

西學十六種啟蒙

第二函
函六冊

格致質學啟蒙序

格致之謂即格物致知之謂也萬物莫不各有其性情體勢非有人探討窮究之無由解其
外現之形勢並其內具之性情亦不能明其如何耳精察物理之家設法測驗無論物之為
定質液質氣質並各等質性者舉窮究乎其極所謂格致質即是泰西各學術中呼為質學
者猶有三種有天文質學即兼論萬物互相攝引之天文特別用器測日月星之天文言之
也有光質學即並論各等雜質性之光學特別空論光差迴光返照等事之光學言之也有
地理質學即論夫潮水漲落風雨侵蝕沖擊地面天氣冷熱等事之地學特別記載地球面
分為萬國之地學言之也而是卷格致質學啟蒙即以推極萬物之各等質性為功而著書
之大致相同亦祇畧解是種學術未嘗將其中之微奧深意完全托出也意即援引極簡便
之數端理並測驗之數法俾塾師於肄業諸生之前如法驗試出令其得以親目見之熟悉
目如何用心如何用後可觸類引伸擴充其察驗之力書中所備之各測驗法舉屬循序漸
進即淺入深由本達末先觀夫格致總學啟蒙繼觀夫化學啟蒙終觀是卷格致質學啟蒙
庶將斯時之物理由漸盡收入胸次中矣

格致總學

啟蒙

格致質學啟蒙目錄

第一章提學義旨

何為格致質學 一節

何為力 三節

第二章物與物所有之三力

何為萬物互相吸引之力 四節

何為異性物相合力 六節

第三章萬物互相吸引之力功用如何

重心 八節

第四章定液氣為萬物之三質

定液氣三質性有不同 十節

何為液質物 十二節

第五章定質物各等性情

定質物有定狀 十四節

物料力 十六節

第六章液質物

液質物體段不減小 十八節

壓櫃 二十節

何為動 二節

物質各點連合之力 五節

三種力之功用 七節

天平 九節

何為定質物 十一節

何為氣質物 十三節

橫桿墜彎式 十五節

面阻力 十七節

液質諸物恒傳壓力與他物 十九節

液質物不至平面不能安靜 二十一節

水水平二十二節

水倒壓托力二十四節

等體輕重互較率二十六節

液質滲力二十八節

第七章氣質物

風氣壓力二十九節

風雨表三十一節

撒氣箭三十三節

酒撒吸水三十五節

第八章物運動

力三十六節

物動作工三十八節

第九章顫動

聲四十節

聲音有成之功四十二節

風氣如何傳聲四十四節

迴聲四十六節

第十章熱物

深水壓力二十三節

物入水何以有沉有浮二十五節

他等液質物亦有托力二十七節

風氣分兩三十節

風雨表之各用處三十二節

吸水箭三十四節

何為操作三十七節

動靜作工之力三十九節

何為聲響何為樂聲四十一節

聲賴風氣颺出四十三節

聲行之速率四十五節

如何測得高低各音一秒內顫動之次數四十七節

何為熱 四十八節

寒暑表 五十節

定質各物漲者若干 五十二節

氣質物漲者若干 五十四節

各物容熱之量不同 五十六節

水藏熱 五十八節

水化氣騰空 六十節

熱之他等功效 六十二節

分發熱氣 六十四節

升降循環移熱 六十六節

光行速 六十八節

光折方向 七十節

凸鏡將物映大 七十二節

總述 七十四節

第十一章電氣

物有傳電有不傳電 七十六節

電氣有驅吸二力 七十八節

電氣大星 八十節

物熱體稍漲 四十九節

製寒暑表法 五十一節

液質各物漲者若干 五十三節

漲縮之理 五十五節

定液氣三質互有變化 五十七節

水氣藏熱 五十九節

沸水度數關乎風氣壓力 六十一節

使物凍永之藥 六十三節

傳熱 六十五節

光熱外射 六十七節

迴光返照 六十九節

光透凸鏡成像 七十一節

各色光折度不同 七十三節

何為熱 七十五節

電氣有二種 七十七節

電氣既顯物切近電氣尚隱物之情形 七十九節

驗電之諸法 八十一節

尖頭物於電氣如何 八十二節

蓄電瓶八十四節

電氣溜八十六節

電池各種性情 八十八節

總論 九十節

電氣機 八十三節

含電氣物其力如何 八十五節

葛羅縛電池 八十七節

電氣通信 八十九節

格致質學啟蒙

第一章提挈義旨

何為格致質學○化學啟蒙書中已論及世間各等物之質體諸生於化學家行之測度試驗法已窺得其大略伊等權衡各物之分兩體段以知其各有若干並用各等測驗法以繼得各物非為原行一質即為諸原質合成且以法測得各物或為二原質或為三原質或為任

