

教員用

小學
校用
新理科書
卷三

高等第三年

教員用

小學
校用
新理科書
卷三

高等第三年

新理科書卷三 教員用

目錄

第一課	空氣	一頁
第二課	氣壓晴雨計	五頁
第三課	唧筒	一三頁
第四課	音	一七頁
第五課	山應調子	二二頁
第六課	發聲機耳	二八頁
第七課	器械一	三四頁
第八課	器械二	四一頁
第九課	鐘錶振子	四六頁
第十課	蒸氣機	五一頁

第十一課	熱之傳導法	五五頁
第十二課	寒暖計物之膨脹	六〇頁
第十三課	風爐燃燒	六六頁
第十四課	空氣之成分	七二頁
第十五課	呼吸肺	七九頁
第十六課	炭酸	八三頁
第十七課	動植物之關係	八七頁
第十八課	洋燈	九〇頁
第十九課	光之進行法	九七頁
第二十課	鏡反射	一〇一頁
第二十一課	光之屈折	一〇八頁
第二十二課	靈視眼	一一四頁
第二十三課	人體之構造	一二二頁

校小學
新理科書卷三 教員用

日本

濱 幸次郎
稻葉 彥六

合著

清國

由 宗 龍
劉 昌 明

合譯

第一課 空氣

要項 空氣圍地球而竄入於諸物之間。

空氣殆無色。

空氣之存在要場所。

空氣有重量。

教授 空氣者。包圍地球。故空氣界一名氣圈。氣圈之厚。雖未曾精

密測定。然至少亦達於地面二十里。此用日里。每里約合中國六里。以上。此包圍

地球之空氣。下層甚密。至上層則從而次第稀疎。最上層者。雖接真空之大空。而氣圈與真空之分界。不爲劃然。殆與氣候於寒暑之分界不明無以異。

注意 空氣之全體。稱曰大氣。此處不區別之。亦不爲必要。區之於教授上。或有不便。其下層之密。可於後章教重量時多少補說之。

打綿高積時。上層與下層之綿。有疎密。可以之比空氣。

空氣者。不僅包於地球之外部。有達於地下數十百尺者。又於井泉。河。湖。海洋之水。無不含多少空氣。又竄入於許多之生物無生物內。而真空之所殆全無。

注意 真空者。於第二課可明了。此處係以氣圈外之真空。聯作想像。

容解於水之空氣。再離於水者。不得謂之氣體。惟指其入於水中之空氣可知。又包於岩石中之空氣。及竹竿中之空氣。雖不異於氣體。然與外氣之連絡。殆相絕。則不能與大氣同視。此亦可作爲特別處所之空氣而教之。

竄入於衣服器具等之間隙之空氣。其壓力。溫度。濕度等。與大氣共增減。無絲毫異也。

空氣殆無色而透明。故欲見一部之空氣不能見。然其層重時則得見之。天之蒼蒼。非天之有色。空氣層重之色也。遠山青一種之青色者。非山之有色。亦實爲空氣之色。

注意 空氣無色而又云有色者。聞之不免生疑。然事實誠然也。即水亦然。宜區別多與少之時際。而後可以分色之有無。

空氣者。通常目不能見。故其存在有可疑。然若無空氣。則風如何而起乎。風之有也爲實事。則空氣之流動亦不得信之。又雖不流動時。而空氣亦不可謂不有。今試以一試驗證其存在。如圖附線香於玻璃杯底。燃之。而平覆於水中。因杯中有空氣。水不得入。故火仍燃。若無空氣。則水上於其中。火忽消滅。觀於此試驗。不僅知其有空氣。而有空氣之處。水不能入。亦足知之。此不但水爲然。無論何物。凡二物均不能同時占於同所也。

注意 如圖之試驗中。若將可入於玻璃杯之木片或橡皮。由下而插入。則玻

玻璃杯中之空氣即因其入替而出於外。

空氣亦物也。故雖輕而亦有重量。試驗之。如圖。將瓶中之空氣。可及的吸出之。與未曾吸出者相較。而視其分量之差異可知也。

注意 宜以天秤量之。若無天秤時。可以普通秤最初置於平均。次抽空氣而示其重量之減。

應用 有空氣而動植物可得生育。有空氣而鳥得舞。有空氣而酷暑嚴寒可和。衣服含之而保溫。水溶之而生育水中之動植物。入於土中而增肥沃。雖亦往往有傳播病毒等之害。然人智日進。殆至於防其害而益受其利矣。

附記 一 氣圈之厚 近於海面之空氣之密度。殆水之八百分之一。故大氣

者。其實際上層甚疎。廣至數十里。日本里之厚。至少亦達二十里以上云。

二 空氣之重 空氣一升之重量。於通常之溫度。攝氏十五度。凡有五
分九厘。如前揭單吸出空氣而計之。若有良天秤。則得明知其重量。否則稍為困難。

可於玻璃瓶之底。容少量之水而沸騰之。全出其瓶中之空氣後。以橡皮栓固塞之。待其冷卻。而後計其重量。而記之。後復拔其栓。而容以空氣。再測其重量。即可見其前後之差。是即空氣之重量也。

第二課 氣壓晴雨計

要項 空氣有氣壓。而壓於上下四方。

依氣壓之理。而作氣壓計。

氣壓計。亦稱爲晴雨計。

晴雨計即氣壓計之功用。空氣之浮力。

教授 空氣有重量。前既學矣。因有重量。而上層之空氣壓下層。下層之空氣。因其壓。又壓地面及諸物體。其壓力者。不僅及於下層。而亦及於上下四方。此壓於上下四方之空氣之力。名爲氣壓。今

一一 試驗之。有數法。

第一、以玻璃杯或茶碗。充水使滿。以厚紙覆之。上載以板。試將板與紙與杯共倒之。板雖去。而紙不落。水亦不流出。以受空氣之上壓力故。是即空氣有上壓力之證也。

第二、以排氣機。如圖(圖者謂兒童用書之圖。以下皆然。)之裝置。而排出空氣。玻璃筒上所覆之膀胱。即漸次向筒內凹。此何以故。蓋其最初。筒內外共有同樣之空氣。空氣被排出。而鐘內之空氣稀疎。膀胱不能抵抗上方空氣之下壓力。故見其凹。若更排氣而以筆等觸之。與以微響。而膀胱遂即破裂矣。

第三、取有二孔之水盂。入以水。以指塞其一孔而橫之。水不流出。又去其指。則忽然流出。其初之不流出者何故乎。因空氣有側壓力之故。

第四 取麥葛得堡半球而密合之。十分排出其中之空氣時。則兩半球即不易離開。無論其位置如何。莫不皆然。此因其空氣有上下四方之壓力故。若復放入空氣。使內外之壓力足相敵。而兩半球即仍開矣。

依是等之試驗。而空氣之由上下四方壓物體。可以知矣。

注意 排氣機之使用。以本課爲始。此爲第三課教授之物之一應用之時。宜多少說明之。不可使兒童有不思議之感。

凡行試驗。總宜行一回之豫試。以防臨教時試驗上之失敗。但至簡單之試驗。不在此限。

排氣機與麥葛得堡半球。如其密着部。微有間隙。可塗之以油。用後則拭去之。更有一試驗。取凡三尺長之玻璃管。而塞其一端。自他端入滿水銀。以指閉其口。倒立於他之盛水銀之皿中。而放其指。水銀則流出少許後。即不流出。此玻璃管縱令有多少之長短。然皆至一定之高。即不降下。與其土地及海面之氣壓之高殆相同。自下端

正迄二尺五寸之高有水銀。其以上則水銀不能留。管上部無水銀處。謂之真空。此管中之水銀不全降下者。何以故。是由於空氣之有壓力壓之也。如本文所示之圖。用曲管。則空氣之壓力。容易了解。

此驗試者。凡於二百六十年前。伊太利人禿里賽離始行之。名爲禿里賽離真空。氣壓計。即依是而作者也。

注意 以排氣機排出空氣。則得真空。人雖有作是想者。然其真空非真成真空。器中猶多少殘有空氣。不如禿里賽離真空之爲真空也。

水銀之二尺五寸之高。有何重量。在此試驗終後。可以秤之。是即等於玻璃管內同大之空氣柱之重量也。

氣壓計者。盛水銀於刻有度數之玻璃管。視水銀之昇降。而計氣壓之增減者也。又有僅以固體作者。此謂之安奈羅得。氣壓計。便於攜帶。出門人多用之。

空氣之有壓力。既學之矣。其壓力究爲如何大。亦宜起疑問乎。然此皆問而得答之疑問也。

何言之。大凡之力。即麥葛得堡半球。亦可知之。又禿里廢離真空。最可供解此疑問之材料。

抑氣壓者。等及於上下四方。今當其禿里賽離真空之生。而壓上水銀而不流出者。是即玻璃管內同粗大之空氣也。有如斯面積之空氣。壓二尺五寸之水銀。今假定其水銀爲五十匁。一匁約合中國一錢則空氣壓於其面之力。亦有五十匁。此於海面之空氣秤之。則一寸平方之面積。凡有二貫。一貫爲一千匁五百匁之壓力。麥葛得堡半球之面積。若有一平方尺。則其內全無空氣時。應受二百五十貫之壓力。而其實尚有殘留於內之空氣。所受壓力。不至如斯強大。然其以數人之不能開此兩半球。無足怪異也。特於人身全面積。應受如何強大之壓力。可以推知。然以其體內亦有空氣而抵抗外氣。故不復感強大之壓力。

注意 說明壓力不得不借多少計算於斯時際。可於塗板上計算而示之。

二貫五百匁者。僅舉大數而言。若精算之。則爲二貫五百三十匁又二尺五寸。改算爲七百六十耗。密里米突一名之爲一氣壓。即用爲測氣壓之單位也。

空氣者。上層疎而下層密。依於其密度。而其壓力有增減。即下層之密空氣氣壓強。而上層之疎空氣氣壓弱。故持氣壓計而行於山上。則水銀之漸漸低下可見之。凡於千尺以下。每高一町。三尺六十水銀之下約三分弱。於千尺以上則漸少。蓋漸至於高處。水銀之下從而漸減也。若至於富士山日本最高山之絕頂。則較海面降下凡九寸。水銀之高。凡爲一尺六寸。然此不過其一例。依於天日。於同時同所。氣壓計亦有降下者。是即水蒸氣含於空氣中之分量增加也。水蒸氣增則前之空氣必減去同量。從之而氣壓亦減。水蒸氣若減。則又反之。天氣之晴雨者。由於水蒸氣之增減。可得測而知之。以此氣壓計得以豫知晴雨。故氣壓計者。亦稱之爲晴

雨計。

又依於天日。或地之空氣。特得熱而膨脹。比於他之寒冷空氣。而輕時。冷氣則流來於茲而生風。既如前之所學。卷一第十四課。故視氣壓之增減。而風之有無。亦得知之。此於天氣豫報。晴雨計所以爲最要之器物也。

注意 晴雨計之水銀。急下時爲大風雨之徵。既下而又徐徐昇上時。爲天氣靜穆而雨霽之徵。

空氣之壓力者。有較自體輕之物體。則昇之於上層。此與木葉之浮上於水面。同爲一理。惟有彼者水。此者空氣之區別。此故謂之空氣之浮力。人所乘之輕氣球。昇於空中者。爲其全體重量之合計。較空氣輕而爲其所壓上也。

注意 可即烟之昇。石鹼泡之昇。入有元素之橡皮球之昇等。以示浮力之例。

應用 携晴雨計旅行。則天氣之急變。得以豫知。又得測其地之高低。如欲測定某山之高。可携之而登山。然氣壓之減差若不詳知。則不得精密而測定。

附記 一 輕氣球之高 輕氣球者。果能昇至如何之高乎。以今日之實驗。

凡限於三里日本里之高。其不能再昇數里。何以故。以其有二個之故障。一由於空氣稀疎而浮力減。一由於乘人之呼吸陷於困難。呼吸之陷於困難者。屢為攀登高山之人所實驗。登山之人。身體忽呈異狀。謂為山靈之所為。此由於不知空氣使然之故也。

輕氣球者。為西歷一千七百八十二年。法國之紙商蒙的。與耳匪兄弟二人所發明。最初作布袋充以焚葉所熱之空氣。能昇上一英里之高。其後用水素於輕氣球。實自一千七百八十四年始。

二 吸瓢及動物之吸盤 吸瓢醫用吸血器。吸出血液。係利用氣壓者也。動物亦利用之而吸着於物。如蠅之口及足。雨蛙之足。章魚。烏賊。墨魚之足等是。

三 氣壓計之發明 西歷一千六百四十三年，保禿里發離之發明，其先為伊太利之他士加尼侯爵，因穿深井以吸上唧筒吸水，高至三十六尺之外，水不能引昇，氏即研究此理，遂知有大氣壓力之關係，曾以玻璃管及水銀試驗，此為氣壓計發明之初基，其水銀柱之高，由於土地之高低而變者，實由其後法人帕士加爾之試驗而確知。

四 天氣豫報 天氣豫報者，僅計一個所之氣壓，不能為，故觀日本全國，共有七十餘個之測候所，每日數回測同刻之氣壓、風向、風速、溫度、晴雨、濕度等，報告於中央氣象臺，記入於天氣圖，而推測天氣變化之模樣，然後令衆庶知之。

注意 本課可教授四點鐘。

第三課 唧筒

要項 唧筒揚水之理，及其構造與種類。

基於同理之排氣機。

教授 唧筒亦爲應用氣壓之理而作之器械。常見有架於井上者。

是即以之爲揚水之用。此謂之吸上唧筒。

吸上唧筒者。自圓筒與通於其底之長管而成。於圓筒有出水口。圓筒之中有活塞。

最初以活塞下至圓筒之底。將活塞抽上。則圓筒下之瓣開。而水即吸上。後復押下活塞。則下之瓣閉。同時而活塞所具之上之瓣開。水即湧上於活塞上。次又抽上活塞。則上瓣閉。同時下瓣又閉。而水復自下吸上。由上即可流出於筒外也。

注意 氣壓可加於何處乎。此雖壓於下水面。然其壓力變方向。而由長管端上壓。故不可不作空氣之上壓力。

吸上唧筒外部之裝置亦有種種。且有全視爲別種者。然其瓣之開閉如此類。皆謂之吸上唧筒。

壓下唧筒者。即爲龍吐水。而活塞無瓣。故此雖壓下。而水無上

昇之道。即由側面閉口之嘴而迸出。其所以迸出者。雖由於人手壓水之力。然活塞抽上時。水之由瓣而上昇者。實由於空氣之上壓力。與前之吸上唧筒無相異。

注意 壓下唧筒。水之迸出有間斷。此亦有稍複雜之構造者。然其理亦不異。

消火唧筒者。合壓下唧筒二個。而送水於中央之室。壓縮室內之空氣。而以之壓下部之水之器械也。

最初此器之水未滿時。交互動左右之活塞。時水不迸出。僅排除空氣。忽有與被排除之空氣同量之水。入於器內來。而中央之室。即充有或高之水。自此以後。此中之空氣無出道。而占於室之中層以上。常逞其壓力。而水即迸出矣。

