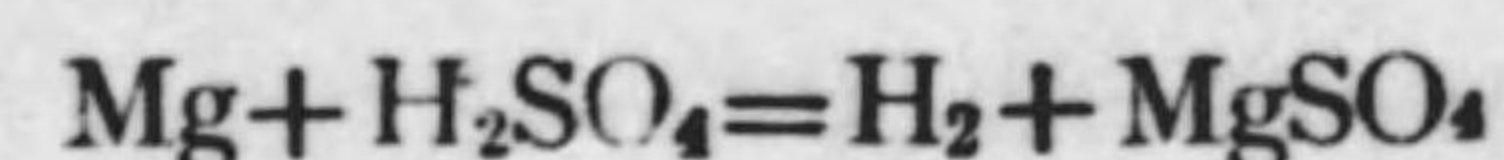
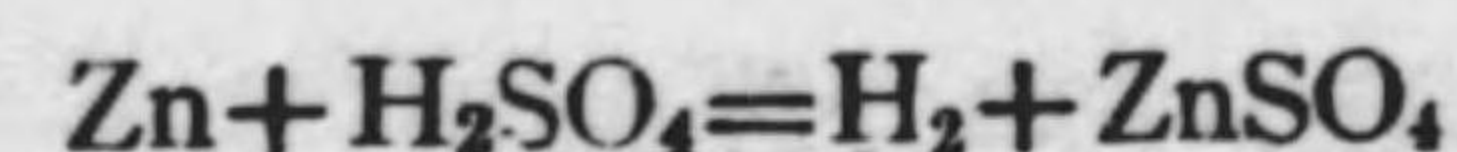
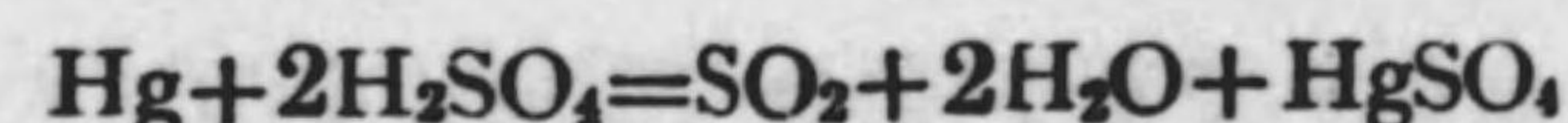
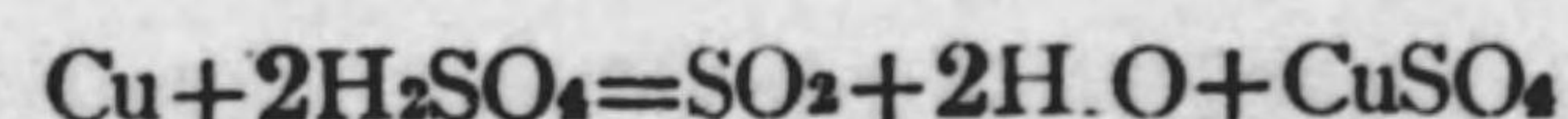


を加へると思はぬ失敗をすることがある。それは硫酸の比熱が小さいために、生ずる熱によつて急に温度が昇り、沸騰して硫酸をはね飛ばすことがある。かくして硫酸が皮膚や衣服にかゝれば被害を受ける。故に稀硫酸を造るには先づ比熱の大きい水を取り、その中に適量の硫酸を徐々に加ふべきである。

稀硫酸は鹽酸と同様にイオン化傾向の大きい金属を溶かして水素を發生する。



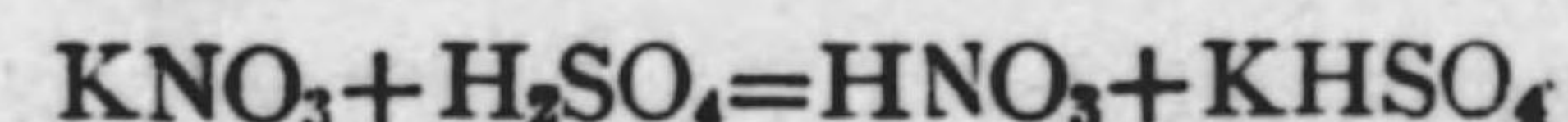
熱濃硫酸はイオン化傾向の小なる金属を溶かすが、水素を發生しないで亞硫酸ガスを發生する。



硫酸の用途は甚だ廣く乾燥剤としての外脱水剤として水の電解(蓄電池)・ニトログリセリン・ニトロセルローズ・ニトロベンゼン・ピクリン酸・エーテル等の製造に、加水分解促進剤として糖類の製造に用ひられ、また鹽酸・硝酸・木醋等の製造、硫酸鹽の原料、肥料染料の原料等に用ひられ、實驗室に於ても諸種の物質の製出に用ひられる。

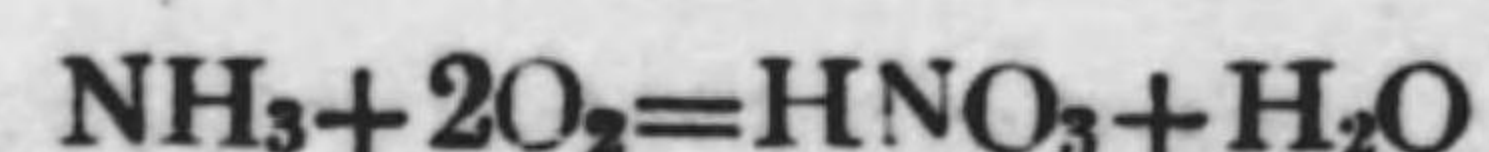
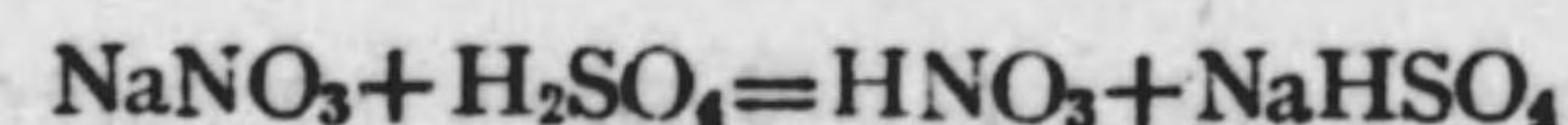
P. 215

硝酸 硝石と濃硫酸とから次の反應によつて生成する。

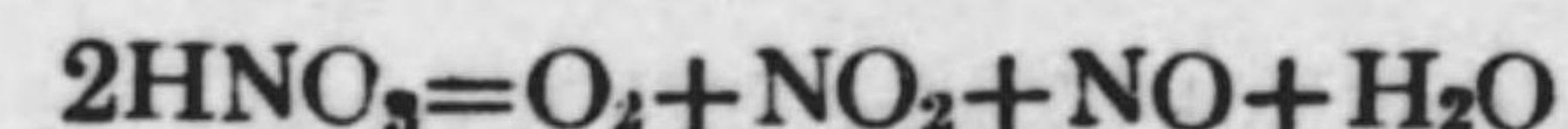


工業的には廉價な智利硝石を用ひて造り、近來は空中窒素の固定

によつてこれを造る。智利硝石を原料とする場合及び空中窒素固定の一例は



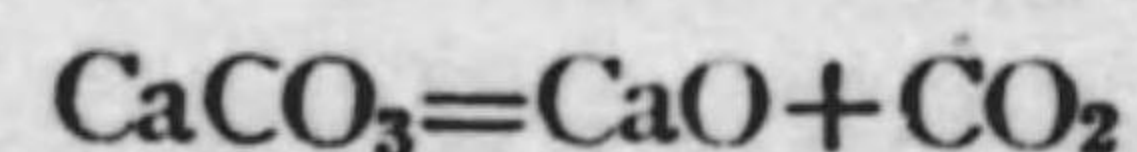
硝酸は他の酸によつて分解して酸素を出し易いので、酸化剤になる。



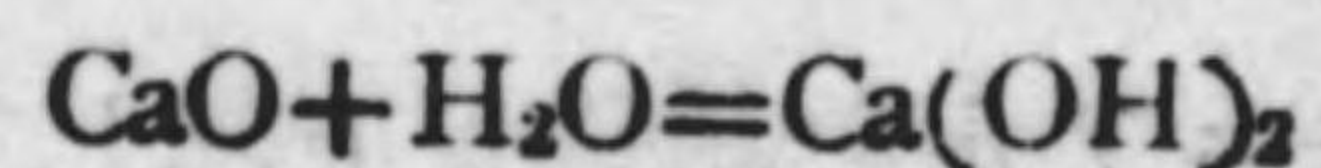
硝酸を原料とした硝酸化合物には爆發薬に用ひられるものが多く、ニトログリセリン $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$ はダイナマイトに、ニトロセルローズ $\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4(\text{NO}_3)_6$ は綿火薬に、ピクリン酸 $\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}(\text{NO}_2)_3$ は黄色火薬に用ひられる。また硝化度の低いニトロセルローズはアルコールとエーテルの混合液に溶けてコロチオンになり、寫真用フィルム・セルロイド・人造絹糸等の原料になる。

P. 216

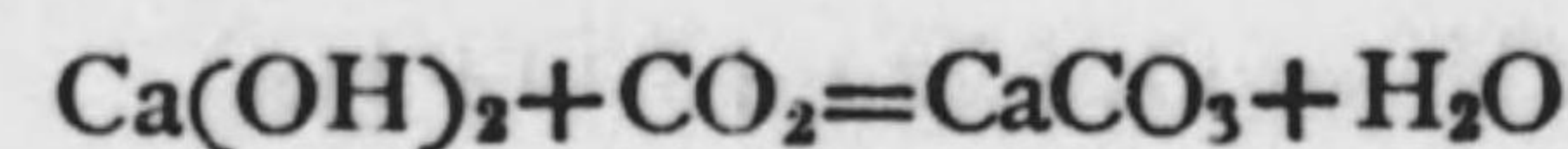
石灰 石灰石(大理石・方解石・霏石・白堊等)・卵殻及び貝殻等を焼けば生石灰を生ずる。



生石灰は白色の固塊で濕氣を吸ひ易い。長く貯へておくと粉末になるのは水分を吸収して消石灰に變化したのである。新しい生石灰に水をかけると烈しく化合して發熱し、膨れ上つて遂に粉末(消石灰)になる。生石灰貯藏所から發火することのあるのはかくして生じた熱のためである。



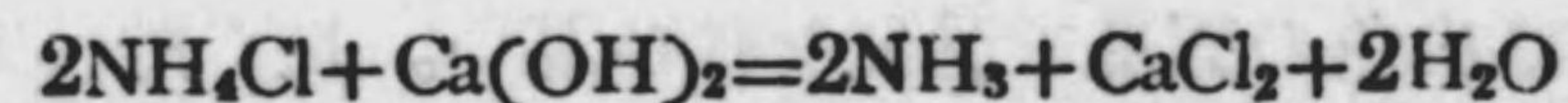
消石灰は白色の粉末で漆喰（消石灰十寸沙十角菜糊）・モルタル（消石灰3+砂1）・漂白粉等の原料や消毒剤に用ひられる。炭酸ガスを吸収して固化する性がある。壁が古くなるに従ひ固くなるのは漆喰中の消石灰が空中の炭酸ガスを吸収して炭酸石灰の結晶を造るからである。古壁の小部を取りこれに酸を注げば炭酸ガスの発生を見ることが出来る。



石灰水を空中に放置すると表面に白い薄膜を生ずる。これは空中の炭酸ガスを吸収して固体の炭酸石灰を生じたのである。石灰水の内部に炭酸ガスを送れば白い沈澱を生ずる。石灰水中の消石灰が上の方程式のやうに炭酸ガスと化合して水に不溶性の固体炭酸石灰を生じたのである。この反応は屢、炭酸ガス検出のために利用せられる。

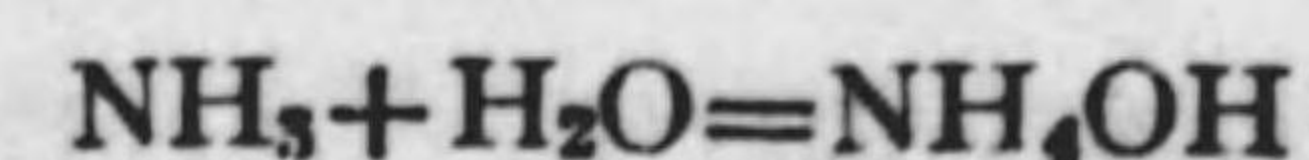
P. 217

アンモニア 鹽化アンモニウム(鹽化アンモン)に消石灰を加へて熱すれば、空気より軽い(空気の0.596倍)刺戟性の悪臭ある氣體即ちアンモニアを發生する。



この時發生する水分はフラスコの上部及び誘導管内で水になり、流下してフラスコの熱部に觸れフラスコを割る恐れがある。よつて初め消石灰の代りに生石灰を粉末にして用ひると發生する水分が半減され、この憂から免れることが出来る。少量のアンモニアを要する場合には強アンモニア水を試験管で熱しても得られる。

アンモニアは水に非常に溶解易く常温では水の700倍、5°Cでは水の1300倍が溶解する。鹽化水素よりも約2倍水に溶解易いから鹽酸の項の實驗と同様に實驗すると興味がある。但しこの場合には水槽の水は赤色リトマスで着色すべきである。アンモニアの水溶液をアンモニア水といふ。水酸化アンモニウムを生じてゐるためにアルカリ性反應を呈する。



アンモニアはまた鹽化水素と化合し易く白色の固体を造るので右圖のやうに實驗すると瓶内が白煙で充滿する。



即ち無色の二氣體が只混合することによつて白色の固体鹽化アンモニウムが生じ、化學反應の妙を味はせることが出来る。

アンモニアは冷して壓縮すると液化し、氣化する時多量の熱を周圍から奪ふので寒劑になる。製氷に用ひられる。都會地で消費される氷の量は年々多くなるが、皆人造氷である。

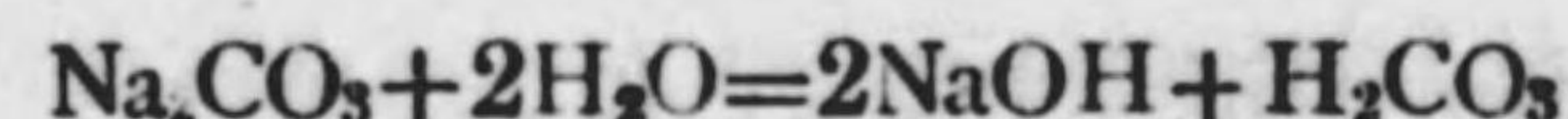
冷蔵庫は周圍の壁の中に鐵管を通し、その中で液狀アンモニアを氣化せしめて冷却するもので、野菜・肉類・魚類等の貯藏に適する家庭用電氣冷蔵庫も亦液狀アンモニアを利用したものである。

アンモニアの化合物中硫酸アンモニウムは硫安と稱し重要な窒素肥料の一である。石炭ガスの副産物として多量に得られる。



P. 218

炭酸ソーダ 苛性ソーダ 炭酸ソーダ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ は10分子の結晶水を含み、無色透明の結晶を造つてゐるが、長く空中に放置すると白い粉末になる。即ち結晶水を失つて無水物 Na_2CO_3 になつたのである。この現象を風解といふ。炭酸ソーダは中性鹽であるが、水溶液はアルカリ性反應を現はす。これは加水分解によるのである。加水分解とは鹽を造る酸と鹽基の中、一方または兩方共弱性である時、その鹽の水溶液では鹽の一部分が分解して元の酸及び鹽基を生ずることである。そしてその水溶液はその酸或は鹽基の強い方の性質を現はす。即ち炭酸ソーダの水液溶では



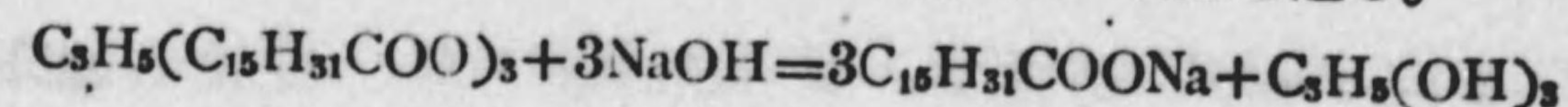
の如く加水分解し、生じた苛性ソーダが炭酸に比して遙かに強いので、全體としてアルカリ性を現はすのである。この外重炭酸ソーダ・石鹼(共にアルカリ性)、明礬・硫酸銅(共に酸性)等が加水分解する。炭酸ソーダは硝子・粉石鹼の製造に用ひられる。

苛性ソーダは白色の固體で、潮解性(空氣中から水分を吸収して自らその中に溶けること)を有する外、空中から炭酸ガスを吸収して炭酸ソーダになる。

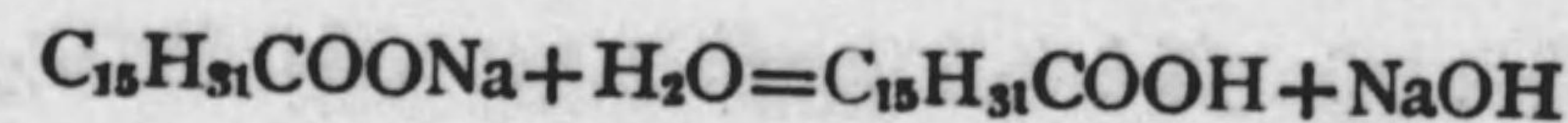
【實驗】 苛性ソーダ溶液で煮た木綿織物は稍、收縮するだけであるが、毛織物は形が非常に小さくなり、遂には溶けてしまふ。即ち苛性ソーダは植物性纖維には作用しないが、動物性纖維を侵すものである。故に苛性ソーダを皮膚につけると皮膚を糜爛する。また石鹼・洗濯ソーダが木綿織物の洗濯に用ひられるのに、毛織物

の洗濯に用ひられないのはこの理由に因るのである。

苛性ソーダは脂肪を鹼化するから脂肪と煮て石鹼を造る。



石鹼の水溶液はその一部が加水分解して苛性ソーダを生ずるので、洗濯に用ひられる。



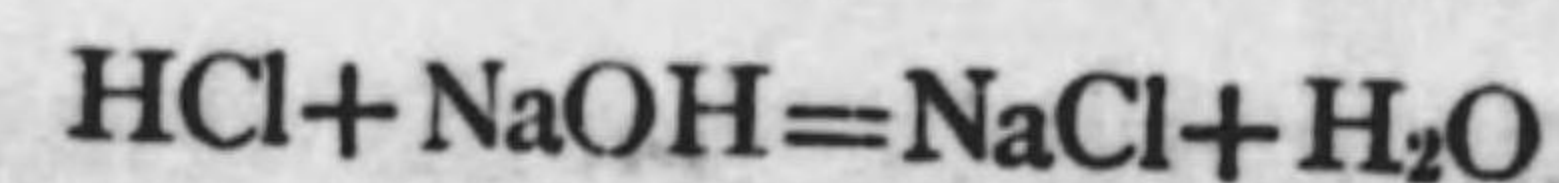
炭酸カリウムは木灰の中に含まれる白色の粉末で、結晶性がないから風解もせず、潮解もしないが、凡ての性質が炭酸ソーダに似てゐる。水溶液では加水分解してアルカリ性反應を呈するので、石鹼に用ひられる。