用何法不能提分開之原行一質物諸生於世間各物不均知其種類不同乎尚未深明夫各種物能自移易其形勢性情也吾人生斯世間時而有喜色時而有怒容時而有哀狀時而與致勃然一時兼理數事時而精神疲倦一事亦不願操勞人之性情容貌既不能常久無變物因有輕重冷熱動靜戰動成聲含之電氣多寡故其情性形勢亦不能時時皆同也

諸生試為推揣即知物之性體氣象變更同於人之氣色容顏恒改變也天朗氣清惠風和暢之日萬物應其煦妪若含豫色烈風雷雨波浪滔天之時萬物驚其怒吼若帶憂意設取地面暴露之鐵彈徒手持提之覺其體極涼而重於是投之鑪火中少頃即變熱物同前形狀不同前僅以手捫之必被湯燒而成傷嗣復將其涼起納入炮膛內裝火藥以火燃之鐵彈出炮口直前奮發極速一往行去路遇何物何物即瓦解碎壞

諸生觀此即知涼鐵彈與熱鐵彈之不同鐵彈動時較靜時其勢亦大異矣

諸生設問人緣何喜色變為憂容憂容變喜色決有使其喜變憂憂變喜之原由在也緣何人即精神充足或神氣倦怠決有使其長精神憊神氣者在也人既如是物亦何嘗不如是

乎。萬物形勢屢變更。決有故存乎其中耳。格致實學啟蒙書。即專以體察各物變更因何故為事。儻有人詢以體察各物變形勢之故如何。可答以憑體測試驗之各法。一

何為動。○所應視為首先急務者。即洞曉乎動之為言為何也。蓋動即更移方位之謂。諸生不曾稍致力於天文。並深明余等住居之地球。亦屬從速旋繞行於日外乎。惟吾儕可暫不將此事置於心目間。同如天下各國人民。百中九十九人。憶不及此也。蓋以地球旋轉繞行。凡在地面居處之各物。均挾帶之隨行於空中。各物在其處靜而未嘗少動。仿如地為靜而不動者然。既屬如是。余等於講論時。無關於地球之繞日動自旋動矣。

設余等於室中安坐椅凳上。即可謂余現未動。起而在室內往來徙倚。即可謂余現已動。惟論及余動之時。所應述明者有二事。二事維何。即於我動之方向並遲速。須殫心揣之也。譬猶余出門徒步行於途。用無疾無徐之遲速。行直方向之路。歷一時頃。或歷一時有半時之頃。計其途程。一點鐘測之業行至十二里。二點鐘測之業行至二十四里。即可執以定就行路之速率。一點鐘權為行十二里觀矣。

儻使行路之速率不能無疾無徐。初終如一。同於鐵路間行之火輪車。數輛魚貫為一串。將及其所欲止之埠頭也。必預為減其行之速率。譬猶云火輪車行之速時。一點鐘百有二十里。設欲其至某處停輪。須由漸減其速率。使其適至所宜停止之處。行前之力盡歸於無。此等遲速行動。即如是之變換。將如何測得其率數乎。於車行路尚未減其速之先。余等呼之曰。一點鐘行百有二十里。是何意乎。意即謂此火輪車行於路。不減其速時。逾一點鐘。傾可行至距此百有二十里之處也。儻其火車為中途不止者。必如數之一往前行去矣。

語行路之若何達速有二種言詞喻曉法。或謂一點鐘時行若干里。或出言欲精詳。謂幾何秒頃行若干尺寸。設取一塊石向深井遺去。起首一秒頃下行一丈六尺。積六十秒為一分也。積六十分為一點也。欲例推其行若干遠。可看動重學十卷。

於是書中余等用行若干丈尺。須若干分秒等字樣。較多於用行若干里數。須幾何點鐘等字樣。物行動時。余等欲言明其速率。即云一秒鐘頃行及十尺。或行及二十尺。或三十尺。或多行若干尺。每按其實數而言之也。二