注意 消火唧筒。空氣之壓力有二種。即水之入乘於器內者。爲外氣之壓力。水之自器內迸出者。爲中央室內之空氣之壓力。室內之空氣而逞壓力者。人之力也。

此器不若龍吐水之進水有間斷。

排氣機亦吸上唧筒之一種。故名爲空氣唧筒。至其目的。與彼大異。其目的在使裝置之玻璃鐘內成真空也。真之真。到底雖不能得。然器械精巧。而活塞上下數十百回。其空氣殆可得全無。

注意 試驗之時。玻璃鐘之緣宜塗以油。密着於金屬板。且鐘內入以膀胱或橡皮袋之半。充有空氣之物。從其抽拔。空氣而示其膨大。又同時宜注意排氣機所附具之氣壓計。

應用

唧筒雖有種種。皆以之揚低地之水於高地。最爲切要之物。如龍吐水便於撒水。消防唧筒便於消防。火災。吸上唧筒便於自深井揚水。且農業上利用之而助灌溉。工業上利用之而入水於汽罐。或如造船所用。以排出船渠中之水。亦爲必要也。

二 唧筒揚水。水之高。因大氣壓力。亦有限制。不得謂任自如何之深井底與深谷底。均得揚水於地面或山上也。即如水銀。

自二尺五寸以上。則難上昇。水雖較水銀輕。然比於空氣則甚重。其不能昇於空氣同樣之高可知也。然果得揚如何之高乎。水銀之比重。爲水之十三倍六。則大略之高。可以左之式而算出。

$$25^2 \times 13.6$$

附記

以排氣機得之真空

排氣機至如何程度始得真空乎。可以排氣機

所附屬之壓力計試之。即曲管中之水銀。若左右同高。殆可作已得真空。如魯德氏者。則謂殆得完全之真空。即其壓力爲〇。〇。〇。〇。〇。〇。六九。耗而當通常空氣之壓力之一億一千萬分之一也。

第四課 音

要項 由於物之振動而發音。

於真空中音之不傳。

空氣傳音而擴於四方。

固體、液體亦傳音。

空氣傳音而起疎密之波。音波。

教授 以玻璃鐘或金屬鐘置於臺上。別以南金玉玻璃等之小體繫以絲而準備之。先以筆管等打鐘。見其發音。即以玉觸之。其必振動也可見。

注意 發音後。即以手觸之。其振動亦得感知也。

以南金玉觸時。若音既絕。則左手持南金玉之絲。以玉接於鐘之緣。右手可以打鐘。

又以細銅線作弦而張弓。彈弦發音。折小紙片載弦上。而觀其振動。蓋僅弦之振動不顯明。而紙片之動。可知弦之振動也。

注意 打綿之弓絃打而發音。綿即橫散。亦其振動發音之一例。又琴之絃發音時。不見夫絃之動乎。風箏之鳴時。不見夫線鬚之動乎。其為振動發音也。殆同。觀以上之例。凡發音體必由多少之振動。可以知之。

注意 發音體者。必為振動之體。然亦不得謂振動之則必發音。蓋凡物之振動。必達於或程度之速。而後能發音。詳言之。則振動之成音者。有上下之界限。其下

之界限之數。大約一秒時振動十六次。上之界限。一秒時振動三萬六千次。若再多則過銳。即非耳所能聽矣。

若準備有音叉。則振動而發音。可以測振動數。

繫鈴於玻璃瓶中。以排氣機抽出其中之空氣。乃以瓶離排氣機而動其鈴。鈴之聲必低微。因真空中不能傳音也。然數動之而空氣入後。則其音必漸高可知。

是何故乎。蓋音者。必發音體與耳之間有空氣。而始爲傳達者也。

注意 若無右之器械時。可以小風鈴。以絲繫於木柄之尖端。插入大玻璃瓶內。固封其口而振動之。則音在玻璃瓶中亦明朗。然入少許之水於玻璃瓶。滯騰而除空氣。然後如前插入風鈴。冷卻後而振動之。則其音實微也。

音能擴於上下四方。若無妨之之物。則迄或距離。無所不到。此不但空氣爲然。即他物體亦相同。例如於水中之一部。以二個之石相擊。則近岸頭之人雖不及聽。而對岸之遠在水中之人。却得

聽之。此魚在水中之所以微音亦能聽聞也。又若其音爲高音。一旦於水中聞後。伸頭出水面。即不得再聞同樣之音。此爲水之傳音。較空氣之傳更速故。此實驗者。即施之於固體。亦無不同。因是而知固體、液體及氣體。皆能傳音。惟其速度則各有不同耳。

注意 音之傳達者。一樣之物質。若種種之物相錯雜。殆足以遮之。故由於壁等。可防室內之聲音傳於他室。木傳音之速。固不一樣。然多少較水更速也。

空氣之傳音。隨發音體之振動。一疎一密。如波之及。而廣於遠方。此謂之音波。音波音。即爲疎密波。其所以生疎密。由於物體之振動也。即物體振動之音之壓迫空氣時。所壓之空氣。被壓縮而成濃厚。濃厚之空氣。欲復其初狀。則膨脹而成爲稀薄。因而其次之層。復被壓縮成濃厚。如斯往復。遂順次向後成濃淡相間之形。疎密相交。互漸漸進行於遠方。

注意 音波之樣態。投石於池水之中央。可觀察之。足以示廣擴之樣態也。

又取有彈性之球數個。以絲連繫之。試取其一端之一球而放之時。其歷逐次及於他球。至最終之球。遂大飛揚。是亦似於生疎密波之樣態也。

音之傳於空氣。一秒時間。凡一千一百尺。三百三十二米。是固甚爲速矣。然比於光之進行則甚遲。光者其進行之速。殆如不要時間。故如放砲等之測其見烟後至聞聲之時間。即得知其間距離之尺數。

注意 空氣傳音之速。若必待發銃砲時始驗之。恐誤觀察之期。故於教授後。宜以橋木等離四五百尺。擊而觀察之。

應用

一 金屬較空氣與水。更速於傳音。故如旅舍等室多之家。居此室者欲與他室之人談話。則兩方設受聲竹筒。其連續可用銅線或鐵線。若中間之障礙物少時。則得以相對談話也。

二 知音之傳達之速。則當雷鳴時。足以知其遠近。即見電光後經五六秒而聞雷鳴。可知其距離之遠約半里。合中國

附記 音之傳達之速 音傳達之速度依左之數者而其他可類推但其溫度

爲零其數即一秒時間之米突數。

空氣 三三二 銀 二七七六

水素 一二六六 銅 四九六七

水 一四五三 鐵 五〇一六

金 二一三三 木〔縱橫〕 空氣之十倍至十五倍
空氣之四倍至六倍

第五課 山應調子

要項 山應所生之理及反響之功用。

調子由振動之遲速而生。

調子之外音之有大小。

教授 山間遙呼遠人時有與我聲同聲而回應者此謂之山應是

果有何物而妨害吾人乎。懼是疑者。自古不少。然此並非何物之所爲。實惟我聲自山腹或森林反射而來。再入於吾人之耳故也。又如圖。以一蝙蝠傘(即洋傘)之柄。置時辰表於其下。其他之蝙蝠傘如圖而持之。其聞音之時。雖隔十餘尺遠。可明聽其爲時辰表之音。其在中間之人。及未持傘之人。距離雖近。却有不能聞之者。此爲二個之傘音波之反射而然。

所云山應與時辰表之音。其得聞之者。皆由於音之反射。此謂之爲反響。反響者。妨害於音樂室會堂等不少。爲此反射音重複原音。而原音不能明瞭之故也。

注意 教授時於學校之庭。自若干之距離。向壁而發高聲。反響若不明瞭。則宜更退而發聲。人者通常一秒時間得明發四音。故直角反射而來時。自壁凡距二十三間(一間等於六尺)得聞一音之反響。其爲二倍之距離。則可聞二音之反響。反響者。於致場亦得聞之。惟由其四壁甚近。其原音與反射之音。渾而爲一。難於區別。然是却幸甚。每於談話之時。若亦能反射。同音二回而入於耳。則說話必

錯雜而不能明了也。

音之反射與球自地面之反射相似。故正直當之則正直反射。斜當之則斜反射。可以球試之。

依樂器之種類。有各種特異之音色。琴有琴之音色。風琴有風琴之音色。故耳聞之而感其快。而於或一種之樂器。更足快耳者。實由於音之有調子而然。

調子者。何由而生乎。試如圖以厚紙當於齒車。而回轉其車。則厚紙可生緩與急之兩樣振動。車之回轉速而厚紙之振動急。則發高音。車之回轉遲而厚紙之振動緩。則發低音。即於同一之厚紙。由齒車之遲速而調子生。可感一種之快美。故此調子者。即爲音之高低。而高低者。又由振動之速度如何而生可知也。

注意 振動之遲速。須測一秒時間之振動數。其測之之法。通常用發林器。

感於人耳之振動數之上界限及下界限。既述於前課矣。然音樂於極低音及極高音。不能感動人。故亦不用通常用者。蓋在於六十振動以上。五百振動以下。

此高低者。不可不與大小同樣思之。今於長箱或板之上。如圖以細銅線概張同樣之強而彈之。其彈之之法分二次。

第一、於弦之中央引而放之。

第二、置柱於弦之中央而二分其弦。乃於二分之中央引而放之。

第三、三分其弦。又如前於三分之中央引而放之。

右之第三者。可知其較第二高。第二者。可知其較第一高。

又強張其弦而同樣爲之。皆可知其較前爲高音。

其次。

第四、彈法與前之第一同。惟遠引而後放之。則其音可知其較第

一大。

第五、彈法與前之第二同。惟遠引而後放之。則其音可知其較第

二大。

第六彈法與前之第三同。惟遠引而後放之。則其音可知其較第

三大。

此皆由其高低與大小之區別而生之次第也。即振動之幅大。則爲大音。振動之幅狹。則爲小音。故音之大小者。由於振動之幅之大小可知也。

注意 取太鼓而輕打之。則見其皮之微動。又大打之。則皮亦大動。而其上若有豆等。則飛於遠方。是亦足知其振幅之大。

若有音叉。試取而弱打之。又強打之。而振動之幅之大小。與音之大小。即可示其一致。

大小又謂之強弱音。高低又謂之銳鈍音。此欲區別之。即如左。

- 一 男之聲鈍。即低音也。
- 一 女之聲銳。即高音也。
- 一 同爲男而兒童之聲銳。即高音也。
- 一 同爲女而老人之聲鈍。即低音也。
- 一 同爲一人而體操時與對話時。其聲有大小。即強弱也。
- 一 同爲一人而踏於地板上疾走時與徐步時。其足音有大小。即強弱也。

一 同樣之物之音。近聞之與遠聞之。有大小即強弱也。

應用

一 欲聽微音。可以手當耳後。由反響而得聞之。

二 室內喧噪之時。可開其四壁。欲微聲談話。則可閉其四壁。是皆反響之應用。

三 太鼓之皮緩而音低。則當日而打之必高。

四 若要大音。可取大之振動體而強振動之。

五 一條之線。將柱之位置各樣變動之。亦得高低自在而

發音。例如一絃琴是也。

附記

一 音之大小 音之大小。由振幅之大小而生。其計算如左。

設有一絃於此。以五分之長引放時。假定爲發一之大之音。以一寸引放時。則不爲二之大。而爲四之大。又以一寸五分引放之。則可成九之大之音。故音之大小者。可以振幅之二乘數比例之。

二 絃之高低 絃音之高低。雖可由振動數而正爲增減。然其振動數

與長、張力、粗及絲之密度之關係不一樣。

(一) 絲之長爲二倍，則振動數爲半數，即振動數可以絲之長反比之。

(二) 絲之張力自一增至四，則振動數自一增至二，即振動數正比於張力

之平方根。

(三) 絲之粗自一增至四，則振動數自二減至一，即振動數反比於粗之平

方根。

(四) 密度之增減亦同於粗之增減。

第六課 發聲機·耳

一 發聲機

要項 發聲機之構造及其發音之狀態。

教授 唱歌當合唱之時，人各有多少之異聲，此不僅男女之有區

別，即同爲男子，同爲女子，而甲、乙、丙、丁各有幾分之異處，此皆由

其音色與大小之相異也。然唱歌之所以快於耳者。必皆爲同樣之調子。既爲同樣之調子。則甲乙丙丁皆必爲同樣振動數之物體。此物體者。謂之發聲機。發聲機在於吾人之喉頭。喉頭自五個之軟骨成。略成三角形。此處有二枚之聲帶而圍氣道。中間有細隙。平素呼吸。則空氣即通過此聲帶間之細隙。然聲帶者。爲伸縮自在之膜。不用發聲時。則大伸之而大其細隙。發聲之時。如所見弦之振動。非緊張至或度。則物體不能振動。隨而不發音。人若要發音時。必緊張其二枚之膜。而作小其間之細隙。又強呼出空氣而速爲振動此膜也。

注意 唇亦能發聲。所謂口笛是也。吹口笛時。唇之間隙小而強呼出空氣。則可發強大之聲。

其聲帶緊張之則音聲高。即由於振動數之增也。反乎此則低。

而遂至無聲。

又空氣之振動聲帶若強大。則振幅廣而發大音。空氣若微弱通過。振幅不能大。則爲小聲。女子與小兒之聲帶薄且短。故調子常高。男子之聲帶厚且長。故調子概低也。

其他人之音色之各異者。由其連聲帶之振動。而生數多之倍振動之樣態之異。與喉頭及口內之形狀之各異也。各樂器之音色之異。其理亦與此同。

注意 女子通常談話之振動數者。自二百七十至五百五十。而男子則云自九十至百四十。女子之調子之高。可知爲男子之二倍以上。

應用 一 過度勞聲帶。則其聲啞。啞聲者。可爲其疲勞過甚之證。故聲宜可及的節約之。體之各部疲勞時。如大聲談話。特不宜。感冒時之發啞聲。由於聲帶之呈異狀也。

二 由於喉頭加答兒脫齒鼻孔閉塞等。而見其聲之變。此亦多少於發聲及調音有關係可知。

二 耳

要項 耳之構造作用及養生法。

教授 吾人之聲及他物之音。有大小之區別。有調子之高低。又有各異之音色。既如前所學矣。然其所以得區別此等者。爲吾人。有固有之一種機關。此機關爲何。即構造巧妙之耳是。

耳者。通常有視如木耳之物。然是非耳之主要部。此謂之爲外耳。

外耳者。分耳殼耳竅及鼓膜。耳殼廣而適於集音波。如犬馬。則較吾人長。且能自在搖動。如吾人之耳殼。實退化而難動也。音波

到耳竅而全爲一束。擊鼓膜。其富於彈力之鼓膜。乃因而振動。而傳之於其後方。

後方果有如何之物乎。有三個之小骨與通於喉頭之上部之孔。是亦非爲耳之主要部。此謂之爲中耳。

中耳之後。隔一層之膜。而有複雜之機關。是爲耳之主要部。此名之爲內耳。

內耳之主要者爲蝸牛殼。殼中充以漿液。聽神經之末端。自腦來而浸於此液中。由中耳之小骨傳來之音波。而漿液亦振動。聽神經感此振動。而傳達於腦。始能分音聲之大小調子及音色。

注意 自中耳通於喉頭之上部之孔。所謂勃斯達期氏管。其作用上之著點在於中耳與外氣交通。故氣壓高時。由此入空氣。低時則由此出空氣。設無此孔。則由氣壓之變更。而鼓膜或致有損傷。又中耳內之液。往往有過量溜之。自此孔出餘分之液者。耳鳴等之發。多由於此孔之閉塞而然。

