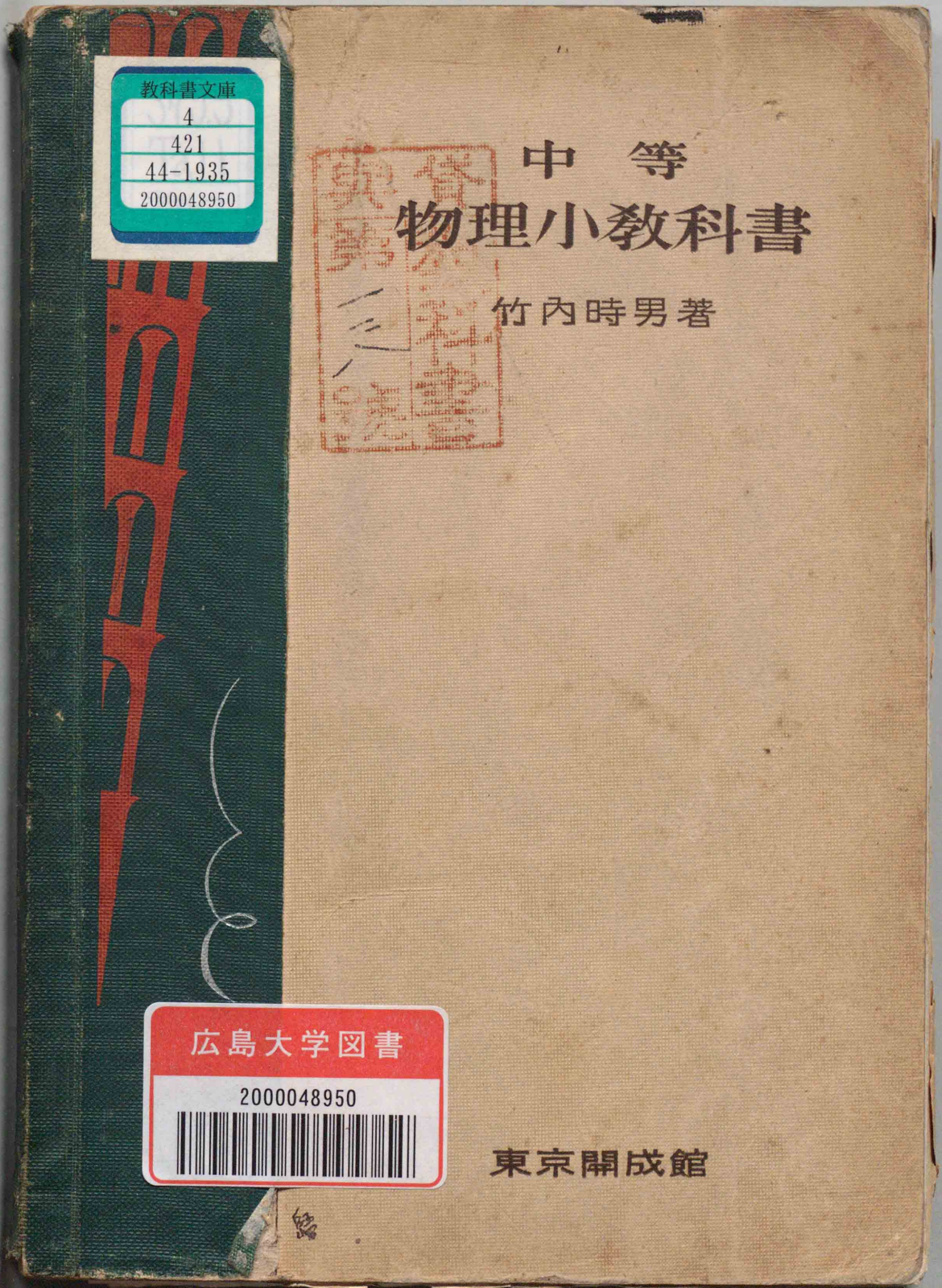
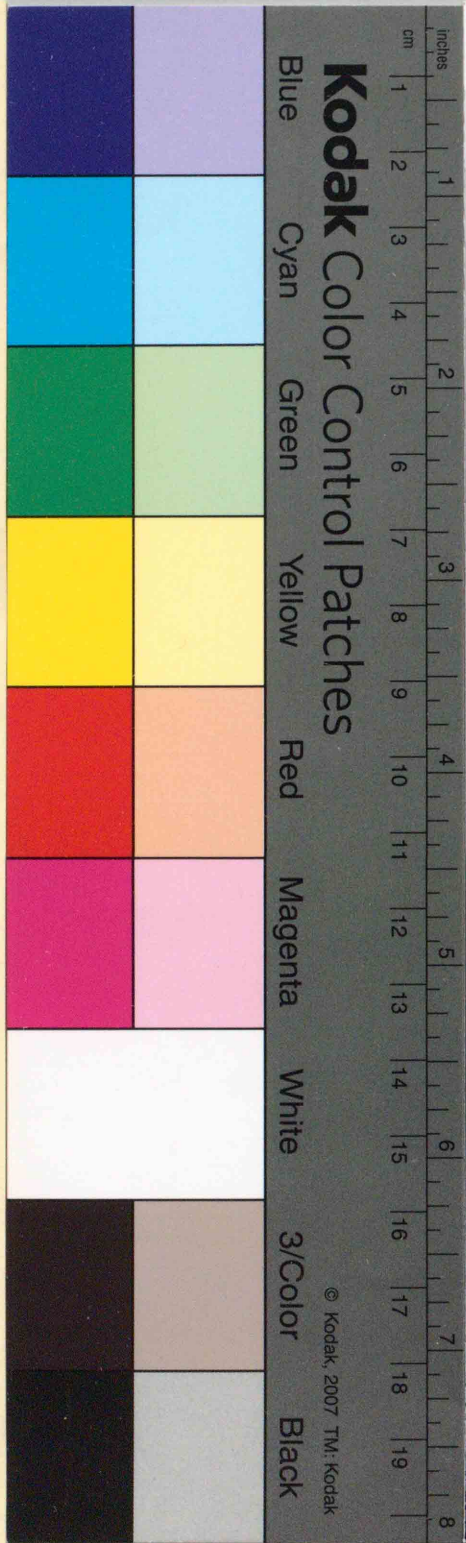