苛性カリは苛性ソーダに比して一層色が白く、潮解性その他の性質が苛性ソーダと同様である。

P. 219

酸とアルカリの中和 酸とアルカリの中和の實驗で丁度中和點に達するには中々難かしい。僅か1滴の多少によつて中和の域を超え、今一步で酸性を打消して中和點に達せしめ得られると思つてゐたのに、1滴のアルカリの注加は忽ち全體をアルカリ性にするのである。中和點は頗るデリケートで、酸とアルカリとの化學當量の割合によつてのみ生ずるのである。

鹽酸と苛性ソーダの中和によつて生ずる鹽は食鹽である。



液を味へば鹹味を有するので、その生成を知ることが出来るが、更にその溶液を蒸發皿で熱して水分を蒸發乾固せしめると白色の食

鹽が得られる。若しこの場合食鹽が着色されるやうならば中和の實驗にリトマス紙を用ひ、リトマス液を用ひないがよい。

P. 221

(11) 衣服

體温とその調節 身體の内部では各器官の活動に伴つて絶えず熱が発生する。即ち各養分が酸化される酸化熱である。この熱は呼吸及び排泄作用によつて一部分は失はれるが、大部分は皮膚を通してその表面から輻射・傳導によつて失はれる。空氣の温度が高くなるとこの作用が困難になるので、これに代らんために汗の分泌を見る。汗は身體の表面から蒸發熱を多量に奪つて熱を消散せしめるので、汗が出ると涼しく感ずる。汗は氣温の高い夏には盛に分泌され、氣温の低い冬には少い。

尙體内の熱の發生が盛になるか或は外界の氣温が高くなると血行が盛んになつて熱の發散を促進する。また體内の熱の發生が減少するか外界の氣温が著しく下つて體温の降る恐がある時には、血行は緩やかとなり熱の發散を妨げる。かく汗の分泌その他によつて體温の高さが統制せられ、常に $36-37^{\circ}$ に保たれるのである。これを體温の調節といふ。

汗の成分は大部分水で、その中に少量の有機物と無機鹽類とを含んでゐるが、食鹽が比較的多く、また少量の尿素を含んでゐる。故に汗の作用は一種の排泄作用で、腎臓の補ひをするものである。即ち夏時汗の多い時には尿量が少く、冬の寒い時はこれと全く相反するのでも知られる。汗腺の最も多く存在するところは掌・腋・腋窩等である。

P. 222

衣服の必要 夏は氣温が高いから體温の傳導・輻射による消失は少いけれども、冬季氣温が低く 0°C 或はそれ以下の寒冷な空氣に接すれば、體温は傳導・輻射によつて失はれることが非常に多くなる。この熱の消失を體温の調節によつてのみ防ぐことは出来ないから人爲的に熱の消失を遮ぎる方法を講じなければならぬ。即ち衣服の必要を生ずるのである。衣服の種類によつては傳導・輻射を十分に遮りその目的を達することが出来る。衣服は單にこれを織る糸がこの作用をなすのみでなく、その内部に含まれる空氣が重要な役目をなすもので、糸の内部や糸と糸との間に空氣を含む織物及び綿をそのまま入れた綿入・布團などでは、綿が空氣を多量に含んでこれ等が相倚つて熱の發散を防ぐのである。

【問】 鳥類や哺乳類はどのやうにして體温を調節するか。二三の例について答へよ。

解 鳥類や哺乳類は夏には羽毛や毛がそれぞれ脱落して薄くなるが、冬には再び増加して濃くなり保温するやうになる。尙冬の特に寒い日などには踏つて羽毛や毛をふくらましてその中に空氣を含ませ熱の發散を防ぐのを鶏や猫などによく見るのである。

P. 223

衣服の材料 衣服の材料には織物・編物・毛皮（外套・チョッキ・ショール）・皮（飛行服・飛行帽・手袋・靴）等がある。織物・編物の原料になる糸は纖維から造られ、これを區別すれば次の如くである。

- (1) 植物性纖維 木綿織物・麻織物・絹織物の原料
 (2) 動物性纖維 毛織物・絹織物・絹織物の原料
 (3) 人工纖維 レーヨン織物・絹織物の原料
 (4) 鍍物纖維 金糸・銀糸等裝飾用

織物・絹物には各只一種の糸を原料としたもののみでなく、二種以上を交ぜて用ひる場合がある。交織物の如きこれである。

P. 224

木綿織物 木綿の纖維(主成分はセルロースである)は振れた平たい真田紐のやうであるが、兩縁が稍、厚くなつてゐる。このために木綿纖維には光澤がないが、糸に紡いだものは纖維が振れのために密着しないで、間に空隙を作つて空氣を包含する性がある。故に木綿糸そのものが空氣を含み保温の條件を備へてゐる。木綿は熱の傳導度は中位であるが、織物として殊に毛羽立つた綿布では空氣を含む量が多いので温かい。

木綿を 100°C 近くに熱して或形をつけ、そのまま放冷すると長くその形を保つ性がある。これを可塑性と稱し木綿織物の仕上げの際鍍やアイロンを使ふ理由である。

麻織物 亞麻の韌皮から作る纖維を原料にしたものでリンネルを始め種々の織物がある。亞麻の纖維は細くて長い中空の柱狀纖維であるから、糸または織物にした時空氣を含むことが出来るので保温性に乏しいが、吸水性が強いと共に蒸發性も大きいのでよく汗を吸収し、また熱の傳導度が大きいので保温どころか却つて冷たく感ずるので、夏の衣服地として尊重せられる。

大麻の纖維は單に「あさ」と稱せられることもあるが、漂白がよく出来ないのと纖維が粗笨なのとで衣服に用ひられない。併し耐水性があるので帆布・綱・網・ホース等に利用せられ、また蚊帳などにも用ひられる。

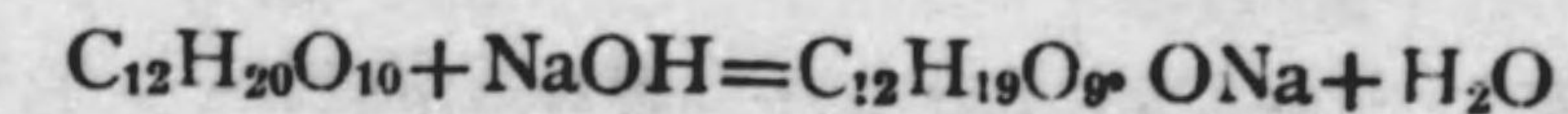
苧麻の韌皮部から取つた纖維は強靱で光澤があり、水に入れても縮むことがないので、上等の纖維として尊重せられる。薩摩上布・越後上布等の原料になるといふ。

ラミーは絹麻の原料になるが、外觀・用途共に苧麻に似てゐる。

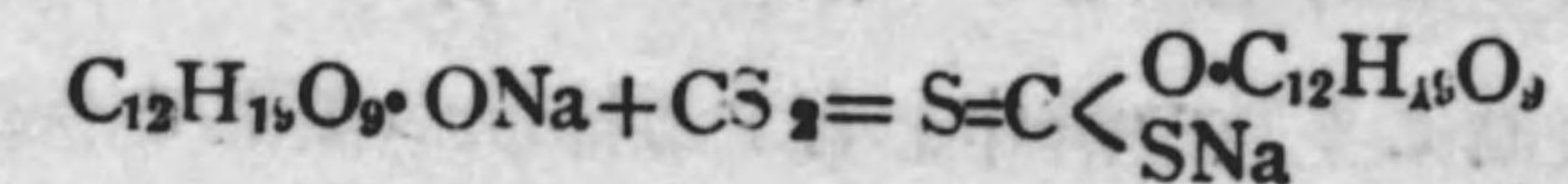
P. 225

レーヨン織物 レーヨンは綿または木材の纖維の如き植物性纖維に化學的處理をなして得た糸である。植物性纖維即ちセルロースは白色で、水・アルコール・稀酸・アルカリ等に侵されぬ耐性の物質である。只濃硫酸のために炭化し、稀硫酸と熱すれば葡萄糖に變ずる。

パルプを苛性ソーダ液に浸しておくとも水分を吸収して膨脹するから、これを摺り潰すと黄色の物質になる。その成分はアルカリ纖維素 $C_{12}H_{19}O_9 \cdot ONa$ である。



このアルカリ纖維素を適當な温度の下に一定時間空中に放置した後、二硫化炭素に溶かすとザント纖維素に變ずる。これをビスコースといふ。



ビスコースは水飴に似た茶褐色の粘稠液であつて、強アルカリ

性を呈する。これを細孔から稀硫酸の温い溶液中に射出すると凝固して纖維素の糸になる。射出口は金屬製の細管で、先端に30個位の細孔を有し、1分間約6000回廻轉させながら紡ぎ出すから直ちに振糸が得られる。ビスコースを原料にするからビスコース糸と稱せられる。

この外レーヨンには醋酸セルローズを原料とした醋酸糸、アンモニア性酸化銅の溶液に纖維を溶かしたものを原料にした銅糸、コロジオンを原料にした硝化糸等があるが、ビスコース糸が最も多く用ひられる。

人造絹糸は鋭い光澤があり、染色し易く、摩擦に耐へまた火やアルカリに比較的によく耐える特徴があるが、耐久性に乏しく、比重が比較的大きく、衣服などでは特に重みを感じ、水に漬くと弱くなり、單纖維では使用に堪へぬから、振糸または布にして用ひなければならぬ缺點がある。

人造絹糸は織物・衣類・裏地・リリアン・スカーフ・ネクタイ・帯靴下等に適し、また菓子包装用のセロファンもビスコースを成分として造られたものである。

P. 225

毛織物 毛織物の原料は羊の體毛を刈取り精練したもので、その長いものは梳毛糸としてモスリン・サージ・セル・綾羅紗等に用ひ、その短いものは紡毛糸として羅紗・フランネル等に用ひる。

羊毛は表面に多數の鱗片を有する棒状の纖維で、この鱗片は互にもつれ合つて一體にならうとする傾がある。この性質をフェル

ト性といひ、熱い石鹼液中で煮または揉み洗ひする時に強く現はれる。ソフト帽・フェルト草履等の製造に利用せられる。

羊毛は熱の傳導性が小さく、糸は空氣を多く含むから保温性がある。100°Cに熱すると軟かくなり、可塑性を生ずるので、湯伸しや蒸發仕上げを行ふことが出来る。

絹織物 蠶の體內から分泌する粘液が蠶の吐糸口から出て空氣に觸れて凝固したものが繭の糸である。繭から取つたばかりの未精練の絹は二本の纖維がセリシンといふ蛋白質の薄膜で蔽はれ密着してゐるものであるが、これを稀アルカリ温液で溶かすと精練糸が得られる。精練糸では纖維が一本になり、透明な硝子状で、強靱にして高雅な光澤と快い絹鳴りとを有つやうになる。熱の傳導度は小さいが、弾性が乏しく空氣を含まないから冷たい感じがする。絹織物は一般に薄くて軽い特徴がある。

P. 227

各種纖維の化學的性質 表にあらはせば次のやうになる。

	動物性纖維	植物性纖維
種類	絹・羊毛	木綿・麻
成分	含窒素蛋白質、羊毛は硫黄を含む	纖維素
酸に	侵され ない	侵され 易い
苛性ソーダ溶液に	溶ける	溶けない
染色	ピクリン酸で黄色に、マピンタで紅に 硝酸で黄色に染まる	染色し難い、硝酸で着色しない
焼く	異臭を放つて縮み、玉になる	原形のまゝの灰を残す

P. 228

(12) 食物

食物の必要 吾人は絶えず活動してゐる。眠つてゐる間でも内臓は休む暇もなく各その機能を發揮してゐる。この人間の活動の源泉は何れから來るのであらうか。いふまでもなく体内に燃焼が行はれ、この燃焼熱によつて體溫と活動力とが生起し來るのである。而して燃焼の結果人の体内の一部は消耗され、活動の結果一部は老廢する。この燃焼・老廢による体内の消耗を補ふ外に、若人にとつては成長といふ大任がある。これ等のために吾人は食物を要するのである。吾々の食物を攝取する目的はその中に含まれる各種の栄養素によつて (1) 體成分の新陳代謝による缺損を補ひ、(2) 體成分の正常の状態と細胞組織・臓器の機能の健全とを保ち、(3) 人體に體溫と活動力とを與へ、(4) 身體の正常な發育を完成させるものとする事が出来る。

P. 229

栄養素 炭水化物・蛋白質・脂肪を三大栄養素といひならはしてゐるが、この外水及びその他の礦物質及びビタミンが栄養に缺くべからざるものである。

炭水化物 炭素・水素・酸素の三元素から出來てゐる多くの化合物の總稱であるが、その成分中の水素と酸素とが水を造る割合になつて居り、炭素と水とが化合したやうな組成である。故にこれを炭水化物或は含水炭素といふ。穀類・野菜等に含まれて食用になるが、その主な數種を分類すれば次の如くである。

單糖類	$C_6H_{12}O_6$	葡萄糖・果糖
複糖類	$C_{12}H_{22}O_{11}$	蔗糖・麥芽糖・乳糖
非糖狀多糖類	$(C_6H_{10}O_5)_n$	澱粉・糊精・纖維素

複糖類及び多糖類は分解して單糖類になる。

澱粉 澱粉は穀類中に多く含まれてゐる。例へば米に75-80%、玉蜀黍に60%、葛根・小麥・大麥に60-65%、馬鈴薯・甘藷に15-20%含まれる。これ等の物質から澱粉を分つには、これ等の物質を細粉にして布袋に入れ、水中で靜かに捏ねると蛋白質が袋の中に残つて澱粉が袋の細孔から滲出するから、その水を靜かに放置すると澱粉を沈澱する。

澱粉は白色の粉末で水に溶けず、溫水と熱すると半透明な澱粉糊になる。ヂアスターゼの作用を受けると糊精を経て麥芽糖になる。稀硫酸と煮沸すれば糊精を経て葡萄糖になる。

【實驗】 1. 薄い澱粉糊の冷たいものに少量の沃度丁幾を加へると藍青色の液になる。この液を熱すると無色に變はるが、冷へればまた元の藍青色に復へる。この反應は頗る鋭敏なので常に澱粉の檢出に用ひられる。

【補充問題】 牛乳中に米のとぎ汁の入つてゐる疑のある時、どうすればそれを發見することが出来るか。

解 澱粉が牛乳中に含まれるものと假定し、牛乳の少量を試験管中で熱して澱粉糊を造り、冷却後に沃度丁幾を加へれば藍青色を呈し、これを熱すれば無色となり冷却すれば再び元に復色することにより、牛乳中に澱粉の存在することを知る。沃度丁幾により藍青色を生じなければ牛乳中には澱粉は含まれてゐない。

蔗糖 蔗糖は甘蔗中に20%、甜菜中に5-18%含まれてゐる。甘蔗から蔗糖を造るには、甘蔗の莖を切り、ローラーまたは水圧機で壓搾して液汁を取る。液汁は莖の90%に相當する量が取れる。これに生石灰を加へて有機酸をカルシウム鹽として沈下せしめ、また植物性蛋白質を凝固せしめる。次に炭酸ガスを通じて過剰の生石灰を沈澱せしめ、残つた糖汁を炭と煮沸して色素を吸着せしめて脱色する。次に糖汁を真空罐内で水蒸氣を用ひて減壓下で熱して水分を蒸發せしめると濃い糖汁が得られるので、これを放冷すると蔗糖の結晶を生ずる。これを遠心分離機で液汁と分つと稍褐色を帯びた一番糖が出来る。更に數度これを水に溶かしては再結晶せしめると純白の蔗糖が得られる。

甜菜から蔗糖を取るには甜菜の根を器械できざみ、温水中に浸して蔗糖を溶出し、この糖汁を甘蔗の場合と同様に處理するのである。

蔗糖は無色の結晶であるが、急に冷却して結晶させたものは結晶が微細なため亂反射をなし雪白色に見える。徐々に結晶させると大きな透明な粒ザラメになり、最も徐々に結晶させると大きな透明な氷砂糖の塊になる。蔗糖は強い甘味を有し、この結晶を熱すると160°Cで融け、210°Cで暗褐色の粘稠液キ、ラメルになる。キ、ラメルは一種の香氣を有するので飲食物の着色及び香氣を附けるに用ひられる。蔗糖を空氣を絶つて熱すれば分解して炭素を残し、空氣中で燃せば炭酸ガスと水とになる。

蔗糖は滋養・調味・防腐(砂糖漬)に用ひられる。

麦芽糖 麦芽糖は飴の中に40-70%含まれ飴の甘味の原である

が、その甘味は蔗糖に及ばない。麦芽糖は澱粉がチアスターゼの作用によつて生ずるものであつて、飴の粘性はその中に含まれる糊精のためである。

葡萄糖・果糖 葡萄糖は葡萄の中に約15%含まれ、その他の果實及び蜂蜜中に果糖と共に多量に含まれてゐる。複糖類・多糖類の分解によつて作られ、人工甘味料として菓子・飲料製造用に多量に用ひられる。

葡萄糖の溶液にフーリング氏液(硫酸銅・ロ、セル鹽・苛性ソーダの混合液で深青色を呈する)を加へて熱すると、酸化第一銅 Cu_2O の赤色沈澱を生ずるので、この反應は葡萄糖の檢出に用ひられる。

【補充實驗】 澱粉糊を薄めて試験管に取り、これに少量のチアスターゼか唾液を加へ40°Cの湯で10分間位温めた後、フーリング氏液を加へて熱すると赤變する。澱粉がチアスターゼ(唾液中にも存在する)によつて葡萄糖に變化したのである。

【補充問題】 生米を噛んでみると甘くなるのは何故か。

解 唾液中に含まれるチアスターゼが米を噛んでゐる間に米の澱粉に作用して葡萄糖を生ずるからである。

乳糖 哺乳動物の乳(人乳中に7%、牛乳中に5%)の中に含まれ、牛乳から蛋白質・脂肪を取り去つた残液を蒸發結晶せしめて造る。白色で甘味は弱いが醫藥の甘味劑として用ひられる。

