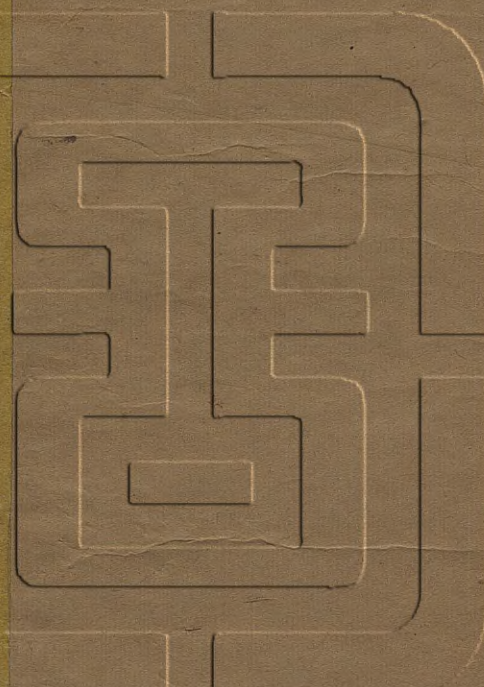


增訂格物入門 卷一



科10⁰⁷
9956.3
21~7

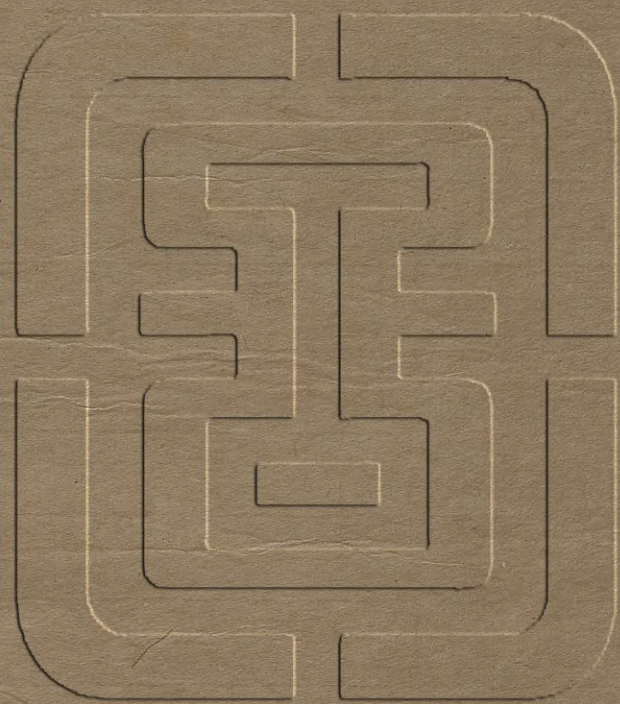
6
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

增訂格物入門卷一

方
輿
學

美國丁韋良著

70096
增訂格物入門
函
冊



冊
書
號
10480

格物入門

光緒己丑
仲穉同文
館集珍板

增訂格物入門序

漢司馬氏以本隱至顯推見至隱二者解

經余嘗參稽其理知大學格物之說必兼

二義而始全自古迄今解格物者七十二

家大旨不外窮至扞禦二者而已入主出

奴遂成聚訟自西學興而格物之說又一

增言格物入門
變衆說融會之機其兆於此乎世之說易者以理為主宰以氣為流行以數為對待泰西之學則以默達費西加說理費西加說氣瑪得瑪第加說數利氏東來中國始有名理探幾何原本二書蓋其一說理其一說數皆託始於界說者也余按後漢書

馬融傳注界猶限也易曰艮其限艮之大象曰思不出其位大易訓艮為止小爾雅訓格亦為止是格與界二者之訓本可互通如以西學界字之義詁大學格字之意則界以內皆所當窮至者也界以外皆所當扞禦者也二家之說無事紛拏矣西人

畢生致力於象緯器數之微志無旁騖其
論形上之理雖與漢宋諸儒不同若謂其
於形下之學一無當於聖人格物之旨固
不可也丁總教習冠西遠方之傑掌教都
門同文館能讀經史百家之書今治格物
之學以入門命其書其猶界說之微旨歟

夫門以內有戶庭焉有階級焉有堂奧焉
皆以待窮至者也門以外有閭閤焉有城
郭焉有郊坰焉皆以資扞禦者也從堂奧
而達郊坰所謂本隱而至顯也出之事也
由郊坰而詣堂奧所謂推見而至隱也入
之事也冠西之書以力水汽音熱光電七

學為經以問答為緯迴環辨難自為主客
往往事本目前解出意表蓋說氣之書得
之試驗以資推測者也如謂地心吸力悟
自墜蘋而奈端之動律出蒸氣漲力推自
煮茗而瓦德之汽機成固皆推見至隱之
事其他則如借水力以製壓鋼資氣力以

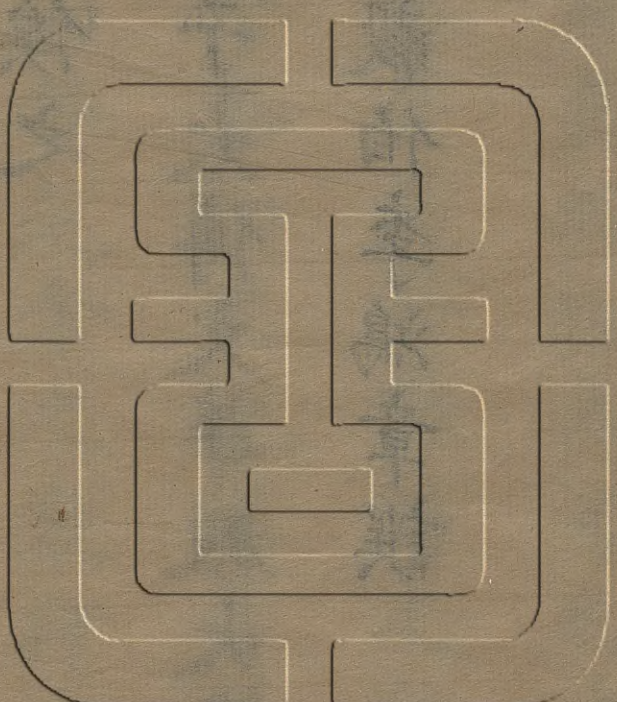
颺浮球琥珀拾芥電機之濫觴也鑪鼎燒
汞化學之嚆矢也光學之顯微為鉅易遠
為近音學之傳遐至邇留暫為常亦何莫
非本諸變動不居周流六虛之迹以開物
成務利用厚生遂將疑鬼神而奪造化謂
非推見至隱之功曷克臻此當其冥心孤

往默討潛搜如禪之入定儒之坐忘雖謂之以扞禦為格物焉可也逮乎鞭辟入裏兔起鶻落有異於晦翁之所謂窮至者乎余喜西學格物之說不背於吾儒故覽冠西之書而發起余之歎抑又聞之西學所謂斐錄所費亞者至精且博茲特其凡將

急就耳冠西誨人不倦西學堂奧必更有在書以俟之

欽差大臣太子太傅文華殿大學士直隸總督

一等肅毅伯李鴻章撰



敘

學術之後出而日新古今不

足以相非也而適足以相成

道與道相發藥而為治所以

植萬物之體器與器相切磨

而成藝所以儲萬物之用夫

格物之說亦不可殫述矣以
為知於善深則來善物知於
惡深則來惡物以菑祥感應
言者鄭氏康成也物謂物欲
格謂扞格以去私釋格物者
司馬溫公也以行善去惡為

格物者陽明王子也以物為
即周禮賓興之鄉三物舉德
行與藝皆格之者顏習齋也
至於程子朱子之說夫人而
能誦習之美夫一物不知儒
者引為深恥備物致用立成

器以為天下利以周公孔子
之大智而南車刻漏楛矢萍
實道通而藝無勿貫博矣哉
其無涯也曷衍乎其必有以
約取之條理之而不可窮也
盍觀夫歐西學士之言格物

乎割圓寫天開方測地非周
髀積矩管子地負之所衍耶
弧推三角極綴四游非張衡
靈憲朱世傑玉鑑之所暨耶
以機激輪非椎輪於杜預連
機之碓耶五火孫子眩其齧

五金北人別其物輸之斷巧
歷不能竿歐之治見者以為
神推之聲學光學重學遠鏡
學墨子經說啟之植物學齊
民要術啟之築臺堡之斜距
測圓海鏡營造法式啟之察

營陣之向背通典兵法及近
儒所著兩淵啟之電鍍金硝
漬水之學葛抱樸邱濬機啟
之以機戽水障水立門之學
康絢賈魯啟之凡此備物致
用之學前人導其巧思後人

發其新悟與諸儒家之言格
物若不相蒙而理之析者倚
數而生仍鑪錘包舉乎其內
何中西格物之說不可相通
之有總教習丁冠西先生嘗
萃眾學輯為格物入門一書

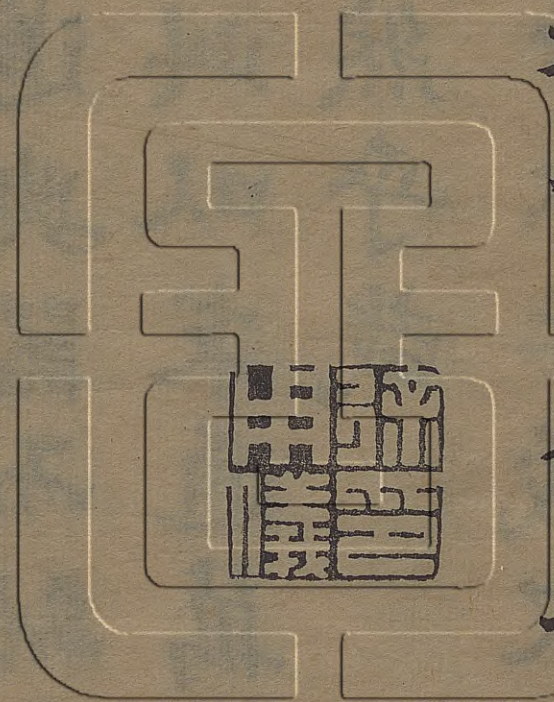
舊矣前編釐為六學而統之
以格物測算為之樞紐說所
不能盡者詳於圖越十餘年
西藝日出曷羨益新復次第
而增輯之較前尤詳以開學
人之心思以利生民之日用

功博矣其專肆此編寒不鑪
暑不筴用心之勤不可及也
夫班孟堅謂精於六藝之說
以觀乎九流取其長以捨其
短則可以通萬方之略矣承
學之士苟能董理格物之說

于中西所以相發而相成之
故貫道與器而融會之酌劑
之由此以求通萬方之畧然
乎哉然乎哉

光緒十六年歲次庚寅三月
戶部右侍郎兼管錢法堂事

務署刑部右侍郎管理同文
館事務徐用儀拜于敘



格物入門序

宋學格物不席所格何物呂為物物
而不物於物也然而治漢學者時復
左宋而右漢烏虜日月麗天江河行
地之兩家者上下千古卒未有呂相
勝顧未稔學者致力何如耳泰西之
學確摯銳韌不哂夸父而恥不愚公

所謂有弗學學之弗能弗措有弗問
問之弗知弗措有弗思思之弗得弗
措有弗辨辨之弗明弗措有弗行行
之弗篤弗措者輒於泰西乎見之惜
其語言文字中國不能通我

國家握符闡珍宣風重譯思有巨大
無外之規而廣見聞之所不及於是

乎有同文館之設而延西士教習其
中冠西丁教師與焉冠西博通
強記來中國久能華言迺者綜所學
西學之水學氣學火學電學力學化
學算學歷著之華文里質其詞構為
問答說所未喻豁之呂圖承口講呂
手畫洵明白而易曉學者於此玩索

而有得焉亡論示漢宋學何等其要
則內而析理外而利用非空言也鄉
也觀於汧澠統之事蓋其淺焉者已
大清同治七年青龍在箸雖執徐律
中太簇之月揚州董恂撰



序

泰西之學始於利瑪竇之
東來迨後南艾諸公擴而
充之益見詳備然所言者
天文歷法於格物窮理之
說未之詳也余頃待罪閩

中因公至廈門晤米利堅
人雅裨理廣見博聞之士
也能作閩語余暇輒引與
長談於泰西各國古今形
勢粗知大畧至格物之學
未暇及也至同治五年奉

旨陞見派在總理各國事務衙

門行走管理同文館事務

因而識冠西丁君冠

西學問淵博無所不通著

有格物入門一書屬余為

序余受而讀之皆聞所未

聞且一一可以見之實事
與他人之馳騫元虛其語
卒不可究詰者蓋判然矣

大清同治七年仲春

五臺徐繼畲拜手序

增訂格物入門自序

嘗讀大學致知在格物不禁歎聖人言近旨遠尋
讀五子近思錄或問格物須物物格之還只格一
物而萬物皆知伊川先生曰怎得便會貫通若只
格一物便通衆理雖顏子亦不敢如此道須是今
日格一件明日又格一件積習既多然後脫然自
有貫通處程子之說如此於是歎先儒於格物之
理已見端倪惜後學局於詞章雖探討古書而不
及於格物拘牽未化難言窮理之功昔西國泥於

希臘羅馬古學亦不知近取諸身遠取諸物之旨
故千餘年之久實學無所進益迨有明季世英國
貝根創爲格物之論自此學者改絃易轍造萬里
鏡以仰觀天文造顯微鏡以俯察庶物上下洞見
巨細靡遺嗣是機器日出其奇富強日增其盛其
究夫水火之理者而輪舶火車興焉其究夫雷電
之理者而電線電燈興焉以化學配五行之本質
開礦窰之寶藏而五金煤鐵之大利興焉今諸國
相師而學孜孜惟恐不及新法迭興乍見者震而

驚之不知中國聖賢早爲指明此理也同治乙丑
余蒙總署

王大臣延入同文館擬於課餘著書仰酬知遇竊以
爲實學莫先於格物故略述西法纂格物入門七
卷迄今行世已久辱承士大夫謬獎內地旣爲廣
傳東洋亦屢行翻刻旋於光緒丙戌又纂格物測
算八卷冀學者藉以深造適校刊間敬聞擬將入
門一書恭呈且

御覽伏思海外下士一知半解何敢上瀆平來

宸嚴而文字謗陋所宜亟加修飾况二十年來時局變
更已非昔比且名家輩出道理益精昕夕探討不
無新得是以有增訂之請所幸有副教習貴榮胡
玉麟陳壽田夙習格致之功兼通步算之法悉心
襄助而成是編書雖較前詳備然物理日出日新
尙有未盡周知之處余漸覺衰朽不知將來增補
以匡不逮者伊誰之屬也是爲序

