子)地力
 丑——(丑)地力
 辛——(辛)地力
 甲——(甲)地力
 乙——(乙)地力

由此觀之二索在滑車周索力隨處不同子甲索力有若干分加於滑車令轉其餘分別加於乙丑也第一款中輪軸半徑設相等則其等數與滑車同

第九款 一動一靜二滑車索平行求長加力



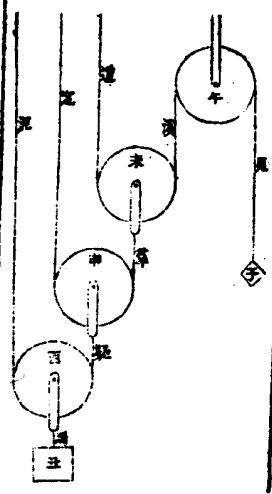
如圖子丑為二重午未為二滑車午乘乾方未乘坤方為質阻率角亢為二滑車半徑甲子索力為庚乘地力乙丑索力為辛乘地力癸戌索力為己乘地力子長加力為天午車周實生動長加力亦為天丑長加力為天之半因速減半故也設癸為索上定點未心丁必以子半速上行則癸繞丁點行亦如子半速未車有加力有實力以加力言之辛乘地力已乘地力上行丑乘地力下行未乘地力以實力言之丑長加力為半天未周繞丁長加力亦為半天故繞丁之力等於天其距軸綫為一準前款繞丁動率等於天即有等數

乘地力癸戌索力為己乘地力子長加力為天午車周實生動長加力亦為天丑長加力為天之半因速減半故也設癸為索上定點未心丁必以子半速上行則癸繞丁點行亦如子半速未車有加力有實力以加力言之辛乘地力已乘地力上行丑乘地力下行未乘地力以實力言之丑長加力為半天未周繞丁長加力亦為半天故繞丁之力等於天其距軸綫為一準前款繞丁動率等於天即有等數

論丁之動率如下
 丁之動率如下
 丁之動率如下
 丁之動率如下

如下數等有另
 天——(天)地力
 子——(子)地力
 丑——(丑)地力
 辛——(辛)地力
 甲——(甲)地力
 乙——(乙)地力

第十款 連滑車求長加力



如圖午未申酉一
靜諸動連滑車索
俱平行午乘乾方
未乘坤方申乘震
方酉乘巽方為滑

二等 數并 之得 下式

又以前 二等數 之并改 為下式

以此二 式并之 得下式

依此等 數索力 亦可推

車質阻率用兀氏房為滑車半徑天為子實長加力天
為實二為法為未長加力天為實二之平方為法為申
長加力天為實二之立方為法為酉長加力準前款理
亦為午未申酉周實生動之長加力見溪羣疑端透定
泥各乘地力為索力以上款未車之理論各車有等數

餘做此 移
左之負為右
之正又消去
透定諸力得
下式

子地力 = 子天見地力
見地力 = 子天見地力
子地力 = 子天見地力
見地力 = 子天見地力

第十一款 不論何器令地力加之各點速之比例率為
定數求長加力

命子為器之一體設午為重物加於子體令器不動處
處相定則子少午乘地力為所加生動之力子速為角
丑寅等體諸速為兀氏等子體上實長加力為天因諸
力之比例為諸速微分至無窮小時末得數之比例故
有等數

餘做 此以 左消 右得 下式

如此 等數 之理 顯矣 未索 力即 舉丑 之力 故有 等數

前等數 中端乘 地力以 此消 即得子 長加力 之等數 如下

任有若干滑車俱做此 此第一式連滑車也二式三
式其理亦同

子地力 = 子天見地力
見地力 = 子天見地力
子地力 = 子天見地力
見地力 = 子天見地力

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

論動面阻力 此卷斤尺里等俱用英制

凡二動體相擊相磨其中必有面阻力能減動速故用若干力當生之動必減小然生若干動當用之力必加大

如載物器或有輪或無輪行時面上皆有面阻力輪之繞行定軸軸上亦有面阻力又物之有樞紐者如運水器內之舌亦有面阻力其理一也面阻力有三等一相

磨阻力如載物器行於平面不為輾動而為直動無輪於車或光滑之石以平面行於水面阻力俱極小不在此例又如軸轉於小孔內又

如圓面轉於定點此等時既久面阻力皆能令物動漸遲而靜欲令長動必頻加力二輾動阻力如圓柱體

轉於地平面此阻力較小於相磨阻力以其由兩面相合而生非相磨而生也圓柱轉時阻力之比如抵力之

比亦如圓柱全徑之反比即此可見輪愈大則動愈速也三輪轉阻力輪輾於路齒磨於孔輪軸兩周均有阻

力任減其一全阻力亦減小故或平厥路或膏厥軸其速略相等也 凡面阻力必等於物動方向對面減速

之抵力欲消除之當加抵力於本力方向 靜重學不

言力生動加減速但言力令物定然能令物平動之力等於能消阻動之力蓋物有質阻率而無偏動偏靜之性若阻動力或能抵平或盡消去物必以平速前行卷諸款自明由此而知令物平動之力可用靜重學之理并

動理第一例推之

第一款 用等於面阻力之力令物行於地平面上速必恆平

因阻力與推力為對面相等二力所生之加減速相消恰盡物之前行一似無力加之故仍以本速平動 假

如物行於地平面面阻力為物重三分之一用抵力亦如物重三分之一加於物行方向則物以平速行 令

物以平速行之力名曰牽力車輪大小異牽力亦異路之質性異牽力亦異今測得牽力之率石路物重二千

斤牽力小者三十二斤大者三十九斤路極不平處至四十八斤火石路英國或用火石鋪路物重千斤牽力六十四斤

平鐵軌路牽力或為物重二百四十分之一或為三百分之一平石路為七十分之一石子路為十五分之一

第二款 物行時面阻力與遲速無涉即有涉亦甚微

近有人用大於牽力之力引物於平面試之知物有平

加速然則令物動之力必為長加力故生動之抵力亦

為長抵力蓋生動之抵力恆等於牽力面阻力之較因
 彼力不變故此力亦不變也 又動初之面阻力大於
 動時之面阻力或云加倍或云若九與二既動以後此
 阻力永不變也 若軟質之物行於平面則行愈速阻
 力愈大

第三款 車行於路若以同比例率減小路之最大斜面
 令面阻力減小則當用之牽力亦減小

斜面角正弦減小之比同於牽力減小之比在斜面上
 存重定之力等於股為實弦為法假如斜面二丈最高
 一尺面阻力不論令重定之力為重二十分之一此力
 等於令車以平速動之牽力牽力或恰抵消或更加大
 斜面阻力可作平面阻力論因抵力略相似也如平面
 阻力等於一為實十二為法斜面最大阻力等於一為
 實二十為法則常牽力為一二三最大牽力為加一二三即
 等於二二三也 又測得車行最大牽力為二若減小面阻
 力至等於一為實六十為法而斜面不變則常牽力為
 一六最大牽力為加一二三即等於一二五為四倍常牽力
 也然則常牽力減至五分之一最大牽力減至二分之
 一無此牽力即不能令車行於此路設減小斜面最大
 阻力等於一為實四十五為法則最大牽力為一六加

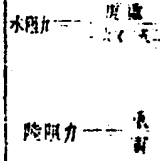
二五即七五為倍常牽力又三分之一較前所得最大
 牽力三五為二十四分之七也設鐵軌路面阻力為重
 二百四十分之一斜面上令重定之力為重二十分之
 一動初牽力為二二加二二即三四即斜面上牽力大
 於平面十三倍然則路有最大斜面雖能減小阻力如
 鐵軌路亦無益因斜面加牽力太大故也設減小鐵軌
 路斜面令阻力等於一為實三百為法則牽力為二四
 加一二三即三四較前所得最大牽力三四為六十五分
 之九由此觀之設欲平治道路令重車可駕一馬而行
 必減小斜面不然雖光滑無益必用二馬也

凡用速小則水路利於陸路用速大則陸路利於水路蓋
 行水路時必以水阻力為牽力而水阻力漸大比例較大
 於速方漸大比例若陸路則無論速之大小面阻力恆同
 也故車或五小時行十里或一小時行十里牽力無異而
 舟則一小時行十里較五小時行十里者牽力須加至二
 十五倍

近有人測兩船並重四萬七千零四十斤一船一小時
 行二里半用牽力七十七斤一船一小時行幾四里用
 牽力三百零八斤然則速之比例若五與八則水阻力
 之比例若二與四也速方之比為二十五與六十四以

83-91/54

較水阻力之比則水阻力大矣設有車無論一乘連乘與船等重陸路面阻力為寅分重之一以此面阻力作水阻力變大變小與速方變大變小比例恆同重四萬七千零四十九斤水行四里水阻力三百零八斤約為一百五十二分重之一若使水阻力變大變小之比若速方變大變小之比設一小時內用庚速行水路有等數如左



寅乘庚方若小於二千四百三十二即十六與百五十二相乘之數水阻力小於陸阻力設寅為已知數必有某速令水阻力等於陸阻力漸小於此速水阻力亦漸小漸大於此速水阻力亦漸大如陸阻力為七十二分重之一速方小於三十三則水路利於陸路蓋凡水速必在一小時六里以內方為便利再大則不及陸路矣舟行速至一小時八里以外水阻力增率甚緩與算理不合或云因船太速高出水面故也或云生動於水處處不同水陸二路又有載重之較鐵軌路極光滑滑車輪抵力不過七千零七十斤石路極光滑滑車輪抵力不過四千五

百斤惟水路抵力視船與水之大小船重并倚重等於舟腹入水之等體水重詳見流

車學卷十五終

三

皇

系三

一

英國艾約瑟口譯

海爾李善蘭筆述

論諸器利用

用牛馬水火風氣等力可代人力馬牛以引車風水以轉輪而火輪機車出生鐵及煤於礦大火輪機引重於鐵路皆利用也論其要則所生之變動不一而變動之大小可以一律推之蓋力與變動必有可測之比例也

凡利用之器其速可以平速論之

第一款 凡用器所加之抵力幾等於所去之阻力以勝重學

之理

所加抵力為長加力。如用車抵力等於面阻力加斜面重分力。若平路則無重分力。用風或牛磨麥磨石轉時其阻力幾等於當用之抵力。舉煤及生鐵諸重物舉力必等於所舉重大火輪車動時生抵力於本方向必大於路之面阻力及他阻力。究之抵力不過抵平阻力不能生動。略加力即生動矣。力長加則器可長動。今不論動速。故生動之力不妨極小。與抵平阻力之力無涉。抵平阻力之力亦能令器以本有之速平動也。器或不平動速有增減。當思有以通之。如恆升車一下一舉

水再下再舉水利用即減因本盤有阻力故也必另造

玉衡兩車相連用時一上一下則水泉湧出力少功倍

矣見奇器圖說 外輪之用最廣令外輪動之力或平加或

參差加則外輪生力於程功之處亦然外輪乃器之末輪亦名飛輪

第二款 器之程功以所加之力乘所過之路為率

力增則功亦增比例極同如車重加倍或所舉之重加

倍所過之路不變則所程之功必加倍矣 設所過之

路加倍所程之功亦必加倍如引車行六里較三里為

加倍功舉重高二十尺較十尺為加倍功又如磨石阻

力同則兩轉較一轉亦為加倍功於此可見抵力及路

苟有一變則所程之功亦變故程功之率為力乘路也

設所程之功分為若干等分如舉一千斤高二十尺其

功之率為一千乘二十分一千斤為十分每分一百斤

分二十尺為二分每分十尺則每百斤兩次舉之初次

舉高十尺二次舉又高十尺所程之功等若分一千斤

為百分每分十斤舉之俱高二十尺人工及器每次往

還之力俱不論所程之功亦等也可見所程之功與作

工遲速無涉

第三款 作工或用器或不用器所程之功等

器不論精粗遲速行極微路時作工者加于力於極微

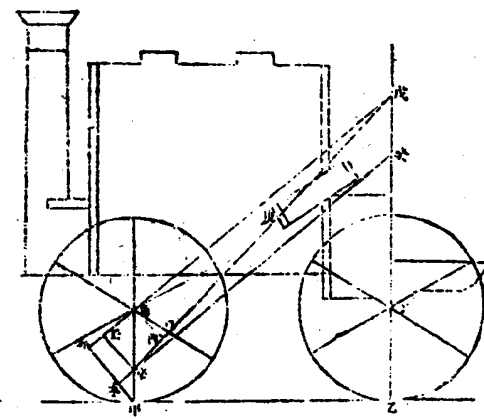
路中生丑力於程功處命加力處之路為甲程功處之路為乙以第一款証之子丑二力相平於器上甲乙為子丑二處同時中當過之路故子乘甲等於丑乘乙而子乘甲即作工者過乙路時分中所程之功丑乘乙乃作工者於同時分中用器所程之功知此款理自明矣

如獄囚一小時中升轉輪梯一千尺設身重一百五十斤所程之功為舉一百五十斤過一千尺則子乘甲等於一百五十乘一千設其輪為磨物之器此數仍為程功之率設直動變為觀動如火輪之推機令外輪轉行若進退一次輪轉一周則推機抵力子乘倍推機路甲等於直加外輪半徑之抵力丑乘輪周即乙直加力即令器平動諸阻力之對力今不論令輪初動之力但論動時令輪以平速行之力

前論作工以器全力加於程功處有時所生之動為本力對力之較如火輪車是也

第四款 火輪車加力於輪令輪動車亦動是為動心輪當用之力與靜心輪同靜心輪阻力加於輪周故力同

如圖丙丁為前後二輪之軸甲乙為路丙己為轉軸曲柄用己庚鐵條加於丙己之已點令丙己曲柄與甲丙輪同繞丙軸有二相等對力為鐵條所生一加於己點一加於庚點設引長己庚遇甲丙於辛遇乙丁於戊則



加於甲丙輪之力一如在辛點加於車之對力一如在戊點作丙戊聯綫又作辛癸綫與丙戊平行戊辛辛戊為己庚二點本力對力之率而戊辛為癸辛丙辛之并力然丙辛力在甲點則等於無故丙甲輪上雖癸辛為有用力辛戊為癸戊丙戊之并力癸戊消乙點之抵力丙戊令丙點向戊而行所以有癸辛丙戊二力加於甲丙輪令輪轉於甲乙綫上車動之阻力一如在丙點上其方向直交丙甲命此力為申作甲未午綫直交丙戊辛癸則諸力及諸阻力以得理證之必相定命癸辛力即丙戊力為戊作丙酉綫直交戊辛作辛壬綫直交丙戊又命庚己所出之抵力為子有等數

一率 子
二率 戊
三率 戊辛 辛壬 午未
四率 戊丙 丙酉 丙酉

子又丙酉 = 戊X午未
申X丙甲 = 子X丙酉

如此申戊子三方所出之能等設丙為定點子力用庚已鐵條及丙己曲柄生動於輪周申力為對力與車行於丙丁綫丙為動點無異 用庚已條所加之力在丙下為推力在丙上為拉力設庚點連於推機以水氣令之動此推拉二力必與推機進退一次相應他利用器其理亦然如舟之櫓當作輪半徑繞行於樞水阻力加於櫓稍與手力進退一次相應

第五款 火輪車以平速行推機抵力乘倍推機路等於阻力乘輪周

命阻力為申推機上之平抵力為丑推機路為辰輪全徑為巳推機過倍辰輪必一周周上諸點經過之路等於周率乘巳丑與申相平以三卷之理證之有等數

本款推機之實抵力為丑若推機之全抵力為丑風氣抵力為卯則實抵力為丑少卯有等數

本款只論一推機設有二推機平抵力為丑等數同前故作工用火輪機器欲測其所程之功與他器同

凡以器作工者器之抵力乘路恆等於所加抵力乘所過之路為作工者之能率火輪機用煤百斤舉高一尺乘其力若干為火輪機之能率火輪機當程之功異於

實程之功

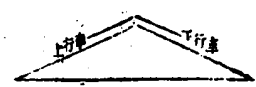
作工之利用有定質重有流質重有定質凸力有流質流力如水有流質漲力如氣有人畜能力而煤炭為能力之源能令水化為氣故也諸能力中不論恆暫俱為實力者重與漲力是也其他用時則生用過則止若干時中生若干力皆有定率可推

第一論定質重

重即地力用以生動其利甚廣如用於鐘表能令擺動能令錘動又如大斧劈物又如西國打樁器全用地力凡用物重以生動當程之功為重乘路假如重千斤下行十尺其功為一萬若改用器或舉一萬斤高一尺或舉一斤高一萬尺所程之功俱等以其乘得之數相等也

以物重為生動之力如斜面鐵路用重車下行引輕車上行其下行之車非平動因地力有長加速故也凡生動力與阻力相平於動器上則必平動而此法一上行一下行生動力與阻力平尚不能動必藉他力助之即地力所生長加速也此為自行車路法

假如有自行車路高一百尺長四千尺有輕車一千斤以重車四千斤引之上行面阻力為二百分重之一法



以重較三千斤乘高一百尺得三十萬即當程之功也
上行車阻力以一千為實二百為法下行車阻力以四

千為實二百為法并之得二十五斤乘長四
千尺得十萬即實程之功也然則當程之功
比實程之功多三倍用此較以生動且為增
速之根若阻力為二十斤下行車力必加多

二十斤設重較二千斤斜面高為一百分長

之一則較力與阻力適相平若其高減小即不能引矣

用重或全用以生速或用十分之幾以生速以重乘本

速當行之垂路為程功之率列款如左

第六款 不論何器用重生動實程之功等於當程之功

重所生之速亦在其中

如午重自甲下墜至丙以前論證之當程之功等於午

乘甲丙設不作工全用以生速有等數

則當程之功如下式 因 故也

午下墜時有時用其重之幾分以作工如午重中減去

阻力外取未為用以作工之重乙為未重初用之點過

乙點後午重之垂長加力等於 用代地力設戊為

午已過甲乙路在乙點時之速為午過甲乙又過之

丙路在丙點時之速有等數如左

物下墜得 以此 即實程之功等
亥速時所 見前 於當程之功而
過之路命 等數 所生之速亦在
為癸則有 得下 內也蓋午乘癸
等數 式 為生速所程之

功未乘甲丙甲乙較為除阻力所程之功 動時未或

變大變小理仍同蓋甲丙少甲乙為最微可當墜路之

幾分而墜下此路時以未為定數等數同故未改變大

小理仍同也 設分全路為若干微路一一考之直至

動末理亦同 任有若干重若干阻力理總同

設子丑寅為重丁戊己為當過之路角九氏為子丑寅

用所得速當過之路午未申為抵去阻力之重辛壬癸

為午未申重當過之路推得等數如左

乾坤震為子丑寅寅得之
速坎艮巽為經過丁戊己
當得之速酉戌亥為經過
辛壬癸當得之速有等數

各體乘本速方之和名全動能以前論證之合體上所
加之能設止地力而無他力加之則合體之全動能等

83-91/5

於各體空中下墜之全動能然必加消阻力之力於全動能則本款之理難用益當消之阻力難推故也如物相擊相抵改變形狀時用若干動能亦難推也

第二論流質重

用流質重之動力與定質之理同故水當程之功為水重乘水下行之路實程之功或用抵力或用流力俱以乘得速當過之路即水重能過之路然水之速不能全用以程功故別立法如令水之各點速依垂綫上行至得速當過之路則全速已消盡一如全水不動亦有下行過此路之能故當程之功為重乘路也若實程之功則因水之各點力互相加減消去全力之幾分此幾分不加於作工之輪而加於他處不能用以程功故無論何水輪或激輪上半或激輪下半實程之功皆少於當程之功以能力之幾分消於不可推之阻力而水中又有橫流之水故也由是論之凡用水輪以舉重如用其全力則水重乘得速當過路等於所舉重乘重所過路而能力中有幾分不能增加所用之水力所用水之若干力與速有恆比例而得速當過路與速方有恆比例故所程之功與速立方有比例今英國造器者測得水激上半輪當程功即所用與實

程功比若五與四比即力水激下半輪當程功與實程功比若十與三比

第三論定質凸力

凸力之利用如巧偶鐘表入音匣之發條能生恆動如弓及捕鳥鼠之巧機能生暫動推發條之功用準繞軸漸卸時所過微路蓋推法任用何點上所加之抵力乘此點所過路為程功之率而發條動時抵力恆改變故所程之全功等於各微路乘動時各秒中所加抵力之和

第四論氣力氣動為風故

氣之力有二一漲力一動力如風竄不用火藥用氣漲力故放時無聲如西國煮肉器懸於火前器中有巧機氣感於火生動於機令肉四面旋轉用氣動力也又如風車船帆俱用氣動力推動力與流水之理同推漲力若干氣當程之功等於漲力之并重乘得速當過之路路以高下言之今用風車所程之功推得風力大小之比若速立方大小之比

第五論水氣力

水氣用漲力及被冷熱加減之能冷則氣縮熱則氣盈欲知程功之率可如他物之有凸力者推之其與他物不同者數

端詳論如左

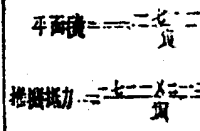
火輪器有三種其一水氣化水時令風氣加抵力之器謂之風抵力火輪其二令推機進退之水氣有二路一路水氣方泄氣盡化為水一路水氣方盛水盡化為氣互為盛衰此器水氣漲力或能大於風氣漲力其三水氣不化水長令推機向風氣而阻其抵力故水氣漲力必大於風氣漲力此器火力最大

風抵力火輪之制為推機進退於空柱中有與風氣同漲力之水氣由柱底入令推機行至柱端於是水氣化水推機為外面風氣所此行至柱底則又放水氣入行至柱端如此進退不已而水氣所程之功在退時而不進時但進退必互用以成動

第七款 以水立方積一尺化水氣求風抵力火輪當程之功

近時造器者測知與沸水同熱之水氣漲力與風氣等此水氣體較水原體大一千七百十一倍所以水立方積一尺可化水氣立方積一千七百一十一尺每方一尺抵力二千一百二十斤設容水氣之器內高一尺底面平方積一千七百一十一尺則全抵力為一千七百一十一乘二千一百二十即三百六十二萬七千三百二十斤

此氣化水後全抵力在平方積一尺內所以當程之功為三百六十二萬七千三百二十用英尺
設體高為英尺有等數



化水後推機必經過英尺然則當程之功仍為三百六十二萬七千三百二十 設推機進行之抵力略大為甲風氣加於推機之抵力為乙進退之路為卯有等數 故一進一退所程之功為乙乘卯設甲抵力非略大等數亦同 設甲等於半乙則推機進退二能力俱為乙乘卯之半英國鐵軌路所用風抵力輪多準此法

第八款 風抵力火輪用煤一斤求當程之功

測得用煤在七斤十斤之間能令立方一尺水所化水氣漲力與風氣等近又測得用煤八十四斤能令立方十尺水化為水氣用第二測則煤八斤又十分斤之四可化立方一尺水準前款八十四斤煤之功率為三六二七三二〇〇以八十四除之得四三一八二四為一斤煤之功率又減轉氣車能力為全力八分之一又減器不全空阻力及面阻力得實程之功 水與水氣有熱化冷化之別冷化器推機進退由於兩

邊水氣一邊之氣方盛，一邊之氣化水，此器水氣漲力恆大於風氣漲力，最為利用，欲增多其功，有二法：一令水氣之熱大於沸水之熱，則漲力大於風氣漲力，此非煤多不能；一令水氣漲足，自能滿器之空處，法於推機過空柱幾分時，塞閉管口，則已入之水氣漲足，令推機行至路末，此法功多而煤省，較風抵力火輪更妙。近時英國所用火輪器，空圓柱全徑八十寸，當程之功七千○五十六萬二千八百，用煤八十四斤，推得用煤一斤能舉一斤重，過八十四萬尺。用英尺

大抵力火輪推機進退於空圓柱內，推機一邊有水氣，一邊有外面之風氣，而水氣漲力大於風氣漲力，令推機向風氣一邊而行，至柱端管口立塞，水氣入於此邊，此邊之管口自開，兩邊風水二氣互變，令推機復向此邊而行，至柱底如此一開一塞，推機遂進退不已。

第九款 求大抵力火輪當程之功

此必先知用煤一斤可生若干漲力之水氣，又必知水氣由鍋至空柱過管口時減去漲力之幾分，已知空柱內水氣漲力，即可推當程之功，設題如左：

假如大抵力火輪推機面平方積一百二十七寸又十分寸之二，鍋中水氣漲力每方寸多五十斤。

算 卷一

推機路二尺，行路之輪全徑三十七寸，設過路一千一百六十四尺，求當程功。推機面乘漲力較得六千三百六十斤，為推機上抵力進退之路共四尺，故進退一次之功為六千三百六十乘四，行路輪周一百十六寸，又百分寸之二十四，此輪旋一周，推機之抵輪旋十二周，有等數。英國以十二寸為一尺

為過路一千一百六十四尺時推機進退次數

此題之理：空柱中水氣漲力與鍋中等

造器者用此題推得行路輪全阻力一千八百二十九斤，乘所過路一千一百六十四尺，得二百二十二萬八千九百五十六，為實程之功。實程功異於當程功，半由他阻力，半由空柱中鍋中漲力不同，又推得此器化一尺水用煤十八斤或二十斤。

假如用此器之小者，空圓柱徑八寸，推機路四尺五寸，與恆升車見奇器圖說相連，恆升車全徑十八寸半，推機路四尺五寸，舉水廿八尺，一小時用煤八十斤，一分中推機行十八次，求所程功。

四

凡水高一尺
每方寸面上
之抵力為千
分斤之四百
三十四

二六八八
二六八八
三二六六五

推機路四尺半乘十八次得八十一尺又以一小時六十分乘之得四千八百六十尺為一小時所行之路以水重三千二百六十六斤半乘之得一千五百八十七萬五千一百九十為一小時所程之功以煤八十斤除之得十九萬八千四百三十九又八分之七為一斤煤所程之功 因恆升車與火器推機路等故抵力必等令二器平然則火器推機上抵力亦三千二百六十六斤半

以推機面除抵力得
六十五斤為每方寸
面實抵力即水氣風
氣二漲力之較

火輪車平動時抵力令速恆平蓋阻力與速無涉推機抵力亦與速無涉設車在中道變速而行其漲力在空圓柱內前後略同惟生水氣有遲速之異耳

第十款 大抵力風抵力二火輪用煤之較

大抵力火輪車重二千二百二十斤行一里用煤半斤設面阻力為二百四十分重之一則二千二百二十斤面阻力為九斤又四分之二一里所程之功為九又四分之一乘五千二百八十英國以五千二百八十尺為一里得四萬八千八百四十為半斤煤所程功倍之得九萬七千六百八十為一斤煤所程功與第八款風抵力火輪一斤煤所程功相較差三十三萬四千一百四十四為大抵力小於風抵力之功 用倍大大抵力火輪所程之功與所用之煤比例略同程功不論遲速蓋功之遲速由於水化氣之遲速氣非別氣乃應有若干漲力之氣故鍋面受火愈多速愈大風愈急速亦愈大若能令無用之水氣盡出氣門風必增急可令速增至無窮大求化氣遲速當另設款今不具論

第六論人畜能力

人或升梯或登山必以足力舉己之身
假如山高一萬尺人登其巔身重一百五十斤求所程功以一萬乘一百五十得一百五十萬即功也
假如脚夫舉重六十八斤升梯高三十六尺一日六十六次身重一百四十斤求所程功

以三十六尺乘六十六得二千三百七十六為路總六十八加一百四十得二百〇八為重總乘路總得四十九萬四千二百〇八為所程功其少於前題者身外有他重故也身外之重愈少則人力愈有用又此題有下行前題無下行也

假如舉錘打椿錘重一千二百九十五斤舉高四尺七寸六分每日三十八人作工十小時一小時舉三百六十次求一人一日之功

以十小時乘次數得三千六百為總次以錘重乘之得四百六十六萬二千為總重又以舉高乘之得二千二百九十九萬一千一百二十為實三十八人為法除之得五十八萬三千九百七十七即功也

假如有人用力十五斤半於一分中轉輪二十次能力所加之周七尺五寸四分每日作工六小時求所程功以三百六十分乘二十次得七千二百為總次以用力乘之得十一萬一千六百又以輪周乘之得八十四萬一千四百六十四即功也

假如有人舉重三百七十斤一分中升高十尺求所程功以十尺乘三百七十得三千七百即功也

假如有人舉重五百五十斤一分中升高十尺每日作工

六小時求所程功

以三百六十分乘五百五十又以十尺乘之得一百九十八萬即功也

假如井中有物重二百斤以索過滑車令馬引之凡八小時而出一小時行二里半求所程功

以八小時乘二里半得二十即舉二百斤過二十里也以里法五千二百八十尺乘之得十萬〇五千六百又以二百斤乘之得二千一百十二萬即功也

假如馬在平地引重一千斤九小而行廿五里阻力為十二分重之一求一分中所程功

以廿四約之得
 功一 $\frac{25 \times 1000}{12}$ 二七〇
 下式 $\frac{25 \times 1000}{12}$ 二七〇
 求得四萬〇七百四十又二十七分之二十即功也

或云馬力能於一分中舉五百五十斤過四十尺即二萬二千斤過一尺為馬力之率

第十一款 人畜能力之較

人畜能力以靜體為最大行則力必減小行至極速則人畜之力不能程功僅能令身動耳 假如命人速為午用以引重速變大則力小速變小則力大其式如左

一則驗

知設午為○則人不行為二十八斤八若二小時行
置二里則力減為十二斤八一小時行四里則力減至
三斤二而一小時行六里為極速之限速至限則力減
盡無功可程矣 欲知程功若干用所有之力乘一小
時所過之路其式如左

里 二 三 四 五 六

功 〇 〇 〇 〇 〇

故人速一小時二里所程之功為最大
命馬速率為午即一小時 其式如左

設午為○則馬不動力為一百四十四斤設一
小時行一里則力減為一百二十一斤一分中

所過路等於五千二百八十尺為實六十分為法實如

法而一得八十八尺以力一百二十一乘之得一萬〇

六百四十八為一分中所程功 設一小時行四里則

力減為六十四斤一分中所過路等於五千二百八十

尺為實十五分為法實如法而一得三百五十二尺以

力六十四乘之得二萬二千五百二十八為一分中所

程功

假如有車重一萬六千斤行於平路用八馬引之一小時

行二里半每日行八小時求一馬一日所程之功

設阻力為 十二分重 之一則有
式 一功一〇〇〇X二〇
一功一〇〇〇〇〇〇
一功一〇〇〇〇〇〇〇
一功一〇〇〇〇〇〇〇〇

設車重四千斤一小時行十里則必十馬引之每日行
二小時一馬之功為四百斤乘二十里即四千斤乘二
里所程之功較前僅得五之一車速故也

善蘭案題與款不合蓋又一說兩存之也

第十二款 人畜與火輪煤能力之較

準前論用煤一斤能力八十四萬而一人一日中能
力一百五十萬則人一日之能力約倍於煤一斤之能
力

準前論火輪推機上抵力乘一分中所過路為一分中
所程功而推機上抵力與推機面積或方或圓俱有恆
比例設用風氣抵力其可用之力為五斤又十分斤之
九即可求推機上之抵力推機為風氣抵力所加行盡
空柱中之路為半次一進一退為一次以一分中大數
乘倍路為一分中全路設題如左

假如風抵力火輪器方柱空徑九寸推機路九尺一分

中進退九次所程之功較馬力多若干倍

方徑自之得八千一百以風氣抵力乘之得四萬七千七百九十為推機抵力又以九尺乘九次得八十一尺為全路以乘推機抵力得三百八十七萬〇九百九十為實以前平地引重馬力所程功為法除之如左式

求得一分

中火輪之

功大於馬

之功九十

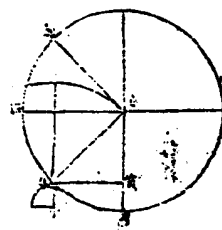
五倍強

第七論車過阻物力

車以平速行於平路其加於車動方向綫上之力必等於面阻力若以平速上行於斜面則力必等於面阻力加重之分力車之各點必以平速行於平綫設有加減則由能力加於輪軸而生蓋車之全質阻力一如收於輪軸上之力點也