澱粉及び糖類は唾液・膵液・腸液の作用によつて葡萄糖に分解されて後吸收され、血行によつて肝臓に入り、一部は全身に配給されて消費されるが、大部分はグリコーゲン(動物性澱粉)として肝臓

及び筋肉中に貯へられ、所要の場合に再び葡萄糖となつて血行中に入り配給され、酸化せられて栄養の努めを果すのである。

P. 231

蛋白質 蛋白質は牛肉及び魚肉内に約20%含まれ消化も良好である。牛乳(3.5%)・鶏卵(13%)は蛋白質を含む食品である。動物性蛋白質としてはアルブミン(卵白・血液・乳汁等の中に含まれる)・グロブリン(獣肉中)・カゼイン(乳汁中)・ヴィテリン(卵黄中)・ヘモグロビン(血液中)等である。植物性蛋白質としてはレグミン(豆類中)・グルテン(小麦中)・ツェイン(玉蜀黍中)等が普通のものである。

蛋白質は胃液・膵液・腸液によつて消化せられてアミノ酸になり、吸収せられて血行に伴ひ、身體各部に運ばれる。そこで再び人體に固有な蛋白質に合成せられて人體の構成・保持等の機能に携はるのである。

【實驗】2. 試験管中に卵の白味をとり、湯の中で温度を高めながら熱すると、卵の白味は80°C前後で凝固する。

【實驗】3. 卵の白味を水で薄め、それに濃硝酸を加へて温めると淡黄色の沈澱を生ずる。これに濃アンモニア水を加へると沈澱は赤橙色に變化する。これをキサントプロテイン反應といひ、蛋白質の検出に用ひられる一反應である。

蛋白質の溶液に濃い苛性ソーダ溶液と少量の硫酸銅溶液とを加へると美しい紫色を呈する。この反應をビュレット反應と稱し、蛋白質検出の他の一法である。

P. 232

脂肪 脂肪は動植物體中に含まれるもので、炭素・水素・酸素の三元素より成り、高級脂肪酸とグリセリンとのエステルになつてゐる。通常は常温で固状をなすものを脂肪といひ、液状をなすものを油といつてゐるが、その區別は嚴密ではない。椰子油の如きは夏は液體でも冬は固化するからである。

動物性脂肪には牛脂(ヘット)・豚脂(ラード)・羊脂(タロー)・牛酪(バター)等があり、主に食用・石鹼の原料になる。この外、鯨油・魚油の如きものもある。植物性脂肪は多く液状で亞麻仁油・荏油・桐油の如きは空氣に曝すと空中の酸素と結合して樹脂狀物質を生ずるのでこれを乾性油といひ、油紙・ペンキ・油繪具・印刷用インキ・ニス等に用ひられるが、食用にはならない。菜種油・オリーブ油(橄欖油)・胡麻油・椿油・落花生油・大豆油等は空中に放置しても固化しないのでこれを不乾性油といひ、食用・滑劑・燈用・石鹼の原料等になり、また椰子油は石鹼原料として重用せられる。

亞麻仁油は乾性油であるが、これに酸化觸媒(硼酸マンガンを加へて煮沸するとマンガ石鹼を生じ、一層乾性が強くなる。これをボイル油といひ、顔料を加へてペンキに用ひられる。

サラダ油はオリーブ油または椿油を主成分とする無臭の不乾性油で、食用になる。大豆油・落花生油などもサラダ油になる。

脂肪が食物として人體に入つて後は胃液・膵液・腸液によつて消化され、脂肪酸とグリセリンとに分解せられて腸の周壁の淋巴腔に吸収せられ、次いで全身に配分された後各所で再び人體固有の

脂肪に合成せられて各皮下に貯藏せられ、必要時に酸化せられて熱源となるのである。而も脂肪は三栄養素中最大の熱生産者であるので、脂肪肥りの人は冬も寒さを感じる事が少い。

P. 233

礦物質 食物を完全に燃焼せしめた時に残る灰分は無機鹽類から出来てゐる。この無機鹽類は乳汁・肉・卵・穀物・野菜等に比較的多く含まれ、人は必ずしも多量を要しないが、極少量宛を日々攝取する必要がある。

無機鹽類の生理作用は (1) 骨髄の成分をなすもの、(2) 筋肉または血液の成分をなすもの、(3) 流動質となつて筋肉に弾性を與へ神經に刺激性を與へるもの、(4) 消化液や内分泌液に關係するもの、(5) 體液の滲透作用或は溶解作用を調節するもの等に分けることが出来、それぞれ人體に重要な役割をなしてゐる。

無機鹽類の中カルシウムは主に磷酸カルシウムとして骨髄を構成する大切な物質であるが、カルシウムは骨の無機物質の約85%を占めてゐる。カルシウムはまた齒の成分としても大切なものであり、殊に發育盛りの幼小兒にとつては甚だ大切なものである。磷は磷酸カルシウム或は磷酸マグネシウムとして骨の成分をなし、また血液や組織或は腦・神經その他の重要な器官中にも含まれてゐる。鐵は血液中のヘモグロビンの主成分をなし、その約3%を占めてゐる。ヘモグロピンは組織の活動に必要な酸素を身體各部に供給する大切な物質である。食鹽は調味料として多量に用ひられるが、一人一日に攝取する量は10-15瓦である。

水 水は人體の $\frac{2}{3}$ を占め、體温の調節をはかるのみならず、栄養素の運搬と排泄物の排出とを掌る。尙體內に於ける各栄養素の化學變化は水溶液の状態に於て行はれるものであるから、水は體內に於ける溶劑としても重要である。人は日々汗として580瓦をまた尿として1000瓦以上の水分を體外に排出するので、これを補ふために食品中の水分の外に飲料水として多量の水分を攝取するのである。

ビタミン ビタミンは多く植物の體內で造られ、その植物體中に微量づゝ含まれてゐる。人體にはビタミンの微量が日々必要とせられ、新鮮な野菜・果實等から攝取せられる。人の體內にビタミンが不足する時には發育を害ひ、病原菌に對する抵抗力を減じ、特殊の缺乏症を起して遂には死を招くに至ることがある。殊に幼兒・病弱者にはその攝取が必要である。

なほビタミンと稱せられる物質にはビタミンA・ビタミンB……ビタミンG等があり、各その性質を異にするが、一般に熱によつて分解し易いから、ビタミンを攝るには野菜類も強熱することを避けなければならない。

ビタミンは最初英人フンク氏とわが鈴木梅太郎博士とによつて東西殆んど同時に發見せられたが、フンク氏は1911年ビタミンとしてこれを公にし、鈴木博士も同年オリザニンとしてこれを發表した。オリザニンは三共製藥會社の賣品として各藥店にある。ビタミンとオリザニンとは後に共にビタミンBであることがわかつた。ビタミンの主要なる種類及び性質は次表のやうである。

	ビタミンA	ビタミンB	ビタミンC
別名	脂肪溶性A ビオステリン	水溶性B オリザニン	水溶性C
所在	動物性脂肪中(特に 肝油・バター)・植物體 の緑色部	米糠・麦芽・酵母・卵 黄・胚子・果實・野菜	果實汁・トマ ト・新鮮な野 菜
効用	發育の促進, 生命の 保全	炭水化物の吸収と排 泄作用の促進, 神經細胞の發育	發育の促進
缺乏時	發育不能・夜盲症・眼 炎・佝僂病	衰弱・脚氣癩の病氣 神經病	壞血病

P. 234

食品 食品は各種の栄養素を含んでいて人がこれを摂取する時に人體の栄養となるものである。併し各食品は各特異の栄養素を含むもので一食品が三種の栄養素を適量に含むものは少い。例へば穀類は炭水化物のみを多く含み、肉類は蛋白質または蛋白質と脂肪のみを多く含んで炭水化物を含まず、また油類は脂肪のみであるといふが如きである。また或物はビタミンを含むが他の物はビタミンを全く缺く。食品の種類によつてかく栄養素の種類及び量が異なるのである。

教科書 237 頁の寫眞は東京市小石川区鶴籠町にある栄養研究所であるが、こゝでは専ら食品の栄養素の分析、日本人に適する保健

食料、栄養價値に富む献立その他重要な研究をなし、國民の栄養保健の上に多大の貢献をしてゐる。かゝる研究所及びその他の學者によつてなされた諸種の食品分析表を見れば食品の含む栄養素の種類及び量を直ちに知ることが出来る。

教科書 237 頁の如く保健食料即ち人が1日に攝取すべき栄養素(炭水化物・蛋白質・脂肪)の量が略定つてゐるのである。勿論勞働の多少、年齢の差、男女の別によつて異なるのであるが、日本人の成人1日の量が示されてゐる。各栄養素をこの量以上に攝るのが栄養上理想でなければならぬ。よつてこれ等の栄養素を適當に得ようとするれば數種の食品を混食しなければならない。なほ食品は刺身・洗ひ・膾の如くまた或野菜の如く生のまゝ食膳に上すこともあるが、病氣の豫防や消化を助ける等のために煮或は焼く場合が多い。何れにしても醤油・酢・砂糖等の調味品を用ひて味を着けるので、こゝに調理の必要が生ずるのである。尙食膳に上す食品は同じ器に數種のを配合し、色彩の美しさから食慾をそゝり、また香料によつて食慾を増進せしめ、嗜好品によつて味覺を刺激する等諸種の工夫がせられてゐる。

調味品の中砂糖・食鹽については既に説明した通りであるが、酢は醋酸を3-5%含み、酸味を有し清涼の感を與へるものである。味噌は煮大豆に米麴或は麥麴及び食鹽を加へて搗きまぜたもので、大豆中の蛋白質が一部發酵してアミノ酸に變じ風味を與へ且滋養に富む。醤油は大豆・麥麴・食鹽に水を加へて約一年間放置し發酵させたもので、大豆中の蛋白質は大部分分解し、一部はアミノ酸になるためによい風味が生ずるが、滋味は元の大豆に遙かに劣る。

嗜好品は香味の少く食品に添へて用ひる場合が多く、即ち薬味は一般に刺激性・揮発性の物質が多く用ひられる。普通用ひられるものには芥子・胡椒・山椒・唐辛・生姜・山葵・蓼・柚子の皮等がある。これ等の薬味はそれ自身は栄養素を含むことが少く、また用ひる分量も極めて僅かであるから、栄養としては考へるに足りない。然し消化液の分泌を盛にする効があるが、それも餘り多く用ひると害になり、却つて味覺を鈍らせることになる。

P. 236

食物の栄養價 我々が攝取する栄養素は消化器内で消化酵素の作用によつて一定の變化を受け、こゝに初めて吸収されるのである。これを消化といふ。而してこの攝取した栄養素が全部吸収されるかどうかは疑問で、それが血管内に吸収せられる量は人體の栄養上に大なる關係を有つてゐる。通常澱粉食では澱粉總量の99%が吸収せられ、蛋白質食では蛋白質總量の95%が吸収せられ、脂肪も略同様である。故に澱粉は吸収率が多いが脂肪が特に消化が悪いとはいへない。

栄養素が攝取せられた後の栄養上の價値は、人體内で栄養素が化學變化を受ける時に生ずる熱エネルギーの大きい程大きいわけである。故に各栄養價はその一定量を燃す時に發生する熱量によつて定めることが出来る。普通各栄養素の1瓦を燃す時に生ずる熱を熱量計で測定し、これに消化率を乗じたものが生理的有効熱量とされてゐる。その値は炭水化物4.1, 蛋白質4.1, 脂肪9.3 瓦カロリーである。

P. 239

(13) 音

音の源

【實驗】1. 音叉を鳴らして圖のやうに水に觸れさせると、水がはねとばされる。また金屬の小球を音叉に觸れさせると、小球が彈かれる。若しこの小球を音叉の叉の間に入れると、左右から彈かれて振動が永続して興味が多い。音叉のために水滴が飛び金屬の小球が彈かれるのは音叉の振動のためであることを生徒に一應考へさせるがよい。

【實驗】2. 音叉を鳴らして手で觸れると、音叉の振動を感じる。音叉をおさへると振動が止まり音が聞えなくなる。

【補充實驗】25 厘平方、厚さ2 耗位の眞鍮板の中央を萬力で机に固定し、端の方を軽く叩くか、ヴァイオリンの弓で擦ると、板が音を出す。板の上に細砂を撒くと躍り上つて板の振動を示す。板をおさへると音は止み砂も靜止する。

音の源は物體の振動であつて、振動が止めば音も止む。振動して音を生ずるものには絃・膜・板・棒・舌・空氣柱等がある。

【問】小鳥「かへる」「せみ」「すずむし」「くつわむし」などはどこをどうさせて鳴くか。

解 小鳥では氣管が氣管支に分れる所にある薄膜を振動させて鳴く。

「かへる」は咽頭部にある鳴嚢を膨ませたり縮めたりして鳴く。「せみ」は腹部にある發音筋を振動させて鳴き、「すずむし」「くつわむし」は前翅にある發音器をすり合せて鳴く。皆振動による發音である。

この間に聯關して種々の發音體の發音部を調べさせるがよい。

P. 240

空気と音

【実験】 排気筒内の空気を完全に排除することが困難であるのと、臺その他によつて内外相連つてゐるので、音は完全に消えないが、非常に弱くなる。空気を入れるとよく聞えるやうになる。空気の存否と音の強弱との関係を考へさせて類推させるがよい。

音は空気によつて傳へられる。即ち音源の振動が周囲の空気に傳はり、疎密波になつて四方に廣がり、遂に人の耳に入り鼓膜を振動させて音になるのである。

音が空気中を傳はる速さ即ち音波の速度は、温度 15°C で毎秒 340 米である。空気の温度が 1°C 昇れば速度は 0.6 秒米宛増す。水・鐵・木の如きものも音を傳へ、水中では音の速度は 1500 秒米、鐵の中では 5000 秒米である。

【補充問題】 電を見た後 5.5 秒で雷を聞いた。電までの距離はいくらか。但しこの時の温度は 20°C とする。

$$\text{解 } x = \{340 + 0.6 \times (20 - 15)\} \times 5.5 = 1886.5 (\text{米})$$

P. 241

耳の構造

【補充問題】 口を閉ぢ鼻を指で強くおさへて、呼氣を強く吐き出す時耳に異状を感じるのは何故か。また風邪で鼻汁の出る時鼻をかむと耳に異状を感じ、何時までもよく聴えなくなるものがあるのは何故か。

解 口を閉ぢ鼻をつまんで強く呼氣を吐き出す時は、呼氣はその出口がないから歐氏管を通つて中耳に入り、鼓膜を外に押すから耳に異状を感じるのである。なほ鼻汁の出る時に同様にすると鼻汁の一部が歐氏管に入り込んで出て來ないことがあるからで、かゝる時には耳は何時までも異状を感じるのである。

P. 242

音の高低

【実験】 圖のやうに實驗すると齒車の回轉の速い程調子の高い音を發する。齒車の回轉が速いと齒車によつて名刺の彈かれる度数が増す。即ち名刺の振動する度数が増すと調子が高くなる。齒車の回轉が緩くなれば名刺の振動数が減じ調子が低くなる。

發音體はその 1 秒間に振動する度数の多少によつて調子の高低を生ずるのである。通常耳に聞くことの出来る範圍の振動数は 16-20000 で、音楽には 30-4000 を用ひ、人の音聲は 90-1000 で、日常の談話には男は 90-140、女は 270-550 である。

音楽では二つの音を同時に聞いて快く感ずる時これを協和音といひ、協和音を調子の順に列べたものを音階といふ。ハ調長音階では 1885 年萬國會議で A 音の振動数を 435 (國際高度) と規定したので、各音の振動数は次の如くなる。

do	re	mi	fa	sol	la	si	do
261	294	326	348	391.5	435	489	522

物理學では便宜上 C 音を $256 (= 2^8)$ としてゐる。

ピアノまたはオルガンではこの 7 音の間に更に 5 音を加へて黒

鍵とし、白鍵・黒鍵を併せ数へて13番目の鍵が2倍の振動数をもつやうにしてある。而してこの種の楽器では任意の鍵を基音（例へば＝調・ト調等）とする必要上、一つの鍵の發する音と直ぐ左隣の鍵の發する音との振動数の比を $1.0595(12\sqrt[12]{2}=1.0595)$ とする平均率音階を用ひてゐる。さうして中央のC音の右方のA音の振動数を435としてあるのである。

P. 243

音の強弱

【問】メガフォンを用ひると、音聲が遠くまで達するのは何故か。

解 メガフォンは音波を四方に散らせず、略

同方向に送るから振幅を減ぜず、比較的強い音を送ることが出来る。

ラヂオのラウドスピーカーや蓄音機の喇叭等も同様の作用がある。

【補充問題】1. 室外より室内の方が話のよく聞えるは何故か。

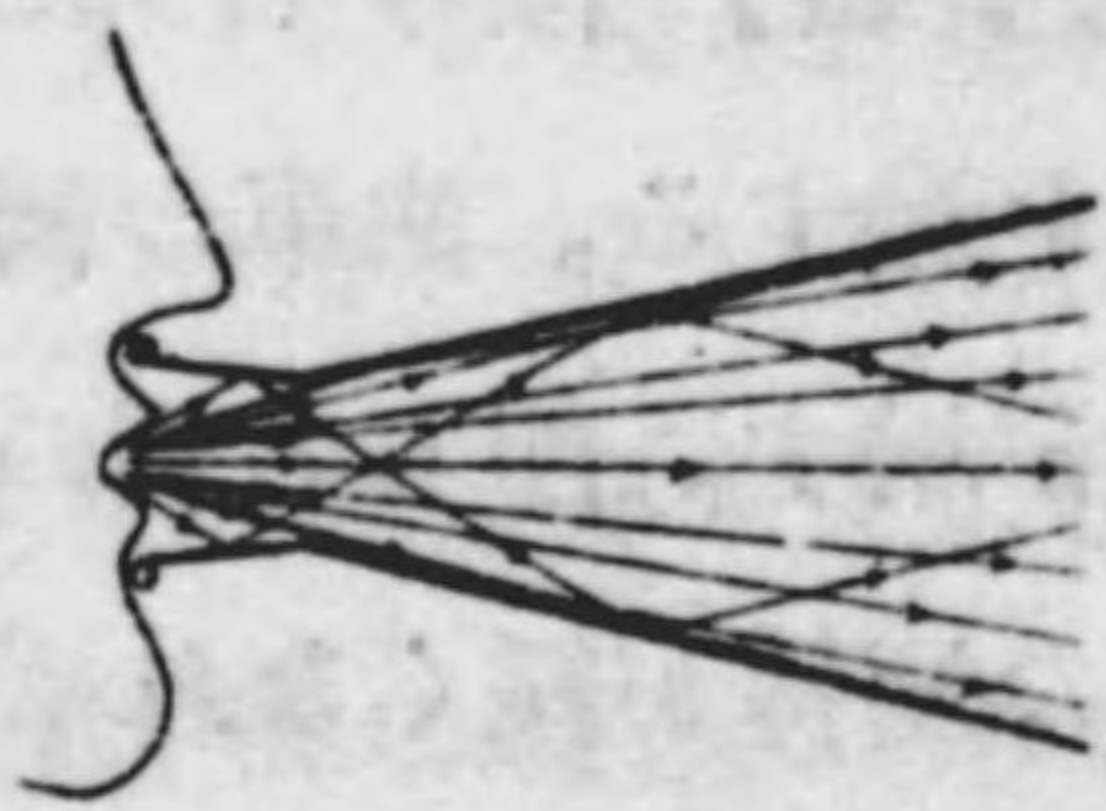
解 室内では近い四圍の壁から音がはね返つて来て初めの話と同時に耳に入るから小聲でも強く聞えるが、室外では返る音がないから小聲だとよく聞えない。

