物理學自十月朔日講起

第一編 作論

(一)物体之現象

宇宙美者之物。高之下之。形色之皆常受變化而不失体正例此山間之岩石。終日現之景色。而水之侵蝕。始則由光華而變粗糙。繼則碎裂。且化為土壤。又置樹根於其中。越數日後水即消滅由是觀之。乃知充滿宇宙間之物。無常住不變之理。特因物体不同。而變化所歷之日數。遲速有久暫之差。或經千百年而呈變化之狀態。此岩石變為土壤是也。或越二三十日。而狀態即頓殊。此樹木之類。消滅是也。此此所稱云物体現象。

(2)物体現象之原因

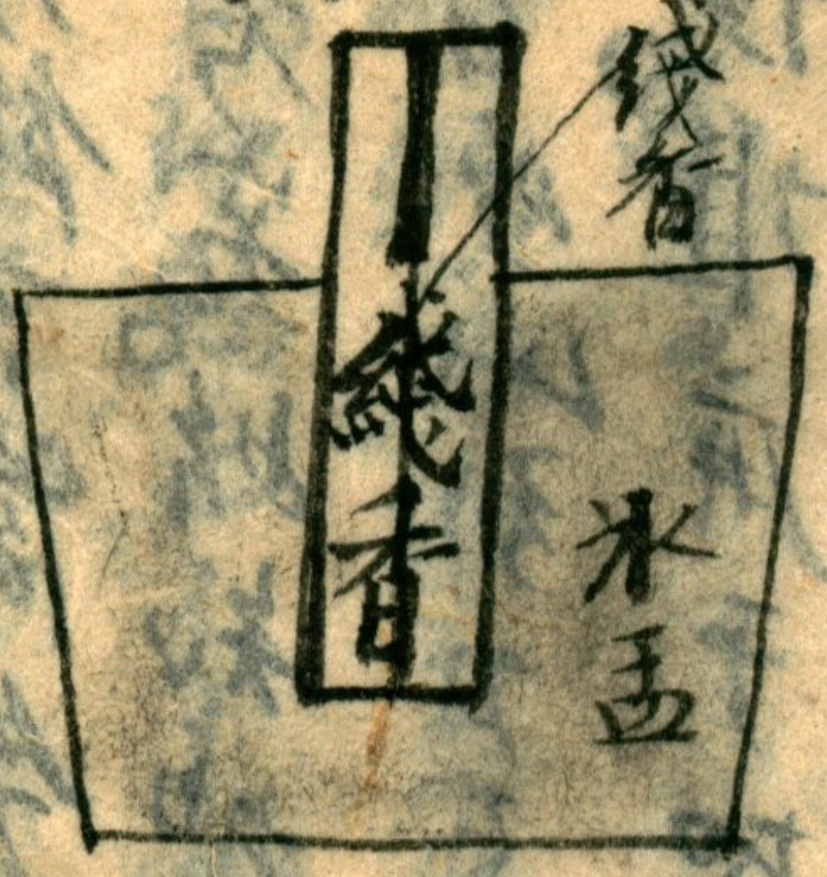
各物体之現象。大別為二。一曰物理的現象。此水受熱力。則沸騰而成蒸氣。冷凝仍凝集而為水。若冷至攝氏〇度以下。水即變為冰。則復變而為水。此皆變化之現象。物理的現象。二曰化学的現象。如鐵之置于空氣中。則生銹。且漸腐敗。取炭精之一部。則水分蒸發。而殘留少許之炭素。薪炭等燃燒之後。則變為灰。此等變化。皆名云化学的現象。蓋稱之為物理的者。僅變其現象。變化性質。如上所示。水與冰及水蒸氣之變化。若物体因形象變化。而無變化性質。如屋瓦化学的現象。如上所示。鐵與銹上之銹是也。茶所謂者。乃就物体之現象而研究其原因結果。而研究目的之所在也。

第一編 物性

第一章 物質

(一)物質 凡木石鳥獸及空氣等在于空間。各有一定之位置。位占同時不能容他物並置于一處之內。是云物質。

第一圖



如第一圖所示。以銭香手捧玻璃杯底而倒立于水盂中。則香炉不熄。此蓋因杯中之空間。為空氣所占。故水不能侵入也。

(二)物体 凡物質者一定之容積及重量者。曰体物。鳥物質者異。蓋物質之分子限量。而物体則由物質之細分而組成。有一定之限量。例如一片之鉄。一塊之石。一杯之水是也。

(三)重力 以手持特上昇。放之則物向地面下落。又以繩繫物。而

亦向地之方向下墜。是因(物)被地球吸收而然也。此地球之
引力。若云重力。引力百十七紀英人牛頓氏所發明。當
一千六百六十八年。牛頓氏坐樹蔭下。見蘋果落于樹下。見蘋果落地
自落。遂起地球之吸力向蘋果作用。蘋果墜于樹上。地球加力
乃能下落。今既世界之力推拆。何以不墜。于是考心
考究。始知地中者一種之吸力。自然云引力。且對宇宙之物体。
皆受此引力之作用。故安着于地表面。因其美者有引力
說。推廣于地球之境界。後地。各者一定之孤度。均由
引力所起之理象。又因引力之說。發見天王海王星之行星。
此美者吸力說之最大之功效也。
四物体之重量

凡物体受地球重力之作用。均向地下墜。重力大則物体之重量亦大。地受之重力小則物体之重量亦小。故同一物体。在山頂時之重量必比山麓時畧輕。因在山頂則與地心之距離較遠。所受地心吸力[illegible]重量亦小故也。

五分子

將物体細分至極微小而不損其原有之性質者。此極微小之部分。即稱之分子。分子與分子之間。有相互之引力。因以組織物体之形狀也。此引力即稱凝集力。

六物体之三態

如前所述。物体之分子間。有凝集力。因其凝集力有強弱。故組成之物。遂有固体液体氣体之別。此三体即名云物体之三態。

固体。。凡物体分子間之凝集力極大。而形狀与体積均難于變更

其為云圓体此木石金銀銅鉄等是也。

(2)液体。凡物体之分子間有凝集力而其形狀易變。

不變所体集力則於液体。水銀之滴皆成球形

此可見液体之凝集力恰注于圓瓶中則為圓形注于方瓶

中則為方形。又器內瓶中任施以若干壓力。而其容積

全不減少是即液体之形狀易變。而体積之極難變之証據

(3)气体。凡物体之分子間不特為凝集力且有于擴散而

占最大之容積所以气体之形狀皆易解也是云气体為

有一定之擴大而球。以手壓之則四下。是形狀與体積皆易解也。恰

手放則仍復原形。是即气体之特性也

七分子之間隙

夫凡物体皆由極細微之小神分所結成而成。故雖密合。投
不能無間隙。如以釘插入于木中。而木之体積全無變大。又以度
量度水。記其度數。然後投石水中。水亦不增高。是用木小
之分子積成。皆有間隙。而釘與石投入。不過乘其間而抵
其隙。而体積皆不增加也。

八物質之不滅

宇宙間所有之物質。小無消滅之時。例如木柴之燒。小之
莖葉。分現似乎消滅。然而不然。燒時之燒煙與灰。與莖葉時
之水氣。而量之。合其量全不減少。于是燒未莖葉之前。是
物質仍未消滅也。故自有如球以來。物質之數。全不增減于
宇宙

第二章　固体之性質

(一)硬性○○以甲物体与乙物体相磨擦。或甲能使乙痕而乙不能使甲痕。則甲之硬度。必較乙為高。此痕之性。即所謂硬性。如以砥石磨研刀劍。以金剛砂擦玻璃之面。使之粗糙而不透光。以金剛石刷新品。及玻璃等皆利用物質之硬性也。

(二)展性○○凡物質可長而平延之性者。名曰展展性。金箔与錫箔等。皆利用之展性而制成也。

(三)延性○○玻璃受熱。則可延而成細線。金屬亦然。此等物質之性。名曰延性。之質最富者。惟銀与白金。

(四)彈性○○凡物体以力加之。即易變其形狀。与体積。及屈曲而仍復原形者。是云彈性。如鋼条等以手捺之則屈

曲手放則仍旧伸螺狀之鐵絲。以手引之則伸長。手放則仍旧收縮。此皆物体之彈性也。鐘錶內之發条。鎗砲內之彈簧。此利用此性而製出之者也。

第三章　液体之性質

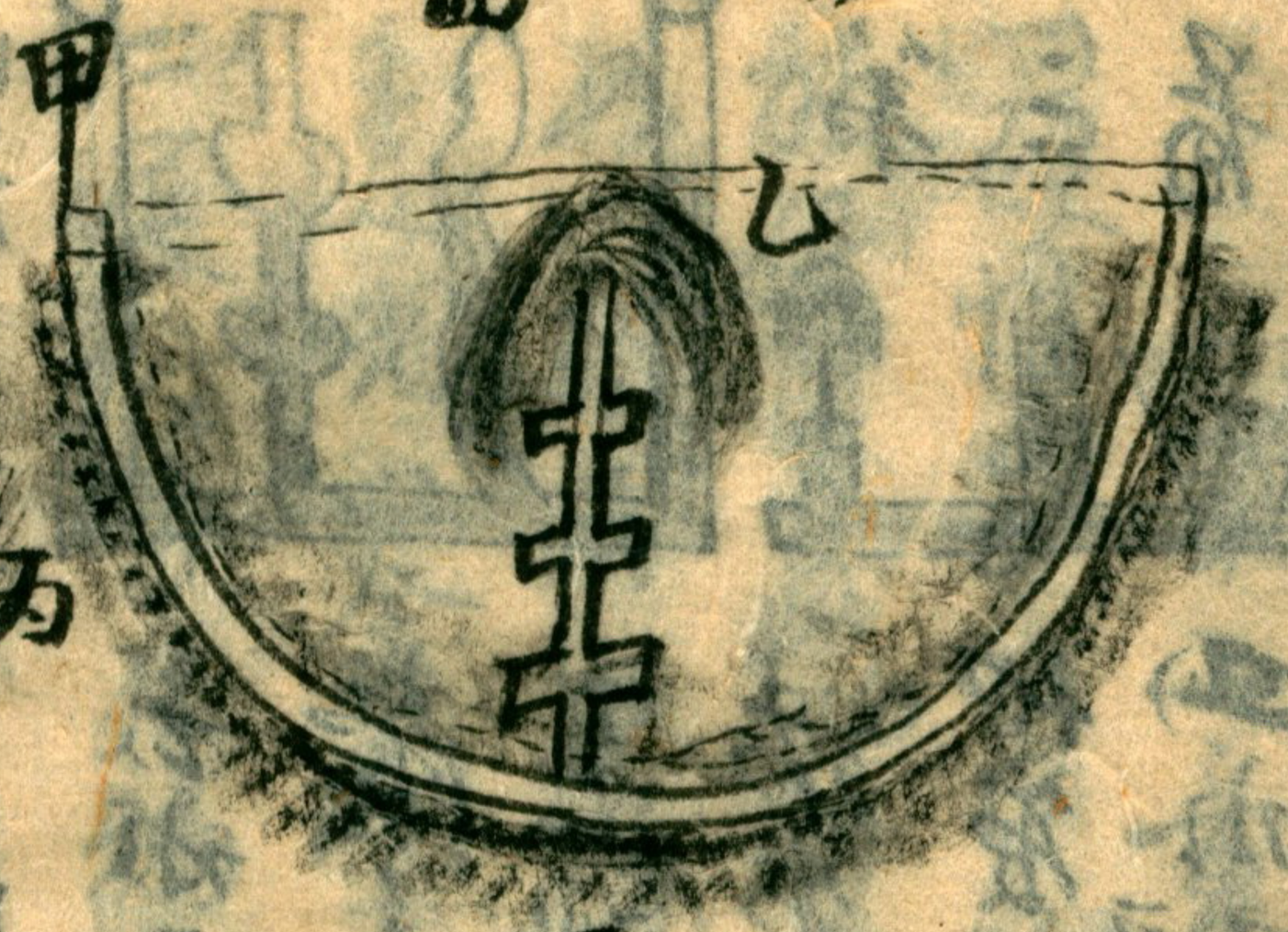
第二圖

第三圖

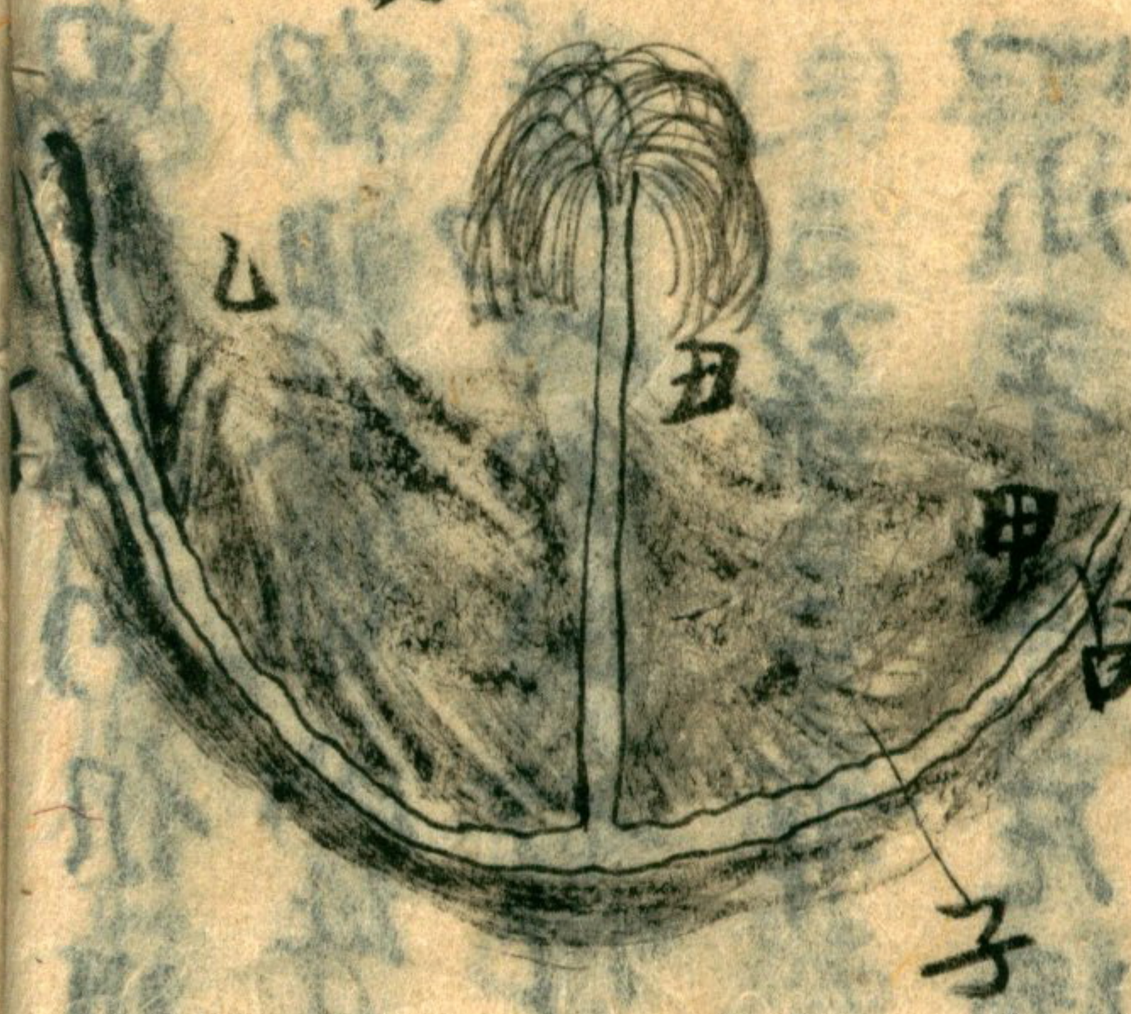
(一)小平面　凡液体靜止時。其表面常平均而與地面平行。是云水平面。如第二圖自連通管之一端以水入之。則各管之水面。必平均而靜止。又如第三圖連通之一端者。其短之處玻璃。自他端注水管中。則水即由端管之口噴出。伏水平面之理。凡噴出之高度與他管之水個因有空氣壓力以抵抗之故低耳。

(二)水面之平面　○○一噴水池

第四箭



第五箭



此第四箭甲處有石如蓋水之源乙丙噴水泄丙石鐵管水自甲處由地中通過即由于丙之管口噴出噴出之高度與其水源相平若丙于管口設機動板則可以水之流出自由回縮重量丙之圖子

(二)掘貫井○凡丙之水常含有每量不測物欲之清潔須掘井除去二十丈通過地中之粘土層供水由于沙礫層噴出則異常清潔此掘貫井之第五圖丙掘而成通過之土層子丙砂礫層山上之雨直過地層而積于丙丁之間若于丑處掘井亦沙

碟底之。則水印上升。而原生地面。平面與水原相等。

(三)水準器　如第六圖甲乙丙丁戊。

丙

量測

甲

乙

戊

丁

玻璃曲管。盛以青色之液。下三脚架。中懸有垂線。兩管水面恆平。測量時自管中水面。注於山面上。則山面上點與水平面成一直線。如甲乙丙丁戊之架平平地面之高低。測量山面上點之高低。此器有測量地平之要器

四泡準器　如第七圖玻璃圓筒中盛酒精。器者小泡。密閉之。

第七圖

平地。

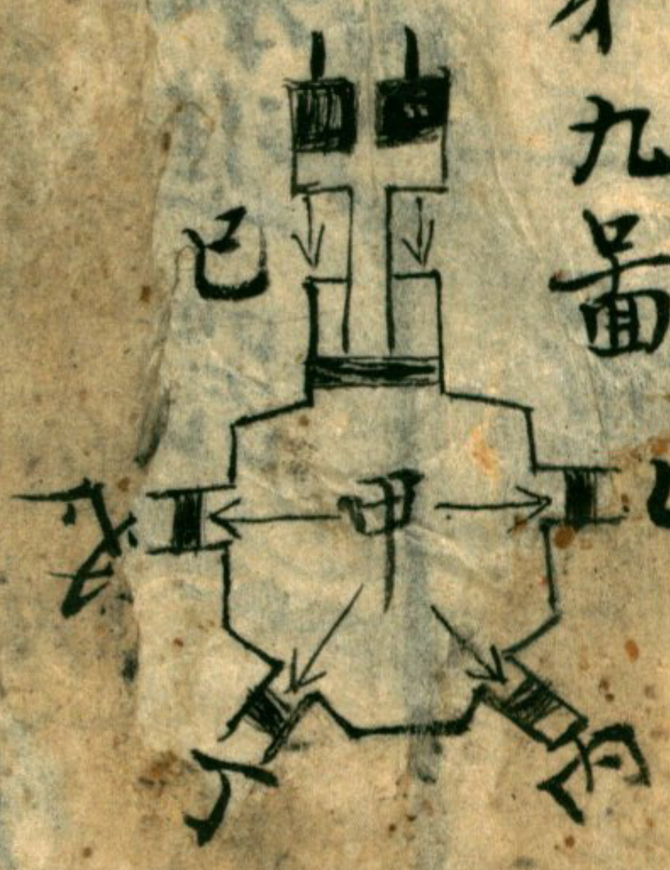
分鐵木。置平平地。則此器泡適居其中。若器偏左或偏右。則平地即不平。用此器可測知地之

(3)