中耳之小骨爲奇形。一如槌(錘骨)一如砧(砧骨)又一如鐙(鐙骨)三個連續。面前

接於鼓膜後連於內耳。能傳音之振動也。

內耳之蝸牛殼內之構造者。爲體中第一緻密之構造。

耳漏者。兒童最多之病也。因乎此往往有害於鼓膜。不然則有時成聾者。故其豫防之甚爲緊要。其豫防第一之方法。耳邊總宜清潔。又耳竅不可入冷水。耳邊所垂之頭髮。宜常拭之。決不可濕。聘聾耳垢蓄積。宜善除之。除之之時。不可用金屬之耳搔等強取。宜以微溫湯洗去。若尙難去。則入阿利襪油醫藥用二三滴。而解其固結。至於次日。可以石鹼溶解之微溫湯洗去之。洗之後。宜除其濕氣。若有小蟲入而不出時。亦可以同法行之。然注油之後。暫時即可洗之也。

注意 見兒童之耳竅聘聾多。宜於適宜之際洗之。又阿利襪油亦常宜準備。

應用

一 鼓膜者。以其爲易破之物。故保護之宜十分注意。過激

之振動。恐害鼓膜。故如於耳邊發砲聲之際。開口而待其發。其時

亦由幼斯達期氏管傳其振動。而鼓膜有凹陷於內部之憂。縱令鼓膜不破。而過激之音。於耳亦不宜。詳言之。則高音者。較大音害多。雜音如打破鍋等之音者。較樂音害多也。

二 聾瘖(耳垢)者。有少許亦宜。故非至蓄積。不宜常除去之。此所有之功用。在於防小蟲之入。因其中有苦味故。

附記 蝸牛殼 蝸牛殼者如其名。爲螺旋狀之卷管。內部有稱爲哥魯嘴氏器之

數千微細纖維。自蝸牛殼之底至頂。有長短之差。皆正而排列。此哥魯嘴氏器者。可謂天然之樂器。由於此器之媒介。而聽神經乃得感受夫音也。

第七課 器械一

要項 物有重量及重力。

秤物之重量及天秤。

挺子之種類及稱。

操作用器械之利益。

教授 任何一物。自甲地移於乙地。須費若干力。是何故。以物皆有重量故。物何以有重量。以物與地球之間有相引之力故。雖然。物與地球。其引力大小之差。無以喻之。單謂地球引物。物被引於地球。爲有相引力可耳。所現如此之力。稱之曰重力。及於物之重力。是爲物之重量。

注意 引力與重力。其義畧異。不可混淆。即引力者。廣義。不僅現於地球表面已也。地球與月。月及地球與太陽。其餘諸天體之間。亦有之。無上下四方之別也。重力者。僅現於地球與物之間。無天體間之關係。無地上物體相互之關係。重力及於物。不上飛。不橫走。必向地球之中心。是故重力者。亦引力之一種。唯就地球引物之力而言耳。

菓墜地。雨灑崖。因重力之及於菓與雨也。

物之重量。何以知之。計之者爲天秤。天秤者。以柱支物。其臂同長。一端之盤載物。一端載分銅。即碼子。令左右平均。乃檢分銅以

算物之重量。

注意 詳言之。天秤者非以計物之重量。以計物質之多少也。何則物之重量隨地有增減故在海面與在山上異。在西京與在東京異。固距地球中心有遠近不同也。天秤不能量其不同。惟計等於分銅之物質有多寡耳。然重量之差實微甚。算出亦於物價無大影響。直以天秤定其重量可矣。

稱亦依天秤之理而作。但其秤法與天秤大異。欲諳此非先明挺子之理不可。

注意 天秤亦本挺子之理。不獨稱然也。

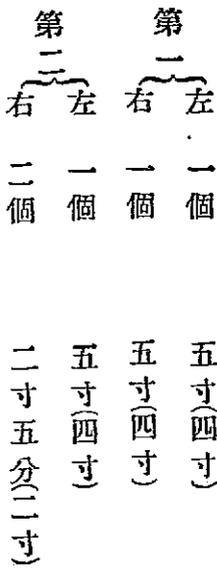
挺子者。起大石或移大木時常用之棒是也。有鐵製者。有木製者。觀圖而知挺子有三點。即加人力之處。爲力點。添重量之處。爲重點。支挺子之處。爲支點。易支點。力點。重點之位置。得三種挺子。即支點在挺子之中段（正中或偏於一方者。稱第一種挺子。重點在挺子之中段者。稱第二種挺子。立長而重之物。如豎旗。以手持其中段而起之上者。力點在中段。與前二種異。稱第三種挺子。其形如

圖。

注意 三種挺子之區別，由在中段之點而定。第一二三種默記為支重力，則其次序庶不致誤。

挺子各種之區別，學者知之矣。如此各種挺子，本何法則而成，有何利益而用，今進而論之。

如圖於尺之正中一點，即五寸處，繫以線而懸之，令兩邊平均於左右臂之兩端，各掛一錘，或增錘而易其地，俾得多次平均，每平均後，檢錘之數與隔支點之距離，得成績如左。



第三
 左 一個 三寸四寸五分
 右 三個 一寸(一寸五分)

第四
 左 二個 五寸(二寸五分)
 右 五個 二寸(一寸)

如第四，以二匁假定錘一個為一匁，乘五之數，與以五匁乘二之數等，皆得十匁，故知凡挺子，其兩端之重，乘隔支點之距離數相等，則兩邊平均。」

注意 懸尺之中央，未必左右皆相平均也。如稍傾於一邊，即以小刀微削之，使適得平均為度。

錘以紙裹銅錢繫以線為之，俾連紙共重一匁，銅錢有輕重，不等，輕則紙大之，重則紙小之。

稱以緒為支點，錘為力點，其欲計者為重點，得與挺子一例視之。蓋亦不過挺子之一種也。故如上文所言，以兩端之重乘隔支

點之距離得相等式如左。其平均之理自悟矣。

$$W \times 4 = W \times 8$$

假定稱錘爲百匁。錘隔緒之距離爲八寸。緒隔重物之距離爲

二寸。其兩邊平均時。物之重量應得若干。

$$W \times 2 = 100 \times 8$$

即 W 爲四百匁。不待觀稱星而知。

由此理觀之。以稱推挺子之理。最爲適當。右算式。凡挺子莫不用之。

注意 稱在理論上雖極明瞭。於實際上則甚錯雜。即挺子者。於其規則中。不必另加挺子材料。造挺子之木材之重量。直視重量爲零。

稱則不然。其銜之粗細不一。且有緒。有鈎。亦有有盤者。是等附屬物。須一一計算。始合於挺子之理。

挺子者。操作應用之器械。天秤及稱。前言之矣。餘如剪子。鉗子。

剪枝器、扎秣器、切藥器、消火器、拔毛器等。皆槌子之應用也。器械種類尚多。而用器械之目的。要不出二端。即第一省勞力。第二圖便利也。單就槌子言之。如鉗子、切藥器。合於第一目的。剪子、拔毛器。合於第二目的。

注意 器械所指者廣。有出兩目的以外者。亦未可知。以踏臼舂米。重力要大。故短其支力之距離。以省時刻。第一種槌子。第三種槌子。支力之距離。不可長於支重之距離。亦祇爲省時刻計。然省時刻。即便利也。動一物要五分鐘。如以二分鐘動之。能應急需。費力雖多。亦所不惜。蓋取其便利也。故器械多不能出便利省力二目的之外。

應用 一 用器械有巧拙。有利不利。器械有單複。有大小。有良否。

器械之複雜者。必非良器。巨大者。必不利。因時圖便。是在用者。就精粗言之。天秤固優於稱。然有時不及稱之便。

二 槌子爲諸器械中應用之最廣者。深究此理。或能發明新器。益於人世。

三 以桔槔即釣桶架於井上者從井汲水。以箸挾物。屬於挺子之第

幾種。試思之。

注意 本課可教四點鐘。

第八課 器械 二

要項 挺子變形之滑車。起錨器原名萬力及齒車。

斜面之功用及其變形之楔及螺旋。

器械之摩擦宜防。

應用 車之周圍作溝。廻以繩。中心有軸以支之。用時轉其繩。此稱之爲滑車。其支滑車之軸。當挺子之支點。周圍之某一點（始接繩之點）當重點。其周圍反對之一點（將離繩之點）當力點。故滑車亦挺子之一種。即第一種挺子之變形也。

滑車有二種。右圖定滑車。左圖動滑車也。定滑車有何用。雖不能省力。然一引上。一引下。如從井汲水之器。有易其方向之便。動滑車者。接繩之一點爲力點。反對之一點爲支點。軸即重點也。故支點力點之距離。爲支點隔重點之距離之二倍。據挺子之規則算之。知動滑車能支重量之半力。(得省半力之謂)

注意 用器械有宜細察者。如云動滑車。以重量之半力平均。理論上如此。實際上不然。蓋理論上未算滑車之重量與繩之重量也。欲歸之實際。須算入車之重量。兒童用書中所謂得支半力者。是實言平均之度耳。引之上不得不費稍大之力。動滑車有數個連續者。每添動滑車一個。費力亦次第減半。即如併用動滑車二個。則力即成爲四分之一。餘可類推。

輪軸之一種。有起錨器者。引重物之要具也。即以繩卷軸。始接繩之點爲重點。軸之中心爲支點。加力之處爲力點。起錨器軸細臂長。因能省力。可由挺子規則知之。

注意 臂之方向雖變。而諸點之關係得以不變視之。

齒車之用。亦如輪軸。以大小二個或數個齒車。令嵌合回轉。大車之回轉數少。小車之回轉數多。假令大車有六十齒。小車有十齒。則大車轉一回。小車轉六回。

注意 是即主便利之器械。而非省力之器械。

斜面者。一端上一端下之板。建築時揚物於高處。常用之器械也。其板之全長。謂之長。自高端達於地之垂直線之長。謂之高。

今作長二尺高五寸之斜面。以重百斤之物載之。繫錘於物。吊之高之一端。令與物均。母或上下。若不均則換錘或增減之。至與物均為止。其結果錘之重量與左算式之 x 等。

$$\frac{20}{5} = \frac{100}{x}$$

即 x 為二十五斤。

故欲 x 少而能與物均者。則有長其斜面。或減其高之二法。即

斜面之高爲二寸，則 α 爲十度。其長爲二尺五寸，則 α 爲二十度。登坡路時，斜面急則勞多，斜面緩則勞少。即當此 α 之增減也。同一登山，迂回而登，較徑登勞少，亦是此理。

斜面變形之器械亦不少。造屋或伐木時所用之楔、斧、庖刀、鑿等之刃物，皆依斜面之理而作。惟其用法稍異耳。故此等器械，皆及愈薄則切物愈易。

至螺旋則不留斜面之迹。實斜面之變形也。試切紙如斜面，卷于圓柱觀之，而螺旋之形以生。

螺旋之斜面亦要低，扭螺旋時緩進可也。反是則大費力。螺旋者，必合雄螺旋與雌螺旋，而功用始全。

注意 宜舉楔、斧、螺旋等之實例，又以紙作螺旋示之。

用器械時，物之面與面有摩擦力，則于力有礙。然亦不能全無。

蓋全不摩擦。則器械不能用也。宜塗以油。減其摩擦。

注意 摩擦非由于面之大小。而由於壓力。故增重量則摩擦亦增。

應用 一 要大力多用動滑車。則一人之力。能兼數人之功。

二 齒車多用于抽絲等。

三 人之齒門犬齒。亦同刃類本斜面之理爲用。

四 欲物之摩擦少。則面與面不可爲同質。例如鐵與木等。

同是木。亦不可用同種者。

附記 尋出摩擦多少之數 以兩物間之壓力乘左數。則得當要之力。

鑄鐵與鍛鐵之間 〇、二〇

鑄鐵與青銅之間 〇、二五

全上(塗油者) 〇、一七

全上(塗脂肪者) 〇、一一

全上(塗石鹼者)

〇〇三

二 塗油則減摩擦

塗油而摩擦減是何故。以油在物面。能妨物與

物之接觸。而其摩擦即為零。礙其力者惟油之粘性耳。

注意 本課可教四點鐘。

第九課 鐘錶振子

要項 鐘錶之構造及振子之振動。

教授 鐘錶之種類甚多。今專就大形擺鐘言之。其外部之主要者。有記於表面之羅馬數字。自 I 至 XII。有長短二針。指數字向左右迴轉。短針計點。長針計分。下部有金屬扁平體下垂。而左右動。是稱振子。試以手止振子。則長短二針亦停。故針之動全關振子。又或短其振子。以與他鐘較。則長短針必稍快。又或長其振子。則振子

之動緩。而針之進亦遲。是宜記憶之而勿忘。

觀鐘之內部。有許多齒車。依振子之動。而針之動。有遲速者。因有受形之器械。以制限之也。齒車何以廻轉。因許多齒車相連絡。至終與軸有發條之齒車交。其軸藉發條之彈力。徐徐廻轉。故他齒車亦皆隨之廻轉。最長一車軸出於表面。而針回轉之。其發條之彈力雖強。一時亦不能復。故形以振子之動有一定規則也。

然則鐘之要點。可謂爲發條之彈力。與振子之振動。

小鐘及錶。亦皆利用發條之彈力。與擺鐘同。所異者代振子之振動以飛輪耳。飛輪中毛狀發條之一伸一縮。而正時刻者。其爲用與振子同。

注意 鐘錶之外部。可於授課中指示之。內部只示其大略。十分觀察。當在致畢後。

可以明了振子與發條之關係爲主。

飛輪之毛狀發條伸長時似爲過於伸長而欲復故形。卷縮時似爲過於卷縮而欲復故形。一伸一縮不止實與振子之振動同一作用。振子之振動數在角度三十度以內。於振幅之大小無關係。而毛狀發條則由於伸縮之大小亦毫不關係於振動數。

長針與短針回轉之比例短針每一回長針十二回此由前課所言齒車之齒數加減而出。

振子者。不獨鐘之振子也。以線繫鎗彈。或石。或銅鐵而吊之。使之振動。皆謂之振子。

試作一振子。檢其一分鐘之振動數。

一 一重振子。一輕振子。線之長短同。則振動之數同。

二 凡在三十度以內。或舉振子高放。或舉振子低放。其繩之

長短同。則振動之數同。

三 長五寸之振子。凡振動百五十三四回。

四 長二尺。凡七十七回。

四 長四尺五寸。凡五十一回。

是長四倍，則振動數折半。長九倍，則振動數爲其三分之一也。故振子之振動數，由線之長短而增減相反。

注意 振子之振動數，與其長之平方根反比，而增減如斯。若平方根尚未學習，可於次學年教開方時，更課此等問題以練習之。

振子之振動數，隨地略有差異。重力增亦增，重力減亦減。故南方與北方、高地與低地，皆有所異。

自錘之重心點至線之上端爲振子之長，僅由錘之下端計之，或僅計線之長，是大誤也。其線務用細絲，以線之重算爲零也。

計振子之振動數，或觀增減之比例，務使兒童爲之，是爲得確實智識之法。

應用

有鐘錶者，緊發條俗稱上鐘錶，不可怠，亦不可過緊，以發條有切斷之虞也。其振子切不可手觸，以稍伸縮則振動數變也。

欲正鐘錶之遲速者，其要義如左。

一 振動遲，則稍短振子。

二 振動速，則稍長振子。

三 將正時則儘置之。但要記一晝夜之遲速。

附記

一 振子之理之發見

發明振子之理者伊太利人嘉理勒阿氏也。氏爲三百年前之物理學者。發見新理。不一而足。曾於披酒之寺院。見懸燈久振動不止。試測其時刻。則振動往還。勿論多少。回次。皆同一時刻。氏因之益加實驗。以研究其理。遂明振子之性質。且利用此理。以作鐘錶。於天文觀測上。得計算微小之時刻。蓋因振子而作鐘錶。亦屬氏之創見也。