【補充問題】2. 鐘の音が初は強く終は弱く聞えるのは何故か。

解 鐘を撞いた時にはよく振動して強い音を出す、時間が経つと振幅がだんだん小さくなり音が弱くなる。

絃楽器

【實驗】1. 一絃琴の張り方を變へないで、絃の長さを種々に變へて弾いて見ると、絃の短かいほど調子が高い。



【實驗】2. 絃の長さを一定にしておいて、絃を張る力を變へて見るとその張り方の強い程音の調子が高い。

絃の發する音の調子は絃の長さ・太さ・張る力の強さによつて種々に變はる。精密な調査によると

絃の振動数は絃の長さに反比例し、張力の平方根に正比例し、質量の平方根に反比例する。即ち

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

n は振動數、 l は長さ、 T は張力、 m は質量である。

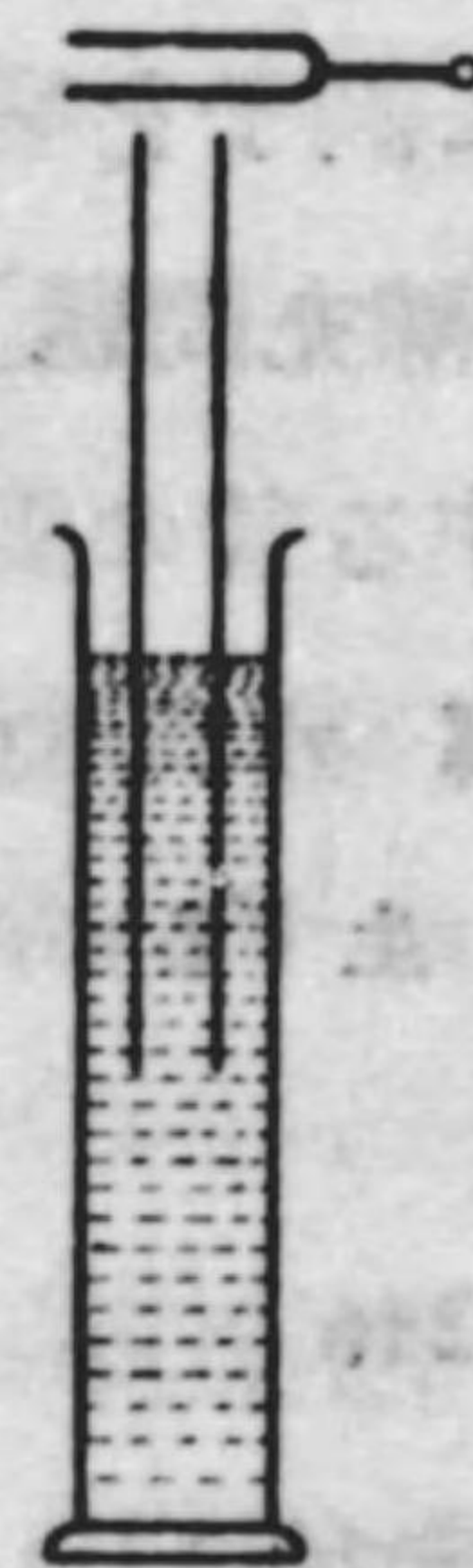
琴・三味線・ヴァイオリン・マンドリン等では質量の大體定まつた數本の絃を並べ糸巻で張力を變へ、指で絃を押へる位置を變へて調子を變へる。ピアノは調子の定まつた數十條の鋼線が張つてゐるのみで、各線の調子を自由に變へることは出来ない。

P. 245

風琴管

【實驗】先づ一つの音叉を鳴らしてこれに共鳴する空氣柱の長さを求め、次に調子の異つた別の音叉について同様に實驗する。兩回の空氣柱の長さを比較すると、音叉の調子の高い時の方が空氣柱が短い。即ちこの實驗によつて空氣柱の長さが適當した時にその空氣柱が音叉につれて鳴り出し、短い空氣柱は高い音に共鳴することがわかる。

この實驗は右圖のやうな装置でもよい。中の細い硝子管を音叉と共に上下して共鳴點を見出すのである。



音叉に共鳴する空氣柱の長さは音叉から生ずる音波の $\frac{1}{4}$ の長さである。また空氣柱の長さが音波の波長の $\frac{3}{4}$ の時も共鳴するから、上の實驗で管が長ければ初めの空氣柱の長さの3倍の所で共鳴點が現はれる。故にこの共鳴する空氣柱の長さを測つて波長を求め、これによつて音叉の振動數を知ることが出来る。

風琴管では細隙から吹出される氣流が楔形の唇に衝突し、そのために生ずる振動に管内の空氣柱が共鳴して強い音を出すのである。この場合も空氣柱が短かければ調子が高く、長ければ調子が



低い。風琴管には二種あつて、底の閉じた閉管と、底も開いてゐる開管とがある。閉管では圖のやうに底部の空氣は動かす(節といふ)上部のみが振動する(腹といふ)。開管では管の中央に節が出来、兩端に腹が出来る。故に閉管と管の長さが等しい開管では倍音が出来。尺八・横笛などは開管で、指で孔を開閉するのは共鳴する空氣柱の長さを變

へて調子を變へるのである。

【補充問題】 硝子圓筒に水を注ぐ時に、水が多くなるに従つて、生ずる音の調子が高くなるのは何故か。

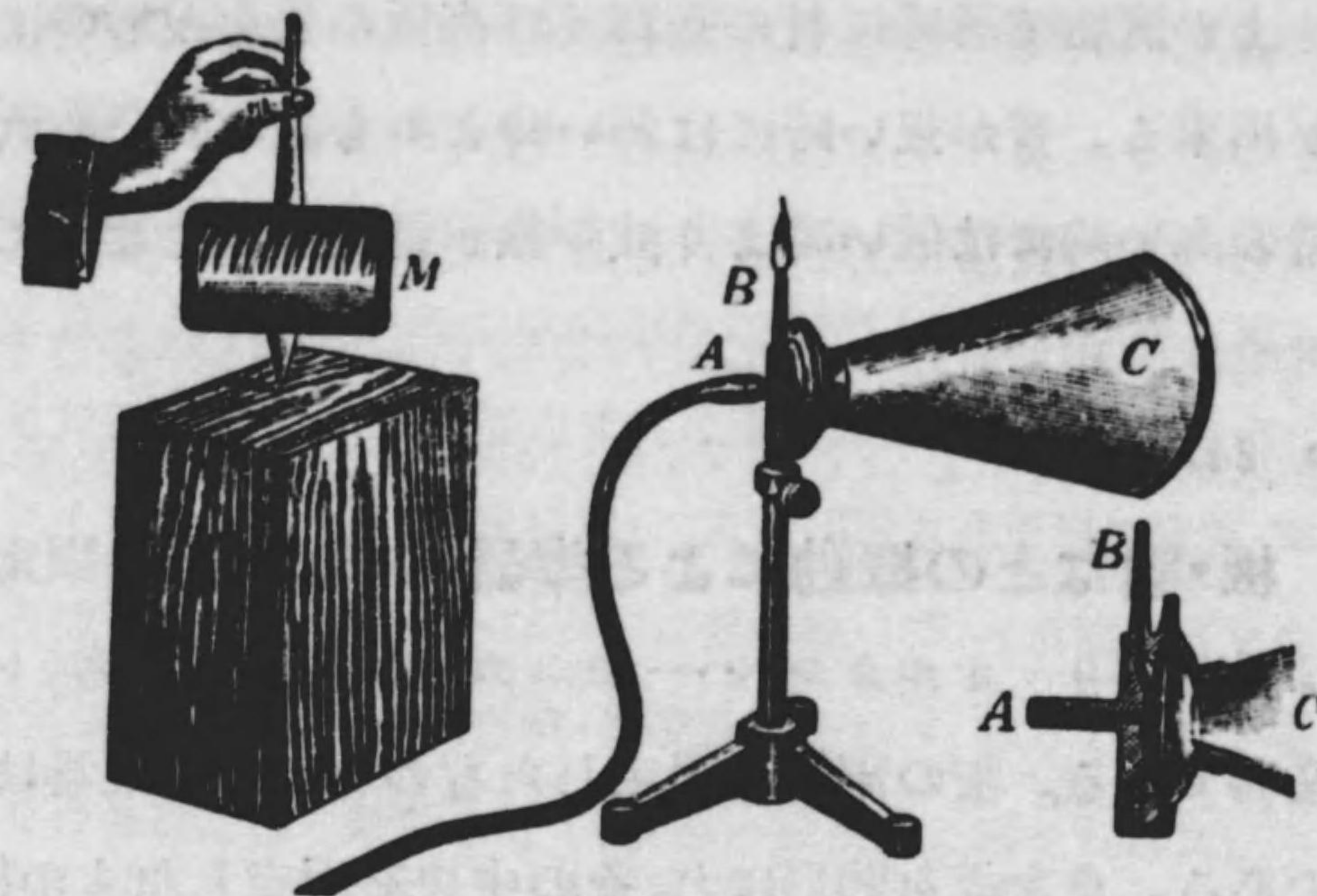
解 水滴が水面に當る時に生ずる音に圓筒内の空氣柱が共鳴して音を生ずるが、水が増すに従つて空氣柱が短くなるから調子が高くなる。

P. 246

音色

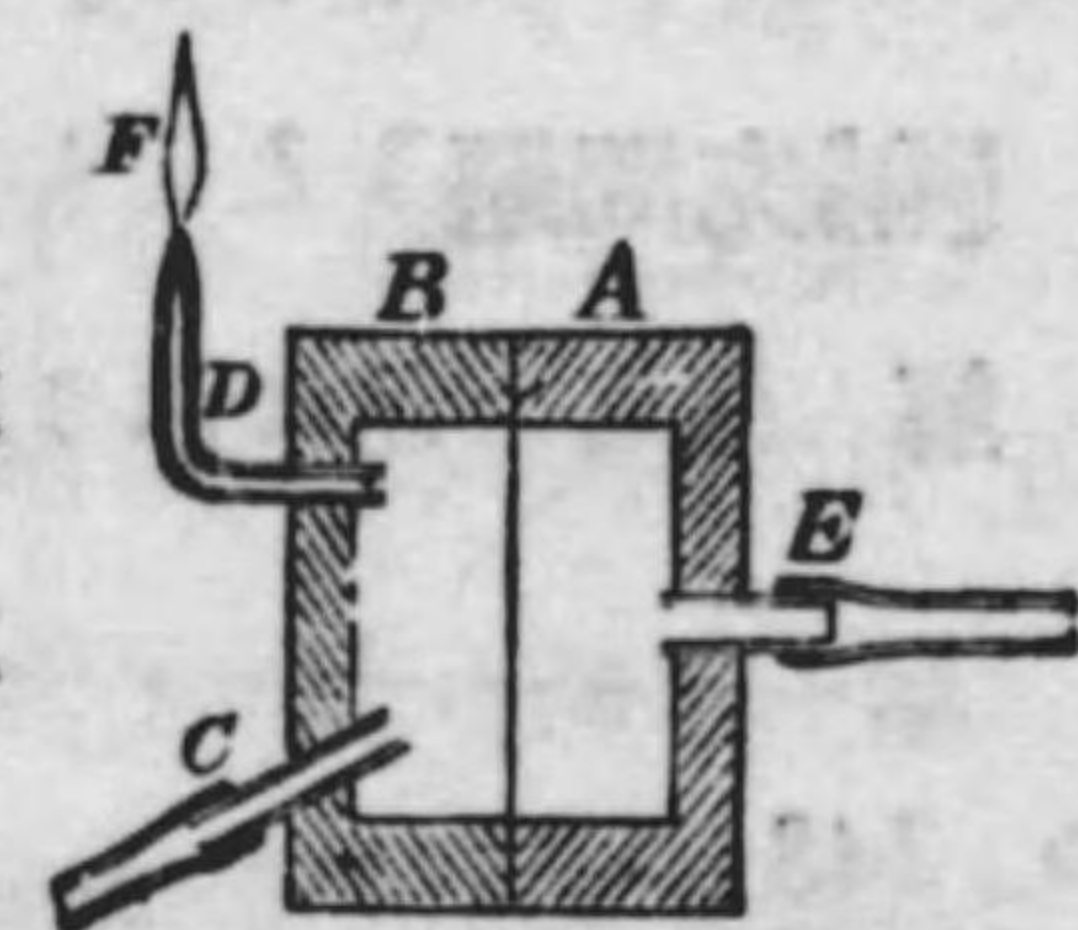
【補充實驗】 圖のやうな装置を用ひる。Cは受音器で薄膜が張

つてある。薄膜の後方に小さい室があつてガスパ管Aと火口Bとに連なる。石炭ガスまたはアセチレン



を通じて點火し、受音器に向つて發聲すると音波は薄膜を振動させ、その後方の室内を通るガスの壓力に變化を與へ、焰はその壓力の變化によつて高くなり或は低くなる。よつてその前方の鏡を垂直軸の周りに廻轉させると種々の波形を示す焰が鏡面に映る。アイ・ウ・エ・オ等の音によつて異つた波形が見られ、また異つた人によつて、同じ音でも異つた波形となつて現はれる。

前の圖のやうな装置がなければ、大きなコルクを縦に兩斷し、その中央を挾つて小室を作り、三本の硝子管を挿し、切斷面にゴムの薄膜(薄い方が感度が高い)を張り、コルクを元のやうに合せて糸で縛り、全體にパラフィンを塗つてガスの漏れないやうにしたものを作つて用ひるがよい。



音色の差は音波の形の差によつて生ずるもので、波形の差は音源の振動の状態の差即ち主振動に伴ふ副振動の差によつて生ずるものである。

上の實驗で同時に音の強弱及び高低の差を波形の上に見ることが出来る。音が強い時には弱い時よりも波の凹凸が大きくなり、音の高い時には低い時より波の数が鏡面に多くなつて見える。

P. 247

板・膜などの振動による楽器 板の一端を固定したものは舌があり、オルガン・ハーモニカ・風琴・クラリネットは舌をもつ楽器である。板の両端を固定したものを有する楽器はシロフォンである。また板を凹形にし、その中央を固定したものに鐘がある。薄膜は太鼓のやうに四方を固定する場合と聲帯のやうに三方を固定するもの、玩具のゴム笛のやうに二方を固定する場合がある。聲帯以外は皆固有の調子を有して變へることは出来ない。

【補充問題】1. 鼓は調子を變へることが出来る。どうすればよいか。

解 鼓には周圍に紐がある。その紐を握り締めると膜が強く張られて調子が高くなる。

【補充問題】2. 太鼓に調子の高低を生じ得るか。

解 強弱の差は作り得るが調子は變へられない。

P. 248

蓄音機

【問】蓄音機を速く廻すのと遅く廻すのとで、音の調子はどう變はるか。

解 蓄音機の圓盤を速く廻すと、針の振動が速くなり、振動板の振動數

が増加し、従つて振動數の多い音波を生ずるから高い調子になる。遅く廻せば反對に低い調子になる。

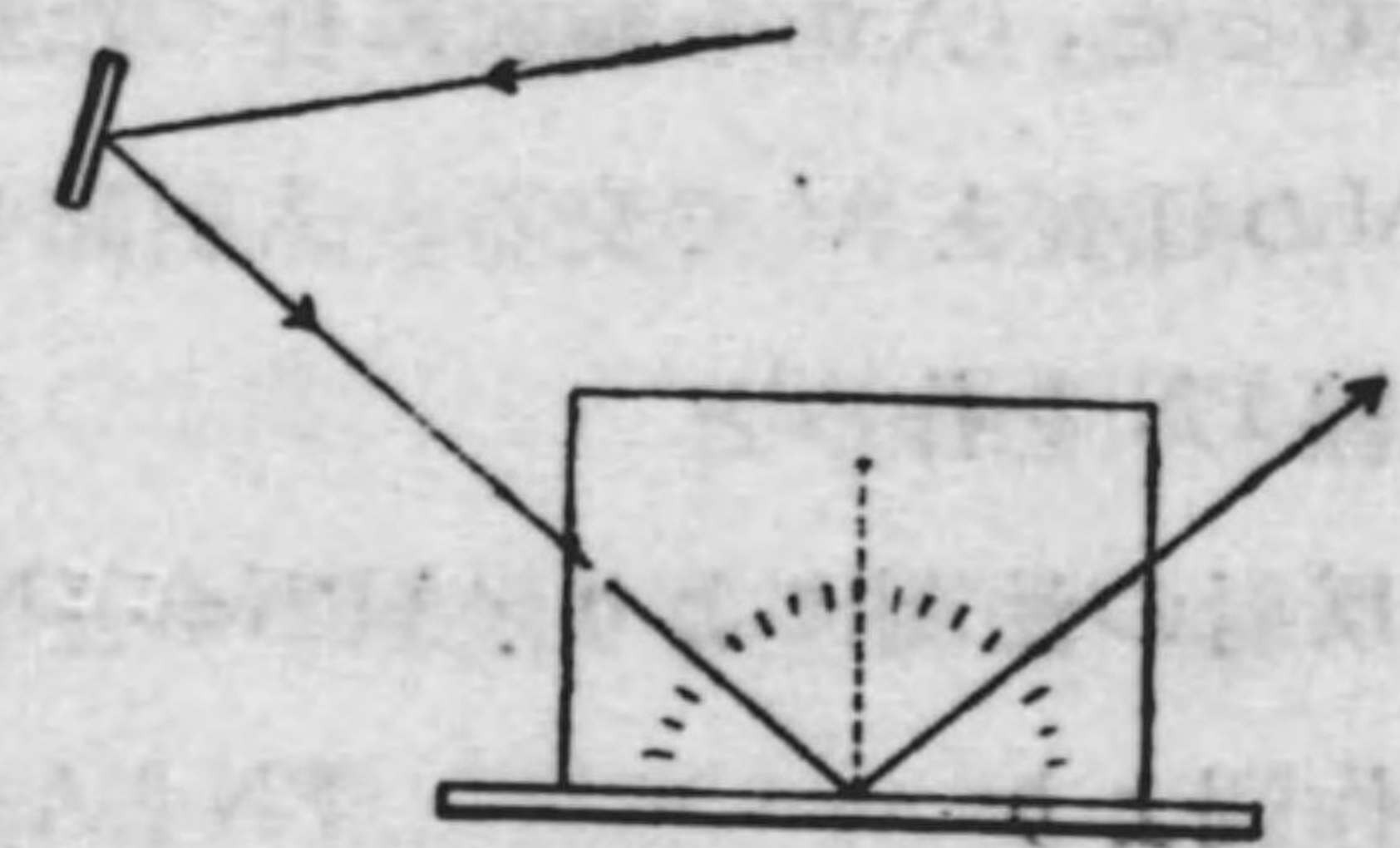
エヂソン Edison(1847—1931)は米國オハイオ州ミランに生れ、家が貧しく少年の頃鐵道賣子となつた。その頃列車内に新聞を發行し好評を博した。後電信術を習ひ、電信局・鐵道等の電信技手を勤めつゝ諸種の發明に志した。實用タイプライター・自動電信機・二重及び四重電信機の發明・電話の實用化に成功し、1877年蓄音機・1879年白熱電燈・1891年活動寫眞を發明し、續いて蓄電池・電動機・圓板蓄音機・發聲映畫を作り、雜草よりゴムを製取する方法その他數百種ノ發明をなし、世界の發明王と稱せられた。