大清光緒戊子冬十有二月總教習丁韞良自識

增訂格物入門總目

卷一力學

上章論力推原

下章論器助力

卷二水學

上章論靜水

下章論流水

卷三氣學

上章論天氣

中章論蒸氣

下章論聲音

卷四火學

上章論熱氣

下章論光

卷五電學

上章論乾電

中章論濕電

附論電報

下章論磁電

卷六化學

第一章化學總論

第二章論原質

第三章論氣類

第四章論金類

第五章論生物之質

卷七測算舉隅

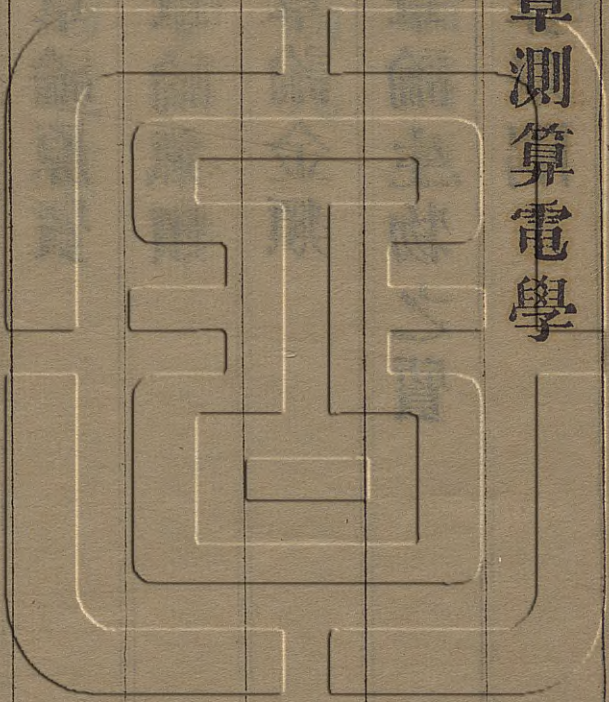
第一章測算力學

第二章測算水學

第三章測算氣學

第四章測算光學

第五章測算電學



增訂格物入門力學卷一目錄

上章論力推原

論力學

動靜皆力

論物之動

物動三綱

驗第一綱之理

驗第二綱之理

驗第三綱之理

驗傳受二力得失

再驗傳力得失

傳力失力之義

動速有二

度物之變速

度物之平速

度物動之力

以運機驗動速

以槍丸驗動速

物動須傳力於體

驗物動須傳力合式

物被載借其動力

動力變熱合式

動力變熱之證

力熱互易合式

物動靜須力式

物動三阻

磨必生阻不論何式

物有三阻不能恒行

二力合一

以行船驗合力

以星月運行驗合力

一力分二

以航海驗分力

分力則費力

以三角形明分合力

以稱錘驗分合力

原質自具之力

自具力之功用

物之漲縮

物有躍力

物有無躍力

物之伸縮

扯力之證

物分軟硬

物分輕重

創說吸力之始

地球磁石吸力異同

吸力按微質正比

吸力按距方反比

吸力功用

物下墜之故

物上升之故

二物吸動相逢之處

地面二物不能吸并

以磁石驗地之吸力

吸力按地心起算

驗山頂吸力減少之法

吸力無遠弗屆

地月互吸

月吸地之證

潮爲月所致

以月吸了解潮之理

向月背月二潮

背月成潮之理

地近海岸見潮

日吸成潮

日吸成潮之證

朔望大潮

上下弦小潮

潮行快慢

潮起高低

月不被地吸墜之故

物因離中力不墜之證

離毗二力

離毗二力均勻之證

地不被日吸動

車馬行動具離中力

地球旋轉具離中力

因離中力變形之證

中心重心之別

物倚重心平穩之證

立物能穩之故

以斜塔驗重心

以欹器驗重心

以人之行止驗重心

懸物穩定之故

測重心之法

二物相觸

無躍力物相觸

有躍力物相觸

二物觸力得失

二物斜觸

物墜快慢

物墜漸快

物墜漸加速

物墜時速與路

時速與路比例

下墜三秒之路

驗墜物之理

墜力作工之法

物上擲之速

物上擲漸減速

物平擲下墜落地之時必等

物斜擲之路

空中礮子之路

放礮最遠方向角

炸礮轟城最遠

礮子行速

物動生阻之理

物行速有限制

機器行速更有限制

以礮子穿木驗阻力

阻按速加之理

物之工力

工力動力之別

火藥之力

火藥力大之故

最遠槍式

下章論器助力

論助力器具

各器分用合用

論槓桿

槓桿倚重力三要

槓桿三種

測槓桿之力

倚所在中槓桿

重物在中槓桿

用力在中槓桿

測曲桿之力

槓桿之用

肢體具槓桿之理

槓桿數具連用

測距不等連用數桿

槓桿運重快慢

論輪軸

增訂格物入門 卷一
輪軸之用

輪軸理本槓桿

輪輻軸輻之別

測輪軸之力

輪軸數具連用

連輪軸之法

帆船輪軸之式

論滑車

靜滑車不能省力

動滑車省力一半

滑車數具連用

滑車索繞數而

人用滑車自拽上升

滑車用馬力提重

鶴頸稱

測鶴頸稱之力

船上用鶴頸稱提重

論斜面

測斜面之力

斜面省力之理

斜面起重快慢

論尖劈

單面尖劈之用

雙面尖劈之用

尖劈起重

測尖劈之力

論螺絲

螺絲之用

測螺絲之力

螺絲加柄增力

助力器具合用增力

鐘表紀時之理

星辰紀時最準

古人水火紀時

鐘表所藉之力

擺錘藉吸力之理

創用鐘擺紀時

擺有二理

起落高低必等之證

起落時等之證

擺以定時

錘助擺力

擺速按條長方根比

擺隨時易速

擺隨地易速

無錘藉法條之力

以時兌力

以時兌力之理

自然之力七種

藉自然之力運機

助力器具必藉外力

力出於地之吸力

力出於微質交感

生物自具之力

用力原始

助力器具不能生力

儲力待用

以水火驗儲力

以地吸力驗儲力

以物漲力驗儲力

比較物力

計算用力作工

計算作工用起重之故

計算機器用馬力

物有磨阻之故

減少磨阻之法

平面驗磨阻

鐵路驗磨阻

磨阻之益

旋輪驗磨阻

滑車驗磨阻

求磨阻之法

物料勝力大小

勝力按物形增減

中空勝力之用

中空勝力之證

增訂格物入門力學卷一 美國丁韞良著

上章論力推原

問、何為力學、

答、物之動靜、即其大旨也、

問、物之動靜、何以為力、

答、以物之動者、非力不靜、物之靜者、非力不動、故物之

動靜、皆力為之也、

問、物之動、其義何也、

答、凡物易地謂之動、其動有二、一物動而他物皆靜、其

論力學

動靜皆力

增訂

論物之動

論物之動

物動三綱

論物之動

論物之動

驗第一綱之理

答動顯而易見如河水之流兩岸不動一也諸物動而
問一物偕動其動隱而不覺如海水之靜隨地旋轉二
也

問物之動有三綱何也

答物之動也若無外力阻礙必直行不偏常行不止一
也所受各力皆有功效二也抵力與所受之力均勻

三也

問第一綱之理何以驗之

答凡物斜擲空中本應直行其行曲線而下者以地力

論物之動

驗第二綱之理

相吸也本應常行其速漸減者以天氣阻礙也設人
能升高至天氣盡處施放火礮則鐵丸無阻不至漸
慢雖亦被地吸而行曲綫若加力數倍鐵丸必圍繞
地球永無停止雖無此事確有是理

問第二綱之理何以驗之

答舟停時以鉛丸由桅杪下墜歷若干時俟舟行時復

墜鉛丸其時刻必等且舟停時鉛丸墜至桅底舟行

時鉛丸仍墜至桅底因舟行亦令鉛丸隨行是所受

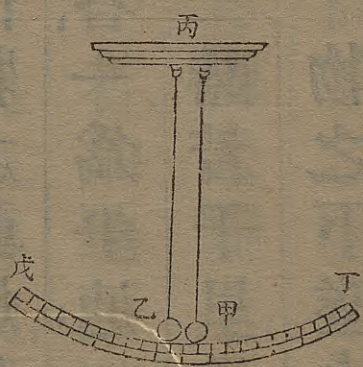
各力皆有功效也地球旋轉而萬物隨行儼若地未

行動亦此理也

問第三綱之理何以驗之

答如以指按凡上便覺有力與指相抵用力愈大抵力亦愈大又鳥雀兩翼鼓動藉氣力與之相抵始能飛空舟楫輪槳撥運藉水力與之相抵始能前行皆抵受二力均勻之證也

問凡物傳力受力所得所失何以驗之
答如圖甲乙等重二鉛丸並懸於丙下加丁戊半圓上畫度數甲丸移遠若干度令觸乙丸視乙丸移若干



度便知甲丸失若干力乙丸即得若干力又舟之入水初行甚速因有水之阻力漸慢以至停止舟失若干力水即得若干力二者皆傳力失力之理也

問此理更有何驗

答每見力士頭足依地腹向上如橋式上壓三百斤鐵砧令人以二十斤鐵錘擊之觀者駭然據理而論無難明也設人力令鐵錘一秒行三尺迨落砧上其力傳至砧每秒不過下行二寸喫力有限腹柔易受若

傳力失力之義

讓二寸，則毫不費力，若讓一寸，僅喫力一半，此亦傳力失力之理也。

問，傳力失力之義，何也？

答，二物相擊，此物所失之力，即彼物所得之力，亦抵受

二力均勻之理也。

問，物之動速，分爲二類，何也？

答，一爲平速，一爲變速，平速者，不加不減，如水之流，每

時若干里是也，變速者，或漸加，或漸減，時時改易，如

物之下墜，上擲是也。

動速有二

度物之變速

問，物之變速，何以度之？

答，物之變速，有因恒力而致，有因變力而致，其因恒力

者，如地面墜物，以三角形度之，詳見下文其因變力者，如

天上墜物，以微分理度之，詳見格物測算

問，物之平速，何以度之？

答，以行路之多寡，歷時之短長而度之也，如甲船每時

能行二十里，乙船每時能行四十里，因時速相乘等

於路，故一日之間，甲船行二百四十里，乙船行四百

八十里，是乙路倍於甲路也。

度物之平速

力度物動之

問、物動之力、何以度之、

答、重速相乘即得、如以十斤石擲六十步、二十斤石擲三十步、用力必同、因十乘六十、二十乘三十、兩數相等、設二石對面相觸、因二力相抵、必中止而同時落地、動物自具之力、謂之動力、

以運機驗動速

問、此理以運機驗之若何、

答、重物速小、輕物速大、用力既同、即可隨意變通、或以輕物運重、或以重物移輕、必互有功效、如槓桿起千斤巨石、此端用力百斤、下壓一尺、彼端之石、上移一

動速

以槍丸驗動速

動速

寸、二力均勻、此輕物運重、施力速而呈效緩者也、又

答、運磨旋輪、被水冲轉、輪重一萬斤、磨重五百斤、輪轉

問、一而磨轉二十次、二力亦等、此重物移輕、施力緩而

呈效速者也、善用機關以通其力、均此理也、

詳見下章

問、此理以槍丸驗之若何、

答、槍丸放出、雖能知其及遠之數、然其動速、人目難於

問、此理以槍丸驗之若何、
丙考察、必藉器以驗之、如圖、甲為

大木、以長繩懸於乙、下繫丙繩、

橫過丁輪、以槍擊木、視丙繩拽

物動須傳
力於體

驗物動須
傳力

物被載借
其動力

過若干長，即知甲木催動若干尺，以時辰表察其秒數，即可計其動速矣。

問：物由靜而動，由動而靜，不能立時改易，何也？

答：因凡物皆自具本阻。物靜時加力使動，物動時加力使靜，其所生與加力相抵之力。

問：謂之本阻，故非力不動，非力不靜，惟其力必歷時少許，始

傳布於物體，物甫易地，故行止均不能驟致也。

問：此理何以驗之？

答：動車忽止，其人必仆，靜車驟馳，其驂必絕，又指托厚

紙，上加一錢，若慢移其紙，錢亦隨之而動，驟擊之，則

紙落而錢仍在，木板上壓鐵砧，若慢移其板，砧亦隨

之而動，驟擊之，則板行而砧不動，又玻璃片以小石

擊之，則碎，槍丸擊之，則成孔而片如故，門扇以小石

擊之，則移，槍丸擊之，亦成孔而門不動，僅所擊之處

喫力，他處似乎不覺者，因力尚未傳布也。

問：被物所載，而借其動力者，何也？

答：人物載於地上，雖運行甚速，而人物莫覺，因未易地

也，故凡被物所載者，無不借其動力，如人在舟中，舟

行而人不動，人之乘馬，馬駛而人坐，人附舟馬而行，

動力變熱

動力變熱之證

其動力難辨，若離舟馬，則動力易見。舟行極速，人由桅杪墜下，必落至桅底。從無落至舟後者，因人在空際前移，與舟之行速相等。馬馳極速，人驟擲起，必仍坐鞍上，不至移坐鞍後者，因人擲起時前移，亦與馬之行速相等。故馳馬演劇者，能於馬上躍繩，以呈其技巧，咸賴此也。見後圖

問：以力止動物，其動力歸於何處？

答：動力化為熱氣也。以熱氣之多寡，即可度量其力矣。

問：此理何以驗之？

力熱互易

力動靜須

答：如以手擦物，因有阻礙，便覺發熱。又擊釘時久，錘釘皆熱，二者皆力化熱氣之證也。

問：力能化熱，熱復能生力否？

答：二者互易也。有若干熱，即能生若干力。如燒煤一斤，

能運重若干，皆可計算。

詳見火學

問：物之動靜，能自變易否？

答：物莫不自具本阻，以守其常，故不能自變其動靜也。其靜者，苟無力以移之，則必常靜。其動者，苟無力以阻之，則必常動。或欲增減其速，亦非用力不改。因本

物動三阻

磨必生阻

阻乃阻力之另一種，無論靜時動時，皆隱具於物中，遇外力令改其動靜或速，始顯而與之相抵，故本阻實萬物咸有之本性，無外力以勝之，不能變易也。至本阻之大小，則與其重正比。

問，物靜似乎自然，物動常見費力，何也？

答，物動之阻有三，地球之吸力，一也，天氣之阻礙，二也，

諸物相磨之阻礙，三也。

問，諸物相磨，何以有阻？

答，凡物有所依而行，雖極光滑，亦有磨阻。磨阻之理，詳見下章。否

物有三阻不能恒行

則恒無停止之時，欲其靜，反覺費力矣。星宿運行空中，因無阻礙，故不變速，正此理也。

問，恒行不止之機，人能造否？

答，不能也。曾經多人研思窮究，造成巧機，運行數年，終必停止，因地上之物，非力不行，兼有前論三阻，必有停止之時，故製造雖極靈妙，未悉其理，終歸無益也。

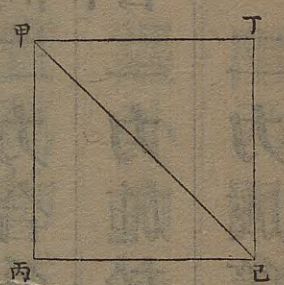
問，二力合為一力，何如？

答，二力施於一物，若力同向異，則物行斜線，方向必與

二力成等角。若力不同，其角不等。即第二綱二力皆有功效之

二力合一

答、理如圖、一力令物自甲至丙、一力令物自甲至丁、二力並施、物必斜行至己、丙甲己與丁甲己、二角相等、甲己即甲丙甲丁二

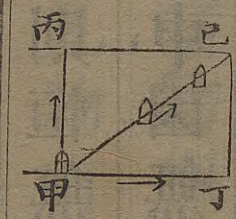


力之合力、數力並施於一物者、亦按此理、計其應行之路、

以行船驗合力

問、此理以行船驗之若何、

答、船之渡河、若水流甚急、不能直達、必被水冲斜行、如



圖、自甲開船、至己上岸、甲丙係人力、甲丁係水力、船行甲己斜綫、即二力之合力也、

以星月運行驗合力

問、此理以星月運行驗之若何、

答、星之繞日、月之繞地、皆由二力使然、因一力使之前行、一力使之下墜、二力相合、則不能直行、亦不能下墜、乃循斜線而行、方向時時改變、成爲曲線、周而復始、故運行不已也、

一力分爲二

問、一力分爲二力何如、

答、與二力合爲一力相反、如前合力圖、設甲己爲一人之力、若分爲甲丙甲丁二人之力、則功效與僅用甲己一人之力無殊、不過少費力耳、

以航海驗
分力

問、此理以航海驗之若何、

答、船之航海、不但藉正風順驅、亦能藉旁風前行、藉風順驅者、風力不分、直行不偏、若風自旁吹、則斜張其帆以接之、風力分施、一令船前行、一令船旁移、因旁風向船身橫吹、向前之力、僅施一半、若旁風從船首斜吹、向前之力、僅施少半、至頂風從對面逆吹、則向前之力盡失、雖向前力少、而向旁力大、仍可前行、不至隨風漂漾、以有船旁水力、與橫風之力相抵也、嘗見往來二船、一北行、一南行、共借東風、北船之帆偏

南、風力分而向南颺、南船之帆偏北、風力分而向北颺、至帆之如何掉動、以借風力、篙工皆知之、特莫知其所以然也、

分力則費

問、二力異向、施於一物、其力費否、

答、如前合力圖、物由己移至甲、一人直向甲拽之、自然省力、若二人之力、一向丙、一向丁、物雖仍能至甲、而二力均非順施、一力丙己、一力甲丙、二線之和、必長於甲己、故二力並施、一橫一直、較一力之順用費力也、