二 鐘錶之歷史

古昔測時器械。有兩種。一以日計。一以水計。以日計者。立針于板上。因日光映出之針影。以測時者也。以水計者。盛水器中。由底之小孔。流出水。歷時遞減。則認明器中之符號。以測時者也。日本孝德天皇時。曾以水計時。於歷史見之。

以重錘旋轉齒車之鐘錶。於一千二百年頃。漸行于歐洲。至嘉理勒阿氏以後。始有完全鐘錶。即懷中携用之錶。亦二百三十四十年以來之物也。

第十課 蒸氣機

要項 瓦斯張力之強大。

蒸氣機之運轉。由於瓦斯之張力。

教授 以鐵壺使水沸騰時。水得熱即發而爲蒸氣。容積頓增。壺蓋時向上壓。是亦水蒸氣有張力之一證也。

又如圖。瓶中稍盛水。用長玻璃管插入。以木栓封口。絕其空氣出入之道。而後吹入空氣。使十分充滿。口甫離。則水因瓶中瓦斯之張力。遂噴出于玻璃管上。

又由硝石、木炭、硫黃混合而成之火藥。爆發。則能使彈丸飛騰。其所以爆發者。蓋因硝石等物。凡爲千倍之瓦斯。其所生之張力使然也。

注意 瓦斯言氣體也。即水蒸氣亦瓦斯也。人呼出之碳酸以及流行之空氣亦皆瓦斯也。瓦斯之名不可拘於一種之氣體而論。

以上三例爲本課之豫備。亦不爲不切要。惟不可過費時刻。故於此但使知瓦斯的張力足矣。

消火唧筒之室有空氣張力。亦爲舊有知識。當於鐵瓶之次問之。

蒸氣機者。因水發而爲蒸氣。占千七百倍之容積。所生之力。而使之運轉者也。其理與鐵壺中發出水蒸氣。壓上壺蓋。初無大差異。蓋皆由於水蒸氣之張力故也。即瓦特氏初發明蒸氣機。亦相傳爲由湯釜蓋震動之狀。推測而出者。

注意 器械之構造。皆由此原理製出。故蒸氣未及於器械時。必先深明此原理。

蒸氣機運轉之形狀。雖頗複雜。然可以舉其要部。以說明之。大釜之水。發而爲蒸氣者。謂之汽罐。蒸氣由汽罐出。經鐵管。入蒸氣機圓筒。其張力即逼壓活塞于右方。或左由活塞之柄棒。復牽動哈刺米車。使之運轉。然後分配器亦移動。而遮塞蒸氣之通路。於

是蒸氣向他方所開之通路進行。復使活塞逼壓于左方或右方。當此時。前之逼壓活塞之蒸氣。由中央孔道洩出。迨至分配器復移動而開通路。則蒸氣入其空室。復逼壓活塞於右方或左方。隨活塞之一進一退。使哈刺米車回轉不已。又使分配器亦往來移動。則此圓筒部之組織已知。而蒸氣機之構造。亦畧可以了解。

注意 有蒸氣機之模型。則運轉以示之。或以厚紙。就其要部製成平面形。以供教授。此優於圖畫之功用也。不得已則可以圖畫教授之。

壓縮空氣利用其張力。可以製空氣銃。是亦瓦斯張力之原理。教授時可以旁及之。

應用 蒸氣之張力。于各種工業。多所應用。滾車。滾船。固不待言。即其他電氣工業。於不能得水力之地。亦多資助於蒸氣力。然則多用蒸氣機。即可以徵工業之進步也。

諸工場內用蒸氣機之力。分配於他方者。其法設滑車於哈刺

米車之軸。連以調帶。故其力能波及各處也。

蒸氣之釜。以何物製造。(卷二第二十二課燃料爲何物。卷二十
一課汲水於釜。當用如何器具。第三課皆業經講述。可及的而試問
之。

附記 一 日本流車之始

現今流車。殆遍全國。然得交通之便。實近世之
事也。東京橫濱鐵道之竣工。在明治七年。是爲日本有流車之始。乃政府之鐵道也。
今則多係國內各會社敷設。

二 蒸氣機

使蒸氣機有益於實用者。皆英人惹米斯瓦特氏之力也。
(千七百三十六年生。其父爲木工。氏亦自幼有技巧。前此曾拉斯哥大學柳嘉敏氏
造有小模型。偶托氏修繕。因之考究熱之作用。及蒸氣膨脹收縮之理。又同時窮究
器械構造法。困苦勤學之後。遂創造縮密蒸氣機。於一千七百六十九年。即得政府
之特許。蒸氣機者。初止用於鑛業。然自瓦特氏隨時益加改良。遂爲完全無比之動
力。用途益廣。千八百二十五年。由英人斯鐵達林氏。始用於汽車。千八百七年。由美
國人福爾登氏。始用於汽船。世界初造流車之地。始於里巴普爾與巴爾敏登之間。

里巴普爾與蒂竊斯邊間之汽車乃其次也。汽船則以初航亞美利加之夥多松河爲有汽船之始。

第十一課 熱之傳導法

要項 熱之傳于物體各有遲速不同。

良導體與不良導體之區別。

液體及瓦斯之對流。

輻射熱。

教授 以火箸挾火。其熱往往至難把持。然以玻璃棒。或玻璃管亦可入火中。則手之感熱甚少。欲知鐵與玻璃之傳熱。果有差異與否。其試驗如左。

以鐵棒火箸亦可與玻璃棒。玻璃管亦可共置一臺上。使其端相接。

於其端同距離之處。以蠟附着大豆各一。然後點酒精燈於鐵棒與玻璃棒之端。使恰當平均之火焰。暫時則鐵端之豆落。而玻璃端之豆仍存。

注意 豆着處當離其端稍遠。不然則蠟觸火焰即融。

觀此試驗。則鐵與玻璃。其傳熱之有差異可知。其次則可以水試熱之傳導。今於試驗管中。盛入分水。上部之水。以酒精熱之。暫時即沸騰。而下部之水。則仍冷。與最初之水無異。

注意 欲試驗下部冷水。果係確否。則有兩法。如在中則向賣水室購水一塊。豫先與一小石共縛。沈於試驗管底。沸騰後。仍可以見水之存在。若不能得水之地。則以玻璃管作唧筒。排除上部半分之水。以所殘之水。注於掌。則其非熱湯可知。

右之二試驗。於鐵、玻璃、水三物。其熱之傳導。既已知之。若木材等。則盡人皆知。如竈內焚火時。於一端以手持將燃之薪。而手不甚感熱是也。倘使薪傳熱如鐵。則焚火時之不便。當復如何。

注意 以上四物之試驗。良導體與不良導體。已概括於此。若以爲尙不滿足。則置火於青銅火鉢。與陶器火鉢中。以試之。或熱石板之一部。而即他部之不遲熱。以試之。此等適宜試驗。可以自行增加。

由此等試驗。可以知物之傳熱之速度。各有差異。即金屬良于傳熱。而水。木。玻璃。不良於傳熱也。良於傳熱者。如金屬等類。謂之良導體。不良於傳熱者。如水。木。玻璃等類。謂之不良導體。

注意 良導體與不良導體之區別。原不甚明了。不過甲較速于乙。乙較速于丙而已。視附記。則此等物質傳熱之順序。可以知矣。

水既知其爲不良導體。然水于鐵瓶中。亦能成爲熱湯。于此欲究其何以能得熱。則其傳導方法。固有異于固体。其如固体之自一端漸次傳熱至他端者甚微。而由別種方法以傳熱者居多。欲試驗之。當以水入玻璃器。雜以鋸屑。由其下熱之。則下底已熱之水。輕而上浮。上部之冷水。因其重量稍異。故沿器之內面而下降。迨至全部水熱。皆達一百度時。則一昇一降。循環不已。其流動之

狀態。正相反對。故謂之對流。

空氣及一切瓦斯。亦爲不良導體。是亦由對流之方法而傳熱者也。

注意 欲使對流之狀態得以顯見。故特雜以鋸屑。若無鋸屑。則雜以藥灰可也。

熱之傳法。大略如此。然熱之波及遠方之狀態。又屬特別一種。其擴張于四方。恰如車輻之由車軸出者。與太陽發熱。爐火發熱。正復相同。故謂之爲輻射熱。

注意 固體、液體、氣體之傳熱。可以想像其物質之順次傳于他處。故于說明上。頗覺便利。蓋與音之擴張相同也。至于輻射熱。則非說明伊薩ヒツ不能理解。然說之又恐失之太早。故欲言伊薩。大凡如左。

空氣不良導體也。然太陽出則直覺其溫暖者何也。是空氣以外。必有何物爲空氣之媒介者。若以爲空氣傳熱。則太陽距地球甚遠。有空氣之部分。不過二十里。何由得傳。故空氣以外。必另有

一物爲之媒介。勿庸疑也。俟他日學光之進法時。再詳言之。

應用 一 金屬適于製造鍋釜者也。以銅壺煮水。則立時沸騰者。

銅之傳熱較鐵更速也。

二 衣服爲防寒之具。故必用內部之熱。不導于外部。外氣之寒冷。不傳于內部之物。以製衣服。只此即爲製衣服之目的。故莫如用綿布與小絨等物。

三 木亦不良導體也。而桐材爲尤甚。故桐衣筒中之衣服。其感外氣之寒熱者甚少。以此爲烙鐵。火熨斗。燒印等物之柄。則無炙手之患。其他木材亦可。然竹又稍遜木材。鋸屑則多含空氣。其爲不良導體。更甚于木材。故最適于貯冰之用。

四 天寒時以飯櫃入葦籠者。防飯冷也。

五 以銅網覆焰之燈火。其火焰斷不至延及他處。因銅爲

良導體故也。安全燈

附記 物體導熱之速度 銀、銅、金、鉑、銻、銲、錫、鋼、鐵、鉛、洋銀、水銀、花崗

石、松材、蠟、水、大理石、水、雪、木、橙、玻璃、酒精、油、蠟、砂、鋸屑、空氣、綿、小絨、綿布、

以上各物。銀導熱最速。綿布最遲。在中間者其遲速以前後次序定之。

第十二課 寒煖計物之膨脹

要項 寒煖計之構造。及種類。

二種寒煖計之換算法。

寒煖計用水銀之理由。

物體因熱而變化其容積。

教授 寒煖計爲測溫度高低必需之物。其製法。用一端有球狀之

玻璃管。以火熱之。排除其中空氣。而後倒立于水銀瓶中。待管冷。則水銀自入其中。若水銀不足。當再三熱之如前。至水銀入管中。達于一定之程度。則管中空氣。盡行排除。即固封管口。以防空氣自外流入。于是記其刻度。必先定重要之二點。二點維何。即冰點與沸騰點是也。

寒煖計之冰點者。謂盛冰于器。稍雜以水。而以寒煖計插入其中。凡經二三十分時。則水銀降至球之近邊。即以此時水銀之高度。爲冰點也。

注意 冰點者。水之結冰時。或解冰時之溫度也。故以冰雜水中。水徐結爲冰。水徐解爲水。其溫度常相同。若無冰。以雪代之可也。

欲定沸騰點。當于沸湯上蒸氣不散之處。以寒煖計入其中。益送以蒸氣。暫時置放。則水銀已昇高。不至遽有昇降。當此時即以

其高爲沸騰點。

以上二點既定。則即此二點爲若干等分。亦屬易事。然寒煖計之刻度。有種種不同。最簡單者百等分。是爲攝氏之寒煖計。或等分爲百八十度。冰點以下尙有三十二刻度。從最下一度二度計算。以冰點爲三十二度。是爲華氏之寒煖計。此寒煖計以二百十二度爲沸騰點。

注意 二種之寒煖計。當示以實物。更於黑板上寫明以教之。華氏攝氏之外。尙有列氏寒煖計。即下等之寒煖計。亦頗多。教授時。列氏之八十度爲沸騰點。當一言及之。

華氏寒煖計。俗間多採用之。攝氏之寒煖計。則多用于學問及醫療。兒童用書。皆從攝氏。不可不使知之。

有言華氏何度者。亦有言攝氏何度者。故不知華氏何度。當攝氏何度。則不能明溫度之高低。茲列其換算之法如左。

華氏之度 = 攝氏之度 $\times \frac{9}{5}$ + 32

攝氏之度 = (華氏之度 - 32) $\times \frac{5}{9}$

設如人體之血溫。通常三十七度。今用華氏檢算。當如下式。

$$87 \times \frac{5}{9} + 32 = 96.6$$

注意 $\frac{5}{9}$ 或 $\frac{9}{5}$ 乃 $\frac{100}{180}$ 或 $\frac{180}{100}$ 之省略數也。其理隨算術之進步。可以作算術問題教之。

寒煖計何以必用水銀。是則應有之疑問也。水銀凡至零度以下四十度而凍。至三百六十度而沸騰。以其二點懸隔。非如水僅至百度即膨脹收縮也。且水銀較他種液體。感熱甚易。故用以表示溫度。亦比他種液體較速。

注意 玻璃亦因溫度而增減容積。故水銀之容積增加時。而玻璃亦增唯玻璃之增加甚微。故置之不問。然就實際而論。以寒煖計測溫度。亦有時必須計算水銀與玻璃增容之差。此不可不知也。

有以酒精代水銀之寒煖計。是為最低寒煖計。於欲知最低溫度時用之。

因溫度增減。而物體容積亦有增減。此不獨水銀等爲然。凡物之性質。莫不如是。今畧舉數例如左。

一 備一鐵環。其大恰足通過一鐵丸。將鐵丸燒熱後。則容積膨脹。較前頓增。而不能通過。

二 如本書之圖。以長一尺。大一二分之銅鐵真鍮棒。用火熱之。則棒之針端微動。可以顯見其伸長。

三 器中盛水既滿。以火熱之。則水緣邊溢出。此日用尋常所屢屢實驗者也。

四 以厚紙製袋。將半部吹入空氣。而後以炭火溫之。則立見膨脹。甚至有破裂者。

注意 此等事。皆兒童所屢次經驗者也。當舉其知識所及者以教之。如燒餅之類是也。

熱之增減。與容積之增減。殆同一致。然亦有相反之時。如水成冰。而容積反增。

加是也。

應用

一 寒煖計爲家庭必需之物。即如蠶室。則用以增減溫度。醫師則用以檢病人體溫。因知病熱之增減。於講堂則用以增減煖室煖爐之火。凡如此者。皆非寒煖計不得而知。

二 物體之膨脹。有利。亦有害。利則宜取。害則宜防。如鐵輪燒熱。簪入車輪。雖牢不可拔。然以鋼摩擦接口處。則容易拔之。是亦利用此理故也。鐵道之接頭處。必有五六分之距離者。防鐵道因摩擦熱而伸長也。其他如鐵壺。銅壺。土瓶。酒壺等物。若水酒等十分充滿。則必膨脹而溢于外。洋燈罩若有水氣。則点火後必至破裂。冷玻璃杯驟注熱湯。亦如之。如此等物。因其內外全部。難于一樣膨脹。故不可不豫爲之防。氣候寒冷地方。其陶器水鉢。往往爲冰所破。此亦宜留意者也。