汽体之传達及加任意之壓力于汽体之部。則其內之汽部。皆受同等之壓力。而達于汽方面。其各面所受壓力之大小。與面積之大小為正比例。

第八圖。甲為空心球。球面有多數之小孔。孔內皆有活塞。球周有多數之噴出之口。各孔皆著。汽体之壓力。傳于各內皆等之說。

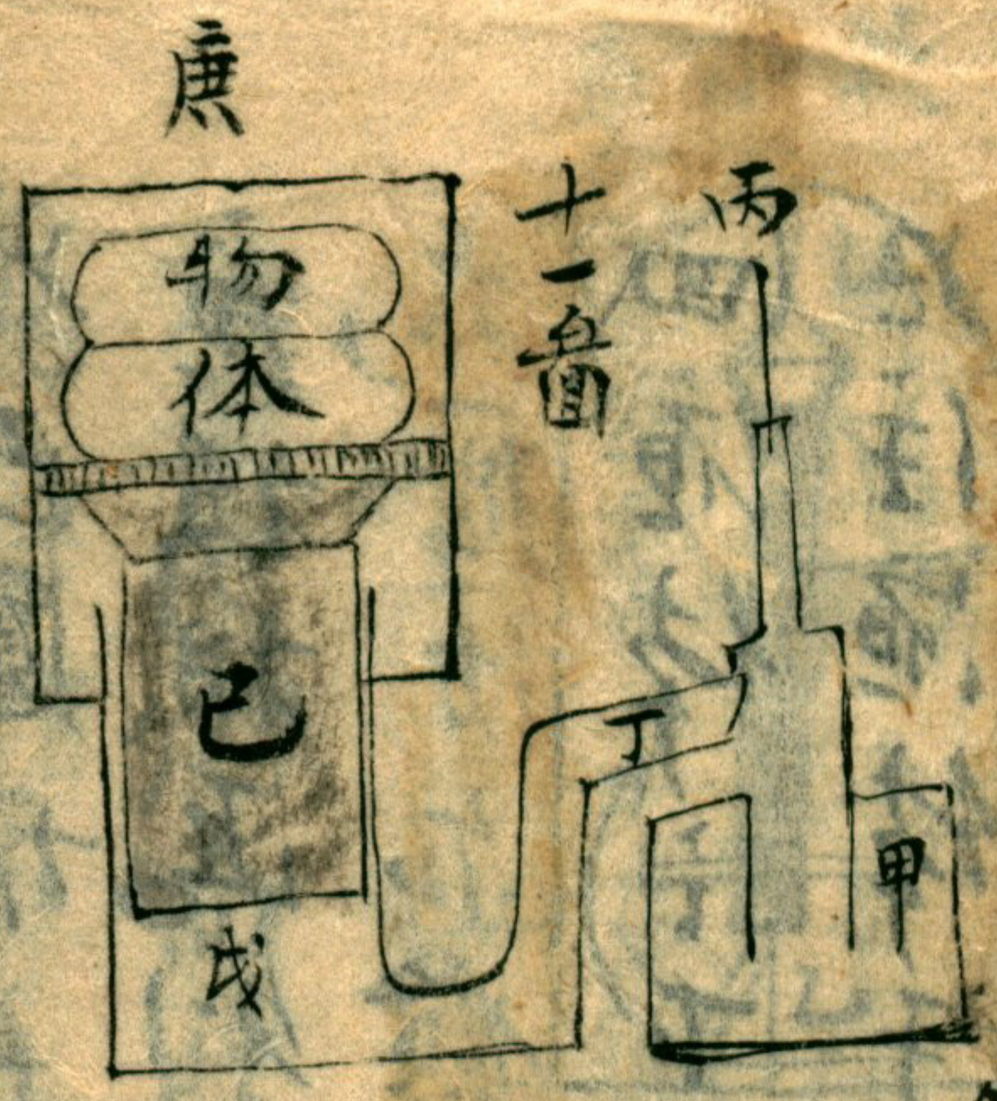
第八圖



第九圖

又如第九圖。甲為中空之氣。周圍有同形同大之丙丁戊己圓筒。各口開啟。有活塞。以水盛之。于己塞加二斤之壓力。則各塞皆增二斤之壓力。而向外抵抗。必于各塞之上皆

如小二斤之重。相穩定。是乙丙戊己之面積等。計受之壓力亦等也。



又如第十番。兩根部相通。大小兩部相等之圓桶。而盛以滿水。設小面之面積為一平方寸。大面之面積為一平方尺。則小面所受壓力為一百磅。則大面所受壓力為一萬磅。

各面受壓力大小與其面積之大小為正比例。此兩見蒸房之定例。

白頼福度用此定例。作出一器。名云云壓水杭。

其第十一番。甲為水箱。乙為提水桶。丙為活塞。

壓水時。水由丁管進入于戊。己之圓桶。因至上

外。已圓桶上面載以板。上置砝碼壓之。物体。板上外面與桶上
面板相互。則物体在二板之中間。逐面二者所壓。已圓筒面板愈
大壓力亦愈大也

四液体之下壓力

凡在液体于器中。其下部諸面之下壓力。與器之形狀全關
係。但体與器之低面相著。由低面受之。與實相著。則低面所受
之下壓力亦必相等。

(五)液体之側壓力　凡液体內部有之。與壓力于盛器之四壁。

十二圖

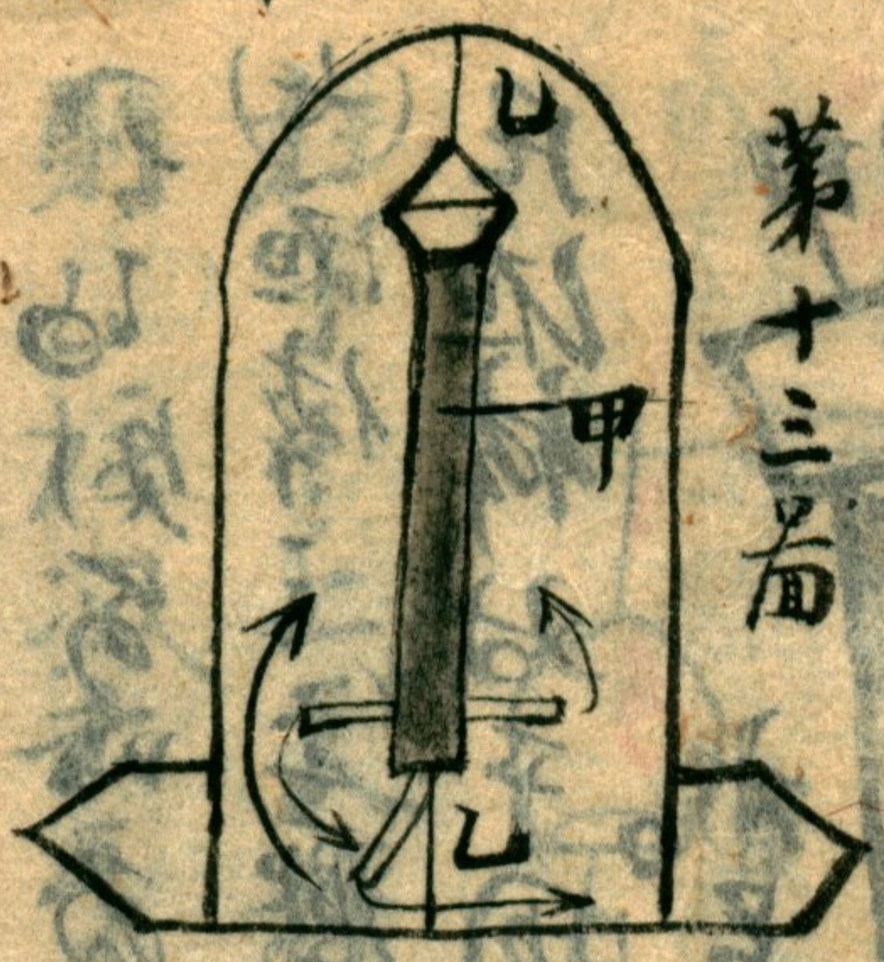
此與之側壓力。與低壓力之大小。與体成反比例。

如第十二圖下面圓桶。三穿有甲乙丙三孔。
小塞。置在一直線上。水滿之。則水由三孔

漏出。不經循甲而直線而回流孤線因乃側壓力故之面孔距水面最深。側壓力亦最大。故水之回出最遠。乙孔距水面淺側壓力亦淺。故水之回出亦最近。故水之回出亦與孔距水面深淺成比例。故水之回出最遠。

第十三篇

巴拉水車



六側壓力之應用

圖三角而巴拉之水車。甲為圓桶。乙為圓桶之軸。桶圍上有三斜水板。以水注入桶中。水沿由三角斜板而桶自則反平水流之方向而旋轉。

觀圖中之作法可知。此旋轉器。即應用側壓力而制作也。蓋凡盛水于器。器之四側面所有之壓力。與他側面所有之壓力皆等。則全器穩定。若穿孔于此一側面。則對此穿孔之側面。因水之流出。益減少其壓力。其所有

業壓惰面既度未出水前之壓力相等。故于及対之方向。生至種種
之推壓力。水深愈激。則旋轉愈速。若被大之構造。水階漸注
入。則有以用機器之養成器。

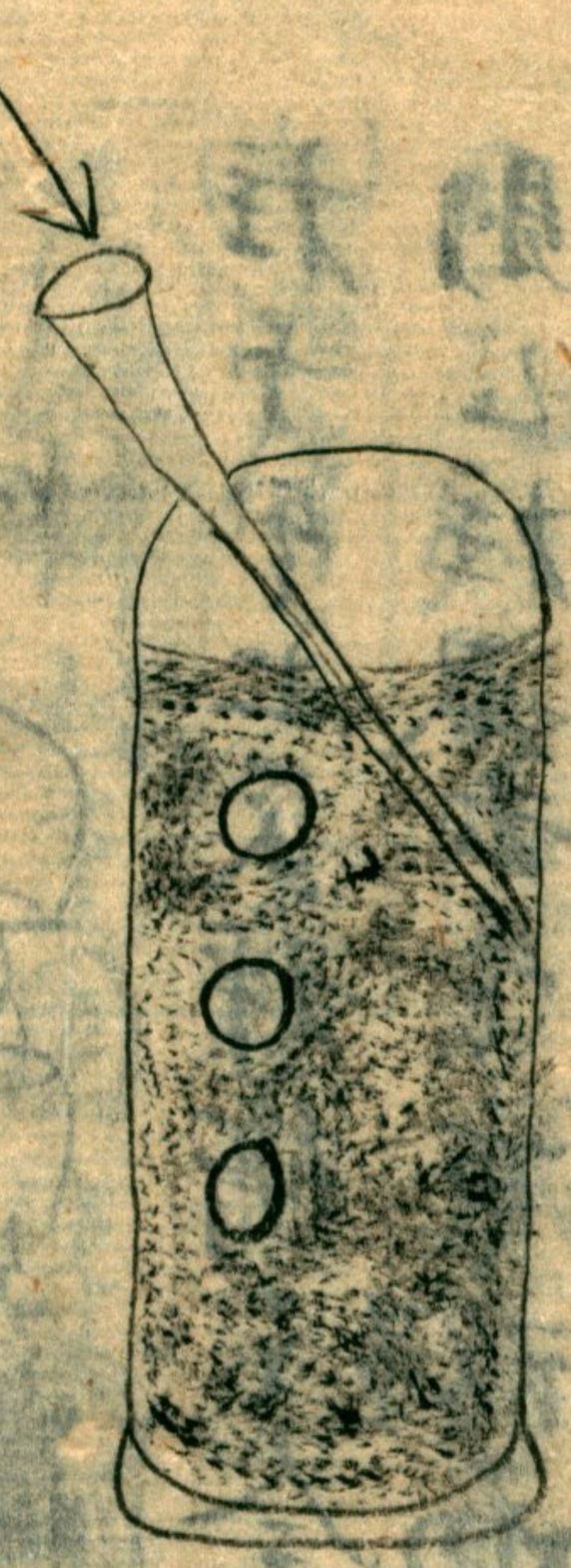
(七)酒体之上壓力

凡酒体対于固体、而有上下之分。上壓力如上図以玻璃器盛
水。另用甲面之膠板。花以乙丙固鋼板。上仮以線先
引開膠板。而注水。后而揮之水中。及弛之
線。板仍不脱。因板受水之上壓力之若注水
于器中。必使器内分之水面同高。而板始脱。此可見水之上壓力
若于受壓力之水层。至水面平水注之之。

(八)阿機美秋之原理

凡固体在液体中受固体之上壓力則
減輕其重量減之所減之重量与固体同
深液体之重量相等于固体原容之
內減去固容積液体之重即為固在液
体之重如上圖以為固物柱之長与
半徑圖等于甲原筒之內容而大
小穩分甲圓桶之低面有鉤以作上圓
柱于其上天秤衡之全量在平定之次注液体于丙之玻璃器中
則上柱減去其重致而浮於天秤之低端即下垂若滿注液体
于甲筒中則天秤復平定之前次此甲筒內之容積与上圓
柱之容積等今注液体于甲而天秤適平是上注之盛入液

体頂加以等容積液体之重而仅不失平穩定之故固体体在液体中受此失之重而与同容積之重等



九浮沉之定例

如前所述物体在液体中受此失之重与同容積液体之相等故物体浮于液体上时物体下壓之力与液体上壓之力相等故仅以穩定因此浮沉之三定例如下

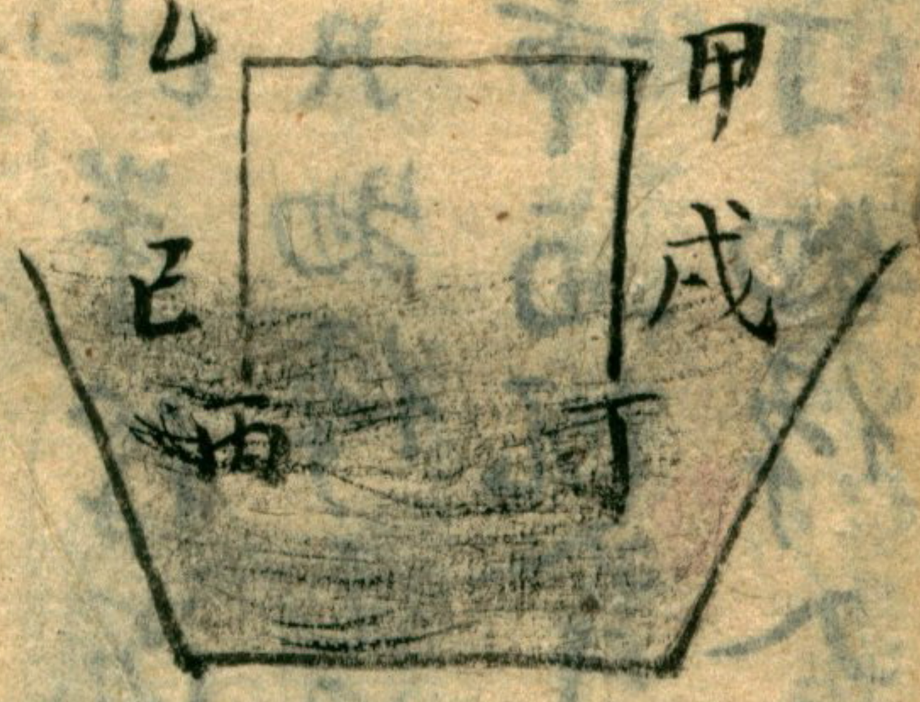
(1)物体之重小于同容積液体之重則物体恒浮出于液体之表面(2)物体之重与同容積液体之重相等則任置于物体于何位置恒穩定之于它此置之事

(3)物体之重若大于同容積液体之重則物体必下沉上図玻璃

筒中半充淡水以雞卵投之卵即下沉若用以長菁編斗狀注鹽水于筒中使水加重而卵即上浮此再以淡水注入之使水與卵容積之重適等卵居于筒之中央不沉亦不浮此因食鹽溶解于水中填塞水中之間隙而增加其密度故其浮力遂比淡水為大故淡水易于游泳即此理也又如置鐵釘于水中則必下墜置于水銀中則浮于表面是因鐵同容積之水比鐵輕而鐵同容積之水比鐵發重之

(十)半浮沉之理

凡物体之浮于表面而有一部分沉入水中者此則物体之全重與沉入于水中一部分之同容積之重量相等如上圖甲乙丙丁物体入于水中沉至戊己而穩定則甲乙丙丁物体之全



重必沉于丙丁戊己之間容積之水重鉄甲軍艦能浮于水面者即本此理故生抛水嚙數有一定之分推莫而知

石鹼即羊肥皂之

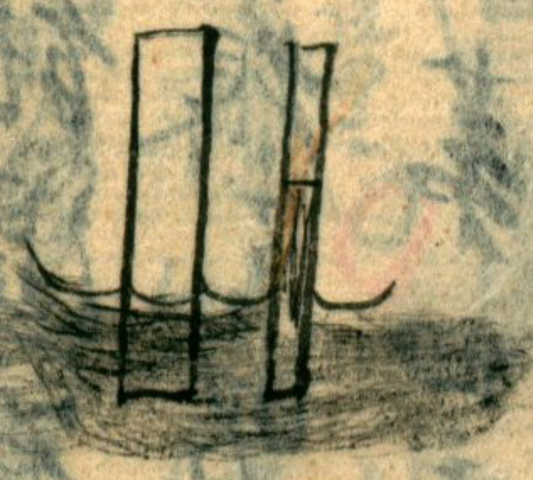
(十一) 表面張力

凡液体之表面皆不平均而生之收縮力曰表面張力液体之表面皆呈微小收縮性之薄膜而自行收縮本能如以一滴之水銀落于玻璃板上則成球形是水銀之附着力弱而表面之張力強故量之收縮之結果而成球形也又如以金屬線造一圓環進入于石鹼溶液中取出時即成薄膜復作一個孤小箱以石鹼液浸之係置于薄膜上

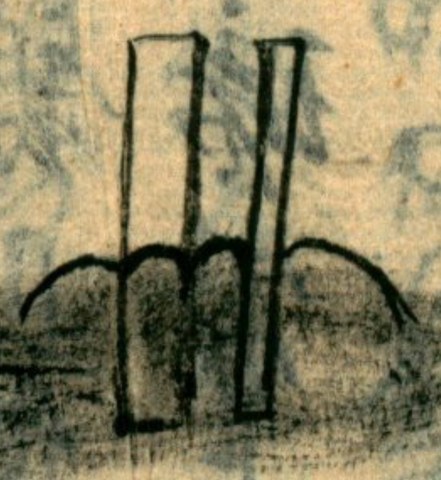
以热金属線。硬小鞭四ニ落膜。孫或忽拼張而為圓形。如上圖。是因鞭の石鹼液液。紙ノ四方ニ自。延引ニ使然。水ニ表面。亦有張力。如以曲線于金線ニ面。徐置ニ于水上。則不下沉。是即。芳ニ作用也。

十二毛細管現象

(甲)



(乙)



以極細ニ管。擦入于液体中。則管中液体ニ表面。較ニ管外液体ニ表面。恰有高低。而失ニ水平面。名云毛細管現象。如圖。以圓鏡不等ニ玻璃管擦の水中。則入甲圖。管中ニ水銀ニ為于管外ニ水。且ニ管愈細。則愈高。ニ面又不成水平。而四状。若以此管擦入水銀中。則如乙圖。管中ニ水銀較低于管外ニ

水銀。其管愈細則愈低于面。而又成小平面而凸狀。此因玻璃管與水之張力。大于水分子凝集力。故水能浸玻璃管而成凹狀。水銀與玻璃管之張力。小于水分子凝集力。故水銀又能浸管而成凸狀。此毛管現象也。例如燈心之吸油上升。棉根之吸收水分。以及一切植物生活作用。皆毛細管之作用也。

第四章　比重

(一) 比重之定义　以攝氏三度时蒸溜水与某物体同容积之重量相比。而成一倍数。名云比重。如銀之比重为一〇・五。即銀与同容积之水相比。其重量为一〇・五。水银之比重为一三・六。即水银与同容积之水相比重。而水银一三〇六。依次類推。

(二) 固体比重测定法

量

以上圖用有嘴之瑠璃器。盛攝氏表四度時之蒸溜水。以固体物入之。則水由嘴溢出。此溢出之水即与此体同容積之水。用秤衡之。以重除物体之原重。即得此物体之比重。又法先以天秤衡物体之本重。在空氣中衡之。則必減輕之重量。此減之重量。等于同物体同容積之水重。以此重除物体之本重。即得物体之比重。