以三角形
明分合力

問、力之分合、以三角形明之若何、

答、如前渡河圖、甲丙己丁四邊形、其甲丙丙己

甲丙己即
甲丁

長短二邊、及甲己對角線、自成

三角形、又如圖、丁為物、甲乙丙

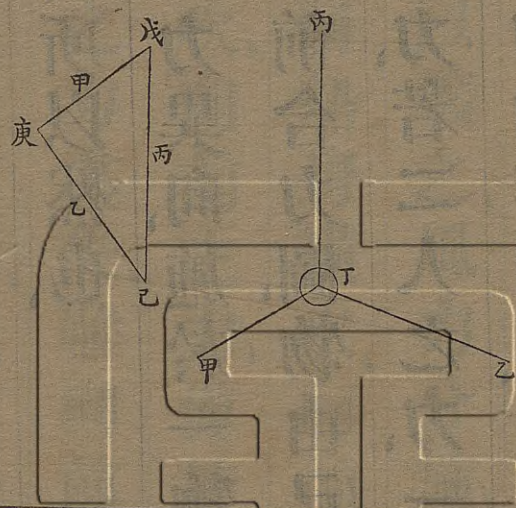
三力並施、若物不動、則三力之

比、必若三角形三邊之比、命甲

為二十斤、乙為二十七斤、丙為

三十斤、若各與甲乙丙三力平

行、作戊庚庚己己戊三線、必聯成戊庚己三角形、甲



以稱錘驗
分合力

邊仍為二十、乙邊仍為二十七、丙邊仍為三十、

問、此理以稱錘驗之若何、

答、如圖、甲乙二滑車、以繩過之、兩端各懸稱錘、一重二

十兩、一重二十七兩、繩中復懸一

錘、重三十兩、使繩下垂、左右挪移、

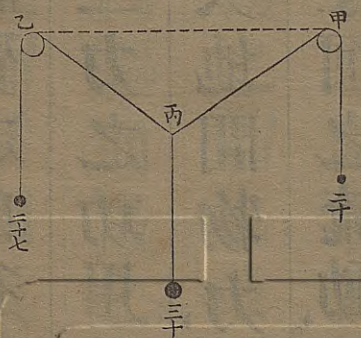
令繩兩端、各與前三角形之邊平

行、則甲乙甲丙乙丙三線之比、必

若三十二二十七二十之比、

問、物之原質、其自具之力何如、

原質自具
之力



答、自具之力有三、一曰交感、一曰吸引、一曰驅散、物質

之配合變化為交感、詳見化學物質之互相牽引為吸力、

物質之自行離散為驅力、

問、三力之功用若何、

答、天地間物力、約有萬端、若星宿之運行、潮汐之漲退、

江河之流動、風氣之吹噓、火電之生熱、五行之變化、

原質之成形、皆有力以使之、然究其本原、要不外此

三力、星宿之運行者、日之吸力也、潮汐之漲退者、月

之吸力也、江河之流動、風氣之吹噓者、地之吸力也、

自具力之功用

物之漲縮

原質所以合而成形者、亦相吸之力也、火電之生熱、能使原質離散驅力也、五行之變化、大抵出於交感

也、詳見化學

問、物之漲縮、何故、

答、物之縮也、或因內吸、或因外逼、物之漲也、因有力自

內驅而散之、大抵物遇熱則漲、遇冷則縮、而物所以

能縮者、因其體內質鬆、如棉木質軟之物、體有空隙、

人固能見、即鐵石質堅之物、其體亦有空隙、惟用顯

微鏡、始能見之、故物俱能縮也、

物有躍力

問、物有躍力、何也、

答、物之忽縮而能復漲者、謂之躍力、如弓之發矢而回

躍、球之擲地而上躍、皆為躍力、

問、物有無躍力、何也、

答、凡物擲地、有能上躍者、有不能上躍者、如以石丸與

鉛丸試之、石丸則躍、鉛丸則不躍、察石丸仍係圓形、

鉛丸則形匾、因石丸擊地時、雖令暫縮、然能立時復

原、故上躍也、凡物微質、莫不有空隙、或壓或擊、令空

隙收小而緊、若有驅力以復原形、即有躍力、若無驅

物之伸縮

力以復原形、即無躍力、竹角之可以為弓、以其既彎
能復原也、天氣之可以為槍、以其既縮能復原也、夫
物之有無躍力、雖太相懸殊、然均不能有十分躍力、
亦不能絕無躍力、

問、物之伸縮若何、

答、與躍力理同、其形為細條者、可以伸之令長、自能縮

之復短、凡物皆然、而樹膠俗名象皮者、伸縮尤為易

見、

問、物之扯力、何以驗之、

扯力之證

答、如將金屬皮木等質、作為細條、其勝力雖有大小之殊、而增長必按用力正比、其增重至力不能勝、致細



條扯斷之限、謂之扯力、如圖、懸甲乙丈餘鐵絲、

旁設戊己細格度表、下懸丙重、視其增長若干格、如加重三四倍、鐵絲亦必增長三四倍、以至扯斷而止、故扯力各有定率、均由試驗而得、至金屬之扯力、鉛條最小、懸條至三百四十尺長、不加重而自扯斷、鋼條最大、懸條至三萬八千一百四十尺長、不加重而

物分輕硬

自扯斷 詳見格物測算

問、物分輕硬、何故、

答、出於吸驅之力也、驅力勝吸力、則散而軟、如天氣與

蒸氣是也、吸力勝驅力、則結而硬、如冰與金是也、若

吸驅二力均勻、則流而不散、聚而不結、不軟不硬、如

水與油是也、

物分輕重

問、物分輕重、何故、

答、出於地心吸力也、凡物莫不被地所吸、受力大者重、

受力小者輕、

創說吸力之始

問、吸力之說、創自何人、

答、創其說者、二百年前、英國天文家奈端也、其人素習格致、研究精微、有所見聞、探原索本、或曰、因偶見蘋果墜地、悟及吸力之理、謂此果何不上升、非地力在下相吸、必不墜也、

問、吸力之理、與磁石吸鐵同否、

答、磁石吸鐵、別具一理、詳見電學與地之吸力不同、萬物本

性、無不相吸、惟吸力之大小、必按體中微質之多寡耳、

地球磁石吸力異同

吸力按微質正比

問、吸力按微質多寡若何、

答、微質多寡、與形體大小不同、凡物形體、莫不係微點合成、而各微點皆有吸力、與地球互相牽引、故體重之物、微點多而吸力大、體輕之物、微點少而吸力小、如寸水化為尺餘之氣、其本體之微點無所增、故其重亦無所增也、

吸力按距方反比

問、吸力按相距遠近若何、

答、理與測光之濃淡相似、如以一物置二處、其吸力大小、按距地心遠近自乘反比、設人自海面升至五洋

里一洋里即三華里高山頂則二處之重比若四千地半徑為四千

里洋自乘與四千零五自乘比又二十斤之物距地心

遠一倍其物只重五斤百斤之物距地心遠十倍其

物只重一斤總之測算地之吸力其理有二一按物

重正比一按遠近自乘反比

吸力功用

問吸力之功用若何

答功用綦大夫大地上萬物各得其所按體質之輕重

各分其序從無紊亂離散之時以及地成圓形海水

包之天氣裹之運行太空而定四時皆吸力之功用

也設無此力則上下不分萬物離而不合不復有寰宇矣

物下墜之故

問物之下墜何故

答被地力所吸也因物小而地球大故物向地趨如海

面駕小舟以纜接大舟而挽之小舟必漸移近大舟

儼若未動設有物與地球等重則互相吸引物向地

移地亦向物趨矣

物上升之故

問物之上升何故

答亦地之吸力使然也理與天平同此端重而降則彼

二物吸動
相逢之處

端輕而升，一升一降，初無二致。煙霧之上升，雨雹之
下墜，因一較天氣輕，一較天氣重。木之上浮，石之下
沈，因一較水輕，一較水重。至烟霧之所以上升，藉氣
力壓之，木之所以上浮，藉水力壓之，而氣與水有是
力，實出於地之吸力，故二者同歸地之吸力也。

問、二物吸動，相逢之處，何以測之。

答、物之相吸，既按體質多寡，則體重者行必遲，體輕者
行必速。相逢之處，距各物遠近，必按體質輕重反比。
如二舟在海面，彼此相拽，大舟較小舟重一倍，相逢

地面二物
不能吸并

之處，距大舟必較距小舟近一倍。設二舟相距三百
步，大舟只行百步，小舟已行二百步矣。

問、二物空懸，不能吸并一處，何故。

答、二物較地球甚小，其相吸之力，不能勝地之吸力，故
不能歸并一處。若距地極遠，則地之吸力甚微，二物
必歸并一處矣。

以磁石驗
地之吸力

問、此理以磁石驗之若何。

答、懸二磁石，令其依近，必歸并一處。若石上各加重物，
則不能歸并，因二石相吸之力，不敵地之吸力也。

吸力按地
心起算

驗山頂吸
力減少之
法

吸力無遠
弗屆

地月互吸

問、距地數十丈、物重無甚差別、其故何也、

答、人之計高下、即地面而言、至計吸力、應以地心起算、

按地心距地面一萬二千餘里、若加數十丈、仍於一

萬二千餘里、似無增減、何能別其輕重、

問、驗山頂吸力、小於海面吸力、其法若何、

答、不能以天平驗其吸力、因物升高減重、砝瑪亦隨之

減重、故物重仍等、須用盤繞鋼條作稱驗之、

物懸稱下輕則

鋼條伸少重則鋼條伸多 因其漲縮不出於吸力、故距地無論遠

近、其力不變、始見山頂吸力、小於海面吸力也、

問、吸力能及若干遠、

答、畧如光之直射、無遠弗屆、惟光

行之速、可以時刻計之、吸力則無

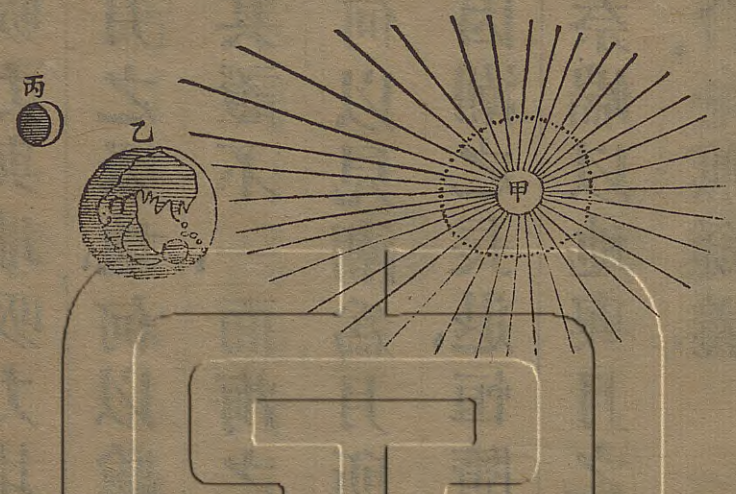
分遲早、但漸遠而漸小耳、如圖、甲

為日、乙為地、丙為月、地被日吸、繞

日而行、月被地吸、繞地而行、各球

上之物、各受本球吸力、故不覺他

球之有吸力也、



問、地既吸月、月亦吸地否、

月吸地之證

潮為月所致

以月吸力解潮之理

答、月亦吸地也、月體較地體、其重為八十分之一、故月

吸力與地吸力比、若一與八十比、

問、月之吸地、何以驗之、

答、其證不一、而海之潮汐、尤其明證也、

問、何以見潮為月所致、

答、因潮之長退、恒隨月之運行、故以潮為月所致、後經

奈端以地與月之輕重遠近測算、其事其理、正相符

合、毫無疑義、

問、以月之吸力、解潮之理何如、



答、如圖、甲為日、乙為地、丙為月、設地球盡為水球、以地月體質、及其吸力相比、則知水面被吸、必向月高起五尺、如五尺高浪、隨月而行、自東而西也、

向月背月二潮

背月成潮之理

問、水向月高起、背月何如、
 答、背月之處、水亦高起、故晝夜有二潮、月在上、一潮、月

在下一潮、

問、背月有潮、其理何解、

地近海岸見潮

答、設地球盡為水球、分為無數層次、向月一層、被吸數尺、次層即被吸較少、逐層遞少、至最下一層、向月挪移最少、似落後而拽長、因被吸不如他處之多、而亦凸起也、今地球雖非盡水、而球面被大海所覆、已有四分之三、故儼有是理、總之、向月背月、并成二潮、係因兩處吸力大小之別、

問、地近海岸、方見潮汐、何也、

答、因有岸以比其高低也、茫茫大澤、一片汪洋、其間微高數尺、自難分辨、況潮之起落、非如水之揚波、以大

日吸成潮

海數千里之水、一時共起共落、尤難覺察、若海中有島嶼、日力亦可分辨矣、

問、日亦吸水成潮否、

答、日星均吸海水、惟行星較小、恒星極遠、吸力難以計算、且四面均有多星、其力相消、故有若無、日距地較恒星近、其體較行星大、故吸力可以計算、向日之水應高二尺、背日亦然、與向月背月理同、

日吸成潮之證

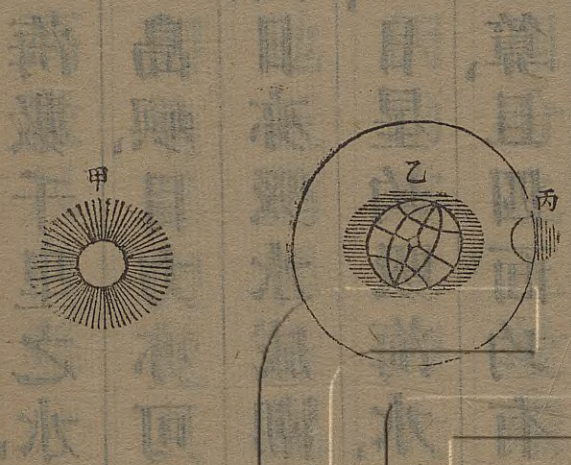
問、日吸水成潮、何以驗之、
答、以潮之大小可證也、日月若不并行、則晝夜應潮四

日運如輪

朔望大潮

答次惟日致之潮小而難見至日月並行一面或分行
 對面斯二潮歸并而更大矣朔望大潮職是故也潮
 逐日漸大漸小亦由於日月之分合耳

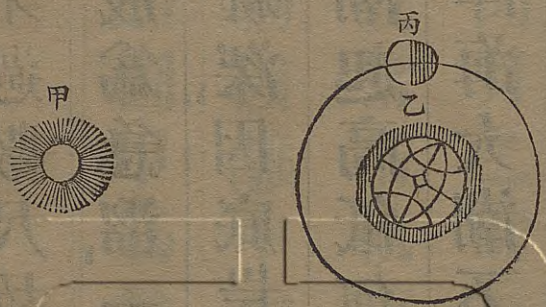
問朔望皆有大潮其理何解



答即向月背月水均高起之理向日
 背日亦然故二潮合為大潮如圖甲
 為日乙為地丙為月月之吸力令水
 凸起若干月朔日月并行一面復加
 日之吸力水必加高此理易明至月

上下弦小潮

望日在對面則月正潮與日背潮相合故亦為大潮
 問上弦下弦皆有小潮其理何解



答如圖甲為日乙為地丙為月朔望
 有大潮由日之助月以致兩潮相加
 上下弦時日橫在旁差九十度其力
 不但不助月反分月勢以致兩潮相
 減故每月初八二十三其潮最小

問潮行快慢何如

潮行快慢

答潮既向月背月如浪凸起亦必隨月而行計一晝夜

潮起高低

有奇，應周行地球，是一時行二千洋里矣。惟洋海之潮，凸處雖若前行，而水仍不易地，且凸處甚闊，潮高不過數尺，故舟行遇之不覺。至近岸淺處，催水前流，成爲急溜，一時有行數十里者，有行百餘里者，就淺就深，因底岸形勢而分其快慢也。