車行平路突遇阻物如小石類不能行於直綫如車體甚堅阻物與輪周僅遇於一點則過此點時輪心必行於弧綫而以此點為心過後仍行於直綫也凡車過阻物時必減速欲令速不減必別加力

第十三款 令堅車過阻物速不變當用若干能力



如圖心丙心丑心辰心卯皆輪半徑
丑丁為阻物高輪過阻時丑心與
綫心丙相交之角必以阻物高為正
矢真用等於丑丁故 丑心半徑必環繞丑
而輪心新變路與平綫心辰相交之

角亦必以阻物高為正矢卯心辰與丑心命此角為九

車之平速為甲輪心初行平綫忽變方向成九角時必

減速所餘之速等於甲乘九角餘弦以前卷相擊之理

證之命輪半徑為乙阻物高為子平路長阻力為戊車

過阻物時方向綫上之能力為己車質阻力為午此力

收於輪心在曲綫時與平綫等曲綫上不論何點俱有

地力之分力加於車動方向綫上命此分力為庚則上

行時之全長加力有等數

一霎時中之變速為定數

庚所生減速之較

命曲綫最高點之速為丁自最卑至最高之路為辛

第八卷在最高點時加減之速過辛路時必變則有等

數

因^乙之能力加之故也 子為最高至最卑
之垂路則遠方之加減為倍地方乘子也而甲
乘九角餘弦為最卑點之速故有等數

欲令車在最高點
時之速與未遇阻
物時等則丁必等
於甲而九角餘弦
必等於 $\frac{乙}{乙}$ 故有
等數
與辛弧相應之
地平綫等於乙
乘九角正弦則
辛弧即等於乙
乘九角度設平
路上有阻力戊

則當用之能力有等數

此令車速
不變當用
之力與未
遇阻物時
之力相較
等數如左
因九弧甚小
亢正弦立方
以上諸數可
以不論故較
力等數如下
此右邊第
一項為上
行路所加
能力之分
力第二項
為忽改方

向震動時所加能力之分力

車過阻 設子小 若地方乘乙小
物震阻 於乙可 於甲方則地方
重阻二 去之則 之阻力必小於
力之較 比例變 車震之阻力車
比例如 為下式 之本速大於車
下 過阻時之速
假如有車一小時行十里輪徑四尺求過阻物時震阻重
阻二力之較
先求一 得一秒中十四 約得震重二
秒中之 尺又三之三乃 阻力之比若
路等數 依上所定術用 一百廿一與
如下 數推之 三十六之比
車之震阻力可以法消去之法用鋼條作墊二層下層
彎向上上層彎向下若二弓對合下層附于軸上層以
承車身過阻物時軸向上行車身下壓鋼墊略平復凸
車身不震也輪心所行之綫由直而曲由曲而直初無
定限可推故前款中車速減小自甲至於甲乘九角餘
弦若用鋼墊則無此減速設鋼墊加力於車之綫與輪

心所行之綫恆成直角則能令車改方向而不改速然則用鋼墊之車過阻物時但加抵地力分力之力而不用抵震阻力分力之力較無鋼墊車之加力減大半也

前論堅命最車過阻車點物用若之速千能力為癸有等數則有如下

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \sin \theta$$

車之下行弧綫等於上行弧綫此二弧綫與地平成角必等車仍行平路時癸減小有等數

然則車之前後二速必等故癸乘充餘弦等於甲也

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \cos \theta$$

充餘弦仍易為小可簡去之則有式

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \sin \theta$$

用此能力以過阻物是為加力若無阻物不用此力其重分力為○蓋下行所加略等於上行所減故也

設如石路似有無數阻物連綿不斷車之輪心恆不行於地平而行於弧綫各弧之心為各石之頂點設各俱等與地平成丑角則輪心離此弧至彼弧以倍丑角為改變方向之率而丑角必甚小

第十四款 無鋼墊車行於石路自抵消阻力之外當加若干力令車以平速行

仍命弧綫之最高速為下餘亦同前有等數

因車行近後弧綫時之速等於癸乘倍丑角餘弦至後弧最高點時速仍為丁故有等數如左

當另加能力合仍如故有等數

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \sin \theta$$

因丑正弦立方以上諸數甚小可不用故有左式

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \cos \theta$$

因丑角甚小餘弦幾等于一故可省又角之矢甚小可不論故有式

$$\frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{r} \sin \theta$$

路不平滑當加力以消其阻力此力與速方恆有比例
又與石高恆有正比例與輪半徑恆有反比例 用鋼
墊可減小加力車行亦不震動蓋鋼墊有凸力善消不
平鋼墊愈柔震愈小輪行有上下車體無上下車與路
俱可不傷法之盡善者也

英國文約瑟口譯

海爾李善蘭筆述

論相擊抵力之理

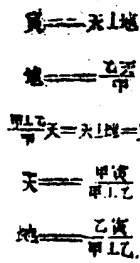
前論相擊為暫時之抵力今論歷時之久暫由於體質之剛柔如以錘擊木墩墩上抵力因錘與木之相遇而生故鐵錘之力大於紗球鐵墩所抵之能大於軟枕而錘之能力消於墩之抵力其所歷之時刻又有不同時刻愈小抵力必愈大而物性受凹愈少者時刻亦愈小蓋其時刻自兩面相遇至錘心最近所擊物心而止受凹愈少則所過之路愈小故時刻亦愈小其阻錘之對力必愈大也

欲明此理必先定凹力凸力一切諸率今權命受擊物質之率為甲所凹之路為天則所用之力為天甲即受擊物所抵定之能力又若乙為錘質之率地為面之凹路則地乙為錘擊物所出之能

第一款 此物擊彼物二物愈剛所出之力愈大

仍以天甲地乙為錘與受擊物所出之能此二能必等

命錘重為子初遇時之速為丑錘心所過路為寅寅路生於兩物之凹故有等數



加於子 命子速減 依第八卷所
之抵力 少之抵力 定之等數則
有等數 有等數 有左式

命定數 若路 路漸增
為丙則 等於 速漸減
有式 則 有等數

若速 此時錘之全 物初遇錘時抵力為
等於 速消盡凸力 漸增至等于
最大抵力亦 為最大也

設凹分為已知之數體質愈剛則凹分之凸力愈大甲乙愈小由此而知所出之能力與錘重平方根恆有比例也

此論所擊物為不可動故有此最大抵力若物能動抵力必小於此矣試以平力擊小物令物動於平力之對面方向物重及質阻率可不論物小設款如左

第二款 以錘擊釘令入他物求所過路大小 命阻力為卯錘釘初遇時釘不動至錘與釘相凹所生之能等於卯則釘動矣等數如左

重學

則相凹之力等於
卯命錘之速為癸
則釘動時有等數

初動以後錘與釘俱前行恆為阻力所阻直至錘力消
盡而止命錘釘路為申有等數

若申等
於(○)則
等數如
下而釘
不進

或丑
方小
於此
數亦
然

設丑甚大則釘所過路與釘之剛柔無涉 設丑僅能
令釘動則或加剛於錘或加剛於釘所過之路必驟大
設阻力令釘不能入而所釘之物與釘俱行與釘柔
之理同乙必加大始能入物故剛釘之入物必深於柔
釘也

錘釘俱剛則甲乙俱小而小錘用小速所
出之能等於大抵力卯所出之能故大錘
擊堅木釘其能與十四萬斤之抵力略等
如下
前論甲乙大小由於錘與物之剛柔命物之全徑為丁
有戊力加之或凹入或凸出有等數

生凹天面之
力如下式

設戊力即物質則戊為凸力率愈堅凸力率愈大甲
亦愈小鋼鐵凸力率為九百萬尺

假如用鐵錘以高生速擊鐵墩求凹深若干

鐵錘之重以鐵柱為率鐵柱之底為錘墩相遇之面設
錘為平行諸面體壬為其長有等數

設墩厚為角
在所擊之方
向線上

命路為
寅則有
等數

設錘長四分尺之一下行八尺墩厚二尺則其式如左

即一千分
尺之一為
錘墩其凹
之路

設欲求最大抵力必用前所得之等數

故最大抵力等
於四千尺高之
鐵柱壓力

設錘墩遇面方寸抵力等於立方積四萬八千方寸之

05-11-152

壓力即重一萬二千斤強

假如鐵釘入木阻力等於鐵柱之重柱之底面與釘頭遇
錘之面等命長為己求釘入木路大小

釘長為

因角小

釘入木之

角以前

於王故

路減小為

證之有

又有等

因剛

等數

數

不足故也

劈入他物若論阻力亦可依本卷例推之 天平一邊

有重一邊用物自若干高投入空盤令彼重上升物重

若干亦可以此理推之 用相擊能力以消阻力動定

之時擊力亦當適盡不然即不可推 於鐵板中鑿穴

亦用此法 打洋錢亦用此法 加重於桿之一端以

轉螺旋欲擊螺旋令之忽停所加之力必甚大蓋用相

擊能力乃欲於一霎時中消去質之重速故必用最大

能力 設於堅石中開一穴擊鐵條令入穴錘擊數次

後消去阻力則石可隨鐵條而起若柔石則不能蓋堅

石所凹甚微擊時所消阻力甚大柔石則阻力不甚大

擊時鐵與石互相讓也堅石中所去阻力即鐵條起石

之力較柔石中阻力以數倍計

重學卷十七終

111

111

重

學

卷一

一
二

英國艾約瑟口譯

海甯李善蘭筆述

總論

金木土等類為定質氣水等類為流質定質之各點凡體皆無

類是也曰重流質如油水水銀及五金熔液之類是也流

質有二力曰互攝力曰互推力二力略相等重流質亦微

此其證也所增之力即輕重二質理多同者如熱則體

增大寒則體減小此其一也測各物之性以定體增減之

率而水之體性特異至極寒時體反增大用法輪海所造

質多體少之極處此時水之質最密若寒再增水體復漸

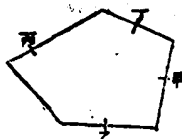
多亦最速瓶蓋因水逆論縮力

昔人論水不能令縮意大亞弗羅倫之地多格致士嘗

用空金球滿貯水密封無隙用器四面擠之水必透金出
如微露點點云水不能令縮之據也今細窮其理此不足
據只可云令水透金易于令水縮耳水實可縮何以明之
試以瓶貯淡水密封口沈海底出驗之水必變鹹蓋由淡
水縮海水入之故因思瓶之口塞必先入乃規法用銅瓶
置分釐尺于口塞旁驗縮入若干乃有定率如法測得水
深五千尺水體積縮二十分之一因其可縮而知水有凸
力瓶出海時口塞必復原處是水先縮後長有凸力也凡
編之球體疾行相擊擊點必微四即凸以令體疾回謂之凸力曰安知非銅瓶改變形狀
之故耶曰瓶之內外抵力同必無改變形狀之理故決定
為水之縮也

論抵力

定質流質抵力不同定質抵力靜動只有一箇方向即加
能力之方向是也流質抵力處處皆其方向如以水滿貯
牛胃手執其口執處抵力與各處抵力等蓋任在何處所
出抵力必通于各處與互相攝引之理無涉



如甲丙為滿貯水器于甲乙丙丁四面上
各開相等小穴用短柱塞之勿太緊令可
進退如甲柱漸進則乙丙丁諸柱必漸退
欲令不退必用等于甲柱之力阻之乙丙

丁穴任在何處皆同觀此而知抵力處處

加于流質抵力之比必同于小穴大小之比每柱抵力
可作諸餘柱抵力并力假如器之一面用相等若干柱
代之若一柱加于流質之抵力為一斤則全面抵力同
于柱數乘一斤 用此理造水抵力器設大柱大于小
柱一千倍小柱抵力一斤可抵大柱一千斤故凡流質
可當作通抵力之器別器通力有定方向流質任何方
向俱同火機器鐵鍋中水極沸時水氣漲大恐鍋裂任
于鍋上預開小穴掩以機板能自開閉水氣抵力太大
鍋欲裂時機板即自開水氣即洩亦此理也 設有鐵
鍋每徑寸之小圓面能抵二十斤抵力過此即裂或火
盛或機停水氣驟長抵力增至二十一斤機板即自開
水氣即洩洩至水氣抵力少一斤機板即自開小穴任
開于何處皆同此所謂等通抵力 流質滿貯器中密
封之即有此理器之功用聚流質各點于一處以令抵
力加于流質之各處俱等若流質不滿貯器中則亦須
論流質本重本重抵力加于下面愈下愈大四周所加
抵力不論上下處處等

論流質面形狀

流質在滿貯密封之器中流質面之形狀即器內面之形

狀今欲明流質自然所成之面試貯流質于相通諸器中
諸面高下必俱在一箇地平面上此共見共知也以理推
之乃地心攝引力加于同距心之流質大小俱等而然凡
諸物相近距地心等可作在一箇地平面上論蓋諸流質
之面為平于地平之面則地心力加于各點俱等各點必
俱定設面非平于地平則地心力加于各點有較多較少
之處而處處有不等之抵力來往其中流質全體不定矣
因此而知設四周俱定必有一小面可作地平面不問何
流質為地心力攝引理俱同如風氣小面亦必平于地平
非特地力任有何能力加于流質流質各點之面必直交
各點諸能力之并力線以此理為據合無窮水面必成球
面小面為地平面全面為球面然略近球一面而非正球面
也蓋地球旋轉生離心力離心力及地心攝力合生并力
水面必直交并力所以海面及地面當近赤道處由于球
形當二極處平于球形又近高山處水之定面形狀恆稍
變必直交所加諸能力之并力月過處月力合地心力亦
生并力并力方向異于地心力方向必令水面改變即潮
汐之理也故水面恆直交于并力并力動水面亦動也
水及水銀貯器中其面異近邊處水必略高水銀必略低
貯小管中近口之面水銀必凸水必凹此何故蓋另有二

力一流質諸點互相合力一流質與器口諸點相合力
流質面直交二合力之并力并力愈大曲度愈多互攪力
近俱有互合
力惟近有之

論平面

水之平面以小面言之與地平面略無差別若統論其大
面如海及江湖即大不同地平面乃恆為平面之切面何
為平面乃水為地心力攝引自然所成形狀之面也地球
可作球形論雖略圓陸地之面必有高阜海面定時無高
卑故海面為平曲度之球面測量而知其如此準地心攝
引之理推之亦當如此若作別形狀則面不能定矣蓋面
之諸點離地心不等則加于諸點之攝引力亦必不等故
必成球體乃俱相定也是以球面為定面今作平面論之
設地面皆水則止一箇平面今因有陸地高卑不止一箇
平面諸平面離心遠近不等而最大者為洋面他平面俱
以此為準他海面亦有高低

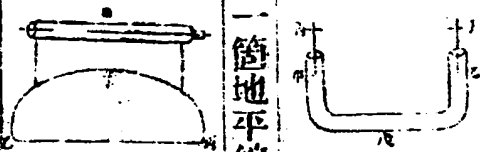
論二處流質相通必升至本平面

一箇平面上諸點距地心等則地心力加之亦必等所以
諸點若不在一箇平面不能定昔人運水入城必作引水
橋路工費極大今改用長管或地中或地面不論方向曲
折引之此有一要法聚水處必高于城中需水處能依此

法以管千百支分引之雖空樓之上取之裕如我英倫頹
國都街道之下數千百里皆埋水管家家引取入廚無行
汲于戶外者 試用相通多器列于平面大小形狀不必
同以水入一器必通於諸器且其面必彼此相平

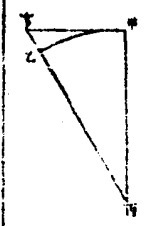
論平準器

平準器亦即前條之理也欲知兩地高卑平否必用平準
如甲戊乙為水平準兩端均向上貯水其
中水面浮甲乙二板上立甲丙乙丁二
柱長短必等丙丁二點作一小穴或置一
小木筒用時人目在丙筒平望丁筒必在
一箇地平線上因甲乙水面平故也



又如甲乙丙為燒酒平準所貯酒必盛
之精 乙丙為玻璃罐下面平上面微凸貯
酒其中微令不滿密封之不滿處有氣泡
極在最高點下面若平于地平泡恰當凸
面之中心如丁若置器不平一邊略高泡即離丁點而
至側邊之高點視泡在丁點否即知器平于地平否其
上置遠鏡如甲遠鏡軸線 平行于罐底罐底平于
地平時人目窺遠鏡所見之物俱在一箇地平面上此
亦有無用燒酒取其不冰也凡與大工不能缺此器

設在山中有彼此兩地欲測在一箇地平面上之點先
于此處任取一點平置燒酒準令泡在丁點用遠鏡測

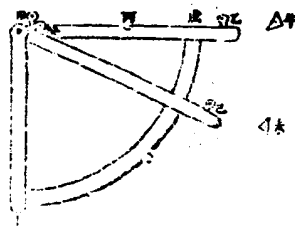


彼處之點即得如此既有二同地平點
餘處高卑俱可以此為準彼處地平點
必在遠鏡所見點下如遠鏡所見點為

丁丁在地面切線甲丁上甲之為其地面之球面
為甲之真同而點丁為甲之視同而點丁乙為視真較
測得甲乙用三角術推之而得乙丁

如欲知所觀之物下距地平線若干度須以象限儀附于
平準之下合為一器觀之

如甲乙為平準設甲乙于地平時氣泡在丙目在甲
穴窺乙穴所見之物為午則午與甲乙同一地平面丁



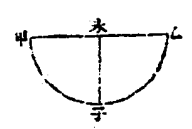
戊為象限儀癸己為活準著于甲點
旋轉于丁戊設目在癸穴窺見未物
在己穴之外查乙己度即得若未
甲乙午地平面之上須以器倒置之
令甲己線出甲乙線之上窺物小穴
中間界以細線以免視度有小差

論流質抵力愈深愈大

前論流質體為地心力及他力所加所成形狀其面恆直

交于諸力之并力線今論流質各點因地所生之抵力流

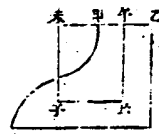
質愈深抵力愈大蓋流質定于器中各層流點自下而上
俱為地力所加澄然不動因各點抵力大小相併相抵故
也如此地力加于流質各點其各點抵力加于下面一點
而此抵力通于四周方向欲知流質壓于平面而地力
若干當以流質高乘面積得體積其重即平而抵力也設
面為六方尺流質體高三尺所求抵力等子流質十八立
方尺之重以水言之每立方尺重六十二斤半計全抵力
一千一百二十五斤



如子為下面一點甲乙為水面因水之各點俱定故自
未至子諸點可當作一條線直交甲乙水面
當水定時此線與四面之水一似不相聯屬
四面之水一如定質但此線為流質而子點
抵力僅為子未線上各點抵力所生各點向
下之力必經過未子線加于子點故子點抵力為全線
各點向下力之和即各點之全重故線愈長即水愈深抵力
愈大也

如子點不正當甲乙水面之下作子丑線平行于水面
作丑午線直交水面準前說子丑午諸質點當作二
線與四面之水一似無涉丑點抵力為丑午線上諸點

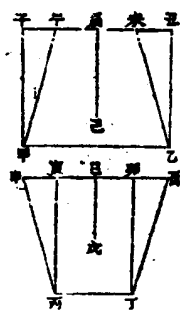
83-91/42



在何處抵力以水深論無異也

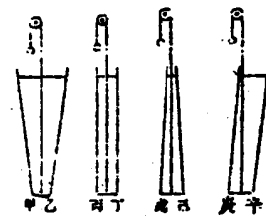
論任何面上流質之抵力

觀上條之理而知流質任何點其抵力必等于上面垂線各點向下力之和因各垂線向下力方向俱平行故任何面沈于流質中可推面上之全抵力貯流質器之面在割取一小面亦可推測以本面為底以本面重心距流質面為高乘底得體積命此體積為流質柱柱重等于面上全抵力此為已知之理欲得其詳術推之



如甲乙未午酉申丙丁為兩箇相等截頂圓錐器一順一倒貯水其中求底面抵力及旁面抵力有兩流質柱底等于抵水之面高等于底面重心距水面之線一為子甲乙丑一為寅丙丁卯因兩箇抵水之面重心距水面等故也惟旁面之重心其深淺不等上一圖甚近底如下一圖略高戊如重心高卑大異所以截錐器倒置之則重等于抵力

之流質柱卑順置之則高甲乙底之抵力大于所貯流質重丙丁底之抵力小于所貯流質重瀉水于順置之截錐器中設器之質體輕水力必令器上升因地心力小于抵力故也

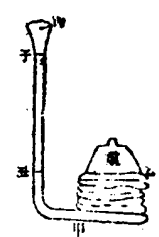


如上四圖為四貯水器甲乙丙丁戊己庚辛四底面等上面向下抵力大時底必有欲開令水流出之勢試作四活底以索着活底之心經過滑車一端懸重則重為底面上抵力之率四重大小必等乃以水徐徐入四器中令水高時時相等測知四底必同時欲開即水柱重等于滑車懸重之時也各器水柱抵力皆即器底乘水高之體積重不論器為何形狀俱同故甲乙戊己底面抵力等雖甲乙器大于戊己器不論也此理似非而實是也

論水囊箭

水囊箭上下用二木板四周綴以牛皮令不透水傍用箭管以入水

如圖于管口丙入水水流至甲令上板乙上升以重加于乙升至不可升之時乙板向上之抵力與重并板重



向下之抵力必相定當相定時設于
為管中水高丑與橐中水高等則
子丑一段水體之重即推起橐上全
重之能力子丑水體加抵力于丑面

必通全體以相等抵力加于各處等面設乙板面大于

箭管口面丑即一千倍則丑點上一斤重能抵定乙板上

一千斤重如欲令所抵之重加大至無限量其法有三

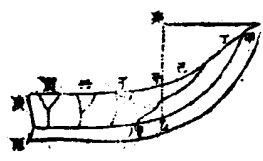
一增大木板一減小管面一增長管高可用極小水力

抵極大重若用水銀質重于水則所抵之重更大用風

氣亦妙人立于板上向管吹氣能令板載己身上行

論泉穴

土中有泉穴中之泉從土中向上直行嘗觀開井有時
水躍出高于地面數尺與上條之理同蓋地球之外皮土
石各層處處高卑不同故也

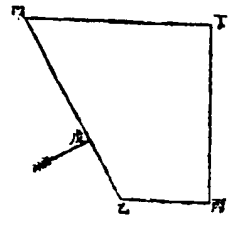


如庚丙甲為地球外皮一段甲乙丙為
沙子滿中皆水上有不通水之堅土如
丁戊堅土至戊點而盡己庚為常土與
沙子連則水必上升欲與甲點平故有
子丑寅諸泉穴虛線即泉脈設欲于辛
點開井必掘深至乙穿過丁戊掘至乙

時水必躍出至卯高與甲等設甲之一層沙子在山邊
則水躍之高必如地中抵力之率設有泉脈從山頂通
山腹山腹四周俱不通水積成數百尺高之水體加大
抵力于四周四周土石不能抵必開裂而成瀑布

論流質抵力心

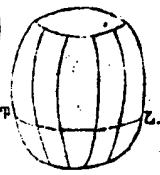
流質體所加諸力可以并力代之并力所加之點為抵力
心假如貯水器之底面為地平面則底面并力點與重心
無異因力方向皆平行并力方向俱同故也若貯水器旁
面之抵力心必在重心之下設旁面為平行四邊形抵力
心之高為三分面高之一設為等腰三角形倒置之抵力
心之高為面之中垂線二分之一正置之則為四分之一



如甲乙為貯水器平行四邊形旁面
此面活動不連于器取甲戊為甲乙
三分之二但于戊點加一抵力可令
全面不動

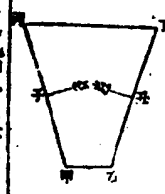
設器為桶旁有活面用條木支于外所支點離底亦為
三分桶高之一活面即不動凡水工明抵力心之理為
第一要務造水閘不用此理則不堅固蓋水閘當抵力

心點必多加能力以阻下面之水



論旁面抵力

水貯器中旁面抵力兩邊相平相定故滿貯水器無偏動于一邊之勢設于此邊開一小穴器必向彼邊自倒因去一邊之抵力故也



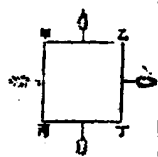
如甲乙丁丙為貯水器子丑抵力相定設于丑點開小穴則丑點無抵力子點抵力如故必令器向子點一邊自倒推

之船行海中後面放水可令船向前也因此亦可明火箭之理藥筒火發筒中四周為大抵力所加前後二面相定開其後面則後面抵力散于空中前面無相當抵力故令火箭向前而飛

論物浸流質中之理

觀定質物浸入流質中似與地力攝引之理不合如竹木之類入水必升鍍入水銀必升炊煙在風氣中或升或降雲浮風氣上與輕物浮于水無異昔希臘國彌底推得其理謂物入流質中必變輕所減本重等于等體流質重設立方體入流質中上下面平于地平即平行于流質面立體諸

面之各點必為流質抵力所抵



如圖甲乙丙丁為立方體四矢為四面抵力方向甲丙及乙丁旁面抵力必相等且相對故相抵相消甲乙面所抵上

邊之向下力等于甲乙面至流質面之流質柱重丙丁面所抵下邊之向上力等于等體流質重加上面抵力如此則加于立體者有二能力一本重有合體向下之勢一上下二面抵力之較有合體向上之勢設此二能力相等立體必定設不相等立體或升或降視本重或大或小于對面能力即上下面二面抵力之較為準

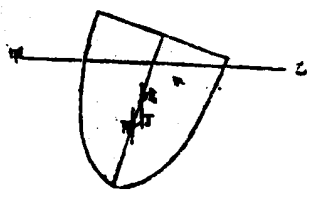
論物入流質中減重之理

物入流質中觀所減之重必因流質載之而然蓋物未入之前有等體流質先在物所居之處凡流質愈深處愈重此等體流質可當作定質體與四面流質一似不相連屬先在物所居之處不動因有向上抵力恰等于體重抵定之故也所以物入居之而定必有向上抵力載之物重必等于先所居之等體流質重如此凡物入流質中物重若等于先所居等體流質重必相定而物重即減盡設物重大于等體流質重物必下降設物重小于等體流質重物必上升是則物體定于流質中必等于流質同重之體因物入時所

讓開之流質其重必等于物本重故也

論相定之理

設定質物為正方體各點質重停勻則如上條所言物重等于等體流質重物即定此第一要理也若非正方體各點質重又不停勻則當用重心有二重心一定質物重心一等體流質重心定質本重一如收于定質重心為向下之力等體流質重一如收于流質重心為向上之力此二力方向平行且對面若二力相等又在一箇垂線上則物必定



如甲乙為流質面丙為定質重心丁為等體流質重心定質重為經過丙點之垂力等體流質重為經過丁點向上之力此二方向不合為一線物不能定物定時丙丁丁戊必同在一箇垂線上故定質重心與流質重心必在一箇垂線上物乃定此第二要理也二要理外更有定心不定心定之理約言之定質重心愈下愈近定心定所以船底必鎮以鐵石之類令定質重心下于等體流質重心也小舟中人起立時易傾側因定質重心高為不定心定也

論等體重

用前條物入流質之理可測諸定質之等體重諸定質體相等輕重各異由于質重各異也如方寸鐵或方寸金重于方寸水又如一瓶水銀重于一瓶水欲測各質等體異重之率法其難今以水較之則甚易凡定質入流質中必減重用算術推之有比例

一率 所減之重

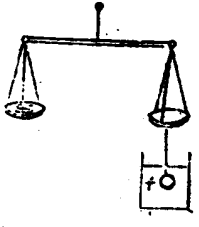
二率 全重

三率 流質等體重

四率 定質等體重

依此比例諸異質體可于一箇流質內測其輕重察其減重若干即可推得其等體重用以定諸質體輕重率甚便也

測等體重用天平如圖天平一邊之銅盤出細線以繫物先以常法平之視有若干重次入物水中平之視有若干重二重較為等體水重乃以本重為實等體水重為法實如法而一為物之等體重率



如有金本重三十五分入水中變為三十一分所少四分即水之等體重乃置三十五為實以四為法除之得

R 2 M. Q. 1 A.

八七五卽金之等體重率

論物在流質中或升或降之理

設不合上條中要理則物在流質中必或升或降以物本重或大或小于等體流質重故也令物升降之力等于物本重與等體流質重之較凡輕物或木箱錫箱牛胃等物中有風氣入水中必升浮水面卽此理也用此等物可起深水中之重物如大舶沈水中欲起之用木箱滿貯水入船底兩旁用皮條或繩搭住以長氣機管取出箱中之水箱卽舉船而起舉船之力卽一等體重之較也魚在水中能自升降者因腹中有風氣胞能大能小故升降甚便欲升時風氣胞漲大令等體流質重大于魚身重卽升欲降時風氣胞縮小令等體流質重小于魚身重卽降人入水中等體流質重亦大于身本重又胸中空處能大能小胸放大可令兩重較更增大設誤落水但昂其頭胸必放大且以兩手入水則必不沈若手出水則等體流質重減小小于身本重頭必沈矣身既下沈直至水底抵力能減縮身之體積則身本重大于等體流質重不能復升矣凡自高下墜入水必深縮力加多身之體積驟減小亦不能復升也死後體漲大復升浮水面因等體流質重大于本重故也氣球上升亦此理令球上升之力卽球本重與等體

氣重之較初作氣球時用熱氣冷熱二氣其重較不小等體冷氣重大于熱氣并所帶或船或車重球必上升矣近時氣球中所用氣以法煉之其重小于常氣四五倍故球上升又速又高水中小氣泡上升亦卽此理愈近水面泡愈增大所撼動之水體亦愈近水面愈大也此有二理一水愈深抵力愈大一氣凸力之比同于等體空之反比

論熱氣上升之理

聚火處開煙窗令煙速出于上亦前條之理也熱氣輕于等體冷氣當漸熱時體必加大所以撼動冷氣漸多卽等體冷氣重新大二重之較卽令熱氣上升之力又人口中所出之氣亦常上升煙中有無數細黑點故可見他熱氣無此黑點故不能見也煙窗若高能成熱氣長柱而動力甚大譬以長木入深水其上升速于短木數倍也故煙窗一百五十尺高較五十尺高出烟幾倍速又高煙窗之煙向上直升恆高于頂若干尺外面風力不能敵低煙窗之煙有時不敵外面風力卽不能出有反入室中之患英國造布火機房及冶房煉藥房等處必建高煙窗因此也出煙專用此大煙窗各處之火用小煙窗通入大煙窗令下面有熱氣長柱其大動力可代囊籐故諸火俱極旺若諸火俱滅一時不能復然因氣不流通須先用枯草或

花入大煙囪中燒之令氣漸熱復成長柱然後流通諸火
乃可復然也

重學卷十八終

83-冊 9/15

英國艾約瑟口譯

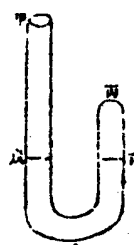
海爾李善蘭筆述

論輕流質

前卷中論流質抵力及物入流質中所言流質不分輕重因地方所加理無異也然輕流質之理有與地方無涉而為諸質點互推力所生者今詳論之諸流質中凡屬氣類非水類即有互推力此力乃成風之根故諸質點互相加力之理與定質異并與重流質異定質中諸點之力互相擁擠令諸點各居本處不能移動重流質中諸點之力僅能令諸點于各平面互相往來一無阻礙惟輕流質中諸點之力能令諸點四面散行直至遇物阻攔而止故器內有氣必加抵力于器之四面然則氣之定時必有外來之力抵定諸點若諸點之推力與外來之力稍不相等即不能定矣此抵定之力名氣漲力與地心力無涉故氣可作無輕重論而凡氣閉于器中必生抵力于四周曰設于器上開小穴當穴處無抵定漲力之面如此氣動乎外氣入乎內氣出乎抑內外俱不動乎曰內外氣輕重冷熱等則俱不動內外二力相抵定若輕重冷熱異則不能相抵定而動矣其動依大力之方向

論漲力

凡氣之冷熱不變則漲力大小與所處空體之大小恆有反比例此理英國鮑以勒始發之凡氣漲力與抵力恆等試用長空圓柱其兩端一塞一通以通之一端倒入水中漸下則柱中氣所處空體為水逼漸小故令柱下行之力必漸加大而令柱下行之力即柱口與氣漲力相抵之力亦即氣之漲力所處空體愈小漲力愈大故空體與漲力恆有反比例也用推機進退空柱中理同若寒暑表熱度加大漲力亦加大則比例又不同



又測法如圖甲乙丙玻璃管自甲漸以水銀入之能擠

乙丙之氣令漸小縮入丙丁空體丙

水銀愈增丙丁之空體愈小甲戊中

水銀重即為丙丁中氣漲力之率如

法驗之與上空柱入水所測合不論

何氣其體質厚薄與空體大小恆有反比例何謂厚薄

體質多而密為厚質少而疎為薄所處空體愈小則愈

厚愈大則愈薄漲力大小與體質厚薄有正比例與空

體有反比例

玻璃罩內之氣用氣機管出之氣漸出所留者復漲大仍

充滿罩中故漸薄每推機進退一次氣必遞薄一次而漲

力必遞小至漲力小極時不能開掩機則氣不能復出矣故氣機管不能出盡罩內之氣也又有倒氣機管其用與氣機管相反能令氣擠入器中愈入愈厚漲力亦愈大至漲力大極時外面之氣不能復擠入謂之定限前所言體質厚薄與漲力大小有正比例者用此器測而知之風鎗即此理鎗內有小空體擠氣令漸入體質愈多愈厚漲力愈大發鉛子猛烈與火藥等