附記 物体膨脹之計算 空氣自零度熱至百度。凡增容積千分之三百六十六。水自四度至百度。凡增容積千分之四十三。鐵自零度至百度。凡增容積千分之一。

第十三課 風爐燃燒

要項 風爐之火之強度。

無空氣。則物質不能燃燒。

物質燃燒時必需熱。

物質雖經燃燒。而本來物質。無所增減。

教授 風爐亞于竈。而爲必需之物。譬遇某事。即時欲水沸熱。如在尋常火盆。則火力甚弱。多費時間。而風爐則立時可得沸熱。較稱便焉。

尋常火盆與風爐。其火力何以相異如是。蓋因風爐之構造。與尋常火盆殊。即其下端有口。可以流通空氣。得助其燃燒力故也。如將其下口閉塞。即全與尋常火盆同。而火力爲之頓衰。

如是可知火力之能否炎熾。全視乎空氣之能否流通。不明此中關係。雖枉費物質。仍無濟也。

注意 風爐足以證明燃燒與空氣相關之理。較之尋常火盆。尤其明瞭。可知空氣燃燒。則萬不可妨礙其空氣流通之道。求之實驗。隨在皆然。如由風爐下口。以團扇煽之。流通空氣。則火力愈增長。或於竈下一旦閉塞消熄後。再以火筒吹送空氣。可以復燃如初等。

說明物質燃燒必需空氣之理。有一簡法。如將蠟燭點燃。置玻璃瓶中。不覆其蓋。與在玻璃瓶外燃燒正同。若次第以蓋覆之。則火力即次第衰減。至全覆其口時。火力亦全行消滅。

如是則物質燃燒。必需空氣。如無空氣。則可知其決不能燃燒。

試觀之火消壺。壺中投以熾炭。以蓋覆之。則頓消滅。因覆蓋時。空氣即不能流通。與前在玻璃瓶內焚燭同也。

注意 火消壺蓋。則火力全消。與風爐下口閉塞。火力僅衰減而不全滅。試比較之。

空氣最能燃燒物質。則尋常薪炭。存置空氣中。亦應燃燒。何以薪自爲薪。炭自爲炭。決不燃燒。一如平日。是蓋因空氣燃燒物質時。必與以相當之熱。始能炎熾。否則雖有空氣。仍不足爲燃燒之用。故薪炭當燃燒時。若將其相當之熱奪去。薪炭必立時消滅。彼以水熄火者。即因水足以奪火之熱力而始然也。

注意 薪火之熱力以絕其燃燒。其例甚夥。如以銅網遮覆燭燭之焰。而網以上無火。又如安全燈等。皆不外是理。

又如以熾炭入冷灰中。冷灰即成黑色。亦因灰之能奪熾炭之熱故也。

蠟燭及薪炭燃後。其大部分已消滅。不留其跡。僅殘少微之灰。是非真實消滅。不過變化其形。人目不及見耳。下之試驗可以證。

玻璃瓶中。入以冷水。持置燭火之上。少時取視。玻璃瓶底。有水附之。可至落滴。

是等之水。決非玻璃瓶中之水。必爲外部所生之水無疑。

生此水者。決非他物。必因燭火燃燒而生。如以新磨之鉄釜炊飯。火始燃時。釜底必有微少之水質。又如燃洋燈後。其罩內必稍含水氣如霧。是皆燃燒時所生之水也。大凡火之燃燒。水所必生。不過其量甚微。呈現空氣中。爲人目所不能見耳。

注意 燃料或純粹之炭素其燃燒時決不生水然在尋常之薪炭。油石炭等則不然以其含有水素燃燒時所必化分而得決言其生水故也。

玻璃瓶中。燃燒蠟燭。以蓋覆之。使其熄滅後。再入以燭火。決不復燃。蓋因空氣雖能燃燒。而此玻璃瓶中之瓦斯。以燭火燒滅後。已非尋常之空氣。而爲他之氣體無疑。欲識此氣體之爲何物。則

仍非試驗不能決定。

試將此玻璃瓶注以石灰水。以口吹之。使其振盪。則澄清之石灰水。已成白濁。而如薄質牛乳。化學上由石灰水而得生如白濁之瓦斯者。惟炭酸。故蠟燭燃燒之結果。不惟生水。炭酸亦所必生。不過火之燃燒時。炭酸雖生。而與水蒸氣混和于空氣中。散逸不見。吾人遂謂其不生何物耳。

如是可得左之決定。

凡物不論其性質如何變化。無全行消滅之理。

此之謂物質之不滅。

注意 炭酸與水生于燃燒之時。在初學頗多不明。故須多取種種類似者。重複試驗。總期學者確信其理而止。大凡多試驗一事。則其觀念愈覺其明確。教授初學。尤宜如是。

以石灰水得證明炭酸之存在。故石灰水為時時所必使用之物。須多為豫置。其製之之法。以蒸溜水入消石灰中。振盪之。初次之水。不可備用。須將初次之水。

棄去。再加蒸溜水振盪之。停放暫時。取其上澄之液。另盛他瓶中。宜密封。不可使空氣洩入。否則自空氣吸收碳酸。生碳酸加爾叟。使之沈澱。失却石灰水之本性。不足以備試驗之用矣。

應用 一 燃燒物質時所生之碳酸及水。若使其不逸散。則原來燃料之總重量。仍無所減。或有多少增加。此增加之量。蓋取自空氣中也。

二 人若吸取碳酸。為害甚酷。宜使散逸于空氣中。為草木吸收。碳酸者。草木最要之養料故也。

三 燃燒物質。雖需熱為媒介。若一旦燃後。不惟無須他熱相助。且自能生熱。為種種之功用。惟蠟燭等。其光可利用。其熱不可利用。在上所云例外。

四 於空氣供給不足之處。燃火。則可生熱之物質成煤。而飛散于空中。不惟無益。于經濟大有妨礙。

附記 物質不滅之實驗 欲明證物質不滅之理。可將苛性加里細片置入

洋燈罩中。內置小燭。懸于天平一方。使之平均。再于洋燈罩下。燃以蠟燭。則所生之炭酸及水。盡爲苛性加里吸取。蠟燭雖次第縮短。其重量却無所減。且因得空氣而燃燒。其重量反多于原重焉。

第十四課 空氣之成分

要項 空氣自酸素窒素化合而成。

酸素與窒素混合之量。及其性質。

集取酸素之法。

酸素與炭素化合。爲炭酸。

物質在酸素中。較在空氣中尤易燃燒。

空氣中含有亞爾果母及其他混合物。

教授 如圖。將磷少許載于木片。浮之水面。以有上口之玻璃鐘覆

之。再以火燃燐。閉塞上口。即時燐發白烟。迨充滿玻璃鐘時。鐘內之水。即見上昇。至達其極度時。白烟殆不可復見。是蓋溶化於水也。

於是。以水加于外器。使鐘之內外。爲同一之水量。再以玻璃板托于鐘底。自水中取出。倒置于他處。

注意 燐之大小。略同于大豆粒。其配置時。頗宜注意。可先自水中取出。托之紙上。去其水氣。手不可觸。直載于木片上。

白烟爲燐與酸素之化合物。易溶于水。鐘內之水。所以能昇上者。亦由鐘內酸素與燐化合而爲白烟。此白烟溶于水時。空氣之分量。雖爲前此所減。而水由鐘外所入之力。即空氣之壓力。故以第二課所學之氣壓。解此現象可也。

以燭火入此倒置玻璃鐘內。則火立即消滅。可知鐘內瓦斯。非尋常之空氣。而爲所言之窒素無疑。此窒素因能消滅燃火。故無自燃性。亦無他燃性。若有自燃性。則燭火入玻璃鐘內。應自燃燒。若有他燃性。則燭火入玻璃鐘內。應助燭火燃燒。否則即可知其

不能自燃。亦不能燃燒他物。且不能生活人類。及他之動物。然亦不能有害于吾人也。

磷之燃燒時。窒素之外。尚有一種瓦斯。名曰酸素。酸素之性質。後爲說明。今但使空氣爲窒素及酸素化合而成之物。空氣全量中。究有幾何窒素。幾何酸素。可于液量杯量之。因水入鐘內上昇之時。所以代換酸素。僅量鐘內所容之水積。即可知酸素之量。再使全鐘內水量。等于空氣最初之量。則自全鐘內水量。減去酸素之量。即得窒素之量。二者配分而計算之。則知酸素之量凡五分之一。窒素之量凡五分之四。

注意 此等算法。須令學者自爲算出。雖稍多費時間。而知識可得確實。

五分之一與五分之四之配分。不過舉其大數。欲求精密。須再加以試驗。除去所含雜質始可。

右之試驗。既知空氣中所含酸素容積爲五分之一。窒素容積

爲五分之四。而酸素性質。究屬如何。按左之試驗。得證明之。

入鹽酸加里于試驗管。加熱。鹽酸加里即被溶化。放出瓦斯。以已燃過火柴。置入試驗管中。火柴可得復燃。足知火柴之燃。藉酸素而始有燃燒性也。但就此試驗。不過可得少量之酸素。如欲求多量。則宜採用最便之法。

集取多量酸素方法。可如圖裝置。加熱于「鹽酸加里」與「二酸化滿俺」之混合物即得。

注意 鹽酸加里與二酸化滿俺之量。以八與二之配合爲宜。先將鹽酸加里搗碎。至大如米粒爲止。再與乾二酸化滿俺混合。且因瓦斯發生。求其平穩。便于實驗。宜加以容積二倍之乾沙。同置玻璃瓶內。如圖。敷以鐵網。加熱。暫時後。瓦斯即自水中而出。若欲試驗其爲酸素與否。可取試驗管。入以已燃過之火柴。按上所云試之。再豫置他瓶。中充以水。移置玻璃瓶口。以接取之。即得。

豫置之瓶。需五個。尤須準備磨平之玻璃板五枚。方足應用。

以燭火入酸素瓶中。其火光強度。較數倍于空氣中。若燃至過

半時。以蓋置于瓶口。使內外瓦斯。以可及的交通爲度。至火全消熄後。將蠟燭取出。入以石灰水。則立生白濁。與第十三課試驗同。故在酸素中燃燒後之結果。亦生炭酸。可以證知。

注意 前所云空氣中燃燒必生炭酸。可與此處所云酸素中生炭酸之理。比較其異同焉。

取熾炭載于「燃燒匙」。入酸素中。與在空氣中燃燒炭質。其光度生多少差異可知。更足證炭酸因石灰水發生之理。且炭雖含有他之物質。總以炭素爲最多量。炭素與酸素化合而生炭酸。即可知炭酸爲炭素與酸素化合而成。

注意 炭酸爲炭素與酸素二者而成。與空氣爲酸素與氮素二者而成。不可視爲同一之物。宜注意。蓋因酸素二成與氮素八成相與混合。即爲空氣。炭素與酸素。決非如是可以混合之物。縱能混合。亦決不爲炭酸。炭酸者。酸素與氮素在燃燒中始生者也。宜教以便宜混合之法。令學者善爲區別之。

或以少許之砂入酸素瓶中。防其破損。再以細鉄線作圈。其端

附以火柴。燃之持入瓶中。此火柴自能燃燒。固不待言。鉄亦燃放火花。所生之物。與鑄爲同一性質。鑄者鉄與酸素化合而成之物也。

注意 酸素除分。尙能燃燒他物。可比較其在空氣中之異同。如磷與硫黃是也。取磷時宜注意之舉。已如前述。然尙有一事。不可不注意者。即磷置瓶中。必使其下沈于水。取時宜以坩堝夾。等夾出。即放置有水皿內。按所需用。切取。再取出。以濾紙輕瀝去其水氣。後始可持入酸素瓶中。但磷及硫黃在酸素瓶。非自能燃燒之物。必須他物媒介始可。

空氣雖含有酸素。其燃燒現象。與在酸素瓶中燃燒畧同。而其強度不及在酸素瓶中者。因有窒素足以妨礙其燃燒力故也。

注意 鉄在酸素瓶中能燃。及在空氣中難以燃燒。雖甚相異。其實鉄在空氣中經久即生鏽一層者。仍因與酸素化合故也。其相異之點。不過一則變化急劇。一則變化極緩。人目視之。以爲甚異而已。

空氣自酸素五分之一。窒素五分之四而成。此不過言其大要。其實空氣中所含原素。不僅此二者。即窒素之中。尤含有少許亞

爾果母之物質也。試驗亞爾果母之法。茲雖不舉。而其性質。大概與窒素同。其分量。則居空氣百二十分之一。

如是則空氣。謂自酸素。窒素及亞爾果母三者而成可也。然水成水蒸氣時。亦混合于空氣中。燃火時所生之炭酸。亦混合于空氣中。其他自諸污穢處發生含有臭氣之安母尼亞。皆不得不混合于空氣中。是空氣雖自三者而成。而實含有種種之混合物也。

注意 空氣中除上所云外。其中含有之物。為初學所易知者。人目可睹之塵埃是也。然空氣。雖含有此種種之混合物。若欲定其分量。則仍不過酸素。窒素及亞爾果母三者。故計算此等分量。得其配分如下。

空氣	100	酸素	21
		窒素	78
		亞爾果母	1
			容積(弱)
			容積(弱)

應用 一 空氣中無酸素。則火不能燃。生物亦弗克生活。無窒素

則酸素之性過劇。生物亦不適于生活。且容易燃燒。則火災之多。

亦得推知。

二 空氣中所含種種之物。爲萬物之生育所必需。

附記 亞爾果母之性質 亞爾果母較重于窒素凡一倍半。而化學作用之

鈍亦較窒素爲甚。

第十五課 呼吸肺

要項 人以呼吸而得生活

呼吸與燃燒相似。

呼吸爲肺之能力。

肺之構造及其作用。

教授 人非呼吸空氣。則不能生活。絕食一日。或至數日。雖有不失

其生機者。然間斷空氣。至數分時間。則必死無疑。就此點觀之。謂

保人生命之物爲空氣可也。吾人取空氣之方法曰呼吸。呼吸者兼有呼出吸入之二作用者也。

吾人向鏡或玻璃片上。以氣呼之。則鏡或玻璃之面。即有多少曇霧。天氣溫熱時。此等曇霧。雖立時消散不見。然在嚴寒時。則鏡面或玻璃面上。必至結露。人目可明觀之。

注意 可取準備之玻璃片實驗之。

又入石灰水於試驗管。以玻璃管吹呼空氣入於其中。其爲碳酸。可得明證。

呼出之氣。因呼吸作用之結果。含有水與碳酸。與燃燒蠟燭相等。亦能生熱。溫人身體。但其發熱非一時劇烈。常在三十七度內外。不得如燃燭之尤能發光也。

注意 以上所云。與肺之作用無異。直視如肺之作用可也。

然此呼吸作用。究屬身體上何部分。即生存吾人胸中。殆無間隙可容之肺是。

注意 指明肺之所在。就吾人自身而確指其所在。或就人體解剖圖以指明之皆可。

如圖血管與心臟相連。血液因心臟作用。轉送肺管。復以呼吸作用。化爲新鮮血液。蓋血液循環全身。稍一不潔。即不可復用。而歸于心臟。然既由心臟輸送于肺。則血液必混有炭酸及水。與他不潔之物。其色爲暗赤。又以肺之作用。失去此等雜質。至得新鮮空氣之酸素。即變爲鮮紅色。且因取去炭酸及水。與他之雜質。而新鮮空氣。仍至不潔。弗能復用。由肺管呼出之。而吸取他之新鮮空氣。故知呼吸爲肺之作用也。