(三)液体比重測定法

以固体物在水中衡之。而測定与同容積之重量。再以此固体物在甲液中衡之。而測定与甲液体同積(容)之重量。二量相除即得甲液体之比重

四比水銹經之固体比重測定法

凡固体之銹經を水に置て水中則浮て水面而已不沈難測定

与水同容積之重量故以壓沈之重量体積共沈て水中而衡之

以求其同容積之水重銹經之減去重量体積之失重即銹經

体積失重与銹物体積同容積之水重乃以銹体之失重除銹

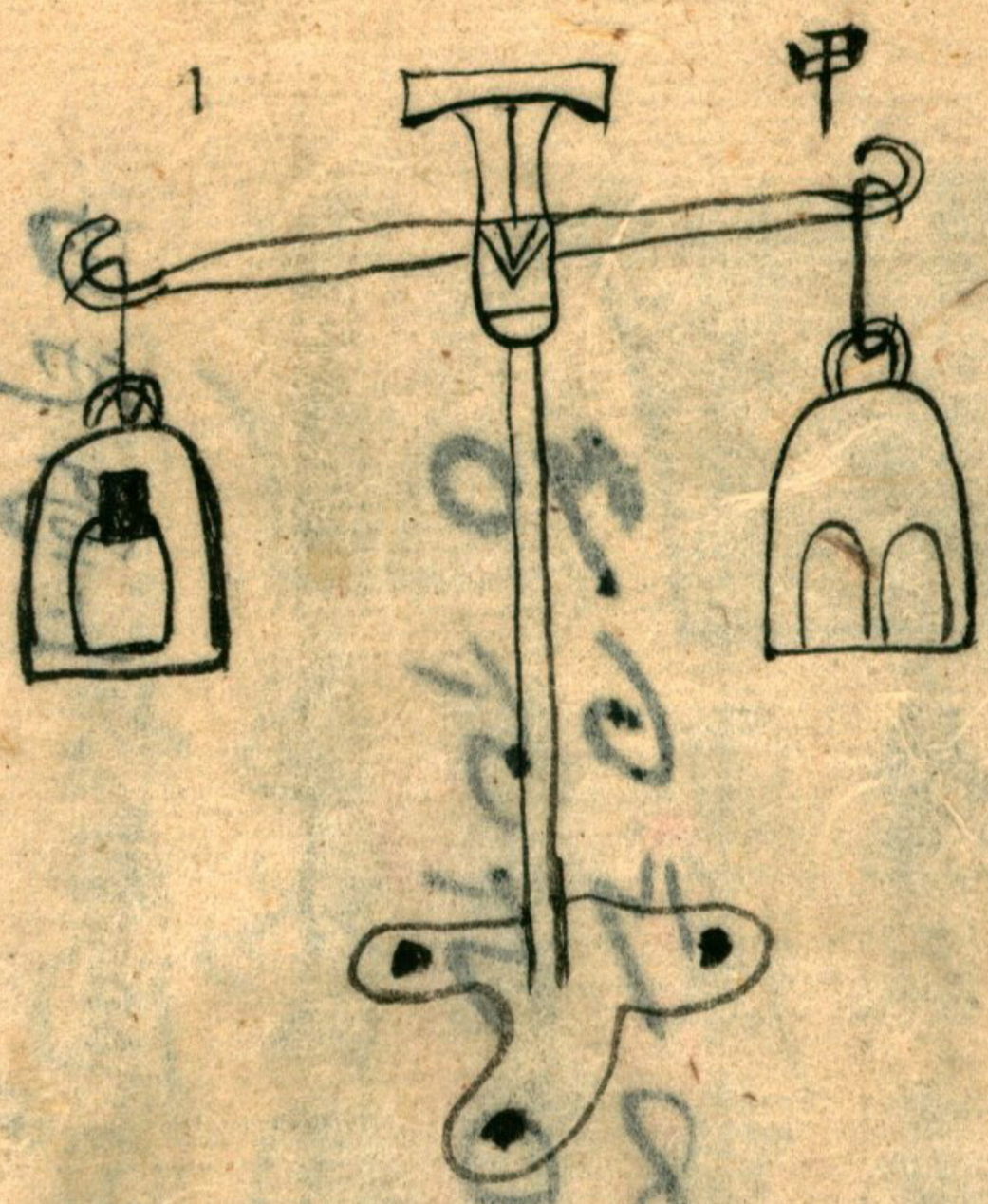
体之原重則得銹体之比重

第五章　气体

气体之种类有二曰良性体如水蒸汽压力与热度低下温度不能液化是谓气(2)曰惰气即液体受强大之热力而气化在此冷至当下温度即变为液体再冷则变为固体此亦惰气是也

(2)空气　由地面直上至一百五十里及一百八十里皆有一

種之氣体圓徒之。體云空氣亦名大氣。空氣之性質不特
無凝集力。且有擴散之性。相互離開。以氣体之于真空
杯極中。則不集于一處。而各自分散。於圓徒地球之空氣亦
以不分散于真際界外。因地球有自然之力吸引之故。愈
近地面引力愈大。空氣愈厚。愈高則引力小。空氣愈薄。
(3) 地之重量 空氣受地球引力而加厚。故空氣亦有重
量之例。



甲圖。先以玻璃瓶置于機氣秤
杯上。抽去瓶中之空氣。而架于口。以天衡
之。使準平。次取口入以空氣復衡之。則
瓶必較前加重。天秤之捍即不降平。
此可見空氣有重量之平重量之定例。

約一立方的西米空氣重一三克爾。

排氣機

四邊氣之抵除

抵除氣力之抵氣機

如上圖甲乙丙丁戊己庚辛壬癸子丑寅

圓筒內裝丙丁二活柱筒內裝活柱筒內裝有

辛壬癸子圓板

筒甲乙圓筒先通以戊己管又將庚瓶

瓶中空氣與管中空氣與筒

三在內的空氣若推活柱丁內

筒成則成辛壬癸子圓板受筒內空氣壓力

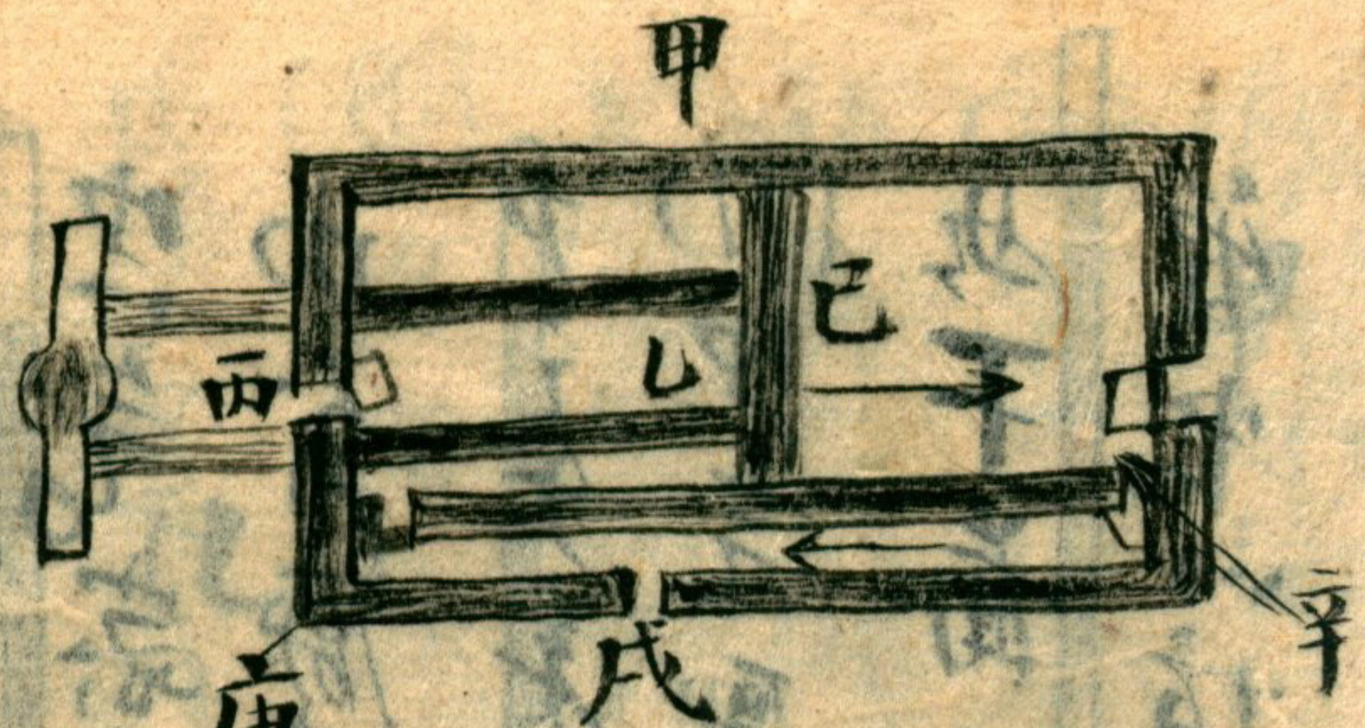
閉丁辛壬受筒內空氣壓力

內空氣即因活柱丁隙而出于外

因活栓長向前口。則下瓣受活栓出氣之壓出而開。式瓣受中與管內之隔出而開。中與管內出氣。因隨補出氣之之充滿之手筒中。於中與管內出氣。隨前而出。若活栓時而進退。則中與管內之出氣。隨之而長。之能於中與管內之出氣。抵去玉面。設抵上附屬機查真出氣。如之此器八一玻璃曲管。內盛水銀。其上手成已管。內造等發之玻璃管。其丑面。若中與管內之出氣形。尽而為真出。則曲管內之水銀。而相平均。但抵氣時。出水銀面恰不能適平。因此器從難成真空之。

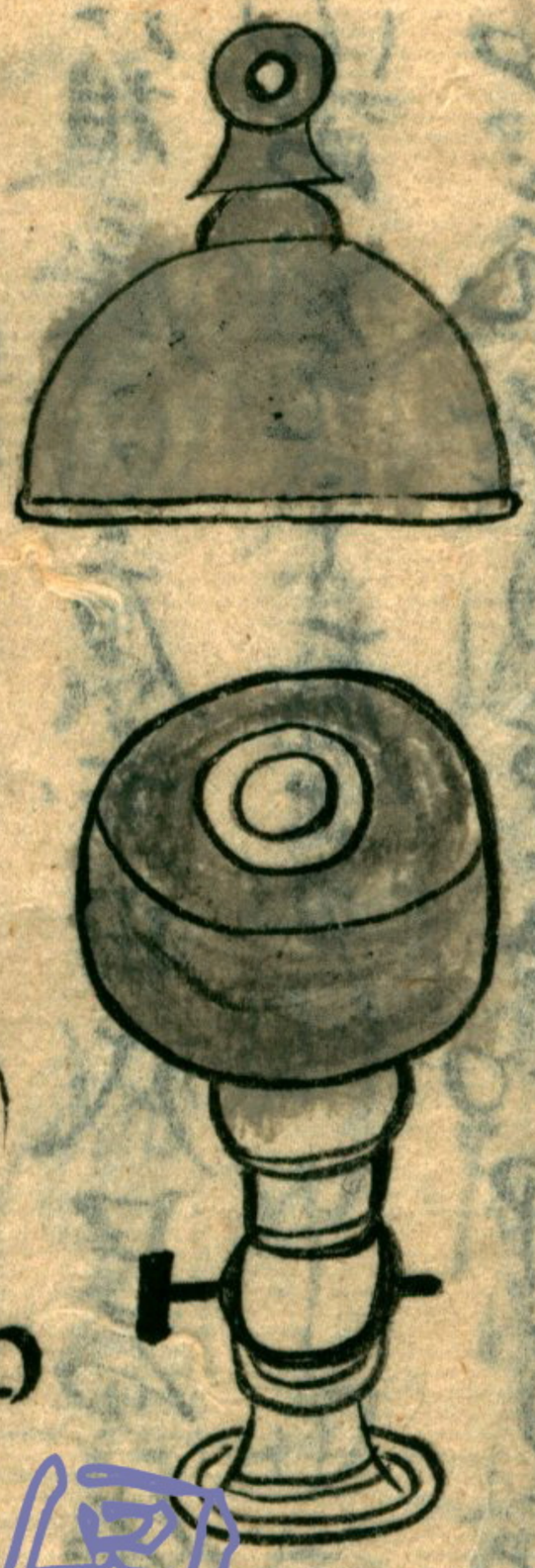
(五)出氣之收入

收入出氣之器。為尋常金工所用之風箱。如上圖。為風箱之橫斜面前後兩端有



向内用之丙丁兩方內箱底有向外庚辛兩方內箱內
有三板活推己庚辛双揮而由拐柄以便抽送推向前
後時端之空氣抵兩面之空氣抵兩丙方而進前
端之空氣濃集即壓開丁口張開箱低之辛方則
由戊口而出抽開後時端之空氣稀薄箱面之空氣
抵開丁方而進後端之空氣濃集即壓開丙方流開
箱底之庚方由戊口而出戊方之番放氣以吹火供一切燃燒之用
(b) 空氣之壓力
空氣既有重量即有壓力凡地球之物無不受空氣之壓力矣
此以玻璃筒之下口密合手抵氣杭之圓板上而將手掌覆筒
之上口少抵出筒內空氣手即緊切久之則手不能提起痛苦

一場。若以膀胱皮封閉筒口而抽之。則膀胱既出壓下。故型有高因筒中空氣之抵力。不敵筒外空氣之壓力故也。

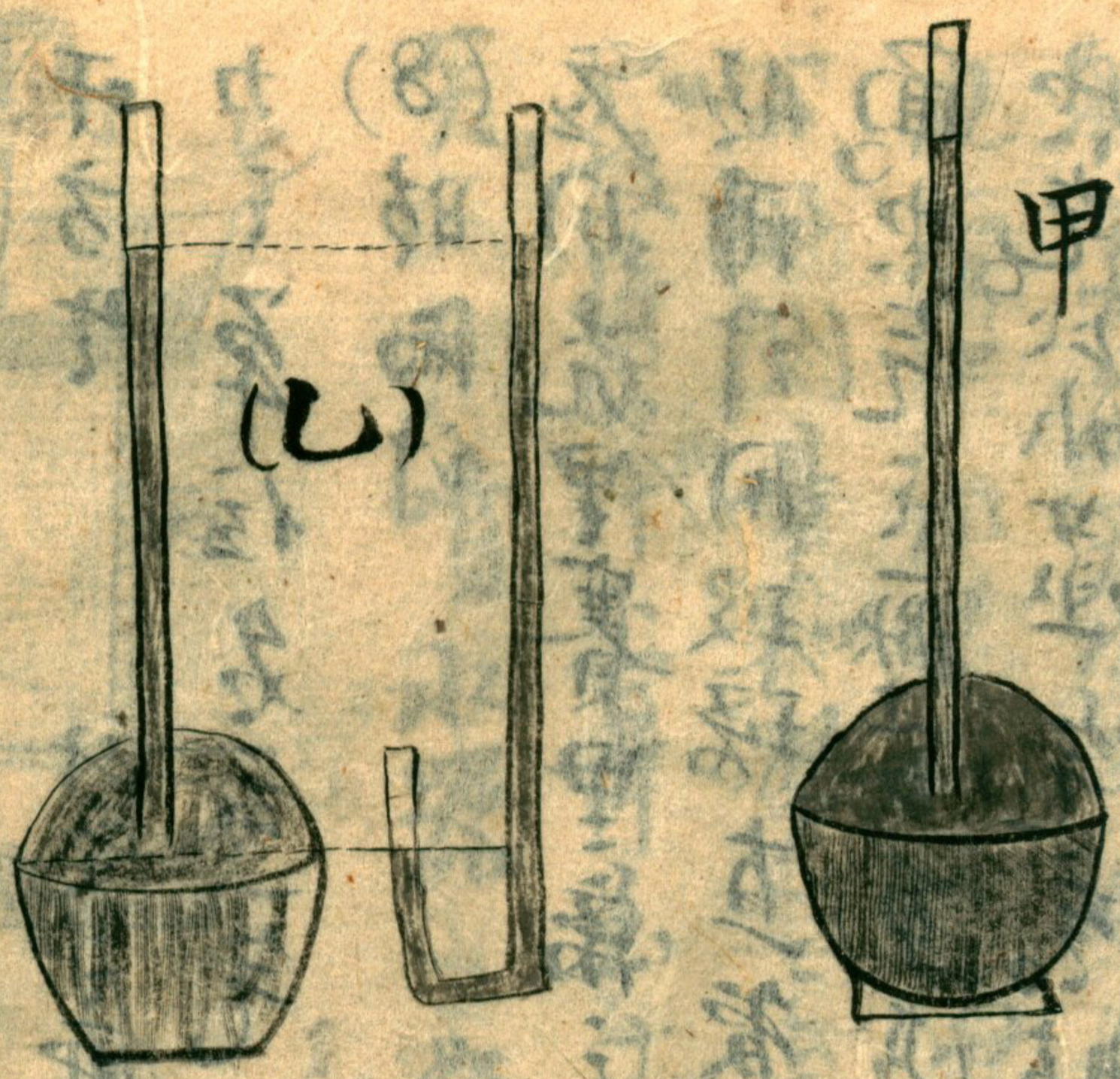


麥哥得堡半球

又如上者有麥葛得堡半球。仿金屋所製。半球合。置于抽氣机上。抽除球內之空氣。密閉栓活。則外一二人之力所能開。若放進空氣。使內外壓力。則易以相敵。則提之自開矣。即此可見空氣壓力之大矣。

四空氣壓力之例法。

如下圖長一米突之玻璃管上下兩端。一開一閉。滿盛水銀于管中。以指緊閉下口。而倒置于水銀杯中。若使抽去下指。則管



中水銀漸漸下降。而止于一寸三分。距水銀面約七十六生的米突。此甲又或以彎曲形玻璃管密封。注水銀于其中使充滿。次倒而驗之。其兩管中水銀面相距三寸。亦為七十六生的米突。此乙即管口所受空氣之壓力相等。因十六生的米突水銀注之重。即為管口空氣壓力之力。今設管口面積為平方生的米突。則其重量為一〇三三二六二支蘭

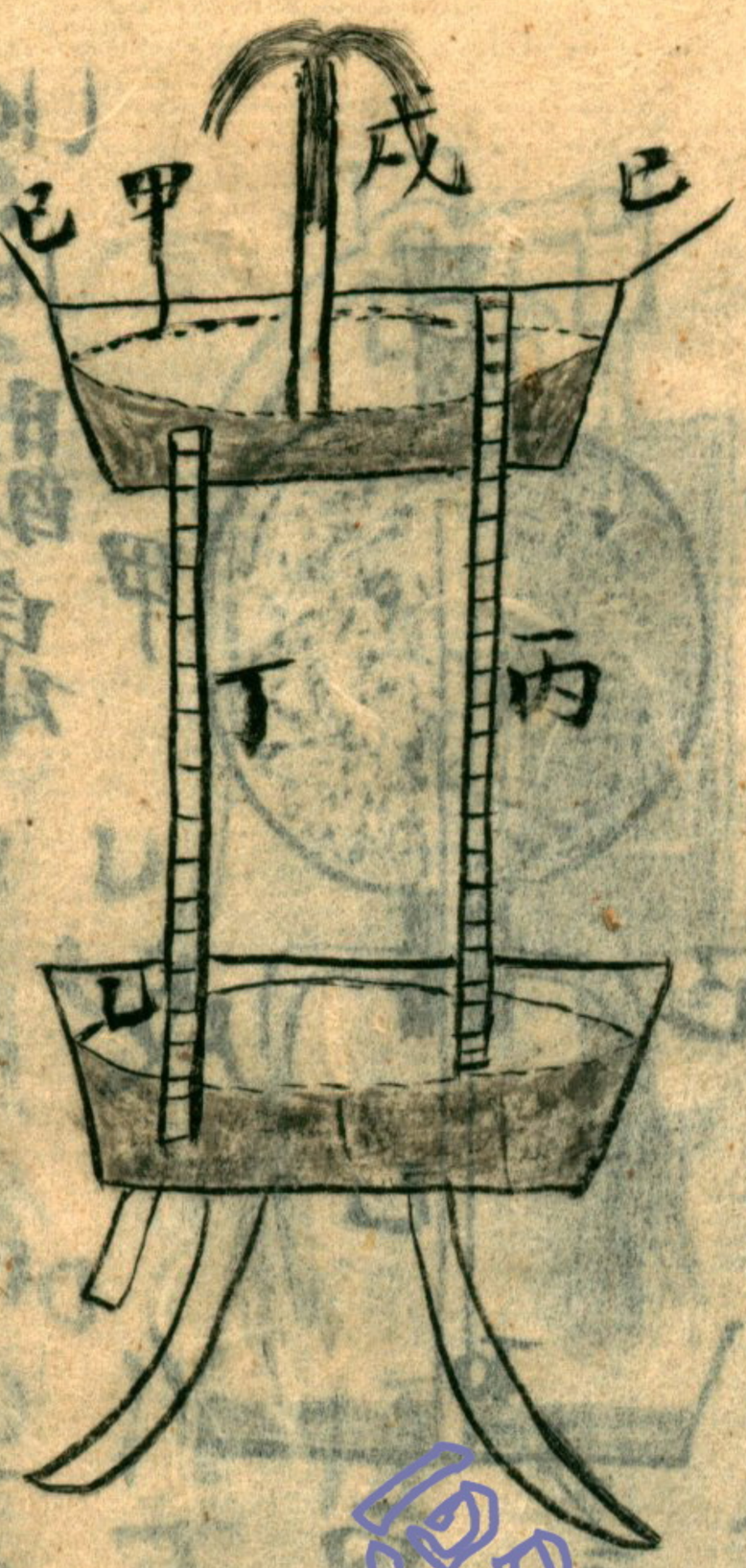
一三三

因水銀每生比重為一三・六。一〇方生的米突水重為六支蘭則

一立方生米的水銀重。為一三・克蘭於七十六立方
糎の水銀重。之為一・三三六克蘭。伊太利人克里賽里
氏發明水銀柱上の空隙。名克里賽里真空。
又稱之為
平方生
糎の水銀管。又平常海面上の空氣。即以此
力の單位名云一氣壓
(8) 時雨計
之用克里賽里管の水銀。領知天氣の雨時及雨計。
時雨計用玻璃直管。充以水銀。倒立于水銀槽中。而固定于板
面。空氣の壓力更強時。管中の水銀柱亦昇高。因此燈の
空氣。比水銀柱氣高。時天空氣中の水蒸氣。則壓力大。而水銀柱

殺翁。而天地元中信有水蓋。元則壓力小而水長柱殺底
沒殺中水長柱不高低。蓋元小定天元元之將時將雨。又用此器
而以測量地勢之高低。地勢愈卑地面愈高則愈卑落
地將時計上昇五十米突半。則殺中水長亦下降一里米
突。