40300

教科書文庫

4
421
44-1935
20000 48950



375.9
Tail

資 料 室

教科書文庫

4

421

44-1935

2000048950

三色版の製り方

明るく照らした原畫を、青堇色の濾光板(フィルター)を透して撮影し、又綠色の濾光板を透して撮影し、又赤色の濾光板を透して撮影し、三枚の陰畫を作る。濾光板とは着色ゼラチン膜を硝子板の間に挿んだもので、或色の光だけを濾過するために用ひる。又この時用ひる乾板は豫め特殊の染料で處理し、濾過光に感ずるやうにしてある。

この三枚の陰畫を土臺にして夫々黄色版、赤色版及び青色版を製するのであるが、陰畫に於ける不感光部分が版の着色部分に相當するやうになつてゐる。例へば原畫の赤色部分は黄色版には黄に現はれ、赤色版には赤に、又青色版には白く現はれ、白色部分はどの版にも白く現はれ、黒色部分はどの版にも着色して現はれる(三色重なつて黒色が現れる)。

黄色インキは最も不透明であるから黄色版は最下層に印刷し、その上に赤色版、その上に更に青色版を印刷する。

尙三色版を廓大レンズで見ると多數の斑點が見える。これは網版であるからである。

三色版



黄色版



赤色版



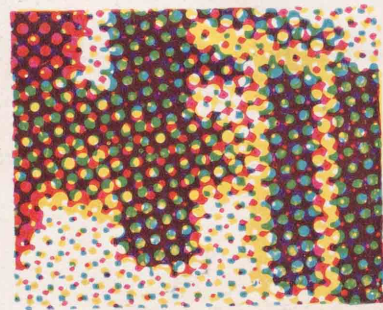
黄色版の上に赤色版を刷つたもの



青色版

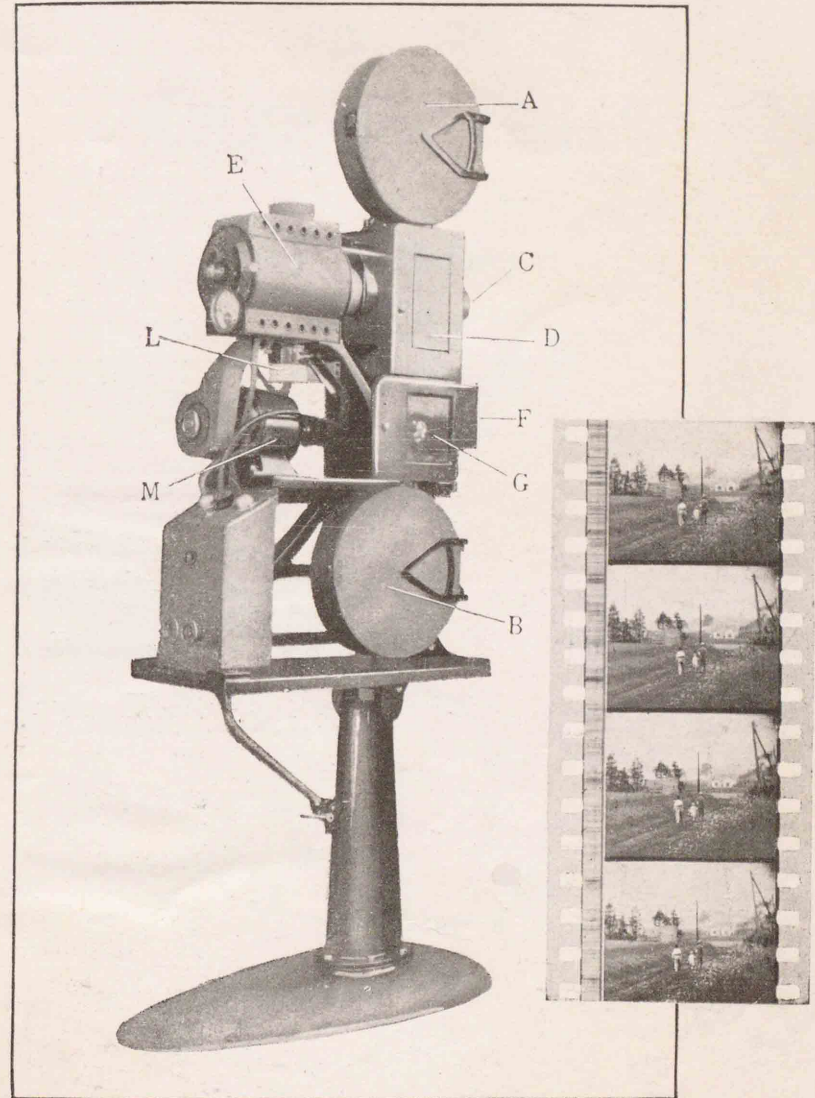


出来上つた三色版



一部を廓大したもの

トキキ映寫發聲裝置



A, B フィルム巻取器 C 映寫レンズ D 映寫機 E 光源 F 光電管 G 音の再生器(コードで擴聲器につながる) L ソケット(光源用) M モーター (右下圖はフィルムの一部分でその左端の縞は録音部である)

文 部 省 檢 定 済

昭和十年十二月二十七日 實業學校物理及化學科用
高等女學校理科用

中 等 物理小教科書