恆升車內用氣匣最易顯氣之漲力古時恆升車不能令水常流不息近加氣匣內有氣與外不通先擠水入此匣丙然後上升則常流不息矣蓋水入時能擠小匣內之氣以生漲力令水由小管上升小管與恆升車所舉水同高故能不息也氣匣之用甚廣火輪器用之可免炸裂之患可免霎時機停令器壞之患又能令全器相切之諸面歷久不壞救火之水龍亦用之而用之最大者莫如引水筒于一小房中用火機及氣匣以引水而一大城中數十萬煙戶無出汲之勞并不必蓄水高處省人工無數器之利用無過于此者

流質漲力之妙用莫如大抵力火機凡水熱至寒暑表二百十二度水必化氣其漲力與尋常氣漲力等若再增熱度則水氣漲力極大雖至堅之器不能當之故熱度大于

二百十二度謂之大抵力火機其漲力非尋常氣漲力可比此力為諸巧機之根用之造器歷數十世不能盡其巧法

論各種氣分合之理

包地球外之氣非一種也乃各種氣相和而成可以法分之合之俱有精理而與地心力無涉試以二瓶一貯水母氣一貯炭氣水母氣最輕炭氣最重以輕者居上重者居下各啓瓶口對合之須臾水母氣下降炭氣上升和洽極勻設貯氣之器有隙通外氣則內氣必出外氣必入內外相和其出入處方向對面而不相礙

英國達爾敦嘗細察此理知輕流質本有互相推盪之理若輕流質為兩種氣即無此理蓋兩輕流質彼此互視俱如空體故此氣質點流入他氣質點中不相阻礙但有點與點相擊之微細阻礙一如水入沙中亦如風透薄紗也凡二氣此氣漲大時他氣諸點之質阻率能減小此氣諸點之動速迨二氣和洽後則諸點僅能加抵力于本氣之諸點此論能解難解之理蓋屢測輕流質相合時恆與地力之理相反如炭氣重于水母氣二十二倍輕者居上重者居下能相和洽此理最難解者得此論始釋然矣近人復以法攻之用水和燒酒以器盛之置玻璃罩內以氣機

83-91/53

管漸出罩內之氣令薄則二物必俱漸化為氣以補之至罩內氣質復厚漲力復原則二物不復化氣乃以石灰入罩內水所化氣必與石灰合氣乃體質復薄水復化氣而罩內有石灰所化氣復與之合如此可使器內之水盡化為氣與石灰合至僅存燒酒而止然則水氣足即能阻水之化氣燒酒氣足即能阻燒酒之化氣去一氣留一氣則一無阻之者故復化氣一有阻之者故不復化氣蓋二物各有化氣之能各不相雜此可證達爾敦所言之理甚確也

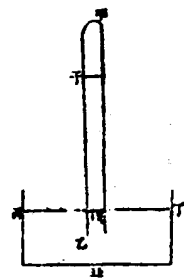
論地球外有風氣包之

地球外有氣四圍包裹何以知之地面處處有雲浮行空中且處處有風又仰觀最高山頂亦有雲有風雲外蔚藍無際此氣厚之證試觀深水澄碧一色同此理也若無氣仰視空中必純黑無色而晝夜俱能見星矣包地球之氣不論何地不論何時亦不論高卑為諸氣和洽而成恆同諸氣中淡養二氣為多他氣俱甚微加一氣之力有二一諸點互相撼動推邊之力一地心力令諸點相定

論氣抵力

地心力加于氣所生抵力以輕重論與重流質之理同其力大小與深淺有正比例是也自地平面至氣盡界氣之

積最深故最重地漸高則氣漸淺亦漸輕也明崇禎十三年伽離略始測定氣之重其門人據此以發明恆升車水升之理測氣之器即風雨表也其法用玻璃管長英尺三十二寸兩端一通一塞滿貯水銀倒植水銀器中管中水銀必降下最卑至二十八寸最高至三十一寸而定升降逐時不同管之內徑不得小于八分之二其水銀必極淨又必擇最精者凡用法作空此管之空最真玻璃管高不至二十九寸水銀必升至頂而無空若管高過二十九寸即有空欲求其故試置風雨表于玻璃罩內以氣機管出其氣則水銀必漸降再放氣入則水銀必漸升觀此可知水銀定于管中者因氣之重擠之令不能降也既明此理即可用水銀柱高為氣之重率



如圖甲乙玻璃管倒置丙丑丁器中丙丁為器中水銀面子為管中水銀面子戊為氣重力所擠不能降之水銀柱設柱徑為八分之二以丙丁面分作與柱底相等之若干小面則各小面上之抵力必等于子戊水銀柱向下之抵力各小面之一其重與戊子水銀柱等彼此可互為輕重之率

風雨表可當作水銀平準前所論燒酒平準止能于同平面高卑處用之若非同平面高卑則當以大平原為高卑之準而以海面為準者更精更確此必以風雨表測之如在海面水銀高二十九寸九分二釐二毫至山上水銀必降蓋即上所論氣淺而輕故也深壑中水銀必升氣深而重故也約略高九百英尺水銀降一寸山高一萬八千尺水銀柱高十四寸九分六釐一毫山高三萬六千尺水銀柱高七寸四分八釐○一依此用連比例任若干高俱可推也

論氣若逐層等質當若干高

前論因氣為流質不論在何點抵力與柱長恆有比例又氣為輕流質其厚薄與抵力亦恆有比例然則地面抵力最大氣之質最厚漸高則抵力漸小質亦漸薄矣氣質厚薄上下逐層不同故高卑不可測設上面之氣擠緊令厚薄皆與地面等則依法推之其高約得五里英國每里五千二百八十英尺約等中國三里有奇故以抵力論之若氣質逐層等則其高約得中國十五里

- 一率 氣厚薄
- 二率 水銀高
- 三率 水銀厚薄
- 四率 氣高

氣之質厚薄恆有小變故抵力亦恆有小變必以中數為準用大小不同徑之水銀柱比較知之有方寸面水銀柱即知方寸面氣抵力凡水銀方寸體積重七兩八錢五分三十二寸重二百五十一兩二錢即十五斤十分斤之七為方寸面氣抵力之率計人之身有氣三萬斤重壓之而不覺者因通體互相抵定故也其抵定之理有二一流質通抵力處處如一氣漲力與質之厚薄恆有正比例與所處空體恆有反比例人身外邊氣抵力四面擁擠與身內氣之漲力相抵定設外抵力略大身之所處空體必略小內之漲力必略大內外二力仍相抵定如海底採珠者入水十六尺外抵力加半倍三十二尺加一倍身體擠小內之漲力亦加大半倍一倍故不害也醫者為病人打火罐罐中有火時氣因熱漲大而質薄打後火滅而冷氣質不能變厚漲力小不能與身內之漲力相抵定故罐口皮肉俱腫漲

寒暑表水沸時熱度以氣抵力為準若無氣水沸時熱度必甚小氣抵力時有小變故水沸熱度亦時有小變

論倒器口風氣抵力

倒器中能令水倒懸不出者因器口有氣抵力抵定故也試以有底之管貯水于中以底向上倒懸之水必不出若

R 2 m. 0. 1. 14

以法令水面不動各點俱定則無論器大小俱可倒懸水必不出試用玻璃碗滿貯水貼紙于碗口徐倒之紙下有氣抵力必能令上面之水不出蓋用紙貼之能令水面諸小點不移動故也若以此器平覆几上去其紙水猶不出微舉離几水即盡出于几上

據此可明吸酒管之理吸酒管內兩邊倒懸之水俱欲下行在頂點有兩分之意而頂點無空勢不能分其不能有空者因氣力擠之若頂點高三十二英尺英國以十二寸尺約抵英尺十四寸即空矣故極大之吸水管高不得過三十二英尺此器中有二抵力一在長端之口一在又一端之水面二水柱一自長端口至頂點一自水面至頂點長短不齊兩端水皆滿水柱長者重必令短者倒流而上遂流轉不息而吸管中水恆滿也蓋吸管中水動之力因氣加于所吸之水面而生若吸管中水不滿必有中分之處而因氣抵力擠之令水恆滿不能中分也故水之過吸管其理一如極光滑之鏡索懸於一點兩端不齊自能滑過卸下也若兩端齊即不動一端略長短者必隨長者而動矣水在吸管中亦然令兩邊水柱等長水必不斷亦不動故若令一端之水面與一端之口在一箇地平面上水必不流轉也

論氣層層包裹之理

觀前論流質相定之理即可明氣層層包裹之理氣之中間不論何點其質之厚薄與抵力大小恆有正比例以此推之離地面漸高必漸薄其外疑有盡界其盡界必略如球面然則其盡界之面必與洋面平行故太空之氣與大洋之水俱為流質海其旋轉及地心力攝引之理俱同所以氣之盡界必為平球面地球而至氣之盡界自內至外逐層分為無數球面氣定時其抵力其厚薄其冷熱每面上必處處相同試于一面上任取二點二點之抵力同厚薄冷熱亦同則氣必定氣球為無數同心球面自小至大包疊而成逐層球面自內至外厚薄由漸而變層層不同言光差之理者以先明無數球面之理為最要事

論風

上論相定言其理耳氣球為流質大海必無處處相定之時蓋氣之本性最易流動故若一點略有撼動即傳之各處俱不能定而成風矣風之起其最大之因為太陽晝夜往來感動之故其他所因俱甚小蓋氣定時逐層之面冷熱俱同太陽能亂其冷熱十二時中從太陽中所來之熱氣刻刻不同而冷熱又有因于地勢而變者而氣遂不能定矣各處緯度異冷熱亦因之而異蓋向日之正斜不同

也赤道之地太陽常過天頂兩極之地半年有日半年無日若于二地取相等二小面其受熱氣多寡懸絕矣正居日下熱氣正射則熱多若斜射則熱少愈斜則愈少赤道北緯四十五度之地冬與夏所受熱氣其較甚大非冬遠口而夏近日也日之正射斜射異也故離赤道漸南漸北之地一年中熱氣中率必以漸而變俱可推定或有不合必因地勢之故而合者居多赤道之地一年熱氣中率寒暑表八十四度倫敦小寒大寒時三十六度小暑至處暑六十一度一年中中率五十度距赤道北七十六度四十五分之地中率十八度七十八度之地中率十六度準此推之北極之地中率約四度然則近赤道一帶之氣較他處必甚熱故體積加多蓋熱度增體必漲大故也而因漲大則必輕于他處之氣故必上升而其下兩旁之冷氣來補之復受熱氣漲大上升兩旁復有冷氣來補之于是赤道上升之氣如流之不斷南北來補之氣亦如流之不斷遂生上下二潮上自赤道流向二極下自二極流向赤道而名之曰風地球面有常風上潮若無他故則北半球恆南風南半球恆北風下潮若無他故則北半球恆北風南半球恆南風而因地球每日自轉風亦隨之而轉下潮近赤道地球緯度之速漸大風不能追及一若退行故北半

球變東北風南半球變東南風赤道左右三十度內常常如此海船最易行至近赤道風從東來之路漸消而盡蓋已得地球之速故一若無風或僅正南北風上潮有時降行地面亦成常風在北溫道外恆為西南風在南溫道外恆為西北風此一因于地球自轉一因于上潮方向也蓋上潮有向東之速乃地球赤道上自轉所生故北溫道外上潮向東之速大于北方諸地面向東之速迨熱氣消盡必下降至地面而所得赤道之速尚未消盡仍大于各地面之本速故既至地面即為大西南風也在南半球則為大西北風攷驗上潮有二據大西洋海中有高山名德內黎非山嶺與山脚之風方向恰對面又海中火山頂噴煙焰方向與海面之風亦對面蓋煙焰初出山頂在氣之下潮中其力甚猛直上不動及入上潮力漸衰乃隨風之方向而橫行也準此測得上潮之行甚速或云海中常有颶風其故亦因于此蓋上下方向對面遂成迴旋之風也竊意東南東北二常風久之其力定能減小地球自轉之速雖小阻力積久能成大也幸上潮時時降行地面消去其阻力故不變也蓋地球面上恆有此類相等諸能力雖時地不同而無加減也又中國東海之風夏常西南冬常東北亦即此

理因太陽緯度而異也其大略可類推

論氣之盡界

包地球外之氣若無盡界日月諸行星亦兼包于內則太陽居氣球之中亦仍與地球外氣球理同然以意度之而知氣有盡界不兼包日月諸行星也何則蓋氣之漲力能推諸點向外行令漸遠地心其方向與地心力恰對面漸高則漲力必漸小直至漲力與地心力相等之處則氣之諸點不能復相推而有盡界矣漲力漸小又因漸高漸冷之故以此二理推之氣之盡界當不及一百五十里近時家言氣或有盡界或無盡界未有確據未可強定

論氣球合諸氣而成

包地之氣合諸氣而成乃化學家之理也計百分氣中有養氣二十分或二十一分淡氣七十九分或八十二分二氣和洽而成非變化而成故氣在化學中獨異非若他物合諸質體變化而成也氣中又有炭氣水氣然俱甚微諸氣和洽而成包地之氣故氣球中有養氣球淡氣球炭氣球水氣球尚有他氣攷驗未明諸氣球各自充滿各不相礙設去其一餘仍如故也各氣視他氣皆若質之視空此理甚微妙不易解也

重學卷十九終

重

學

卷十九

四

83册-91版

英國艾約瑟口譯

海爾李善堂筆

論流質之動

凡流質之動與定質理無異設有流質一段不連他物空中下墜必與定質同如雨點及貯流質器下墜是其證也故知有氣一段四面俱空不連他氣墜地時必蹙然與石無異又流質擺動亦與定質同故擺錘中多有用水銀者若曲玻璃管滿水其中擺動時一如定質其二端之動比若二管長短平方根之比于此益可信重學之動理

論流質出口遲速

凡器中流質出口入氣中行成柱體若無物阻之其柱之面恆不變當出口時各質點之速等于空中下墜已過若干路所當得之速用此理推得二事一出口時速之大小由于口離流質面之深淺不由于本質之厚薄故諸流質空中下墜俱同速也如水與水銀出口時若口之離面深淺同其速之大小亦同然當口處水銀下壓之力甚大于水設口離面三十二英尺水上面所加之抵力等于地面之氣常抵力而水銀十三倍之一同流質出口速之大小比若經過之高平方根之大小比蓋各物空中下墜每

秒中速之比若經過之高平方根之比故也如有貯水器一百尺高旁開二口一離水面一尺一離水面一百尺則流出之速下口必十倍于上口若于二口中間離水面四尺九尺十六尺二十五尺等處又開各口其流出之速必二倍三倍四倍五倍于離面一尺之口然用此理測量流出之速必略減不能恰合蓋尚有面阻力上所論之理與面阻力無涉若欲知其定速必細測面阻力所減若干已測定一口則餘口可推算而知也

出口之速與多有定比例如一秒中下口較上口其流出之多加若干倍則其速亦必加若干倍故實程之工等于當口處抵力大小當程之工也此凡與水同類不能縮之物皆然若能縮之物則不然又流質之上而若氣之常抵力外又另有抵力令流質之面與口氣之抵力不同則加高器中流質柱推之蓋流質自器中出入氣中其上面必有抵力傳于口傳于口之力與口外氣阻出口之抵力同故流質自器瀉入氣中無異于在真空中下墜如玻璃管內抽出氣必增速與多欲知增若干其比例當以同輕重加高之流質柱為率若上面抵力減少小于口外氣抵力則流質出口不易海船中水桶必有二口一在上面一在下旁水出

時必有氣在器中水面其漲力加水柱重之力必略大于口外氣抵力若略小水必不出所以上面必有通氣之口也

論流質出口形狀

凡流質出口在器底必直向下行在器旁必依拋物線行皆作柱狀而漸縮設口為徑寸之平圓則所作柱狀近口處亦必徑寸漸遠漸縮最小至八分寸之五謂之小平圓截面流質各點出口時俱欲向此截面此面距口有一定遠近過此面則柱之形狀不變矣其故蓋由出口之流質處處遲速不同之故設流質各點用同速其方向皆平行于柱軸則自出口至地形狀如一矣乃器中之水必用無數方向流至口故出口有倒尖錐之理錐尖在口外即當小平圓截面之處流質各點俱欲向錐尖之點故擠成小截面也無論在器底在器旁皆然尖錐形狀視目之形狀及截面距口遠近而異截流柱為無數截面口為平圓則諸截面皆為平圓口為正方形則諸截面形狀不一略遠口諸角俱無再遠則為八角形有四大邊四小邊俱相等再遠則為八等邊形而諸邊微曲漸近平圓再遠則為四曲邊形凹面向外若口為他形狀則流柱之變狀又不同其故皆生于各點在器中趨口之方向測流質出口多少

不用口面積而用截面積約為口八分之五

論助口管

接小管子口外能令流質出口加多管子之形狀可任意為之若圓柱形與口大小同加于器底方向為垂直將流質充滿其中則出口視前較多若不先充滿則流柱仍如前漸遠漸縮不能着管之邊而管為無用最妙者用二尖錐形管以二尖相連近口之錐與流柱形狀同外錐加長其底口與原口等流質至小平圓截面處遇外錐流柱必由小而漸大用此管流質之出多于前若十五與十之比此助口管之妙用也蓋外錐加長則下面各點之速大于上面各點又有相分之勢則中有空處各點不擁擠故流出加速又口外每有氣之擠力阻之用此管能去此病也

論流質阻力

凡物行于流質中必生阻力阻力之大小視流質之厚薄及行之遲速若用小速行于薄流質中阻力幾等于無若速大如礮子之類則阻力亦大必能減速又物緩行水中阻力極小漸速阻力亦漸大如船初行一小時一里繼二里繼三里水之阻力必漸大其漸大之比若速方漸大之比故一小時船行二里之阻力必四倍一小時行一里之阻力而一小時行三里則阻力必九倍也物之面有受阻

力多者有受阻力少者欲求阻力最少之面理有多端如船尾嘗作若何形狀離船首當若干遠船腹當作若何形狀今攷驗尚未明也

物行流質中推其阻力不同者有二一物或全在水中或半在水中一或行于闊處或行于狹處俱不同也故上所謂水阻力漸大之理有時竟不合者如一小时行四五里有常阻力與上論合若于狹處一小时行十二里至十四里阻力反變小或幾等于無則不合矣又舟載人約七十五至九十用二馬牽之一小時行十里馬不病若一小时行六里馬必斃阻力反大也且一小时行十五里較易于六里其故由于船頭激生之浪其動法因遲速而異愈速則船出水愈高故阻力愈小又水面大小與船大小亦有一定比例

凡氣加于闊面其阻力可以輕氣球下墜時用傘之理明之輕氣球下必綴以傘下墜時爲氣所阻故幾秒後不復增速傘與人俱用平速而下又鳥之飛亦藉此阻力阻力加于翅尾如舟舵以正方向

論流質動之功用

流質以動加于定質與以定質擊定質無異故必生動于定質可以定質受擊之理論之其擊力之大小視流質之

動率大小最大之浪擊船有時能令錨索絕風一小时行六里人幾不覺行八十里至一百里則能拔木發屋凡風帆風確輪水確輪之作皆本此理也

流質之動有時忽止所生之變其比例若止動時分之反比例與定質理同然流定二質轉動之理不同流質忽然不動所生之變必轉傳于各處如用多管通于積水處一管開令水出不論用何速若驟令水停所生之變各管俱知面積等則生等變脆薄處必破裂西國各城用轉水管若大管中水忽停流數里外小管一時俱裂用此理可激水上射至極高處

論川中水流

水流于川遲速不同其故多端底有高卑邊有曲直又有面阻力及他故俱能減流速且令改方向開港若高卑同且甚直流速最易推凡水流上面速于下面中流速于兩邊因底及兩岸有面阻力且多曲處故也通水管中流速不同亦然用面阻力推之能知一小时管中過若干水其港之灣凸邊之流速于凹邊此生于各點互離心力能令水積于凸邊故也水之上下面非但速不同或方向亦異甚至方向對面亦有之如通海之港潮來時鹹水從下入淡水從上出是也鹹在下淡在上者輕重異故也故油入

水必上浮熱水入冷水亦必上浮凡大川入海離口若干里海面之水俱淡然下必鹹也

論浪

浪乃略高之水行于水面凡一浪行于水面各小面以次相傳俱生高卑動立海岸觀浪一若水向海邊流然水行未必依此方向水在浪中僅有向上或墜下之方向其本方向或與浪同或與浪對面水與浪之方向各不相涉故舟在水面日經過數千浪或不行或因風前行或因水前行全不關浪也又浮木水面浪雖推擊木不行然則浪不能動水面之物故水不因浪行浪自行水自行也浪長浪落水不過向空向下行初未嘗獲行人見水面浪行方向以為水行者誤矣

深潭止水投小石必感動水面變空圓浪經過水之通面若投二石各為浪心生二圓浪必相遇過時各不變方向無相阻力也凡疊浪先生者必高于後生者如是遞卑至于無浪遇物阻浪不能向前則阻物復為浪心生半圓回浪回浪遇本浪與二石所生二浪相遇無異也浪速之比例亦可推如水邊距投石處十尺浪自浪心行一秒至水邊則一秒行五尺即浪速

浪每因風而生浪之高與水深之深水闊二三自尺深三

四尺浪高不過二三寸水深二三十尺浪高約尺半地中海浪低于大洋浪大洋浪最高時二船雖甚近亦能遮隔不相見故可以浪高低為海深淺率今推測尙未能定也浪速因高卑而異亦因形狀而異形狀刻刻變換故浪速難推大洋之水每日升降二次海邊之地有潮來去因此也近有推得浪速者大西洋一小時約行七百英里近海岸或一百八十里或六十里或三十五里通潮小川中不過十三里川愈深潮入愈難而愈緩

論測潮

測潮有二法一常測一處一徧測各處而比較之測一處者逐日測其早晚高卑而知由于日月經緯及遠近之故僅測數日僅測數地必有大不合理不可解處須常測徧測然後知不合理者皆合理也當攷者有六事一各地月過中線差潮漲在月過中線後若干時刻日日不同大率此差宜用朔望為準然亦須用多日之中數以定中差二半月差月過中線差因月距日又生差須以日月赤道緯度及地心差之中數攷之此差半月而復故名半月差此差各地當相同然亦須測之或變或不變未能定也上潮時刻須以半月差為準三湖距朔望差潮期後于朔望或一日或二日或三日故大汎潮不在朔望一日半

中而在其後一日半中上潮距月過中線差平數時不在
朔望一日半之中而在其後一日半中朔望時刻距月過
中線差平數時刻即朔距朔望時刻也四潮日差一日二
潮高卑不同某月早潮高某月晚潮高須于各地測之五
潮隨地不同或有地兩潮從兩路來或無日差或二潮合
為一朝十二時只一次所生之差又異六日月地心差不
同赤道緯度不同俱能變潮之高卑及時刻測驗須久且
精方密而確

測潮須測水漲至極高之時刻及水之高卑然有浪測之
難準須用木或錫作長管立海中旁開諸小孔以通水管
中水面浮以小木隨水上下木上一細表密刻分秒用
此法即確知水之漲落若干高下也

水漲極高時用最準時表查其時刻與歷書中月過上下
中線時刻相減得每日月過中線差

各處同測而比較之者欲知潮頂及所向之路也潮頂即
水最高處潮頂至處即水漲極高時設各地同時水漲極
高于地球圖中作一線名各地同潮線朔望二日每隔十
五度作各地同潮二十四線為大地同潮圖此圖可攷潮
路方向欲作同潮線須先知各地月過中線差或測而知
或比較而知欲測每月過中線差須用逐日所測水漲

極高時真時刻除朔望二日外又須加減半月差一法欲
知同潮線但以各地同時同潮比較而得更便捷不必用
中線諸差也如半日內于各地測潮用其時刻相比較即
知各地潮之早晚此時刻較數視推算所得時刻更真也
測潮之人必居海濱每日細測月過中線差半月差距朔
望差每日高下差等事與各地比較即知一月中潮有改
變與否

潮頂之行與海水之行須詳細分別其方向蓋潮自行水
自行不相涉也如桅上旗因風生綺浪其方向與旗行方
向不同也有多地潮自長落水亦自行各自有方向

潮長時水進口潮落時水出口理之常也然惟海邊海
則然有多地潮之長落與水之進出時不相應又兩端通
海之川潮漲至極高後二三時水方不動其前水仍進口
也潮落至極卑後二三時水仍出口也

有諸海港合而復分水道變方向與前又異有時成環繞
之行半日中水道盡羅經各方向或東南西北或東北
西南水道變遲速亦變故測潮須兼測水道其法先測有
進退之水道否若有須測潮長落後歷若干時水方復本
道設有環繞水道其變方向更須細測之

重學卷二十終

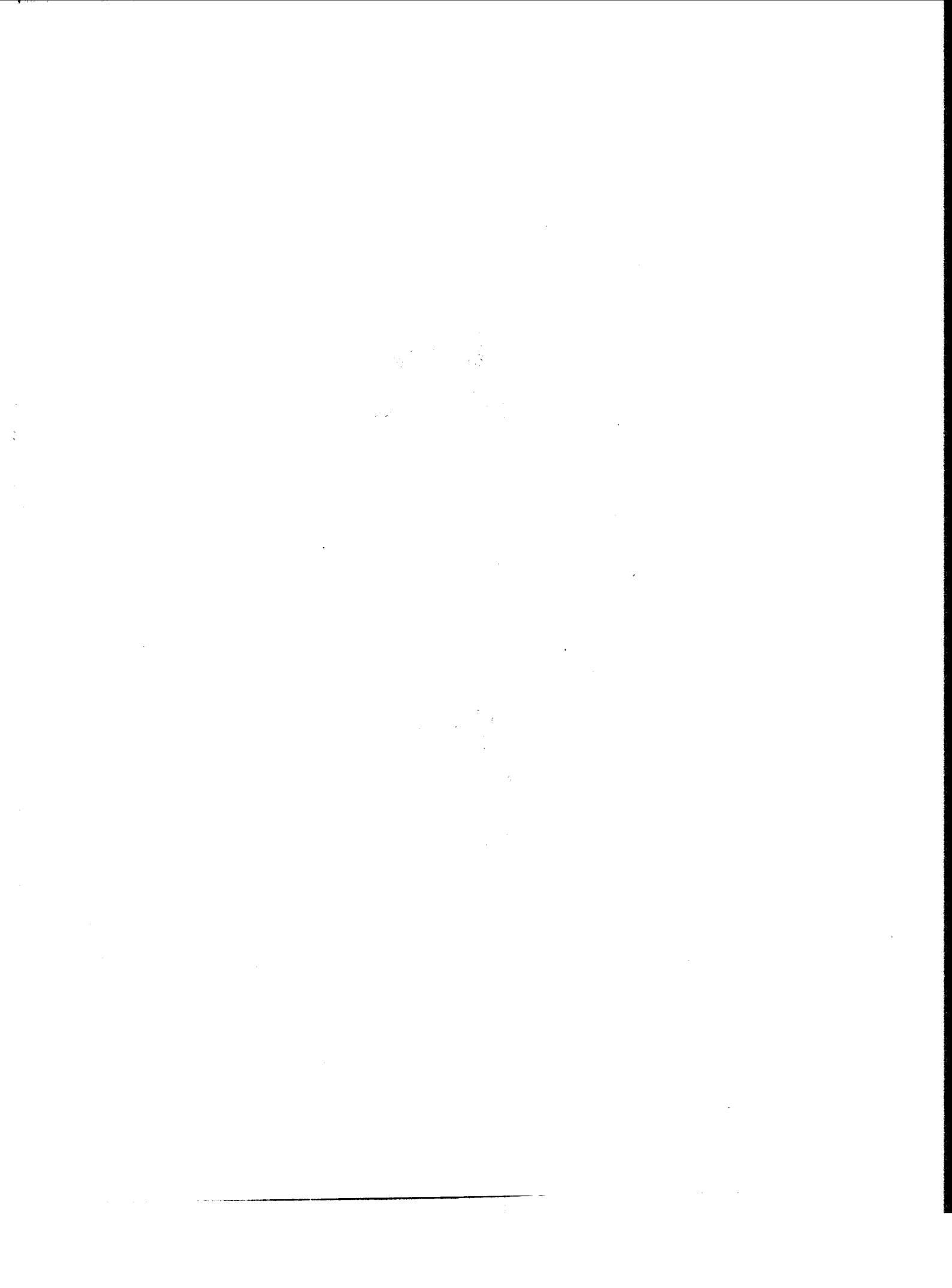
南漚張文虎覆切

連
卷二

三

光

學



序

百餘年來格致家究心光埋所著之書卷帙浩繁體用兼備矣去夏余於書院中講論光學從游者衆恐其人之隨得而隨忘也故筆記之以備觀覽並無求傳於各國之意好學之士見此書而樂其簡且明也屢索於余乃託坊友印行以公同好

西曆紀歲一千八百七十年夏五月田大里識

子

學
卷

光學目錄

卷上

論發光必順直線而行第一節至第十九節

論光之濃淡有平方反比例第二十節至第二十六節

論比較光之濃淡第二十七節至第三十三節

論明第二十四節至第三十六節

論光行之速率第三十七節至第四十一節

論光行差第四十二節至第四十七節

論回光第四十八節至五十四節

論試驗回光之事并平回光鏡第五十五節至第七十八節

論凹面回光鏡第七十九節至九十九節

論回光之燃面第一百節至第一百三節

論凸面回光鏡第一百四節至一百七節

論折光之理第一百八節至第一百二十五節

論透光質有時能不透光第一百二十六節至第一百四十四節

論全回光第一百四十一節至第一百五十四節

論透光鏡第一百五十五節至一百六十六節

論眼能透光之理第一百六十七節至第一百七十五節

論目視物分遠近與眼鏡之功用第一百七十六節至一百八十三節

論睛點第一百八十四節至第一百八十五節

論物形在目中之時第一百八十六節至一百八十九節

論眼中小質第一百九十節至二百二節

卷下

論光之性情并回光折光之性第二節至第三節

論發光體發無數質點而成光第二百四節至第二百四十四節

論光浪第二十五節至第二十一節

論透光三稜體第二百二十二節至第二百三十六節

論光分各色第二百二十七節至二百四十三節

論不能見之光線第二百四十四節至二百四十九節

論光浪盪動與筋網盪動有相關第二百五十節至二百五十四節

論色第二百五十五節至二百六十四節

論光色差并去光色差之法第二百六十五節至二百七十二節

論人目覺色之異第二百七十四節至第二百七十九節

論光色分原第二百八十節至二百八十九節

論發光與受光之事第二百九十節至第二百九十七節

論清光帶與發郎胡發線第二百九十八節至三百三節

論發光與熱并嘯光與熱有交互之事第三百一節至三百十二節

論太陽化學 第三百十二節
至三百十六節

論行星化學 第三百一十七節
至三百二十一節

論恆星化學 第三百二十一節
至三百二十五節

論星氣化學 第三百二十六節
至三百二十七節

論日體分有紅凸之形 第三百二十八節
至三百三十三節

論虹霓 第三百三十四節
至三百四十一節

論光浪彼此相阻之理 第三百四十二節
至三百五十二節

論光浪環繞之理 第三百五十三節
至三百七十三節

論量光浪之長 第三百七十四節
至三百八十三節

論透光片之色 第三百八十四節
至四百四節

論歧光 第四百五節
至四百十五節

論試驗愛而倫刻斯罷之法 第四百十六節
至四百廿四節

論極光 第四百二十五節
至四百三十三節

論用回光法成極光 第四百三十四節
至四百四十節

論用折光法成極光 第四百四十一節
至四百四十三節

論用歧光法成極光 第四百四十四節
至四百四十七節

論光線透過愛而倫刻斯罷之事 第四百四十八節
至四百六十一節

論用極光射至歧光顆粒成色之理 第四百六十一節
至四百八十四節

論橢圓與球形之極光 第四百九十二節
至四百九十五節

論旋轉之極光 第四百九十六節
至五百二節

原跋

視學諸器圖說附目

論透光鏡

論透光三稜體

論弧面回光鏡

論回光鏡

論遠鏡

論顯微鏡

論收景暗鏡

論太陽顯微鏡

論收景明鏡

光學卷上

英國田大里輯

布國 金楷理 口譯
新陽 趙元益 筆述

論光發必順直線而行

第一節 古時未知光理皆言人所見之光不自目外而至目中即以目之視力辨別近今格致之士考究光理知所見之光自目外而至目內其中奧妙之理下卷詳論之

第二節 太陽恒星與火皆為發光之體能生此光又能發此光不受別種發光體之光即光之原也

第三節 假如視一物而其所有之光不發於本體而得於發光之體則謂之受光體如房屋樹木人畜等物皆可以受光而散於各方向有至人目中者即能見此受光之體也

第四節 此受光之體或回光或不回光頗有分別散光甚多則能回光散光甚少則不能回光 假如晴天見白雲此為散光甚多之故如在白雲之下看樹木甚暗此為散光甚少之故也

第五節 任看某物之一點從此點起至目中順直線而行此各直線名曰光線凡光線至眼中成圓錐形其頂

與點相合其底與瞳人相合人目看此點在圓錐形各光線成交點之處若細考之不過彷彿在交點之處耳此彷彿之理後詳之

第六節 光順直線至目中不能於線之斷界後見其光設有發光體一點自目中至此點有隔光之物則此物必在目與光點相連之直線內 假如房屋關閉甚暗而窗上有一孔移時太陽之光透過此孔即見其所照之飛塵成一直線之形