注意 呼吸乃呼吸器全體之作用。不惟肺之作用。然亦不過氣管、氣管支、喉頭、鼻、口等。故此處省略之。且此等爲呼吸必經之道。就圖指示。始得其宜。

肺如二袋。具有彈力性。其內部稍似海綿。甚多空隙。空隙之單個。名爲氣胞。空氣入此氣胞中時。肺之全體。爲之膨脹。氣胞之外。隔薄膜處。圍以細血管。管內血液。即因氣胞中空氣。得化爲新鮮血液者也。

注意 此處以說明肺之構造爲主。故併述其作用。與前節稍有重複之處。

應用 一 呼吸爲人生最緊要者。與需飲食無異。然其目的。則在取空氣中之酸素。

二 肺爲最易罹病之部分。故肺之養生。尤宜注意。得舉其重要條目如左。

- (一) 着窳屈衣服。不可緊壓于肺。
- (二) 腰間所繫之帶。不可過上。
- (三) 體不可長于前屈。亦不可常曲向左右而成習慣。

(四) 呼吸宜儘其所能。若經空氣不潔場所。則宜僅少。如能以物輕蔽鼻孔尤佳。

(五) 呼吸宜以鼻爲之。如口能常閉。成爲習慣者則更善。

(六) 自溫度高處往溫度低處。宜在適中溫度之處。稍俟暫時。

(七) 行適宜之運動。以運動足以勵發肺之作用故也。

第十六課 炭酸

要項 炭酸之製法。炭酸無燃性與保燃性。

炭酸較空氣重。

炭酸稍有酸味。而變青色試驗紙爲赤色。

炭酸之有毒及其注意。

授教 炭酸由人之呼吸而生。又由物之燃燒而生。前既學之矣。然

欲其容易收集。且得其純粹者。則以石灰石或大理石。碎爲豆粒大。以之入於玻璃瓶。插入漏斗管。與二回屈曲之玻璃管。防空氣之侵入。曲管下端。可及的短之。自漏斗注下稀硫酸。暫時之後。可發生純粹之碳酸。曲管之他端。深插入於空瓶中。可與空氣交換也。

注意 玻璃瓶入以石灰石。後注以水。使石灰石恰在水面下。道他之裝置全終後。由漏斗管注下強鹽酸少許亦可。其瓦斯之發生衰時。可再三加入強鹽酸。

碳酸若集。可入燭火以試之。又立小蠟燭於玻璃杯內。點以火。由上注入瓶中之碳酸。如注水然。而其火均見其滅熄。

故碳酸者。自不燃。又不能燃他物。又依其由瓶注下及集方。其重量可知其較空氣重。

注意 碳酸可與窒素及酸素比較。碳酸較空氣重。凡二倍半。所以常集於廢井等而不散也。

炭酸者亦自然多少溶解於水。於炭酸瓶中加少量之水。以手當瓶口而振盪。則能多量溶解之。口嘗之。則有幾分之酸味。以青色試驗紙試驗之。則變赤色。若通常之水。決無有如斯者。

注意 炭酸溶解時。若多量溶解。則手掌有如吸入瓶內之感。此由於氣壓使然。若有多數炭酸。可與兒輩實驗之。

青色試驗紙者。以濾紙適宜切之。洗以溫湯。既乾後。浸於力低莫斯液而乾之者也。

試以雀一羽入於炭酸中。則雀忽見其死。此由於無酸素而窒息。少時取出。則仍蘇生也。

人亦不能在其中生活。然不僅空氣中常含少量之炭酸。即人一晝夜。凡呼出炭酸二石餘。故欲生活於全無炭酸之室內甚難。惟有比較的減少。而生活其中之一法。即善留意空氣之流通。而常通空氣。實衛生上最切要之事件。故宜於室之四壁。可及的開

放之。任少亦宜開放其一方。至於寒候有密閉四壁時。則宜展開其窓。而放入新鮮空氣於室內。

特有宜記憶者。即炭酸之留滯於廢井。岩窟等。此或時由地中噴出。或自動植物之腐敗而生。因空氣之流通惡。是以滯留。故於欲修復廢井等之際。必先吊下燭火。檢視炭酸之多少。

注意 窒素亦能殺動物。然窒素無中毒之性。惟能窒息。化學的所取之炭酸亦同。然自然生炭酸時。常有勃托買涅之有毒物。與之共生。故平素僅有多量之炭酸。即忽感不快。所以定空氣之清潔。不清潔。專依於炭酸之多少。普通之空氣者。空氣百石中。不過有四升之炭酸。增之而為五六升。則不復適於呼吸用。然人之呼吸空氣者。一晝夜之量。及於五十五六石之多。呼出空氣之中。以一石含四升之炭酸計算。則流通空氣之為切要者。實不待多辨而自明。

應用

一 炭酸者。由呼吸。燃燒。醱酵。腐敗。火山。溫泉等。時時刻刻

製出。實無量數。幸有植物攝取之。故害於吾人生活之程度之炭酸。不留於空氣中。然吾人自呼出炭酸之量亦頗大。若不注意。則

亦有蓄積而害生活者。

二 炭酸有害於吾人云者。此於呼吸時則然。而以之入於胃中時。則轉爲有功。如荷蘭水之含有炭酸。飲用之而有勵胃之益也。

第十七課 動植物之關係

要項 動物由植物而生活。植物由動物而生活。

教授 動物者。多以植物爲食物。雖僅爲肉食之動物。亦間接間而食植物也。何以故。因其所食之動物。皆食植物。故動物者。由植物始能生活。又考其所呼吸之酸素。雖無量存在於空氣中。永久呼吸之。無有盡時。然其所以常有同量之酸素於空氣中。實由於植物之呼出酸素也。故動物得呼吸酸素者。皆爲其有植物。食植物。

呼吸酸素。而動物者。乃養其身體而生長之。保體溫而維持活力。不絕而排出碳酸水等之不用物質。而得保其生命也。

注意 此處既述盡本課之大目的。然主於論動物。而關於植物者。則缺如焉。故以後章補說。而後章亦非全說別事。不過以同一之事。而由表裏兩面說之也。

關於呼吸者。可喚起第十五課之舊知識。

植物非吸碳酸。亦不能生活。其莖葉枯而爲薪。或爲炭。因造此植物體組織之大部分。爲自炭素成立之物質。此炭素者。決非由地下而吸收。其由地下所取者。僅爲礦物質。然植物由空氣中取碳酸。其自體僅貯置碳酸中之炭素。而酸素者。仍以之返却於空氣中。恰與動物吸酸素而放碳酸者相反。植物繁茂之地方。所以較人家稠密之市邑。有純良空氣者。職是之故。

注意 合於前章。始達本課之目的。次之一章。附記特別植物與特別動物之關係。其於二者間互助之情形。不過敷衍說之。

謂植物皆吸碳酸。如前所學之微菌。分生菌。卷二第七課及松蕈等之葉。不綠

之植物。則不吸炭酸。然多數之植物者。必取炭酸而作組織。此謂之同化作用。植物以同化作用而食炭酸。與吾人之呼吸。決不相同。其與吾人爲同一之呼吸者。別有所在。即吸取酸素而呼出炭酸。爲動物。植物普通之作用。然前言以酸素養動物。亦非謬說。植物取炭酸之作用。即以酸素爲養料。所取者非常多量。而其吸酸素與呼出炭酸。則甚爲極少。故相加減之而後。得以多量酸素供於動物之用也。

動植物間之關係。更深考之。則如動物之糞便。與動物之死體。均可謂植物之養料。

此等之物之經時日。而至於腐敗。則發炭酸。發安母尼亞。水則成水蒸氣而飛散。生磷酸。加爾叟謨。及其他之礦物質。其安母尼亞。由硝化巴克鐵利亞即分生菌之作用而變。結合加里而成硝石。以之而吸於植物之根。其他之礦物質。亦徐徐溶而成切要之肥料也。動物之體中。雖有數多之礦物。然尋其本源。則皆自植物來。而非由土中直入於動物體。

注意 此章之主眼在應敗菌之作用。若無此菌之作用，則動物之死體等堆積如山，不能變化而為植物之養料。

多數植物之中，有與動物之關係甚密者。即如甘蜜具花中，而為誘昆蟲之材料。昆蟲亦似解花之真意，食蜜而行其媒介結實之返禮。果實亦然，備美肉而誘鳥獸，鳥獸食果肉而行其傳播種子之返禮。此等二者之關係，實如有意之行爲，而彼等惟從其常習性質而行之。造化之於世界萬物，生生手段之妙，亦足見其一端也。

應用 動植物之關係既如斯，則此二大界者，可知其相助而不相害。惟於吾人生存上有害無利之動植物，於利用之道未發見之間而除之，實不得已而出此。

第十八課 洋燈

要項 洋燈之構造適於燃燒之理。

洋燈之笠與返照之功用。

洋燈之處置上宜注意之各件。

瓦斯燈及電氣燈。

教授 洋燈者。利用由石油(即煤油)燃燒而發光之器。實今日普通之燈也。

注意 昔日使用坐燈時之不便。亦宜插說蠟燭之光與洋燈之光。可合而比較之。

學校所使用之洋燈。可及的準備各種而示之。即吊洋燈。坐洋燈。手洋燈等是也。

若必須點火。亦宜準備之。

洋燈之燃石油。與風爐燃炭同。然彼取火之熱而不取光。此則有取火之光不取熱之別。此二者大相異處。加之彼則構造甚簡單。此則爲強光而有特別之構造。又爲保護焰亦有特別之構造。

故其全體之構造極精巧。爲風爐所遠不能及。構造之中。與風爐爲同一之目的而設者。惟有一處。即其口金即網有數多之小孔。與風爐之下口大而成一個者。形狀雖大異。而功用則相同。

注意 風爐者。前已知之。故以之與洋燈行比較。其洋燈之大要。殆盡於此章以下。不過列舉其細目也。

罩蓋者。洋燈必需之物也。

注意 以罩蓋爲最要部。則如口金之有燃口。有小孔。雖無一不爲必要。而洋燈之所以爲洋燈者。半以上存於罩蓋。其實事次說之。

試除去罩蓋而點火於洋燈。則油煙高上。而如焚松明。火色不甚強。與蠟燭之火無相異。且其害尙不止此。輒有引火於油壺而羅危險者。然若將罩蓋籠上。則忽而油煙滅絕。光明倍於舊。有不知其爲同燃料之火者。此何故哉。是惟有左之二個之理由在。

一有罩蓋則空氣得流通之路。而混炭酸之空氣。皆由上口出。僅新鮮空氣。得由口金之小孔即網進。

二有罩蓋則熱空氣當燭。故石油之瓦斯。盡行燃燒。而無有成油烟者。

注意 此樣態可實驗之。

於無罩蓋之火。而空氣自外部不規則流來之樣態。宜圖示之。於洋燈之內外。空氣生對流之樣態。亦宜圖示。且可與第十一課教授之對流比較之。

洋燈通常有笠。否則必備有返照。圓形而射光者返照為橫反射光線而具。笠則為反射光線於下方而具。是皆集光於要用方角之方法。

注意 此於第二十課。雖更當教授。然其反射之樣態。宜稍圖示之。

精巧器械。較粗雜器械。處置上宜留意者更多。即如洋燈者。亦較坐燈。手燈籠。燭臺等之燈火。處置之法更難。茲示其宜注意之

各件如左。

一點燈之始。火力不可盛。

注意 點火之際。少出其心。二三分時之後。心稍鼻上。再二三分時之後。乃可作適度之火。於寒中。此注意最爲切要。

二消燈之時。可作小其火。而由口金之處吹熄之。

注意 此可於小形之洋燈行之。於空氣洋燈及大形之洋燈。作小其火後。可由罩蓋之上口橫吹之。決不可由中而吹入。

三有水氣之罩蓋。直不可用。

注意 有水氣。則罩蓋全體之濕不同。易於破壞。

四心宜平切之。且每日切之勿怠。

注意 若無剪刀。可取去心上部之炭。

五過舊之心。油之吸上力乏。故宜常時換之。決勿吝。

注意 與此同一理由。其心不宜過堅。而宜選柔者。

六每日宜掃除。特於口金之小孔所積之塵。宜去之。

注意 清潔之所以必要有種種。一爲盛燃燒。二爲豫防危險。(口金之內部外部及油盤等之檢點) 三爲經濟(燈蓋蓋則光強) 四爲美外(觀等)

七處置常宜小心。石油必用火止石油。

注意 處置小心則多免危險且罩蓋之破損等亦少。油壺無檢。往往有塵埃入之。或洋燈之置所不得宜。亦有顛覆之患。是皆由於處置不善也。

洋燈之外。尙有種種之燈。如瓦斯燈。電氣燈之二種。其光明之度最高。工業進步之市邑。殆爲普通物也。

瓦斯燈者。乾餾石炭即煤而取之瓦斯。以鐵管遠導。作燃口而點火者也。(卷二第二十一課參照)

電氣燈者。利用由電氣而起之熱。以供燈用者也。電氣之作用。他日再學。茲聊述其電燈之初出。

白熱燈者。於玻璃球內。入以竹炭所製之細線。其兩端連白金線。而抽去球中之空氣者也。電氣通過。則炭素線白熱。明而發光。

然與洋燈之有火焰異。

弧光燈者。由於火之形成弧形而名。其玻璃球與洋燈之罩蓋為同一之目的。而與白熱燈之玻璃球相異。其中為二個之炭素棒上下相向。而中間隔少許。強大電流通後。弧光即發於其間。此光為炭素棒所燃之光。故此棒不得不屢為更換。是即高輝於市街上。而較白熱燈有數十倍至數百倍之光力者也。

注意 因其尙未學電氣。唯說其外形等可也。兒童之中。若有未曾見過實物者。多宜以圖示之。

應用

一 購求洋燈。可求其油壺為金屬者。以其危險少。又油壺有別口者亦不可購。有別口雖甚便。而危險却多。

二 心之更換時。宜焙以火。勿較心押過粗或過細。又其最初。心之尖宜浸以油而後點火。

三 油壺可入以九分油。其有少許於底者。不宜點火。

第十九課 光之進行法

要項 光直線而進行。光進之速度。

陰影之生及其大。

光之強度之增減。

教授 光者一直線而進行。與熱之輻射同。由光體而擴於八方。如太陽由甚遠光體而發之光線。殆爲並行。由戶之節穴入於室內之光線可見。然由地球上之諸物發來之光線。則擴於上下四方。故於或一孔隙。皆得引入。即以頭入於暗箱中而視之。則自近樹木以至遠雲山。均入來於箱內。惟通過小孔隙時。以其爲交叉。故箱內之影皆顛倒。是亦可以證光線之直線而進行。