P. 250

(14) 鏡及びレンズ

光の反射

【補充實驗】反射實驗装置のない場合には次のやうにするがよい。ヘリオスタートで日光を室内に導き、これを長さ3厘、幅5厘位の鏡で受けて机上の平面鏡へ向けて反射させる。半紙を貼つた板上の平面鏡の上に立て、これに沿うて光を進ませると光の進路がよくわかる。半紙には初め入射點を豫定して、その平面鏡の垂線と入射點を中心とする大きな圓とを畫き、圓には大體の目盛をしておくと、入射角と反射角とを直に比較することが出来て都合である。



反射面が鏡面のやうに滑かな時には、光は上述の方向に正反射するが、面に凹凸が多い時には、一定の方向に反射せず四方に反射

する。この反射の仕方を亂反射といひ、その光を散光といふ。散光では光が非常に弱い。

【補充問題】 晝間日光の直射を受けない所でも明るく、また日出前・日没後少時間明るいのは何故か。

解 北向の室は日光の直射を受けないが、日中は相當に明るい。これは附近の地表・樹木・建物等から日光が數回亂反射して室内に入るからである。若し窓の前に日光に照らされる白壁等があれば 層明るい。日出前・日没後少時間明るいのは、薄明と稱して空中の雲・塵埃等によつて日光が亂反射され地上を照らすからである。

P. 251

平面鏡の像 平面鏡によつて生ずる像の位置は鏡面に関して實物と對稱の位置にある。参考のため説明すれば、實物Aから出て鏡面PMで反射する任意の光線APBの反射後の方向を逆に延長すると、Aから鏡面に作つた垂線AMの延長とA'で交る。入射點Pに垂線PNを作ると

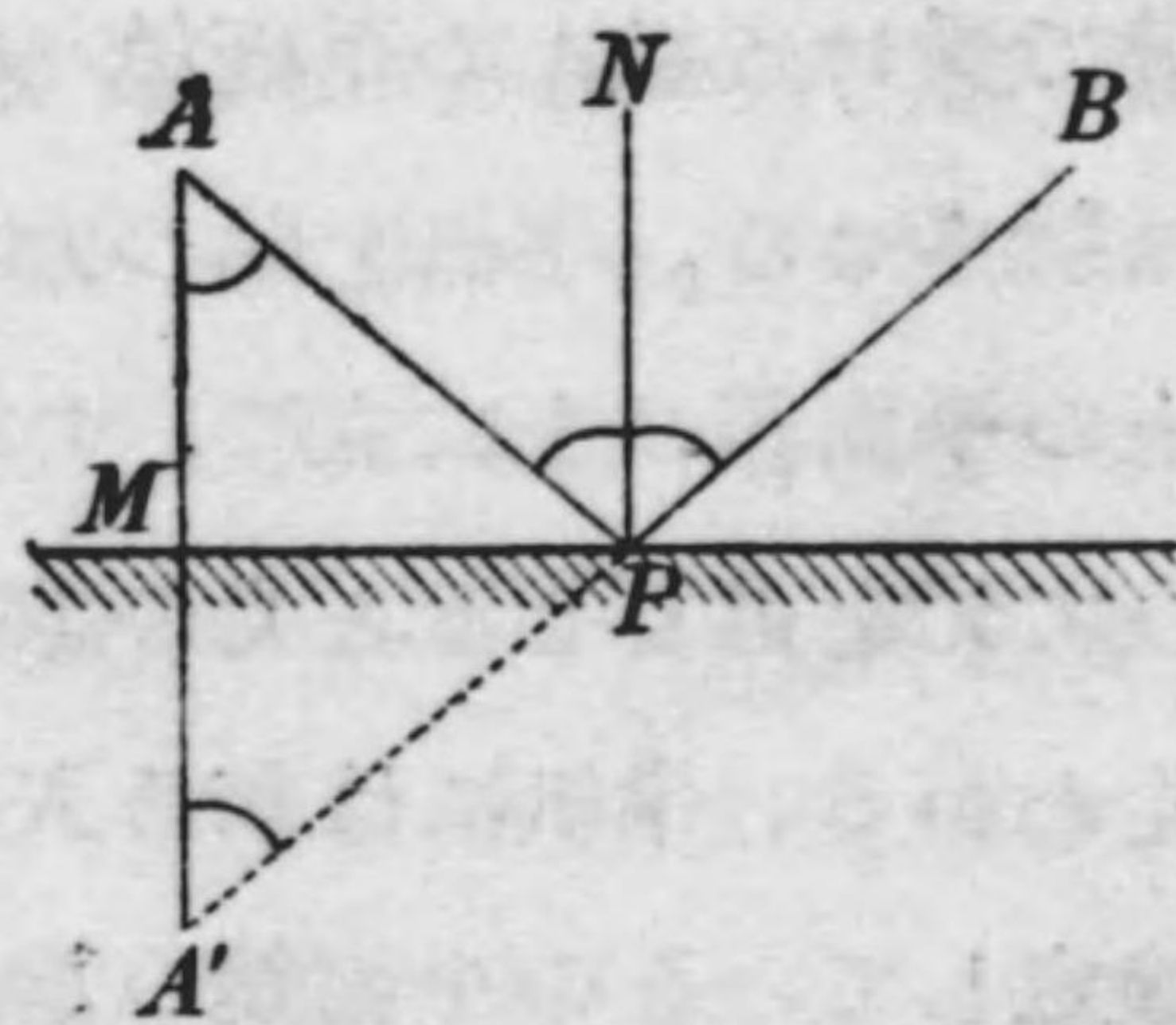
反射の法測により $\angle APN = \angle NPB$
作圖より $PN \parallel AA'$
故に $\angle APN = \angle A$ $\angle NPB = \angle A'$

$$\therefore \angle A = \angle A'$$

故に $\triangle PAA'$ は等脚三角形で $PM \perp AA'$ であるから

$$AM = A'M$$

即ち A' は鏡面 PM に関してAの對稱點である。



Aから出た他の總ての光線も同様に、反射光線を延長すれば皆A'に集るから、Bの方向から鏡面をのぞくと、皆A'から出たやうに見え、A'がAの像になるのである。教科書の方の圖に於てはAの像はA'に、Bの像はB'に、そしてABの像はA'B'になつて、像の大小は實物に等しいことがわかる。

像の見える位置に関しては生徒に次のことをよく理解させるがよい。光が眼に入るまでにどんな路を進んで來ても、その通路は像の位置に關係しない。只最後に眼に入る時の方向が像の位置を決定するのである。例へば電燈の光が幾つかの鏡で反射し、最後に前方の鏡で反射して眼に入るなら、その人の前方に電燈の像が生ずるのである。

P. 252

レンズ 凸レンズ・凹レンズの種類は強いて教へることもないが、参考のため述べれば、本書の圖1は兩凸レンズ、2は平凸レンズ、3は凹凸レンズ、4は兩凹レンズ、5は平凹レンズ、6は凸凹レンズである。

【實驗】 凸レンズに日光を當て、その下に白い紙をおき、レンズに近づけ或は遠ざけると、光の特に強い點が見出される。この點を焦點といひ、こゝに黒い紙をおくと燃え出す。この紙とレンズとの距離を測れば、レンズの焦點距離になる。

凸レンズの代りに凹レンズで實驗すると、光は一點に集らず、却つて反對側の或一點から出たやうに廣がる。

故に凸レンズを収斂レンズ、凹レンズを發散レンズともいふ。

凸レンズの焦点は光が集つて出来るから正焦点といひ、凹レンズの焦点には光は集らず、只その点から光が出たやうに見えるだけである。故にこの点を虚焦点といふ。

P. 254

レンズの作る像

【実験】1. (1)凸レンズから稍、離れた所に燭火をおき、レンズの他の側の衝立を前後に動かして最も明瞭な像を求めると、倒になつた小さい像がレンズに近く生ずる。(2) 燭火をレンズに近づけると像がだんだん大きくなり遂には燭火よりズツト大きい像が遠く出来るやうになり、(3) 燭火が焦点上に来ると像が出来なくなり、(4) 燭火を焦点内におくと衝立は只明るくなるだけで像は全く出来ない。この時衝立の側からレンズをのぞくと、大きい直立した像が遠く見える。

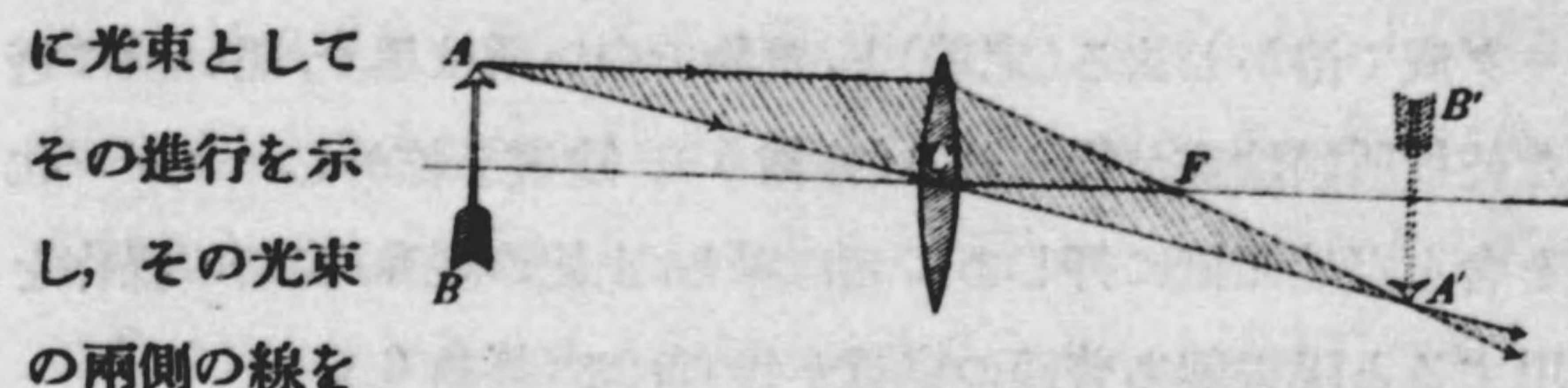
故に凸レンズから甚だ遠い所に物体をおくと、レンズの反対側に物体よりも小さい倒像が焦点近くに生じ、物体がレンズに近づくに従ひ像は漸次大きさを増してレンズから遠ざかり、物体が焦点距離の2倍の位置にある時には物体と等大の像が等距離に生じ、物体が尙焦点に近づけば像は益々大きく遠くなり、物体が焦点上に来れば像は生じない。こゝを境に實像は消失する。物体が焦点よりもレンズに近くなれば、物体と同じ側に物体より大きい正立した像が現はれる。

(1) (2) のやうに光線が集つて作る像即ち衝立に映る像を實像といひ、(4) のやうにレンズを通して見える像即ち光線が集つて

出来たものでない像を虚像といふ。

【実験】2. 凹レンズを用ひて凸レンズと同様に実験しても實像は一回も現はれない。常に燭火と同じ側に燭火より近く、小さい正立した虚像を見るのみである。

レンズの像の作圖は教師にとつては頗る簡易なものであるが、生徒に取つては中々難解のものゝやうである。やはり下圖のやうに光束として



その進行を示し、その光束の両側の線を抜き出して作圖するものであることを、初めによく理解させるがよい。

【問】 焦点距離 30 ㎝の凸レンズの前方 50 ㎝の所に直立する長さ 5 ㎝の物体より生ずる像の位置・大きさを作圖から求めよ。

解 作圖によつて求めた像の位置はレンズより 75 ㎝、實像で像の大きさは 7.5 ㎝。

或は像の大きさは式を用ひて

$$1 : f = a : b \quad f = \frac{1 \times b}{a} = \frac{5 \times 75}{50} = 7.5 (\text{㎝})$$

P. 256

寫眞機 寫眞機は使用者が多いから時間に餘裕があつたら一通り説明しておくがよい。寫眞の乾板は硝子面に淡黄色の臭化銀 AgBr を含んだゼラチン膜を作つたもので、これを寫眞機の後方に立て、その上に物体の像を生ぜしめると、感光した部分の臭化銀

は變化して亞臭化銀 Ag_2Br と臭素 Br_2 とになり、臭素は直にゼラチンに吸収される。併し亞臭化銀の色も淡黄色であるから、乾板上にはまだ像が認められない(挿繪3)。これを現像液(焦性没食子酸の如き還元劑)に入れると、亞臭化銀が還元せられて銀の黑色微粒が生じ、像が現はれる(現像・挿繪4)。亞臭化銀から分離した臭化銀とまだ感光しない臭化銀は不要であるから、これを次亞硫酸ソーダ液で溶かし去る(定着)と、實物で白い所は黒く、黒い所は透明な乾板所謂陰畫が得られる(挿繪5)。陰畫を乾かしハロゲン化銀を含んだ感光紙に押しあて光に曝し、上記の現像・定着の操作を適用すると陽畫即ち普通の寫眞が得られる(挿繪6)。

眼 寫眞機は眼の構造原理に擬して工夫されたものであるが、説明は逆に寫眞機の研究から比較對照して眼の構造原理を教へるがよい。

正視の距離に物體をおいてこれを明瞭に見ることの出来ない眼に遠視・老視・近視・亂視などがある。これを物理的に補正して物體を明瞭に認めさせるのが眼鏡である。

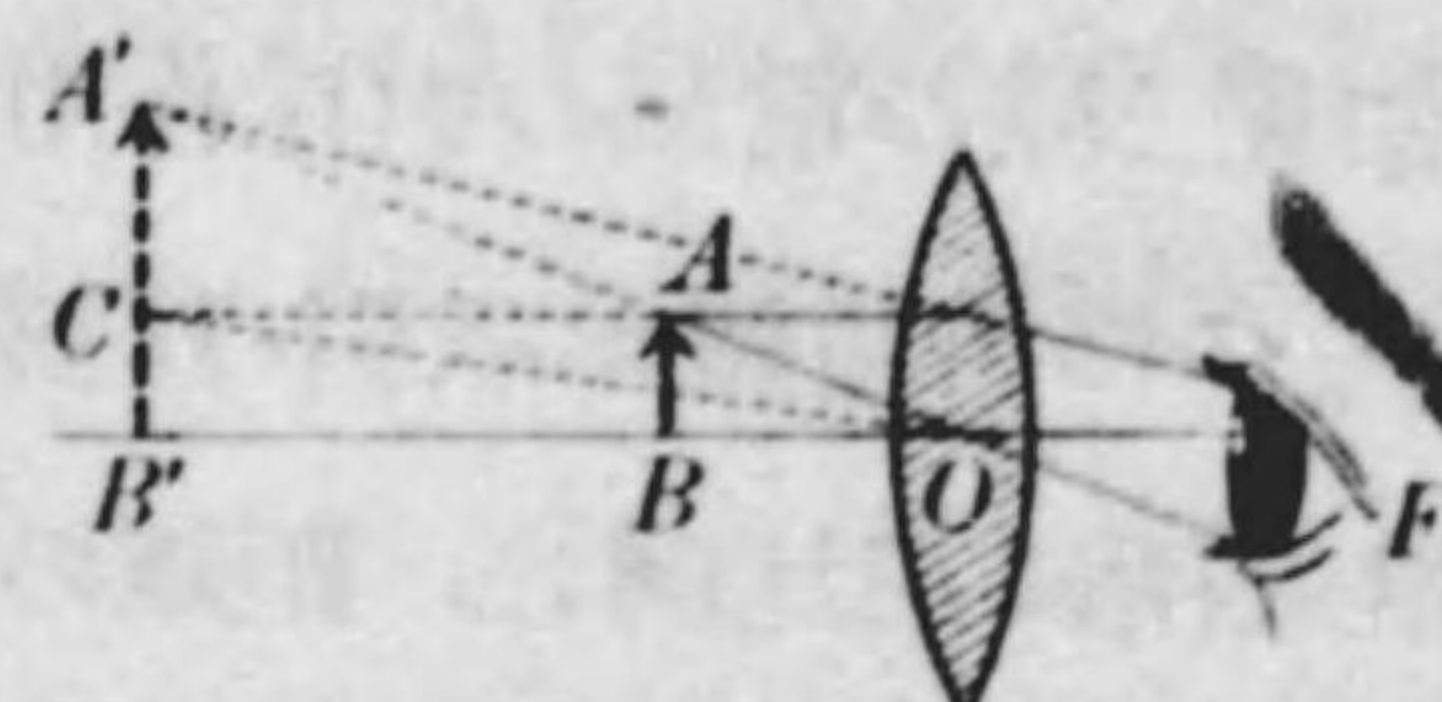
遠視眼及び老眼では共に像が網膜の後方に出来るために明瞭に見えない。故に光が眼に入る前に一度凸レンズによつて收斂させると、次に水晶體に入つて再び收斂せられて丁度網膜上に明瞭な像を生ぜしめることが出来る。故に遠視眼及び老眼に用ひる眼鏡は凸レンズである。近視眼では像が網膜の前方に出来るので、凹レンズで光を一度外方に發散させ、次に水晶體で收斂させて網膜上に像の出来るやうにする。故に近視眼に用ひる眼鏡は凹レンズである。