何為力。有人來前致問曰。物靜而使之動者為何。或云物動而使之靜者為何。則將應之曰。即力也。力能令動物止而靜。並能令靜物起而動。令靜物動之力。令動物靜之力。同為力也。惟方向相對矣。令靜物動時。設加以大力。欲靜其物不使動。亦必加以大力。二力之理相同也。有一皮球於此。欲弄之行動。手力即能勝其任。欲皮球中止。反手即可成功。載重車行於遠衢。非手力所能輓之動。而拽之靜。必以大力方可使之行。亦必以大力方可使之止也。蓋易施力使動之物。亦為易施力使靜之物。難施力使動之物。亦為難施力使靜之物耳。由是觀之。是力之為用。不惟可使靜物動。兼可使動物靜。無論物靜時使動。動時使靜。皆力為之也。

測驗第一法

欲證明是事。可取一馬口鐵盤盂。至底間有豌豆數粒。以右手執定盤盂柄。從遠奮臂舉揚。使馬口鐵盤盂高起速就木桿。木桿乃牢釘穩固。不能移動者也。盛豌豆之盤盂上就因人手傳力。惟豌豆不得已。亦隨從盤盂而同向上起。當手執馬口鐵盤盂舉揚時。木桿阻手使手中止。手轉傳其阻力與馬口鐵盤盂使之亦止。惟馬口鐵盤盂無阻遏豌豆。使

其停之力。必順其勢而顛簸飛進。高出盤孟外。下墜而潑落地上者有之矣。

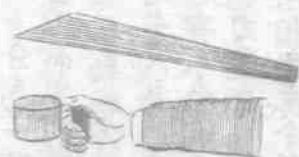
測驗第二法

復取若許豌豆粒。置於馬口鐵盤孟底。手仍執定盤孟柄。惟不舉揚。反其力而手向下連垂。豌豆粒若不能追隨。而於中途微有停留。遂散落地面。

余等於是暫為小憩。揣度此測驗之一二法中。有裨於余等知識者為何。於第一法所得知者。即豌豆經盤孟傳力。催之上行動後。盤孟遇阻還力中止。豌豆依舊之向上。升騰不遇阻力不能止。木桿未嘗加阻力於豌豆。是以上升未已。及地球心吸力引之使下方散分而落於地面。由是知動物必遇力方能止矣。此第一法所示知之事也。

且余等手速下垂時。力即傳與馬口鐵盤孟。未嘗傳與盤孟內之豌豆。因豆在孟底。非牢粘。

第一圖



手執馬口鐵

盤孟從速上

舉下垂豌豆

散落地面式

因有几案阻止。故法馬不能順地攝引力而就下也。法馬有壓力加於几案。几案擔當擊衝。乃浮擱故豆可仍靜不隨孟動。轉瞬間經地力攝引亦墜於地。由是知靜物必遇力方能動矣。此第二法所示知之事也。力之能事有二。既能令動物靜而不動。復能令靜物動而不靜。亦有時其力具在。似不見施發出。設有詢而欲得其故者。則將告以有相等相對之力阻止之也。譬猶有重法馬於此。余手提之使空懸。僅余指不加力持法馬。舒展張開地攝力。必將法馬引去。使墜於地。當余指卷屈執法馬時。地不能之使引墜。設移法馬列於几案上。如無几案中隔之法馬。必落地。此為試讀，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

其壓力。是於此几案間亦有二力矣。一為法馬之壓力。一為几案之阻力。由是而知力之為言。即能使靜物變而為動。動物轉而為靜之謂也。猶有所得知者。時常有方向相對大小相若之抵力。拽力。阻止之。使不能施展出力而顯有何等功效。三節

第二章物與物所有之三力

何為萬物互相吸引之力。○何者為力之意。余已明告諸生矣。於是時也。余等可於四周瞻觀。體察其可講論之大力有幾何種。並其各力為何等施用。所首先露顯者。即地球攝力也。手持之重物出手。試思順其自然之勢。均以何方向離去。余等總未嘗見其向上高升。亦未嘗見其向旁側行。必屬向地面直落去。余等呼為上升下落之若等言詞。俱關乎地球攝引各物之力也。苟地球無力攝引。余等奚必用上升上騰。高舉下垂下降沉落之若等言詞乎。物向地落地。吸力使然。凡物之高升較難也。以其逆地力行。受地力牽掣也。物之下墜較易也。以其順地力。得地力援助也。人於登山時步履艱難。乃因地力攝引。下山時更舉趾便利。亦因地力攝引耳。