問：潮起高低何如？

答：洋海大潮不過七尺，小潮不過三尺。至近海之處，因岸畔曲折，不能直達，水勢相逼，遂致潮浪重疊，其高加倍。有時水被地勢收束，高至數丈者。江海門戶常

月不被地吸墜之故

物因離中力不墜之證

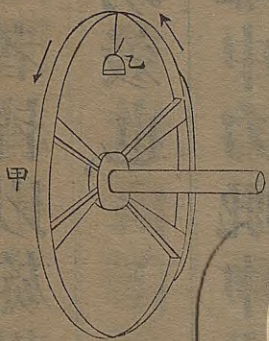
見之，浙江錢塘大潮，卽此故也。

問：月被地吸，仍不墜地，其故何也？

答：因月之前行不已，所生離中力，適與地之吸力相抵，故常循軌道，旋轉不墜。

問：物因離中力而不下墜者，何以驗之？

答：如圖，甲爲輪，乙爲小杯，杯中盛水，以繫輪邊，令旋轉極速，水不外溢。如將繩陡然斬斷，杯仍隨輪旋轉，不致下墜。又以小桶盛水，繫繩而旋轉極速，其水亦不外溢。



離毗二力

二者皆以旋轉之力，與地之吸力相抵，即離中力之功效也。

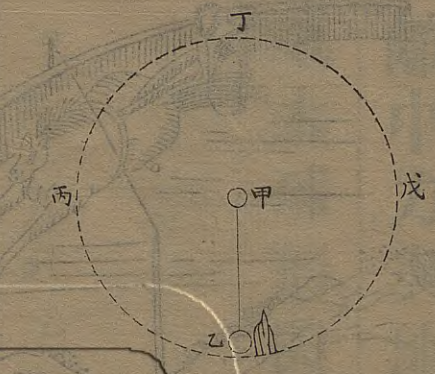
問、離中力毗中力，何謂也。

答、凡物運行，非有力自中吸引，必直行而不偏，毗中力也。非有力使之前行，必直墜至圓心，離中力也。然必二力均勻，始能不離不毗，旋轉不已也。

離毗二力
均勻之證

問、離毗二力均勻，物始旋轉，何以驗之。

答、如圖，乙為鐵錘，以繩繫之，懸於甲，用力撥送，錘為繩引，不能直行向前，必改道行乙丙丁戊圓線，由上轉



相反而相等。

下，如撥送力小，則錘半途而墜，撥送力過大，則繩絕而錘馳，必二力均勻，方能周而復始，繩引即生毗中力，撥送即生離中力，一向內，一向外，二力

地不被日
吸動

問、日較地大百萬倍，何以不吸地墜日。

具離中力
車引行處

答、與月繞地理同，亦離毗二力均勻也。蓋地球繞日而

行，快慢自有一定，過快則離中力大，必離日遠行，過慢則毗中力大，必向日漸近。今地球與各行星，均能

車馬行動
具離中力

迎風
旗不舞日

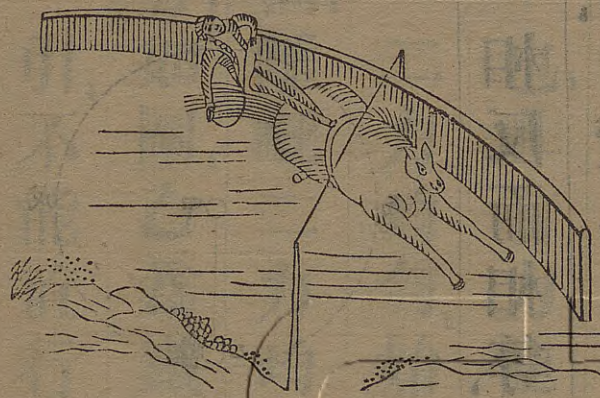
地言林物入門

二十一

隨日運行，無或離或毗之患。因輕重快慢遠近互相配合，故能常循軌道也。

問：離中力與車馬行動何以相涉？

答：馳馬旋繞，若其行甚速，騎者必向內斜倚。如圖中然，以抵其離中力。御車轉彎，若其行甚速，每致翻覆。故安設鐵道，每於轉彎處，必令其外高內低者，亦取其向內斜倚，以抵其離中力也。

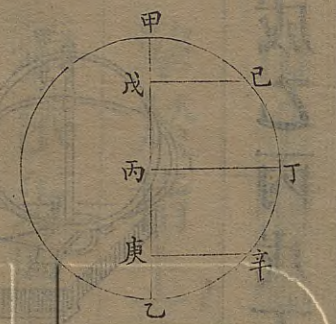


地球旋轉
具離中力

中
心
重
力

問：離中力與地形何以相涉？

答：地本球形，因有離中力，故南北稍區，以徑論之，則東西大於南北三百分之一。如圖，甲乙



地軸，丙丁赤道半徑，戊己庚辛為南北黑道半徑。地球自西而東，日轉一

周，球面南北各點，距軸較近，旋速較緩，即離中力較小。赤道下各點，距軸較遠，旋速較疾，即離中力較大。

是以東西徑稍長，南北徑稍短也。

問：地球因離中力而變形，何以驗之？

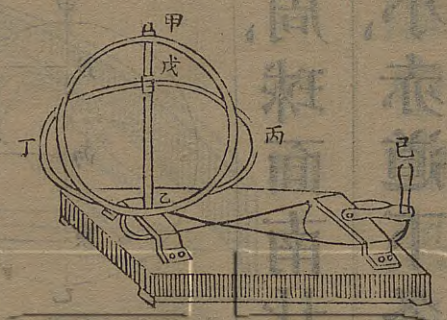
因離中力
變形之證

增訂各物入門

卷一 論力推原

二十一

答以膠泥搏成球形中貫木軸持之旋轉極速則球形漸漲兩端附軸之處必漸匾縮其形即與地球相似



又如圖甲乙為薄質鐵圈中貫鐵軸甲孔微鬆乙孔微緊立於木臺之上己為譯車以轉其軸若旋轉極速其形眩目成球左右微凸上下畧匾即

成乙丙戊丁形二者皆離中力變形之證也

中心重心
之別

問凡物中心與重心何以別之
答中心者形體之中也重心者輕重之中也

物倚重心
平穩之證

問物必倚於重心方能平穩何以驗之

答以木箸居中擔於指上兩端均勻自能平穩若一端

包金則必側須依近金端方得其平或以木板居中

擊於指上兩端均勻亦能平穩若一角較厚亦必側

須依近厚角方得其平皆重心異於中心之證也

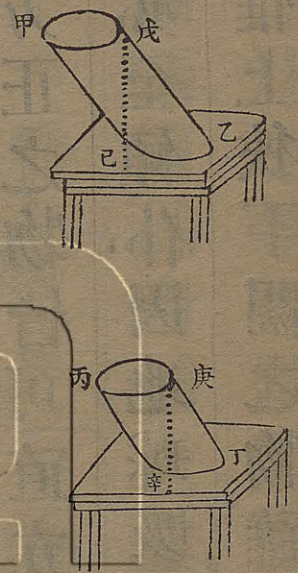
問立物何以能穩

答方正之物皆可直立者以重心點在底上也若微側

必至傾仆因地球吸力若直線繫於重心而下牽然

惟上狹下闊之物雖欹斜而不至傾仆者以重心被

立物能穩
之故

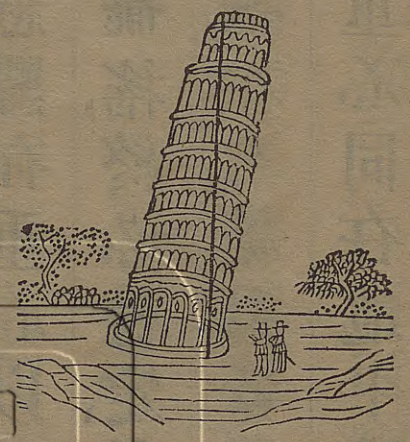


重心線仍在底內，雖欹斜亦能穩立，故欲知物之能否立穩，必自重心點作地平垂線，線之下端在底內者必穩，出底外者必仆，此其大較也。

吸方向，未出於底外也。如圖，甲乙丙丁二圓筒，戊己重心線出於底外，必致傾仆，庚辛

以斜塔驗重心

問，以斜塔驗重心何如。
答，如圖，義國有斜塔，高數十丈，自下望之，如欲傾仆，若俯瞰之，其勢尤駭，然數百年來，依然穩固者，因重心



未出於底外也。查塔之仰面逐層石柱長，俯面逐層石柱短，即知塔非年久漸移，乃匠人特造此形，以為奇觀耳。

以欹器驗重心

以人之行止驗重心

問，以欹器驗重心何如。
答，春秋之時，魯廟有欹器，盛水及半則平，水滿則覆，器空則欹，因器欹之時，為一重心點，水半之時，易一重心點，水滿之時，又易一重心點矣。
問，以人之行止驗重心何如。

懸物穩定之故

答、或行或止、兩足相距稍寬則穩、若一足獨立則不穩、因底狹而未得其重心也、嬰兒學步、往往傾仆、非盡由於力弱、因未練習持準重心也、蹈繩為戲、每持長竿、左右移動若舞、而不至墜落者、因恒持準重心也、

問、懸物何以能穩、

答、懸點在重心以下、物必顛倒、懸點在重心以上、物雖擺搖、終必穩定、若懸於重心點、物恒定而不穩、因無論左右、旋轉皆能定、故凡物懸於重心點上、而懸點重心同在地平垂線內者、無不穩也、

測重心之法

問、凡物重心、何以測之、

答、將物之各角、依次懸起、由懸點各作地平垂線、各垂

線之交點、即重心也、

求各形重心詳見格物測算

二物相觸

問、二物相觸、有無躍力何別、

答、無躍力之物、觸後必相附而行、有躍力之物、觸後必相離、或易速而行、或反向而行、若與靜物相觸、小則慢、大則反、等則止、

無躍力物相觸

問、無躍力者、二物相觸、其行何如、

答、順觸者、必相附而行、以二物重除二動力之和、即得

其行速對觸者亦相附而行以二物重除二動力之較亦得其行速如等重二鉛丸一秒速一百尺一秒速二百尺若順觸一秒俱行一百五十尺對觸一秒俱行五十尺

有躍力物相觸

問有躍力者二物相觸其行何如

答若為全躍力則漲縮之力相等等重二物對觸必一前行一返行其速一也順觸則易速同向而行若一動一靜觸後則靜者動而動者靜如石丸數枚相連首粒動則末粒行居中者皆不易地因體積相等動

二物觸力得失

力粒粒相傳以至末粒也

問二物相觸其力之得失若何

答二物相觸不論有無躍力此所失力必為彼所得力

惟有躍力者所得所失之力較無躍力者加倍因相觸而縮有若干力及其漲躍又加一倍力也如二鉛丸順觸一秒速十丈一秒速六丈既無躍力觸後相附而行秒速俱八丈是此減二動力較之半彼加二動力較之半若試以石丸因有躍力故快者慢慢者快觸時此丸失二動力較之半彼丸得二動力較之

半、迨漲躍時、此丸又失力若干、彼丸又得力若干、所以有躍力者所得所失較無躍力者加倍、以動速互易也、如前者秒速六丈、後者秒速十丈、觸後則前者秒速十丈、後者秒速六丈、

問、二物斜觸、其行何如、

答、物必改道斜行也、其來路返路二角均勻、即二物空中相逢、亦必如是、試以木球向壁斜擲、其觸回之路、必二角均勻、與光之返照、音之迴響理同、

問、物之下墜、因輕重分快慢否、

答、其義有二、一以同類相較、如一斤鐵比十斤鐵是也、

一以異類相較、如堅石比軟木是也、昔人以爲物重

者墜必速、嗣經夏里留義國格物家力白其非、復登義國

斜塔試之、始知同類之物、無論輕重、其下墜之速必

等、異類之物、恒見輕者墜緩、重者墜速、至速之所以

不等、實因天氣阻礙、即同類異形、亦有差別、故鉛丸

與鉛片、其速不同、總之、凡物莫不被地所吸、若無外

阻、其下墜均無快慢之別、如將玻璃罩內天氣吸空、

以鷲毛洋錢並墜之、必同時齊落也、

詳見氣學

二物斜觸

物墜快慢

物墜漸快

增訂格物入門

卷一

二十一

物墜漸加
速

問、物之下墜、何以漸快、
答、因地之吸力時刻無間、如時時加力、牽之使下、然故
物墜為漸加速、

問、物之下墜漸快、何以測之、

答、地球半徑、既長短不等、而吸力大小、各處少有差別、
則物之下墜快慢、亦應少有差別、地面無論何處、欲
細為推算、先驗初秒下墜尺寸若干、阻無風氣作為本
處墜物定率、然各處所差、不過二三寸、故以英制十
六尺、即華制十五尺三寸二分、作為通行定率、而書

物墜時速
與路

中每用一丈五尺者、以便起算、第二秒之末速、倍於
初秒、第三秒之末速、三倍於初秒、餘可類推、蓋時與
末速正比也、

問、物之下墜、其時速與路、何以明之、

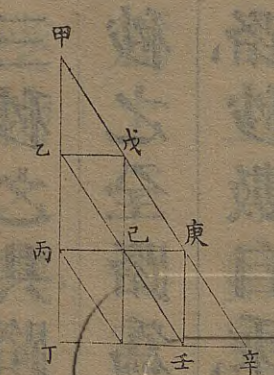
答、以三角形明之、如圖、甲乙為初秒時、甲乙戊為初秒

路、甲點為初速、乙戊為末速、第二秒

以乙戊為初速、若不加速、應墜乙丙

己戊路、然地之吸力無間、故加戊己

庚路、第三秒以丙庚為初速、若不加速、應墜丙丁壬



增訂格物入門

卷一

論力推原

二十一

時速與路
比例

下墜三秒
之路

庚路、因吸力如前仍加、故加庚壬辛路、則甲丁辛為
 三秒之共路、一秒之路、以甲乙戊小三角形度之、二
 秒之全路為四倍、三秒之全路為九倍、總之、推算墜
 路、秒數自乘、以初秒墜路定率乘之、即得所求、
 問、物之下墜、其時速與路、各比例若何、
 答、準前理、物墜秒數、如一、二、三、四之比、逐秒墜路、如一
 三五七之比、逐秒下墜共路、如一四九十六之比、餘
 可類推、

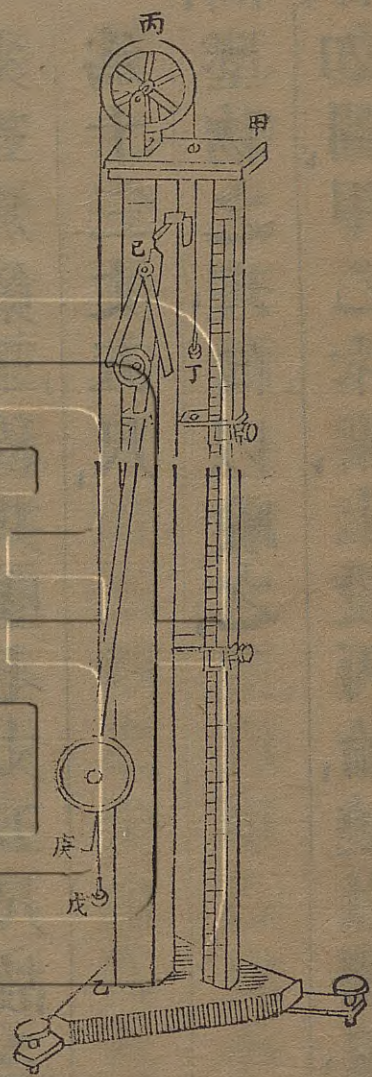
問、鉛丸由高塔下墜、三秒時應落若干、

答、三秒自乘得九、以墜路定率一丈五尺乘之、得十三
 丈五尺、為所求墜路、準前論、初秒應墜一丈五尺、第
 二秒以初秒末速平速下墜、應為三丈、因地力無間、
 再加一丈五尺、第二秒共墜四丈五尺、第三秒以第
 二秒末速平速下墜、應為六丈、因地力無間、再加一
 丈五尺、第三秒共墜七丈五尺、故三秒共時之墜路、
 為十三丈五尺、

驗墜物之
理

問、墜物之理、何以驗之、

答、如圖、甲乙木架、上設丙輪、繞以絲線、兩端繫丁戊二



錘一錘微有偏重必至下墜復設己庚秒擺以紀時

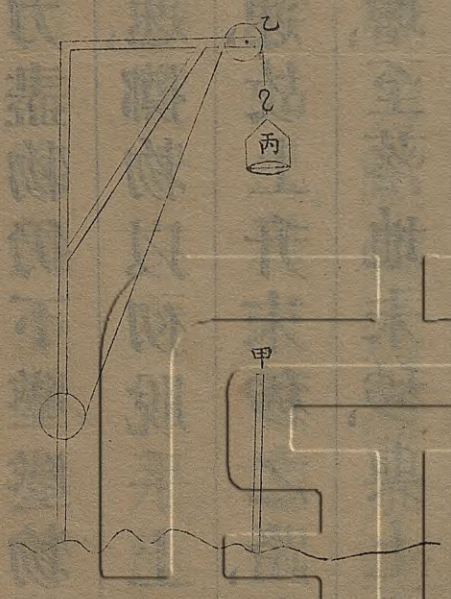
架柱畫度數以紀錘下墜尺寸設二錘各重七斤戊錘上加重一斤雖下墜漸快究不若空中墜物之速因空中一秒應墜一丈五尺此所加之一斤重應抵十五斤重故一秒應墜一尺二秒應墜四尺三秒應墜九尺取其下墜速小易於考察而其理仍同即秒

墜力作工之法

數自乘以初秒墜速定率乘之之證也

問以墜力作工其法若何

答以重錘數千斤藉汽機之力拽起放令自墜船廠礮廠恒用以擊鋼鐵又有用錘重數百斤在隄岸擊樁



者或以汽機運之或用人力為之如圖甲為木樁乙為滑車丙為鐵錘每次起落三丈其力甚大

物上擲之速

問物之上擲其快慢若何

答、與物下墜理同而事反、因物上擲、力愈大則升愈高、力盡、物仍下墜、墜物以最上一點爲初速、落地爲末速、擲物以初脫手上行爲初速、至力將盡一點爲末速、故上升末秒之路、與回墜初秒之路相等、依次遞增、至落地末秒、與上升初秒亦相等、上升之時、初快而漸慢、下墜之時、初慢而漸快、事正相反、而上下尺寸時刻適相符、故擲物與墜物理同、設以物上擲、逾六秒時墜地、上下時刻既等、卽知升高十三丈五尺矣。