眼鏡の度で m 度といふのはその焦點距離が m 吋であるといふことで、ディオプリーは焦點距離を米で測つた數の逆數である。

P. 257

蟲眼鏡 蟲眼鏡では物體を焦點内において覗くのであるから虚像である。像と實物との長さの比即ち倍率は次の通りである。

物體を放大してその虚像を明視の距離に見る時の視角 $A'O'B'$ と物體を明視の距離で直接見る時の視角 COB' との比が倍率である



蟲眼鏡の放大

茲に物體 CB' ($=AB$) も像 $A'B'$ も甚しく大きいものでない限り、共に O を中心とする圓弧の一部と見ることが出来る。而して圓弧の長さはこれに對する中心角に正比例し、且 $\triangle A'B'O$ と $\triangle ABO$ とは相似三角形であるから

$$\frac{\angle A'O'B'}{\angle COB'} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{B'O}{BO} = \text{倍率}$$

而して BO は焦點距離に近い値であるから

$$\frac{\text{明視距離}}{\text{焦點距離}} = \text{倍率}$$

よつて蟲眼鏡は焦點距離の小さい方が倍率が大きいのである。

P. 258

(15) 電 氣

電氣 エポナイト棒は發電し易いが、硝子棒は發電し難い。硬硝子が發電し易い。濕氣は電氣を導き易く發電を妨げるから、發電用具はよく乾燥させるがよい。

發電の實驗の場合に一般にエポナイトまたは硝子棒 方のみ發電の有無を驗して、その摩擦の相手方なる毛皮及び絹布は顧みないものが多い。生徒は摩擦電氣は一方にのみ生ずるかの如き誤解を生ずるから、紙片を吸引させるかまたは驗電器で相手方にも電氣が起つてゐること、而もそれが異種の電氣であることを知らしめるがよい。金屬でも摩擦によつて電氣を起す。

陰陽二種の電氣の引斥作用について佛人クーロンの研究によれば、二つの帶電體が吸引・反撥する力の大きさはその二つの電氣量の相乗積に正比例し、距離の二乗に反比例するといふのである。これをクーロンの法則といふ。

P. 259

驗電器 驗電器も使用する時よく乾燥させることが必要である。金箔は鋭敏であるけれども薄いので切れ易いから、アルミニウム箔でもよい。

P. 260

電氣の中和 陰陽二種の電氣の等量が混じてその各の作用を失ふことを中和といひ、導體を通じて中和することを傳導放電といふ。放電にはこの外、空氣を破つて放電する火花放電と尖端から絶へず散逸して互に中和する尖端放電とがある。

各物體中には陰陽兩電氣が等量中和して存在する。これを引き離す方法の一つは二物質を摩擦することで、他の方法は靜電感應である。

P. 261

靜電感應

【實驗】1. (1) 驗電器A,Bに、絶縁柄の付いた金屬棒で橋渡しして、帶電したエポナイト棒をAに近づけると、A,Bの箔は共に開く。(2)エポナイト棒を遠ざけると、箔は共に閉ぢる。(3)エポナイト棒を近づけたまゝ橋渡しの金屬棒を取去り、次にエポナイト棒を遠ざけると、箔は兩方共開いてゐる。(4)A,Bを金屬棒で橋渡しして連ねると、箔は兩方共に閉ぢる。

箔及びこれを連ねる橋渡しの金屬棒中には陰陽兩電氣が等量に存在し、これがエポナイト棒の陰陽兩電氣の引斥作用によつて、Aに陽電氣、Bに陰電氣が別々に集められる。(3)の時橋渡しを取れば陰電氣と陽電氣とは兩方に分れたまゝ橋が無くなるから、エポナイト棒を取去つても元のまゝ別々に残る。かく一電氣の引斥作用により、今迄中和してゐた電氣が陰電氣と陽電氣とに分れるのが靜電感應である。

【實驗】2. (1) 驗電器に帶電體(陰電氣)を近づけると、靜電感應によつてその近くに陽電氣が生じ、箔に陰電氣が集り箔が開く。(2) そのまゝにして驗電器の上部に指を觸れると箔の陰電氣は帶電體の陰電氣のために斥けられ、人體を通つて遠くに逃げ去り、(3)指を離すと陽電氣のみが残る。(4) 帶電體を遠ざけると陽電氣が驗電器全體に廣がり、箔が開くのである。

故にこの方法によれば帶電體と異種の電氣を箔に生ぜしめることが出来る。尙帶電體と同種の電氣を箔に與へるには、帶電體に

觸れればよい。

【問】 帯電體が紙片を引附けることを説明せよ。

解 帯電體が紙片に近づくとこれを吸引するのは、紙片は靜電感應によつて、帯電體に近い部分に異種の電氣を生じて互に引合ひ、紙片の遠い部分には同種の電氣を生じても斥ける力が弱い(引斥作用は距離の自乗に反比例する)から、帯電體が紙片に近づきその引合ふ力が斥ける力及び紙片の重さより強くなれば紙片は吸引せられる。この紙片が一度帯電體に觸れると互に引合つた異種の電氣は中和して消失し、同種の電氣のみが残るから紙片は弾き返される。

P. 262

電氣盆・起電機 電氣盆は陽電氣を生ぜしめる装置であり、起電機は陰陽二種の電氣を同時に多量に生ぜしめる装置である。

火花放電の強いものは色々の作用を現はす。破壊作用はその一つで、放電の中間にある薄い硝子板などを破る。次には熱作用で、生木などはそれに含まれる水分及び空氣などが膨脹するために裂け、家などは火災を惹起すことがある。その他磁氣作用・化學作用及び人體に對し電撃を與へることなどがある。

P. 264

蓄電器 驗電器は電氣を帯び少時蓄電することが出来る。けれどもその量は少い。264 頁の上の圖のやうに驗電器の板Aの近くに、地に連ねた他の導體Bをおくと、Bに感應電氣を生じてAの電氣を引きこれを拘束する。それ故Aに更に電氣を與へるとBに

また感應電氣を生じてAの大部分の電氣を拘束する。よつてA板には、B板の無かつた時より多くの電氣を帯びしめることが出来る。AとBとの間の空氣の代りに硫黄板を用ひると、空氣の時より凡そ3倍、硝子板を用ひると凡そ4倍の量をAに蓄へることが出来る。ライデン瓶はこの理を應用して作られたものである。

ラジオに用ひるコンデンサーには電氣容量の一定した所謂固定コンデンサーと、電氣容量を變へ得る可變コンデンサー(バリコンともいひ、教科書の圖)とがある。

P. 265

雷電 實測によると大氣は常に多少の電氣を帯びてゐる。晴天の時は陽電氣を帯びるが、雨天の時は陰陽一定しない。空中電氣の生ずる原因については色々の説があつて定まつてゐない。大氣中の電氣は塵埃と共に大氣中の水蒸氣が凝縮する時の中心になるから、空中の水滴は電氣を帯び、その水滴が集つた雲の表面には電氣が現はれるのである。

落雷に際しては多量の電氣が通過するから、機械的の破壊作用が甚しく、その上電氣の通過のために多量の熱を發し、物體內に含まれてゐる水分が氣化し、空氣が膨脹して生木を裂き、家を破り地面に孔を穿つ等のこともある。更に熱の發生の多い時には火災を起すこともある。

落雷は良導體に對して起ることが多いから、雷鳴の日には金屬製品殊に尖つた金屬を所持することは避けるがよい。

避雷針はその尖端の放電作用(尖端放電)によつて落雷を防ぐ。

尖端には電氣が多量に集るもので、近くの雲に電氣のある時には尖端から徐々に放電してこれを中和する。併し雲の電氣の多い時には中和し切れないので、こゝに火花放電を導き、他の部分への放電(落雷)を防ぐ。故に避雷針は尖端を錆びないやうにし、出来るだけ高く取付け、地中との連絡を完全にすることが必要である。地中との連絡が不完全の時の落雷には破壊・火災の危険を伴ふものである。

【補充問題】 雷鳴のする時高い木の下にゐるのは危険だといふが何故か。

解 帯電した雲が地上に近づいて来た時、地上の電氣は高い所に引き寄せられる。従つてかゝる所に多く落雷するから危険である。

P. 266

(16) 電流と電池

電流

【實驗】 驗電器Aに與へる電氣は教科書の圖のやうに陽電氣がよい。電流の概念を與へる上から陽電氣を用ひるがよい。併しその陽電氣は何によつて生ぜしめるか。硝子棒と絹布とで出来れば簡単で、これに越したことはないが、若し弱過ぎるやうな場合には電氣盆によつて陽電氣を作るがよい。但し上の實驗では流れが只一時的で永續しない感じが残る。この電流の連続的の流れを考へさせるには再び尖端放電の實驗を繰り返すがよい。即ち尖端放電 放電部の装置を針金によつて起電機より成るべく遠く離し、起電機の廻轉によつて連続的の放電を行へば針金中を尖端に向つて絶へず電氣が移動しつゝあることを考へさせることが出来る。

かくし電流の概念を強く與へておくがよい。尙同様の放電實驗を起電機の陰極についても行ふがよい。これにより陰電氣の流れ即ち陽電氣と反對の方向の流れを考へさせることが出来る。而して火花放電の時にはこの二者が反對の方向に流れて来て中和をするのである。

併し結論としては陽電氣の流れる方向を以て電流の方向とすることである。

電池 一般に二種の導體を一種の電解質(酸・アルカリ及び鹽類)の溶液中に浸すか或は素焼圓筒で隔てた二種の電解質溶液中に別々に浸せば電流を生ずる。これは二種の導體間のイオン化傾向の差によつて生ずるもので、イオン化傾向の小なるものが陽極、その大なるものが陰極になる。これを電池といふ。電池では化學作用によつて電流を生ずるのであるから、藥品間に化學作用が連続する限り電流を發生する。バケツに鹽水を入れ、その中に炭素棒を浸すと、炭素棒は陽極になり、バケツ自身が陰極になつて一箇の電池を作る。

併し電池に於て電解質中に二導體を入れたのみでは陽極に陽電氣、陰極に陰電氣が集るのみでまだ電流は出来ない。電流は兩極を導線でつないで輪道(回路)を作ることによつて初めて導線中に生ずる。

P. 267

電池の電動力 陽電氣がA點からB點へ動く時は、A點はB點よりも電位が高いといふ(川の上流は下流よりも高所にあるの

と同じ意味である)。故に電池の陽極は陰極より電位が高い。電流は兩極間のこの電位差によつて生ずるのであるから、この電位差を電動力または電壓といふ。電池では一般に電動力が小さいが(次項参照)工業用の電流に於ては電壓の大きいものを用ひる。

電流を遠距離に送るには途中の浪費を少なくするために通常その電壓を十數萬ボルトにする。併しかやうな高壓の電流に觸れると電撃を受けて死を招くことがあるので、人家稠密の所では低壓にする。直流では600ボルト、交流では300ボルト以下は人體に危険がないので、普通工場内の交流引込線は250ボルト、家庭内電燈用線は100ボルトの電壓にしてある。特に注意を要する高壓の電流には電柱に危険の文字を書くか或は電柱の腕木及び碍子の赤いのが用ひられてゐる。

一般に靜電現象で目につくやうな放電等の電壓は非常に高いもので、起電機の火花放電でも兩極間の電壓は數千乃至數萬ボルトである。併しかゝる場合には瞬間に兩極間の電壓が同一になり電流は直ちに止む。若し連続的に電流を得ようとするには兩極間に常に同一の電壓を保つものでなければならない。即ち連続的に化學作用を起して電壓を維持する電池または他の原理による發電機の如きものでなければならない。

P. 268

普通に用ひる電池

ル克蘭シェ電池 ル克蘭シェ電池は使用中漸次電流の強さが減するけれども、使用を止めると再び電流の強さが回復する。

故に電話・電鈴のやうな短時間宛使用されるものに利用するに都合がよい。なほこの電池に用ひる藥品は毒性もなくまた有毒ガスを發生することのない利點がある。

乾電池 乾電池では陰極となるべき亜鉛板で箱を作り、その中に藥品及び陽極が盛られてゐる。故に乾電池では中央の極が炭素棒で陽極、横の極が亜鉛板で陰極である。流動體を含まないので横にすることも倒にすることも出来るので使用上都合がよい。

重クロム酸電池 重クロム酸電池は重クロム酸カリ 1、硫酸 2、水10の割合の溶液中に炭素板と亜鉛板とを對立させたものである。電動力は2.1ボルトで、電池中一番強い電流が得られる。通常、使用しない時には亜鉛板または兩板を液から引上げておく。亜鉛と銅とを稀硫酸中に浸したヴォルタ電池では、使用中陽極の銅板に水素が附着して電流の通過を妨げるやうになる。この現象を分極作用といふ。重クロム酸電池に於ても分極作用は起るが、この場合は重クロム酸カリのために水素が酸化せられて直ちに止み、分極作用として現はれなくなる。この重クロム酸カリの如く分極作用を防ぐ酸化剤を消極剤といふ。電池の種類はこの消極剤によつて定まると考へてもよい。

ダニエル電池 硫酸銅の溶液を入れた器中に、稀硫酸を入れた素焼の圓筒を立て、その中に亜鉛板、硫酸銅液の中に銅板を立てたものをダニエル電池といひ、電動力1.1ボルトで、電流は弱いけれども分極作用が殆どなく電池の強さが一定な特徴がある。電話局などで用ひることがある。

P. 269

電池の連結 電池の兩極を導線を以て結び輪道を閉ぢれば導線中を電流が流れる。この時電池内に於ても陰極から陽極に向ふ電流が生ずる。而して外部導線に抵抗のあるやうに電池内の溶液にも亦抵抗がある。これを電池の内部抵抗といふのであるが、オームの定律に従へば電池電流の強さはこの内部抵抗にも関係する。即ちオームの定律は

$$C = \frac{E}{R+r}$$

Cは電流の強さ、Eは電動力、Rは外部抵抗、rは内部抵抗である。

電池の連結に於て電池を直列に結んだ場合には、電動力は電池数をn箇とすればnEとなり、内部抵抗も亦nrになる。よつて上の式は

$$C = \frac{nE}{R+nr}$$

並列に結んだ場合には陽極は陽極同士、陰極は陰極同士で結ぶから、電動力には變化なく、内部抵抗が $\frac{r}{n}$ になる。よつて

$$C = \frac{E}{R+\frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR+r}$$

前式と比較するとRが大なる場合には前者の方のCが大きくなりrが大きい場合には後者の方のCが大きくなる。即ち外部抵抗の大きい場合には直列の方が強い電流を得られ、内部抵抗の大きい電池の場合には並列の方が強い電流を得られることになる。併し普通に用ひられる電池の内部抵抗は一般に小さいから、電池の連結は直列が多い。

P. 270

(17) 電流と熱

電氣抵抗

【補充實驗】 簡易電流計と電池とをつなぐのに一方の導線は普通のものとし、他の一方の導線を等しい長さ、等しい太さの銅線・鐵線・ニクロム線で順次につなぎ、各の場合その電流計の指針の傾きを見る。さうすると銅線の場合に指針の傾きが最も大で最も強い電流の通ずることを示し、ニクロム線の場合は指針の傾きが最小で最も弱い電流の通ずることを示す。次に等しい太さで長さの異なるニクロム線(短い方が電流が強い)、等しい長さで太さの異なるニクロム線(太い方が電流が強い)について同様に實驗するとよい。

金屬のやうな導體でも電氣の通過を妨げる性があるので、これを電氣抵抗といひ、電氣抵抗の大きいものは電流の通過を多く妨げるから、通る電流は弱くなる。

針金の抵抗はその長さに正比例し、その断面積に反比例する。 金屬は溫度が昇ると抵抗が増すけれども、炭素及び電解質は逆に溫度が昇ると抵抗を減ずる。

電流の熱作用 電氣抵抗の大きい導線に電流を通ずると熱を生ずる。而してこの電流の生ずる熱量は導線を流れる電流の強さの自乗と、導線の抵抗と、電流の通ずる時間との相乗積に正比例する。これをジュールの定律といふ。實測によると1アンペアの電流が1オームの抵抗の導線中に1秒間に生ずる熱量は0.24カロリーであるから、一般にRオームの導線中をCアンペアの電流がt秒間流れて生ずる熱量Hは次式で表はされる。

$$H=0.24C^2Rt \text{ カロリー}$$

家庭用電熱器には銅の抵抗の 65 倍の抵抗を有するニクロム線 (66Ni+22 r+10Fe+2Mn) を用ひる。フューズは鉛と錫の合金で低い温度で融ける性がある。

P. 271

電燈 タングステン電球に電流を通すると 2200°C に白熱せられて光を發する。これに適用する電圧は 100 ボルトで、電力は 1 燭光につき 1.2 ワットである。電球に通ずる電力を増し温度を高めると 1 燭光當りのワット数は小さくなるが、繊維の崩壊が早くなり、従つて電球の壽命が短くなる。この缺點を補ふためにガス入電球が出現したので電力は僅かに 1 燭光につき半 0.5 ワットに過ぎない。

電流の強さを測る単位をアンペアといひ、1 アンペアは硝酸銀溶液から 1 秒間に銀を 0.001118 瓦析出する強さのものである。

1 アンペアの電流が 1 ボルトの電圧を有する二點間を流れる時、1 秒間に供給するエネルギーは電流の工率の単位であつてこれをワットといふ。1 ワットは 1 秒間に 1 千萬エルグのエネルギーを供給する工率を意味し、746 ワットは 1 馬力に相當する。なほ電流が導線の任意の部分で消費されるエネルギーは恰かも落下する水が失ふエネルギーがその水面の高さの差とその水の量との積に正比例するやうに、電流の強さと電圧との相乗積に正比例する。

$$P(\text{電力})=CE$$

タングステン電球に 100 ボルトで 0.2 アンペアの電流が通るとすれば、電力は 20 ワットで即ち 100V-20W 電球 (16 燭光) である。

P. 273

(18) 磁石と電流

磁石 水平面を自由に廻轉し得るやうに装置した磁針は常に略南北の方向を指して停止する。これは地球それ自身が一大磁石であつて、地球上の各地はその地磁氣の磁場であると考へられるからである。その地磁氣の極は、地球の北極附近に地磁氣の南極があり、地球の南極附近に地磁氣の北極があるのである。併し地磁氣の極の位置は地球の極の位置と一致してゐないので、磁針は正しく南北を指さないで磁針の北極は 少しく西または東に偏れる。これを方位角または偏角といひ、我國では磁針の北極は西 1 度乃至 8 度である。

羅針盤は航海者が方位を知るに用ひるもので、如何に船が傾いても常に水平の位置に支へられるやうに装置せられた軽い圓盤の裏面に 8 本の磁針を張りつけ、その圓盤の周りを 32 等分してこれに方位を記し、この圓盤が水平に廻轉して方位を示すものである。この圓盤上の指度と船の所在地の方位角を知れば、正しい北が何れにあるかを知ることが出來、従つて船の現在の進行方向を知ることが出来る。