光線之直線進行。以穿孔之板置於燭火間。可通孔視之。暗箱亦宜可及的試驗。可以茶筒穿孔而代用之。

孔不可過大。孔若大，則由物體來之光線錯雜，即不能結倒影也。

光線以如何速而進行乎。學音之時，砲聲之入耳遲，而烟之入眼速。前既知之矣。音一秒時行幾何。光實非音之所能比。一秒時凡七萬六千里_日而進行也。夫地球雖大，一周僅一萬餘里（百里）故光線若假定爲常繞地球，則一秒時間得迴繞七回半。

注意 於地球上之光線，無論如何遠，其時間可視爲零。然如太陽之遠所來，其時間則不得爲零。殆將費八分鐘時，而光線始可達於地球也。故知七萬六千里，則大略至太陽之距離，可求得之。

光於直線進行之道。若有不透明體遮之，則光線遂止其進行。生陰影於物體之後。今於暗室點燭火，以板遮光線，其生於壁之陰影之大小，可知其由火隔板與壁之距離而相異。即如自板至火爲一尺，自火至壁爲二尺，而測其陰影，則可有板之面積之四倍。又板與火之距離同前，而自火至壁爲三尺，則陰影之面積，可

成九倍。此以數學之語言之。

陰影之大，正比於距離之二乘。

即如左例。

$$2 \text{ 呎之距} \quad 2 \times 2 = 4 \text{ 倍}$$

$$3 \text{ 呎之距} \quad 3 \times 3 = 9 \text{ 倍}$$

$$4 \text{ 呎之距} \quad 4 \times 4 = 16 \text{ 倍}$$

$$5 \text{ 呎之距} \quad 5 \times 5 = 25 \text{ 倍}$$

然光之強之由遠近而增減者，恰爲其反對。而隔光體遠則弱。

近則強。此以數學之語言之。

光之強，反比於距離之二乘。

即如左例。

$$2 \text{ 呎之距} \quad \frac{1}{2 \times 2} = \frac{1}{4}$$

3 倍遠則 $\frac{3}{3 \times 3} = \frac{1}{9}$

4 倍遠則 $\frac{1}{4 \times 4} = \frac{1}{16}$

5 倍遠則 $\frac{1}{5 \times 5} = \frac{1}{25}$

右僅指光線之受法同樣者而言。如或直射。或斜射。則大相異。即太陽直射之地最強。漸遠而斜。受光線。則光之強隨而漸減。

是不獨光線爲然。熱之強弱亦相同。則從前既已學之。(卷二第十三

課參照)

注意 置板於一尺之距離而測之。爲其便於計算也。然從其便宜。火與板之距離。任何遠均可。祇於壁就火與板之距離之二倍三倍四倍等之變化。可實驗之。是爲確實智識之必要。

茲有可起兒童之疑之一問題。此問題爲何。即由於太陽之陰影。依於物之遠近而不變。例如前之板近於戶外之壁。則生與板同大之陰影。又離數尺而試之。其大亦然。若兒童無有疑者。可發問問之。蓋日光自非常之遠方來。故於地上。其光線可作爲並行而進。若比於其遠距離。則數尺之距離殆爲零。宜於黑板上以

圖而助其了解也。

應用

一 十燭光之電燈。假定於一間尺^六之距離得讀書。則至二
間之所。欲其光之十分明。必要四十燭光之電燈。大小相異之
室。宜計燈火之大小而點之。可勿論也。

二 讀書時。若有光線不足之感。可以書於光線成直角。若
光線過強。則宜斜之。

第二十課 鏡反射

要項 映於鏡之像之距離與方向。

光之反射規則。透明體及不透明體。

凹面鏡及凸面鏡之像。

教授 取筆照於鏡前。筆之像與真物無異。似在於鏡之稍後方。殊

爲可疑。且筆近則像亦近。筆遠則像亦遠。凡物皆然。不限於筆。即像與鏡之距離者。等於物與鏡之距離。

注意 教此之時宜準備鏡以供實驗。實驗候各兒童可一齊視之。

又立鏡前而出右手視之。則見其像之人出左手。又出左手。則像出右手。是亦殊爲可疑。然其他亦有似此之例。如彼影印時。左書之文。可成右書。即

鏡之像者。與實物皆左右相反。

注意 是亦宜實驗。手之外。凡讀本及寫字本等皆可供實驗用。

任何一物。其面成平滑者。如此鏡然。能跳返他之光而他向。與音之當壁而成反響者略同。此謂之光之反射。像之映於鏡。即反射也。

注意 是即鏡面之所以能映物之故。鏡面之外。其能反射他物之光者亦不少。如水漆器既磨之。金石玻璃器等是也。此等亦宜可及的觀察之。

然反射有不須平滑者。此爲如何之反射乎。蓋自發光體來之光。當於物體面。由是跳返。乃映其物體面於吾人之眼。因有此反射。故吾人之眼得見物。是故眼所見之物者。皆爲光線所反射之物。

注意 物之見於眼。因其有反射之光也。故吾人之視物。第一不可缺者爲光之反射。第二爲眼。(第三十二) 第三爲物之有色。設若無光則不能見物。於暗室中之不能見物可知。若無眼則任何物皆不得見。若無色。則各物均不能各別而認識。然黑者非色。甚於白紙之文字之能見者。其黑部殆不反射光。而由他部之白色處反射光。故由其差異而可分黑白也。物之見於眼。因光由其面反射云云。似易而難似簡單而複雜。爾後時說明宜注意。

光之反射之方法。垂直當於鏡面之光線。則如原樣而垂直反射。光若成多少之角度而當於鏡面。則其反射亦必成同樣之角度。

因是而得簡單言之如左。

垂直中於物面之光線者。垂直反射。

斜中於物面之光線者。斜反射。

注意 右之二條已言盡反射之性質。故最宜理會。即無圖之裝置。而其投射角與反射角之成爲相等角度可知也。

物之中。有如木之不通光線者。又有如玻璃之能透光線者。是爲其物之性質。非人工所能變化。故如玻璃者。謂之透明體。如木者。謂之不透明體也。

然亦非全難變化也。例如玻璃以金剛砂磨擦之。其面即成凸凹。因由此粗糙不整之面。反射光線於各方。即成爲幾分不透光線之物。此謂之半透明體。又冰雖明。然碎之如雪。則成爲不透明。其理亦與玻璃同。

注意 半透明之物。勿謂其面皆有凸凹。宜示以天然物（不純之水晶等）人工物（磁器及着色玻璃等）之數個。而防其誤解。

又磁爲不透明體。然作之極薄。則成爲半透明。黃金尙然。透金箔則見綠色。故

凡透視之而見色。皆半透明體之物也。

紙爲不透明體。然塗以油、水等。則可成半透明。

飴凝於透明。然行提飴法。則可成不透明。是蓋與雪之不透明相同。其面之粗糙勿論。而其內部不同者。因其含有空氣於其間。

洋燈之返照者。凹面鏡也。凹面鏡與平面鏡異。而光線集於或一點。此謂之焦點。雖甚奇而決不奇。仍不外夫斜中於物之光線而斜反射。試觀中於凹面鏡之各部之光線。皆等於投射角而成反射角。而其能集於一點者。祇因中央之凹陷。故向於凹面鏡而照其顏。則較於平面鏡而有種種之變化。

取洋燈之返照。約置於三尺前。而觀其顏之映像。則其顏必小而且爲倒像。近視之。則甚大而變爲正直。以是知凹面鏡與平面鏡之有異處。然其光線反射之法則。與平面鏡時無少異。可由圖而知之。

注意 返照必準備。教授中說明宜用圖。然臨時書板上亦可。凹面鏡所見之物

像。必實驗之。

焦點結於何邊。就圖說之。固必要。然事實觀之。亦必要。即以凹面鏡向於太陽。若燈絲起煙。則可明見其結焦點。凹面視如球之一部。而此點即在於球之中心。與凹面之中央。

凸面鏡亦稍似凹面鏡而現像。惟不如凹面鏡之由遠近而像有倒直之別。又其像必較實物小。而稍有大小之差者。亦如平面鏡。惟依於其物與鏡之距離。

然於凸面鏡所現之像。非作真焦點。而實爲假像也。

注意 假像者。於凹面鏡亦生。即其直立像之生時是。然於凹面鏡不言假像者。以凹面鏡甚難理會。於凸面鏡言假像時。亦可一言及彼也。

應用 一 鏡面若不平。則反射之光線稍錯雜。於數尺之距離觀

之。可知其像之正不正。此亦購鏡時宜注意之一端。

二 對玻璃鏡時。常見有明瞭之像與不明瞭之像者。是非鏡之惡。即由其有自玻璃面反射。與自裏面所塗之亞麻爾格謨

(水銀與錫之合金)之面反射之二樣反射也。然自玻璃面之反射者弱。自亞麻爾格謨之反射者強。因之而乃顯明。不明二個之像。

三 洋燈之返照。若欲其照於遠方。則可置燭火於球之心與鏡面之當中。若欲照近處。則燭火可稍遠。可置於自中心稍近鏡面處。若置於中心以外之距離。則失其返照之功用矣。洋燈之笠。亦與此理同。

映於凸面鏡之顏。非真顏。其像之顏。較真顏鼻大而高也。

附記

假像 以凹面鏡置物體於自焦點更近處。其自上部發之光線。由凹面之各點而反射。今延長其各反射線而集於鏡後。則可生一假焦點。又自下部發之光線。亦如斯生假焦點於鏡後。則集此等各假焦點。而全體之物之假像可得。凸面鏡之假像。其結假像之理亦相同。

第二十一課 光之屈折

要項 光線之屈折。

由光線之屈折而分日光之七色。

合七色之光線則成白色。

物之呈種種之色。虹呈七色之理。

教授 入銅貨於盆之底。將盆移去後面。其邊緣遮眼入光線之經路。至不見銅貨時。若盆中入滿以水。從其水之深。而銅貨漸如浮上而可見。

注意 當此試驗時。用有孔之板而以眼置孔處最妙。
又置玻璃板於文字上。如圖而斜視時。文字即生差異。此所用之玻璃板厚者最宜。

又如圖乙之兒童直下見水中之魚。然甲之兒童認為稍高。而

疑魚必在於點線之方角。又如甲之兒童所持之竿。以之斜入水中時。甲之眼亦與魚同見其折於水際也。

注意 學校構內若有池。宜實驗之。若無池。則於大盆滿水而試之。或他時於他處實驗亦可。

是等之現象。由於如何之理而顯乎。是由光線之屈折使然也。抑光線者。必於如何之場處而屈折乎。物體若不透明。殆不關於光線之屈折。僅通過透明體時而屈折也。然由其通過之方法。亦有屈折與不屈折之分。即斜當於透明體之面。或自透明體之面斜出時。則光線屈折。垂直通過於其面之際。則決不屈折。又屈折者。如空氣與水。其質有疎密之差。為光線屈折之要件。假使地球上之物。皆與空氣同密度。則屈折決不生。其光線屈折之規則左如。

自疎體入於密體時。近於其點之垂直線而進行。

自密體出於疎體時。遠於其點之垂直線而進行。

注意 光線屈折。必有左之三要件。

一 通過之體必爲透明體。

二 甲乙二透明體之質有疎密之差。

三 光線不垂直來於疎密二體相接之面。

此三件中缺一件則屈折不成立。今雖以此爲規則。然不宜僅作文章記憶之。其近於垂直線而屈折乎。將遠於垂直線而屈折乎。不可不有實驗上之知識。

便於光線之屈折者。三稜鏡也。

注意 三稜鏡用上等玻璃。以其屈折之度強也。此玻璃中含有鉛。(卷二第十九

課參照)

通常之玻璃亦可。然屈折甚弱。可以水製之三稜鏡代用。即合長方形之玻璃板三片。兩端嵌木框。穿穴而塞栓充水。可供於試驗用。但玻璃板之合縫。可溫玻璃而塗以既融之封臘(火漆)。

三稜鏡之一面受日光。其屈折之光線。映於壁面時。最上顯紫。

最下顯赤。其中間排列藍青綠黃橙黃等。而成甚美之七色。是因何故而生乎。以日光原有此七種之光線。故屈折之時。從於度之

強弱而顯出。故此既分之光線。由於圖之裝置。以同形之三稜鏡並置時。則再爲白色光線。即復其本來之色。因之而太陽之光線者。全由此七種之光線而成可知。雖然。此七色者。如何而能呈一色乎。試於獨樂之表面。染七色而回轉之。其呈白色。可以推知也。蓋各色各別而入於眼。則不相異。回轉若速。則至於不能區別。詳言之。則一色入眼未去。次之色亦入來。此等皆未去。又次之色亦入來。七色皆同時入於眼而成白色也。太陽之光線亦然。七色皆同時入眼來。故不能區別而呈一色。

注意 七色分解。必實驗之。屈折之強弱。云云。稍覺難解。然不言此。則不能教以分解之理由。而何色之光線。屈折最強。於事實得知之。即於同一之點。入來之光線。當分爲七種。最多屈折。占最上位之紫。屈折最強。最下位赤色之光線。屈折最弱。亦可推知也。

茲又有當言之一事。於前課既學眼之得見物由於反射。七色

之日光亦已學之。故此事不得不說明。夫物者。人皆疑其自體有色。而以其反射於外部。然決非物固有之色。是皆太陽之色也。太陽有七色。而地球上始有七色。太陽若失赤色之光線。則紅之紅色。山茶花之赤色。恐均成白色。此何故乎。物之色爲種種。皆由於反射日光中之或色。而吸收他之色。例如草木之葉者。反射日光中之綠色。吸收他之六色。鬱金染之黃色者。反射黃色。而吸收他之六色。雪之白者。七色皆反射。墨之黑者。七色皆吸收。獨樂之合七色而爲白色。即與七色同時反射同視也。然如黑色者。全不反射。其眼之能見之。由於與他之色之比較而然。(第二十課參照)

注意 自光線之屈折及於日光。自日光及於物色。遂及於不得不說反射似稍出於題目之範圍。然亦不得謂與前課全無關係也。

虹之呈七色者。以前說定之最宜。何以言之。虹之色者。非虹之有色。不過爲水球一時成三稜鏡之作用。而屈折光線。然其原因。

與花葉之呈紅綠不同。太陽之位置若變。則即消滅矣。屈折而來於眼之光線之經路。由彩色畫可知其大略。

注意 虹之起時不可期。故今後虹若起。則宜勿失其機。而觀察之。視其色之排列與三稜鏡有如何之異。而朝起何方。夕起何方。亦宜觀察。

應用 一 清澄而視爲水底淺之山間之溪流等。實較其所臆測者更深也。決不可以疎忽。

二 太陽沒後尙薄明。可謂光線屈折之賜。不然。則日沒即同時成暗色。

附記

一 光線屈折之實驗法 取米之泔汁充滿於玻璃器中。於暗室自壁孔導日光泔汁之表面光線屈折之樣態甚明也。

二 虹之說明 虹之現必在朝夕。朝虹在東。夕虹在西。通常雖不能見全圓。然在於高山之頂。殆有見全圓者。太陽愈昇高。則虹愈小。至於正午前。後。則平地不能生虹。

其入於眼來之各光線。皆爲各個水球之屈折光線。二人相並而視同一之虹。

各人所見者，亦實各別之。水球所來之光線，其屈折之數，通常在水球中爲二回。然如外虹（即第二虹）之生時，在水球中屈折三回也。此外虹者，上爲紫，下爲赤。然通常之虹，則上爲赤，下爲紫，是皆由於屈折之度而然。