物上擲漸減速

問、物之上擲、其速遞減、何也、
答、物於空中、無論上擲下墜、皆被地力所吸、其下墜加速若干、必上行減速若干、如以一物橫擲、一秒可行九丈、則三秒必行二十七丈、若以原速下擲、因地之吸力順施、爲漸加速、應加十三丈五尺、共行四十丈零五尺、若以原速上擲、因地之吸力反施、爲漸減速、應減十三丈五尺、僅行十三丈五尺、

物平擲下墜落地之時必等

問、物平擲與下墜、二者落地之遲速何如、
答、無論平擲下墜、其落地時刻無異、設在高塔、以礮子

物斜擲之路

空中礮子之路

放礮最遠方向角

問、下墜同時以礮平放、礮子雖遠至十數里落地、與下墜礮子落地時刻相等、即所受各力皆有功效之理也。

問、物向空斜擲、所行之路何如、

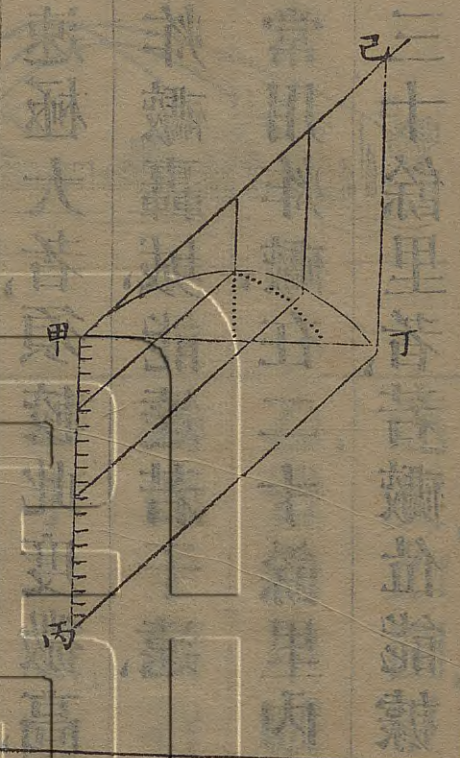
答、物受擲力、本應直行、因有地之吸力、故循曲線而上、

復循曲線而下、此曲線名爲拋物線、

問、空中放礮、礮子應行之路、何法畫之、

答、在地平量左右、與在空中量上下無異、如圖、礮自甲

放、甲己爲其方向、礮子落於丁點、甲丁爲地平線、依



諸點、即礮子應行之路、並可測其距地之高也、

問、放礮方向若何、始能達遠、

答、方向角應高四十五度、準前論、礮子既受二力、行拋

物線、則在地平橫放、礮子必甫出口、即入地平下、漸

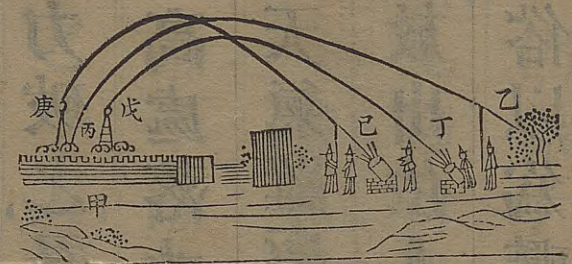
高漸遠、至四十五度之界、則爲最遠、過此遠界、漸高

炸礮轟城
最遠

漸近、迨高至九十度、與地之吸力參相直、礮子仍落
 原處、總之、距地平若干度、與距垂線若干度、其遠界
 答必等、雖礮子出口後、因有天氣阻礙、按此四十五度
 問、遠界、未能密合、然尋常礮力、實不外乎此理、惟球形
 答、礮子、力速極大者、須較此度微低、若尖錐形礮子、力
 速極大者、須較此度微高、始達最遠之界、
 問、炸礮轟城、能達若干遠、
 答、常用炸礮、在二十餘里內有準、極大礮力、間有達至
 三十餘里者、若礮位能據高勢、則所行之路、更能達

礮子行速

物動生阻
之理



遠矣、如圖、甲為敵城、置礮於己於丁於
 乙、皆向甲城轟擊、則己庚、丁戊、乙丙、均
 為礮子所行之路、惟乙礮之地勢、高於
 己丁二礮、故乙丙界遠於己庚丁戊界、
 是以礮位據高、其界較遠也、

問、礮子能行若干速、
 答、極速礮子、甫脫礮口、一秒能行二三百丈、縱令火藥
 加多、其速亦不過是、因礮子愈速、天氣阻力愈大也、
 問、物動而阻力即生、其理若何、

答、阻力非由物動而生、乃由遇外物而生、故凡物行氣
 中水中、皆有所阻、如輪船火力、必勝水之阻力、始能
 前行、夫船之初行、力小較緩、所遇之水點少、易於分
 讓、似不甚阻、漸速則漸阻、極速則阻若堅物、必須大
 力破之、又人之以手探水、驟擊之、則如觸木石、人由
 高處落水、若橫墜、每致隕性命、皆極大阻力之證也、
 天氣雖質薄於水、然其中各微點、亦有阻力、如礮子
 放出、依人而過、雖未侵體、其人立即仆殞、驗之無痕、
 俗以為礮子熱氣所逼、或謂火藥有毒、二說皆非、實

物行速有
限制

因礮子極速、將天氣壓堅以擊之、故力大能斃人也、
 問、凡物行速、有限制否、

答、無論氣中水中、物之行速、均有限制、如深海墜石、必
 漸下漸速、水之阻力、因之漸加、迨墜至數百丈深、石
 之墜力、與水之阻力均勻、則不能再加速、以平速下
 沈海底而已、空中隕石、其石墜入天氣、被阻亦然、至
 人工製造之器、行速更有限制、

機器行速
更有限制

問、人工製造之器、行速更有限制、何也、
 答、巧妙機器、行速仍有限制者、一在糜費浩繁、一在勝

以礮子穿木驗阻力

力有限，如舟車槍礮，悉藉火力，欲速一倍，須加火藥柴薪四倍，至極速之候，火力甚大，尤欲加速，糜費過鉅，且舟車槍礮，雖以堅鐵為之，至火力加至數十百倍，每有迸裂之虞，近時礮重過百噸，十六石為一噸礮子重過千斤者，雖皆有之，然其重仍不能無限制也。

問、加速而阻力遞增，何以證之。

答、以穿木驗礮之工力證之，昔有人以十八斤礮子擊木，先用火藥六斤，入木四十二寸，次用三斤，入木三十寸，後用一斤，入木十五寸，六斤火藥礮子，一秒行

阻按速加之理

速一千六百尺，三斤火藥礮子，一秒行速一千一百四十尺，一斤火藥礮子，一秒行速六百五十六尺，以上各數，雖未能與算式密合，然約計之，皆加速阻亦遞加之證也。

問、阻力按速遞加，其理若何。

答、阻力按速方正比，因物行倍速，所遇微點加倍，每點相觸之力亦加倍，故阻力為四倍，如以十斤火藥放礮，礮子行若干速，欲令倍速，則需火藥四十斤，欲令四倍速，則需火藥一百六十斤，即阻力按速方遞加

物之工力

問、何為工力、

答、物動而施力於他物、致有功效、即謂工力、

問、工力與動力何別、

答、物重乘速為動力、物重乘速方為工力、因物之阻力、

按速方遞加、故物之工力、亦按速方遞加、因工生於

阻、勝阻即為作工、如礮子之速加倍、其動力亦加倍、

而工力得四倍、設前礮子能穿鐵甲二寸、後礮子之

速加倍、即能穿鐵甲八寸、得工力四倍、又一礮子重

工力動力之別

火藥之力

問、火藥之力何如、

答、藥在槍礮膛中、經火生力、每方寸常有二三萬斤者、

故槍礮不堅、或出路壅塞、必至炸裂、

問、火藥生此大力、何故、

答、因藥粒火燃化氣、顆顆驟漲也、故火藥須分顆粒、不

得混成一塊、亦不得細若塵砂、而礮藥較槍藥顆粒

火藥力大之故

最遠槍式

火藥式大

火藥式大

須大以用藥多而透火速也

問槍式若何始能達遠

答槍筒長短以火藥在內力盡為度則鉛丸能直行及

遠儻筒較短則藥力出口後猶勁必將鉛丸爆散不

能命中且鉛丸須與槍筒大小適合微有空隙則氣

洩而力消矣近用鉛丸頭尖而底微凹藥力爆開令

丸漲滿槍口始無氣洩之弊筒中復有螺絲繞槽令

鉛丸出口後旋轉而行直而尤準有能及四五里者

下章論器助力

論助力器具

問何為助力器具

答人力所不能勝者藉機器以運之是為助力器具機

器之式不一而綜其大綱要不外乎六種如槓桿斜

面輪軸滑車尖劈螺絲是也巨重人不能移則用槓

桿舟車裝載重物則用斜面汲水則用輪軸提重則

用滑車劈木起石則用尖劈壓堅則用螺絲此六者

又總歸槓桿斜面二類因輪軸滑車與槓桿理同尖

劈螺絲與斜面理同也

各器分用
合用

論槓桿

槓桿倚重
力三要

槓桿三種

問、各器分用合用何如、

答、分用自各得其益、合用則功效尤大、凡奇巧機器、莫不由此六者合而成之也、

問、槓桿何物、

答、長桿一具、用以挪移重物、桿有曲有直、均須有倚所、方能得力、

問、槓桿要處有三、何也、

答、一為倚所、一為繫重、一為用力、三者可以互易、

問、槓桿分為三種、何也、

答、槓桿按倚所而分、有倚所在中、一端繫重、一端用力

者、有倚所在一端、重繫中間、一端用力者、有倚所在

一端、重繫一端、中間用力者、此槓桿之三種也、

問、槓桿之力、何以測之、

此書專在論理、故器具本重及磨阻皆置不論、至用之則不可

不計下同

答、槓桿要處、既在倚重力三點、則力距倚與重距倚比、

若力與重反比、如此端較彼端長一半、用力即省一半也、

問、倚所在中何如、

倚所在中
槓桿

答、如圖、丁倚所在中、則甲丁丙丁兩端等長、而用力無

所省、若倚所近重、則甲丁長而用力小、

倚所近力、則甲丁短而用力大、總之、以

甲丁丙丁三臂之長反比、即得移重用

力之比、設甲丙十二尺、丙丁四尺、則甲

丁為丙丁之倍、即增力一倍、若丙丁三

尺、則甲丁為丙丁三倍、即增力三倍、若丙丁半尺、則

甲丁為丙丁二十三倍、即增力二十三倍、餘可類推、

問、重物在中何如、



重物在中
橫桿

問、用力在中何如、



用力在中
橫桿

答、仍從倚所起算、如圖、甲丁桿長十二

尺、丙丁重距倚二尺、甲丁力距倚十二

尺、須用力六分之一、是甲丁端一斤力、

即抵丙丁端六斤重矣、

答、仍從倚所起算、如圖、丙丁桿長十二

尺、甲丁力距倚二尺、丙丁重距倚十二

尺、須用力加六倍、是反費力五倍矣、與

上理同而用反、故此等橫桿、非出於不



測曲桿之力

得已不用也。

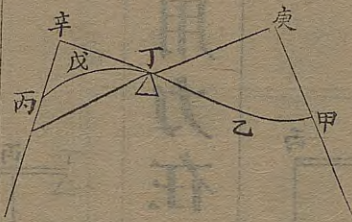
問、曲桿之力、何以測之、

答、曲桿與直桿理同、如圖、甲乙丁戊丙曲桿、丁庚丁辛

為其直距、因功效全在倚重力三點相距

遠近、故算兩臂之長短、不循甲乙丁丙戊

丁曲綫、仍計丁庚丁辛二直距之遠近也、



問、槓桿之用何如、

答、除移重外、其用不一、如天平與稱、權物輕重、皆具槓

桿之理、如圖、甲丙為天平、丁點倚所居中、砝瑪即用

槓桿之用

力、所權之物即重、又如圖、甲丙為稱、

丁點倚所近重、甲錘即用力、所稱之

物即重、故小錘可權重物、稱桿所畫

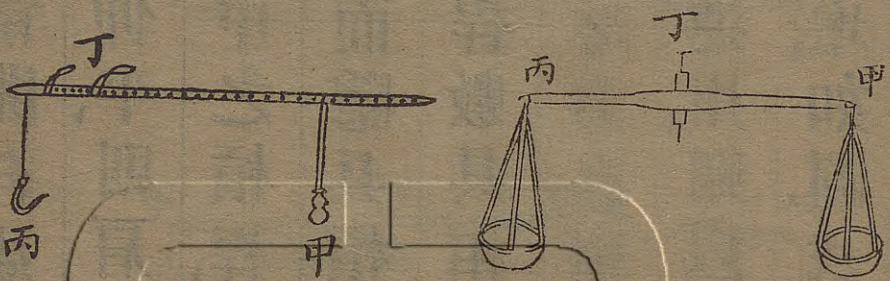
斤兩、亦按距倚遠近反比之理而計

者、至於壓物堅實、以及印壓洋錢等

事、亦用槓桿為之、夫尋常所用諸器、

多有隱具槓桿之理者、人自習焉不

察耳、



肢體具槓桿之理

問、人之肢體有似槓桿者、何也、

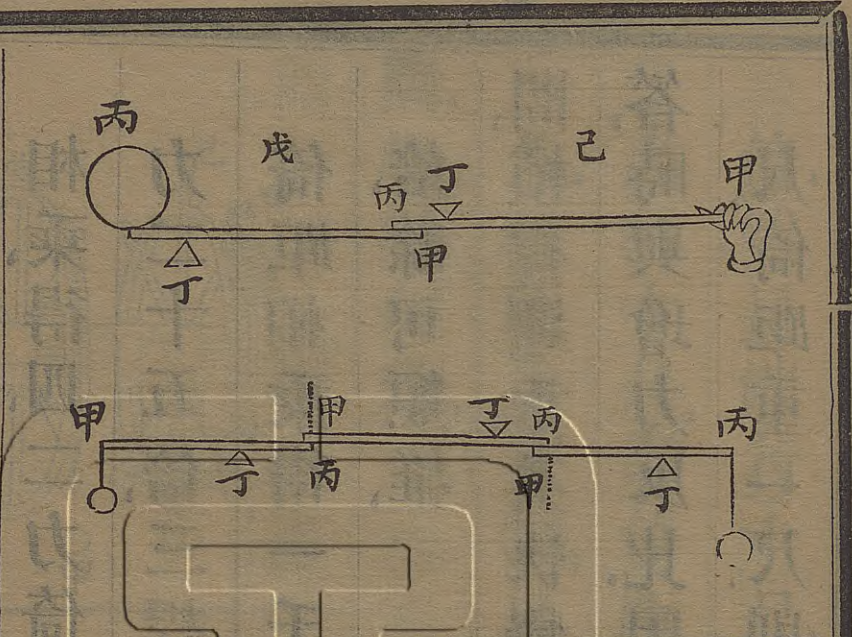
槓桿數具
連用

答、人之下頰及兩臂是也、口之銜物、與槓桿起重無異、
耳前開合處為倚所、頰上聯筋為用力、手持重物、臂
若伸平、則肩後為倚所、大筋為用力、二者均為用力
在中之槓桿、力無所增、而運用較便、是為造化之妙
用、而隱具槓桿之理者、

問、槓桿數具相連何如、

答、愈增力也、因槓桿之要、為倚重力三點、重即得力、數
桿連用、則以此桿之得力、復作彼桿之用力、故其重
倍增、如圖、戊己二桿相連、戊桿倚所在中、距丙重二

測距不等
連用數桿



尺、則力增五倍、復以戊桿之甲端、
接於己桿之丙端、如丁丙亦距二
尺、則又增力五倍、是二桿合用、增
力二十五倍、如又圖、三桿連用亦
然、多用一桿、其增力多一乘、如五
乘二十五、得一百二十五倍、餘可
類推、