尙地球が一大磁石であることや、磁石の取扱方についての説明は次項を参照のこと。

磁極の相互作用 佛人クーロンの研究によれば二つの磁極が吸引反撥する力の大きさはその二つの磁極の磁力の強さの相乗積に正比例し、距離の自乗に反比例するといふのである。これをクーロンの法則といふ。

P. 274

磁氣感應 磁石に關して英人ギルバートの假説がある。即ち鐵の分子は總て皆一箇の小磁石になつてゐる。磁石性を現はさない鐵ではこの分子が勝手な方向を向いてゐるので南極・北極互に相殺して外部に磁性を現はさないのであるが、これ等の小磁石が一度同名の極を同方向に向けて正しく並ぶと、中央部は異名の極の作用が互に打消して磁性を現はさないが、兩端は各同名の極のみが並んで他から干渉されないから、こゝに自由に性質を現はす。これが磁石であるといふのである。

磁氣の感應といふのは、鐵片内の分子磁石が他の強力な磁石によつて同名の極が同一の方向になるやう排列されることである。鋼の場合には一度同方向に排列せられた分子磁石が、他の強力な磁石が取り除けられても長くその排列を續けるもので、これを永久磁石といひ、一般の磁石は即ちこれである。軟鐵の場合には他の強力な磁石により一時同方向に排列せられた分子磁石が、他の強磁石の取除けられると共に直ちに排列を亂して磁性を失ふのである。かゝる磁石を一時磁石といふ。

鋼片を他の磁石に磨り付けて磁石にするのも磁氣感應の利用である。

【補充實驗】1. 長さ1尺ばかりの細い鋼棒を南北に向けておき、その一端を鎚で打つと鋼棒は磁石になる。これは打撃によつて分子磁石が動搖しその瞬間に地磁氣の作用を受けて南北に向け排列せしめられるのであつて、これによつて地磁氣の存在を實證する

ことが出来る。これに反して既成の磁石を東西に向けておき、これを打てば磁性は直ちに弱る。

【補充實驗】2. 磁性を帯びた縫針を焰で焼くと忽ち磁性を失ふ。これは熱のために分子磁石の運動が激成せられてその排列を亂すがためである。

故に磁石の取扱に關してはこれを熱することなきやう、また棒磁石を鎚の代用にし、机上に投げ出すなどは磁性を弱める因であるから嚴に戒めなければならない。

【補充問題】 磁石の極に長い縫針數本を附着させると針の他端が互に相離れるのは何故か。

解 針が磁石に吸ひ着くのは磁氣の感應によつて針自身が一本の磁石になるからである。併し磁石に觸れた針の端は皆同名の極になり、従つて他端も他の同名の極になる。而して同名の極は互に相反するから遠く相離れるのである。

針の代りに細い鐵釘を用ひてもよい。

このギルバートの説は假説ではあるが、これによつて都合よく説明せられる現象が多い。

コイル コイルの磁性の強さはこれに通ずる電流の強さとコイルの捲數とに正比例する。故に通ずる電流の強さは等しくとも捲數の多いコイルの磁性は捲數の少いコイルの磁性より強い。

電流の磁氣作用を利用して電流の強さを測る電流計には二種あつて、教科書の挿圖の電流計は、測らうとする電流を固定したコイルの中に通し、その磁場内に吊した小磁針の動きによつて電流の



強さを測るもので、これを磁針電流計といふ。他の一種は測らうとする電流をコイルに通じ、固定した磁石の磁場内でそのコイルの動く大いさにより電流の強さを測るもので、これを動コイル電流計といふ。

P. 275

電磁石 コイルの中に軟鐵心を挿入すると磁力線を集めて一層強力な磁性を現はすやうになる。この装置を電磁石といふ。電磁石の特性は (1)電流を通ずる間は磁性を現はし、電流を断てば直ちに磁性を失ふこと、(2)コイルの捲數とそれに通ずる電流の強さとによつて磁性の強弱を自由に變へることが出来るので、弱小な電磁石を作ること出来るし、強大なものを作ること出来ること、(3)同一の電磁石でも電流の強さによつてその磁性の強さを變へることが出来ることなどである。

電磁石には工場で鐵の運搬用起重機に用ひられるやうな大きなものや、電鈴・電信機などに用ひられるやうな小形のものがある。

鐵工場などで眼に入つた鐵粉を引き出すのに用ひられるものは、極の端面を特に細くして強い磁場を作るやうにしてある。

鐵の磁性に關しては磁氣感應の項で説明した通りで、鋼の特性は一度受けた磁性を永久に持続するにあるが、軟鐵



の特性は一度感應しても他の強磁石を去れば直ちに磁性を失ふにある。併し軟鐵のこの特性は貴重なもので、電磁石はその大半をこの特性に負ふものである。

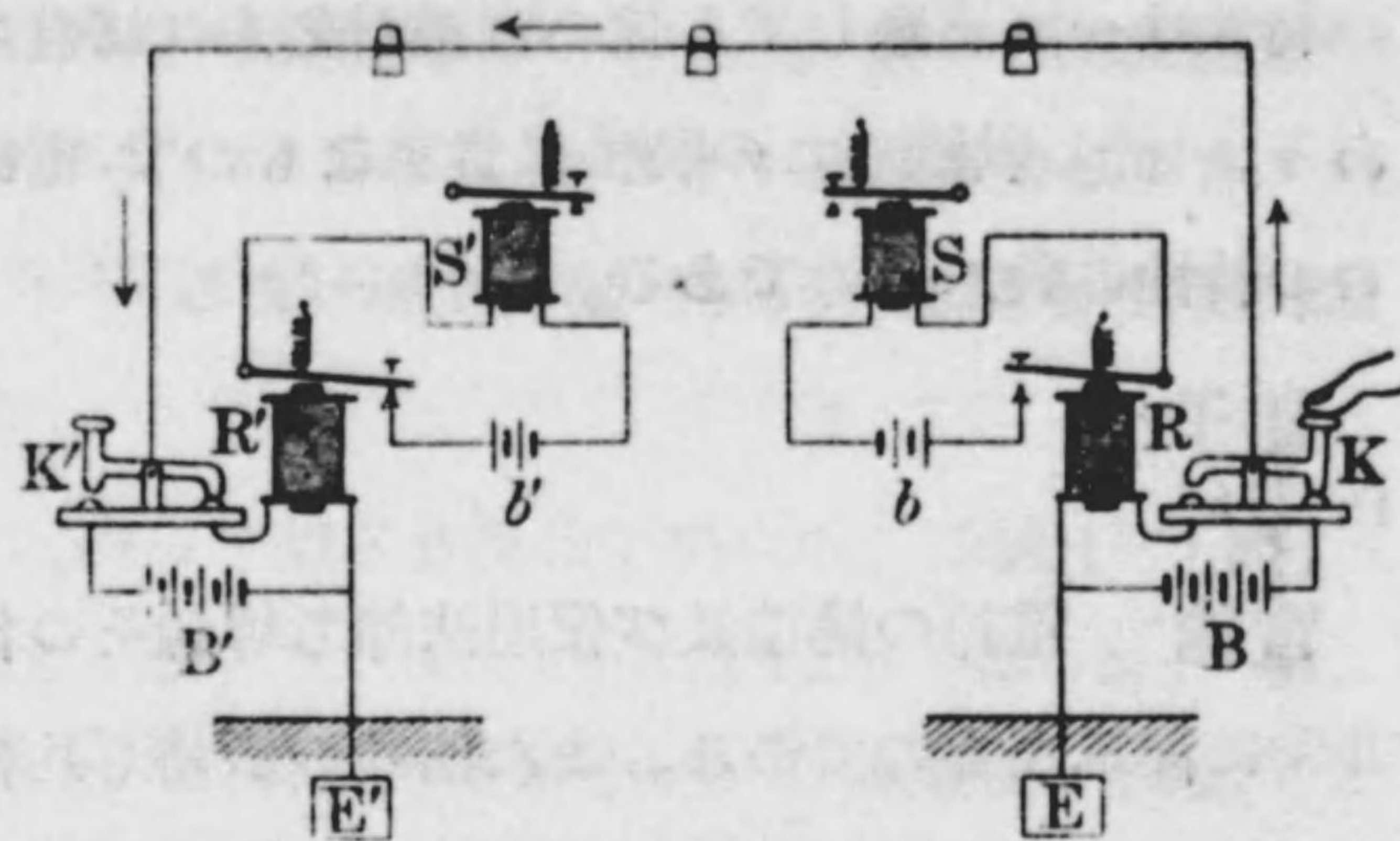
P. 276

電鈴 電鈴の構造及び使用法即ち導線その他の連結の仕方は非常に簡單なものである。また器具の價格も比較的低廉なものであるから、都會地などでは生徒各自の家庭内に生徒自身これを架設せしめるがよい。これ理化を學校の教室から家庭にまで發展させるものといへる。例へば押釦を玄関の外側に取付けて來訪者のために用意し、また屋内の必要な室にも押釦を備へて家族のために用意する。各室は釦を押す數を別にして室々の區別をなすのを便利とする。また電鈴は電池と共に女中部屋附近に備へ付けるやうにしたら、その受ける便益は少くない。而もこれに要する器具は電鈴・電池各1箇、押釦數箇、導線數十尺で事足りるのである。また近來都會地には強窃盜が横行するから、隣家同士電鈴の設備によつて相助けけるやう教へるがよい。

P. 277

電信機 電信を通ずる距離が大きくなると、先方の發信局から流れて來る電流が弱くなつて受信局の音響器を十分に働かせる力がなくなることがある。かゝる場合には繼電器を用ひる。繼電器は次頁に示した圖のR'のやうに一箇の電磁石とその前に置かれ鐵棒を付けた挺子とから出來てゐる。この電磁石に電流が流れ

て来ると槌子が電磁石に吸ひ付けられ、こゝに他の電池の輪道を開閉することになる。第一の輪道(繼電器)に電



流を通すと第二の輪道を作つてこれに電流を通せしめるのである。圖の右方を發信局とすれば、その方から流れて来た電流は左方受信局の音響器 S' には直接入らずに繼電器 R' に入る。 R' は直に B' 電池の輪道を開閉し、 B' の電流によつて音響器 S' を働かせるのである。繼電器は微弱な電流によつて作用するもので、直接音響器を動かすことの出来ないやうな弱い電流でも繼電器を動かし、それによつて左方受信局備付の電流を音響器に送り、以て通信の目的を達せしめるものである。

P. 279

(19) 簡単な機械

機械 現今世間で使用せられてゐる機械と稱するものにはその種類が甚だ多いが、これを自然のエネルギーを變じて有用な機械的エネルギーにする原動機とその他の機械との二種に大別することが出来る。原動機といふのは風力利用の風車、河川の流れや瀑布を利用する水車や水タービン、蒸氣力を利用する蒸氣機關や蒸氣タービン、ガス及び石油を利用する内燃機關等である。蒸氣機關以下は熱エネルギーの利用なので熱機關ともいふ。

原動機以外の機械といふのは原動機から機械的エネルギーを受けて有用な仕事をなすもので、その種類は甚だ多く、大きいものでは紡績機・水壓機・印刷機・起重機等がある。

槌子

【問】 上圖の二つの槌子の異なる點をいへ。

解 上圖の場合では支點が中央にあつて、支點と重點との距離が支點と力點との距離の $\frac{1}{2}$ 位であるから、 A に加へる力は W よりも小さくて凡そその $\frac{1}{2}$ でよい。而も A の力は下の方へ向いてゐるから人の體重を力に代用することも出来て力が加へ易い利點がある。

下圖では支點が左端にあり重點が中央にあるのが上圖と異なる。 A に加へる力の大きさは重點が力點よりも支點に對して $\frac{3}{4}$ も近いので W の $\frac{1}{4}$ でよい。併し槌子を上へ持ち上げなければならないので、體重の利用の出来ないのが不利である。

【實驗】 この實驗に於て實測の結果は $P \times AC = Q \times BC$ である。 A の位置を變へてこれに釣合ふ B の位置を求めても上の式は成立つ。

この實驗でわかるやうに、槌子では支點を中心としてこれを反對の方向に廻さうとする二力が作用するのである。教科書についていへば P は槌子を左に廻さうとし、 Q はこれを右に廻さうとするのである。支點と力點との距離を臂といひ、臂と力との相乗積を力の能率といふ。上の $P \times AC$ $Q \times BC$ は各能率である。一つの槌子に於てこれを反對の方向に廻さうとする左右二つの能率が等しい時に槌子は釣合ふ。これを槌子の理といふ。一つの能率の何れか一方が大きければ槌子の釣合は破れて能率の大きい方

へと廻轉を初める。

上の釣合の式に於て AC が 2 倍の距離になつた時、P は元の $\frac{1}{2}$ で $Q \times BC$ と釣合ふことが出来る。即ち支點から成るべく遠い所に力を加へれば、その力は非常に小さくとも重い物と釣合ひ或は動かすことが出来る。昔アルキメデスが「吾に支點を與へよ。然らば吾地球を動かさん」といつたといふことは有名なことである。

注意 教科書挿圖第二列中央の釘抜きは支點が鏈の下端にあるのでこれは第一列に屬するとも考へられる。次に第三列の石炭を掬ひ上げる人の例では左の手が支點になり右手が石炭全部の重さを支へて力點となる場合である。併し石炭を掬ひ上げるには右手を支點として左手に力を加へて石炭の重さに釣合はせる方法もある。この場合には第一列の例になる。

【問】1. 西洋鋏と日本鋏との槌子としての作用を比較せよ。

解 西洋鋏は支點が中央にある槌子の應用である。教科書挿圖第一列最上方の如き羅紗鋏では刃の部が長いから切られるものが支點に近い時には力を利し樂に切ることが出来るが、切られるものが刃の先端に近い時には力に損があり切り難い。

日本鋏は力點が中央にあつて力點と支點との距離が、重點と支點との距離より常に小さいから力を利することがない。然し力を働かす距離が少いから、切れ易い布などを切るに便利である。

【問】2. 上圖のやうにシヤベルを持つ人が、右の手を石炭の方に近よせて、それを掬ひ取る時は、左手に加へる力はどう變はるか。

解 この場合右手は只支點の役をつとめるものと考へなければならぬ

い。さうすれば右手(支點)が重點に近づき左手(力點)が支點から遠ざかることになるから、左手に加へる力は小さくてよい。

【補充問題】1. 支點の右方 10 糎の處に 5 匁の分銅をかけ、これに釣合はすためには支點の左方 25 糎の處に幾匁の重さをかけたらよいか。

解 $P \times AC = Q \times BC$ $P \times 25 = 5 \times 10$ $P = 2$ (匁)

【補充問題】2. インキ瓶のコルク栓には大きな笠がついてゐる。何の役目をするか。

解 コルクのみの場合よりも、半徑が大きくなる。つまり槌子の臂の長さが大きくなつたと同様であるから、小さい力で栓を廻はすことが出来るのである。

P. 282

滑車 複滑車はセミともいひ、物體の揚げ降し、起重機などに用ひられるもので、教科書の圖のやうに定滑車・動滑車各 3 箇づゝを組み合せたものでは、物體の重さの $\frac{1}{6}$ の力で綱の端を引けば物體を支へることが出来て力に於ては大いに利するところがあるのである。けれどもこの場合に物體を 1 米引き揚げようとするには、物體の重さの $\frac{1}{6}$ より少し大きい力で綱を 6 米引き下げなければならない。手は綱の一端を握つたまま、綱を引き下げるとすれば、手は實に 6 米動かなければならない。即ち手は力は $\frac{1}{6}$ だけでよいが、距離では 6 倍動くことを要する。力が或點に作用して、その力の作用した方向にその點が或距離動いた時、力は仕事をしたといひ、力とその距離との相乗積を以て仕事の量とする。上の

滑車に於ては手は力に於て利するが距離に於て同率の損をする。物體の受ける仕事の量と比べて少しの損得もない。これを仕事の原理といふ。多くの機械は力に於ては利するところがあるけれども、仕事に於て利することは出来ない。

【問】 右の圖のやうな複滑車にかけた物體を3米上げるには綱を幾米引くべきか。

解 右の圖では定滑車・動滑車各3箇づゝの複滑車で、物體は6本の綱で吊り上げられてゐる。今物體だけが3米上つたとすれば各の綱は3米づゝ弛みがある。この綱の弛んだ分量は $3(\text{米}) \times 6 = 18(\text{米})$ であるから、綱の端を18米引き下げなければならない。

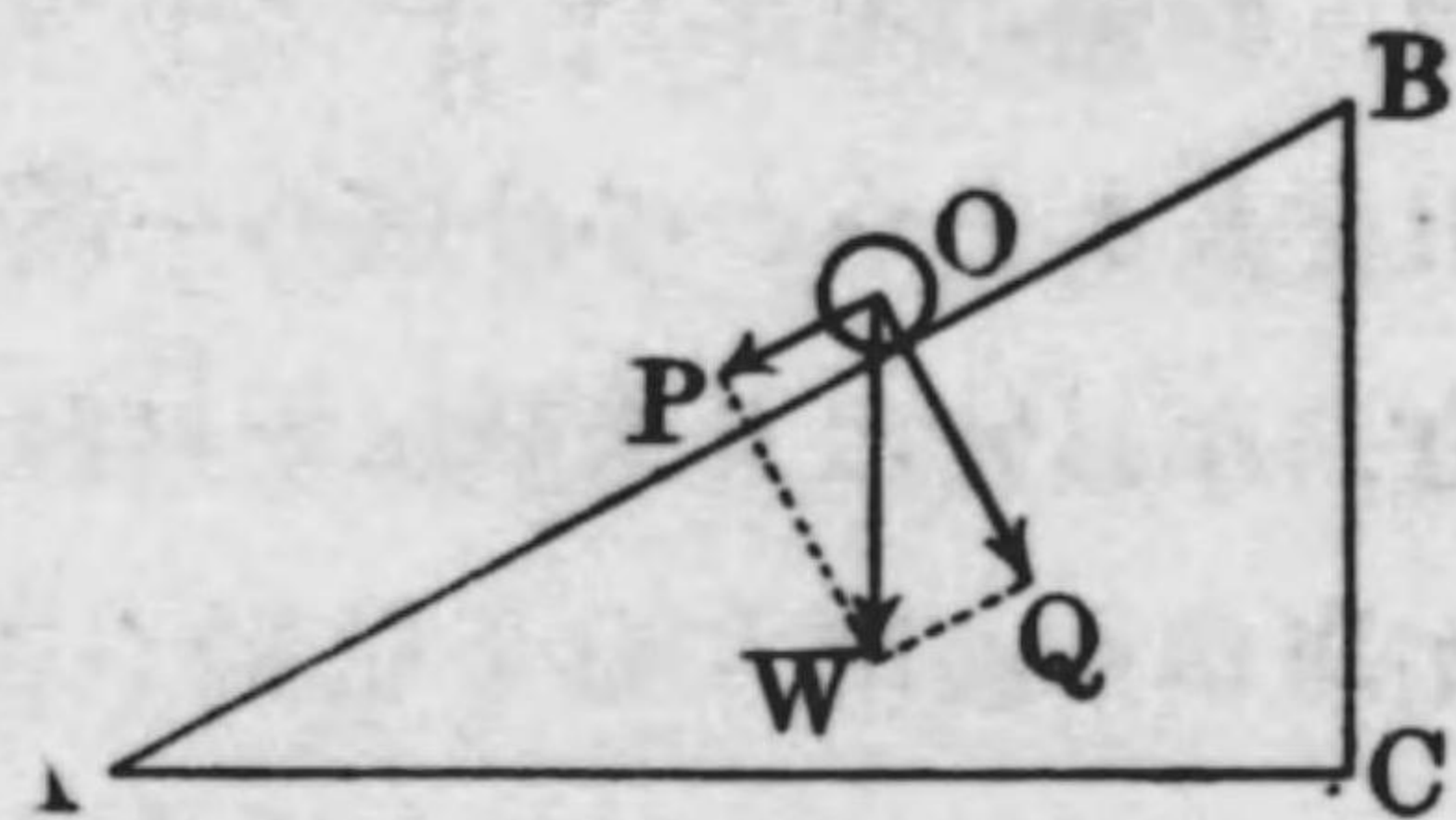
P. 283

斜面

【實驗】 この實驗に於て P, AB, W, BC の値をそれぞれ正確に測定すれば、その結果として $P \times AB = W \times BC$ になる。この式で BC に比して AB が大きいと P は小さくとも W を支へることが出来るやうになるから、斜面では力の得があることになる。