地球攝引各物之語。非謂各物必立於地面方穩固也。有立於地面穩固者。有不立地面亦穩固者。今日者。譬猶余與諸生俱在層樓上。即未嘗立於地面。嘗見鄉間演劇時。諸多優伶羣立足於板臺面。儻其臺板力有不足。不能擎托多重。必有折斷。多人跌墜地面事。果屬人數過多。因折臺板而跌傷。殞命者時有之。均因地有攝引力也。

如是思之。是地之攝引各物。不見各物均墜及地。端賴有他物阻撓。援止。物之重墜。勢經他物力抵拒之也。所言物輕重之故。易一語言論道之。即以地球吸力為原根據耳。四節

物質各點連合之力○於地球攝引力之外復有他等力。試取一條麻繩或一段鐵絲。至余等欲斷之。非手之所易能。緣其有阻撓力也。鐵絲繩等阻撓之力。即各質點互連合之力。惟手出之力較其互連合之力。大方能斷開。其繩或鐵絲之各質點。俱含有使之聯絡比合之力。是以不易離分。有人兩手拽繩。或鐵絲至緊。必有其連合力生出阻撓之。連合力大於拽力。即不能斷分。連合力小於拽力。立即折斷。各種定質物。無論屬木質。石質。金質者。均於其體質諸點間。有相連合之力。凡物之不易折斷。不易換長。不易蟠曲。不易擊碎。不易磨為粉。以及一應不易改變形勢者。均賴其體質各點連合力也。

地攝引力。與各物質點互相聯絡力之所不同處。即因地於距己遠近不同之各物。能使其俱來就己也。如月之去地。非七十五萬里乎。仍為地力所攝引也。各物體質各點之連合力。不然。惟體質各點相距甚近。方能顯施出其連合力。僅其物業經折斷。或業磨為粉。體質各點不易復還原處。實緣其體質各點相去較遠。連合力不能及之也。五

何為異性物相合力○

於地球吸引力。並各物諸質點互相連合力之外。猶有化學中所言異

性物之相合力。如化學啟蒙四節云。炭與養氣化合為一物。所謂炭強氣即是。此等炭與養

氣能化合成一物。與石塊下就地時。經地球攝引之理有同處。要俱因力也。各物均內含攝

力。二原質不同之物。因其攝力可相投契合。化成一他物。化學家所講論之相合力。與他等

吸引力之所以不同者。惟質性不同之物。有此等相就相吸合成一他物之力也。蓋非質性

不同之各原質物。均不能照依化學家所論之相合力。即就嚴切。化合成他性物耳。六

三種力之功用○萬物所有互相吸攝牽引力。分為三種。上文業經略論。斯時可論其各力之

用處有何不同。何以其三力即均為不可無者。試將其功用略述之。余等居斯地上。苟無是三力。其難有不可勝言者。譬猶地無吸引力也。登彼山巔。固無慮困憊勞瘁。手持各物。不覺有何輕重。余等人不惟以登山為易。亦將騰至空中。游行雲表。離卻地面。恐致永不落地矣。月將離厥地球。不繞行一去而永不復返。地亦將棄日不繞之行。或可參列於諸恒星間也。反覆觀之。仍將推有地之吸引力為甚妙耳。

觀上文所言。地球吸引力之不可欠缺。固如是矣。設使定質各物體質諸點。亦無連合力。其情形復應如何乎。將見定質物之各體質點。不能互為嚴切粘合。必屬鬆成屑粉矣。几案椅櫈等木器。將分解為散亂星點。細粉不堪成聚一處。而造為器矣。葺室用之磚瓦木石等料。亦將散為細粉。胡能成廣廈千萬間哉。余等人身軀。並將零落四散。而成齏粉矣。是定質物各質點之連合力。為斷不可無者。如其不然。將何以成世界乎。

異性二質物。設無相合成他性物之力。世界之情形。又當何如哉。將見用柴燃火。炊爨也。而柴不能燃著。天下人不能得火食。賴以生活。緣柴中之炭質。不喜與風氣中之養氣相合成炭也。觀此一端。即知異性二質物。化合成新物之力。乃為世所不可缺一矣。

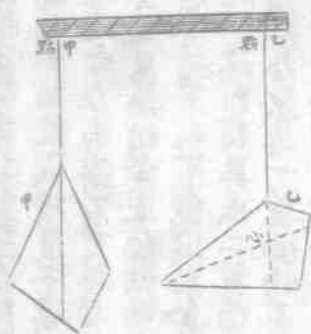
再者世間之各原行一質物。均不能或二種。或三種。或數種相合。化成各雜質新物。將見大塊之中。除六十餘種原質物外。不能復成有何物矣。僅餘屬金氣二類諸物。凡斯世所有二。三原質合成之各雜質物。俱無即余等人之體軀。亦不能有於世。吾人身軀中之各體。屬氣質之半。即歸於風氣中。與風氣攪合。屬定質之半。無論為光藥。為炭。並一二種金類各質。俱解散落於地。而地上無人矣。七