問、數桿連用、而各距不等、其力何以測之、
答、與等距理同、以各桿重倚距相乘、除各桿力倚距相

數用幾許
既強不學

槓桿運重
快慢

答乘，即得增力倍數。如前兩圖，設各桿俱長十二尺，重
問：倚距俱三尺，力倚距俱十尺，二桿相連者，二重倚距

相乘，得四。二力倚距相乘，得一百。以四除一百，得增

力二十五倍。三桿相連者，三重倚距相乘，得八。三力

倚距相乘，得一千。以八除一千，得增力一百二十五

倍。餘可類推。

問：槓桿運重，其快慢若何？

答：時與增力反比。因增力愈多，運動愈慢。如桿長十二

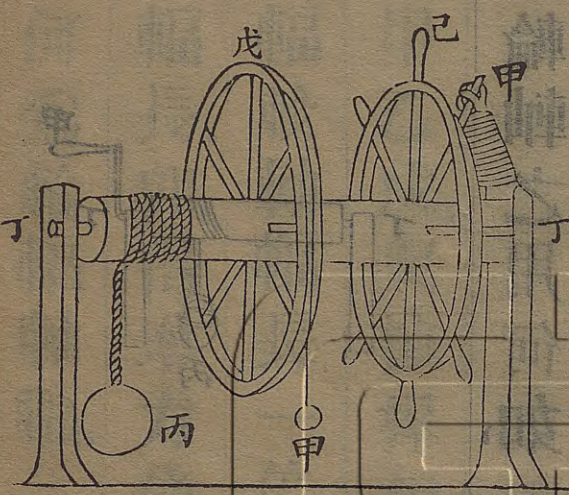
尺，倚距重一尺，則用力百斤，可運重千斤。此力增十

答：倍。然長端行十尺，短端只行一尺，故短端需時十倍。

問：方行十尺，若倚距重半尺，則需時二十倍。儻歷時甚

久，雖萬斤重物，只用一夫之力，即可移置山上矣。

問：輪軸何物？



答：軸穿於輪，以便旋轉。如圖，丁

軸上繞索，以懸丙重。戊輪邊上

亦有繞索，以懸甲重，則輪平定，

或於己輪用甲力拽動，即提丙

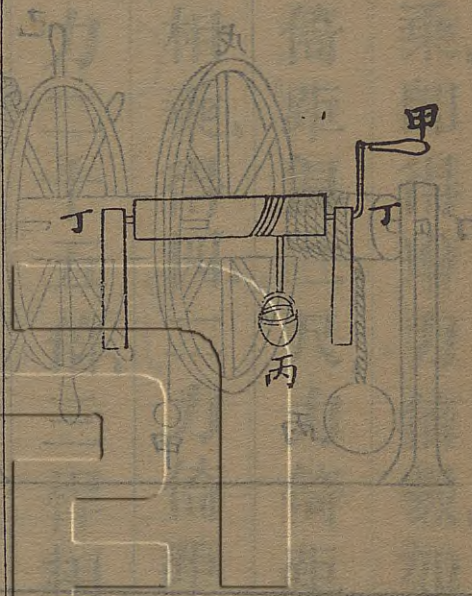
重上升。若無轉輪，軸上加柄，亦

論輪軸

論輪軸

論器助力

輪軸之用



能拽重上升。如又圖，丁軸上加甲柄，用力於甲，令丙重繞行，儼若輪之旋轉，柄繞一周，如輪旋一而也。

問：輪軸之用何如？

答：井中汲水，礦窰運重上升，舟中起錨等事，皆藉輪軸

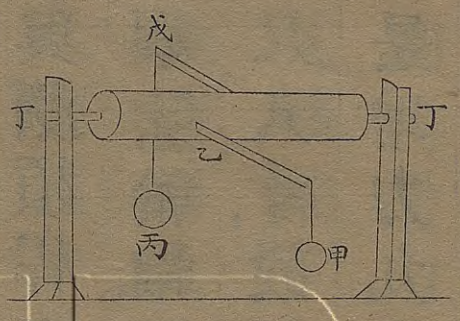
以省力。

輪軸理本
槓桿

問：輪軸生於槓桿，其理若何？

答：如圖，令甲乙柄依地平平行，懸丙重於戊，則丁軸為

倚所，甲為用力，甲乙戊儼成槓桿，其用較槓桿尤便。



可以運行不已，甲乙愈長，乙戊愈短，其力愈大，如甲乙長一倍，則增力一倍，旋輪亦然，設甲乙為輪輻，乙戊為軸輻，輪軸各有輻數十，轉動之時，恒有一輻如

甲乙戊，與槓桿相似，是數十槓桿運行不已也，故輪

輻較軸輻長一倍，亦增力一倍，總之，以軸輻長除輪

輻長，即得增力倍數。

問：何為輪輻軸輻？

輪輻軸輻
之別

測輪軸之力

答、由輪心至輪邊之半徑、狀如車輻、是為輪輻、軸之截
 面、橫剖之面狀如小輪、其半徑亦可名輪輻、因識別
 之、故名軸輻、

問、輪軸之力、何以測之、

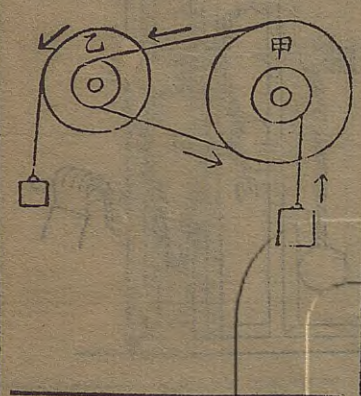
答、與測槓桿之力理同、輪輻軸輻、既如槓桿兩臂、以軸
 輻除輪輻、即得增力倍數、如轆轤圓徑四寸、柄長一
 尺八寸、設柄為輪輻、轆轤半徑為軸輻、以二除十八、
 是增力九倍矣、

輪軸數具連用

問、輪軸數具相連何如、

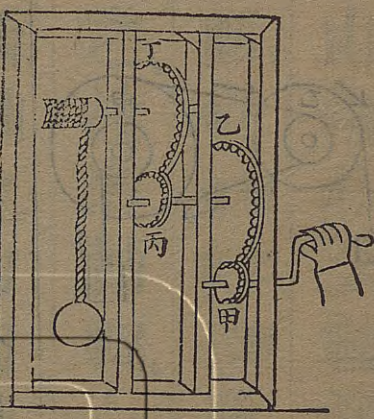
連輪軸之法

答、與數桿連用理同、各輪輻相乘、以各軸輻相乘除之、
 即得增力倍數、如大小二輪連用、大輪輻三尺六寸、
 其軸輻三寸、小輪輻一尺八寸、其軸輻二寸、二軸輻
 相乘、得六寸、二輪輻相乘、得六百四十八寸、以六除
 六百四十八、得一百零八、即知增力一百零八倍也、
 問、輪軸數具合用、何以連之、



答、其法有二、如圖、甲乙二輪、甲輪有
 寬皮帶繞於乙輪、甲輪運動、乙輪隨
 之而轉、此一法也、如又圖、甲乙丙丁

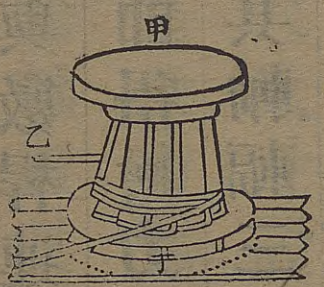
帆船輪軸之式



四輪邊皆有鋸齒互相銜接甲輪運動齒撥乙輪丙輪隨之而轉又撥丁輪其軸旋轉提重上升此又一法也

問帆船所用輪軸何式

答輪船所用輪軸其式甚多帆船所用輪軸俗名攪關



如圖甲圓木一段如輪立置船首下端丁處設軸可以旋轉外繞巨纜周圍有孔可插槓桿如乙以使用力帆

論滑車

靜滑車不能省力

船起錨運重恒用此機至輪船攪關則藉汽機以運之

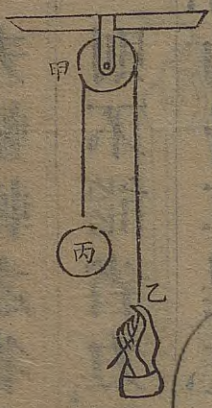
問滑車何物

答滑車亦旋輪也用以提重上加索以通力滑車有動

靜之分靜者定於一處動者可以挪移

問靜滑車提重能省力否

答不能省力也如圖甲為靜滑車上繞以索丙端懸重乙端用力重若干需力若干因重與力均倚於一輪也



代一半

動滑車省力一半

靜滑車不

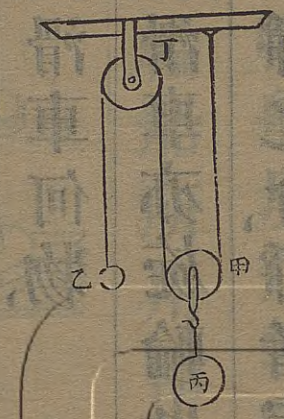
諸滑車

滑車數具連用

夫輪軸之省力，以用力於輪，繫重於軸，若軸輪相等，則不能省力，靜滑車亦然，惟重繫滑車，人力易施耳。

問、動滑車提重，省力若何。

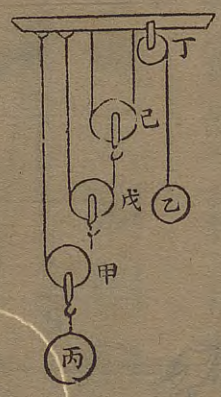
答、如圖，甲為動滑車，下懸丙重，丁為靜滑車，乙端用力。



則重隨動滑車漸升，其輪邊二索，喫力均勻，若丙為百斤重，則二索喫力各五十斤，是省力一半也。

問、滑車數具相連，何如。

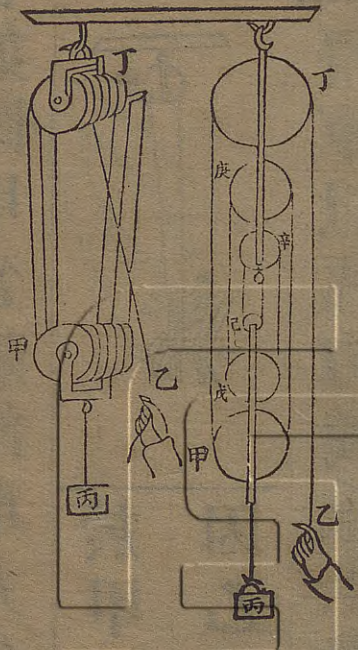
答、愈省力也。如圖，僅以丁靜滑車與甲動滑車連用，省



力仍不過一半，若以己戊動滑車二具相連，則省力四倍，總之，丙重倚索若干條，即乙能省力若干倍。

滑車索繞數市

問、滑車索繞數市，省力若何。



答、滑車有凹槽數道，與滑車數具相連，理同，索繞一市，即若滑車一具，如圖，甲滑車索繞三市，丙重即懸六索，是知

省力六倍，與甲戊己辛庚五滑車之丙重懸六索同。

人用滑車
自拽上升

滑車用馬
力提重

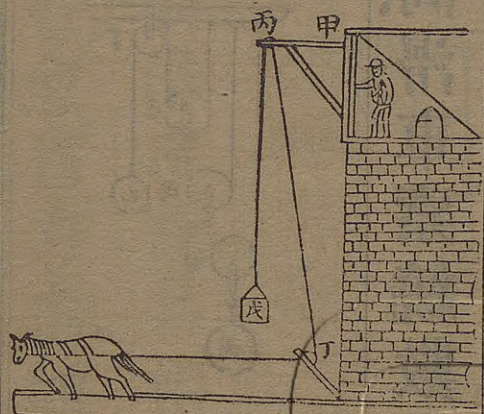
問、人能以靜滑車自拽上升、何故、

答、如圖、甲為靜滑車、人坐於椅如丙、自行上拽、則重分



於甲丙甲乙二索、與用動滑車理同、因乙端較重、丙端自能上升也、

問、滑車以馬力拽重上升若何、

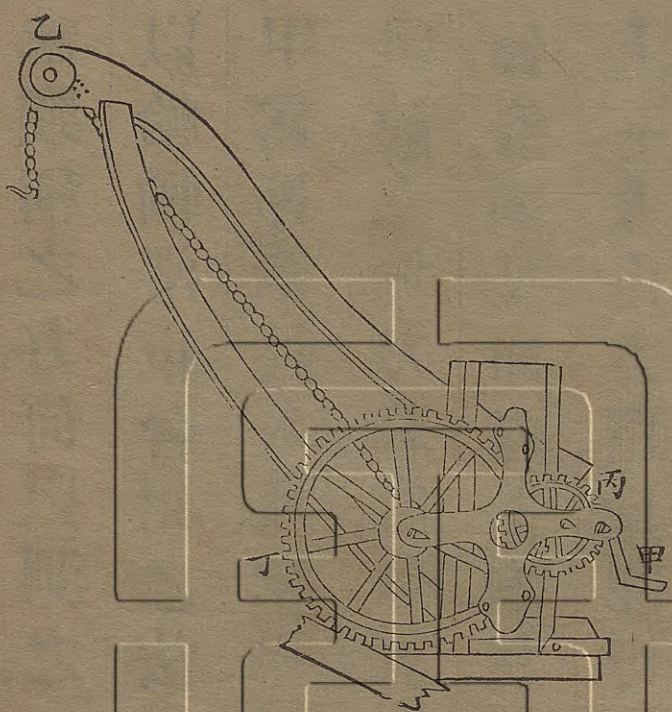


答、如圖、甲乙高樓、欲堆重物、則上下設滑車、如丙如丁、索懸戊重、令馬平拽之、人在樓上、取置甚便、重錘擊椿、亦用此法提高、任其自墜、

鶴頸稱

問、鶴頸稱何物、

答、與天稱相似、中國常用天稱、亦槓桿之理、惟加用高



架、以便提重、西國鶴頸稱、

則如圖、以輪軸滑車槓桿

合用、長桿狀如鶴頸、可以

左右移動、乙端設滑車、上

加鐵索、下繞丁輪軸上、丁

輪與丙輪銜接、復加甲柄

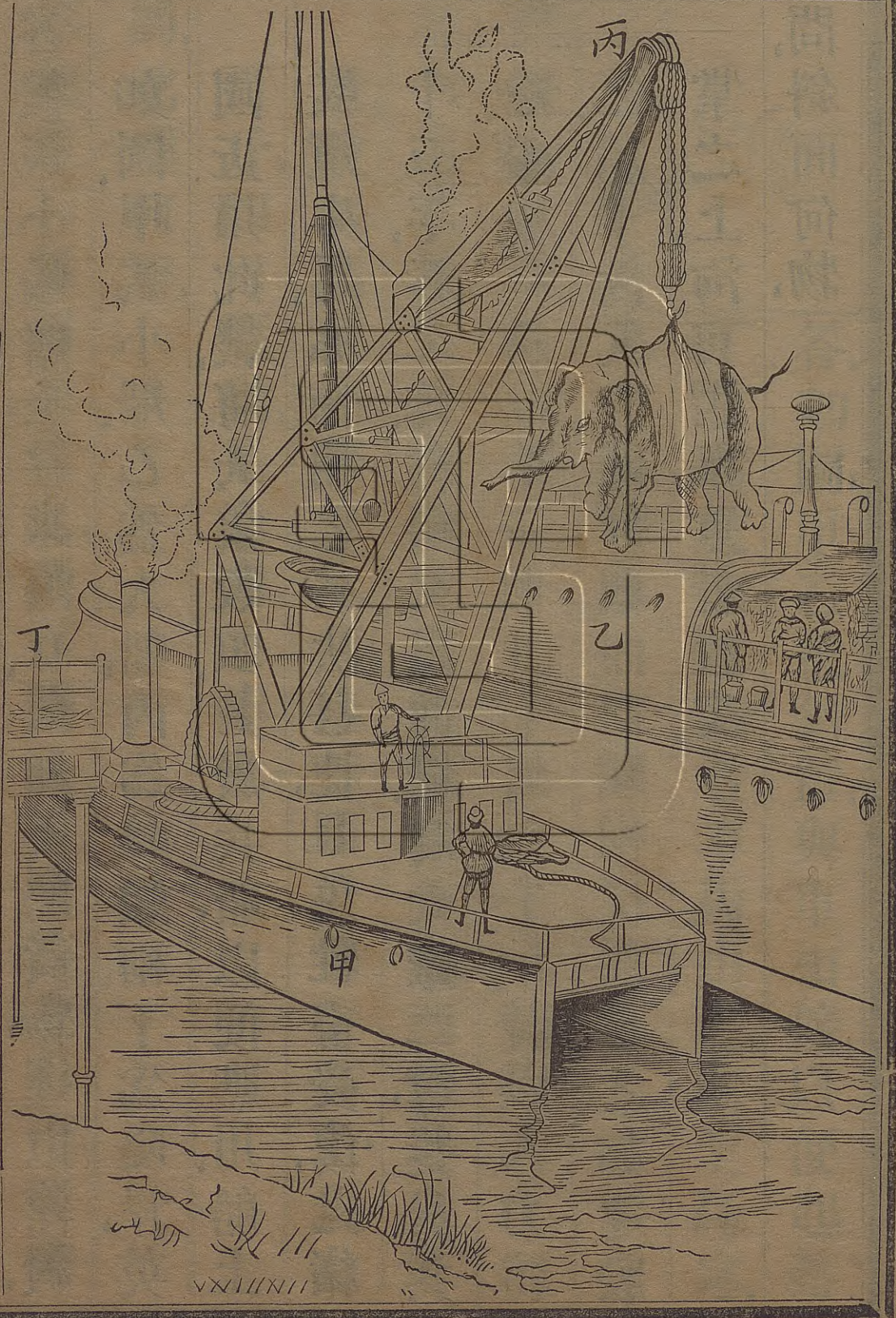
以運之、其力能將巨舟移置陸地、有人建造高塔、塔

測鶴頸稱之力

船上用鶴頸稱提重

尖於平地造成，用鶴頸稱提置塔上，其力大可知矣。
問，鶴頸稱之力，何以測之？

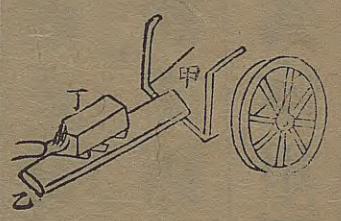
答，以輪軸滑車合用之法計之。如前圖，丙丁二輪相連，甲為外柄，長一尺，軸徑四寸，則力加五倍，丙輪尺寸同前，亦加力五倍，合計之，加力二十五倍，丁輪之徑加倍，則又加力十倍，共計之，加力二百五十倍。若柄上一人用力百斤，即可提二萬五千斤之重，復用動滑車，力又加倍，若再加滑車索數，則力更無窮矣。
問，鶴頸稱用於船上若何？