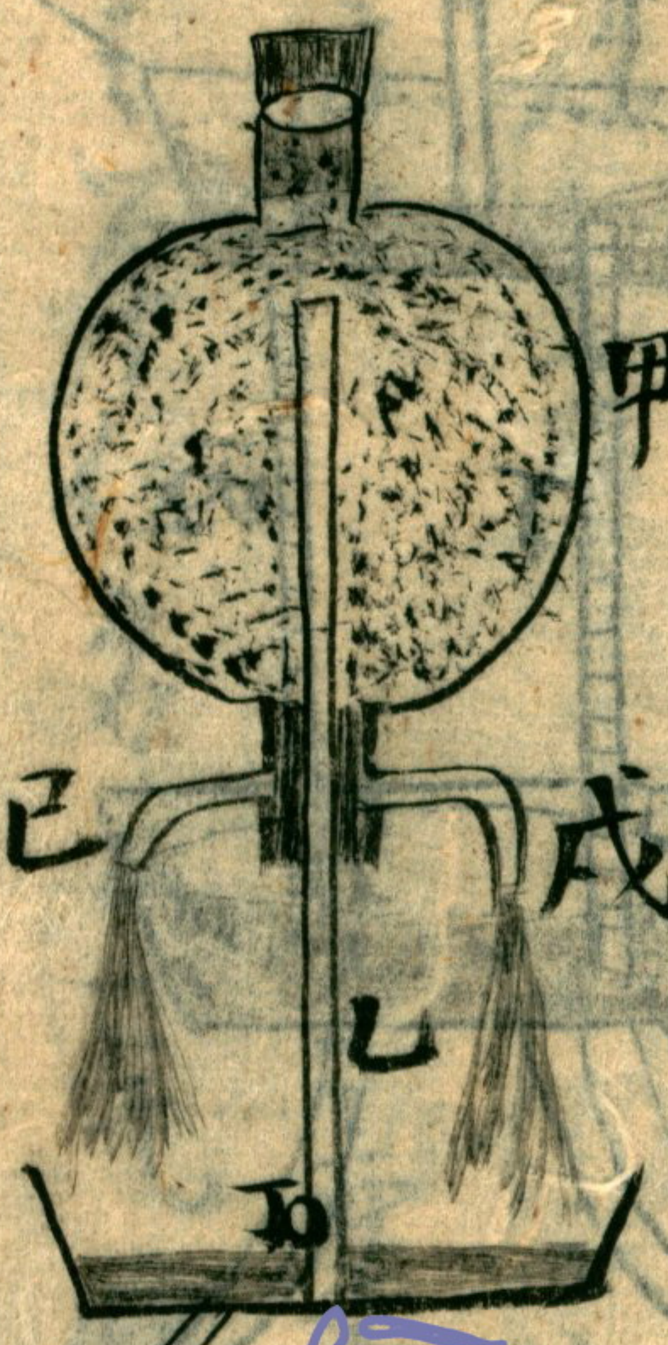
(9) 噴水器



如圖甲乙兩圓箱。直以丙丁二殺。吊以尖
殺戊己二甲箱中。甲箱上附有兩條
殺戊己。先半盛水于甲箱內。然後
注水于甲箱上。則水由兩殺流入
乙箱。箱內元氏因之收縮。而使元漸
帳至力。壓之力。由丁殺出。甲箱內元氏亦漸加濃厚。而
施元之大膨漲之力。以壓于水面。則水由戊殺噴出。

之水。移于甲箱上。用有邊緣防之。復由兩管流入乙箱。于是循環往復。而戊管遂噴水不已。

(10) 間歇泉

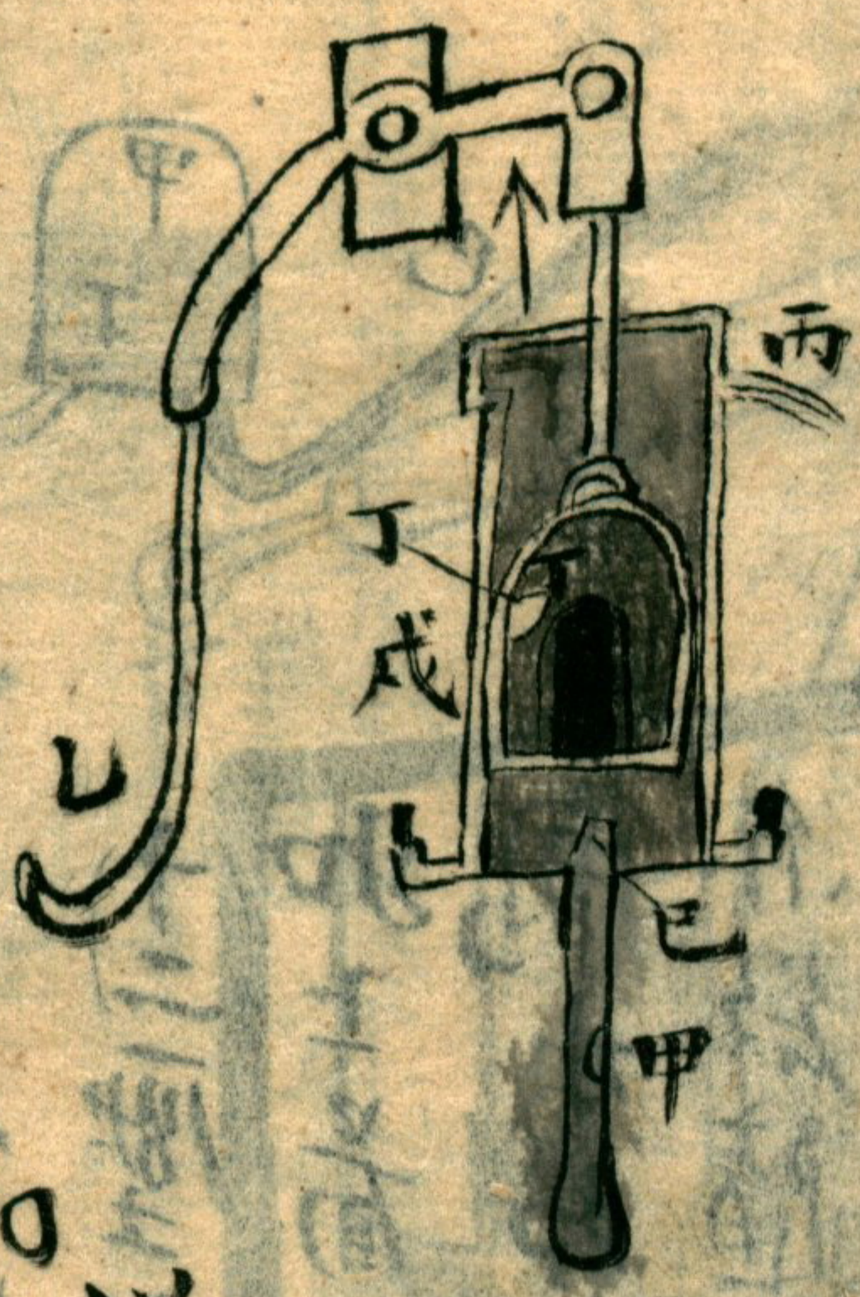


如圖。滿盛水于甲內。球中閉塞氣口。則內氣由乙管丁管上升。使水自戊管噴出。及流出多後。水移于己兩管流出。及流出多後。水移于庚兩管中。丁口尽沒。內氣不能外出。戊己兩管流水即止。而庚管待兩管中水由庚眼霧出。已至丁口之下。內氣復由丁口升。水又從戊己兩管流下。如是時流時止。玄甲球中水尽乃已。日考古時在用此理。挑燈之具。如上畫燈盞之上。製鼠形盛油器。滿注油于器中。若燈盞油尽。則內氣由管中上升。使油自鼠口處流于盞中。燈

壺中油滿。則不復流。盡。則自然流出。不必免時之滯注之勢。

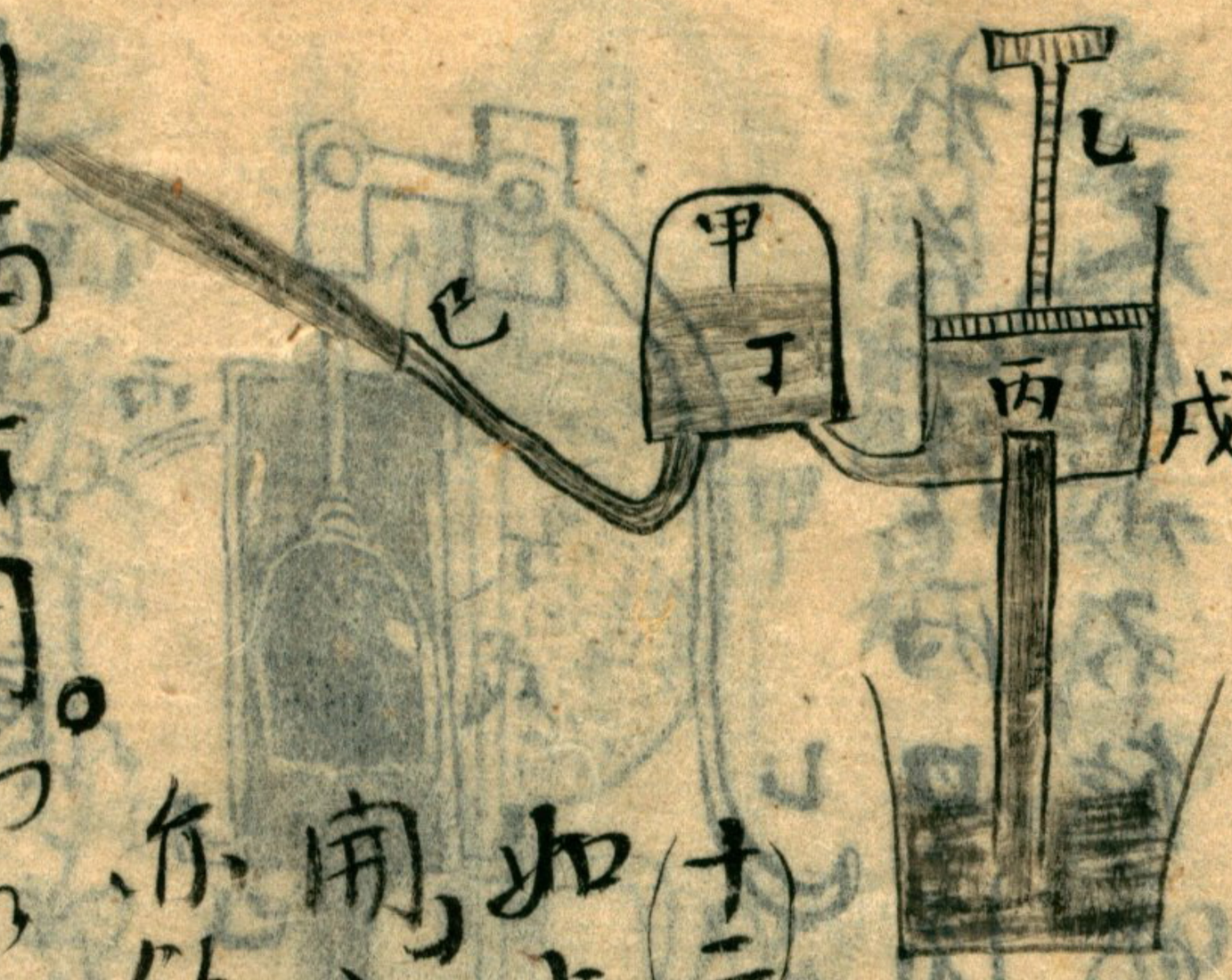
吸上唧筒

十一吸上唧筒



此筒之下部。成為圓筒。下底以甲為圓。通于水中。為活栓。之之上附有活舌丁。戊筒之底。亦有活舌。今將乙活栓提上。則戊筒之上部。成為空虛。丁舌開而己舌閉。水被吸入。乙之壓力。不及己舌直入于戊筒之下部。復將乙活栓壓下。則己舌閉而丁舌開。水從丁舌進出。活栓之上。活栓柄。果上果下。水遂從丙口流出。但甲筒之長。正不過三丈三尺。如過三丈三尺。則水不能吸上。因乙之壓力。真與小艮柱生的米粒七十六分之一日重量相等。三丈三尺之小重。等于七十六生的

十二壓上吸筒

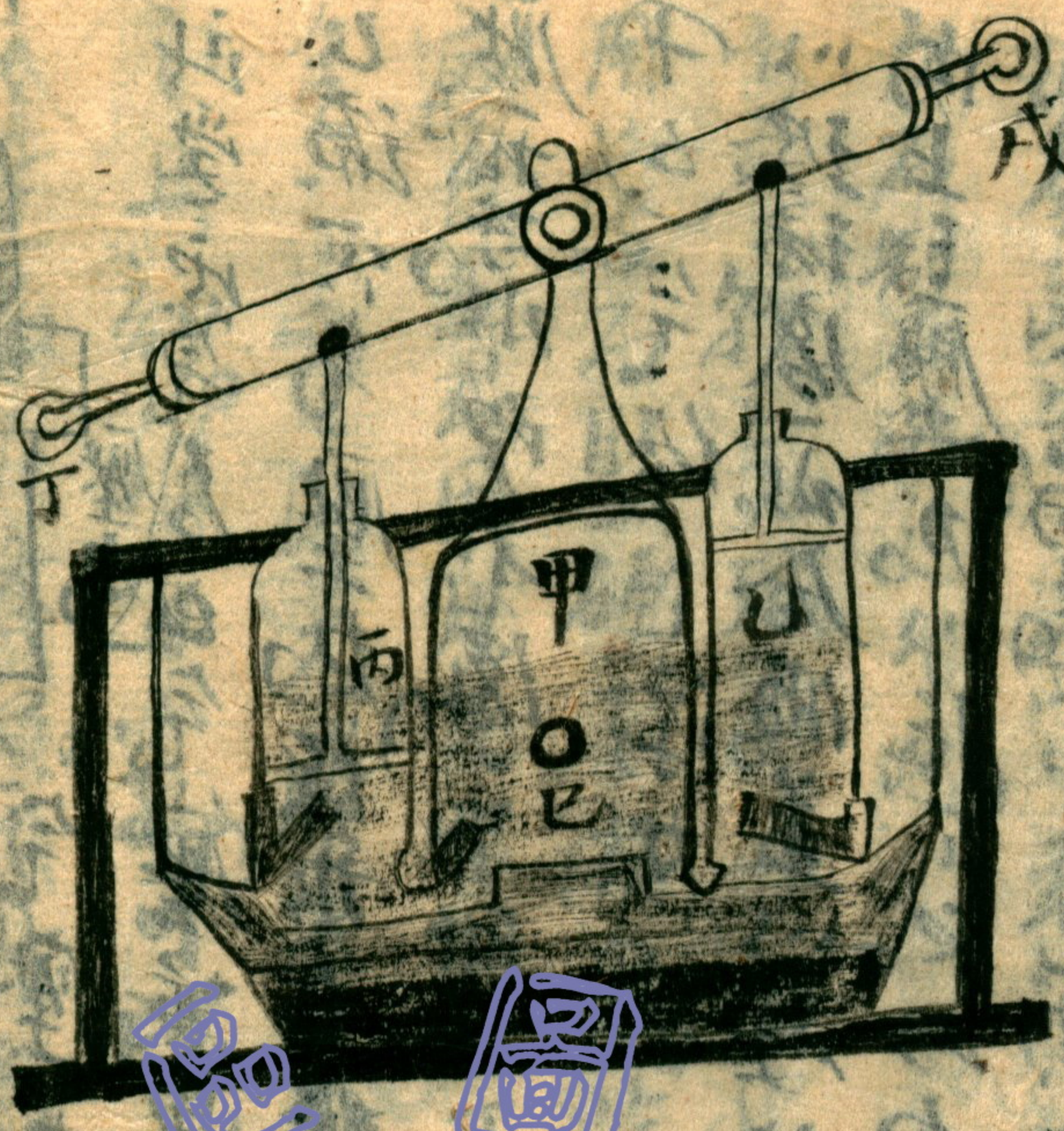


米笑之水艮柱重。故空氣尚能將水壓上。過此則水之重量大于空氣之重量。故水不能吸上矣。

(十二)壓上吸筒

如上圖將柱上抽。則戊筒內之空氣生。而丙壺內水即從之而上。(因柱活上抽時。甲管之空氣。亦啟隨之而出。然因丁壺內水閉塞。復將活柱下壓。則丙壺內水不能下降。于是丁壺活閉。而入于甲器中。甲器中之空氣。因之縮小。而啟壺活。啟驟開已。則水受空氣壓力。向外噴出。其力甚猛。

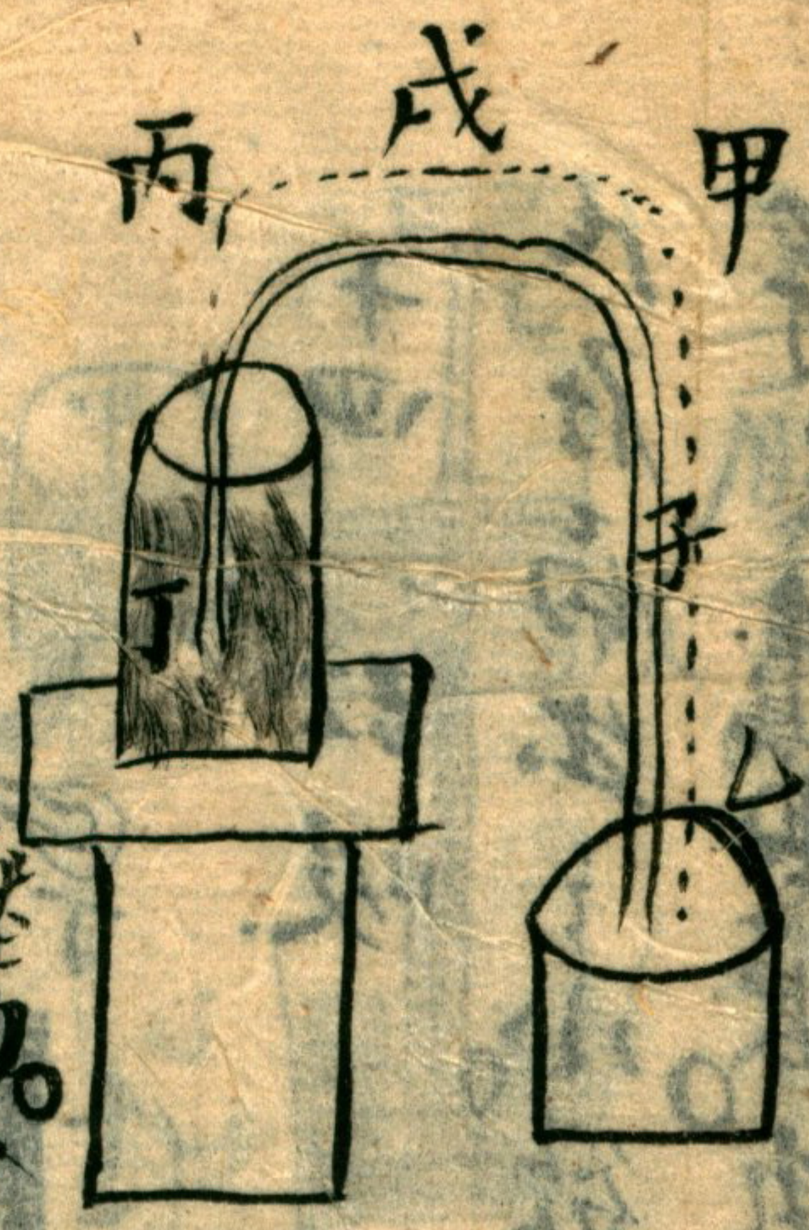
(十三)救火吸筒



如上圖凡由兩壓上吹管所成有乙丙二活栓可互相上下。今提乙栓則甲之氣漸漸水面庚去而進。而栓即下壓。送水于甲空氣之內。甲空內之空氣漸漸即收縮。而生如常之壓加。合水自此通道加復噴出。甲空氣空之上部常貯空氣。乙丙二活栓互相上下常貯空氣。

十四　虹吸

凡在兩出之水。欲使其流出。而用虹吸管。如上圖子屈長短不等之彎曲管。執短之一端于水中。以口吸進管內之空氣。



則水面除空氣之壓力外于上方而直達戊点沒
此流出之端。若用甲乙管長于丁丙則甲乙之
之水柱高于丙丁之小柱。而丁端所受之空
氣壓力。則比甲端壓減。丙丁小柱之重乙端
所受之空氣壓力。與甲乙柱之重丁端所受之空氣壓力大于
乙端空氣壓力。故水自甲端流出。若丙管之長相等。則所受之
壓力相等。水即不流。

(十五) 空氣之浮力

以玻璃管水全滿。蓋以硬紙遮住。倒轉之。則水不流出。內空氣有
向上之壓力。以托之。此向上之壓力。名浮力。空氣所有浮力。則
凡在于空氣物体。如輕氣媒氣。中烟塵埃等。皆于浮于空氣之中。