第七節 令窗上之孔漸小至一點則太陽光過此點之時暗室中所有之光成極細一條即光線也

論光線透過小孔之形
第八節 設不令日光透過此孔另將一物所散之光透過此孔於暗室中置一白屏對準此孔即於屏上見此物顛倒之形此顛倒之理因物上各點所散之光色過小孔而射至白屏必於小孔處成交點也

第九節 設於箱中置一燭火箱之旁有一小孔而箱外置一白屏此燭火之形在屏上有顛倒之形若箱與屏相離愈遠則所見之形愈大愈近則所見之形愈小

第十節 設從物之各點起過小孔而至白屏作直線則物之各界合於直線過屏之點可知光線順直線而行

之理

第十一節 凡物質能讓光線透過者名曰透光質又有
一種質能滅入質之光線名曰阻光質然質之透光與
阻光不過人見之以為如是耳若云透者皆透阻者皆
阻必無是理極精之玻璃與水晶亦能稍滅光線無論
何種金類之箔亦少有透過之光線即如英國京城內
天晴之時觀太陽之光有紅色此因大城內燒爐之煙
浮於空中此煙亦近乎透光之質故能讓紅光線透過
此煙也水之清而深者其色甚藍因水能滅此紅光線
也歐羅巴極大冰山山名格爾所結之冰其顏色甚藍冠
如水色蓋所積之冰極厚也

論影

第十二節 光順直線而行所以阻光之質能成影若光
之原為一點則影之界限詳細分明若光之原為一面
則影之界限不甚清楚必有闕虛

第十三節 一點之光原照於球形之體此球體之影形
如圓錐其頂對準光之一點有影之界觀之頗能分明
第十四節 若光之原亦為球體而照於同大之球體上
所成之影形如圓柱而界外必有闕虛

第十五節 若光之原為一球體而照於更小之球體上

所成之影形如圓錐其底合於更小之球體而其頂在
更小球體之後影之周圍必有闕虛日體大於地球與
月體所以地球與月體之影亦如是焉

第十六節 人目在圓錐形之月影內則太陽之光遮蔽
不見在闕虛內太陽之形亦如殘月或在圓錐形之後
望太陽宛如拱璧中暗無光觀日食之時此三種形像
俱有之

第十七節 有人用一扁發光體如火油試驗光理任用
一物如蠟條以光之側面向物則物影在牆看甚清楚
以光之平面向物則物影在牆必有闕虛

第十八節 此物離牆愈遠則闕虛大而物影愈小可漸
遠漸小至但有闕虛而無暗影

第十九節 日體甚大所以從地面看日光內所成之物
影界外必有闕虛不能清楚 假如日光內有髮一根
與他物之面相離近則有影遠則無影若在電氣光內
有髮一根離白牆數尺能見極清楚之髮影此因電氣
光原小如一點也

論光之濃淡有平方反比例

第二十節 離光原愈遠則光力愈淡如光原為一點其
力減少之比若相距數平方之比 假如離光原一碼

三尺為受光之力為一。離光原三碼受光之力為四分之一。離光原三碼受光之力為九分之一。若離光原十碼受光之力為百分之一。餘類推此為平方反比例。

第二十一節 用燭火為光之原即可明上所言之理。蓋上所言者為一點之光原若光原大於一點則此說略不合於理。以燭火為光原置於白屏前相離九尺再用一方板離燭二尺又四分尺之一。即為燭離白屏尺此方板必有一影在白屏上。

第二十二節 此屏上之影為方板之十六倍不明幾何學者不信此理可用尺量之。又可用方紙一頁摺為四方再摺之成十六小方。此一小方即可代成影之體。離燭火二尺又四分尺之一。若白屏仍離九尺則此摺成之紙在白屏所得之影大如全方之紙。所以光力在白屏成影為紙上之光力十六分之一。可知某物離光原之遠近如為四倍物上所受之光力為十六分之一。

第二十三節 設此方紙離燭火三尺離白屏六尺則燭離白屏為九尺方紙之影大九倍方紙所受之光力大於白屏所受之光力亦九倍。所以白屏之面其大與方紙同所受光力為方紙所受光力九分之一。

第二十四節 設以方紙離燭火四尺半則其影在白屏

比方紙大四倍所以白屏之面其大與方紙同所受光力為方紙所受光力四分之一。設方紙離光原加遠一倍則減少光力為四倍。第二十二節言方紙離光原二尺又四分尺之一。在白屏之影大於方紙十六倍。離光原加遠二尺又四分尺之一。即為四尺半。所以方紙之影大四倍。

第二十五節 設此方紙不以離二尺又四分尺之一為準。祇以一尺為準。若白屏仍離九尺。此方紙離光原一尺時之影大八十一倍。所以白屏之面其大與方紙同所受光力為方紙所受光力八十一分之一。

第二十六節 凡物離光原一倍受光之力為一。離二倍受光之力為四分之一。離三倍受光之力為九分之一。離四倍受光之力為十六分之一。離五倍受光之力為二十五分之一。離六倍受光之力為三十六分之一。離七倍受光之力為四十九分之一。離八倍受光之力為六十四分之一。離九倍受光之力為八十一分之一。此為平方反比例。

論比較光之濃淡

第二十七節 上所言之理可設法以比兩種光之濃淡。第二十八節 光之力愈濃所成之影愈暗。由此可知受

光之面較之未受光之面明暗之差數甚大也

第二十九節 其法於白屏之前豎立一竿於竿之前置一燭火即於白屏上見竿之影

第三十節 可於燭火之傍再置一燭火白屏之上即另加一影設此兩燭火相離甚近兩影在屏上亦相離甚近也欲比燭火所成之影而知其光力近則易於相比此兩燭火離白屏之遠近同成影之暗亦同則兩燭火之光力亦無不同矣

第三十一節 設一影暗而一影更暗即可知成更暗之影之燭火其光更濃若以更濃之燭火移之與白屏漸遠即於白屏上見兩影之暗亦漸至相同又可知白屏受兩燭火所發之光力亦無不同也

第三十二節 從此可量各光原離屏遠近若干而得其平方數此平方數即為光原之力假如此光原離白屏三尺彼光原離白屏五尺則其光力之比若九與二十五之比

論明

第三十三節 上言之理固不謬也或問曰燭火離眼一碼之光力較之離眼十碼之光力平方數六百倍何以廣廈之內離十碼之燭光與離一碼之燭光明相等也

第三十四節 答曰眼底有腦氣筋其密如網能受外物之形像與白屏無異此理在後論眼之數節內詳言之夫眼所見者光原之形像與光力之濃淡無涉也眼離光愈遠眼內之形像愈小此理亦合於平方之反比例若空氣內明淨無雜質凡能見之光其明相同但其光原大小與遠近有相關即平方之反比例也

第三十五節 假如我之目可於他人筋網之後觀其形像即能分辨而知眼外之物相離遠者形像小相離近者形像大然我之眼斷不能在他人筋網後觀之祇可借一器以講明此理其法用一馬口鐵罐長三尺至四尺寬亦如之用錫箔封其一端又一端用白玻璃紙封之用針刺一小孔於錫箔上即以此孔對準燭光可於玻璃紙之一端見燭火倒置之形像此器初近燭火其形像甚大後漸離燭火其形像漸小燭火之光或遠或近明同而大小不同即瞳人之理也

第三十六節 若於暗室之窗開任何形之小孔日光射入壁上所成之光必成圓形假如日體大如一點所成之光必同於小孔之形今日體既甚大其面上各點發光射入壁上形與孔同各點發光過小孔而相聚必成圓形又日光射於樹葉之上成影於地皆為圓形亦此

理也

論光行之速率

第三十七節 一百九十四年前有丹國人名六麻

韋萊者在法國都城內測望木星小月之食木星離日

四萬七千五百六十九萬三千英里有四小月繞木星

而行六麻測望離木星最近之小月見其在木星之前

面行過宛如入於木星之形內即不能見小月又望木

星小月在形之對面而出即能見之此人推算小月周

繞木星之時為四十二小時二十八分三十五秒

第三十八節 六麻測望之時極準所以能算此小月出

木星形之時起至周繞木星百回再出木星之形其時

刻與四十二小時二十八分三十五秒以百乘之之數

同

第三十九節 六麻測望之時地球在黃道與木星相距

最近過六箇月地球在黃道與木星相距最遠再測望

此小月出木星形一百次則遲十五分

第四十節 六麻推求其故以為設地球仍在黃道與木

星相距最近所算得一定之時刻小月可從木星之形

而出今此處與木星相距最遠可知光從最近之處至

最遠之處所行之時為十五分

第四十一節 此推求之理甚妙而六麻又有一妙理謂

上理既有確據則地球旋轉於黃道與木星相距漸近

此十五分光行之時亦必漸減而至於無此十五分之

遲差此事亦依上理而推算之所以六麻又得一據光

行過空處有一定之時算得光行速率為每秒十九萬

二千五百英里

論光行差

第四十二節 一百四十七年前西士白拉里測算光行

差而知六麻算得光行之速率不差

第四十三節 無風時之雨順垂線而下設有人速向前

行所遇兩點若不順垂線宛如斜雨而著速行之人日

星之光線因地球在黃道移動極速故光線亦如斜行

謂之光行差

第四十四節 若已知人行過兩點速率又知此人遇雨

點角度即可算兩點垂下速率所以已知地球行於黃

道速率又知光行差角度即可算光行速率

第四十五節 英國天文士用此法推算光行速率每秒

為十九萬一千五百十五英里與六麻算得之數所差

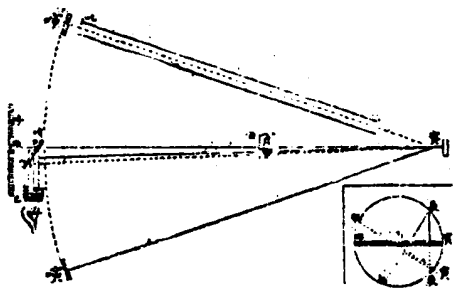
甚微

第四十六節 有人曾試驗光行速率又有格致士名飛

納算光行速率每秒九萬四千六百七十七英里自後又有格致士名傅珂算光行速率每秒十八萬五千一百七十七英里

傅珂測算光行速率器之圖說從他書移附於此

如圖呼為暗室之牆辰為方孔此方孔內豎一白金條暗室外用一回光鏡令光條透過方孔而至室內則白金條分光條為二咿為無光色差之透光鏡其頂距甚大離白金條不及頂距之二倍故白金條之形像成於透光鏡首軸線之處略加大焉光條透過此鏡之後射至寅平回光鏡此回光鏡旋轉之速率甚大且其回射之形像成於空中此形像在空中之行速率為



鏡旋轉之軸線從噴鏡回射之光復至寅鏡再從此

同光鏡速率之加倍如圖寅卯
 故形像在辰其辰辰辰角等於寅兩寅角因成角之緣互為垂線也但寅寅角為辰辰角之半因寅兩寅角為分圓角辰辰角角為負圓角故辰辰弧倍大於寅寅弧所以形像在空中之行速率為旋轉之加倍此形像射至噴凹回光鏡此鏡面之中心合於寅

鏡回射而過咿鏡而成一白金絲之形像寅鏡旋轉不速所成之形像合於白金絲咳為平行面之玻璃片在白金絲與透光鏡之間所以從寅鏡回射之形至玻璃片而回射則透過已目鏡設寅鏡或不動或旋轉甚遲噴寅兩鏡回射之光線射於寅鏡上其形像與原回射之形像相合後從寅鏡回射至咳玻璃片之甲點從此處有幾分回射至目鏡之丁點成一形像甲丁等於甲辰其形像用已目鏡觀之寅鏡每旋轉一周在丁點成一形像若旋轉為平速率則不改其形像之所在若速率不過於每秒三十周即可分別形像之有無

寅鏡旋轉之速率稍大則形像常閉於目中若寅鏡旋轉之速率極大則光從寅至噴從噴回射至寅光行之時回光鏡已改其方向所以從寅透過五鏡不至甲而至乙而成寅乙之方向從乙回射至壬在此處成一形像所以人目觀白金絲之形像自丁至壬為其差數若寅鏡旋轉之速率不大原有差數目力不能分別故必令寅鏡旋轉甚速能分辨差數或令寅噴兩鏡相距甚遠亦可傅珂用丁壬兩處形像之差數與每秒旋轉之速率而推算光從寅至噴而回

再自噴至實之時其算式內噴實以五代之咀實以
丑代之辰咀以未代之每秒旋轉之速率以卯代之
丁壬兩形相距之數以叮代之每秒光行速率以咳

代之則得式

$\frac{1}{8} \times \frac{1}{1000000}$

此器噴之相距四碼噴鏡旋轉之速率每秒六百
周或八百周相距之差數為百分寸之八或百分寸
之十二旋轉之時有極大之速率故略有震動所得
光行速率不能極準也

又用此器量光行於流質內之差數其法用一長管
如呷呷長三碼置於噴噴兩回光鏡之間而噴與噴
兩回光鏡作法相同光線二次透過管內之流質從
噴回射透過咀鏡至丙丙回射而成形像於辛相
距之差數流質大於空氣質故知流質內光行之速
率小於空氣內光行之速率

傅珂算得光行速率空氣內每秒十九萬二千英里
水內十四萬四千英里玻璃內十二萬八千英里金
剛石內七萬七千英里

第四十七節 英國天文士侯失勒言礮彈離地行極速

須十七年而至日處日光至地祇八分時耳速飛之鳥
行地球一周須二十一日而日光繞地球一周祇一舉
翮之時耳最近之恒星其光至地亦須五年

論回光

第四十八節 凡物發光而至他物必有幾分回射之光
第四十九節 磨光之鏡其回射之光必有一定之法未

磨光之物其回射之光無一定之法蓋其光四散也

第五十節 設以白紙一張置於室內日光照於紙上室

中照耀甚明若置一鏡於紙上光線回於一處此處甚

明他處甚暗也

第五十一節 假如鏡之背面極好則回光必依一定之

理而目不能見鏡祇能視鏡之回光處若室內無塵即

在空氣中之光條亦不能見也然回光之鏡必不能依

回光一定之理故目能見鏡且房內空氣中安得無塵

而塵亦散光故空氣中能見光條也

第五十二節 若光線遇回光面為其面之垂線則光線

回射之方向同於光線射至回光面之方向若光線斜

遇回光面則回射之光線亦斜

第五十三節 若於光線遇回光面之點測其回光面之

垂線則光線與垂線所成之角為射光角回射之光線

與垂線所成之角為回光角

第五十四節 射光角必與回光角相等此為光學之要理

論試驗回光之事并平回光鏡

第五十五節 貯墨水於盆中以線一根其一端繫一錢懸於水中水本為平回光面所懸之線為垂線此垂線可繫於表尺上此表尺之懸點為○點左右各有分寸數垂線之傍置一燭火其對面則為試驗人之目

第五十六節 若燭火之光點在表尺某分點上人目欲見燭火點之回光在垂線遇水面之處必自懸點一邊相對之分點而觀之此分點與垂線遇水面之處成一

第五十七節 用水銀之類為借地平之法測日星之高弧此度數大於真高弧一倍因所測之角度為回光角與射光角餘度數相加之角度半之而得射光角之餘度數即高弧之度數也

第五十八節 此射光線與回光線為至近至短之線
第五十九節 回光之面不平則回光面發出光線之處離目遠近不同假如立於河邊而觀物之形像在水中回光或變為長條之形因風吹水面成浪也

第六十節 各物回射之光不同若射光線為回光面之垂線以光線一千分而論水回射之光線十八玻璃回射之光線二十五水銀回射之光線六百六十六

第六十一節 若射光線不為回光面之垂線水與玻璃回射之光線則多於為垂線時之數假如射角四十度以光線一千而論水回射光線二十二射角六十度則光線一千水回射光線六十五射角八十度則光線一千水回射光線三百三十三射角八十九度半光線略近於水則光線一千水回射光線七百二十一此時水銀回射之光線與水同

第六十二節 此事可試驗之其法用水一盆并一燭火而仔細看其從水面回射之光其明如何然後燭低而目亦低將近水面燭光更明

第六十三節 或用平面回光鏡試驗之其法置燭火於鏡與目之間目與燭火相連之直線亦為鏡面之垂線祇能見燭火不能見鏡中燭光之形像也

第六十四節 稍移動之即可見數燭光之形皆相連而蔽其少半更移動之則目在於傍而玻璃厚者即能見燭光分列之形像

第六十五節 所見燭光之第一形像為鏡之前面玻璃

83-44 9/15

回射之形像

第六十六節 所見燭光之第二形像為鏡之後面擺錫

回射之形像此形像較前面者更明可知金類回射光線多於玻璃也

第六十七節 金類回射之光線有幾分抵玻璃之前面

不離玻璃即回射至金類面而成形像又有幾分光線不離玻璃但回射至金類面而再成一形像如此遞生遞暗而目不能見矣

第六十八節 若以鏡一面又用燭火一枝而令目與燭漸近鏡面即可見玻璃面回射之形像明於金類回射之形像

第六十九節 凡觀平面鏡內之形像若不在鏡面而在

鏡後形像與鏡之相距等於物與鏡之相距此與射光角回光角相等之理有相關假如作一直線而代剖鏡之圖在其線之前面作一點從此點至鏡面之射光線自鏡面回射而抵人目之瞳人此瞳人為圓錐形光線之底若引長圓錐各線至鏡後必成交點而人目觀鏡前面之點若在此交點也此交點即圓錐形之頂也

第七十節 初學之人必習練此事而知物之形像在鏡後何處應從物點起作鏡面之垂線若引長此線過鏡

面而至圓錐形之頂其相距必等可知鏡內之形像大

與物同不過左右相反耳

第七十一節 由上所言之理可將已刻字之板用鏡照之其字與書同

第七十二節 若人身照於鏡中右面為左面右手為左手之類是也

第七十三節 鏡高於物之半能回射物之全形

第七十四節 凡移動平面鏡而不改鏡面之原方向即可見鏡內形像移動之速率大於鏡面移動之速率一倍

第七十五節 若將平面鏡旋轉即可見鏡內形像所成之角大於鏡面旋轉之角一倍

第七十六節 凡平面鏡與地平成四十五度之角即可見鏡內豎物之形為平而平物之形為豎

第七十七節 兩平面鏡相遇成角設置一物於角之間即見鏡內有數物之形像兩鏡所成之角度愈少則物之形像愈多如欲求得其形像之數即以三百六十度

為實兩鏡所成之角度為法除之得數若無分數為形像數加一西洋鏡亦以此法作之

第七十八節 若兩鏡平行而所成角度為○其間有一

物即見鏡回射此物之形像數無窮觀兩平行鏡回光
物之形像依次漸暗至於目不能分

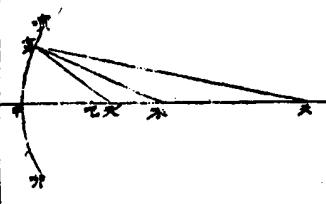
論凹面回光鏡

第七十九節 順直線而行之光線其行法不同或漸散
或平行或漸近

第八十節 地上各物所發之光線皆漸散者曰星所發
光線俱為平行因離地甚遠也

第八十一節 地上各物所發之光線可射至凹鏡上而
合其光線或變為漸近或為平行

第八十二節 凡光線射至凹鏡面而回光必合於上所
言回光之理



第八十三節 回光之理射光角與回光角相等如圖噴
啣為圓周之弧線其中心為啣假如甲
天軸線過中心啣分噴啣弧為兩平分
若噴啣弧繞甲天軸線一周即為球之
截弧面凹面透光鏡背有擺錫即為凹
回光鏡以下講明凹鏡回光之理

第八十四節 甲天由線為凹鏡之首軸線

第八十五節 假如有發光點在啣其光線射至凹鏡面

必為其垂線所以回射至啣

第八十六節 設發光點不在啣點而在天點其光線射
至凹鏡面成一圓錐形故所發光線必漸相離而從凹
鏡回射之光線必漸近又成一圓錐形其頂在首軸線
啣點與凹鏡面之間如前圖天寅為射光線寅天為回
光線啣寅為凹鏡之半徑射光線與半徑所成之角等
於回光線與半徑所成之角

第八十七節 設發光之天點離凹鏡面甚遠或竟離無
窮之遠則射光線俱為平行而回光線成圓錐形其頂
在凹鏡面與中心啣兩界之中

第八十八節 前圖之吧點為兩界之中點即凹鏡之聚
光頂凡平行射光線回射之光頂皆謂之聚光頂案聚光頂
本名為聚光點因此點為圓錐形之頂故改名為聚光頂

第八十九節 凹鏡面與聚光頂相距若干謂之原距
第九十節 發光之物在凹鏡前能成一形像亦可置此
物於形像之處而其形像還於原有之物之處若此物
在中心啣與凹鏡之間則中心啣必在凹鏡與形像之
間若置此發光點於聚光頂其光線自凹鏡回射而平
行

第九十一節 若發光之點在聚光頂吧與凹鏡之間光

R 2 MA 61 A 4

線自凹鏡面同射必漸離不能有實光頂也

第九十二節 若以漸離之線引長至凹鏡之背成一圓錐形其頂謂之虛光頂

第九十三節 知以上所言之理即可知發光點從無窮之遠漸近至凹鏡之中心當此時發光點之形像自聚光頂移至凹鏡之中心有相迎之勢更易之亦同此理所以發光點從中心移動至聚光頂之時形像亦同時移動從凹鏡中心而至無窮之遠

第九十四節 發光點之所在與其形像之所在皆謂之互光頂若已知互光頂之理即可知移動之時其方向必相反且二箇互光頂必在凹鏡之中心相合

第九十五節 若置一物於凹鏡中心以外即於凹鏡中心與聚光頂之間成物顛倒之形像但較之實形稍小耳

第九十六節 若以此物置於凹鏡中心與聚光頂之間即在中心以外亦成物顛倒之形像但較之實形稍大耳

第九十七節 以上兩節所言之理物之形像仍在凹鏡之前此種形像謂之實形像設此物置於聚光頂與凹鏡之間即成一形像於凹鏡之後面其形像為正且大

於物件也此種形像謂之虛形像非實有於凹鏡之後也不過光線射至人目似從凹鏡之後面而來

第九十八節 平常鏡中所見之形像皆虛形像也

第九十九節 前言各光線在一箇光頂相合此凹鏡必為弧面之一小分若大分則不然尚有別理也

論回光之燃面

第一百節 設回光鏡為弧面之大分則同射之光線不聚於一點各光線彼此相交處成一極明之面論光學之理者謂之燃曲面

第一百一節 圓玻璃杯可代圓柱形之凹回光鏡若以牛乳滿於玻璃杯內至八九分置一燭火於玻璃杯之旁即於牛乳之面顯一燃曲線若將全玻璃杯鍍錫汞又成燃曲面球形回光鏡之聚光頂謂之燃曲面之燃頂

第一百二節 若光線不合於燃頂此差數亦謂之光行差球形回光鏡不能聚各光線成一光頂此差數謂之球形差

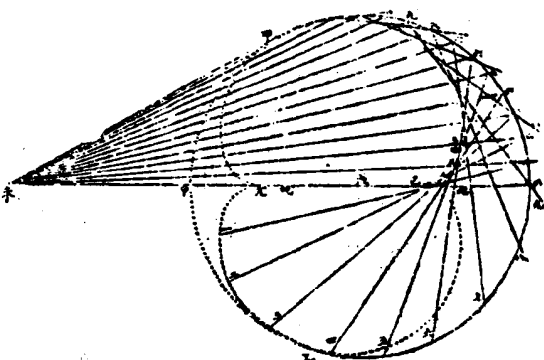
第一百三節 前第九十七節言物在凹鏡之前即成一實形像於凹鏡之前設人目在物之外與漸離光線之間即可見物之形像若於此處置白紙一張其形像即

現於紙上人目在紙前無論何處皆能見之設所置之
物半屬透光如雲母石玻璃紙之類則人目無論前後
皆能見之亦可用此法成大小活動之形像

凹面回光鏡可取明火於日設鏡之半徑為三尺頂距
為二尺即可用日光線以燃物光頂之熱可合水沸可
令紙焚若將銅塊或鐵塊置於光頂間燒成紅色不啻
投入冶爐中也

論球形鏡之燃面從他書移

回光鏡與透光鏡所成燃面為光線或兩根或多根
在某點成交點若置一物於交點處其物之明為兩
根或多根光線相加之明球形回光鏡能合同射光
線聚成數光頂若此數光頂切近於煙或切近於紙
或切近於水面則各光頂在其面成明點此各明點
相連成曲線謂之燃曲線若漸離之光線射於大於
半球形之凹回光鏡其光線同射之形頗有可觀如
圖甲丙乙為大於半球形之凹回光鏡戊為球心已
為聚光頂末為光原發漸離光線未甲丙射於回光
鏡之上半甲丙即是未一未二未三等各射光線一
一二二三三等各回光線若從戊至一二三等各點
作半徑線即分其角為二平分一分為射光角一分



八八等各光線皆與首軸線成交點而漸近於首光
頂已未一為中光線其回光線與首軸線成交點合
於首光頂發光點射於凹鏡丙乙之光線圖未顯明
亦可如上法分為未一未二等其回射之光線亦與
首軸線成交點自丙至己且下半鏡之回光線一遇
上半鏡之回光線一成交點其餘光線亦與上半鏡
回光線成交點
各光線回射之時未至首軸線彼此已成交點此各
交點相連則成甲已燃曲線射於下半鏡之各光線
回射時彼此成交點亦成燃曲線已為燃頂丙已為
為回光角十光
線不遇首軸線未
丙而遇回光鏡之
第三點故又有回
射之光線九九光
線遇首軸線於丙
即為凹鏡面之心
故亦有回射之光
線十一十二兩光
線亦為兩次回射

燃曲線之切線

若有小光條之一光線從未甲漸移至未乙即先射至九後至八至七至六等點果如此則兩光線之交點順甲已曲線而漸移但其回光線與首軸線所成之交點亦從丙漸移至已

設此甲丙乙為凸面回光鏡之圖即置未光原於丙點之右其相距等於在丙點之左如上圖即可令回射光線引長至鏡背之後而與首軸線成交點則有一虛燃曲線其形與燃曲線同

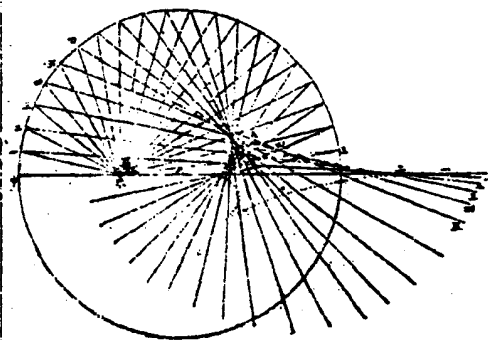
設光原仍在未點射至甲申乙凸鏡上即成一虛燃曲線為甲九乙而小於甲已乙且兩種曲線相遇於甲乙二點此兩種曲線大小不同者因光原近於凸鏡遠於凹鏡也

設未點光原漸離甲丙乙凹回光鏡則燃頂之已點漸移至吧且燃曲線之切線丙已漸短若未點光原離凹鏡無窮之遠則已點與吧點相合即平行光線之聚光頂也設此甲丙乙為凸回光鏡而未點光原居於圖右亦有是理甲申乙為凸回光鏡而光原漸離凸面則虛燃角九點漸移至吧若未點光原離無窮之遠則光線平行九點與吧點相合

設未點光原漸近甲丙乙凹回光鏡之中心則已點漸近於戊點而燃曲線漸變為直線未點與戊點相合即無燃曲線因各光線回射至中心且各光頂并各線之交點皆合於戊點

前言甲九乙為虛燃曲線若未點光原漸近於申九亦漸近於申且燃曲線漸改其形與甲申弧線相等若未光原已至申點九亦至申點無燃曲線矣

以上所論據鏡之剖面圖而言任方向剖之其理皆同若用回光鏡試驗此事即能見其燃曲面圖中甲已乙燃曲線繞丙已本軸線一周即為燃曲面且回射各光線為燃曲面之切線

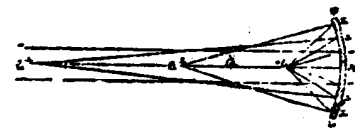


光原在凹回光鏡之內面者如圖未戊相距近於未申即有兩箇燃曲面一為短者與前圖同一如本圖有兩長曲線如一二三四五曲線與申戊軸線下虛曲線相

對此兩長曲線在鏡後成交點設未光原近於申而
 遠於戊則兩長曲線在鏡後漸離且其虛光頂在凹
 鏡之內若未光原在戊與申之平分點則曲線改為
 平行線若未光原漸近於戊則一三三等兩長曲線
 漸短且短燃曲面亦同時漸短但本圖漸短之速率
 小於前圖漸短之速率未光原已至戊點即無燃曲
 面其故前已詳言之

昔有瑞士國人德半理考究燃曲面之理云由平
 行光線所成之燃曲面而得燃曲線作此線之法球
 之中心為圓周心又有一圓周其兩心相合中間圓
 周之外有一移動之圓周移動時成一曲線其動周
 半徑倍於定周半徑後有司密得依法推算而知光
 原在申動周半徑為鏡球半徑三分之一定周半徑
 為鏡球半徑三分之二若未光原向前行過戊點而
 更近於鏡面此兩種燃曲線離離皆過戊點而向外
 行且與上所言之理合

回光之奇理可解明之如圖光原在吧點與聚光頂
 幾欲相切甲丙乙為凹回光鏡光原在聚光頂以內
 相去不過一點否則吧一吧一兩光線不能自一至
 一依平行方向回射其故因光線射至鏡面已在首



軸線之旁吧一吧一兩光線射至鏡面
 離首軸線已遠其回射光線即於已二
 成交點吧二吧二兩光線射至鏡面離
 首軸線更遠其回射光線即於已三成
 交點吧點光原所發光線射至鏡面之
 點在一丙與一丙之間者其回射光線
 必漸離此鏡面光線回射平行漸近漸

離三種光線俱有之

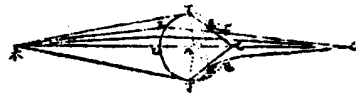
柱形凹回光鏡亦有燃曲面即可用此法試驗其理
 其法用瓷料所作之柱形鏡而觀其內面若日光照
 於內或燭火之光照於內即可見其燃曲面於底但
 因其器甚深且日光斜射而入必用淺器試驗方可
 或用乳或用白紙或白粉貯於器內令其底甚淺則
 可觀矣如欲置發光點於器內即用白紙板浮於其
 面點一小燈於紙板上即可見紙上有燃曲線所見
 之燃曲線與前圖同所置發光點即在圖之未點也
 有人用鋼條一段置於白紙上或用日光或用燭光
 射於鋼條上即於紙上能見燃曲線此白紙面與發
 光之點在一直線內若移動光原或遠於鋼條或近
 於鋼條即改其燃曲線之形若改鋼條之形亦即改



種燃曲線形

其燃曲線之形故可令甲乙鋼條依各
形而立即於寅卯紙上見燃曲線改變
各種曲線之形最為可觀別種回光之
面如銀片雲母石等物亦可成極明之
燃曲線若用回光之圈亦可成凹凸二

已明回光鏡之燃曲線則知透光鏡亦有燃曲線若
以漸離光線射於球形透光鏡之面如圖丁乙丁為
球面丙為中心未為發光點未丁未丁兩光線為球
形之切線透過球體之方向為丁吧與丁吧未乙未