答、機載小輪船上、往來海口、裝卸大船貨物、運以汽機、
 如圖甲為小船、乙為大船、丙為鶴頸稱、丁為隄岸、英
 國近用此機、將大象數頭、裝於兵船、以便應用、船上
 裝運牛馬、亦恒用之、其法甚捷、且免牲畜受傷、光緒
 十五年、春二月、英國又用此機、將大礮二尊、裝於兵
 船、礮重一百一十七噸、計十萬六千斤、若以人力勝
 之、須千餘人方能昇起、而鶴頸稱提而移之、如運股
 掌之上、洵可謂舉重若輕矣、

問、斜面何物、

論斜面



答、如圖甲乙板斜置、與車相接、以便起落
 丁重、若道途之側者、車馬由之、漸至高處、
 亦斜面理也、

測斜面之
力

問、斜面之力、何以測之、

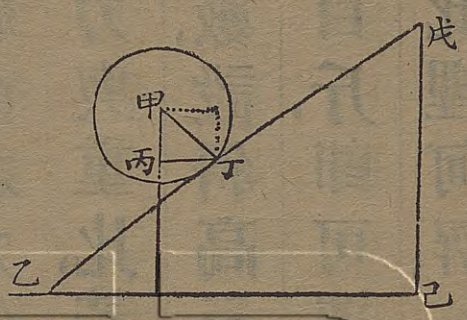
答、力與重比、若長與高比、以斜高除斜長、即得增力倍
 數、設斜高三尺、斜長六尺、以二百斤重置其上、用力
 百斤、即可運動、是省力一半也、

斜面省力
之理

問、此理何解、

答、起重若無斜面倚之、而以索直拽、則物重若干、即需

力若干，若倚斜面，則分其重，故板愈斜，力愈省也。如



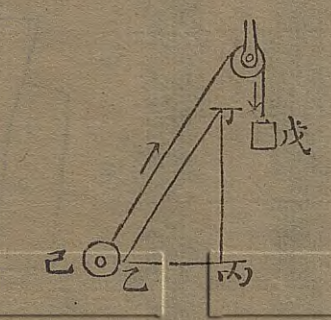
圖，戊乙斜面，戊己斜高，甲為重物，倚於丁點，甲丁為其全力，準分力合力，理分甲丁為甲丙丁丙二力，丁丙為移重上行之力，甲丙為斜面擡力，戊乙愈直，甲丙之力愈小，迨戊乙與地面正交，則甲丙之力為空，丙丁必與甲丁等，戊乙愈斜，丁丙之力愈小，迨戊乙與地面平行，則丁丙之力為空，甲丙必與甲丁等，按此理，即可計算道路平側。

所費所省之力也。

斜面起重快慢

問，斜面起重，其快慢若何。

答，板愈平，用力愈省，則起重愈慢，如圖，丁乙斜板，己為



重物，戊為稱錘，以索過滑車，戊錘下墜，己重隨丁乙斜面上行，若不用斜面，拽重直上，則重至丁時，錘必至丙。

因重倚斜面，丁乙長於丁丙，故戊錘須墜過丙，己重方提至丁，設丁乙較丁丙長一半，則戊錘必多墜一半，方省力一倍，故用力愈省，起重愈慢也。

問、尖劈何物、

答、尖劈亦斜面理也、如圖、甲乙尖劈、丙為大木、用力於



甲、即劈丙為二分、惟尖劈有兩面俱斜者、有一面斜一面直者、不但劈分木石、

掀起重物、亦恒用之、

問、單面尖劈之用若何、

單面尖劈之用

答、以尖劈直面切地、橫入重物下、使之漸高、如令物隨

斜面上行、惟斜面係靜、尖劈係動、理同而事異也、

問、雙面尖劈之用若何、

雙面尖劈之用

答、如圖、甲乙雙面尖劈、係以單面尖劈二具、平面相合



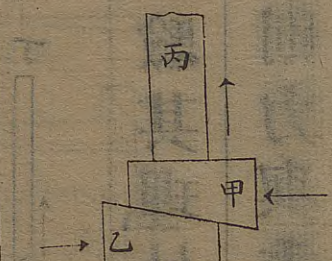
而用者、惟劈分木石、單面不如雙面、因單面力不均勻也、

問、尖劈起重若何、

尖劈起重

答、如圖、甲乙為單面尖劈二具、一左一右、並入丙重下、則重起直上不偏、掀起屋柱、

即此法也、

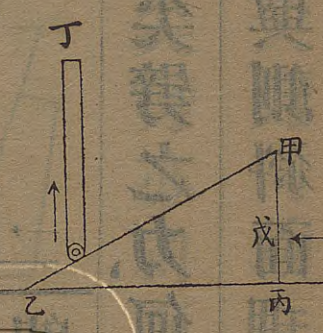


問、尖劈之力、何以測之、

測尖劈之力

答、與測斜面理同、如圖、甲乙劈長、若斜面之長、甲丙劈

論尖銳之



厚若斜面之高以劈厚除劈長即得增力倍數設劈長一尺劈厚二寸則增力五倍若長一尺厚一寸則增力十倍欲驗其理柱下及尖劈乙丙二點各置小輪以減磨阻則力與重無難比較即驗得與斜面之理恰合如甲乙長一尺甲丙厚二寸丁柱重百斤若無磨阻戊點用力二十斤即可掀柱上升矣

論螺絲

問螺絲何物

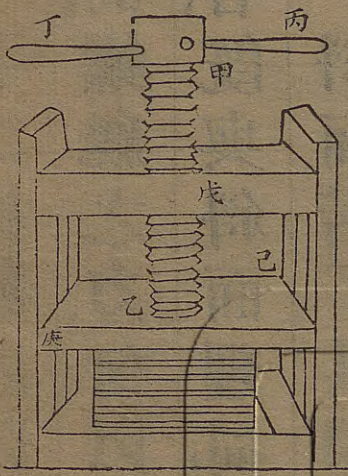
答螺絲亦斜面理也式如圓柱周有斜紋旋繞如螺如



圖甲乙丙為紙剪斜面以甲乙邊正交戊已管外捲之則乙丙紙邊即繞成螺紋此螺絲與斜面理同之證也

問螺絲之用何如

螺絲之用



答其用不一以之代釘最便因由漸而入不致裂木且可隨意出入更可用造壓物器具如圖甲乙為陽螺絲戊為陰螺絲甲乙上加丙

測螺絲之力

丁二柄旋之，則甲乙壓於己庚板上，而壓物堅實矣。

問：螺絲之力，何以測之？

答：既與斜面理同，則周圍一市，即一斜面，其全體即若

斜面若干具相連，故螺紋一市，即若斜面之長，螺紋

相距，即若斜面之高，以紋距除周長，即得增力倍數。

設螺周一尺，紋距一寸，則增力十倍，紋距半寸，則增

力二十倍矣。

問：螺絲加柄何如？

答：理與輪軸加柄同，螺絲加柄，如斜面與槓桿連用，其

螺絲加柄
增力

助力器具
合用增力

力更大，欲計其力，以柄長為半徑，求得周為斜長，仍

以紋距為斜高，除之，即得，故柄愈長，力愈大也。

問：助力器具合用何如？

答：各種合用，增力愈大也，或以二種合用，或三四種合

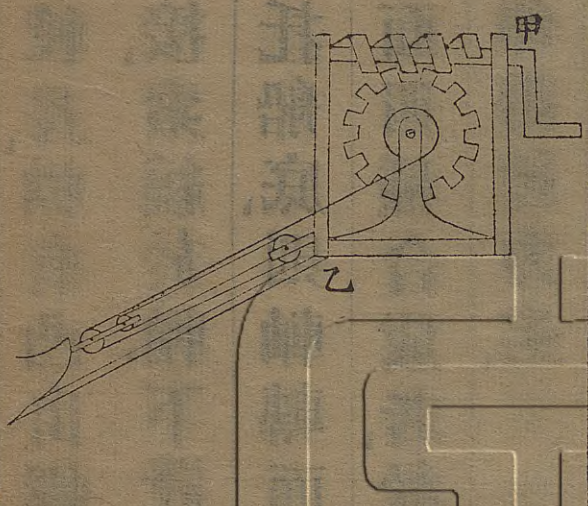
用，或六種合用，所增之力，即若各

種增力倍數連乘之總數，故凡奇

巧機器，莫不由此六種相合而成，

如修理巨舟，欲使一人之力，拽置

陸地，則如圖，甲乙架上設軸，令柄



論器助力

五十五

較長，軸有凸出螺紋，下設輪軸，輪邊有齒，與螺紋銜接，索繞於軸，下設滑車數具，以繫於舟，復設斜板，以托船底，則軸轉而舟自拽上，此乃輪軸螺絲滑車斜面四種合成者，欲測其力，卽以各種增力倍數連乘，卽得總力矣。

問、鐘表紀時，其理若何、

答、以其擺動有一定之快慢也，因力本於自然，故擺動有節制，鐘表機關，茲不詳論，僅取與力學相涉者，畧言之。

鐘表紀時之理

合用欲其

問、紀時最準者何物、

答、天之諸曜也，因運行空中，毫無參差，而地之運行有定，故用日月星以定時刻。

星辰紀時最準

問、古人以何法紀時、

答、古人每藉水火紀時，如銅壺滴漏，於若干時中，滴水若干，此以水紀時也，又如燃燭刻度，於若干時中，燒

古人水火紀時

燭若干，畧如今之更香此以火紀時也，二者雖能紀時，然均

不若鐘表之準且便也。

問、鐘表所藉者何力、

鐘表所藉之力

之代
鐘表
擺錘
藉吸
力之理

創用
鐘擺
紀時

古人
木火

擺有二理

星氣
盈和

答、其力有二、一為地球之吸力、一為鋼條之漲力、

問、擺錘藉地吸力、其理若何、

答、鐘擺之動搖、無或快慢、鐘錘之有重下墜、以助擺力

之不足、皆藉地之吸力也、

問、以擺紀時之法、創自何人、

答、創其法者、三百年前、義國格物家夏里留也、其人偶

靜坐高堂、屢見懸燈擺搖不定、往返無差、因悟得以

問、鐘擺之理何如、

答、其理有二、擺條起落、兩旁高低必等、一也、起落所行

之路、無論長短、其時必等、二也、

問、擺之起落、高低必等、何以驗之、

答、以鉛丸自斜板下輓、必愈下愈速、若對面有斜板相

接、鉛丸必上行、而漸上漸緩、本應上至等高而止、因

由此過彼、改道相觸、力有所失、以及二板磨阻、故不

能上至等高之處、若二板下端連如半圓、面極光滑、

則鉛丸上下、既無觸阻、又無風氣阻礙、自應往返無

已時也、此即前論物下墜上擲力等速反之理、因鉛

起落高低
必等之證

論器助力

丸自斜板下輓其力分二一力與地平平行一力與地
地平正交故輓至最下之時其速必與由板斜高直
墜至地之速相等而上行之速適與相反所以物由
斜板下行若干路仍應由斜板上行若干路若將鉛
丸空懸儼如鐘擺其往返擺搖正如平圓之式設無
阻礙必起落之路相等永無停息也

起落時等之證

問擺之起落無論長短其時必等何以驗之
答亦下墜上擲之理也因半圓形最高之點與地平正
交最低之點與地平平行擺搖之路愈長向上愈高

下墜之速愈大故上行亦快擺搖之路愈短向上較
低下墜之速較小故上行亦慢所以路無論長短起
落之時必等有曲線名擺線令鐘擺依之擺搖可無
毫釐之差

擺以定時

問鐘擺何用

答有擺之鐘全賴此以定時也其餘輪軸機關乃計其
擺搖之次數者如鐘擺每秒往返一次每次撥輪一
齒輪設六十齒外接小鍼則鍼旋一周即為一分時
更以數輪相聯各運其鍼或紀時刻或紀年月俱由

錘助擺力

此擺以節制也

問、以錘助擺之力、何也、

答、因擺無力運鍼、而擺搖時、不能無天氣阻礙、以及擺

答、上樞紐之磨阻、故失力而漸緩、副之以錘、上聯轉輪、

問、輪齒銜擺條上、以撥之、擺搖本應漸緩、藉錘墜力以

助之、輪旋本應漸快、藉擺之動以節之、緩急相濟、自

能合度、此一錘之用、其另一錘、係為擊鐘之用者、

問、擺條長短、其於快慢何如、

答、條長則慢、條短則快、其長短係以懸點擺點相距為

錘之代
無錘蘇去

問、度、而擺點尤視其錘之上下而定、故錘穿條上、上移、

則二點相距短、擺搖必快、下移、則二點相距長、擺搖

必慢、其快慢之比、若條長即二點相距方根正比、如一秒

擺搖一次、條為若干長、欲令歷二秒擺搖一次、則加

長四倍、歷三秒擺搖一次、則加長九倍、餘可類推、擺點

似重心而有別
詳見格物測算

問、擺之快慢、有隨時變易否、

答、銅鐵均隨冷熱而有漲縮、故冬日縮短而快、夏日增

長而慢、所以擺條下端、每有螺紋、隨時以節長短、更

速擺隨時易

擺速按條
長方根比

錘助擺力

擺隨地易
速

有妙法自然節制令鐘擺四時均勻無快慢之變易

詳見
火學

問、擺之快慢有隨地變易否、

答、地形橢圓南北兩極略區故赤道距地心稍遠擺搖

略慢兩極距地心稍近擺搖略快曾有人携鐘至兩

極相近海島察得秒擺一秒擺搖須加長一分始

與日行恰合在極高山頂擺搖較慢入極深礦窰擺

搖較快亦此理也

問、鐘之無錘者所藉何力

無錘藉法
條之力

答、藉法條漲開之力以助擺條使之不停與藉錘之墜

力理同若無擺條必有擺輪往返動搖節制法條漲

力與有擺有錘者無異

問、助力器具所增之力由何而生

答、由行動之時而生也因增力愈多其行愈慢故無論

何種器具其所增之力皆係與其行動之時相兌者

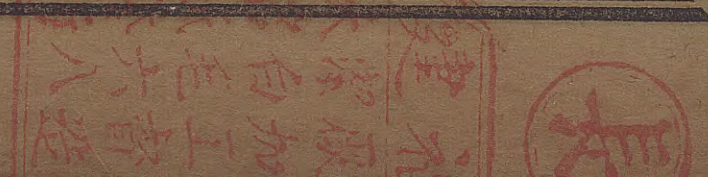
問、以時兌力何謂也

答、槓桿起重短臂愈短其力愈大然臂愈短起重愈慢

斜面運重斜愈低其力愈大然斜愈低面必愈長故

以時兌力
之理

以時兌力



運重亦愈慢，尖劈起重亦然，螺絲紋距愈密，其力愈大，輪軸之軸愈細，其力愈大，然紋愈密，軸愈細，必須旋繞多而，故行動亦慢，滑車懸索愈多，其力愈大，然須搜索數尺，重始能升一尺，是皆力愈大，行愈慢之證，故謂以時兌力，至一人之力有限，而時刻可久，可暫，如物重百鈞，分移之需時必久，倘整重難分，藉助力器具以運之，則需時必與分移相等，所以器具雖能助力，以至無窮，然力省者，時必費也。