現今試造之中无行作用之輕氣球者皆利用火氣之浮力而製成之也。

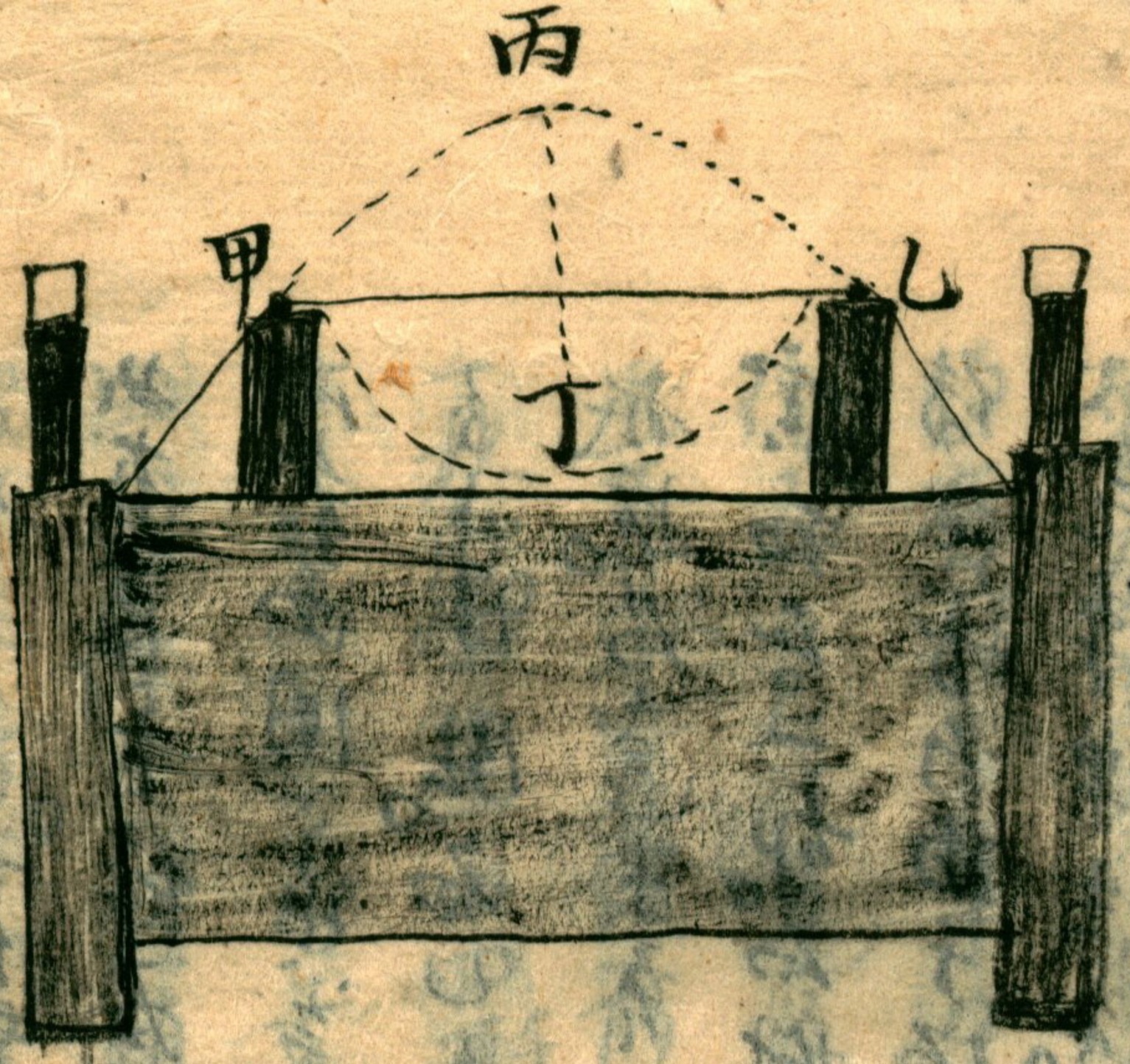
十六 輕氣球

用堅固而堅硬之布帛。條以洋膠。製為球形。內盛輕氣。之須廣長五或用煤氣中烟[illegible]中[illegible]特別之重。輕于同容積空氣之重則无騰。于中氣則下墜。有舟形之籃。備人乘坐。球之上部。設有小孔。可隨意開閉。以便放出輕氣。若欲下降。先放出輕氣。而下降也。其升高下一等五千尺。此球為一千七百八十三年。法人鳩奈夫兄弟所試者。明。因見之歲差。浮于空氣之中。乃作一布球。內充以大烟。十五分鐘。即能升高二三里。于是知最大之布球。繫以籃。坐人于其中。亦必能上升也。當

千六百七十年。法法之戰。巴黎被圍。嘗法人嘗用氣球。自城中出入。當時所用之球。只能上升隨風飄蕩。不能左右通行。有一球被風吹。行十二哩。鐘之久。乃擱成。竟行三千餘里。今之氣球。則設有運機。能可以左右通行。但不能比準耳。

第二編　音学

一　音源　物質震動。則發音。震動之後。而再于靜止。則音響隨時消滅。例如鐘鼓等器。擊之則鳴。若手同時以手掩摩之。使不震動。則寂然無聲。鐵絲尺條之類。使平兩端固着于木箱之上。以甲線以指彈之。則發清音。當發音之時。平鐵絲常隨兩丁字之程。而往復運動。此兩丁字之程。曰震幅。大平音強。震



動小平声無弱而至于無。凡物必有震動而後有音。故知物之震動即為音之起源

(二)音之傳達

凡音之傳播必有其膠質。空中必有媒介。試置鈴于玻璃殼球中而震動之。則有声聞于外。若以排氣機排除其內空氣而再震動之。則雖聞其音。由是知空氣即為音傳達之媒介。無空氣則音即不能傳達矣。

物体之能傳達音響者。也多。如空氣之外。若水若固体。皆易于傳達音響也。如特鈴于水底而震之。則近水面之魚類聞音而北遁水低。

又取長木材。於其頂附着于一端。不干他端。以木槌擊之。音亦亦聞。即水與固体傳音之証也。

三 空氣中音波之傳達之理

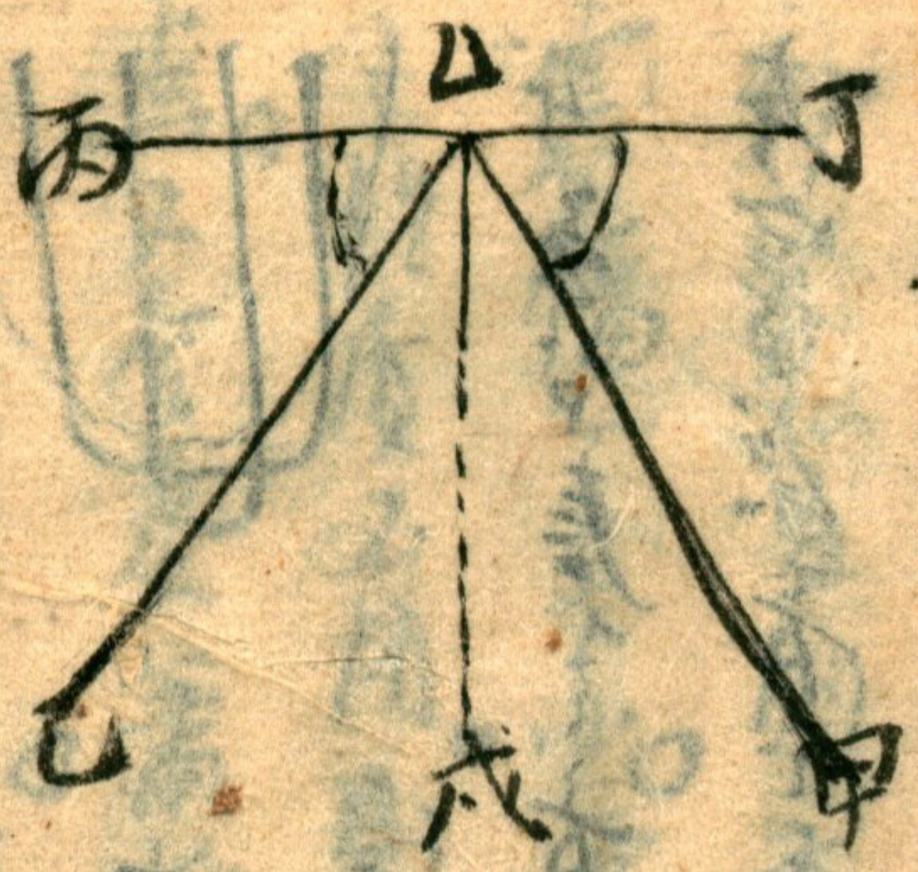
如有發音体乃鐘。懸于一處。以撞擊之。則全体震動而發音。微物体震動四圍之空氣。亦受刺戟而收縮。空氣則有膨脹之性。于是甲乙子膨脹。而乙子即收縮。乙子膨脹。而丙子即收縮。互相抵抗。乃達于耳。耳之耳中。有名曰鼓膜者。長四尺餘。長之鋼絲環柱震動。兵一部。而附次傳至于他部如陂。動搖。由是觀之。乃知物体傳達音力。由于彈性之愈強。傳達力愈速。長彈性則不傳。故水比氣体彈性強。水之傳達較速。而固体比水之彈性更強。而傳達更速。鋼之彈性最強。即所于傳音。

四、音之速度

音在空气中。当摄氏〇度气压七十六生的米突之时。尺一秒间约为传速千〇四十尺之速。若温度每一度则速度加一尺九寸(通常作为二尺计算)故平日当温度四十时度。一秒间音之速度。约达五千百廿尺之速(准)前说。此音传气之音。故音在水中之速度。一秒时约达五千四百四百尺。此在地面传播加四倍。在固体之速度。一秒时约达五千零二千九百尺。在空气中约加十倍。固体传音之速度。由固体之种类不同而有迟速。例如在小隧发声。则速于彼岸之音。先後二次。是因由木传速彼岸之音。而空气传之音。所迟到矣。又以铁制长管。置钟于一端。于他端听钟之鸣音。先後二次。是因由铁传到(音)端之音。而铁中之传速(音)先於空气传速到矣。

者ハ二度ノ速ニ比シ光線ノ速ニ比シ遠方鎗砲爆発ノ時ハ先ヅ光ヲ見テ後ニ聞
爆声ヲ聞ク雷鳴ノ際亦先ヅ電光ヲ見テ後ニ聞雷声ヲ光ノ速度一方時ニ
進行一十三万八千里ニ合ス億五千万尺ニシテ音ノ速度ハ五千餘倍ニ通常
人距離廿餘里ニ至ル光ノ時ハ覚ヒ易キ時ハ覚ヒ難シ而シテ人ハ見及ル時ハ推
雷声炮声ヲ聞ク正ニ直ニ聞ク時ハ覚ヒ難シ然ルニ時来ル者ノ速度ハ光
形ハ任意ノ時常暑ヲ計ル
凡軍隊中ノ鉄砲ハ千餘人ニ達シ撃ツノ則動ク後撃ツノ則復
止ル常撃ツ手上ニ銃ハ且敵ノ烟火ヲ見テ撃ツノ後ノ聞声後則
撃ツ手ハ伏ス上ニ隨ヒ撃ツ時ハ乗直ニ即チ敵人
ニ距離ハ百ヲ距ル時ハ敵ノ乃チ解ス中ハ故正世者且ツ此常用
烟火ハ乃チ伏敵不能ハ用此法伏ス不能則正

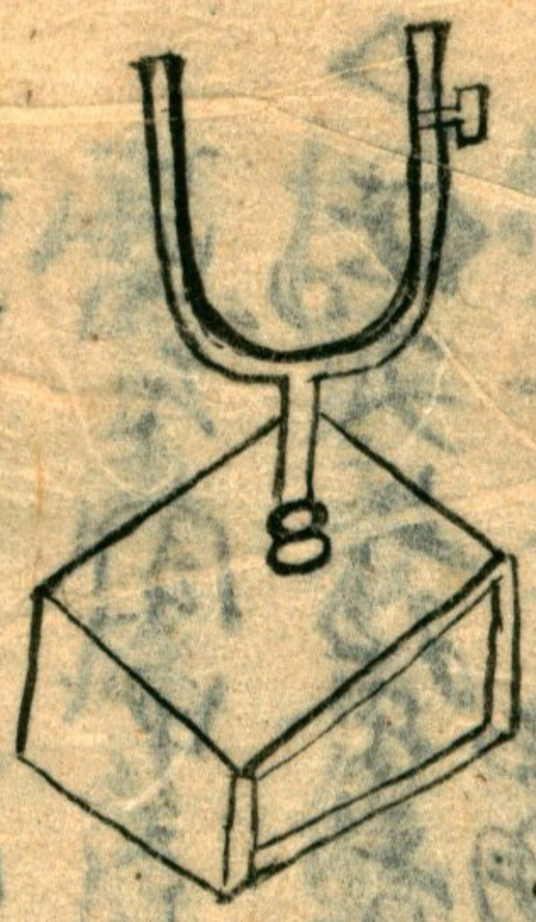
五音之反射及反響。

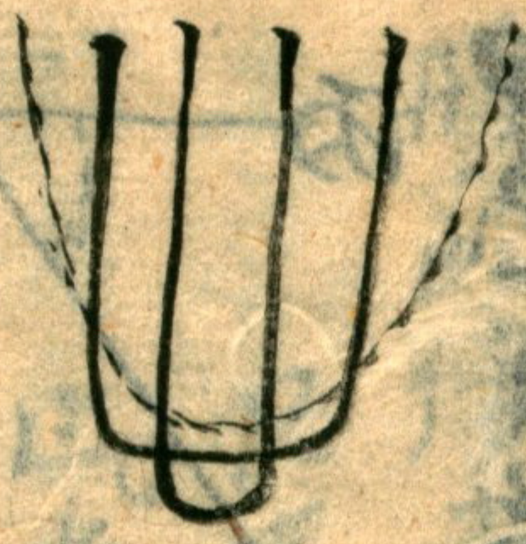


音波進行至完全中。遇有低抗物。即變其方向。而隨新方向繼進。是云反射。其反射角度。與向反射之音者。亦有一定之位置。即如蔭音從甲至山。遇丙丁巳抗物。即向山進行。其甲巳丁角必等于巳山丙角。故知反射之音必達于山之點。至于山之南甲之音亦恍是之音必巳占一石乘之。是影像反射之位。又五姓方音序在戌。占丙丁巳抗物。震對則蔭音之次。其音復石洞是原于戊。占巳丁戊。占常向二十戶。其第二音竟如由于巳山圍之處。是云反響。山谷或大宮之中常有此反響。因搗壁或山岳之抗抗似然必投履行山中時。以声呼喚仙人簫

難而不能聞。因山中之壁面亡多。易起反射之反響也。

(5) 共鳴　之有二種作用。(一)夾空之內發音。則由壁反射之音。弦由之音因時來入者人之耳。而不復聞音協調。(二)直音之于木箱上。而共鳴之。則木箱之空氣。亦隨音之而震動。使音之音。從續發生。且與空間之氣共鳴。明晰。此二者皆名之云共鳴。琴由三弦等之動。皆利用此理而製造之也。

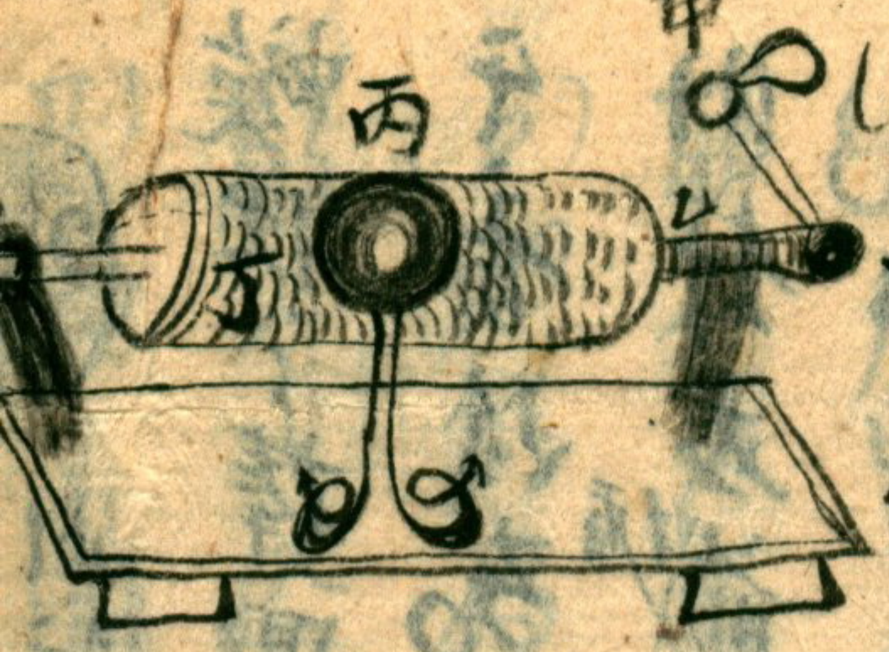




(7) 音之性質　音有噪音。樂音之有節奏之音。聞之則生娛樂之感。如弦琴等所發之音是也。噪音之無節奏之音。聞之則生厭惡之感。如犬吠聲雷聲是也。研究音樂之審察音之高下而調和之。即得稱之樂音。其詳論述俟音樂之理耳。

来之但成分為三種。一為低音之為低因于震動數之多少。震動之數多則音為震動之數少則音低。(2)強弱、音之強弱因于震幅之大小。震幅大則音強。震幅小則音弱。(3)音色 凡聲音体之性質不同。則音色亦異。數人依序演奏。則所音各有差異之点。又合奏簫管琴瑟等于一時。則人耳以一一辨別之。絕不混淆。蓋所音色各有不同也。

(8)蓄音器 即留声器 此器乃美人愛迪生應用音学原理所製



其式。如上圖。乙為螺旋狀。甲為車輪。丁為附着于螺旋之圓筒。二之表面。蓋以錫箔或係以固性之蠟。故亦名蠟筒。丙為漏斗。其頂有蓋。于彈性之薄板。易震動。彈性板之中央為小針。而因筒面之錫箔或以蠟觸接。人向漏斗發音。

則待板震動。而針亦隨之。于是針点映記于錫箔或楮上。又以螺蟯狀之棒回轉。度所映記之針点。依次記出。于是度音強弱。則針点狹濶。度音的確。則針点殺減。記異。最後此等于乙螺蟯狀之棒而回轉。則針亦前所說之点。而使傳板震動人自耳聽。則前所說之音。以二法偏耳流出。偏耳流出。則聽之共鳴力愈多。而音益愈強。此蓄音器。留之古器也

問題二 (一)銅鉄解蔵音。何以不使蔵音。(解)銅鉄之所以解蔵音者。以彈性之鈍去彈性故不解蔵音。

(二)在比音何以易于聞声。且稍長折(解)在聞之易于聞音者。有三原因。(一)音聞者日光照気之受日光量異者。

(二)日光之照気。則照気之密度所致密故音難于傳達。在聞盪

度平均必之之密度。殺畫板易于聞聲。(四)在間無他聲湖雜聲。
(五)在間無視覺。投注意于聽覺。不若畫間之有視覺。以不聽覺
之力也。(三)直常之大板密四周。不有反響。(解)板密四之反響
強同時兩原音入于耳中。故不聞有反響。(十)板內密如有反響。須以板法
防之。(解)板密內多粘帽於之密。(二首)多反射之力。又于牆板下面。
敷設以鐵絲。或佳土石所等物。又使其平。則自無反響。
(十一)原野無大聲。則無反響。須與理安在。(解)原野無反響。以
聽人聲中。
(十二)地能傳音。(解)地能傳音距第之偵探。當耳近于地。查知
敵人之近遠。是地能傳音之証也。
(十三)欲不聞鄰人之聲。則板壁內如何裝置。(解)以不易傳音之