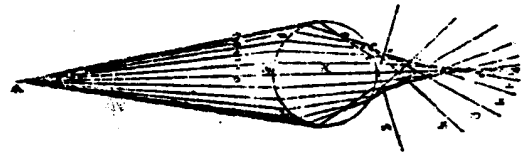
乙兩光線近於首軸線透過球體之
方向為乙已與乙已若自丙至丁作
兩直線相連而作丁戊丙與丁戊丙
兩半周又作丙戊丙戊兩直線其長
若干與丙丁之比若一與折光指之
比其燃曲線從戊與戊起成戊已戊
已兩曲線而漸近未丙軸線至首光

頂已即合於軸線

光線透過透光鏡與鏡之樞線成正角有燃曲線如
圖甲丙乙為柱形透光鏡剖面圖戊為圓周之心未

七

學 卷上



為發光點未六為圓周之切線
從第一面折光為六六之方向
從第二面折光為六六之方向未
五未四等各光線皆依數號而
折光觀圖自明透過之後光線
交點成一燃曲線為六四三二
一吧每線未與首軸線成交點
之時先成一交點最近軸線之
射光線透過後與軸線成交點
於吧所成燃曲面甚明面已丙
因有光線成交點亦明面之外因光線不成交點故
不甚明也

若有平行光線射至甲丙乙圓周上其曲線之起點
在與樞線成正角半徑之末點自此處起至首光頂
止此曲線繞本軸一周即成燃曲面與上圖回光時
無異吧為極明之點其後界有一極明之圓周
德率理物之書內有一法可依圓周之徑定其透光
質之折光指折光指愈大圓周之徑愈小若將玻璃
球內容清水置於日中即可見燃曲面若將玻璃圓
管內容清水令日光透過玻璃管後用一白紙其面

八

與水面平行即於紙面見其燃曲線

論凸面回光鏡

第一百四節 用凸面回光鏡而試驗光理即可知各光頂并各形像之所在與凹鏡同不過各光頂與各形像俱為虛者耳

第一百五節 設欲定凸鏡聚光頂之所在即應用平行光線射至鏡面此各平行光線與鏡面各相對半徑所成之角與回射光線與各相對半徑所成之角等此回射光線俱為漸離之光線若引長之至鏡背之後即相合成一點亦謂之首光頂

第一百六節 設欲定凸面回光鏡內之形像并兩箇交互形像之所在即自物件作次軸線過鏡中心再自物件至鏡面作一線為射光線後從鏡中心至鏡面作一線與射光線相遇成角即射光角又作相等之回光角以此回光線引長與次軸線作交點即形像之所在也用法可任取物之一點而定其形像之所在又可知凸鏡內之形像小於物之真形而非倒置也

第一百七節 拋物線形之回光鏡各平行射光線回射之後其聚光頂必在拋物線之心設於此心置一發光點其回射之各光線俱為平行而無光行差者橢圓形

之回光鏡則此心所發之光線回射之後必聚於彼云彼此二心故海岸有大燈以便行船皆用拋物線形之回光鏡回射之各光線皆平行而至遠處但回射之光線不合於真平行線因其光原大如一點也

論折光之理

第一百八節 凡光線射至物上非盡回射也必有幾分透入物質之中阻光之質必速滅入質之光線透光之質必讓入質之光線透過也詳見第十一節

第一百九節 以射光線一千而論為水面之垂線祇有十八光線自水面回射其餘九百八十二光線透入水質之中詳見第六十節

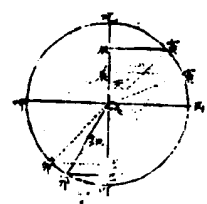
第一百十節 凡射光線一千為水銀面之垂線祇有三百三十四光線透入水銀質中不存而滅

以下講明各光線入透光質之理可借水以為喻焉
第一百十一節 設有一光條為水面之垂線其透入水質之方向同於射至水面之方向若光條射至水面不為垂線則於入水之後改其原方向

第一百十二節 光條入水改其原方向有如折形故謂之折光此折光之角各質不同

第一百十三節 學者必知折光之理有一定之故如圖

83-91/54



呷呷呷叮爲器之直剖面形水滿至器之半呷呷爲水面成爲中心呷叮爲水面之垂線與水面成交點於呷點設此器不透光卽於呷點作一小孔則有小光條射至水面此光條遇水於呷點透過水而至叮不改其方向

第一百四節 設於寅點作一小孔而有小光條斜射至水面之呷點透入水質中卽改其方向爲呷卯

第一百五節 作寅辰線爲呷叮之垂線又作卯巳線亦爲呷叮之垂線若以寅辰線爲實以卯巳線爲法約之所得之數必爲恆數無論射光角若干其數不變也

第一百十六節 水面上之天角爲射光角水面下之地角爲折光角以呷呷叮圓周之半徑爲一則寅辰線爲射光角之正弦卯巳線爲折光角之正弦

第一百十七節 前言射光角之正弦爲實折光角之正弦爲法約之得數爲恆數乃光學中之要理此兩角不論其大小所得之數恒同設此角減小彼角亦減小此角加大彼角亦加大所以射光線順寅辰虛線則折光線必順呷卯虛線寅辰與卯巳之比若寅辰與卯巳之比由上理而推廣之其比例必同也

第一百十八節 此恆數謂之折光指卽光差也

第一百十九節 上言用比例之法與前所言法除實之理無異假如一爲實一爲法卽得一分之一此與一與

二之比相同也若以一爲實一爲法得數爲二此與二與一之比相同也又如十二爲實二爲法得數爲四此

與十二與三之比相同也若以三爲實十二爲法卽得四分之三此與三與十二之比相同也

第一百二十節 凡直角三角形求句與弦之比必以句爲實弦爲法約之而得所求此直角三角形無論大小

求得之數與句所對之角之正弦同如前圖呷辰寅三

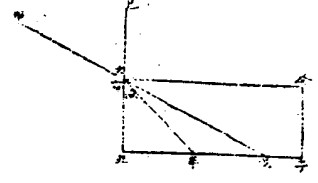
角形天角正弦與辰寅與呷寅之比相等可用算式明之

地角正弦亦與卯巳與呷卯之比相等則此呷寅與呷卯無論若干數角之正弦必相等因半徑

爲一所以一而一學者已知此理可明下數節所言之理矣

第一百二十一節 如圖寅丑癸子爲長方玻璃器各邊

平行惟寅丑之一邊不用玻璃透光若有光原在甲點光線射至玻璃器內卽於寅丑不透光之一面成一影



自丑至戊皆有之若將水傾滿於玻璃器內其影之界自戊至辛此因水能折光之故也

第一百二十一節 寅戌與寅丑兩線所成之角等於天

角即射光角也詳見第一節此而此線可量其

長數亦可算其長數而知合於上所言之理即得

數與得數必有一恒比例水中折光之比例為三

與四之比即是一三三三此數詳言之應

第一百二十三節 凡光線自空氣射入水中則折光線

稍近於垂線蓋空氣之質淡於水質凡光線自淡質入

濃質中大約有此情形也

第一百二十四節 凡光線自水中射入空氣內則折光

線更遠於垂線 如圖甲為水中發光點其射光線透

出水面而入空氣中即更遠於垂線若射光線之度數

加多則出光線之度數亦加多如有出光線與水面平

行則其射光線更斜不透出水面而從水面射於水



中矣

第一百二十五節 設玻璃器內用醋則折光指為一三

四四用罷蘭地酒則折光指為二三六〇用以脫里克

醋則折光指為一三七二用杏仁油或橄欖油則折光

指為一四七〇用松漆油則折光指為一六〇五用八

角油則折光指為一五三八用苦杏仁油則折光指為

一四七一用炭硫則折光指為一六七八用燐則折光

指為一三四

第一百二十六節 上所記各物折光指之數皆大於水

之折光指之數除醋不能燒外其餘可用火燒之令至

於無其理甚奇

第一百二十七節 前二百年英國士奈端言油質之折

光指甚大可用火燒之至無令金剛石量其折光指得

二四三九金剛石之折光指甚大必能燒之至無也

奈端此時實未知燒金剛石之法近講求化學之理

此事亦易易耳

83 冊 91 25

第一百二十八節 折光之中又有一奇理松漆油之折

光指大於水而其質點不如水之緊密與水之質點相

比若八百七十四與一千之比凡斜光線從松漆油入

水即自淡質人濃質而其折光線更遠於垂線或以斜

光線自水入松漆油而其折光線更近於垂線觀此可

知前言光線從淡質入濃質折光線更近於垂線不能

為一定之理也詳見第一百二十三節

第一百二十九節 凡光線或從空氣或從他質斜射平

行面透光質而仍入空氣或他質此光線即依原方向

而行前言光線從此質而透過彼質或濃或淡以後折

光線仍入前質再折光而得原方向即此理也

第一百三十節 光線過透光質之時必有最速之時設

已知光線透過某質之速率則折光線所行之方向為

光線透過某質最速之方向

第一百三十一節 因折光之故觀水更淺觀玻璃更薄

更淺更薄皆指本體而言

第一百三十二節 人在水面而看水底光線自水面至

目成垂線必無光差其餘至目之光線必有光差若以

有光差之光線引長至水中而與垂線作交點必不在

水底因光線自水中射入空氣內光線更遠於垂線也

第一百三十三節 人目斜視水底較之直視水底必稍

淺水因折光之故

第一百三十四節 若將竿一根插入水中此竿之形若

折斷而更遠於垂線設太陽之光線斜入水中則入水

之後其光線更近於垂線

第一百五十五節 若用一空盆置一物於盆底離人略

遠至僅見其半然後傾水於盆中即可見其全此亦因

折光之故

論透光質有時能不透光

第一百二十六節 折光與同光有相關之理若無折光

則亦無同光也假如以一定質浸於流質內而流質與

定質之折光指相等即不能見此定質於流質之內矣

第一百三十七節 凡光線從此質而入彼質此質折光

指與彼質折光指不同必有同光若光線回射多次則

二種透光之質皆不透光 水面之白沫不透光因其

內有水與空氣兩質光線透入回光多次漸不透光黑

色之雲不能透光設黑雲面有回光其色不黑而白皆

因此故若以透光之質搗碎研為細粉其粉各點透光

多點聚於一處即從各點之面屢次回射其光甚多故

光不能透入粉內而為白色亦此故也

第二百二十八節 食鹽與紙皆為白色鹽之質點與紙之質紋皆能透光而竟不透光者因聚於一處有屢次回射之光而光不能透過也

第二百二十九節 若於紙之質紋間加入透光之質而其折光指與質紋之折光指相等即無屢次回射之光而紙能透光矣玻璃紙用此法造之紙之質紋間所加之油即透光質也 紙浸於水內則紙能透光白布浸於水內其白色稍減因濕布透光多於乾布也回射之光少於乾布也然紙與布浸濕之後尚不能全透光因水之折光指大小又有數種石類乾時不能透光浸於水中即能透光

第一百四十節 折光指愈大同射之光愈多水折光指為一三三六玻璃折光指為一五所以光線順垂線而透過玻璃面其回射之光多於從水面回射之光金剛石折光指甚大故極明淨也

論全回光

第一百四十一節 學者既知第一百二十三與一百二十四兩節所言之理即可知以下所言之理矣 凡射光線與水面所成之射光角近於九十度即略與水面平行有折光角四十八度半反言之光線自水中而入

空氣設光線遇水面所成之射光角四十八度半光線在空氣中即略與水面平行

第一百四十二節 若水內光線與水面成角過於四十八度半則光線不射入空氣中即從水面回射於水中此謂之全回光

第一百四十三節 定全回射光界之角謂之界角水之界角為四十八度二十七分平常玻璃之界角為三十八度四十一分金剛石之界角為三十三度四十二分

第一百四十四節 若各光線射於水面而滿一直角則入水之後即改為四十八度二十七分之角設用金剛石即改為三十三度四十二分之角

第一百四十五節 於靜水中觀水邊之物必覺更高假如魚在水內向上而看空中圓界其目為圓心其視半徑略近於九十七度即四十八度則魚目在水中能見此處地平一切之物但近地平之物看之略短其高在空中圓界以外魚目能見水底之物與人視鏡中回射之光無異也

第一百四十六節 日月近地平之時而無雲遮蔽則觀之略似橢圓形亦與上理同

第一百四十七節 試驗上理可將一銀錢置於玻璃杯

內然後傾水於杯內高一寸以杯稍斜人自於杯底觀之能見此錢回射之形像甚明因其光是全回射之光也

第一百四十八節 或用一有底玻璃管以其一端置於水內而斜之待與水平行之光全回射於水面之下然後從上而觀此玻璃管似磨光之銀若傾水於玻璃管內與管外之水平即無全回射之光矣

第一百四十九節 凡有三稜玻璃其兩腰面相等又相遇成正角若有一光線為其腰面之垂線透過玻璃後必與其底面成四十五度之角此角大於本體之界角所以光線全回射而射光線與回光線成正角凡欲改射光線為九十度方向之回光線即用此兩等面三稜玻璃

第一百五十節 若射光線與正角三稜玻璃之底面平行則折光線遇底面成角大於界角故光線全回射設受光之體大於一點則物之兩端所發光線在稜體內成正交線透過稜體觀此物有顛倒之形測天之遠鏡亦有顛倒之形用正角三稜玻璃更顛倒之則得其正矣

第一百五十一節 砂漠之地有時能見極遠之物似在

光

學 卷上

目前并能見空中海市蜃樓之類皆因全回光之故也日光射於砂漠之地砂極熱時其相近之一層空氣亦甚熱且輕於以上之空氣故上升所以遠物之光線遇一層更輕之空氣其上面甚斜而光線全回射與物之光線自水面回射無異昔法國與暹國交戰之時行過砂漠軍士口渴見泉水甚近而喜然相去實甚遠也

第一百五十二節 氣質與流質定質同可回光亦可折光因氣質之折光指甚小故回光與折光甚微但測望之時必須知蒙氣差即空氣折光之故也用三角法測地亦須知蒙氣差日未出地平之時已能見日日入地平之後仍能見日亦因有蒙氣差也

第一百五十三節 若由熱物上而觀對面之物有執動之勢此因空氣冷熱不勻故折光不同遠望各曜之光有執動之狀亦此故也測望家深惡此事因多一差耳
第一百五十四節 可從燭火上熱氣中而觀一物或從極熱鐵條上升熱氣中而觀一物或以炭爇氣自上墜下或輕氣升上此氣在極大光刀與日屏之間即於屏上能見此氣升上成浪形亦因空氣中折光之故也
論透光鏡

第一百五十五節 透光鏡亦為弧面之一小分若不合

於弧面之一小分即為球形透光鏡

第一百五十六節 透光鏡分為二種一合平行光線透

過鏡後而漸聚一合平行光線透過鏡後而漸離每一

種透光鏡有三式其各如左

漸聚透光鏡 一為雙凸鏡 二為平凸鏡 三為凹

凸鏡此鏡凸面之半徑大於凹面之半徑

漸離透光鏡 一為雙凹鏡 二為平凹鏡 三為凸

凹鏡此鏡凹面之半徑大於凸面之半徑

第一百五十七節 凡光線過透光鏡之中心為雙凸面

之垂線此線亦謂之首軸線

第一百五十八節 凡光條射於凸鏡上與其首軸線平

行既過凸鏡之後其各光線即於軸線上成交點此交

點亦謂之聚光頂

第一百五十九節 在聚光頂之外置一發光點其各光

線在凸鏡之彼邊成交點而發光點之形即在此交點

若發光點漸近聚光頂彼邊之形即漸離凸鏡設發光

點已合於聚光頂則其形離凸鏡之遠為無窮矣

第一百六十節 若發光點在聚光頂與凸鏡之間其各

光線透過凸鏡之後必漸離以此各線引長成交點則

與發光點相近而在凸鏡之後面其點為虛光頂若散

光之體大於一點即於虛光頂成一虛形像

第一百六十一節 置一物於聚光頂之外即於凸鏡之

彼邊成實形像或大於物或小於物必成顛倒之形

第一百六十二節 前論同光鏡發光點與形像有互光

頂凸面透光鏡亦如是也

第一百六十三節 凹面透光鏡之各形像必為虛者

第一百六十四節 球形透光鏡不能聚各光線成一光

頂在鏡周透過之各光線較之鏡中透過之各光線折

光更多所以鏡周各光線之頂距小鏡中各光線之頂

距大若將球形透光鏡以各光線合為一光頂不過能

用鏡中之各光線而不能用鏡面之各光線也

第一百六十五節 過鏡中之光線與過鏡周之光線兩

種光線之頂距不同亦謂之球形差凡弧面透光鏡合

各光線成一光頂則謂無差之透光鏡球形透光鏡非

無差也

第一百六十六節 球形透光鏡同於球形回光鏡亦有

燃曲面與燃曲線發於光線之各交點也

論眼能透光之理

第一百六十七節 人眼能見各物亦可謂透光鏡也內

有三質前後房水一也睛珠二也六角水三也

第一百六十八節 前後房水在眼之前面有明凸如表蓋者名曰明角罩前後房水之後睛珠之前有眼簾在瞳人圓周以外睛珠之後有大房水居眼之太半人眼全徑一〇九分十二分即英寸

第一百六十九節 腦筋從眼後而入分爲數支於目底成形其密如網即謂之筋網其底有黑油衣目內回光甚少因黑色之故也

第一百七十節 眼簾功用能或舒或縮令瞳人縮小展大設光力不濃則眼簾將瞳人展大光力甚濃則眼簾將瞳人縮小看近物則眼簾合而瞳人縮小看遠物則眼簾開而瞳人展大

第一百七十一節 瞳人色黑因眼內有黑油衣設能發光射至筋網上即能見瞳人之色甚明但射至筋網之光即回射於發光之體故欲觀他人目中回射之光其目必在發光體與筋網之間既在此間又遮去射至筋網之光必另設一法以試驗之其法用一擺錫鏡而去其一點鏡光射至筋網上即於此點後觀他人目中可見受光之筋網且瞳人之色紅如熾炭西國醫士依此理而造一器可觀他人眼內之病其狀若何
第一百七十二節 白兔之瞳人其色甚紅因目內無黑

油衣光內之紅光線透過眼白殼即從眼內回射故見其瞳人爲紅色也此種目人亦有之略設遮去紅光線而不令透過其瞳人亦是黑色也 有一種獸其目內無黑油衣祇有回光皮代黑油衣故暗中能見貓眼內之光此光非從眼內發出乃回射之光耳設合貓眼在極暗之處其眼內亦無光矣

第一百七十三節 西法照像所用暗箱內有糙玻璃外物之光線透過暗箱之透光鏡而射於糙玻璃上若形像不甚清楚可進退以準合之必令形像在糙玻璃上甚清楚也

第一百七十四節 人目宛如暗箱之有透光鏡也且有筋網代糙玻璃若欲仔細觀一物其物形必收聚於筋網上極清楚即是物上各點光影聚於筋網上一點方能清楚也

第一百七十五節 筋網上物形與物體相反
論目視物分遠近與眼鏡之功用

第一百七十六節 假如於目前稍遠處置字一幅於字與目之間懸一紗簾若目能從紗簾中見字即不能見紗簾若能見紗簾即不能見字蓋物之離目近遠不同者不能同時於筋網上成形像也

第一百七十七節 設目為定質與玻璃水晶無異即不能於忽遠忽近間見物之形像必有一定之界限方能見之若在定界之內外即不能見也然目之視物稍分遠近皆能見者此因睛珠可略改其弧面之平凸而視物也

第一百七十八節 在透光鏡之或前或後觀燭光回射之形若漸近透光鏡即見鏡中回射之形像漸小故可知觀近物睛珠之弧稍凸觀遠物睛珠之弧稍平

第一百七十九節 光線自空氣中入目先透過明角罩而折光因折光之故此各光線應過筋網後半寸成交點即然然因透過明角罩後之各光線再透過睛珠所以光頂聚於筋網也

第一百八十節 過明角罩中心至筋網作一直線此直線名曰視軸有人視軸太短筋網與明角罩之距各光線之光頂不聚於筋網而在於筋網之後高年人明角罩稍平光頂在筋網之後視物有昏花之象矣

第一百八十一節 高年人視物喜遠而不喜近因遠處光線略平行而入目可用凸透光鏡為眼鏡令光線漸近則光頂聚於筋網而視物清楚矣

第一百八十二節 有人視軸太長明角罩與筋網之距各光線

之光頂在筋網之前必近而視物則光頂可合於筋網故短視之人可用凹透光鏡為眼鏡

第一百八十三節 設有平直二物相離同遠人目不能於同時內而詳見此二物若欲詳見平物必略遠欲詳見直物必略近假如用墨水作平直兩線看一線清楚餘一線必略淡若看此略淡之線為黑線則前看之黑線必略淡有人看同遠之平直二物其差甚多可用圓柱形之透光鏡為眼鏡

論睛點

第一百八十四節 睛筋入目而分成筋網其不能見之處為睛點凡物之光線在此睛點或光頂即不能見矣

第一百八十五節 可試驗其事而用白水漆用此木漆二點置於黑紙上或用黑漆二點置於白紙上相距三寸然後令右目對準左邊之漆點或十寸或十一寸之遠兩目相連之直線與一點水漆相連之直線平行閉左目而以右目視左邊漆點則右邊漆點即不能見因漆點之形合於右目之睛點若動目向右或向左或離紙遠於十一寸或近於十寸則右邊漆點亦能見之物件大小與離目遠近之比若漆點大小與離目十寸或十一寸之比故有極大物件其光線之光頂在睛點

即不能見之也

論物形在目中之時

第一百八十六節 筋網能覺光光雖離而仍覺有光也如電光之來不過瞬息耳然光已過而目中尚覺有光覺光之時各人不同一秒中有若干差數

第一百八十七節 電光連發而入人目其停而未發之時少於光在目中之時所以各光點相合成連光假如一光點旋轉一周其速人目視之宛如一光點成一周矣又如一輪旋轉一周其速人目視之此各輻相合成一暗面矣有人依此理作戲翫之具其法畫人形或物形各形之式不同旋轉成圓周其速人目於窄縫中觀之見其相連成活動之形

第一百八十八節 凡水從壺口而出看似相連且分爲上清而下濁若於暗室中忽有電光一閃即見下段之水如圓珠墜下之狀有光之處即見墜珠之狀成水一條因水滴下極速故看似相連觀此益明上節所言光點停而未發之時少於光在目中之時之理 速率極大之礮彈於暗空中打過忽發電光即見礮彈在空中若有不動之狀

第一百八十九節 目之視物不能極準亦有球形差所

視物形外發多光因此所見物形較之實體略大尋常之光不甚濃所視物形未必大於物體若物外發光甚濃且物甚小所視物形即大於物體也假如用白金細線引電光而成白熱視之甚粗又如看新月可見其含無光之月體看有光之半月其半徑大於無光之半徑也海岸燈塔有燈甚多發平行之光從遠處望各燈成一大燈球又如觀火其中白熱之炭質點升上甚速而火成浪紋人目觀此浪紋過大故觀火亦略大於實體也

凡所視物形大於實體者謂之假肥形

論眼中小質

第一百九十節 凡目之各質內皆有不透光小質有人目內有黑點有黑圈有似水浪紋之質因瞳人不甚小故筋網上無小質之影設瞳人大如一點而目內有此不透光之質大約不能視物也若此小質近於筋網即能成影詳見第十八節用針刺小孔於紙上而觀天即可見已目中之小質

第一百九十一節 筋脉之影又在筋網後面但有此影之處易於覺光故與無影同尋常時目不能見此筋脉之影然筋脉之影在筋網別處而此處不能易於覺光

即可見筋脉之影

第一百九十二節 欲令筋脉之影在筋網別處即於暗房內用一小透光鏡光頂離鏡不遠斜射於眼白殼上成一太陽之小形像或成一電氣光之小形像但光切不可遇瞳人後略動透光鏡即於目內覺有筋脉之影亦在筋網上移動且於目前無光之處能見筋脉之形像

第一百九十三節 人目視黑暗之處而於睛旁移動燭光令其光線斜射瞳人內即能見筋脉之影有人之目極易見筋脉之影

第一百九十四節 又有一法刺小孔於黑紙上而觀天空若將此紙略移動之即能見筋脉之形像

論西畫鏡

第一百九十五節 假如開一目而視手邊不過見一指之邊若開兩目視之即見各指之面由此知兩目所受形像不同

第一百九十六節 兩目見物之時兩箇形像在筋網上若有兩幅相同之畫在目前猶兩物在兩目之前成不同之形像也用透光鏡看之不為平畫而有渾成之像西國所作畫鏡用此法也

第一百九十七節 英國士韋子頓初造此法用兩幅相同之畫兩目視之各對其一用兩箇透光鏡觀之兩目各有相對之畫因兩畫相同而看似渾成

第一百九十八節 人目觀兩畫相合之形像與觀物之真形無異觀時不過細視其物之一點耳物之各點離目遠近不同而觀此近點則兩目視軸所成之角大於觀遠點之角觀遠點時視軸略為平行所成之角甚小凡觀兩畫相對之點二視軸必成一角與觀物之真點無異故有渾成之形

第一百九十九節 假如以兩幅相同之畫量其兩對各相合之點此一對之相距大於彼一對之相距如此離目有近遠之別故兩目觀此一對點視軸之角八觀彼一對點視軸之角小

第二百節 明以上之理亦可觀平面畫有渾成之形假如作畫於兩箇圓錐體左右眼各看其一而兩畫之離目相等然後令右目看左畫左目看右畫兩目之視軸成交點用筆作識於圓錐體之相對點令兩點相合而仍觀之不過見一圓錐體在空中有渾成之形即在視軸交點處

圓錐體上所作之畫不過是界線耳且上半一對相合

之點近於下半一對相合之點

第二百一節 韋子頓初作西書鏡用回光之法然又有他法可試驗其理近時常用之法為普兒斯登之法所用之透光鏡薄邊在中厚邊在旁此法能加大其畫之形又能令其渾成也

第二百一節 前第一百九十八節所言觀物體之一點愈近之則視軸所成之角愈大愈遠之則視軸所成之角愈小如用正角三稜玻璃觀兩合點一遠一近所發之光線過此玻璃體其光線未至目前已成交點故從遠點發光線至兩目內所成之角大於從近點發光線至兩目內所成之角用此法作一鏡即可觀凹面為凸形凸面為凹形格致家謂之假鏡焉

長洲沙 英繪圖

桐鄉沈善蒸校字

光

學

卷上

十四

020-4172

光學卷下

英國田大里輯 布國 金楷理 口譯
新陽 趙元益 筆述

論光之性情并同光折光之性情

第二百三節 以下諸節光理之奧妙以及感動人目之故皆詳述之天抵人能知覺之故因他物感動其腦氣筋也假如手按一物而人覺之此因物感動其手內之腦氣筋以達於腦而人覺之也香氣至鼻而人覺之此因香氣感動其鼻內之腦氣筋以達於腦而人覺之也音聲至耳而人覺之此因空氣中聲浪感動其耳內之腦氣筋以達於腦而人覺之也惟光亦然

論發光體發無數質點而成光

第二百四節 奈端論光之說以為發光體所發無數光質點因甚細微故不能見之此種質點能透光質并能過目內之透光質而射至筋網故目能見物也

第二百五節 光發質點之理此舊說也

第二百六節 光行之速率甚大則光質點應小至無窮設此光質點稍有重率若干再加以速率必傷人目尋常之質有一軋倫軋倫等物量名也其動速率同於光行之速率則一軋倫質之重可等於一礮彈之

重即與重一百五十磅之礮彈每秒速率一千尺者無異

第二百七節 設光質點果有之可用透光鏡合數兆光質點過此透光鏡而射於小天平此小天平以蛛絲懸之而旋轉一萬八千周然而數兆光質點著於天平竟未回旋也可知光質點必無重率此說奈端之說也

第二百八節 若光質點竟小至無窮則空中各曜發出之光質點其速率皆同因各曜之喻力不同而光質點分重輕則發出之時應不同也然而未有不同者可知光質點竟無重率此亦奈端之說也

第二百九節 說有一恆星其質之疎密同於日質之疎密又此恆星之全徑二百五十倍於日之全徑因其喻力甚大可阻所發之光質點不令其甚速更小之恆星喻力更小阻光質點發出之力亦更小則大恆星發光之速率應小於小恆星發光之速率然而各曜發光之速率無有不同者可知光非質點也

觀上所言之理可知光為質點之說甚謬再以同光折光之理證之亦與質點之理不符可知光為質點之說更不足信也

第一百十節 光條射於同光鏡面成直角此同光鏡先

阻住光條之質點而後依原方向回射

第二百一十一節 回光鏡面令光質點回射幾分其餘幾分讓其透入回光鏡內

第二百一十二節 凡光質點斜射於透光體之面可喻之質點漸喻入透光質內與空中礮彈飛擊有地心力喻之無異所以光質點被喻之速率大於尋常之速率已喻入透光質內者仍有極大之速率且在質內時不加不減也

第二百一十三節 已上為奈端所言之理且奈端又言光線折時與垂線所成之角更小此時光行之速率加太依此理則光在水內之速率大於空氣中之速率在玻璃內之速率大於水內之速率在金剛石內之速率大於玻璃內之速率折光指愈大光行之速率亦愈大

第二百一十四節 不信光為質點之理者試驗此事即知有相反之理折光指愈大速率愈小也

論光浪

第二百一十五節 昔時天文家海更士算學家阿勒此二人者始不信奈端之說以為光與聲同亦有成浪之性情然此時之格致家拉不拉司畢亞普兒斯登馬勒斯皆信奈端之說而不復悉心考究待至脫麥斯養福而

司農一人出而考究光理得其確據各國之人方知光發質點之說之謬

第二百一十六節 脫麥斯養福而司農之言曰若光發質點之理不謬則光學之理不能解釋者甚多若光浪之理不謬則依此理光學中事可以解明於是思出多據而顯明光學各事與成浪之理有相關即以余歷年所得之新理證之二人之說亦暗相吻合

第二百一十七節 余著聲學一書已解明某質凹凸力愈大聲行之速率亦愈大又某質之質點愈鬆聲行之速率亦愈大光理亦然其傳光之質凹凸力甚大且甚鬆而淡可借名曰傳光氣

第二百一十八節 傳光氣散滿於空中無微不至即真空中亦有之各質點包於傳光氣內人目為透光質處處有傳光氣與目外之傳光氣相連發光體之質點盪動時傳光氣亦盪動所以成浪而行激於筋網上故目覺有光

第二百一十九節 空氣傳聲之時其質點順聲行之方向前後盪動傳光氣傳光之時左右盪動或上下盪動故聲浪為直行光浪為橫動也

第二百二十節 傳光氣盪動之路有大小名曰變度光

之濃淡與此有相關變度與光明之比若變度平方之比又光明之比若傳光氣質點盪動最大速率平方之比

第二百一十一節 離發光體愈遠此變度減小之比若發光體相距更遠之比且光之明與變度有平方比例所以光明減少之比若與發光體相距數平方反比例此事與光為浪之理相合

第二百一十二節 傳光氣浪同行之理與光同射之理亦合所以射光角與同光角相等

第二百一十三節 折光之理如左
各曜之光浪為一周其浪之一小段已成直線設此光浪之一小段過平面玻璃片而盪動之方向與玻璃面平行則光浪透過玻璃而不改其方向

第二百一十四節 光浪在玻璃內之行速率小於空氣內之行速率故玻璃內之光浪不能追及空氣內之光浪也

第二百一十五節 假如此光浪行至玻璃片之前斜遇玻璃面則光浪之先入者速率減小而阻住在後之光浪故光浪改其方向而過玻璃即有折光之事

第二百一十六節 若玻璃片之兩面平行則先入之光

浪亦必先從對面而出既出玻璃面速率加大未出者速率未加故光浪改為原方向面行此事與浪之性情亦合

第二百一十七節 透光鏡令光線或漸近或漸離與上理亦合蓋光浪各點過透光鏡之面其時不同且透光質又分厚薄故光浪各處改其方向而不同也

第二百一十八節 傳光氣質點之緊密在定質流質氣質之內依次遞減且氣質內傳光氣之質點其緊密過於真空中傳光氣之質點所以各物之質點能令傳光氣之質點擠緊若傳光氣之凹凸力與緊密有正比例即不能減光行之速率折光指極大之質能減光行速率其質內傳光氣之凹凸力更小而緊密更甚真空中傳光氣之凹凸力更大而緊密更減此理由試驗光學各事而得之