自然之力
七種

問、天地間自然之力，共有幾種？

答、自然之力，大端不外地力、水力、火力、風力、電力、微質交感之力、生物自具之力，七種。

藉自然之力
運機

問、藉自然之力，運行器具，何以通之？

答、大抵以輪通力也，無論藉水力、風力、蒸氣力、電氣力、墜物力，以作諸工，皆需旋輪以通力也，鐘表中旋輪雖多，其用不外通力而已。

助力器具
必藉外力

問、助力器具，所藉何力？

答、器具既云助力，必藉器外之力以運之，非本器之力也，器外之力，則如前論七種，而七種又歸三類，地之

力出於地之吸力

力出於地之吸力

力出於微質交感

力出於微質交感

生物自具之力

生物自具之力

用力原始

吸力、微質交感之力、生物自具之力是也。

問、力出於地之吸力若何、

答、水之轉輪運磨、風之吹舟渡海、及人藉物重以助力、皆本於地之吸力也。

問、力出於微質交感若何、

答、電之運機作工、火之生熱化汽、汽旋化水、運機作工、

皆微質吸驅之力也、凡靜物之力、出於吸驅者、均以

交感括之、

問、生物自具之力若何、

答、生物自具之力、由氣血流行而生、如人身之血、約有

二三十斤、一刻運行三周、血行脈絡、其疾如矢、儻有

破孔、激流跳濺、不啻水受壓力、由管外流、故力即由

是而生、至血脈所以運行、實因心之生氣使然、而四

肢百體、又有筋絡屈伸以助之、雖有重物、念甫動而

手即能持、是力本於心、四肢即其助力器具、凡有生

氣之物、皆有自具之力、至人力固本於心、而人心之

靈、實根於天、是力之大原出於天也。

問、知以上三力之可用、而日漸精進何如、

答、三力皆有大致、惟在智者之善用耳、溯自上古、知識

未開、人僅知用本身自有之力、與牲畜無異、迨教化

既闢、始知兼用獸力、如藉騾馬之行速、駝象之任重

是也、厥後智慧漸廣、遂用水力風力、以作諸工、旋察

火力電力尤為利用、乃用水火風電、以代人工、夫靜

物之吸驅、固有大功、然必善於製造、始為我用、所以

人力雖有限、而格物家之本人力、以驅役萬物、則力

無窮矣、

助力器具 不能生力

問、助力器具、能生力否、

答、能通力、能增力、不能生力也、因器具屬靜物、無自動

之力、不過人藉以通天地間所有之力、任我用之、故

助力器具、可通力增力、不能生力也、然器具雖能增

力、而天地間所有之力、仍無增減、惟借器具以善用

之耳、故具根云、智乃力也、

儲力待用

問、預儲物力、以待用若何、

答、善用物力者、全賴預儲其力、或漸蓄其力而驟用之、

或驟積其力而漸用之、均在隨地隨事善於布置也、

以水火驗 儲力

問、以水火驗之若何、

增訂格物入門 卷一 論器助力 六十三

以水大銀

以地吸力

驗儲力

答、如建閘蓄水使深、雖傾瀉時、其力甚大、然實由些小

來源、積久而使然、又如冷水加熱化汽、雖漲開時、其

答、力無窮、然亦由些小火力、積久而使然、二者皆漸蓄

驟用之證也、

問、以地之吸力、驗之若何、

答、如上章滑車上拽重錘、陡放擊椿、下墜甚速、力亦甚

大、夫上拽為人之用力、下擊為地之吸力、而上下之

二力必等、因上拽時、漸蓄人力、以變地之吸力也、設

每拽一次、用力十斤、百拽即蓄力千斤、其下擊時、即

有千斤之力、此亦漸蓄驟用之證也、

問、以物之漲力、驗之若何、

答、如鐘表法條上絃、時速而力大、迨法條漲開、則時久

而力緩、或漲或縮、二力均勻、與錘之上快下慢無異、

此驟積緩用之證也、

問、比較物力、以何為則、

答、比較物之動力、按重乘速、前固已詳論矣、然究不若

以重時速三者比之也、如英國恒以用力足令一磅

重一秒時行一尺之速為則、法國恒以用力足令一

以物漲力
驗儲力

比較物力

地言和物入門 卷一

六十三

會訂各物入門

卷一

論器助力

六十四

計算用力
作工

克蘭重一秒時行一桑的適當之速為則名為一丁
惟以此比較各力與物行方向無涉

問、計算用力作工、以何為則、

答、以一磅十二兩重起一尺高為則、故以所起之重與

為一磅

升高之尺數相乘、即得用力總數、如一夫之力、能將
十磅重每秒起十尺、一馬之力、能將五十五磅重每
秒起十尺、則馬力為人力五倍半、機器作工、恒以馬
力為則、

計算作工
用起重之
故

問、計算用力作工、僅以起重度之、其故何也、

計算機器
用馬力

答、因地之吸力有恒也、夫物重原於地之吸力、故以上
提計力、係以地力度之、且施力無論用何方向、均可
設法改為起重以比之、如前論馬力平施、藉滑車改
易方向、令其將物上提是也、

問、以此法計算機器之力若何、

答、以馬力計之、準前一馬之力、每秒時、能將五百五十
磅重、提高一尺、則每分時、能起三萬三千磅重、是為
定率、設窰深六百尺、每小時起煤百噸、若求馬力、法
以百噸化為二十二萬四千磅、每噸二千二百四十磅與窰深

物有磨阻之故

問、物有磨阻其故何也、

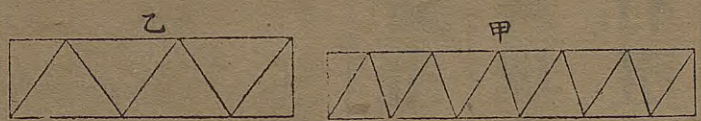
相乘、以小時化為六十分除之、得數、再以馬力定率除之、得六十八弱、即馬力、又火車每小時行九十里、鐵路阻力等於一噸、若求馬力、法以里數化為尺數、噸數化為磅數、如法求得五百三十八弱、即馬力、



答、因物面不平也、物面雖視似平、其實微點尚有凸凹之處、故二面相磨、因凸凹相銜而生阻、如圖、甲為二面相銜之狀、至力能勝阻、磨之而過、則各凸點必致磋去、故生阻力、

減少磨阻之法

問、欲減少磨阻其法若何、

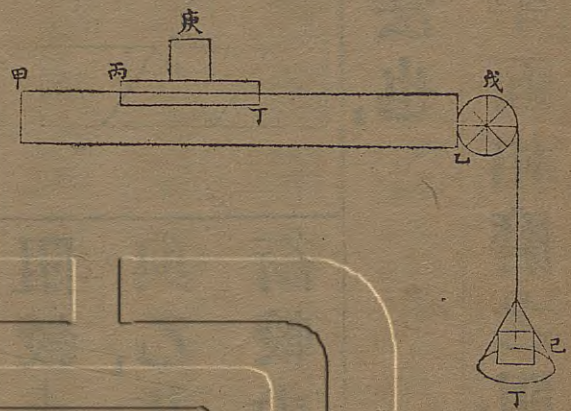


答、其法有二、一、潤油以墊凹處、使之平滑、則磨阻減少、一、以異質二面相磨、取其面上凸凹異勢、相銜之處、少而易過、故異質相磨、其阻較小、同質相磨、其阻較大、如圖、甲與甲、乙與乙、其凸凹相銜、俱能吻合、若甲與乙、則相銜較少、即相磨生阻亦較少、此減少磨阻之法也、

平面驗磨阻

問、平面相磨之阻、何以驗之、

鐵路驗磨阻



答、如圖、甲乙大面、丙丁小面、戊為滑車、丁為盤、己為重、以索繫過滑車、可驗二面相磨、同質者、其阻大、異質者、其阻小、再驗小面上加庚重、即知阻按重正比矣、

問、磨阻之理、以鐵路驗之若何、

答、其理有二、一、所用之力、必視阻力之大小、力勝阻則行、阻勝力則止、一、物加重若干倍、磨加阻亦若干倍、故計算用力、必核其能勝若干阻力也、

磨阻之益

旋輪驗磨阻

問、磨阻既費力、亦有益否、

答、阻雖費力、亦能助力、凡物若無磨阻、則力無所施、如馬行冰上、蹶滑不能引重、鐵路結冰、輪轉不能前行、物若極滑、則手不能持、人不能立、屋宇根基、亦不能固、而萬物失所矣、

問、旋輪磨阻、何以驗之、

答、如圖、丙為旋輪、索懸甲乙二錘、若為等重、則輪不動、



甲重微增、輪仍不動、因其有磨阻也、迨甲錘再增其重、至能勝

滑車驗磨
阻
鐵神銀

其阻力，則輪旋動，其二重之較，即輪之磨阻，設二錘各重五斤，甲錘增至五斤半，輪始能旋，其磨阻即為

問：磨阻按重遞增，何以驗之？

答：曾有人以木滑車驗之，如圖，甲乙丙動靜木滑車三

具，索過丙靜滑車，懸丁重五兩，戊重

四倍，為二十兩，定而不動，增至二十

三兩四錢，丁重始能上行，若戊丁二

重遞增，丁重十兩，戊須重四十四兩



求磨阻之
法

七錢，丁重十五兩，戊須重六十五兩四錢，丁重二十兩，戊須重八十六兩八錢，丁重二十五兩，戊須重一百零七兩五錢，丁重三十兩，戊須重一百二十八兩八錢，按以上各數，於戊重內減去四倍丁重，餘均為旋輪磨阻，故磨阻按重遞增，銅鐵石木，各質不同，各有磨阻不等。

問：求磨阻之法若何？

答：準前論，其重若減至於盡，其磨阻仍有二兩三錢，其重若加至百兩，其磨阻為七兩二錢，按此，重每增百

物料勝力
大小

兩磨阻增四兩九錢故磨阻恒爲千分之四十九是
答爲所求定率故計算磨阻卽以此數乘重與二兩三
錢之原磨阻相加是爲通例惟各機各質磨阻不等
各定率仍須試驗而得不可執一而定也

問物料勝力之大小若何

答各種物料勝力有大小之殊製造機器頗有關涉故
格物家曾悉心考驗如以五金爲長條厚不足一分
懸重試之鉛能勝七十二斤黃金能勝一百五十斤
白銀能勝一百八十七斤白金能勝二百七十四斤

勝力按物
形增減

紅銅能勝三百斤熟鐵能勝五百五十斤以各木製
成長條厚一寸黃楊能勝一萬四千斤印度硬木能
勝一萬二千斤若用生鐵依木式懸之亦不過勝一
萬六千斤鋼條則能勝十一萬四千斤復以金木石
各種以重壓之其勝力則以生鐵爲最

問各料之形與其力有關涉否

答大有關涉也無論何料製成薄片平置則易彎曲橫
立則必堅固此理人所共曉至被壓如屋梁之類闊
不如厚兩端不如居中之勝力大故兩端尖狹居中

中空勝力
之用

粗厚則各段勝力均勻，至各料之形等重者，方不如圓實心，不如中空之勝力大也。

問：中空勝力既大，於何用之較便？

答：近來西國造室，多用中空鐵柱，造船多用中空鐵桅，取其省料能勝力也。英國依近小島，港闊一百五十丈，以鐵為橋，式如空管，內徑二丈五尺，火車數十相連穿過，任重至二百八十噸，橋管被壓下彎，不足一寸。美國北方有英屬地，中隔大江，闊六里，亦以鐵管為橋，俾火車之往還。

中空勝力
之證

問：此理以植物動物驗之若何？

答：五穀草蔬，其莖皆係中空，實生其上，體雖較重，莖仍能勝風力。人畜之骨，禽鳥之毛，亦皆中空，取其輕而有力也。格物家近始考得空管力大之理，孰知造化早有自然生成之證也。

中五部

附題

問、物之動靜孰為自然、

問、物之由動而靜似出自然何也、

問、物之由靜而動何也、

問、星宿運行未見漸遲其故何也、

問、馬忽止人每仆過馬頭馬忽奔人每落在馬後其故何也、

何也、

問、人云自桅頂落海而船已行遠其說可信否、

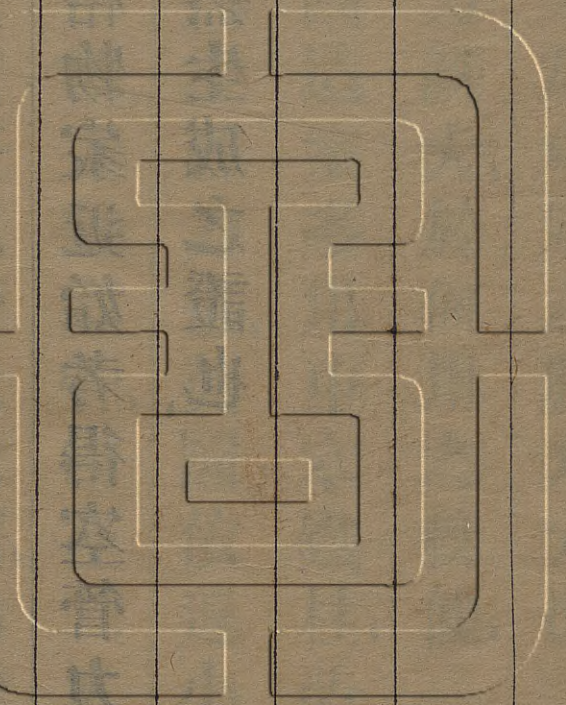
問、人云海中有風久息曾設風箱吹帆令船前行其說

增訂各物入門

卷一

附題

七



增補博物志卷一
問可信否

問、人云船尾曾置風箱、向後而吹、令船前行、有是理否、
問、令地不離軌道、人不離地面、其力何在、

問、若能以巨石移近月輪、復能墜地否、

問、物隨距地遠近、而重有增減、其故何也、

問、百斤之物、移至山頂、稱之仍屬百斤、毫不相差、其故何也、

問、地既圓形、海水仍能蓄爲四瀆、不致流散、其故何也、
問、曰上曰下、何義也、各處之上下相同否、

問、人之登山、頗覺費力、其故何也、

問、人不能自提其鞢、連身拽起離地、其故何也、

問、地球日轉如磨、設若忽止、世上人物何如、

問、石磨旋轉過快、多致碎裂、其故何也、

問、茗帚蘸水、向上旋轉、其水四圍飛濺、其故何也、

問、以泥石重物、裝入艙底、船乃平穩、其故何也、

問、以車載薪、其勢過高、則車易覆、其故何也、

問、二船對面相觸、較一動一靜、其勢更危、何也、

問、二船同一方向、一每時行六十里、一每時行四十里、

問其相觸之力若干，每劫許六十里一每劫許四十里

問輕物墜地，不如重物墜地之速，其故何也，亦是理否

問物墜快慢，北極與赤道何別，其故何也

問物之平擲，其落地時刻何如，平懸其站何也

問直上放槍，鉛丸逾十秒方回，求鉛丸升高若干

問向上放槍，鉛丸落地斃人，其故何也，是不相若其故

問礮子擊鐵甲船，秒速二千尺，試推其力，能起千斤重

物，高至若干，其轉數長短，其站何也，其故何也

問槍丸礮子之力，何以驗之，其故何也

問物行空中，風氣之阻礙何如

問三百斤之物，令二人以十尺長桿擡之，一人只勝百

斤，求物距肩若干遠

問輪徑八尺，軸徑一尺，求增力若干倍

問輪軸數具相連，首輪七尺，軸一尺，次輪八尺，軸二尺，

三輪九尺，軸三尺，求增力若干

問動滑車四具，連以一索，求增力若干

問牆高一丈，一人能將百斤之石直拽而上，若用四丈

長斜板，極滑無阻，能拽若干重

問、螺絲柄長三尺、螺紋相距三寸、求增力若干、

問、火車一小時行百里、阻力等於起重六十噸、求汽機

問、有若干馬力、

問、三鐘大只鐘三小只鐘

問、鐘轉幾具、計數百鐘、小只鐘一具、大只鐘八只、轉二只

問、鐘登八只、鐘

問、求

問、三百只之總合、二人以十只、其對之、一人只觀百

增訂格物入門卷一終