物体作板壁。如自不周鄰密之者。以圖于甲乙兩木板中。置

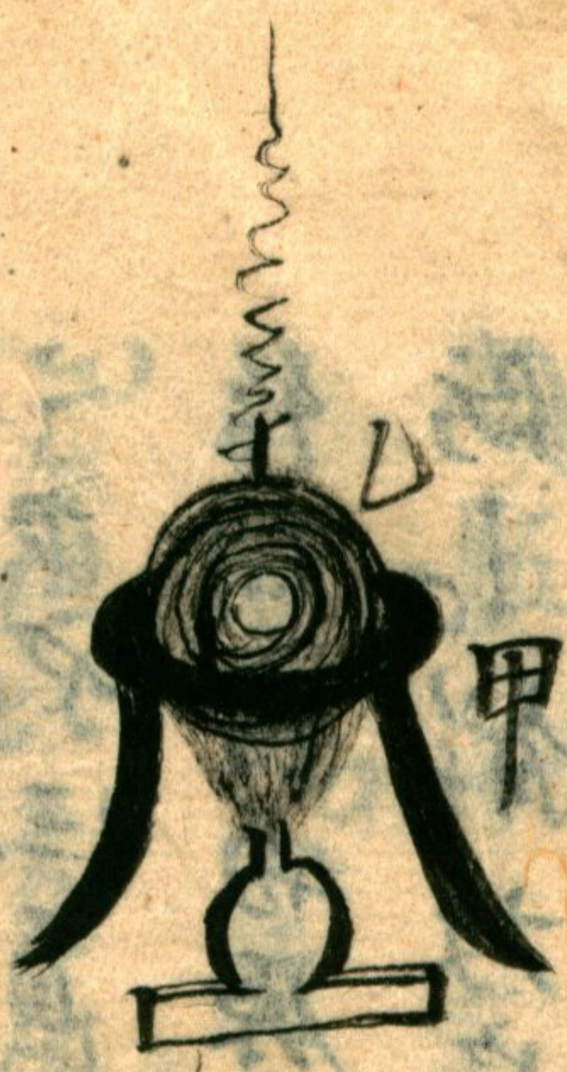
木屑等。則音信出此中時。即四面无散。而不能通過鄰密。

凡相連之板壁。皆以此法置。

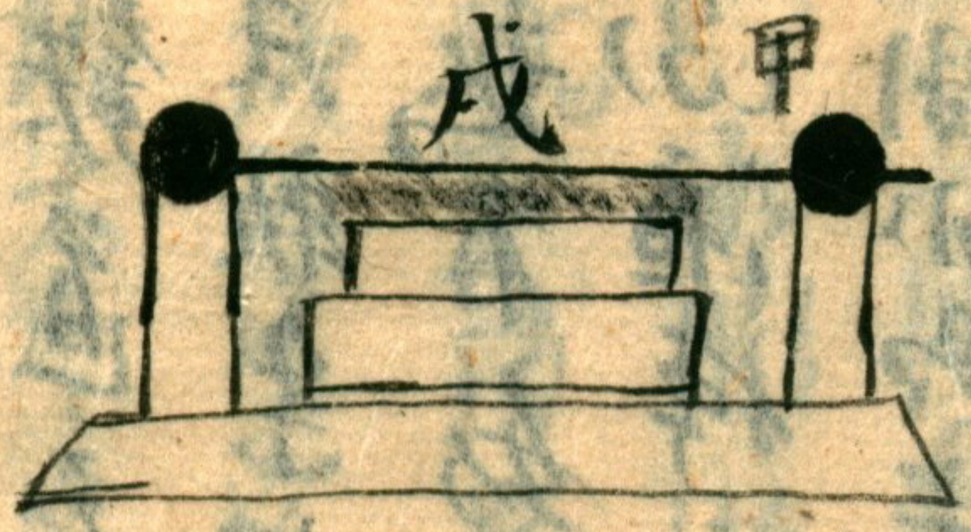
第三編　熱学

第一章　膨脹

(一)固体之膨脹　凡物体受热之作用。則增大其容積。是云膨脹。如



上圖乙為黃銅球。甲為金屬環。以球置于環中。恰可通過。今當取球热之。則球即膨脹。不能通過甲環。又再取環热之。則環亦膨脹。比未热时之圓周較大。以球入之。則亦易通过。若取環与球同时热之。則二物之容積同时膨脹。俟球通过環中。而未热时之容積。是為固体受热而膨脹之证。



又取金屬棒如甲乙丙端以螺旋柱上（其附着于）使不能移乙端則觸于丙之活針上丙之活針又與丁針相接以戊之活精燈加熱于金屬棒之時棒增長而使丙針移動又同時敷動丁針于目盛指之度與前迥異由此可檢知金屬膨脹之大小（固体）

就以上兩實驗觀之則石膨脹有二方面一為容積膨脹生物体受熱則四圍膨脹大第一實驗是之一為線膨脹生物体受熱則兩端延長大第二實驗是之

(二) 固体膨脹之應用

(一) 車輪　凡木製之車輪外必有鉄製之環欲使鉄環附着于木輪上先使鉄環之周較小于木輪及輪環受熱則膨脹而可套于木

編上。冷收則收縮而緊固。(2)瓶塞。凡玻璃瓶口之塞。或用着而難于取出者。則以瓶口漸大而之易。恐以熱之。恐生破裂。用布片或線磨擦瓶口。保之生熱。(3)瓶口凡瓶頸之長。截于斷之。或繫二線于瓶頸之間。俟火焰間。另用一線直以保精。繫于二線之間。以火燒之。而直于水中。則沿精強燒處。即斷絕是亦膨脹之作用也。

鐵道之軌道

凡軌条相接之處。必有間隙。又強。則受日受熱。即膨脹而凸起。有妨于車之運行。

小滴管之膨脹　以玻璃瓶管小滴。以去底。用活塞塞之。即上升于管中。空燈計中之小良。因天氣之空燈而隨附上

如下文皆滴俗膨脹之証也

此水膨脹之特点　水之膨脹与他滴俗不同。水在攝氏四度時容積最小。自攝氏四度漸次昇温度則水容漸漸膨脹而增大容積。自攝氏四度漸次減低温度水容漸漸膨脹而增大容積。故常温之水面且你井之水雖于結氷(此種詳下節)又反攝氏四度之水必在于瓶中以防塞寒冷之故置于雪中或最冷之地或最冷之地使之凝結則瓶大容積瓶亦破裂。水山爆烈者之原因水侵入石縫而結氷之時則岩石亦分碎而成土壤久之或因草蘚点苔蘚播植稍子于其上則生出來山岩之有間隙者雨雪之侵入而顛倒水膨脹之作用也

五次水不凍之理

凡水之結冰時。其溫度比攝氏零度。前已言之。今以水全体之溫度。平均為攝氏零度。其表面之水溫。或減攝氏五度。則容積小。而密度大。全体溫度之水。亦不能產。故降至水底。此層降下之後。表面之水。仍為六度。過冷亦減至五度。而不降。此往復運動。全井之水。必待遍于一時。始能變為五度。及溫度至五度之後。仍隨此法。則然若于一時。而始全井之水變為四度。在于此時。水之密度最大。而表面之度。為四。再減至三度。則容積膨漲。而能輕。更減至零度。則愈輕。皆不能沉下。而浮于表面。其裏面之水。則必保其四度之溫度。而無少增減。故水成冰。僅可凝固其表面。而裏面則終難結冰。且嚴寒之時。魚在水中。此人在地穴中。然為溫暖。蓋水中溫度。畫夏

攝氏四度。而其氣中則常於攝氏零度以下。故知水為
可結冰。若日之魚類。當冬能生存矣。

(六)氣体之膨脹

盛少許之油。用小杯而微絞危險。于試驗管中热之。管內之油。
即被膨脹之驅而。而袋內之空氣取膀胱或護謨之袋。
押出管內之空氣。而緊固之。次熱之鐘之內。俟袋內之空氣
後。則袋內之空氣。即急擴散而充滿于袋中。即氣体膨脹
之証也。

第二章　空煖計

(一)空煖計原理　準前理。物体受热。則膨脹。而增加其容積。
热度低下。因此膨脹收縮之理。而製驗溫器。即名云空煖計又

因膨脹比固体ニ膨脹ス。故常用水銀及酒精等液体

(2) 寒暖計ノ構造　硝子管ニ一端ハ球形ヲ以火熱シ

發泡シ其空気ヲ追テ散。次倒置テ水銀中ニ水銀ヲ上升シ球内ニ而

再加熱シ。又供水銀沸騰蒸発空気ヲ而密閉シ上端。然後置テ

氷和水ニ混合物中。水銀柱ノ長サ最モ短キニ而。而作点。名曰氷点。又入

于沸騰水ニ蒸気中。亦俟水銀柱ノ最モ長キニ而点。是曰沸点。

命氷点ヲ零度。沸点ヲ百度。而于其間。分ツ百等分ヲ。名

曰攝氏寒暖計。(ヤ)ルシア人ヲ以製。学術上及医術用ニ。命氷点

ヲ三十二度。沸点ヲ二百十二度。而于其間分ツ百八十等分

ヲ。曰華氏寒暖計。(フ)ランス人イ(ル)尋常験天気ノ温度ヲ用ル

又有列氏寒暖計。(オムール人所製)氷点ヲ零度沸騰点ヲ八十度。

用ること少し。

(3) 特種の定煖計 (一)酒精定煖計 計量器。

凡水点下五十度以外の温度を測定する場合には酒精の定煖計を用ひ水銀の定煖計を用ひ結氷点以下の温度を測定する場合には酒精の定煖計を用ひ水銀の定煖計を用ひ零下一百三十度迄測定する。

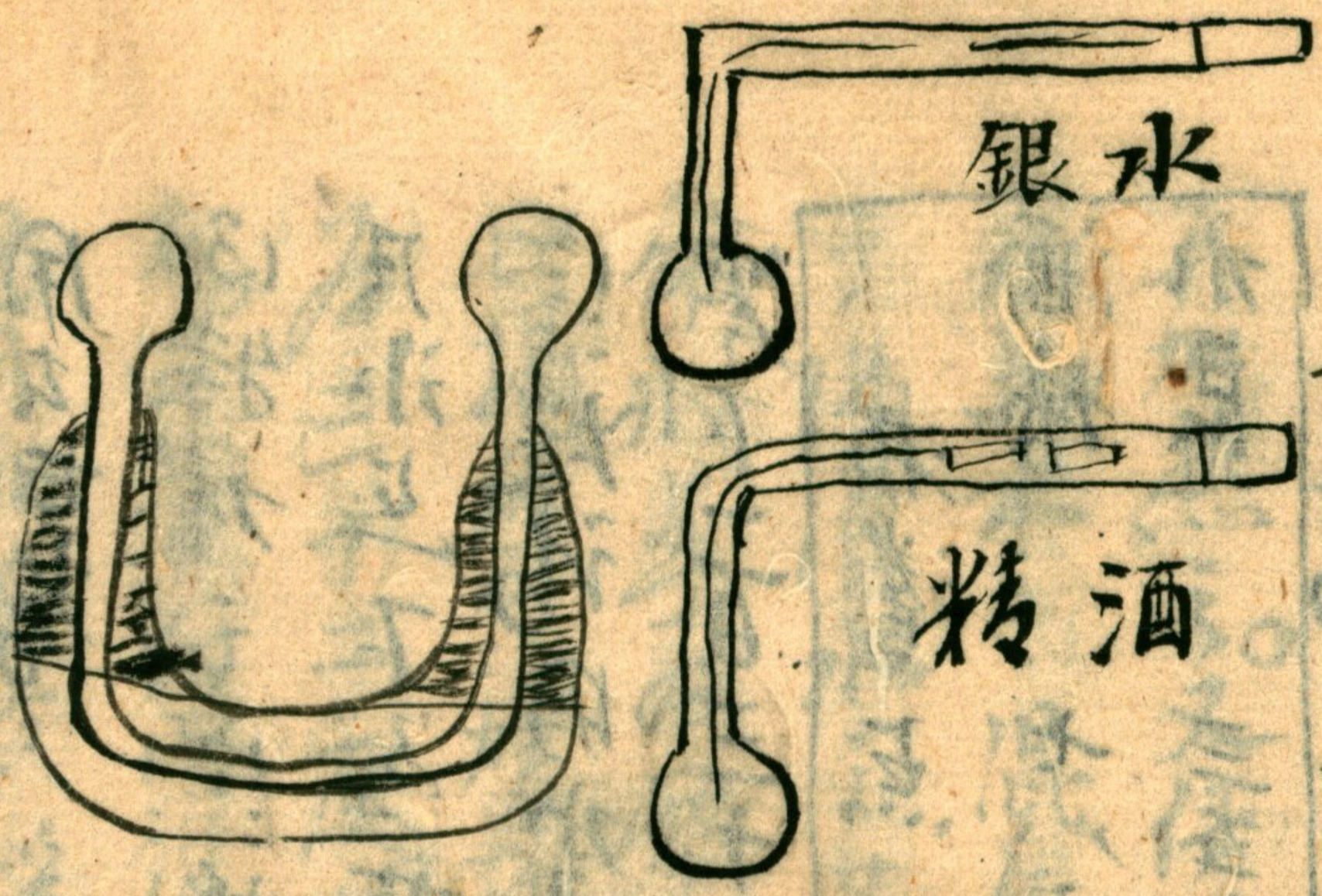
沸騰点	凝結点
酒精 七八度	一三〇度
水銀 三五七度	三九・三度

(二)液体列の膨脹を測定する。

凡沸点上五十三百五十七度の温度を測定する場合には水銀の定煖計を用ひ此時は沸騰管を使用する。

(3) 最高の定煖計 此器は小銀管の端に球を付し平置して着色玻璃棒を管内に挿入し水銀受熱し膨脹して自球中に棒を出し

玻璃棒移于他處及熱度漸低則小長收縮玻璃棒仍存留于彼處擬
視之可知此日之溫度最高点此所示名自記之溫度計
四最低溫度計



此器上半部衣服與最高溫度計同惟彎端
之球中盛酒精愈熱則膨脹而由玻璃棒之
側面上昇而收縮則有張力而玻璃棒乃
隨酒精移動擬視之即可知此日之溫度之最低点
此亦名自記溫度計

五西克氏之懸溫器

于一書室間懸此器大最小之溫度表則盛酒克
氏之懸溫器如上圖取U字形之曲玻璃管盛酒置于
右端盛酒精蒸气于左端小小長界于其間工于管

中置三鉄棒。二端有毛線。溫度高時。則酒精漲膨脹。同時向水長押上酒精蒸气。而右端之鉄棒。亦漸上升。故極視之。可知其最高溫度。及溫度低下。則蒸气復縮。酒精收縮。使左端之鉄棒押上。故極視之。可知其最低溫度也。

第三章　物体狀態之變化

一　融解　凡物自固体變為液体。曰融解。物体融解時之熱度曰融解点。如氷遇熱融解而為水。故自初熱之金融時所供皆為零度。而不必增加。此零度之溫度。為氷之融解点

二　融解之潛熱

取攝氏零度之氷一克蘭。与攝氏八十度之氷一克蘭混合。則得攝氏零度之水二克。故知零度之氷變為零度之水。必吸收八十度

熱量反之而曲零度之水變爲零度之冰必放散八十度之熱量此
融解時所吸收之熱量潛于物体之中而不顯于外故称爲融解
解之潛熱一曰融解熱

(三)寒劑　用碎冰与食鹽混合則融解而又吸收其附近之量
故夏日置此混合物于器可減少其熱度是称云寒劑其三分
之雪与一分之鹽混合先其温度爲攝氏零度三十二度常用川
側華氏寒暖計之零点瓶鹽水浸之劑中不論何時皆不
凝結而爲冰故夏日之製冰菓子其用寒劑之法不一因物
(四)凝固　凡物自融体變爲固体曰凝固点如遇冰冷則凝固而爲冰自下結冰以至凝固时之温度
終始皆爲零度而不少降下此零度之温度即爲冰之凝

固点。又云結氷点。

準以上之法則。知固一物体之融解点。与結氷点。皆同一之温度。

例如零度為氷之凝固点。亦為其融解点是也。

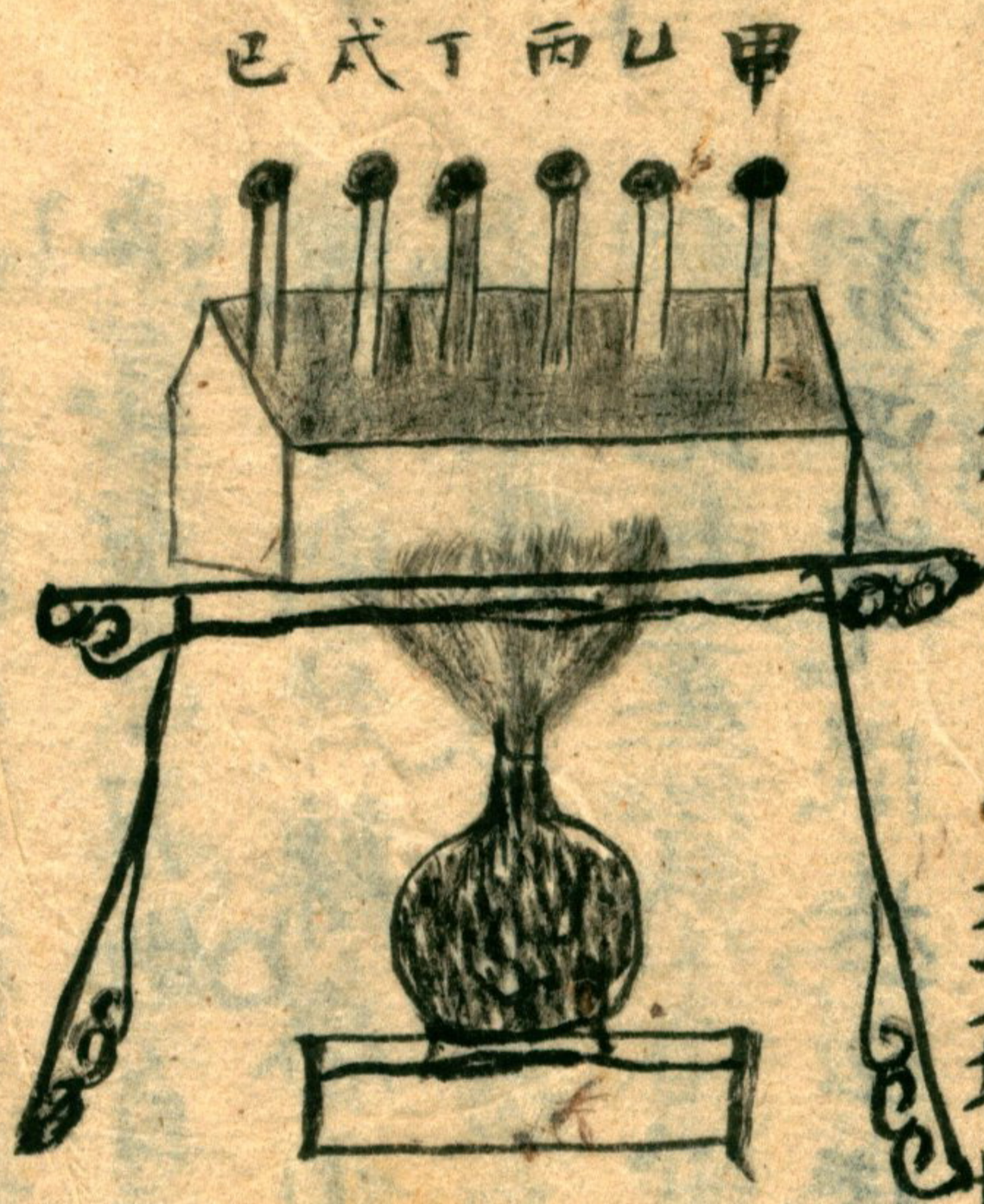
(五) 蒸発　凡物自液体変為气体。曰蒸発。如置温手拭于空气中。久則乾燥。盛水于小皿中。久則消失。是皆液体受自然之熱力。而発散去也。

(六) 飽和蒸氣　以杯盛水。入于乾燥空气器中。則水由其表面蒸發。而与空气混合。至水蒸气附物而蒸發。即止。此时之蒸气。即為飽和蒸气。凡飽蒸气之密度。在于一定之温度中。有一定之容量。温度高則飽和量亦高。温度低則飽和量亦低。故空气中。时含有水蒸气之量。即温度

第四章　热之传播

(一)传导　以火炙一端。插入于火中。久之则他端一热。而不能以手持之。是热自彼一端传至他端故也。此称热之传导。

(二)良导体与不良导体。　物体之传热者。迅速难易之差。



試取長大相等の銅棒玻璃棒各一根、使平一端相対而平列。再以蜡附着之類于他端。于平平相対の端。以精燈热之。則銅棒の先熔而玻璃棒の之。然附着于平上。

又如上図の装置。于銅盒の上。之金属玻璃棒各一。以蜡附着木片于各棒の上。又置于銅盒中。于下热の。則热力凡平均格達于各部。久の則見銀棒上所立の木片先墜。翻棒而横。銅棒上の木片次の。鉄棒上の木片又次の。惟玻璃棒与象牙棒上の木片不墜。蓋象牙易传热。而玻璃与象牙又易于传热故也。此黄屑氏称为热良导体。而玻璃与象牙称为热不良导体。不

又導体抵抗類比為以太棉、空気、水等皆是。良導体と抵抗類
為為金属。恰導体上と実験則其金属皆良ノ 体亦有差
別也。今列表于左。以試験逐一序。

一銀 二銅 三金 四黄銅 五亜鉛 六錫 七鋼 八鉄
九鉛 十白金

以応用 吾人生活所制之器品皆利用抵抗之良導体者
又利用抵抗之良導体者如美人機基氏所制白金燈。乃用煙
硝常者石炭瓦斯。一触火焔則有爆発之害。利用抵抗之
主制衣造灯也。如圖 器 覆銅條 其火焔之上伏火焔之抵抗。由銅
線伝導而發熱于空気中。有管内之瓦斯通而度爆発。而
算分之温度常在空気体之爆発点以下。不至爆発。故此燈