第二百一十九節 聲音在空氣中亦然不能從西士邁兒越脫所試得之定法凡氣質點相擠之時加凹凸力之比不合於加緊密之比所以聲行之速率減小

第二百二十節 折光質與光行速率有相關之理可更詳言之假如第一百十三節之圖有寅辰并卯已兩線可為氣水兩質內光行速率氣質內光速率當射光角

之正弦水質內光速率當折光角之正弦折光指即兩
 質內光速率之比例設水折光指為三分之四氣質中
 光速率與水質中光速率之比若四與三之比玻璃折
 光指為二分之三氣質中光速率與玻璃質中光速率
 之比若三與二之比故空氣中光速率為水內光速率
 一又三分之一為玻璃內光速率一又二分之一為金
 剛石內光速率二又二分之一且空氣中光速率為客
 羅科雖脫其台質為之質內之三倍因此物之折光指
 最大若欲詳考之則折光指不可以空氣為主必從真
 空中而射於折光質內以真空中光速率為實以某折
 光質內光速率為法除之得數即為其折光指

第二百三十一節 光線與傳光氣浪盪動之方向成正
 交若詳論之祇有光浪而無光線不過光浪順一方向
 前行故為光線耳

論透光三稜體

第二百三十二節 前一百二十九節內已言有光線斜
 射平行面透光質內透過之後光線之方向仍合於原
 射之方向設透光質之兩面不平行即不合於原射之
 方向也

第二百三十三節 假如光線射於透光三稜體而與其

稜體之一面成正交線則光線透過後不合於原射之
 方向此稜體兩等面所成之稜名曰稜體折光角
 第二百三十四節 稜體折光角愈大則光線透過之後
 與原方向差之愈多且同一光線射於稜體若改其所
 入之方向則所出之方向亦改變也

第二百三十五節 若稜體內之光線與稜體兩面相遇
 成角而等則射出兩光線方向之差數為最小且射光
 線與稜體外面相遇成角等於出光線與稜體外面相
 遇成角此事可用算理明之且能定某質之折光指若
 干

定透光質折光指之法從他書移

如圖甲乙丙為透光三稜體橫剖面丑卯為射光線
 與卯已出光線差數為最小即作辛乙線與丑卯線
 平行又作未乙辰線與卯已線平行設未乙辛角以
 丁代之即為射光線之差角辛乙卯角以丁代
 之即為射光角之餘角甲乙丙角以庚代
 之卯乙辰角以午代之即為出光角之餘
 角等於丙卯已角射光角以壬代之即有



式又若以此式之丁與午用上式代入即

動目內之腦筋

論不能見之光線

第二百四十四節 光帶七色以外有目不能見之光線

紅紫外之光線目不能見而熱度甚大紫色外亦有光線目不能見而熱度不甚大可以燒鎔物質

第二百四十五節 假如有電氣光即有炭點發出無色

而熱之光線其熱度等於能見光線聚合時熱度之八倍日光所發無色而熱之光線其熱度過於能見光線之熱度數倍可用法阻住有色之光線而讓無色之光線透過也

第二百四十六節 如此可得無色之光頂目不能見之

在此光頂可燒鎔物質又可令不能鎔之物質燒成白色則令無色之光線現光帶之色且不能化之物質阻住無色之光線則無色之光線變為有色之光線譯曰

幻火

第二百四十七節 紫色外不能見之光線亦可變為能

見之光線設用雜哪一分硫養二分加於其上則甚為光明目能見之也譯曰變火

第二百四十八節 幻火之處有不易鎔之物質其質點

盪動更速於光浪之盪動且光浪遇此質點盪動更速

故光線之折光角加大 變火之處此光浪能令物之質點盪動稍遲於光浪之盪動故光線之折光角減小由此而知紅紫外光線折光角加大紫色外光線折光角減小不能見之光線即能見之

第二百四十九節 此紅紫兩色外之各光線名曰不能見之光線原不應有是名因所能見者非光線不過為光線所照之物也 天空中有各曜之光線往來空而不見空中之傳光氣亦不能見也

論光浪盪動與筋網盪動有相關

第二百五十節 假如有 一弦彈之必知其有一定之音 設用一琴令口唱之音激動其各弦若各弦內有一弦之音與口唱之音同則此弦盪動而出音若各弦之音與唱音不同則唱音雖有極大之力不能令弦盪動而出音 禮拜堂內風琴之某音與玻璃窗盪動之音同則風琴盪動之音有時能令玻璃窗碎裂

第二百五十一節 由此而知小力之音可成大力之音 所不能成之事因大力之音盪動之數與他物盪動之數不合也

第二百五十二節 已知聲學之各事亦可知目內筋網之故人目之筋網其盪動有一定之數若光浪盪動之

數不合於筋網盪動之數或大或小目不能覺有光
浪之刀雖極大盪動之數不合目總不能見也

第二百五十三節 夜間一燭之光離人目一里因光浪
盪動之數與筋網盪動之數合故目能見之若用日光
帶紅色外之光線或電氣光紅色外之光線目不能見
也此兩種光線之力大於燭光之力數萬倍而竟不能
見者因光浪盪動之數與筋網盪動之數不合也

第二百五十四節 聲學中言二音可分為八音第一音
與第八音有和音第一音盪動之數為第八音之半可
同時而止前一百四十一節言紅光浪之長為三萬九
千分之二紫光浪之長為五萬七千五百分之二
此數為紅浪中等之長亦為紫浪中等之長然一紫浪
之長為一紅浪長之半人耳約能分十一箇八音而目
祇能分一箇八音也

論色

第二百五十五節 凡光線入各質內或滅其光或喻其
光然各體所滅之光線不同故能顯出各種顏色

第二百五十六節 設全滅其入質之光線則為黑色平
減其入質之各光線而未至全滅者則為灰色若滅其
數種光線而賸其一種則光浪感動目內筋網即見此

一種顏色

第二百五十七節 任以一種顏色之物白光照之其物
同射之光必為白色若物上有光浪透過略深即於質
內滅去光色幾種而從質內回行之光浪即為物之顏
色

第二百五十八節 設於三稜玻璃與光帶之間隔一紅
玻璃則光線自稜體透過紅玻璃光帶失去各色而祇
存一紅色因紅玻璃已滅去其餘之色也所用玻璃之
色必與光帶之色無異方能如是否則餘色亦現數分
玻璃之色與光帶上之色欲求其無異甚難不過得其
近似耳正黃色玻璃造之甚難故光帶上必現金黃色
與綠色不能滅去正藍色玻璃造之亦難故光帶上亦
現正綠色與深藍色不能滅去也

第二百五十九節 設令白光色透過正黃色玻璃又透
過正藍色玻璃即現正綠色故以正藍色粉與正黃色
粉研和亦得正綠色此因白光入粉內滅去其黃與藍
所現者為綠色也

第二百六十節 若不以藍黃兩色之粉研和而以藍黃
兩光色并合即為白色因黃色與藍色彼此配全也

第二百六十一節 凡兩色可合之而成白色者名曰交

光

學卷下

四

五色赫銘日光帶之中有四對交互色 一紅色與正綠正藍之和色 二金黃色與衰安極真驪明正藍之和色 三正黃色與深藍正藍之和色 四正綠正黃之和色與淡紫色

第二百六十二節 假如置一物於光內而此物不能有回射之色則成黑色用紅火漆置於光帶之正綠色內即看此漆為黑色或用紅色水置於光帶正綠色內亦看此水為黑色若令光帶照於紅布上即於正綠色內見紅布之色甚黑惟光帶之紅處仍紅也

第二百六十三節 以上為分光成各色之事其各顏色亦可合之而成白光也

第二百六十四節 光帶上分列光色為長方形若用一圓柱形之透光鏡即合各色合為白光又可合各種光帶合之而知其光從何來人目分別各色色雖離而仍覺有色也故可設數種顏色於物上旋轉於目前甚速即成白色也

論光色差并去光色差之法

第二百六十五節 各光色之折光角不同故不能用單透光鏡合各光色合於一箇聚光頂正藍色光線折光角大於正紅色光線折光角故藍色各光線之交點離

透光鏡略近紅色各光線之交點離透光鏡略遠

第二百六十六節 凡有一白色光條形如圓錐而漸離透過一凸透光鏡而漸近即在透光鏡與聚光頂之間亦有圓錐形之光條外周皆包紅光色自聚光頂以外又有圓錐形之光條外周皆包藍光色若置白屏於聚光頂與透光鏡之間即見屏上有白圓而外周包紅邊若置白屏於聚光頂以外亦見屏上有白圓而外周包藍邊故白屏上總不能成無光色之形俛也

第二百六十七節 透光鏡不能合各光色線合為公聚光頂此為透光鏡之光色差

第二百六十八節 奈端以為此光色差不可去之因無論何種透光鏡分列光色若干與折光指若干有比例若去其分列光色即去其折光指矣然此說不確也

第二百六十九節 凡兩箇透光三稜體平分折光指若干必有相等者然其分列光色若干可不同若減大分列三稜體之角即可合其分列若干等於小分列三稜體分列若干又可合一箇三稜體之分列減去兩箇三稜體之分列而不減其折光指

第二百七十節 假如以清水貯於三稜體內與火石玻璃三稜體相合則水之分列小而可減而其折光指未

滅也設用冕號玻璃代水亦然此因火石玻璃未滅折光指若干之前已滅去分列若干

第二百七十一節 透光鏡與三稜體有同理若用一火石玻璃凹透光鏡并一冕號玻璃凸透光鏡令其相合即可滅去其光色差折光指不過稍減數分仍可用此合鏡以觀形像

第二百七十二節 凡用數透光鏡合之滅去其分列光色而不完全滅其折光指此種合鏡謂之無光色差之透光鏡

第二百七十三節 人目有光色差亦有球形差

論人目覺色之異

第二百七十四節 目內腦筋遇甚濃之光即滅其覺光之功用設從極明之處而至稍不明之處即覺甚暗因滅其覺光之功用也

第二百七十五節 目之視色亦然若有甚濃之色射入目中即滅其覺色之功用

第二百七十六節 假如以小紅圓置於白紙上而視之良久即見紅圓之外周包綠色之邊後去其小紅圓而仍視之即於此處見正綠色

第二百七十七節 此理可解明之人目久視紅色即滅

其覺紅色之功用既去小紅圓之後即有紙之白光入目內因已滅覺紅色之功用故祇能覺紅色之交互色規前二節且人目有球形差故筋網上紅色形像之外尚有紅色之光因已滅覺紅色之功用則形像外紅色之光變為交互色故見紅圓之外周包綠色

第二百七十八節 有色之影亦然假如有極濃之紅光照於白屏上置一物於屏與光之間即有一影設另用白光射至影上即變為綠色亦此理也假如用藍光照於白屏上有影之處另用白光照之即變為黃色用綠光照於白屏上有影之處另用白光照之即變為紅色此因目久視屏上之色已滅其覺色之功用故白光所照影內之色不能覺之影內回射於人目之白光能覺其色之交互色

第二百七十九節 此交互色為人目所覺之色影之色實為白色也

論光色分原

第二百八十節 化學家以各金類并金類雜質吹火試之因其火色之改變而分別其原質不爽毫釐西士本生所造之燈幾無別種顏色若用鉀燒於本生燈內其火色為黃色與鈉配合之雜質可化為氣質者燒於本

五

光

學 卷下

生燈內其色亦為黃色用尋常之鹽細燒於本生燈內其色甚黃紅銅燒之則燈光變為綠色鉍燒之則燈光變為紅藍色鎊燒之則燈光變為紅色

第二百八十一節 金類之質在燈火內發出之氣能令燈光之色改變

第二百八十二節 若用三稜體而觀金類質發氣時之光色不能成光帶非如日光帶各色相連其色之間必有數行黑色間之各質發氣之光色皆有黑色間之

第二百八十二節 假如燒鈉於火內發出之光用三稜體觀之在日光帶金黃正黃兩色之處有黃色明線其餘光帶之色不能發出仔細視之此黃色亦分列兩行若用最好之顯微鏡視之此兩行黃色中有黑色間之

燒銅於火內如上法視之即見一行綠色中有黑色間之燒鉍於火內亦如上法視之即見藍色與紅色兩行中亦有黑色間之

第二百八十四節 燒金類質發出之氣用三稜體視之其光甚濃因一切之光合成數明線而無分列也

第二百八十五節 此明線之所在并其數與色各質不同若已知此三事即可知此是何氣所成之明線而無所疑矣

第二百八十六節 若將兩種金類質在火內燒之用三稜體視之即每一種金類氣成其相配之色因其所在不同可觀而分之若有含數種金類之土在火內燒之用三稜體視之即每一種金類氣能知其三事亦可辨別之

第二百八十七節 化學家已知各金類氣發出之三事而視所燒之金類三事各不同則知此是新得之金類昔所未知者西士各出弗與本生用光色分原之法而得昔人未知之金類鎊與鈷後有西士克路克司亦用此法而得新金類鉛有綠色明線

第二百八十八節 定質不能變化氣質者用電氣合其甚熱亦有一定之明線故無論離若干遠之氣如恒星然可以分辨之

第二百八十九節 觀明線之色分金類之原質為化學中詳細考究之法有人不能辨光帶上之各色又有人不能辨紅綠兩色者皆目病也

昔有西士到而吞不能辨熱櫻桃色與樹葉色
不過憑其圓形而辨之故人有不能辨紅綠兩色者謂之色瞎又謂之到而吞病近時司火輪汽機之事不用色瞎者恐其不能分辨顏色以致誤事也

論發光與受光之事
第二百九十節 昔人未知光浪之理已立光線發光線

82 DA 01 24

喻光線等名目此等名目現仍用之以解明光浪之理
焉。

第二百九十一節 各體或有光或無光或為發光線之
體或為發熱線之體

第二百九十二節 考究光理者必當知光線即熱線且
傳光氣之浪感動寒暑表即傳熱於寒暑表若光浪遇
目內筋網即覺有光但其最大熱度之光浪在目能見
之光帶之外

第二百九十三節 若光原之質點盪動又令包質點之
傳光氣盪動成浪即發光浪與熱浪若此光原質點與
傳光氣盪動之後而光浪激動某體之質點此質點即
喻此光與熱而亦盪動矣

第二百九十四節 凡光線與熱線透過一體而減少其
光與熱則其體必為透光體此理亦可用他說以解之
曰傳光氣之浪過某體質點外包之傳光氣而不激動
其質點此體為透光體若傳光氣之浪又感動某體之
質點感動愈甚則體之透光愈少

第二百九十五節 若某體喻光與熱則加其體之熱若
不喻其光與熱則光與熱無論若下大力透過其體而
不加其熱

第二百九十六節 前第二百四十六節言不能見之聚

光頂或用極大力燃鏡得其聚光頂此處空氣可冷如
冰因空氣不喻其熱故不能加其熱度若置石鹽於聚
光頂即稍加其熱因石鹽喻熱之力不甚也若置玻璃
於聚光頂玻璃即碎因玻璃喻熱之力不少也若置漆
黑之白金於聚光頂即如其熱而至白熱度因白金喻
熱之力極大也

第二百九十七節 有人推算彗星之熱度此熱度余以
為不確因日光透過彗星不能加彗星之熱所以彗星
近日之時大約亦冷與離日最遠時無異因彗星不喻
日光也

論清光帶與發郎胡發線

第二百九十八節 設有白光條透過一縫再透過三稜
體則光帶上必排列縫形數行若縫甚闊則光帶上彼
此遮蔽幾分若欲觀極清光帶不可有遮蔽之形也
第二百九十九節 如欲觀極清光帶則所用之縫須甚
窄令光條透過數箇三稜體則光帶之分列甚大

第三百節 若用此法得一日光帶必有多黑線間之考
究此黑線者始於英人華刺司脫後有普魯斯人發郎
胡發聰慧異常用法考究黑線而畫其圖每線定其記

號後人即名之曰發郎胡發線

論發光與熱并喻光與熱有交互之事

第三百一節 發郎胡發線無光浪格致家極意考求不知其故後有各出弗心思靈敏試驗發郎胡發線而得其實據從此知日光為何質之氣所成又可知恒星與星氣為何質之氣所成後又有格致家依各出弗之理而求得新理甚多

第三百二節 各出弗解發郎胡發線之理云每一體白熱之時能自然發出何等之光線其同體喻之不合光線透過則有此黑線

第三百三節 炭養氣化合生光即發出甚熱之炭養氣其光線大半不能透過炭養氣之光因炭養氣自能發光也燒鉀所發之光線大半不能透過鉀氣之光燒鉛所發之光線不能透過鉛氣之光燒鋁所發之光線不能透過鋁氣之光燒他質亦然

第三百四節 若某質點盪動之數合於傳光氣盪動之數則質點極易隨傳光氣浪盪動亦可用他說以解之曰某體所發之光線其同體必喻之不合透過也

第三百五節 設有白光條透過極黃之鈉光此白光內之黃光被鈉光喻去祇透過其餘之光線

第三百六節 設用電氣之光透過三稜體而射至白屏則成電光帶若於電氣光條內燒鈉成光則電光帶上無黃光且電光帶有黃光處成暗影

第三百七節 依此法又置一別光於光條內若燒金類之氣已濃即可去光帶上之各色若燒數金類之氣置於光條內即滅去光帶上金類氣自有之光色

第三百八節 假如代電氣光用一球大如日體且球外包燒金類之氣此金類氣能自然發其光線球體所發之光線不能透過金類氣故有發郎胡發線

第三百九節 日體似鎔化之球球外包發光之氣若發光氣之光與球所發之光同其氣必喻去球內發出相同之光線故日光帶上有發郎胡發線

第三百十節 此發郎胡發線微細之甚且似黑者日體外包之氣所發之光合發郎胡發線顯然此線之明與光帶上之餘光相比差之甚遠故視之若黑也

第三百十一節 假如滅去日體內球而置其外包發光之氣合發郎胡發線照於黑屏上即為有光之線目能見之且此線之形與金類氣光之明線無異此發郎胡發線可云日之明線也

第三百十二節 日體外包發光之氣約有質點攪和若

83-91/152

雲氣然且地面受日之光大約從如雲之質點而來然成發即胡發線之氣在如雲質點之外也

論太陽化學

第三百十三節 視發即胡發線即可知日體外之氣是何種金類之氣

第三百十四節 設用一鏡以透光若令燒鈉之光與日之白光同時透過此鏡又透過同式三稜體即於白屏上能見日光帶又能見鈉光所成之黃色明線此黃色明線合於日光帶上丁號之發即胡發線

第三百十五節 假如日體無內球祇有外包發光之氣則光帶上有丁號發即胡發線不為暗而為明考其性情與其線之所在自鈉光發出故可知日體外包發光之氣有鈉前二百八十三節已言仔細看鈉光黃色明線即分數行明線此日光帶丁號發即胡發線亦分數行明線因有黑色間之也

第三百十六節 又以成明線之各種金類考之愈無所疑若觀日光帶上發即胡發線亦與金類明線之所在與數相合不過黑色耳故可知日體外包發光之氣內有鐵鈣鎂鈉鉻此金類元質也并他種金類質後有西士海更士依此法考究行星之光并恒星星氣之光

論行星化學

第三百十七節 月與行星借日之光以為光若回射之光與外包之氣無涉即月與行星光帶上之發即胡發線與日無異

第三百十八節 月光帶之發即胡發線同於日故可知月外無氣包之

第三百十九節 觀木星之光帶可知有空氣包木星之體且氣之喻光不少又知木星外之空氣與包地球之氣有數種相同土星之光帶內無極清之發即胡發線內有數線與木星之發即胡發線相同

第三百二十節 土星與木星光帶上所有之發即胡發線火星之光帶無之火星光帶上藍色之處大半被陰蓋因火星紅色故也

第三百二十一節 金星光帶上有日光帶所有極清之發即胡發線餘無線也

論恒星化學

第三百二十二節 畢宿大星外有氣包之其氣中有輕氣鉀鎂鈣鐵鈷碲汞參四星外亦有氣包之其氣中有鉀鎂鈣鐵鈷此亦元質也詳見化學諸書中

第三百二十三節 設某恒星能成一星光帶光帶內即

光

學 卷下

有發郎胡發線且恒星之發郎胡發線各自不同故可知某恒星為何種金類氣所成

第三百二十四節 紅黃兩色之恒星有極清之發郎胡發線白色之星發郎胡發線亦甚多其色甚淡也

第三百二十五節 若以各色恒星之光帶比較之即可知所現光帶由星體外包各氣故得此發郎胡發線於光帶中甚多此色已被星外之氣蝕去其餘之色可射至人目西士率起在羅馬城時試驗數百恒星之光帶後依發郎胡發線分恒星為四種

論星氣化學

第三百二十六節 星氣有明線而無明光帶又有一種星氣有明光帶大約有明光帶之星氣非氣質所成有明線之星氣其光從極大熱度之質而來且必為氣質所成故光不甚濃也

第三百二十七節 氣質之星氣中以意度之必有輕氣與淡氣

論日體外有紅凸之形

第三百二十八節 天文家於日食既時測見圓周外有凸出之形色似玫瑰此凸處從日體伸入天空有數千里之遙尋常時目不能見因日體之光甚濃也

第三百二十九節 若月在地與日之間月體能掩日之濃光故自地球上能見日體紅凸之形

第三百三十節 西士突郎圓考究日體紅凸之形言日體外有無數紅質包之後有西士六兒考究此事云日體外有紅質全包之

第三百三十一節 若用斯必得倫鏡觀紅凸形之光帶即知此凸形為火燒輕氣而成此輕氣內有鉀鎂二氣合之

第三百三十二節 昔有西士楊斯姆在印度測量時有六刻六兒亦在英國測量其時日食未既亦見紅凸之形此事與二百八十四節內所言之理有相關蓋明線之光甚濃因無分列之光帶也

第三百三十三節 若合成輕氣明線之光透過數箇三稜體即合其分列而淡若已淡而不能再分列則燒輕氣之光在光帶上可蝕去其輕氣相配之色用此法測日體外包之輕氣而得其實據故六刻六兒能知日體有輕氣全包之又以明線之長短分輕氣之厚薄而得其中數有五千里且云日體外之輕氣若大海然淺則明線短深則明線長紅凸處為輕氣之大浪此大浪有時高七萬里也

論虹霓

第三百二十四節 日之光線斜射至雨點內即折光而回射於兩點之後面既出兩點之後面入空氣中又有折光

第三百二十五節 光線既被折兩次白光條即分為各顏色從此處回射於人目其觀虹之人必背日也

第三百二十六節 日光線出兩點之後必漸離而甚淡人目幾不能見之然角度甚高處之射光線已兩次被折屢次回射此處光線出兩點時幾為平行所以光濃而目能見之此種濃光線與拋物線鏡回射之光線無異上言角度甚高處之射光線後變為平行光線與折光之度有相關且大小不同也

第三百二十七節 假如自日體至人目作一直線而引長之再自人目起作一線與第一線成四十二度三十分之角此線引長至兩點此兩點所發平行光線之紅光條至人目以後一切雨點之紅光條至人目內皆有四十二度三十分之角即有紅色之虹自日體過人目引長之線為圓錐形之軸線圓錐形之底為一虹周即紅虹也圓錐形之頂為兩倍四十二度三十分之角頂為人目日徑約為半度故紅色之虹約闊半度

七

學

第三百二十八節 若從人目作一線與第一線即自日之射光成四十四度三十分之角此線引長至兩點此兩

點所發平行光線之紫光條至人目凡與軸線成四十四度三十分之角之線引長至兩點必為紫色平行光線至人目內人目既為圓錐形之頂若頂角為兩倍四十四度三十分之角即在圓錐形之底周有紫色之虹紅紫兩色之內有其餘各色之虹

第三百二十九節 虹之在空中亦一光帶也兩點即透光三稜體也虹之闊約二度虹之大小與日高於地平若干有相關日出沒地平時之虹為最大斯時人立於曠野間能見虹之半周若立於高山之頂能見虹大於半周

第三百四十節 以上言正虹之理其外又有副虹亦名虹其色稍淡而色之次序與正虹相反正虹之紅帶在上副虹之紅帶在下也

第三百四十一節 副虹之各光線在兩點內有兩次回光兩次折光因兩次回光故副虹之光更淡成正虹之各光線自兩點之上半射入由兩點之下半而出成副虹之各光線自兩點之下半射入由兩點之上半而出則射光線與回光線成交點而射至人目副虹闊三度

八

半較之正虹高七度半正虹與副虹間兩點內之光不
同射於人目故兩虹之間不甚明也

論光浪彼此相阻之理

第三百四十二節 凡欲知浪行必當分別其兩事 一
為浪之動一為浪內各質點之動蓋浪之動向前甚急
而浪內之各質點不過盪動也假如海面有水鳥浮於
其上浪行甚速浪面之水鳥不過隨其高低不致移往
他處也

第三百四十三節 水浪內各水點之升降若干或浪比
水鳥高低若干即變度也

第三百四十四節 若有兩光原盪動傳光氣而成光浪
則必彼此相阻或彼此相撞此種形狀可以水浪譬之
第三百四十五節 假如水面本無浪同時投兩石於水
內此兩石遇水面之處各有漸大漸近之浪圈設仔細
看兩石中點見兩浪相遇之處為兩浪之凸處即兩浪
之總高數也

第三百四十六節 兩浪之凹處相遇即兩浪之總低數
也

第三百四十七節 第一對浪圈相遇之處其續來之浪
亦於此處相遇或凹或凸為二浪高低之總數

第三百四十八節 自任一浪凸處至續來之第二浪凸
處為浪之長自任一浪凹處至續來之第二浪凹處亦

為浪之長設所視之處不在兩石之中間而離中間一
浪長之處亦能見其相遇凹凸之狀所不同者兩石分
遠近能見遠處之第一浪遇近處之第二浪也

第三百四十九節 人目所視之處或離數浪及數十浪
之長均無不同也

第三百五十節 設所視之處離兩石中間奇數半浪之
長如一半浪三半浪等是也半浪為凹處則一凸浪至此處有一凹
浪遇之如此則一浪之力欲降一浪之力欲升兩浪之
力彼此相減而為平凡所視之處離奇半浪之長可見
其如是也

第三百五十一節 浪之彼此相減而為平猶聲浪之彼
此相減而無音也猶熱浪之彼此相減而成冷也亦猶
光浪之彼此相減而生暗也光學家知光有浪之性情
故謂之光浪焉

第三百五十二節 此浪與彼浪相遇或更高或更低或
彼此高低而為平此謂光浪或加或減之理

論光浪環繞之理

第三百五十三節 奈端已知氣理有數種格致之專用

氣理解明之惟光浪之理奈端駁之曰光果爲氣浪必當環繞體外而不能有影也近時光學家信光浪之理者曰光浪確有環繞之事實惟因彼此相滅而生暗也

第三百五十四節 光浪環繞各體之後名曰轉浪茲詳述轉浪之理如左

第三百五十五節 欲詳察轉浪之理必當用一點或一線爲光原若用一大面或大體爲光原則轉浪之理因其發光點之浪彼此相滅不能顯也

第三百五十六節 以一點爲光原之法在暗室中用一短頂距之透光鏡令日之平行光線由窗戶之小孔透過此鏡在聚光頂有日之小形像或用鍍銀小球或將表面玻璃漆黑皆可得日之小形像即一點之光原也

第三百五十七節 又可於暗室之壁開一細縫令日光由此縫透過圓柱形透光鏡於其光頂成一線即光原也亦可用內面漆黑之玻璃管合回光而成一線又有數種試驗之法不必用透光鏡回光鏡之法而令日光透過暗室小孔或小縫以明轉浪之理

第三百五十八節 下數節講明試驗之法用一可狹可濶之縫置一紅玻璃於縫間以取有色之光再置電氣光於縫外令透過紅玻璃而入暗室室內稍遠處亦用

可狹可濶之縫以望對面之鏡

第三百五十九節 設兩鏡在一直線內而望電光燈所燒之炭點即見前面之縫爲長方形其光甚濃長方形之左右又有數長方形其光之濃依次漸減各長方形分隔之處其色甚黑

第三百六十節 長方形濶若干與近目之縫相反若以近目之縫加濶長方形必狹且各長方形之相距更近若以近目之縫變狹長方形必濶且各長方形之相距更遠矣

第三百六十一節 長方形濶若干與近目之縫濶若干有反比例

第三百六十二節 若不改以上之法祇用藍玻璃代紅玻璃或用膽礬水阿摩尼阿水而令光透過此水如前法望之即見藍色數長方形較紅色者更狹其相距亦更近

第三百六十三節 設用光帶上紅藍兩色間之色則各長方形之濶狹與相距之數亦在紅藍兩色之間若令白光透過此縫即有一光帶而無單色之長方形每光帶內折光角最大之色近於縫折光角最小之色遠於縫

光

學 卷下

九

第三百六十四節 設用燭火為光原亦能如是不過長方形之色更淡不及電氣光之濃也

第三百六十五節 試驗之後尚不知左右有長方形之故若以奈端發質點之理解之必致扞格不通矣若以光浪之理解之則事事皆有確據而無所疑矣

第三百六十六節 凡解明深奧之理簡則易明故先解單色之長方形自透光之縫有光浪行動至近目之縫而滿之已透過近目之縫一光浪直行至人目之筋網又有轉浪令縫後傳光氣盪動成浪已過縫之光浪其每一點又為轉浪之中心其轉浪向縫後各方向而行以下講明轉浪彼此相加相減之理

第三百六十七節 先論中長方形 直過縫之光浪至人目其浪之各點同時至人目之筋網故直行之光浪成一箇中長方形

第三百六十八節 轉浪在縫後向兩旁而行其浪自縫之左右至人目遠近不同因左右至目之路與中路分遠近也假如此遠近之差數為一箇紅浪之長筋網究如何能覺之也

第三百六十九節 先詳察過縫中界至目之光線中界之光浪與縫旁之兩光浪差半浪之長自縫左右所發

之光浪在縫之中間各遇一浪既有半浪之差數所以彼此相減而無光中界之旁各有黑處故可知浪行向旁而令左右之浪相遇處差全浪即成黑處

第三百七十節 若旁浪之差數為半浪即不全減其光此種光之明為直行浪十分之四

第三百七十一節 若左右之浪差二半浪之長而光條分為三分即有二平分彼此相減而第三平分之光條甚明也所以轉浪之斜度成三半浪之差數即成長方形之光然較之直行之光條甚淡耳

第三百七十二節 若左右之浪差四半浪即有第二箇分隔處其色甚黑故可知偶半浪差數即有無光之處奇半浪差數不過減光數分也

第三百七十三節 已知以上之理又可知浪之變度愈小旁行之變度亦愈小成無光處更易故極濃極淡之藍光離中心甚近極濃極淡之紅光離中心甚遠其餘之色由此而推此解明三百五十九節之理言光有浪之性情也觀時若用一遠鏡更覺詳細

論量光浪之長
第三百七十四節 已知上所言之理即可知量光浪之長之法

83-9/124

第三百七十五節 上言中長方形之左右第一分隔處

應差一浪之長第二分隔處應差二浪之長第三分隔

處應差三浪之長等皆有西士賽特試驗此事所用之

縫潤二三五密理適當一密理適當等於英量第一分

隔處相距角度一分三十八秒第二分隔處相距角度

加一倍第三分隔處相距角度加三倍等

第三百七十六節 假如畫縫之圖其潤為兩呎有一斜

光條與縫之一邊相遇成角等於第一分隔處之角度

從呎點作光條之垂線而過光條於丁則兩丁為光浪

之長後以呎為中心以二三五為半徑即作一半周

則兩丁直線為弧之一小分即為一分三十八秒此半周之

長等於四二四八密理適當故半周之長與兩丁光浪

長之比若一百八十度與一分三十八秒之比即六十

四萬八千秒與九十八秒之比故有比例式

用此比例式即得兩丁之長○○○○六四三密理適

當或為○○○○二六英寸即紅光浪之長也

第三百七十七節 又可令有色之長方形射至白屏上

而觀之其法用大力之透光鏡從第一縫來之光合成

一聚光頂後置第二縫於光頂與白屏之間如用此法

其光似不從燈來似從聚光頂而來

第三百七十八節 若置一刀口於光條內與縫平行則

刀口成影於白屏上在刀口影之外有平行之條其色

不同所用之光不過單色即平行之條明暗相間無論

用刀之背或用他物均能如是故可知與刀口平行之

條不係於刀質為何種也實因光轉浪於刀口之後而

彼此有相減者

第三百七十九節 若置一粗鐵絲於光條內則鐵絲成

影於白屏兩邊皆有明暗相間之平行條若用一細鐵

絲或髮一根即無影然有影之處之平行條可名之曰

外色紋無影之處之平行條可名之曰內色紋可顯光

浪彼此相加相減之理

第三百八十節 上所言之縫有似兩刀口所成所以在

聚光頂與白屏間置一有縫之物即在白屏上縫界之

間有色紋滿於白屏

第三百八十一節 若用一小圓孔而觀遠處一光點即

見發光點之處有光帶色之圈若用單色之光即見發

光點之處有一紅一黑相間之圈

二 下

第三百八十二節 設改其孔之形或增其孔之數亦能如是不過改其形像耳夜間觀街市之燈光而用手巾遮於目前亦可顯光有轉浪之理昔時賽特用羽毛看光而知光之形狀甚有可觀因轉浪之故也瑞士國高山之雲其色如虹亦因轉浪之故也