第三章萬物互相吸引之力功用如何

重心

測驗第三法

圖二第



取鐵片
面重心
式

一白色線於鐵片面如乙。其二線乃相交於某心點。

斯時復於鐵片邊選一角以為懸掛之丙點。

依舊之順其懸繩下垂方向。畫一直線於鐵片。面視其三直線均於一點相交。蓋無論鐵片何處為懸掛點。繩擊而懸之順其懸繩下垂之方向。畫一直線於鐵片。面直線必均於其一點相交。且相交點永在懸掛點下垂之方向處。以手將其鐵片向旁推之。後必自回歸原處。既屬如是其眾白線相交點實為何處。可更設一法講論矣。

圖三第



懸鐵片重心
在旁鐵片未
穩定式

屬如是其眾白線相交點實為何處。可更設一法講論矣。

則且於鐵片面之眾線相交處穿一孔取繩一段以法牢繫之提其繩而懸繫鐵片於橫梁嘗試觀之見鐵片之前後左右均平無論何邊何角舉不見少有傾側勢適與鐵片之體一切分兩均聚於其各線相交點相似此相交點即所謂鐵片之重心也設余以繩繫鐵片之無論何角懸掛起其鐵片自必歸於重心恰在最下處之方位設不以繩繫鐵片將鐵片兩點孔從懸掛於兩點釘上即見鐵片之重心點必在鐵釘兩點下之最卑處方能得當不同於圖中所繪之尚未穩定式重心點不在兩點下也

天平○凡有體格之各物均有重心如下文二十四節所繪之天平然亦同於方言釘懸之鐵片尚未穩定時決有使其重心在最下處之勢

設有人詰詢天平二端之分兩相等時其重心應在何處則將答以重心即在懸繫天平點之直下某處譬猶余手按橫桿使重心旁移及釋手必復還原處果其二盤中物之分兩相同時其重心必恒在懸點直線下且懸點間之指針所指者必適在正中處余等於此將物置於天平一端之盤內彼端盤中安法馬如其指針適指正中余等即謂所平物之分兩等於法馬之分兩儻法馬之重有不足天平衡桿必向載物之端低垂儻法馬之重有盈溢天平衡桿必向載法馬之端低垂也

測驗第四法

設將此鐵片置入天平一端之盤內彼端盤內投入重百五十分所言之分數依西四地格爾之法馬而感鐵片之盤仍沉於下適以證明鐵片較法馬重復易重及二百五十分之法馬入此端盤內緣法馬過重此端盤即低垂鐵片端盤即高起既屬如是知鐵片

之體重。在百五十分二百五十分之間矣。更易一重足二百分之法焉。入於此端盤內。見其指針直立。適指中心處。衡桿兩端勻平。觀此。即知鐵片重恰在二百分矣。

第四章定液氣為萬物之三質

定液氣三質性有不同。○諸生固均知地與各物。苟無吸引力。斯世將不成世界。物與物各質

點。苟無連合力。各物亦將分散瓦解。而成齏粉矣。復有可語諸生之一事。儻使各物均有質點。互相連合力。且屬過鉅。亦有極不穩便之關係。其至大者。即不能有流質。不能有氣質。將至世間。不見有水。並風氣亦無矣。

鐵桿鋼片。體中各質點互連合力極大。不易使之離分。水與水銀不然。互連合力極小。著手即漫散。然是二種流質物。各質點猶蓄含有互連合之理也。於此可設二法測驗之。

測驗第五法

試於盛水銀之瓶中。取出水銀少許。滴於寬平玻璃面。以物撥之。分為若許小球體。有是球體。即可謂得出水銀各質點。有互相連合之確據矣。然果於何者徵之哉。可更以玻璃一片覆於上。見其將各水銀小球俱壓平。由是將所壓之玻璃片揭起。被壓平之水銀。復還而為球體矣。

測驗第六法

試以數點水灑於帶油之物面。各水點皆有圓球形。與水銀之球體幾相似。可知水之各質點。有互相連合之力也。

至於氣質各質點。則皆與此相反。即如天空中之風氣。均無互相連合之性。反有離分之性。