用于煤礦者。最危險之處之。

在常温时。以手触鉄。則感寒。触綿則感热。以鉄為良導体。

將手中原有之热量定之。若与之感覚。綿為不良導体。

能保存手中原有之热量。故生热之感覚。若人衣用布帛麻皮

等制衣服者。即因以热量不易傳体。于防体温之散放之役

日藏冰。多用木屑稻草之炉之。鉄又百用木柄。以木為不良

導体之。又玻璃杯盛湯。常易破裂。因玻璃為不良導体。杯

内之玻璃受热。則膨脹。而杯外尚未受热。不能膨脹。内外相

抗。故破裂也。

(四)对流

液体及气体皆为良体。自下加热。则热之
部分膨胀。而减轻。重量而上升。再上之冷部分。重而下降。
如此循环不息。故水壶之下。置火焰。名云热之对流。是盛水
玻璃器皿。温少许之鉴。中央热之。则鉴周围
中间上升。又自四周而下降。是即液体对流也。气体亦
体。故置火炉于室。而四壁皆温暖。而即对流之作用也。
(问题)一置炭火于下。于炭火之上。设圆筒一具。则火之烧
焰熾。于理如何。(解)炭火之上有筒。则空气即易于对流。
而酸素之供给颇富。故炭火熾然。煤油之燈矣罩。则有
里烟飞散。而光亦乏弱。加罩于其上。则光强而里烟亦无。

即是理之
必宜用之換氣法也有。解于室之上方與下方間小空。使空氣
対流。則室內乃藏新空氣。如又燃于下方之空隙。則火焰即
向空內。置于上方之空隙。則火焰即向室外。是即空氣対流之
証也。(3)說明用之原理。解空氣受太陽之熱。則膨脹而上
升。再于四圍之冷空氣。即流來以補之。如此等動。而風
生焉。故雲行之方向。常與地球之向反。即対流之理也。
五射輻　夫與火相近。則感覺煖。此得煖之熱。乃由空氣之
傳導而來。因空氣而熱。不直傳導。且空氣受熱。必上升于
空際。不能達于地之側面。又太陽與地球之間。有真空。而空
氣決不能及之處。而太陽之熱。仍能達地上。則熱之必就

於氣而來之可知。蓋高溫度之物体震動。則存于其間之
一種微氣。（一名以脫氣）即因此微氣。速度及于熱量于各
方。及達于物体之限。則反一部之又球分子之運動。而增高
物体之溫度。此此波動。即名輻射。

第五章 熱之本性

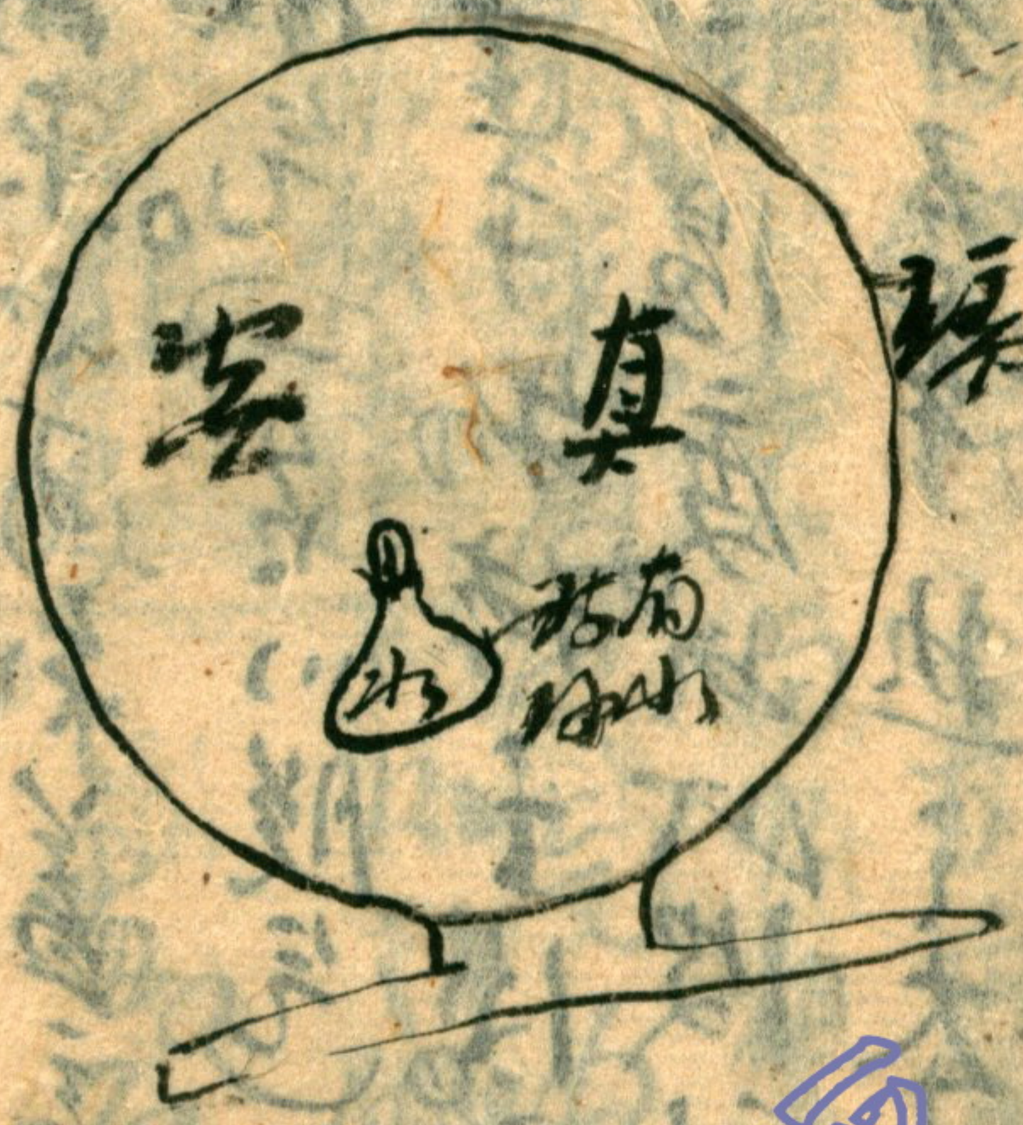
（一）熱之發生　物体之分子運動。則生熱。其運動之方法。曰
摩擦。曰化合。曰打擊。皆可發生熱量。如以兩物体相摩
擦。則其觸接部分。發生多熱。又以鎚打擊金屬。片之時。亦
然。古時鑽木擊石取火。即是也。又使物体燒。亦起熱之
現象。此五人日常行驗所解者也。

（二）熱之本性　古人以熱為一種物体。即物体浮之則增其溫

度失之則減生溫度。生寒不拔。試以拉焦物体置于天秤上。而計其重量。與生冷時之重量。毫不相減。蓋焦之生原因于物体之震動。迨震動之緩。則焦力弱。因微氣而傳遞于其它物体。傳播外寒体也。

第六章 蒸氣

瓶



(一)法塞之上下運動。如上篇庚丙蒸氣罐

(二)法水沸騰已辛二管。丙蒸氣

干因箇寅之鉄管。丁丁壬二管。丙蒸

氣之因箇迅生之鉄管。辛丁二管用。

已壬二管用。則蒸氣由已管入因箇。

而壓下活塞之下之蒸氣。即因壬

管入于凝結器之中。受冷水之浸潤而成冰。活塞既下。則
己壬二管閉。丁辛二管開。而活塞即上升。如此己壬辛壬之
四管。交互開閉。而活塞循上下運動。以之運動之作用。于後
詳述之。

(2) 活塞上下運動。供車輪運轉之法

如上圖。活塞之上端。有甲乙二半圓形之物。結附于甲
卯之桿上。而桿之卯端又與卯乙之桿相結。而連于車輪
之腕軸。如埃山。活塞下降之時。乙卯之桿上升。腕軸上向
車輪即造轉之方向。而回轉。此時。甲結玉半開。時腕軸在
即停止。用之情性。故于同時即達于右方。此時之活塞。恰
在上方。又因活塞下降之作用。而使車輪往復運轉。

(三)滑瓣

去尺供封气体入于圆筒内抵板头上面圆筒
上面有戊丁山三穴戊通于活塞上部丁
通于活塞下部通于凝结器甲为长
方形瓣长活塞内有上下通用活塞
下降则甲瓣即上升蒸气即由丁口入于
圆筒内推活塞于上方此时山穴口恰与
凝结器通上部之蒸气即由此路入于
又活塞既上升则甲瓣供戊与戊与
由基蒸气塞上面圆筒内石壁上活塞
此时丁又与乙相通故下部之蒸气又由此路入
于凝结器此滑瓣之作用也

第四編光学　第一章　光之性及

光之本性　置鉄球于火中热之。球則温度者底像輻射热

于震動之热以脫气而達于吾人之腦中。吾人覺光由輻射热之發

生皆由于物体分子之震動。光体之又稍借以脫气特之作

用。輻射热之波長與光波长狂长。而發光体之震動。則比

發热体之震動狂速。是所差之长短也

透体者能透光者不能透光者白透。朋体

玻璃是也。不透光者曰不透明体。如木鉄等類是也。又透明

体与不透体之中者半透明体。如紙与鑿甲金鏹等。

皆半透明体也

2、光ノ強度

常ニ電燈計算ヲ以テ此燈ヲ標準トシ電燈ニ強弱ヲ

以上篇ニ半透明ノ低板平ニ上ノ甲中堡ニ燈ノ置電燈平ニ一

端ヲ低板ノ上ニ二光照平低板上ニ映影ヲ

明ノ陰影計算電燈ヲ

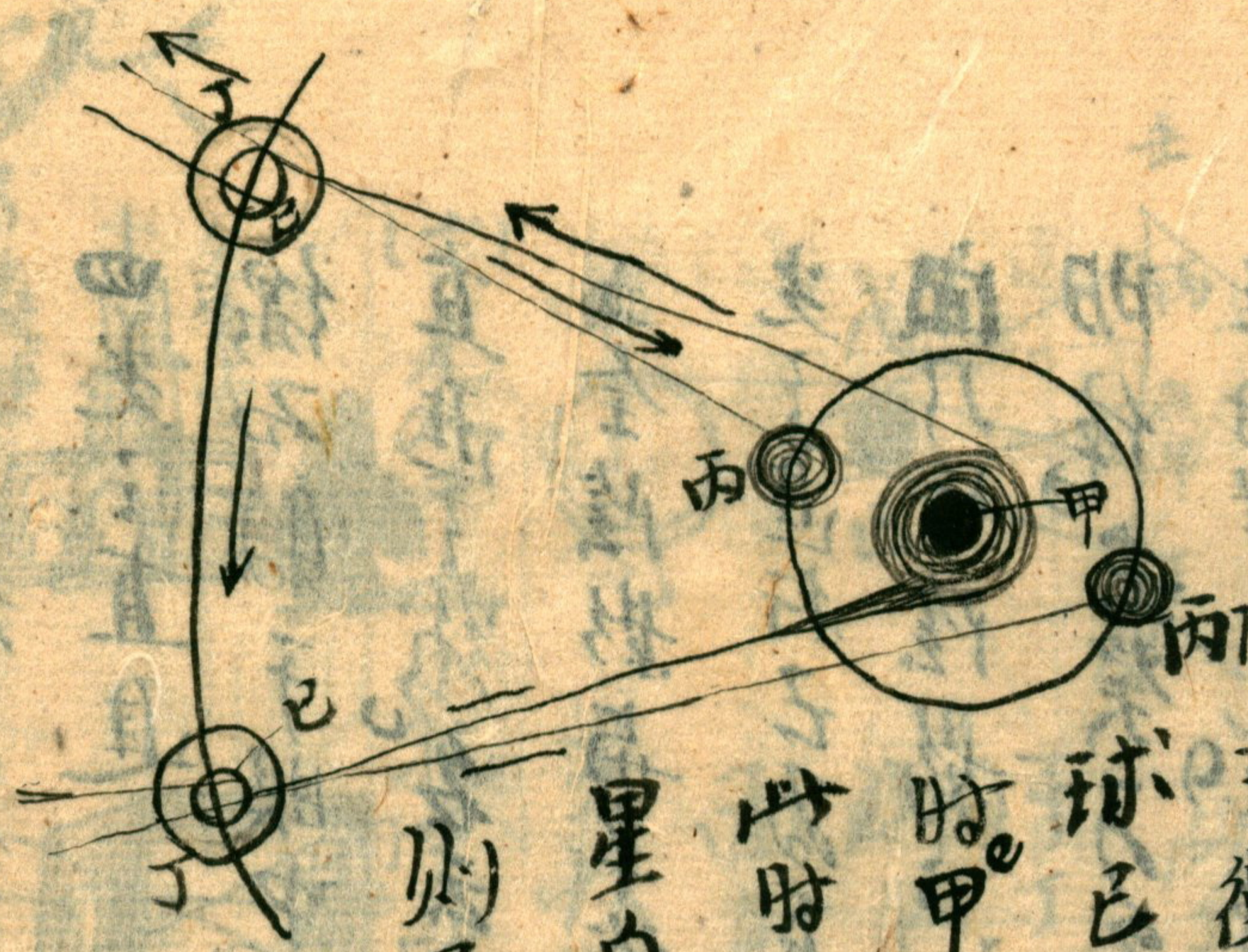
日光ノ強度ハ燈ノ平方ヲ比例ニ距離ノ

一尺ノ時ヲ一燭光ト

燈光量也

3、光ノ速度　光ノ伝播ハ　廣ク刑ル速度最大ニ測量ス

当千七百六十五年ノ時天文学者羅美尔氏由木星ノ



之衛星於則除光之遲度如上面甲丙太陽丙丁地球己丙木星丁丙木星之第一衛星。地球行至丙而當之時。甲丙己同在一線。而丙之衛星。隱於木星之陰所蔽。此時即木星之衛星蝕也。地球在丙當時則望衛星自始蝕之光蝕之時刻皆在丙當之時刻相合則在丙當時推算木星後日之執首尾大地球

故地球行至執首尾

半而至丙木星僅木星所僅至地球者木星之度交天手首故見光之時亦分尺也惟是時

刻之差最多不過十六分二十六秒而地球執首尾直徑伯三十哥羅米突以時除路則知光之遲度每秒行世界哥羅米突以

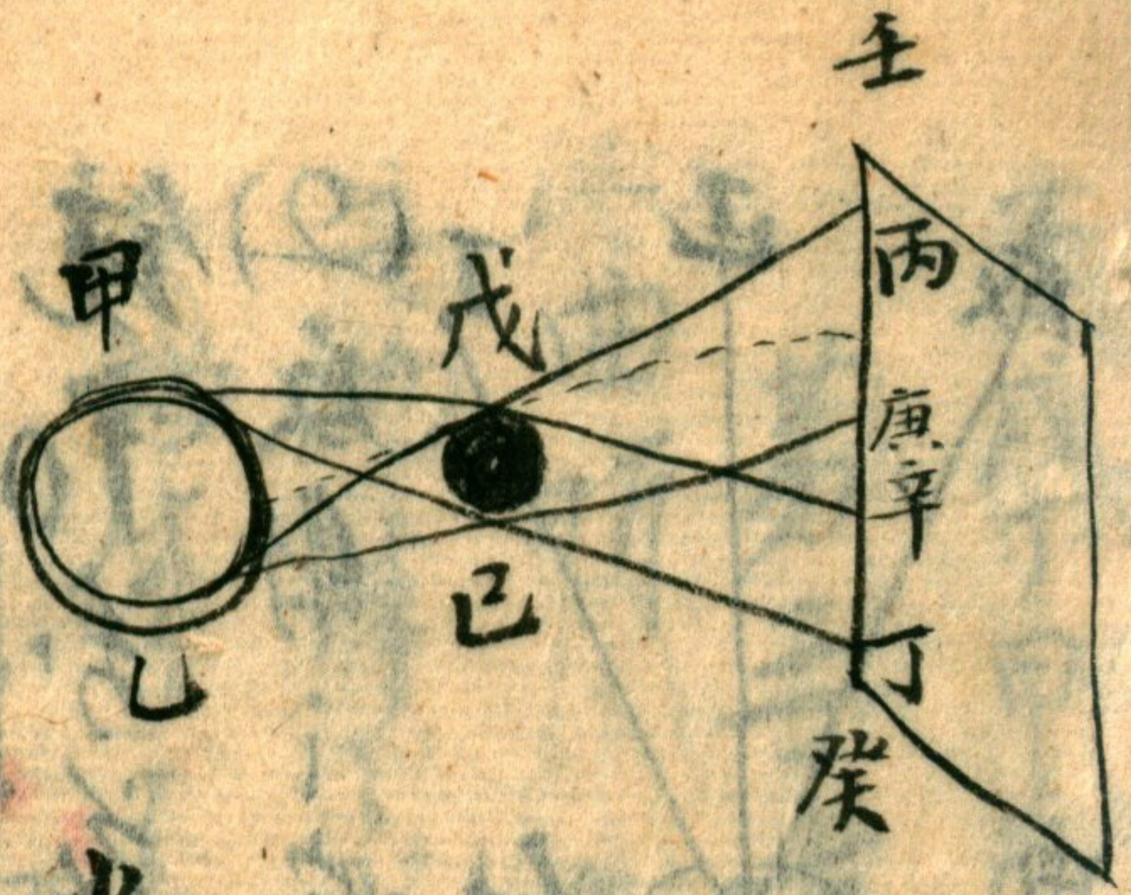
十二萬四千九百五十里之遠。準此度。連行算。則火光行幾。即已後地者
八遍又以炮之速度。約十七年。而日光一出于地上只須八
分十五秒之久也。

四光之直進

置板于炮火與烟之間。于板上穿小孔。則光隨直
線而射于眼中。又日光從小孔而射于壁。必中其直進。此
直進之路。名云光線。

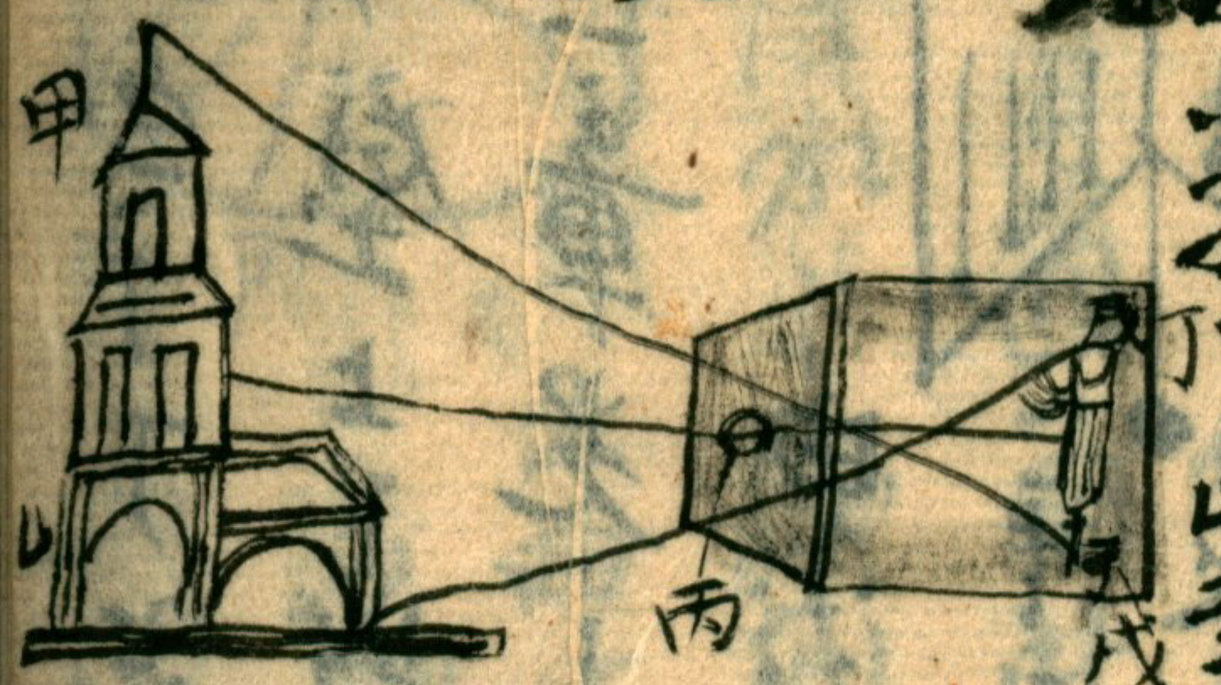
五全陰影與半陰影

光之直行已為直線故遇不透明体而不能通過。而物体背後之地
面乃生陰影。之二者。而分為一。(如上圖)甲乙為發光体。戊己為不透
明体。壬癸乃不板。由甲点所發之光。只能及于庚点以上。由乙
点所發之光。只能及于庚点以下。而庚辛之面。為發光体四面



所不能及。此部分名之云全陰影。又甲点之光可及壬丁点以下。而辛丁之部分。則不及。乙点之光可及于丙点以上。而丙辛之部分。則不能照及。辛丁与丙庚之面直受其光体一部之光。不能受蔽光体全部之光。故光亦必有陰影。即称为半影(陰)