第三百八十三節 昔有法國人潘雙意言若用一不透光之圓片其圓影之中心有光之濃淡若干與無此圓片無異其後有人試驗之確有此事亦轉浪之理也此為一點之光原而言若光原大於一點則不能如是也

論透光片之色

第三百八十四節 設用一紅色光條射至透光薄片上如雲母石之類即從上面回射幾分後光入內面亦回射幾分

第三百八十五節 內面回射之光較之上面回射之光必稍遲此與三四十五節內所言兩石投水離中界不同違之理無異

第三百八十六節 透光片之厚若干能令內面回射之光與上面回射之光有偶半浪差數則從此兩面回射之光浪彼此相加故回射之光較之一面者更明猶之水而兩浪相激非更高即更低也

第三百八十七節 設從上面回射之光與從內面回射

之光有奇半浪差數則從此兩面回射之光浪彼此相減故上面回射之光與內面回射之光相併即內面之光浪減去上面之光浪如此透光薄片暗而無光

第三百八十八節 若透光片各處厚薄不同即有或明或暗之處亦依光浪奇偶相遇之理而生

第三百八十九節 各色之光浪其長不同故光帶中各色之光線射於透光片上紅光浪準合則他色之光浪不準合紅光明者藍光必不明藍光明者紅光必不明光浪愈長透光片宜加厚設如有一透光片其厚若干可滅某色之光浪不能滅他色之光浪者因他色之光浪適準合也若透光片各處厚薄不同而有白光射於其面即現數色

第三百九十節 以上講明透光片之色

第三百九十一節 肥皂水泡浮於空中油浮於水面未錘打之鋼鎔化之鉛皮均有各顏色西人那皮利所造之漆有金類之光飛蟲之翼亦有金類之色無論何種透光片皆能現此各色高山之下所成冰溪有暗色之冰剖析而成薄片亦能現此各色

第三百九十二節 昔時奈端置一大徑之弧面透光鏡於玻璃片上兩物之間必有空氣離中愈遠空氣愈厚

82000 01/26

故成一厚薄不同之空氣片然後用單色之光照於透
光鏡一則成一明暗相間之圈此圈之所在與光厚奇
偶差亦有關係

第三百九十二節 紫色之圈小於紅色之圈其餘色之
圈在紅與紫之間若用白光照於空氣片上即成七色
之圈若用單色之光則見光圈之數甚多若用白色之
光而合數圈相合則圈少而為白色矣

第三百九十四節 奈端所用之器雖不甚精而量光圈
之徑固未差也用透光鏡之頂距并用其質之折光指
推算透光鏡之全徑又算得光圈之全徑而知其徑之
平方若一二三四之比例又知全徑相對空氣片之厚
薄若一與一二與二三與四之比例

第三百九十五節 奈端推算空氣片厚薄若干所用之
光以金黃與正黃兩界中之色為最明所以算得第一
圈空氣之厚為十七萬八千分之一

第三百九十六節 所算各光圈空氣片之厚如左

一 圈十七萬八千分之一

二 圈十七萬八千分之三

三 圈十七萬八千分之五

光圈所間之暗圈其空氣片之厚如左

一 圈十七萬八千分之二

二 圈十七萬八千分之四

三 圈十七萬八千分之六

第三百九十七節 奈端因不信光浪之理故立一說曰
易透光易回光相合之時故成此圈也蓋奈端之言光
發質點也其動有二一週繞本軸而動一透過空氣及
透光質而動大約發出之光質點如電氣之驗鐵然雖
極細微亦有陽極與陰極

第三百九十八節 由上所言之理推之尋常回光折光
之理與電氣喻推之理同回光是推折光是喻

第三百九十九節 試依奈端所言之理而論透光鏡與
玻璃片所成之光圈如左

喻極遇此面即喻入空氣薄片內若質點已自轉一周
則喻極遇下面之玻璃片仍喻入而無回光即有暗圈

第四百節 若質點已能自轉二周或三周等亦能喻入
玻璃片內而不回光且空氣片愈厚光質點自轉之數
愈多也

第四百一節 若質點不過自轉半周或一周又半或二
周又半等則不能喻入必推而回光則成一明圈

第四百二節 觀上所言之理可知奈端之意與光浪之

理相反也據奈端之意明暗相間之圈關乎內面回光之事而信光為浪之理者則曰內外兩面回光之浪相加更明相減更暗余於前數節已解明光浪之理可無疑矣若用極光之事即可去其一面回射之光而贖其一面回射之光如此則無相加與相減亦不能有光圈矣如用法試驗之即知光浪之說不謬也

第四百三節 奈端所設之法實創從前未有之奇可謂神妙矣且亦有幾分確據試觀透過幾分之光成淡色之圈此淡色之圈對準無色之圈

第四百四節 此淡色之圈亦可用光浪之理解之前三百八十四節內言光條透過幾分此幾分透過之光浪與兩次回射之光浪成此淡圈

前三百九十六節內言第一圈空氣厚十七萬八千分寸之一此數為奈端所用之光浪即金黃與正黃兩界中之色長四分之二所以從第二面回射之浪與第一面回射之浪差半浪因透過空氣有四分之一後回射有四分之一故有半浪之差數當有暗圈不當有明圈然則厚十七萬八千分寸之二與厚十七萬八千分寸之五等皆為奇半浪之差數亦當有暗圈不當有明圈論暗圈之所在關乎此處空氣之厚薄若此處之浪為偶半浪之差

數必當有明圈不當有暗圈此必有別故可解說之

第一面光浪從濃傳光氣至淡傳光氣內空氣中傳光氣淡玻璃內

之較數等於半光浪所以回射之時應加此半浪即與

上所言之數奇偶相反矣疑夫明者為暗暗者為明

耶觀前三百四十八節至三百五十節所言之理亦無

不合

論歧光

第四百五節 水與空氣以及緩冷之玻璃此種質內其

凹凸力各處平勻故質點化合之性不傷傳光氣之凹凸力

第四百六節 水成顆粒即結其凹凸力不能處處皆勻

蓋結冰之時質點有一定之排列於是一方向之顆粒

更繁一方向之顆粒更鬆包質點之傳光氣亦變其凹

凸力之方向而各處不同

第四百七節 一片冰內其上下兩面之凹凸力不等於

左右平行之凹凸力

第四百八節 愛而倫刻斯罷其合質為鈣質與炭質內傳

光氣之凹凸力不勻故透過此物之光浪分為二股一

股浪依其凹凸力之六者而行速一股浪依其凹凸力

22 Jan 2012

之小者而行遲

第四百九節 光浪之行速率最大則折光角最小光浪

之行速率最小則折光角最大愛而倫刻斯罷內二股

浪之速率不同故有兩折光線而成歧光

第四百十節 成顆粒之物有歧光者甚多若成顆粒之

各質點排列不勻而各方向之凹凸力不同即包質點

傳光氣各方向之凹凸力亦不同故成歧光

第四百十一節 石鹽明礬等成顆粒之物其各質點之

凹凸力平勻故此類之顆粒與玻璃水空氣無異不成

歧光

第四百十二節 又有幾種顆粒其內質點依一定之方

向排列若改一方向其排列即不同假如冰顆粒若順

冰面垂線之方向其質點之排列甚勻

第四百十三節 愛而倫刻斯罷最短之對角線即為顆

粒之樞線此樞線周圍各質點相和緊密排列平勻而

倫刻斯罷內有三節方向易折之其折之面彼此

成斜角石鹽亦有三節方向易折之其折之面彼此

形愛而倫刻斯罷其顆粒成斜立方形又有顆粒其折

面之難易各方向不同如水糖顆粒其折之方向難易

光 學 卷下

無論何質光線順一方向透過此方向之周圍質點排

列平勻即無歧光

第四百十五節 無歧光之樞線名曰視樞線

傳光氣內光浪盪動之方向與光線之方向成正交故

知某質內傳光氣與光線成正交之凹凸力可定光行

之遲速愛而倫刻斯罷順其視樞線之光速率最小故

與視樞線成直角傳光氣之凹凸力亦小若光浪盪動

之方向合於視樞線之方向則光速率最大 凡一物

內之各質點緊密平勻則傳光氣凹凸力之面譬如一

圓球而凹凸力為其半徑也愛而倫刻斯罷內凹凸力

之面譬如一橢圓體其大徑合於顆粒之視樞線

論試驗愛而倫刻斯罷之法

第四百十六節 設有一光條透過愛而倫刻斯罷內而

分為二光條理各不同其一合於尋常折光之理無論

射光角大小如何其射光角與折光角必有一恒比例

謂之常折常折光線射光角正弦與折光角正弦之比

若一六五四與一之比亦可云空氣中光速率與愛而

倫刻斯罷內常折光線速率之比若一六五四與一之

比此為愛而倫刻斯罷之常折光指

第四百十七節 其一不合於尋常折光之理折光指亦

不為恒比例且折光線與射光線大約不在一平面內
謂之歧折設用愛而倫刻斯罷為三稜體令其稜與視
樞線平行若光線透過三稜體之時與視樞線成正交
則常折與歧折之差數最大如用此法順視樞線之凹
凸力與視樞線成正交之凹凸力二者可以相較故愛
而倫刻斯罷阻當歧折光線之力最小光速率最大其
歧折光指為一四八三

第四百十八節 愛而倫刻斯罷內之歧折光指一四八
三至一六五四因射光角與折光角正弦比例最小者
為一四八三故以此數為歧折光指

第四百十九節 設於暗室中用一愛而倫刻斯罷觀一
透光小孔即見兩孔於白紙上作一黑點觀之即見兩
點若以視樞線旋轉之即見其一點定而其一則繞
之而動

第四百二十節 此動點由歧折光線而來故謂之歧點
第四百二十一節 所見之二點離目一近一遠折光角
愈大點離目愈近故近點由常折光線而來謂之常點
前一百三十一一百三十二兩節內言深水視之若淺
水若用炭硫流質視之其器之底似更淺因其有甚大
之折光指也愛而倫刻斯罷之常折光指與歧折光指

之比若炭硫折光指與水折光指之比此為略數故常
點之形更近於歧點之形

第四百二十二節 西士普兒斯登考究顆粒之理而知
有多種顆粒有雙視樞線光條順此雙視樞線之方向
透過即不分為歧光如冰糖雲母石合肥斯罷其合質
賦石膏其合質為土不爾斯夫其合質為弗氣代之皆
有雙視樞線

第四百二十三節 依分別視樞線之法各顆粒可分為
二大類 一為常折之顆粒如石鹽明礬夫羅而斯罷
其合質為是也 一為歧折之顆粒又分為二類一為
單視樞線顆粒如愛而倫刻斯罷水精普墨林其色有
合質亦不同詳是也 一為雙視樞線顆粒如哀來果奈
於金石諸別種是也 二為雙視樞線顆粒如哀來果奈
脫其合質為非而斯罷其合質為及上節所言之顆
粒是也

第四百二十四節 若將愛而倫刻斯罷剖開與視樞線
成正交後有一光條斜射於其面即見其常折光線之
角度大於歧折光線之角度且常折光線之離視樞線
近於歧折光線之離視樞線有如視樞線將此歧折光
線推而去之也昔有法國人畢亞考究顆粒之理而知
有多種顆粒其內視樞線喻此歧折光線故歧折光線

R. 2. 20. 9. 1. 2. 2

之離視極線近於常折光線之離視極線故顆粒又分
二類不踰者如愛而倫刻斯罷露佩有紅色者出於巴
西國其合質不同
以細養鍊薩非阿其合質
養爲要質易密兒愛兒其合質
養爲要質其色甚細由倍里爾其綠色稍淡其合質與易密
兒愛兒同惟銘養甚少耳普墨
林是也喻者如水精冰入爾康其合質爲是也

論極光

第四百二十五節 愛而倫刻斯罷有歧光之性情此爲
丹國人伯脫離奈斯所考知於一千六百六十九年著
書通告於格致之士以後海更士用光浪之理解說之

第四百二十六節 海更士試驗之時用愛而倫刻斯罷
二塊先將一光條透過第一塊若不順其視極線即分
常歧兩光線其明相等後以透過之常光線再透過第
二塊又分爲常歧兩光線其明或不相等海更士又試
得二方向可令第一塊祇有一光線其餘方向皆有二
光線也

第四百二十七節 已置第二塊之方向祇有一光線然
後旋轉之即見又一光線漸加其明其原有之一光線
漸減其明如是兩光線必有等明之時設仍旋轉之原
有之光線仍漸減其明其又一光線仍漸加其明如是
原有之光線已隱其又一光線甚明

第四百二十八節 奈端知此事而論之曰光線透過第
一塊愛而倫刻斯罷已分爲歧光之後有兩箇面似喻
鐵之二極故光質點過第二塊愛而倫刻斯罷或透過
或減去也後人因奈端論此兩面似陰陽二極即名之
曰極光

第四百二十九節 西士馬勒司於一千八百零八年在
法國都城內王宮偶見玻璃窗上所嵌透明石類有歧
光後旋轉玻璃窗即見常折光線所成之形像若無又
旋轉玻璃窗即見歧折光線所成之形像若無此人已
知昔有海更士考究愛而倫刻斯罷極光之事故欲從
玻璃回射之光改其光線旋轉之時有一方向不能見
常折光線又一方向不能見歧折光線

第四百三十節 欲試驗極光之事用普墨林爲最便因
其有歧光之性情即內分射光線爲二又因普墨林質
點排列之法可令傳光氣凹凸力各方向不同故一光
線極易透過一光線幾似減去也

第四百三十一節 欲明極光之理者不可遺忘傳光氣
質點盪動之方向與光行之方向成正角且尋常光條
其實點盪動之浪周圍皆有之詳見第二
百十九節
第四百三十二節 若此普墨林厚薄適中而一切光浪

其傳光氣質點盪動之方向合於視樞線之方向則光條極易透過其餘各方向之盪動幾似滅去故光波難於透過也此易透過之一光條其質點盪動合於同平面名曰平面極光之光條

第四百三十三節 設有一圓柱形之光條其傳光氣質盪動合於平面若順其正交線而觀之可見傳光氣質點盪動之狀若順其盪動之方向而觀之第見質點而已不能見其盪動之狀也此不過言其應有之理質點小甚烏能見之耶依光浪之理亦有此兩面之事此事海更士已言之奈端又以質點之理解此兩面之性情

論用回光法成極光

第四百三十四節 回射之光亦有兩箇面之性情此為馬勒司偶然試得之事凡光條射至玻璃面不論射角之大小其回光有幾分極光差即光浪之盪動幾分順同平面也各質皆有一定之射光角或大或小其光條回射之後盪動之方向順同平面此一定之射光角名曰極光射角

第四百三十五節 普兒斯登考究顆粒之理亦試知極光射角與透光質之折光指有相關所以知某質之折光指等於極光射角之正切凡一光條射至透光質上

幾分回光幾分折光若回光線與折光線成正角則射光角為極光射角

第四百三十六節 透光質之折光指愈大極光射角亦愈大水之極光射角五十三度玻璃極光射角五十八度金剛石極光射角六十八度

第四百三十七節 尋常光條內傳光氣質點向各方向盪動若光條射至某質之角為極光射角而傳光氣質點盪動之方向與其質面平行其面名曰極光面

第四百三十八節 設已有極光之光條從玻璃面回射於第二塊玻璃面上且光條與第二面所成之角亦為極光射角此第二面依第一法置之則光條自其面回射之光最多依第二法置之竟無回射之光全透過玻璃也用此兩法不可改其極光射角祇可改其回射光條之面

第四百三十九節 傳光氣質點盪動之向與玻璃面平行則回射之光甚多與玻璃面成極光射角則全透過玻璃也用此法即成四百一節內所言之事其法合傳光氣質點盪動之向與第一面成極光射角則光條全透過玻璃面而無回射之光線也且奈端所言明暗相間之圈亦不能見矣

第四百四十節 凡光條與平行面玻璃片所成之角為極光射角透到第二面亦為極光射角故兩光條皆有極光差而從第二面回射之極光差是全也若用數玻璃片令光條從其面回射即得極光差之光條其最後回射極光差之光條濃於用一面者

論用折光法成極光

第四百四十一節 上所言者回射光條之極光透過玻璃之折光條亦有數分極光此兩極光差相等

第四百四十二節 折光條內傳光氣質點盪動之面與回光條內傳光氣質點盪動之面成正角

第四百四十三節 若用數玻璃片平行置之令射光條與玻璃片成極光射角即於每面回射幾分有極光差且每面亦有等極光差透過而不回射也若多用玻璃片即有一界以後玻璃面無回射之光一切之光皆透過玻璃面此種光條有全極光差

論用歧光法成極光

第四百四十四節 上數節所言之極光不過用尋常折光之法四百三十二四百三十三兩節內已言及用歧光而成極光之事所用者為普墨林以下言用兩片普墨林考究極光之事

第四百四十五節 用兩片普墨林令光條射於其上若此兩片普墨林之視樞線平行則光條透過兩片若不平行而成正交則光條透過第一片而不能透過第二片且兩片相合之處甚暗因第一片噲滅第一片之光也

第四百四十六節 若兩片之視樞線成斜交則光條有數分透過兩片而成量因有盪動之斜光浪也用并力之理分斜光浪為兩箇方向一與視樞線成正交 一與視樞線平行平行盪動者減去正交之盪動也

第四百四十七節 假如兩片普墨林之視樞線成正交再一片普墨林置於其間令其視樞線成斜交即不全滅其光因第一片與中片已成斜交中片又與第二片成斜交也

論光線透過愛而倫刻斯罷之事

第四百四十八節 可用普墨林試驗已透過愛而倫刻斯罷之光線又分為二光線即常折光線 與歧折光線

第四百四十九節 先考究其一光線而知普墨林有一定安排之方向則光線易透過若安排之方向轉過一象限則光線不能透過故可知透過愛而倫刻斯罷之一光線有極光

光學

第四百五十節 既知置普墨林之方向則透過愛而倫
 刻斯罷之極光亦可知其傳光氣質點盪動之方向設
 置普墨林視樞線與地平成正交則極光過普墨林時
 盪動之方向與視樞線之方向同若置普墨林視樞線
 與地平平行則極光過普墨林時盪動之方向亦與視
 樞線之方向同用此法試驗又一光線而知亦有極光
 第四百五十一節 透過愛而倫刻斯罷之二光線其傳
 光氣質點盪動成正交之方向何故解之曰普墨林之
 視樞線與地平成正交即減去一光線而讓又一光線
 過之普墨林之視樞線與地平平行即減去又一光線
 而讓一光線過之

第四百五十二節 設用電光燈而前面置一普墨林片
 其視樞線與地平成正交用一透光鏡令普墨林之形
 像射至白屏再用一愛而倫刻斯罷片令其一光線之
 盪動方向與地平平行又一光線之盪動方向與地平
 正交置此愛而倫刻斯罷片於透光鏡之前白屏上有
 兩箇普墨林形像一明一暗電氣光透過普墨林以後
 其光線之盪動方向亦與地平成正交故順愛而倫刻
 斯罷樞線之方向透過而成明形像其不與地平成正
 交者成暗形像也

第四百五十三節 若透過普墨林之光條在豎立之玻
 璃片上成極光射角其回射之極光在白屏上之形像
 甚暗若透過普墨林之光條在平置之玻璃片上成極
 光射角其回射之極光在白屏上之形像甚明此事即
 上所言用回光法成極光之理也

第四百五十四節 成顆粒之物固有歧光極光之性情
 若一切物件之質點其排列不勻合傳光氣凹凸力各
 方向不同亦有歧光極光之性情

第四百五十五節 動物植物類之透光質有歧光之性
 情者亦多若將火石玻璃或用牽力與擠力令其質點
 排列不勻即有歧光若玻璃之熱度此處與彼處不同
 亦有歧光速冷玻璃有歧光之性情若將火石玻璃一
 塊合其一處之熱度甚大則此處之周圍漲力亦大故

有歧光若用此種透光質置於兩片普墨林之間兩片普墨林須成正交即合不透光之處稍能透光

第四百五十六節 用兩片普墨林另置一透光片於其
 間即成一極光鏡普墨林之第一片名曰極光片第二
 片名曰分光片

第四百五十七節 普墨林欲得明淨無色而極大者甚
 難故用普墨林不能成最濃之極光若能設法減去愛

而倫刻斯罷之一光線則又一光線為最濃之極光因愛而倫刻斯罷明淨無色其光濃於普墨林也

第四百五十八節 西士匿可想得一法用長斜方體愛

而倫刻斯罷斜分為兩片摩平其面再用加拿大寶森此物與松香同類其樹產于北亞美理之加拿大地方以是得名與兩片愛而倫刻斯

罷黏合此加拿大寶森之折光指在愛而倫刻斯罷常

歧兩折光指之間小於常折光指大於歧折光指也有

一光條透過愛而倫刻斯罷其常折光線透過加拿大

寶森之時即從濃質入淡質故有全回光若推去此常

折光線也然歧折光線透過加拿大寶森之時即從淡

質入濃質故不回射而透過愛而倫刻斯罷則有最濃

之極光欲明此理須先知一百二十三二百四十一一

百四十二三節所言之理也

第四百五十九節 上所言長斜方體名曰匿可稜體

第四百六十節 考究極光之理用此匿可稜體為最便

因是最妙之極光鏡也除此法以外尚可用別法為極

光鏡設用回光法之極光鏡以玻璃片兩塊一用回光

法成極光一考究已有極光之光即分別光之兩面此法之極

光片令光回射於分光片若二片平行則分光片亦有

回射之極光若成九十度之角則分光片減去極光片

回射之極光

論用極光射至歧光顆粒成色之理

第四百六十一節 歧光顆粒之色最易考究之法用薄

而明之石膏置於極光鏡兩片之間即可詳考其成色

之理

第四百六十二節 石膏顆粒西名絕不斯恩有二箇易

剖析之方向一方向最易剖析其餘兩方向亦可剖析

不過稍難耳然此兩方向亦分難易也

第四百六十三節 若用此三箇易剖析之面即可成長

斜方薄片

第四百六十四節 石膏顆粒有歧光之性情尋常光條

射至易剖析之面成垂線未入之時光浪按周圍之方

向盪動而前行既入之後光浪按兩方向盪動此兩方

交即光浪而前行之兩面也

第四百六十五節 石膏顆粒內傳光氣之凹凸力不同

故光浪按兩方向盪動而光行分遲速

第四百六十六節 凡折光之質能減光行速率者因減

少光浪之長每一秒時光浪盪動之數未減也假如聲

浪自水中入空氣內即減聲行之速率為四分之一因

減聲浪之長四分之一也水中聲浪長於空氣中聲浪聲之高下水

內與空氣中相同因每一秒時聲浪盪動之數不減也

第四百六十七節 石膏中光浪之理亦然因傳光氣之

凹凸力不同故光浪按兩方向盪動而分其短長

第四百六十八節 以下詳論透過石膏片之光理故用

愛而倫刻斯罷為極光片有一隔片去其一光條再用

匿可稜體為分光片

第四百六十九節 愛而倫刻斯罷與匿可稜體兩片內

之光浪按一方向盪動則光線從此兩片透過射至白

屏若兩片內之光浪按兩方向盪動則從愛而倫刻斯

罷透過之光線被匿可稜體滅去而屏上無光

第四百七十節 若用透明石膏西名雖利能愛脫置於

極光片與分光片之間其極光面或準對極光片之極

光面或準對分光片之極光面即不能改變屏上之光

故雖利能愛脫尋常玻璃片無異

第四百七十一節 設屏上本無光而用絕不斯恩厚片

置於極光片與分光片之間其極光面或與極光片之

極光面斜交或與分光片之極光面斜交即有白光射

至白屏若用絕不斯恩厚片即有光色射至白屏若其

片厚薄平勻則屏上之色甚純若厚薄不勻則屏上之

色亦不同

第四百七十二節 設用絕不斯恩厚片而以各色之光

合之即成白色

第四百七十三節 若絕不斯恩片與極光片與分光片

各成四十五度之角則屏上之光甚濃

第四百七十四節 若絕不斯恩片之形如劈且用紅色

光原或為他色光原則屏上有其色并有黑色之條間

隔之

第四百七十五節 若用藍色之光則屏上之藍光由絕

不斯恩片最薄處透過用紅色之光由絕不斯恩片最

厚處透過其餘各色在紅與藍之間若用白光則屏上

有各色之光帶其形如虹且有黑色間隔之

第四百七十六節 若用絕不斯恩為凸透光鏡以代劈

形片而以白光透過之則屏上無平行之光帶祇有七

色之圈

第四百七十七節 以上考究顆粒成色之事詳細分論

之 先有平面極光之光條射至雖利能愛脫即分為

兩光條其盪動之方向彼此成正交而分遲速

第四百七十八節 兩極光之方向成正交不能彼此相

激更明相滅更暗因光浪盪動之方向不在同面內也

第四百七十九節 如有兩箇面之光條射至分光片合

其在同面內則可相激更明相減更暗

第四百八十節 若極光片與分光片內之兩浪面平行

而雖利能愛脫片之厚能阻住光浪而有奇半浪差數則光浪不能透過分光片而屏上無光

第四百八十一節 若極光片與分光片中兩箇面正

交而差數為奇半浪則屏上有光如差數為偶半浪則屏上無光此事為光浪盪動并力之理

第四百八十二節 極光片與分光片內之兩浪面平行

之時或成正交之時即彼此有交互相反之事若成正交時屏上有綠色即平行時屏上有紅色若成正交時屏上有黃色即平行時屏上有藍色此為成交互而相反之事故有九十度角之差數即得交互之色

第四百八十三節 若不用匿可稜體而用愛而倫刻斯

罷之三稜體後有極光透過絕不斯恩片即成兩浪面之極光條又成交互色此兩種交互色合在一處即成白光如用他種有歧光之質或為顆粒或為動物或用鬆緊不勻之玻璃後用極光透過之與用絕不斯恩片無異

第四百八十四節 尋常之光條透過之事若兩浪面成

正交而不在同面內也故尋常光條不能彼此相加更明相減更暗亦不能成雖利能愛脫之光

論用極光透過顆粒視樞線而分別其光圖

第四百八十五節 凡光條順愛而倫刻斯罷視樞線透

過即不分常折與歧折若光條透過愛而倫刻斯罷之方向與視樞線成角無論其小至若何即有常折與歧折且此兩光條之浪面彼此成正交而光行分遲速

第四百八十六節 若用極光為射光條而透過愛而倫

刻斯罷之方向與視樞線成斜角則光之性情與透過絕不斯恩片無異詳見四百七十八節若彼此成正交之兩浪面而變為平行即有相激更明相減更暗之事

第四百八十七節 相激更明相減更暗之事與愛而倫

刻斯罷阻住兩浪面之若干有相關而此阻住之事又與常歧兩光條透過愛而倫刻斯罷厚薄有相關若其厚數足使兩浪面相激於同面內再加其厚之倍數如二三四五六等仍相激更明此各相激之處有相減處間之

第四百八十八節 設用圓錐形之光條順愛而倫刻斯

罷視樞線透過則相激之處其視樞線周圍甚勻此種光條合愛而倫刻斯罷甚明後用單色之極光試驗其顆粒即於視樞線周圍有明暗相間之圖

學 卷下

廿六

第四百八十九節 設用紅色之光其圈大於用藍色光之圈某色之光浪愈短其圈愈小若不用單色之光而用白光即無明暗相間之圈祇有虹色之圈

若以極光片與分光片彼此成正交則圈內有黑色之十字形此十字形與極光分光兩片內之兩浪面平行

其故因顆粒內光浪盪動之面或合於極光片光浪盪動之面或合於分光片光浪盪動之面不能透過極光

分光兩片也光浪盪動之面與極光分光兩片內之兩浪面成四十五度之角則彼此相激而甚明此種角度

光圈甚明或大於此角度小於此角度則光圈漸暗至成黑色十字形

第四百九十節 設旋轉其一片成九十度之角即成相反交互之事黑色十字形變為白色十字形光圈之色變其交互色

第四百九十一節 凡有兩視樞線之顆粒有極光透過即於其視樞線之周圍有虹色之雙圈其形相連最初考究之人為西士卑受諾立

論橢圓與球形之極光

第四百九十二節 凡兩浪面彼此成正交無論其光行分遲速不能彼此相激更明或相減更暗

第四百九十三節 雖不改其明而光浪彼此有并力若兩光浪已有半浪之差數奇偶則兩光浪并力而順一直線而行若其差數非為半浪之差則兩光浪并力為橢圓形若兩光浪之差數甫為四分浪之一即成圓形之極光

第四百九十四節 傳光氣盪動成浪之并力似尋常鐘擺之動又似聲學中所用準音叉盪動之并力詳見第八卷第五頁

第四百九十五節 尋常極光并力之形總為橢圓形自金類面回射之光有橢圓形且透光質之有大折光指者其回射之極光亦成橢圓形西士石曼考究回射之極光云無論何質回射之光皆為橢圓形非為橢圓形者絕少

論旋轉之極光

第四百九十六節 凡用單色之極光順愛而倫刻斯羅之視樞線透過即不改變其性情此理前已詳論之

第四百九十七節 如用極光順水精之視樞線透過即先旋轉其極光面若極光片與分光片已成九十度之角即無光而暗再以水精夾在兩片之間其光即能透過兩片故欲滅其光即當旋轉極光片若干度此旋轉

過兩片故欲滅其光即當旋轉極光片若干度此旋轉

過兩片故欲滅其光即當旋轉極光片若干度此旋轉

過兩片故欲滅其光即當旋轉極光片若干度此旋轉

過兩片故欲滅其光即當旋轉極光片若干度此旋轉

之度數名曰極光面之旋度

第四百九十八節 有數種水精極光面之旋度不同向
左旋者幾種名曰左顆粒向右旋者幾種名曰右顆粒
依西士侯失勒之意既知光學之理而觀此顆粒當知
左右之旋度不同

第四百九十九節 西士化學家法勒特試驗極光左右
旋度之事將與水較重之玻璃條用噶鐵電氣之一股
而旋轉極光面其旋度與噶鐵陰陽二極有相關且與
電氣股有相關

第五百節 西士畢亞考究極光面之旋度而詳論其理
云其理有二款

一款 旋度若干與水精片之厚薄有比例

二款 旋度與光帶內之各色光線有比例紫色之折
光角大旋度亦愈大

試驗之時用水精一片厚一密理適當用光帶內各色
光線依次透過而得各色之旋度正紅色十九度金黃
色二十一度正黃色二十三度正綠色二十八度正藍
色三十二度深藍色三十六度淡紫色四十一度又用
水精一片厚一密理適當得正紅色之旋度三十八度
淡紫色之旋度八十二度

第五百一節 各色之光條出水精片之時其盪動成環
面各色不同若透過之光射至分光片上與分光片之
面相合即能透過若以分光片緩旋之即不能透過之
光條可依次透過矣

第五百二節 旋度之理其故因有二箇極光條為圓形
者彼此相激其光條順顆粒之視樞線速率不同一光
條旋轉自左向右又一光條旋轉自右向左故有旋轉
之事也

長洲沙 英繪圖

桐鄉沈善燕校字

卷一

七

光

學

卷下

二

原跋

此書述著名格致家論光之形性令人知空中及各質內俱有傳光氣此傳光氣能傳光亦能傳熱若不信傳光氣之說而用質點之說則光理必扞格不通光浪與熱浪從日至地歷時八分此八分時內在空氣中必減少其光與熱設有空處一立方里一刹那間得光與熱試問此光與熱究為何物則必念光與熱之徵驗而分其體用體不見而用可見也此一立方里內光熱已滿究有何事可知光與熱之性情能令物動能起重物動輪車放礮彈不用火藥等俱屬光與熱之作爲既能動物則必有自動之性矣

一立方里之光熱能動各物人第知動之一事屬於物而不知動物之物為何物解之曰是以脫類也此氣與尋常氣不同所以不同之故未可詳解其氣動時感動別質能令別質盪動蓋此氣具有物質之性若無質安能感動他物耶格致家知其動法有二一光順直線而行二盪動成浪而行奈端先創光順直線發質點之說後有拉不拉司畢亞普兒斯登馬勒司皆信發質點之理由是光學之不能解者甚多其言不足徵惟用傳光氣浪之說始可解光學一切之事本書所言者是也一事合推之萬事亦無不合光浪之理可解明回光折光歧光性情厚顆粒片薄顆