斜面に於ける力の關係を力學的に説明すれば、今 AB 斜面上に W 瓦の物體があるものとし、斜面に平行な力でこれを支へようとする。 W なる重さはこれを斜面に平行な分力 P と、斜面に直角なる分力 Q とに分解することが出来る。

而して $\triangle OPW$ と $\triangle ABC$ とは相似三角形であるから



$$\frac{P}{W} = \frac{BC}{AB} \quad \therefore P = W \times \frac{BC}{AB} \text{ 瓦の重さ}$$

$$\frac{Q}{W} = \frac{AC}{AB} \quad \therefore Q = W \times \frac{AC}{AB} \text{ 瓦の重さ}$$

分力 Q は斜面に直角であるから、只斜面を壓すのみで物體の運動には關係がない。故に物體は P の力によつて斜面に沿ふて走り落ちることになる。よつて斜面上の物體を支へるには、斜面に沿ふて上方に

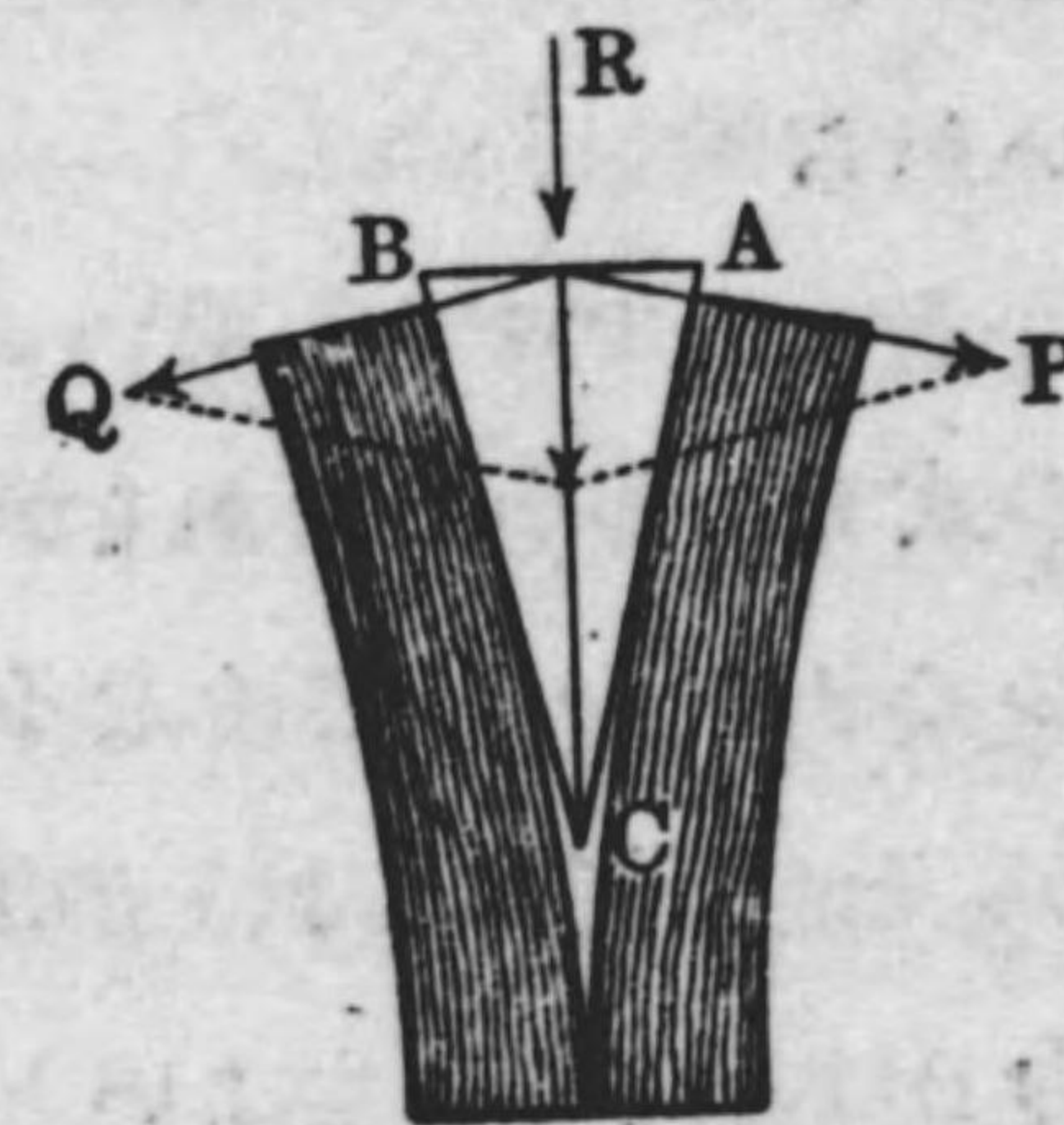
$$P = W \times \frac{BC}{BA} \text{ 瓦の重さ}$$

に等しい力で押せばよいことになる。若し斜面が一層緩やかになれば AB は大きくなり BC は小さくなつて分數 $\frac{BC}{AB}$ の値は小さくなる。従つて P の値が小さくなる。即ち斜面が緩やかになれば物體を支へる力は一層小さくてよく、これに反して面が急になれば物體を支へる力は大きくなる。

尙水平な力を以て斜面上の物體を支へる場合も考へることが出来るけれども實際上にはその例が少いから説明を省略する。

P. 284

楔・ネチ 楔では圖のやうに AB は BC に比べて小さいのが普通である。楔の AB 面に直角に加へる力を R とすると、この R は楔の側面に直角な二分力 P 及び Q に分解することが出来る。圖で知ることの出来るやうに P 及び Q は R に比して遙かに大きい力である。即ち AB 面に小さい力を加



へても楔の側面には大きい力が現はれて薪を左右に押し割るのである。併し楔が中に入り込む深さに比し、薪が左右に押し廣げられる距離は小さい(仕事の原理)。

楔のABの大きさがBCに比して小さくなる(双物でいへば双が薄くなる)とすれば、P及びQなる力は益々大きくなる。即ち双物で双の薄い方がものを切り易くなるのである。

ネチを利用したものにジャッキがある。家屋の移動などの時重い物を上げるに用ひるもので、自動車のタイヤを換へる時自動車の車體の一部を揚げるに用ひることなどもある。ジャッキなどではネチの上端に長い槌子を取り付け、その槌子の端にこれに直角に力を加へるとネチが一廻轉してその歩みだけネチ自身上方に進み、上に重い物體がある時にはその物體を一步みだけ押し上げるのである。槌子の一端に加へた力をPとし、槌子の半徑をrとすれば、このPが一廻轉してする仕事の量は $2\pi P$ である。而してジャッキの上端がその上にかゝるWなる物體を押し上げる仕事は、ネチの歩みをaとすればaWである。この二つの仕事は等しくなければならないから

$$2\pi P = aW \quad P = W \times \frac{a}{2\pi r}$$

この式でaが小さいかrが大きい時には $\frac{a}{2\pi r}$ の値が小さくなり、従つてPの値が小さくなる。つまりジャッキではネチの歩みが小さいが、その頭部につけられた槌子の長さが大きい時に、槌子に加へる力Pは小さくともよいといふことになる。



P. 285

仕事・エネルギー 仕事の定義については既に滑車の項に説明しておいたので参照せられたい。

高い所にある水はその流下によつて水車または水タービンを動かして仕事をする事が出来る。併し一度流下して低地に來れば仕事をする力を失ふ。故に水は高所にあるがために仕事をなし得る勢力を有する。これを位置のエネルギーといふ。また運動しつつある物體は他の物體を運動せしめる事が出来る。即ち物體は運動しつつあるが故に仕事をなし得る勢力を有する。これを運動のエネルギーといひ、位置のエネルギーと合せて機械的エネルギーといふ。この外熱は物體を膨脹させまたは氣化させることによつて仕事をする事が出来るので熱エネルギーといひ、物質は分解または化合によつて仕事出来るからこれを化學エネルギーといふ。光や電氣も亦それぞれ仕事をするから、光エネルギー・電氣エネルギーを有するといふ。

上記の各種エネルギーは互に變遷するものである。電氣エネルギーは機械的エネルギー(摩擦による發電及び水力による發電)・化學的エネルギー(電池による電氣)・熱エネルギー(火力發電といひ蒸氣機關を用ひて發電せしめる)等の變化によつて得られるものであるが、逆に電氣エネルギーによつて電車を動かし水の汲み上げを行つて機械的エネルギーになり、水苛性ソーダ等を分解し、窒素酸素を化合せしむるなどして化學的エネルギーに變じ、電球・電熱器に通すれば光エネルギー及び熱エネルギーとなつて現はれ

る。尙他のエネルギーについても同様に相互間に變化し得ることを考察することが出来る。

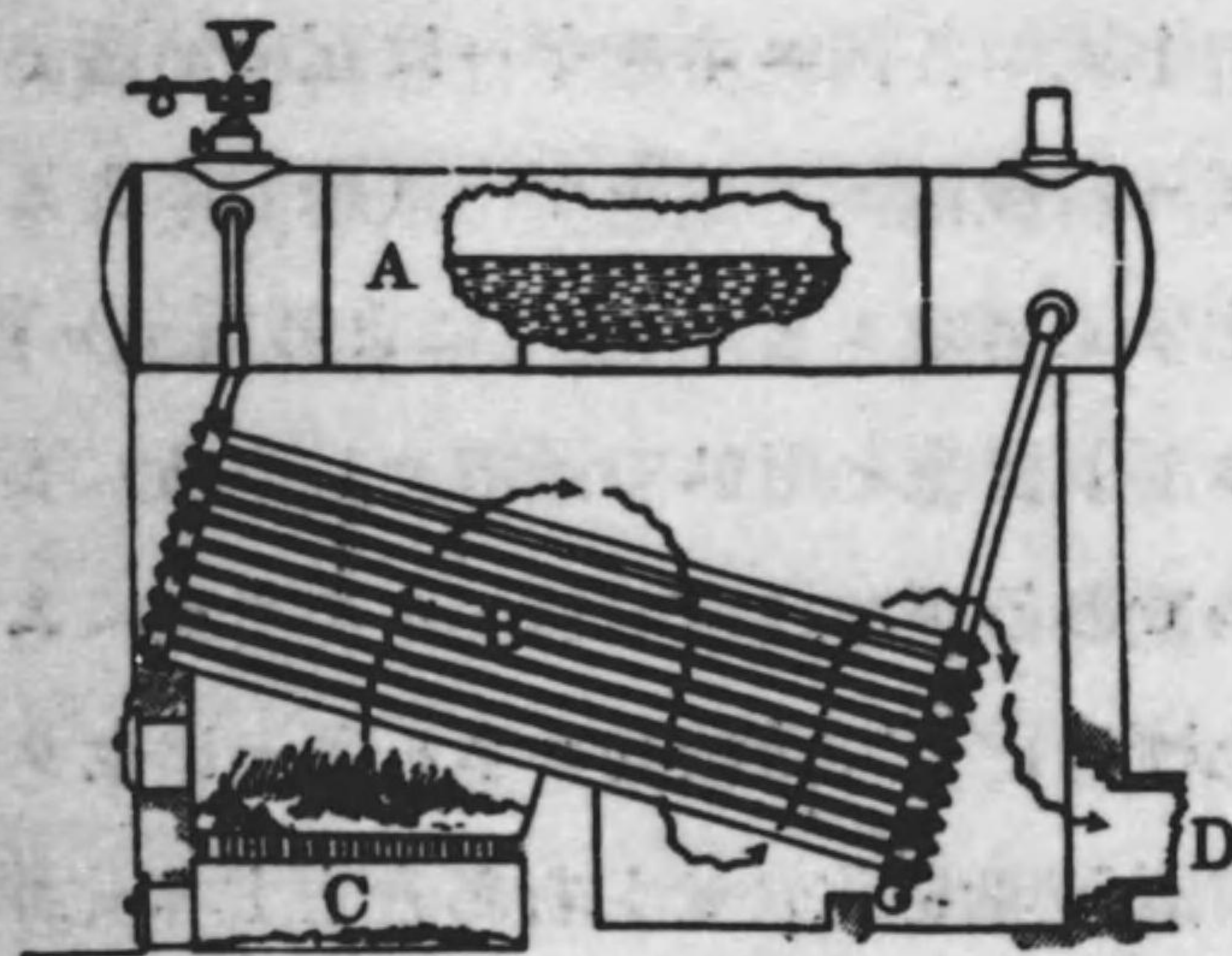
エネルギーはかく相互に變化し得るものではあるが、消滅するものではない。一方のエネルギーとしての形を失つても必ず他の形のエネルギーとして現はれ、而もそのエネルギーの總量には増減することがない。これをエネルギー不滅の法則といふ。

P. 286

(20) 熱 機 關

蒸氣機關 一般に熱を仕事に變へる機械を熱機關といふ。蒸氣機關はその一種で、高温度の水蒸氣の壓力を利用したものである。下圖は水蒸氣を作る汽罐の一種で水準計・壓力計・安全弁などを備へ、斜に設けた水管を熱して得る飽和水蒸氣を更に過熱器で熱して所謂過熱蒸氣として機關に供給するのである。氣筒を通りピストンに仕事をした蒸氣は排氣口から氣筒外に逃れ出るが、これをそのまま大氣中に噴出させずに凝結器に導いて冷水で液化させると、ピストンの兩側の水蒸氣の壓力の差が大きくなつて機關の効率を増すのである。

普通機械がする有効な仕事はその機械に他から與へた仕事よりも小さい。前者と後者との比をその機械の効率といひ、通常100分率でこれを現はす。蒸氣機關の効率は5-6%



位で、最もよい機關車でも8%位のもので、残りの92%以上の熱エネルギーは空費されてしまふのである。蒸氣機關は石炭を燃料とし大きな汽罐を要するので容積と重量とが大きく、小型で移動するものには不適當なので汽車・汽船・軍艦・工場などに用ひられる。

P. 287

蒸氣タービン 蒸氣機關では先づピストンの往復運動を起し、これをクランクによつてハヅミ車に傳へ、ハヅミ車の運動により初めてその軸廻轉運動が與へられるのである。然るにタービンに於ては廻轉主軸に取り付けた翼に直接に高壓蒸氣を吹き付け、初めから主軸の廻轉が起るのである。而して摩擦が少く廻轉が滑らかであるから、これ等だけでもその効率が増すのである。

P. 288

内燃機關 内燃機關は蒸氣機關や蒸氣タービンのやうに汽罐を備へず燃料を直接氣筒内に入れて爆發させ熱を仕事に變へる装置である。内燃機關では教科書の圖のやうにピストンの2往復即ち4行程毎に一回爆發の衝撃を受けるのであるから、これを4サイクル機關とも呼ぶ。内燃機關に於けるピストンの往復運動はクランクによつてハヅミ車の軸に傳へられて廻轉運動になるが、この廻轉の衝撃は第三行程に於て與へられ、残る3行程はハヅミ車の慣性によつて繼續せられるのである。

ガス機關はガスを燃料にし、ガスと空氣とを氣筒内に送つて爆發させるものであるが、これにはガス發生装置が附随しなければな

らないので、移動式のものには用ひられない。工場等に主に用ひられる。

石油機關は石油を霧状または氣状にして氣筒内に吸ひ込み爆發させるものである。油槽だけを備へればよいので、輕便であるから漁船等によく用ひられる。

ガソリン機關は特にガソリンを燃料にするものである。一般の内燃機關は1氣筒・1ピストンを備へこの運動をハヅミ車に傳へるのであるが、ガソリン機關では氣筒を6筒または8筒取りつけ順次に爆發による運動を主軸に與へてハヅミ車を不要にする。故に容積・重量共に小さくてよいので自動車・飛行機・オートバイ等に用ひられる。

ディーゼル機關は燃料に價の安い重油を用ひるのである。即ち先づ氣筒内で空気を強壓を加へて十分壓縮すると空気が高温度に熱せられるので、この空氣中に更に大きい壓力で重油を吹き込み燃燒爆發させピストンの運動を起すのである。工場・船舶・軍艦に用ひられる。

昭和七年一月三十日初版印刷
昭和七年二月二日初版發行
昭和九年十二月二十日修正再版印刷
昭和九年十二月二十五日修正再版發行

中學
新一般理科(甲要目用)
教授資料

非賣品

著作者 東京開成館編輯所
代表者 松本繁吉
東京市小石川區小日向水道町八十四番地
發行者 株式會社 東京開成館
代表者 松本繁吉
東京市小石川區西江戸川町二十一番地
印刷者 佐々木俊一

發行所 東京開成館

(富士印刷株式會社印刷)

廣東省立第一中學
 圖書館
 館址：廣東省城
 電話：二二二二
 一九二九年
 廣東省立第一中學
 圖書館
 館址：廣東省城
 電話：二二二二
 一九二九年
 廣東省立第一中學
 圖書館
 館址：廣東省城
 電話：二二二二
 一九二九年

廣東省立第一中學圖書館



361
524



361
524