(六)光の干渉 小孔中所起之現象



壁上穿一小孔。則光影之由此孔陰影之部分成倒影。如上圖甲乙丙屋形。丙丙壁上之小孔。則甲乙之光影。由小孔入而至丁戊之處之光影。由小孔入而至丁戊之處之光影。由小孔入而至丁戊之倒象。蓋物体各方所蔽之光線皆通过此孔而直進。故甲点所蔽之光

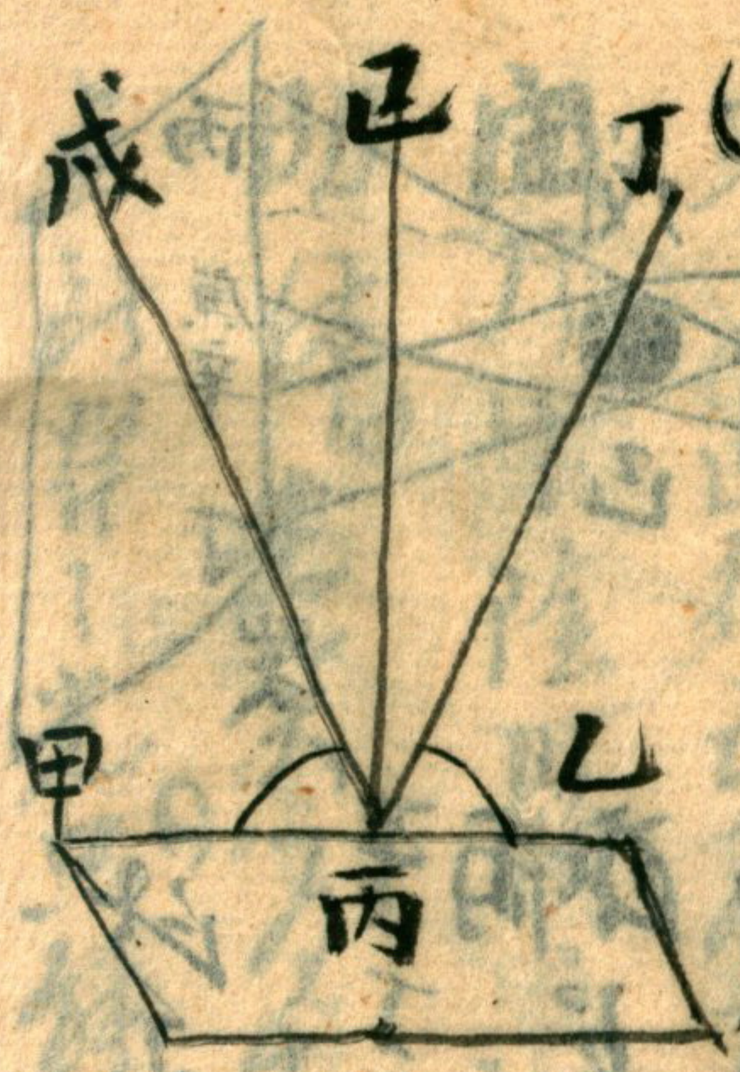
不能入而乙丁点乙点所著之光亦不能入而乙丁成点。
投陰于壁上之影。与物体固有之位置常相反也。

第二章 光之反射

一 反射

由小孔導日光于暗室之内。小鏡当之。則光即变
其方向。照于他處。是云反射。置物于兩鏡
夾隙中。則光即多次反射。而見多数之物。存于
鏡中。若花鏡中所起現象即係此作用之。

(2) 反射之定律



光之反射有一定之法則。即反射角与投角
相等。同在一平面上是也。是云反射之定律
如上甲乙面平面鏡。丁为投射線。戊为
反射線。而丁丙乙角为投射角。必等

于戊于甲反射若己丙反射線。原。反射線亦必在于同一之向線

第三章　光之曲折

一曲折　光線通過物体之射隔有直線既過于第一物体

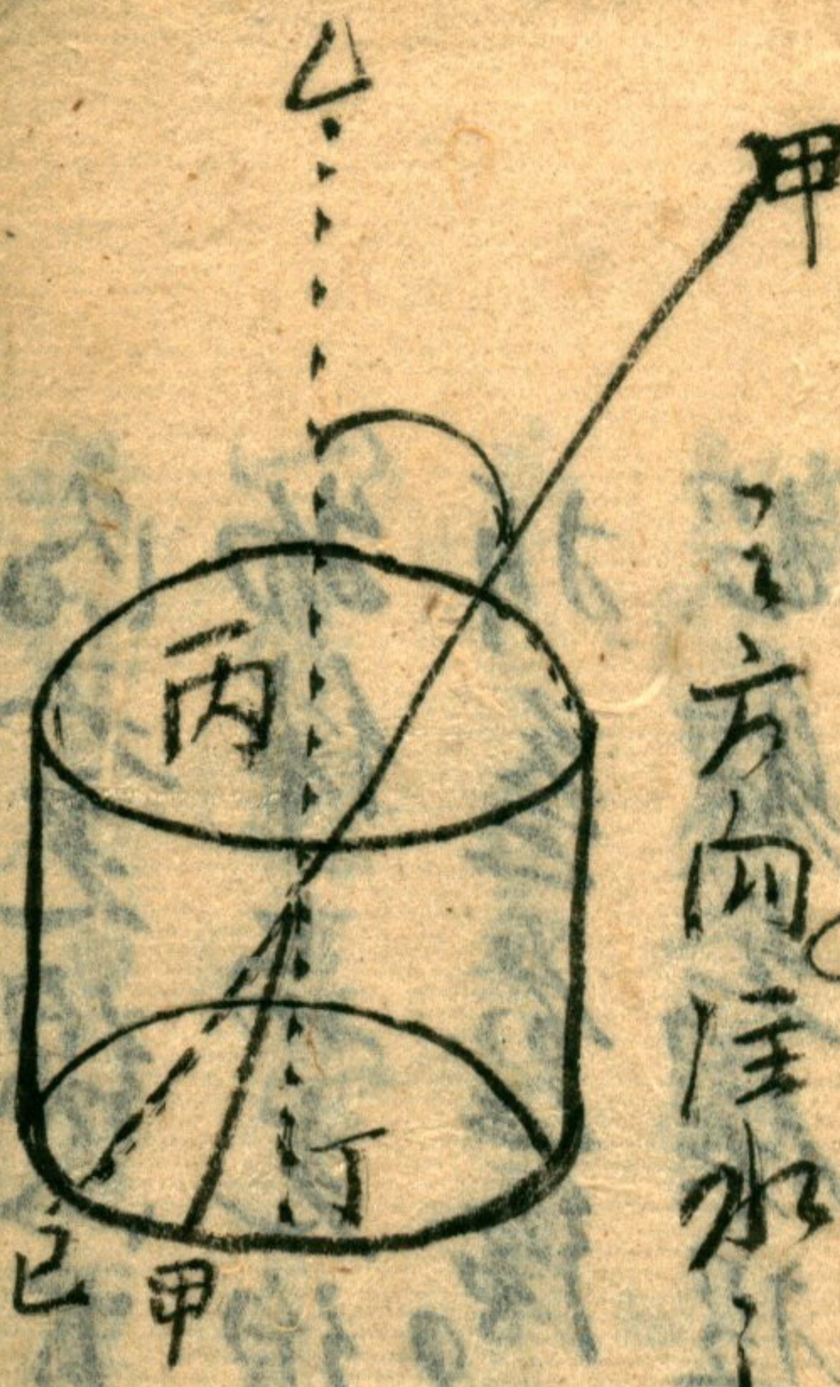
二物体之密度不同則光由于此物体入于他物体恒自

二物体之分界面。分界面線直線進行。故着置物体

于水中。必而使人目在甲之處。及注水於則物体入在戊

處。使人目直面而此處所見物体注水之前。光之進行。乃丙丁

之方向。注水之後則變丙丁之方向。故此處所見之光之曲折。



2曲折之定律　光線自空氣射于水與玻璃

之界則曲屈。乃直投射點之垂線。若自水

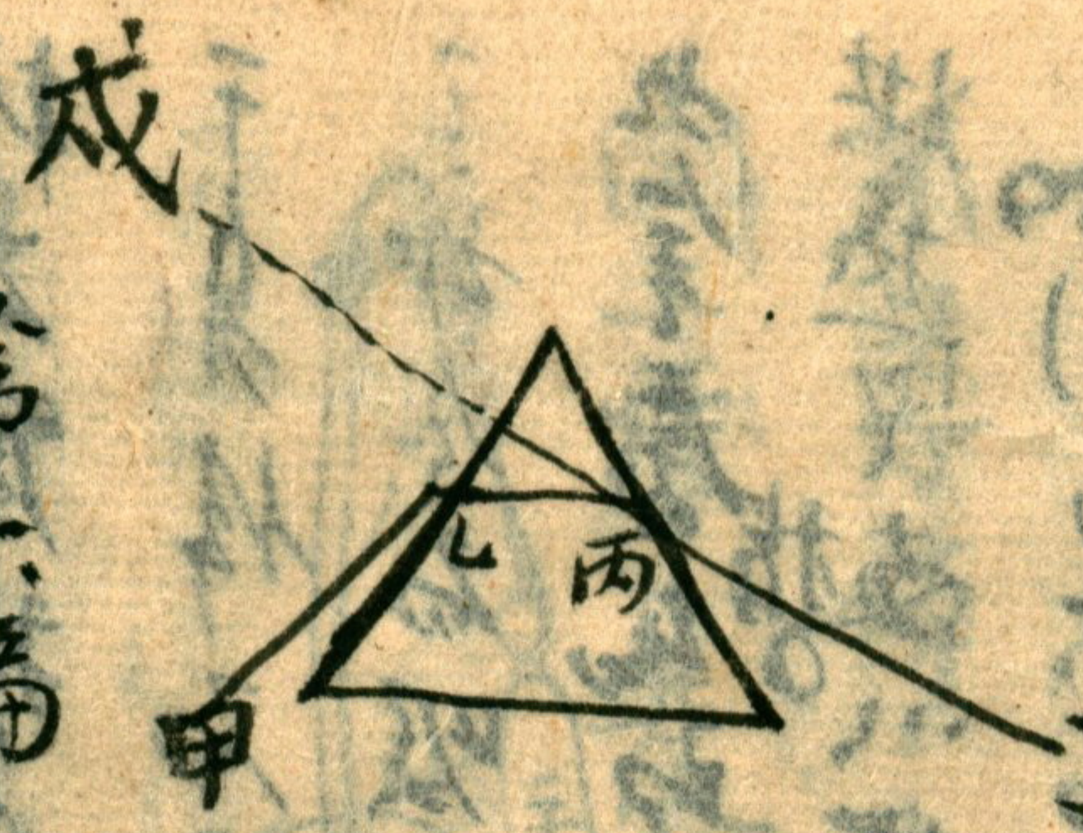
與玻璃而射于空氣中則反之。與垂線相

之。又光線入直角射玻璃面時。則面曲折。若物体與光線相交之線為斜線。則有斜度愈大屈折益愈強。如上圖甲乙為投射線。而成為曲折線。乙為投射点。依投射点作乙丙丁之垂線。則此星之角乙丙為投射角。丙丁成線為曲折角。乙投射線與丁之線。與曲折線此星之三角為曲折角。與投射角之差為曲折角差。名方向差。投射大而曲折角之差愈大。然投射角與曲折角之間。有論投射角大小常有一定之關係。如下。

一、投射角與曲折角之正弦比例者一定之數。名云曲折比例。又投射角與曲折角。皆同在一平面內。而投

射点曲折線則在于垂線之而側

(3) 三稜鏡　以上着物体在甲点光線斜射于三稜鏡丁面則曲折而至于乙点又曲折而至于丙点人眼



于点視之故其物体在戊處是光線經三稜鏡之間射出

第六編　靜電氣

第一章　摩擦電

(一) 摩擦生電　以絹布擦玻璃棒。毛皮擦松脂。封蠟及琥珀茅。皆可吸引麥穗通草之類。此傳之現象。名云電氣。凡二物体相摩

擦。皆于電气之

(二)導体及不導体　于金属棒之一端附玻璃柄。持其柄而

磨擦金属棒。則金属棒之端吸引軽物。若持金属

棒而摩擦之。則決不吸引之現象。其電气由金属棒而傳

于身体而達于地下。(傳)而不當擦玻璃棒。則重在磨擦

之部分而吸引性。不能擴散于他部。故用玻璃去傳電之性。

如金属也。即称為導体。玻璃不能傳電。即為不導体。試取

烘热之火。以播甲書文字或画單簡圖式上。置于烟草之

末。則烟末即附着于書画之處。不現文字与画面。于此上

以紙為不導体。其磨擦此紙之處。不傳導于他處。

電学試用

玻璃棒。常以綿線握之。

玻璃作柄。輔設試用之。

鋼絲常以綿線握之。

利用不導体。供電気不導体之此此去称為絶縁。

導体……金属　木炭　酸類　酸類溶液　水植物　動物

水蒸気（此気亦為導体　此気之作用也）

不導体……水紙　絹　玻璃　蝋　硫黄　樹脂

（三）二種之電

也如左而乙甲玻璃棒。五乙本台之上。乙

端多備絲線五通小球。以備布磨擦之玻璃面。

此則吸引從則高南。又以佛蘭絨磨擦之

面。乙作用亦同。若以乙之棒。此乙之通小球。而以封炮

棒　則乙吸引。由此乙知乙之土此蔑之電。而封炮

乙棒頭不同。蓋電気有二種。一曰陽電気。一曰陰電気。牛

泡号。印川代表之正刷号表之陰陽電気亦名正電気。

陰電氣為刷電氣。之之有陽陰。而由磁石之有南北極。
磁石同極相斥。異極相引。電氣同性相斥。異性相引。前
之試驗。乃以玻璃上試驗之電。為陽電。凡猪毛等之電
為陰電。直以玻璃為玻璃。此引之。受有陽電。而玻璃
之電氣同性互相斥。于此之材猪棒。則為異性之電
互相引。故附着于材猪棒。又受材猪棒上同性之
陰電。故又相斥。由電附于玻璃棒。為異性之電。故
又相引。同性相斥之理。例有試驗以明之。如上篇于塑像相
以頂。直以金屬。附毛髮于其上。受電氣。則
毛髮豎起。是為毛髮此受了電氣
故為同性互相排斥故豎起也。

四金箔驗電气　此器乃模者電气之有無也如上篇以金屬挿入

玻璃中內。干棒之上端附金屬球如甲。又以丁戊二金附于干下端。而附電体。欲於丙物体之有無電气。可以吊金屬球相触。如有電气。則金屬球起感而作用。而供金箔表開于表面。角度大則電气強。角度小則電气弱

五電气之分布　三等体之一部分發電。則電所流動。而分布于全体。必達于通当之状態。而成平衡。推電之分布。保達于等体之表面。不及于內体。又用等体之形式又同。而電气之所在。亦有不平均之處。試分等數析实驗以明之

(一)此上篇甲丙銅製之中心球丁丙球上之小點。乙丙玻璃柱。以封

增加法蘭絨法生電極于甲球則電氣布于全体

第以絹絲試驗板觸于其心球之表面用全箔

驗電氣試之則全箔高興是表電有電氣

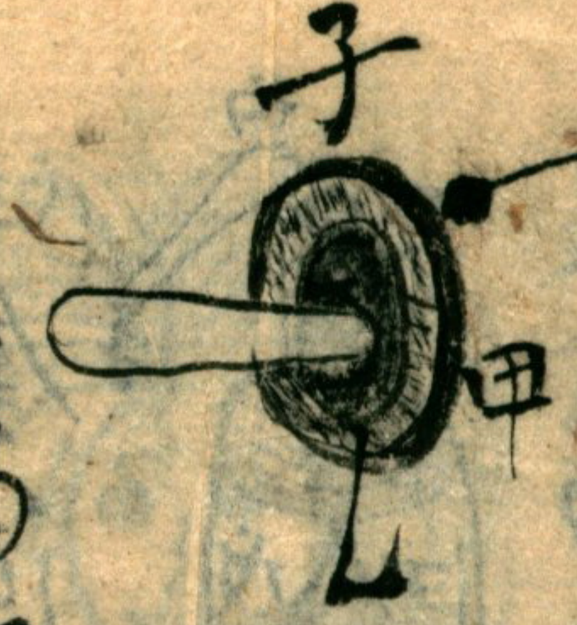
再以試驗板由小孔入石觸于其心球之裏面用電氣試之則全

箔不動是裏面無電氣

第二章　感應發

一感應發電之法則

發電体　侍之近于發電体且之電氣之感應由感應所生之電氣



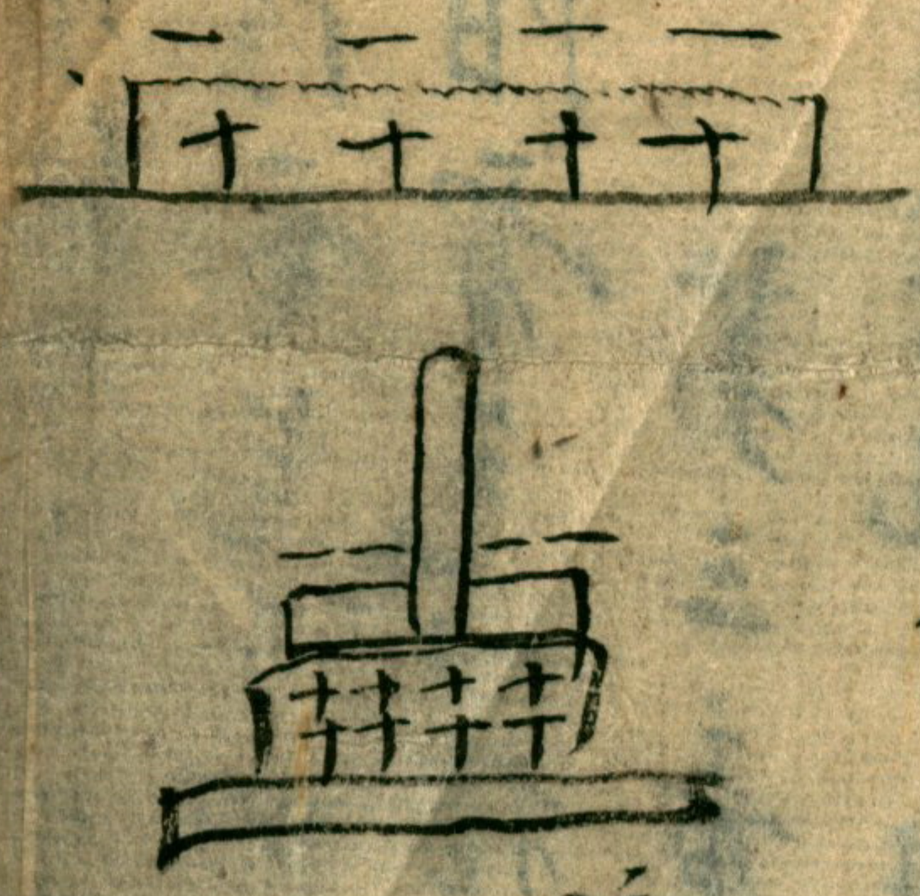
于發電体之表面與發電体原有之電氣為異種之

于發電之端與發体原有之電氣為同種如上圖

乙子為全屬製之圓板甲為表面乙為裏面正于發電抵小

電氣即傳手板面若發電抵試之電為陽電則甲面與乙
相近為陰電乙面與丙丁相近則為陽電而接電氣平均
[illegible]以用和而生[illegible]電氣[illegible]作用[illegible]試為陽電傳與近于金箔
驗電氣之球則由感應作用而使金箔帶電同[illegible]近之則金
箔因合是因為接電氣[illegible]為陰電金箔[illegible]受之為
陽電而互平均與電傳相[illegible]調而無作用矣

(二)電氣盒　三三為試驗感應生電氣之平最簡便之如



上右面甲為金屬[illegible]下之圓盒內隆枝樹
受擊之表面側樹枝發冷電氣之盒之低面
受感而發電氣次小圓板蓋于盒上如
蓋使樹枝與圓板相觸接則感應作用

正觸接之面生陽電氣。上面生陽電氣。小指頭觸之
陰電氣手掌下。再去之。而將板面電氣盡相奪。則全体皆
陽電氣。小指近之。見有火花。且微聞爆声

第三章　發電抗與發電抗

(一)發電抗　能發生多量電氣之抗器。云
二種。一曰摩擦發電抗。一曰感應發電抗。此二種抗械之裝置
名曰天因。恒感應發電抗云。在摩擦。故現今多用之
(二)即漢士丁之發電抗　如圖。甲為玻璃圓板。乙乙中貫
而遠手曲柄。以用使圓板回轉。丙丙為木柱。上與玻璃面相
觸。庚庚為金屬之搭與丁成角直。而導于地。
銅製之圓筒。在絲之搭面。用玻璃板玻璃面摩擦則與毛布摩擦