第二十二課 靈視眼

要項 凸凹二種之靈視之光線屈折之樣態。

眼之構造作用及衛生法。

教授 靈視者，包於二個球面之間之玻璃之謂。其目的在屈折光

線，故所用爲上等玻璃。主由硅酸鉛與硅（卷二十九課及卷三第二十一課參照）酸加里而製成者。

靈視分凸凹之二種，均與三稜鏡同法而屈折光線。見其構造而

其理可知。（看兒童用書之圖）

凸靈視與凹靈視者。共爲三稜鏡合成之物。由其合方之異。而前者集光線。後者散光線。

注意 凸靈視挾於球之內面。凹靈視挾於球之外面。此區別可就兒童用書之圖觀之。

靈視與三稜鏡同作用。若欲激之。必示圖於塗板上。此時必示以凸凹靈視。又宜以凸靈視當日光視薄紙之起煙。而實驗其焦點。

置燭火於凸靈視之焦點以外。觀其映於壁之像。火之大小與倒直。又以燭火遠於靈視而視之。無論何者。皆爲倒像。然遠時較近時小而近於靈視也。

注意 以下數項之凸凹靈視之實驗。於暗室行之甚便。

次將其燭火移於反對之方向。而置於焦點以內。與前有如何之異可觀之。(圖以鏡示) 即其與前異而見其較實物顯甚大之直立像。此與凸凹面鏡(第二十課)之假像相同。而不正結焦點。是亦不過爲假像。蟲眼鏡即單眼微鏡視物之大。即由於此理。則其像勿論

亦爲假像也。

注意 此試驗時。教師置燭火於案上。其前面以右手支持凸靈視後面以左手支持玻璃障板。燭火之大假像。映於玻璃板。兒童可在適宜之位置而視之。

又增減其距離而假像之生大小與明不明亦可知。靈眼鏡宜準備。他時可自由實驗也。

靈視同大而厚薄若有異則厚者之屈折多而薄者之屈折少。可實驗之。

以凹靈視如蟲眼鏡視物時。與蟲眼鏡異。而見其較實物更小。然其假像者。與蟲眼鏡時無相異。

注意 教師置燭火於案上。其前面支持凹靈視。各兒童可旁視之。尙命其於他時自由實驗也。

若無凹靈視。可借近眼鏡代之。

以上既學凸凹兩靈視之光線屈折之大略。茲更示以應用凸靈視之作用之簡單一器械。

穿孔於茶筒之蓋。以凸靈視當其孔。而周緣以紙貼之。又剝去其筒底。貼薄紙以代其用。若受自物體來之光線。則見其映倒影。

於底紙。但其底方宜少暗。若倒影不明瞭。則少拔出其蓋。若益不明瞭。則較前深插入。數回進退之。必可明映。此裝置謂之暗箱。照相器械之暗箱者。其形雖大異。而其理全不異。

注意 此試驗者。可與兒童以絕好之興味。其欲研究光學之心。於此以前之試驗雖屢起。至於益更興起之。然若不實行而祇以言語相告。則殆等於無功。故務必作此暗箱也。此事者。亦可爲其次教眼之構造之豫備。故此試驗實不可以或缺。

吾人之眼。其構造之大體。亦同於暗箱。眼之縱斷時。實如圖而最外部之膜堅。此謂之鞏膜。其全體成白色。而其前面之一部。透明而有光澤。如磨玻璃然。此謂之角膜。角膜者。鞏膜之一部也。

注意 假以形狀稍異之片玻璃製之銀皮時辰表作眼。則玻璃之部爲角膜。而銀之白色部。皆當於鞏膜也。

此教授中。兒童可互視隣席兒童之眼。其前面之不僅角膜。左右有白色之鞏膜。即其有白眼可知。

鞏膜之下。有脈絡膜。以極富於血管而名。其色黑。而適於吸收

眼球內入來之光線。雖幾全密着於鞏膜之內面。然僅角膜內側所有之部分。則離之而成圓板狀。有小孔於中央。其孔名瞳孔。周圍之圓板狀脈絡膜之一部。名爲虹彩。此虹彩者。各人多少有固有色。而有黑眼。茶眼等之稱。

虹彩之筋肉。能伸縮而變瞳孔之大。以是而加減入於眼球之光線之量。恰似於照相器械之遮隔板。

注意 脈絡膜之血管多者爲其荏球壁之諸膜

虹彩之筋肉與他部之筋肉異。有成放散狀者。有成輪狀者。故其變瞳孔甚容易。虹彩者。兒童可於他時各自自由他童之眼觀察之。或與之鏡而自觀察之亦可。而於光線少量處與多量處時之瞳孔之大小。亦宜實驗之。

於前年既學之貓之眼之瞳孔。可復演之。(卷二十四)

脈絡膜之次。尚有一層之膜。此謂之網膜。由腦來之視神經。其末端皆集於此膜。稍呈網狀。自外部來之光線。映倒像於此網膜上。與暗箱所映於底之倒像無異。視神經以之通於腦。而其外物

爲何。得以知之。

注意 眼之構造中。脈絡膜最爲密緻。玆欲說明之。雖亦不難。然亦如聽官之省。路哥魯嘴氏器。雖甚切。亦姑從略。若欲多少說明之。則後之附說可參照。

眼球之三膜既如斯。其窾內究何有乎。此由前面順記之。則其先角膜之後。脈絡膜之前。有水樣液。此液似水如其名。其後有水晶體。雖不若水晶之固。然能成屈折光線之作用。其後有玻璃體。是爲占眼球內大部分之液。其濃雖優於水樣液。然不如水晶之成爲固體。是亦多少有屈折光線之作用。此皆爲無色透明。而其最切要者爲水晶體。與暗箱之靈視相當。然不如靈視有一定之凸面。而視遠物則凸起。視近物則凸起增。因有此作用。故不必如暗箱之進退其蓋。而物像常能生於眼底也。水晶體若長存同一之形時。凸起之增減難自由。即爲近眼。近眼者。即水晶體之凸起不能如意。而減之眼之謂。故其補之宜用凹靈視。即近眼鏡是

也。老人之眼。通常爲遠眼。而難見近物。恰與近眼相反對。故老人之眼鏡。宜以凸靈視製之。此等之眼。若不如是補助。則不能恰映物像於眼膜上。

注意 三液之透明無色之理由宜問之。

入於眼之光線。被水晶體屈折而映於網膜時。其上下顛倒。亦必要說明之。即其依於習慣。由最初即以上爲下。以下爲上。所以自身以頭曲下。而由膝間視他物。則外物皆見其倒形也。

水晶體之增減凸起。此由於附着筋肉之伸縮。即筋肉伸時可視遠。縮時可視近。視近則筋肉勞。而視遠則筋肉可休息。

近視遠視。茲雖專就靈視之凸凹說。然亦因於眼球之形。即近眼者其眼球橫長。遠眼者其眼球縱長也。

眼既爲切要之物。即不得不切要保護。茲舉其普通之弊。如於日夕之薄暗頃。強讀書物。或久讀細小文字之書。皆不適宜。必於光線十分有時而讀書。如黃昏候。可暫時休息。其他細小文字之書物。不宜常看。若有不得不讀時。則宜時時休息而讀之。如斯乃

可以免近眼也。

應用 一 由靈視而屈折光線者。不僅吾人之眼與照相及蟲眼

鏡等。如檢視分生菌用之顯微鏡。視天體之望遠鏡。及望遠鏡之一種之雙眼鏡。與學術講論等所用之幻燈。皆使用靈視者也。

二 靈視者。亦不必要玻璃。滿水於玻璃瓶而屈折光線。則於極近處生焦點。玻璃瓶中之金魚。見其發實物大者。亦與凸。靈視爲同一之作用。

三 入於眼之光線。以其虹彩加減。而視普通之光。大抵無害。若視過度之光。則一時有失其視力者。即如視太陽。與視麻偏。涅叟謨之火光等。如斯之類。以其於眼不相宜。

附記

網膜之構造 網膜之構造。以顯微鏡檢之。則得知其構造甚複雜。其網

膜僅爲一厘之厚。然尙分數層。外層者。主由圓柱體及圓錐體之集合而成。是即

謂之視神經之末端也亦可。

視神經者其最初成一束而自眼球之後部入來。通過三膜。分岐於網膜之內面而成網狀。其末端向於網膜之內層。次至於外層而以圓柱體等終。光線即感於此圓柱體等也。

第二十三課 人體之構造

要項 人體之部分

皮膚、筋肉及骨之功用。

教授 人體者。自頭、胸、手、足而成。外部有皮膚而包柔筋肉。筋肉中有骨。而為各部之支柱也。胸者。由於此等之筋肉而成一大腔。其中有肺而營呼吸。有心臟而營血液循環。有胃有腸而營食物之消化。有肝臟。有腎臟而排泄不用物。

骨者。全身有二百有餘枚。大小形狀各異。順次相連。在於頭。為

頭骨在於腦。爲腦骨。胸骨及肋骨等。在於手足。爲運動動作之器具。與筋肉相助。而各達其目的。筋肉之中有神經。又爲外部與內部之連絡機關。外部有變化。則傳之於內部。內部有變化。則顯之於外部。其主部究在何處乎。即在於腦與脊髓。是爲人體各部區別之大要。

注意 教本課時宜揭人體圖。以其後之皮膚及筋肉骨之功用。有宜詳細說明之處。蓋此以上者。說人體之全個。其次則各別說之。而本課之主眼實在此後段也。

皮膚者。有上下二層。而上層謂之表皮。下層謂之真皮。真皮中有神經。如網而密布。血管之來亦然。故以針刺之。無不出血。又無不覺痛。因之而神經。血管之密布。足以想像也。

人之皮膚呈種種之色者。由於表皮之下有色料。例如歐美人之爲白色。亞細亞人之爲黃色。即同爲亞細亞人。而皮膚之色亦有多少之異者。皆由於色料之有異同而然。

眞皮之表面。有無數之小突起。而其內之多數。有入以毛細管（血管之最細所者。又有入神經之末端者。於神經之末端。吾人得以感寒暑。知硬軟。覺痛癢。此小突起者。名爲乳頭。以掌視之。有無數之凸線。人人皆同。是皆爲乳頭之所連者。然又不可以其表面直謂爲眞皮。表面者。爲表皮被眞皮。表皮之下面處處凹。而眞皮之凸部。即與乳頭相銜者也。

注意 表皮無神經。又無血管。故以針刺表皮之厚部分。不感覺。亦不出血。可於腫開試之。但宜橫刺。毛皮與爪。亦爲表皮之變形。無感覺。又無毛細管。可切而知之。

眞皮者。實爲切要之物。然表皮之所以被之者。何故乎。蓋以神經及毛細管若無保護之物。則易爲損傷。僅木片摩擦。忽即出血。且感激痛。故必有表皮而護之。皮膚之斷面圖可示之。

皮膚之下有筋肉。筋肉者。占體量之半。其數凡爲五百枚。大者越一尺。小者不及一寸。其形狀雖有種種。其中央部粗。至兩端則

從而漸細。而全形爲紡錘狀者最多。如圖。其一端着於骨。他端跨關節而附着於他骨。由其中央部之伸縮。而骨故動。然其各部亦非一樣伸縮者。其附着於骨之細部。白色而甚強。全不伸縮。此謂之腱。腱之外亦有一種之強筋肉。即所以包關節之韌帶是。所謂關節者。即骨與骨之接縫。而韌帶即所以接續之者也。

骨之中最切要者。爲頭骨與脊骨。

頭骨者。自二大部而成。一爲頭蓋部。一爲顏面部。頭蓋部之諸骨相縫合而成一個之骨箱。中容以腦。使不得受損傷也。

脊骨者。自連於頭骨之三十餘個之骨片而成。除最下之四片。其餘則構成通於各骨之一大長管。容脊髓於其中而護之。恰與頭蓋部之諸骨護腦相似。

脊髓者。與腦共爲最切要之物。以其由腦及脊髓出數多之神

經。而司掌知覺與運動。

注意 此因欲說頭骨與脊骨之爲大要而腦脊髓不過附說之。故舉其一斑可也。(參四第十六課參照)

自脊骨左右出十二對之肋骨。其最下二對之一端。不連續而散在。他之十對之肋骨。與胸骨相接。以構成胸廓形。胸廓者。占軀幹上半部而爲一大空洞。中容以心臟。肺臟。大脈管。氣管。食道等。而保護之。

手足爲最多運動之物。故其骨之構造強健。而關節亦能自在動。以善叶其目的。

注意 合以上之諸骨。名之爲骨骼。此不過大略說之。宜可及的示以獸骨等之實物。以教其組織之巧妙。即其粗骨者。中空而重量減。以豫防其損傷。凡用一定量之材料所造之管。較用同量之材料所造之棒更強。此於麥桿等。既學之。近來建築上應用此理者亦多。固之而骨之構造之巧妙。可見一斑也。

少年之時。以其骨之膠質多。而有易曲之憂。又老人之骨。石灰

質多。而有易折之憂。故少年時之宜注意者。專在正其姿勢而期其骨之不曲。少年若怠此注意。至於骨之曲時。則欲伸而不可得。成爲生涯畸形之人。不惟不如通常人之能活動。因其體之曲。亦妨於內臟之發育。遂成爲羸弱多病之人。此少年之最宜注意之處也。

注意 老人不可過激動。以其誤而曲骨時。其挫折較少年之時容易。

此骨中所含之動物質與礦物質。其示之亦爲必要。取骨片浸於稀鹽酸中數時間。得自由彎曲。此爲其礦物質之既去也。又取骨片而投於火中。成白色後而

出之。其質脆而易於碎折。殆與白墨(即粉筆)相似。此爲其動物質爲火燒去也。

應用 頭切勿打擊。任頭蓋如何強固。亦有多少之害。皮膚常宜清潔。膩垢蓄時。妨於發汗。筋肉宜適度使用。適度使用者。筋肉有強健之益。反之而過度使用。則其後大爲弛緩。不能耐當分之勤勞。

附記 一 人體構造之要具 骨者其基礎也。筋肉者附屬於骨。皮膚者包

全體之表面。而內臟納於胸腹中。是爲人體構成之要具。

二、身體構成之原料

作以上之要具者，果爲何物，即炭素、炭、水素、

(輕)氮、酸素、(養)氣、(窒)素、(淡)氣、(硫)黃、(磷)燐、(鹽)素、(綠)氣、(加)倍、(護)鉀、(那)篤、(保)護、(納)加、(爾)叟、(護)鈣、(麻)個、(涅)叟、(護)鎂、(弗)弗、(素)弗、(氣)苦、(羅)羅、(總)護、(銘)銀等之十六原素也。此爲身體構成之原料。

三、水分

身體中之水分子之多，實爲可驚。凡體量之四分之三，皆爲水

分也。

光緒三十一年九月十日初版發行
光緒三十一年十月十四日訂正再版
光緒三十一年十一月十二日訂正三版

全部四冊

定價大洋壹元陸角

編譯兼發行者 劉由宗 昌龍

印刷者 榎本邦信

印刷所 東京並木活版所

總發行所 東京雲南留學生監督處

代售處 東京 清國留學生會館

上海 各大書肆



36

-06030