光

學 卷下

原跋

粒片之色各體之色極光之理極光透過顆粒之豔色此理在光學中開無數法門學者由是有從入之路不然若夜行之無燭也近時著名格致家云傳光氣亦無永動之性且依定理傳其本體之盪動於他體他體盪動亦類是熱學中言熱有力而令物動日光之熱射至地面其能力甚大若無傳光傳熱之氣質必不能至地面也

脫麥司養未見聲浪之象設想聲浪之形既設想聲浪之形又考傳光氣之浪以爲傳光氣不與地球之空氣同動苟同動即不能解說光行差之理又言傳光氣浪行過地球若一陣風吹過樹林之狀後有英人思多列思云可用以脫與有凹凸力之實質相比以解說光行差之理不必用風吹樹林之說取譬也此二人者皆極信傳光氣成浪之說也

法人飛績曾試驗一體動時能令包其本體質點之傳光氣同動若引動之有帶動也然同去與否尙未能定惟著名之人試此事可知近時格致名家俱信傳光氣之理

余言光浪之理雖爲準確然聞是說者不必信之而無所疑百年前用奈端光爲質點之說近時無人能信之近時光浪之說以後或欲改易亦未可定昔有希臘人多祿某以爲地居中心日與行星俱繞之而動奈端之徒信喻力

七

之理而多氏之說始顯其謬不意尤爲質點之說至今亦顯其謬然喻力之理萬難改易天文之故藉喻力之理事事解明今光浪之理亦已事事解明毫無疑義解光浪之理較難解於喻力之理解喻力者云天空測海王星之法爲喻力之確証昔有天文士亞但史力佛理亞兩人測天王星有無法之小動而用喻力之理算得別有一行星加喻力於天王星而生差數於是作書寄伯靈布國京城名天文士嘉勒詳述其算理嘉勒亦信此理用遠鏡測得一行星名曰海王星其徑約三萬六千英里故喻力之理至今無疑矣

發明光浪之理其功與測得海王星略同昔有福而司農得兩視樞線之顆粒內光浪面大小之算式尙未知除歧光以外此種顆粒又有他折光後有算學家海沒兒脫云光浪面有四箇點在此四點光線不分爲兩祇分爲無窮之數且在此四點不成兩形像但成一圓錐形之包海沒兒脫以前人未知有圓錐形之包也力佛理亞告嘉勒云依喻力之理必可測得未知之行星嘉勒測之果有海王星海沒兒脫告六意脫云必有圓錐形之包六意脫將哀來果奈脫顆粒依算理試驗果有圓錐形之包故圓錐形折光爲光浪之確據與測得海王星爲喻力之確據無異

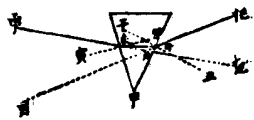
也

視學諸器圖說

布國 金楷理 口譯
新陽 趙元益 筆述

論透光三稜體

凡有無數光線聚為光條其形或如圓錐或如圓柱其圓錐或圓柱之軸線即為光條之軸線若用一透光三稜體則兩等面所成之角謂之稜體折光角稜體之稜必與射光線之軸線成正交光線出稜體之後雖改其方向而向在同面內若稜體之質較稜體外之質更緊密則光條之軸線入稜體後必有折光線稜體能分白光為數色此各色光線出稜體時所成角度各不同故成數色長條形名曰光帶 凡用透光三稜體視一物即知二要理一稜在下而觀一物即更低於物之實形稜在上而觀一物即更高於物之實形二所觀之物其界之四周必有紅暈如圖為透光三稜體剖面圖其面即為光線射過之面而射光線與稜線成正交已午為光條之軸線光原在巳點甲為兩等面之交角故午甲未為稜體折光角巳酉為空氣中射光線之方向既至稜體則折光線之方向為午未



此因稜體質較之

見理者皆

家付

圖說

空氣之質 五午子為稜體面之正交線與射光線遇於午更緊密 所以稜體內午未折光線更近此正交線折光線午未既出稜體其方向為未申而寅卯亦為稜體面之正交線與出光線遇於未光線在稜體內近於正交線出稜體後即更遠也人目在申即見巳點在巳故觀某物較在原處更低射光線與出光線兩方向所成之角謂之光差角如酉戌申角與巳戌巳角是也

光線從一質而入他質內折光角度與射光角度有比例故折光角正弦與射光角正弦有定比例每質內比例不同即每質之折光指也光線過一稜體其光差角與射光角同比例若射光角與出光角相等之時光差角為最小設欲定某質之折光指可於暗室中持一透光三稜體稜線向下穴牆作小孔光條射入透過稜體而折光至壁後將稜體繞本軸一周而不改稜線之原方向則可改射光角又可改壁上光點之所在若稜體周繞本軸時見壁上之光忽不動則為光差角最小之時此光差角等於日高於地平之角度與出光線與地平所成角度相合之數設最小光差角以申代之稜體折光角以甲代之折光指若干以九代之則得式

論透光鏡

透光鏡或以兩弧面為界或以一平面一弧面為界茲論

透光鏡分十種依光線自左而右列之如圖

甲為凸凹鏡乙為凹凸鏡丙為雙凸鏡丁為

雙凹鏡戊為平凸鏡己為凸平鏡庚為平凹

鏡辛為凹平鏡壬為小凹凸鏡癸為大凹凸

鏡

凡光條之各光線或漸離或漸近或平行若一光條透過

一凸鏡透光鏡中厚於邊者即為凸鏡如甲乙丙戊己是也則光線必漸近所以漸

近光線透過之後其相近之速率更大平行光線透過之

後必漸近漸離光線透過之後或漸近或平行或相離之

速率小於未透過之時若光條透過一凹鏡透光鏡中

即為凹鏡如丁其行法即與凸鏡相反所以漸近光線透

庚辛壬癸是也過之後其相近速率更小或平行或漸離平行光線透過

之後必漸離漸離光線透過之後其相離之速率更大

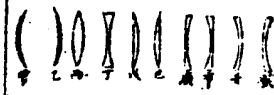
凡所觀之物其各點或發平行光線而入人目或發漸離

光線而入人目天空諸曜雖相距甚遠因發平行光線故

能見之某物近目而人欲視之極清者其物離日若干各

人不同此事與目內之透光體有相關設有一物離目甚

近視之反不能清楚因其物所發光線漸離之速率甚大



若用一凸鏡則光線漸離之速率可小即可視之甚清也
欲詳視一物又必知應用光若干方能詳視若光不及應
用之數雖竭目力亦不能詳視假如開窗能詳見室中之
物若將窗漸閉則視室中之物漸不能清光少故也又有
一要理凡欲詳視一物其物所發之光線成角方能見之
蓋目為中心物之四周光線射至目中物愈遠者角愈小
至後最小之時視之即不能清楚設用一透光鏡即令物
來光線透過之後漸相近目觀物之四周光線相成之角
甚大故能見之

設光原之一處發一光條透過透光鏡其各光線之過透
光鏡離其中心遠近不同故透過後之光條各光線不聚
於一點因此點之形像不能清楚謂之光行差若用數箇
透光鏡合之即能令一箇透光鏡之光行差與他透光鏡
之光行差相消即得極清楚之形像

凡光條透過第一箇透光鏡其光條之軸線必透過透光
鏡中心然透過之後改其方向入第二箇透光鏡則各光
條之光線過第二箇透光鏡之點離中心之軸有遠近之
別故離中心最遠之光線與視軸所成交點近於透光鏡
離中心最近之光線與視軸所成交點遠於透光鏡所以
發光之體能詳視其中而不能詳視其邊也謂之球形差

83-91/54

光線能分爲七色各色光線過透光鏡之後折光角各不同謂之光色差因此周圍有色暈如虹所觀形像之差較之光行差球形差更多

凡平行光條透過透光鏡之後其光線或漸離或漸近其漸離各光線可引長成交點漸近各光線能聚合成交點此兩種交點與透光鏡之而相距若干謂之頂距

欲定凸鏡頂距若干法用一直尺一端置一燭火尺上安置一透光鏡其軸線必與尺平行此透光鏡在尺上略退後再將白紙板豎起則透光鏡在燭火與紙板之間然後試看紙板上燭火之形像最近而最清之時量得紙板與燭火相距若干則爲頂距之四倍

如欲去透光鏡近心之光色差即可用兩種玻璃一名矽玻璃合成一透光鏡彼此相消其光色差離鏡中心更遠之光線可用數箇透光鏡依頂距而令其相離則可去離心更遠之光色差依此法用數箇透光鏡相合則爲無光色差之目鏡

假如有物離凸鏡若干遠於凸鏡之頂距其物所發漸離之光線過透光鏡後即漸相近以後彷彿成一點成顛倒之形像推算其數可用代數式以明之

以戊代物與透光鏡之相距已代頂距亥代物形像與

視學諸器

卷附

圖說

透光鏡之相距所以

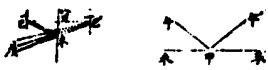
此形像與物大小之比若亥

與戊之比

此形像之某點與相對物之某點有不同之處物點向各方向發出光線形像上之點因發光之方向與透光鏡有相關而發光之大小亦與透光鏡有相關故與原點異設於形像之處置一白屏即於白屏上見其顛倒之形像自像之各點向各方向發出光線同於物之各點向各方向發出光線但物能觀之甚清者因發無數光線而所成之形像光線無多若其形像大於物體而物體不發極多之光線則形像不明且透光鏡亦能稍滅物體之光線

論回光鏡

凡豎面內之光線射至平面上其回射光線必在同面內且射光線與平面所成之角等於回光線與平面所成之角如圖午甲爲射光線未末爲平面回光鏡甲午爲回光線午甲未角與午甲未角相等凡光條依此法射於平面回光鏡回光之後其光條各光線或漸近或漸離其速率與射光線相等且回光線之方向若由回光鏡之後



面而來如圖已為發光點其光線漸離寅未為回光鏡射
光線至未即回射於戌人目在戌即能見己之形像在己
此為回光鏡後面之虛像其離寅未後面若干與實像離
回光鏡前面若干相等所以已寅等於已寅造測量之儀
器即用平面回光鏡改光線之方向也



設有光線在兩箇平面回光鏡內兩次回射則第二次回
光線與射光線所成之差角等於兩箇
回光鏡引長成角加一倍如圖旺壬辛
辛為兩箇回光鏡申旺為射光線旺辛

為回光線回射之後光線與旺壬鏡所成之旺壬甲角等
於申旺壬角後自旺點回射成旺辛之方向此第二次回
射光線與旺辛回光鏡所成之角戊旺甲等於旺辛辛但
甲旺亥角等於旺辛辛外角即等於旺壬甲角與旺辛甲旺
角之和且甲亥旺角等於旺亥戊角所以亥旺戊角加申
戊旺角等於甲旺亥角加旺辛甲旺角又旺辛甲角等於旺
甲旺角之二倍此因甲旺亥角必等於旺辛甲旺角與旺辛甲旺角之和但亥旺戊角等
於申旺壬角亦等於旺辛甲角所以去其兩箇等角餘申
戊旺角等於旺辛甲旺角之二倍

論弧面回光鏡

弧面回光鏡與弧面透光鏡其理相同惟有一相反之事

凹回光鏡回射之光線相近之速率更大其功用與凸透
光鏡相同凸回光鏡回射之光線相離之速率較大於射
光線漸離之速率其功用與凹透光鏡相同凡凸回光鏡
有光行差球形差而無光色差天文家所用之回光鏡因
各曜之射光線皆為平行其去球形差之法再用一拋物
線形回光鏡凡凸回光鏡欲去其球形差則必用比凹界
更凸之回光鏡

用砂養玻璃造極大之透光鏡難得佳者近時欲造無
光色差之物鏡又名象鏡尚未得他法所以大遠鏡皆用球
形或拋物線形之回光鏡天文家俟失勒造極大之遠
鏡長四十尺其回光鏡之全徑四尺西士羅斯伯造極
大之遠鏡長五十六尺回光鏡之全徑六尺

所用之回光鏡用金類為之造此回光鏡者欲去其散
光之差甚難茲將造拋物線形回光鏡之法述之如左
用淨銀六兩淨銅十六兩此二質皆成長方形體厚與
闊各三寸用金類絲縛之置於火爐鎔化內加礪砂與
火硝在爐中調和之濃如牛乳油成一大塊傾出置軋
輪中軋數次後置於火爐內令其稍軟而不脆已成之
後為一方片每邊長二十八寸去其四角成一圓片擊
時須留意不致損其邊置於凹形木塊上將銀多之面

向上銅多之面向下銘時銀重於銅用堅木作錘兩頭

皆圓如圖丙丁先擊其邊徐從邊旁而至中心已擊成

凹形即將此物置於機器上銀多之面向下合於銅作

之凸頭如圖之甲旋轉於上轉時用木錘擊銅多

之一面後用外模試之合於拋物線否如圖之寅

○每通擊一次再令其稍軟其法先用水令稍濕

後用炭粉一升硝一兩兩物相合置於濕面相粘

安置金類片於木炭火上烘之待其所粘之粉已

化氣而離散即知其熱已足後將此物浸於礬水

內此礬水用銅養碗養二升又用再置於淨水內洗之

用細砂磨光然後置此物於鐵架內在其頂作一小孔

即為回光鏡之中心用有佛逆之規定其一光於中

心而以一光劃成圓周而或剪或銼之置此鏡於銅作

凸頭上如甲擊之後用一輕木錘外包洋皮紙擊之再

用外模試之如寅合於拋物線否如有不合之處作一

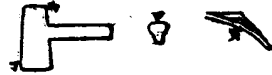
記號仍用木錘外包洋皮紙擊之待各處皆合可置一

燭火於拋物線之光頂若處處明亮則可知此鏡全合

於拋物線而無差若不能處處明亮則知不全合於拋

物線仍用外模試之而擊其不合之處以後置燭火而

各處光勻即為無差然後加折邊與背帶用鍍金銀之



見其者曰

天寸

圖說

如物物庚庚兩圖已鍍之後可以磨光其法先用硬木

炭一塊磨之後用橄欖油并極細爛石粉置於一細布

袋內擦之用細絨布蘸橄欖油指擦令淨用

鉛粉同水洗之用軟布指之用手蘸水與紅

粉指之用鹿皮擦之此事非尋常人所能須

知指擦四周必合於拋物線之軸線 羅斯

伯造大遠鏡之回光鏡用紅銅一千二百六

十四分錫五百八十九分造此鏡時用一範

模其底有極細之眼熱氣從底而出熔汗不致流出令

其速冷此器特造一機器磨光不用人工鏡已磨成而

欲試其究準與否即用一時辰表置於桅竿上與回光

鏡相距九十尺設回光鏡能回射一極準之形像即可

謂無差

論顯微鏡

顯微鏡之用能令近處之小物放大而可觀凡凸透光鏡

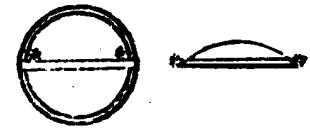
皆可為顯微鏡前已言透光鏡有光行光色球形三差透

光鏡之力愈大差亦愈多如所觀之物祇欲其稍大即用

一凸鏡亦可設欲觀一大而不差之形像即用數箇凸鏡

合而成之去其差數小玻璃球可代大之顯微鏡如用

光差極大之質造一薄透光鏡更妙因玻璃球之頂距離



其中心為一箇半徑又二分之一此小物離球面為半徑之二分之一若此玻璃球周圍作一縫以不透光之黑質置於縫內則玻璃球之折光更大

金剛石之光差甚大可作顯微鏡又可用光差極大之寶石作顯微鏡如此則光行差較少於玻璃又可用加拿大所產波勒殺末一滴置於薄玻璃平面上令極勻若此漆類上不沾微塵可代極好之凸鏡

無光色差之顯微鏡有四箇透光鏡并一隔邊物鏡在外次隔邊次放大鏡次內鏡次目鏡造相合之顯微鏡依各透光鏡之頂距而定其相距若干除去光色光行球形三差內鏡與目鏡相合總名曰目鏡物鏡與放大之鏡相合成一大形像與目鏡之光頂相合人目用目鏡觀此光頂處之大形像凡相合之目鏡其光頂在放大鏡與內鏡之間者為實目鏡若光頂在內鏡與目鏡之間者為負目鏡所以實目鏡之形像在放大鏡與內鏡之間負目鏡之形像在內鏡與目鏡之間

顯微鏡之最精者其物鏡用兩透光鏡相合去光色光行球形三差所以配成上等之鏡須用矽養玻璃為凹透光鏡中置兩種凸透光鏡一用冕號玻璃造成又一種用荷蘭國玻璃片造成

遠鏡或顯微鏡可試知放大之力有幾倍即將物鏡對準燭火而在近目鏡處安置一白屏待屏上之物形已清楚則物鏡半徑與形像全徑之比若物體與遠鏡或顯微鏡放大力之比

凡用顯微鏡詳視一物必加多光於物上此因物小如一點加大之則光少而不足也且光點透過顯微鏡亦稍能減去其光線故必有多光方能詳細見之

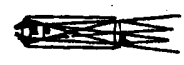
顯微鏡亦有用回光之法者此器內用一凹回光鏡代透光物鏡惟頂距不長此物鏡置於器內視軸之傍與視軸相距若干即垂同自垂線過視軸之點至鏡心若干稍大於頂距然後在垂線過軸線之點置一小平回光鏡其面與軸線成四十五度之角而垂線並軸線過平回光鏡之面須為平線後用多光照於物上從物發出之光條在平回光鏡並凹回光鏡回射之後成一大形像用一無光色差之負合目鏡觀之所用負合目鏡為荷蘭人海更士之法

凡用一顯微鏡詳視小物若微有震動則看之不能清楚故用轉動之螺絲必用平速度而動且顯微鏡之合用者在乎造法之精良得者不可不慎擇之凡較準目鏡必當用螺線形之法條加緩動之夾螺絲法條抵力不令其震

動最精願微鏡為德倫敵之法購時亦必以小物試觀

論遠鏡

用透光之法作遠鏡有一凸物鏡與一目鏡此目鏡或單或雙依用處相配等常遠鏡有兩箇凸鏡如圖辰為物鏡其頂距甚長所以放大之力不多其頂距必在遠鏡管內



戊為目鏡頂距甚短所以放大之力甚多凡欲詳視遠物此兩箇透光鏡相距若干等於兩頂距之和數所觀之物其顛倒之像在天為兩頂距相合之處此形像所發光條透過目鏡之後為平行光線故人目易見之天空諸曜可用此遠鏡觀之也

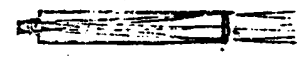
此法遠鏡放大之力之比若物鏡頂距與目鏡頂距之比所以加物鏡頂距之長即減目鏡放大之力若減目鏡頂距之長即加物鏡放大之力昔時尙未知去光色球形兩差故即用上法此時測天者用一長竿置物鏡於長竿上目鏡在近地之處海更士所用之長竿長一百二十三尺意大里人西客新實所用之長竿長一百五十尺

如欲得極明之物像必知物鏡所成之形像其光線透過目鏡之後不可過於眼之瞳人其光力與物鏡全徑平方有比例又與放大之力之平方有反比例又透光鏡亦能

目鏡之合目鏡

稍減其光線故用透光鏡愈少愈妙近時測望家所用透光遠鏡有一無光色差之物鏡以兩箇透光鏡合為目鏡造此目鏡法有數種述之如左

海根士法之合目鏡用兩箇凸平透光鏡其平面向人目兩透光鏡頂距為三與一之比其兩鏡之相距為二如圖己為長頂距之透光鏡即內目鏡與物鏡最近如用此遠鏡詳觀一物內目鏡在物鏡與其光頂之間且此內目鏡與物鏡光頂之相距等於內目鏡之半頂距透過物鏡之光條成一形像於內目鏡以後即在兩箇目鏡之間與內目鏡之相距等於兩目鏡相距之四分之三又因光條透



過內目鏡聯合之速率更大故成形成像之處在合目鏡之間如壬丙為外目鏡其光頂在壬此法之合目鏡令各光線之折光在兩鏡平分故能減少光行差與球形差且兩鏡頂距與相距之比例又去光色差此為最佳負合目鏡其形像最明若用回光鏡而又用此種合目鏡較勝於他法設於成形成像之處置十字線或用分微線則不可用此法之合目鏡

喝浪斯登法之合目鏡為正合目鏡用分微線與十字線必用此喝浪斯登之法如圖其合目鏡為兩箇透光鏡其

圖說

頂距相等一為平凸一為凸平兩凸面相對相距之數得



頂距三分之一欲詳觀一物內目鏡已距物鏡
辰若干等於物鏡之頂距又加本頂距四分之
一則物鏡之光頂與合目鏡之光頂相合且從
壬形像發出之光線離外目鏡戊而平行此種
合目鏡非無光色差但其光行差較少於海更

之法

凡用一合目鏡無論為負為正必用一隔邊於成形像之
處可去形像外之散光也

上所言合目鏡其發至人目內之光線成顛倒之形像測
望天空諸曜亦屬可用凡欲觀天頂諸星可用透光三稜
體或用一平面回光鏡回射光線至合目鏡上則合目鏡
之軸線與此器之軸線成正角此法之合目鏡謂之對角
線目鏡

凡欲觀地面之物必不可有顛倒之形像所以物鏡中顛
倒之形像必用一目鏡再顛倒之此法之目鏡與顯微鏡
有同理即為一物鏡一隔邊一加大之鏡一內鏡一目鏡
此內鏡與目鏡相合或為負或為正此法多用一透光鏡
而稍減光線測望家所用之合目鏡須極明夜間觀星不
宜減少光線故宜用觀天之合目鏡

觀天之遠鏡內用一凹目鏡代凸目鏡其頂距相同此為
意大里人割裏西之法如用此遠鏡詳觀一物物鏡與目



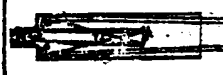
鏡之相距等於其頂距如圖辰為物鏡物體光
線透過之後成形成像於兩箇透光鏡相合之光
頂但光線透過凹目鏡戊之後俱為平行所以
能詳觀一物如欲知觀天遠鏡放大之力有幾
則當知物體與形像之比若物鏡頂距與目鏡頂距之比
用回光之法作遠鏡 近時能造無光色差與球形差之
物鏡故可成極大力之透光遠鏡然造極大之矽養玻璃
甚難故透光遠鏡無有極大者有人用回光鏡代物鏡回
光鏡無光色差依法而造成極大之遠鏡造此回光鏡有
四法一為奈端之法一為格而格倫之法一為怡惜格倫
之法一為候失勒之法



奈端回光遠鏡之法如圖申為凹回光鏡物之光線回射
至真平回光鏡再回射至合目鏡內此平回光
鏡與遠鏡軸線成四十五度之角且在凹回光
鏡與其光頂之間從寅鏡回射之光條成形成像
於壬此為目鏡之光頂
格而格倫回光遠鏡之法如圖申為凹回光鏡未為小凹
回光鏡未鏡之頂距小於申鏡之頂距而未鏡之光頂近

83-91/52

於申鏡之光頂但稍遠於申鏡光頂之離申鏡另加一合



目鏡遠物光條射至申回光鏡回射之後其光頂在辛即成顛倒之形像此形像從未回光鏡回射成一正形像在目鏡之光頂壬如觀地面之物此法之回光鏡較勝於奈端之法因其形

甚準但奈端之法形像更明而光行差較少凡造此大小兩回光鏡欲其相合而彼此相消其光行差非易事也

恰惜格倫回光遠鏡之法有二箇回光鏡與目鏡與格而格倫之法同惟用凸回光鏡代其凹回光鏡此凸回光鏡

在申處凹回光鏡與其光頂之間與光頂相距略短於本頂距之長然其目鏡內之形像不正與格而格倫之法相

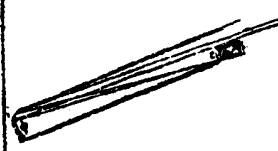
比光行差較少管亦稍短然測天用此不及奈端鏡之清楚且有顛倒之形像觀地面之物亦不便也

候失勒回光遠鏡之法如圖此遠鏡之軸線與申凹回光鏡之軸線成一極小之角所以遠物光線

射於回光鏡上回射至己合目鏡內所成之形像在壬此法祇用以作極大之遠鏡

前法用凹回光鏡平回光鏡兩次回射減散之光不少故候失勒設此一法令減

散之光甚少也



見

見

透光遠鏡校準并試驗之法 假如有透光遠鏡頂距長

三尺半徑三寸又四分寸之一欲試驗其物鏡即置管甚

平取一張有字之紙貼於牆上離遠鏡三十或四十碼之

遠若所用之目鏡為觀天之用必以字紙倒置之所用之

目鏡為觀地面物之用必以字紙正置之晴天之光照於

紙上再用螺絲較準遠鏡觀紙上字黑而無他色與模糊

之象即知此物鏡甚佳如看字紙上有細點即知此遠鏡

看地面上之物甚佳余意欲用遠鏡觀天可於離遠鏡三

十或四十碼之遠貼一黑紙於牆上此黑紙上黏一白色

圓片徑四分寸之一或更少亦可後用遠鏡觀此圓片至

極清楚則用筆於管上作識以後觀天不必移動設將遠

鏡之管或推進或抽出即見黑紙上圓片漸大界亦不清

此不清楚之大圓界與圓片之邊同心即知物鏡在管之

中若不清楚楚之大圓界與圓片之邊不同心即知物鏡之

心不合於管之軸線必旋轉物鏡架之螺絲用一圓錐

形錐令螺絲眼更長再安置物鏡於管內用木錘輕擊

遠鏡筒之邊試看其心偏於何處而擊正之令其兩心相

合仍將遠鏡或推進或抽出觀其兩心已合與否抽出鏡

筒而觀圓片周圍有白光即可旋其螺絲令架與遠鏡之

管相合而牢固

前事已定即可試合物鏡之弧面彼此相對與否此三尺半頂距之遠鏡已得觀物清楚之識然後以管或推進或抽出十分寸之一而看圓片之邊有模糊之象即可知物鏡彼此相合而無差設進退俱能如此即可知物鏡甚合可無球形差與光行差設管之進退過於十分寸之一而圓片之邊仍能清楚則知合物鏡不甚佳光行差未能彼此相消也設抽出管時觀圓片之邊更大且無別色祇有白光即可知合物鏡無球形差與光色差

凡物鏡無球形光行兩差則此遠鏡觀地面之物甚佳設欲驗此遠鏡能否為觀天之遠鏡可觀月與木星得其清楚之象而作識後略推進鏡管看四圍有褐色之圈再抽出鏡管看四圍有淡綠色之圈即知七色之二界色即紅紫二色已去設所用之物鏡其折光之力有一處不勻若用以觀一等或二等之大恆星必有不圓之形即是物鏡折光之力不勻也

試驗物鏡又有一法先以白圓片黏於物鏡中心圓片之全徑等於物鏡之半徑後將鏡管或推進或抽出而觀一物已清即去圓片於其周圍黏一紙圈而觀之如亦清即無折光不勻之弊若須抽動而觀之方清即有不勻之弊又可用上法觀第一等恆星即知所觀恆星有不圓之形

在用圓片時有之抑在用外圈時有之可定其不勻之處或在邊或在中再用紙糊其半圓而轉動遠鏡試看不圓形之所在即可得其不勻之處用紙糊其一處雖稍減其明而已去其不勻之差數矣

凡用遠鏡觀恆星之形愈小即知合物鏡之弧面甚準然觀恆星之形雖大尚不足為物鏡之弊設有不圓之形即知此合物鏡不能甚準凡試驗一觀天之遠鏡可掛一玻璃球於日光中離遠鏡四十碼代一恆星而觀之試驗此合物鏡時所觀之玻璃球應對準物鏡之中心依上法試驗合物鏡其相連之目鏡須用負合目鏡

凡看黑紙上之白圓片甫清楚之時見有黃色或紅色之圓周即知合目鏡尚有光行差若合目鏡之兩弧面彼此相合即可略改其相距而去光行差然測天之事總須用一甚準之物鏡也

回光遠鏡校準并試驗之法 凡欲定恰格倫或格而格倫法之兩筒回光鏡相距即用喝浪斯登法之正合目鏡能見兩鏡光頂相合處之形像後再用此正合目鏡置於海更士法負合目鏡之外此合目鏡已在遠鏡管內而由此正合目鏡試觀負合目鏡從此得大回光鏡之形像若於大回光鏡中心能見小回光鏡之形像即可知兩回光鏡之相距

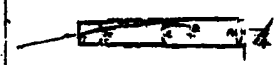
不差設有差用螺絲轉動小回光鏡或前或後或左或右若大回光鏡之面與管之軸線成正角即已配準不可再動設未成正角即當修好而後改小回光鏡之差

凡欲試驗兩回光鏡果否彼此相合而無差必用此遠鏡觀恆星或觀黑紙上之白圓片俱如上法既觀恆星先看恆星之環清楚與否或已清楚而有凸處則推進小回光鏡離大回光鏡稍遠又抽出小回光鏡離大回光鏡更近兩次進出離前所定清楚之識其遠近相等又觀恆星之環未改變即知彼此相合而無差 凡欲試驗大回光鏡合用與否可於管口之中心置一圓片待形像業已清楚然後去中心之圓片易一外圍圈若能清楚即可知大回光鏡甚合而不必推動設不清楚則知此大回光鏡不合詳測天文之事不能用之當圓片或圍圈在管口時不清楚而如霧質此為一回光鏡或兩回光鏡有光行差不能彼此相消凡遠鏡開全管口觀物不能清楚可用一蓋其徑等於管口全徑之半如此其孔已減一切之光線從開處一進而進

論太陽顯微鏡

此顯微鏡所成之形像在白屏上其理如圖未為平回光鏡太陽之光線由此鏡回射入管內與管之軸線平行丙

見其下者即丙 圖說



為凸透光鏡聚光線於辰點圖光已為加大透光鏡與辰點相距遠於加大合鏡之頂距此頂距等於已鏡頂距四分之一已與實為加大合透光鏡其頂距相等其相距等於公頂距三分之一此與嗎浪斯登目鏡之法無異丁為隔邊與實透光鏡相距等於加大合鏡之頂距此頂距等於已鏡或實鏡頂距四分之一此加大合鏡一應平凸一應凸凹兩鏡半徑之比若一與十五之比用此法形像在白屏為平形嗎浪斯登之法亦此意也 欲成平形其形像應在辰點與已鏡相距遠於加大合鏡之頂距所以物上光條過兩透光鏡之後光線稍相離成顛倒之形物之形像離已鏡若干與屏離隔邊若干有相關

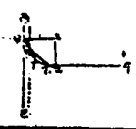
論收景暗鏡

此器上有平回光鏡山水樹木之各光線射至平回光鏡有回射之光線先過隔邊再透過一平凸鏡而各光線漸相近即於暗箱內屏上成一形像其隔邊與平凸鏡在管中管通暗箱管外之光不能至暗箱內隔邊與平凸鏡之相距應試定而成清楚之形於暗箱內屏上其屏之形為拋物線周繞本軸所成之面此拋物線頂之半徑為九與已相乘之數九代透光質之折光指已代透光鏡之頂

距依此法用石膏作一弧面之屏與透光鏡之相距稍遠於鏡之頂距後試觀各物形像清楚與否與屏離透光鏡若干有相關山水樹木近遠不同設將收景鏡安置於人居稠密之處即可見屏上有各物活動之形

論收景明鏡

此器用一透光四稜體如圖甲乙丙丁為橫剖面形此透光四稜體用夾軸可任意轉動又可任意上下離桌或遠或近甲乙與乙丙相等乙角為正角甲丁與丙丁相等丁角為銳角得一百三十五度甲丙兩角各得六十七度三十分



金類片蓋於甲乙面上其邊凸過甲稜片有長縫可透光而甲稜適當長縫之間午為物件午未為物體所發光條之軸線此線過乙丙面成直角射至丁丙面成二十二度三十分之角從此面回射之光線為未申至甲丁面亦成二十二度三十分之角故射至甲乙面其出方向為申與甲乙面成直角故無折光八目從金類片之長縫觀之即見午物之形像在已即在桌上與甲乙面之相距等於午物與乙丙面之相距若令稜體升降與桌面之相距等於物與稜體之相距可於桌上置一紙而畫其圖若午物離乙丙面甚遠必將凹透光鏡置於乙丙面前則光線透過凹鏡可令物形漸近

紙上之形與甲乙面之相距亦等於物形與乙丙面之相距

上海曹鍾秀繪圖