東京工業大學助教授

理學博士

竹 内 時 男

著

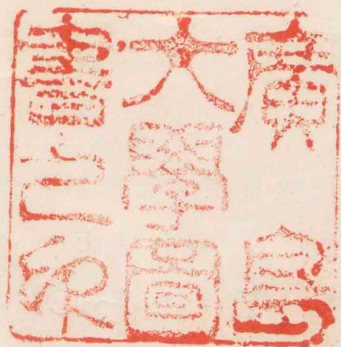
広島大学図書

2000048950



東京開成館

(本書ノ大イサハ國定規格A5判)



緒 言

予が曩に著はした實業新物理及び女子新物理は、幸に全國多數の學校に採用されてゐる。これ偏に教授者諸賢の共鳴によるものとして、深く光榮とするところである。然るに教授時間數の比較的少ない同種の學校に對しては稍、頁數の多い憾みがあるので、それを要約したものを希望される向が多くなつた。この要求に應じて著述したものが本書である。従つて本書では實業學校及び高等女學校の物理學教材中最も重要なもののみを選び、これに出來得るだけ簡明な解説を加へることにした。しかし無味乾燥に陥らざらしめんため興趣豊かな挿繪を多數収録して、その缺を補つた。

中等學校に於ける物理學教授の目的は、今更こゝに述べるまでもないが、予は常に「自由に考ふることよりも更に偉大なる正しく考ふること」の精神を鼓吹すべきを唱へ來つた。本書も亦この精神に則つて著述されたものである。

教授者諸賢に於かれても、その意を汲まれ、記述の不備なる點は適宜に補足されんことを切望する。

終りに臨み予は、實業新物理及び女子新物理等に就きて懇切なる忠言を寄せられたる實際教授者諸賢並びに有益なる材料の提供を辱うしたる諸官廳・會社・工場に深甚なる感謝の意を表す。

昭和10年11月

著 者 識 す

— 目 次 —

第一篇 物 性

第1章 緒 論	1	
1. 緒論	2. 力	3. 力の釣合
第2章 物質の通性	3	
1. 物質の三態	2. 分子・分子力	3. 表面張力
4. 毛管現象	5. 固体の弾性	
第3章 液 體	7	
1. 液体の表面	2. 液体による壓力の傳達	
3. 重力による液体の壓力	4. 連通管	
5. アルキメデスの原理	6. 物体の浮沈	
7. 密度・比重	8. 比重の測定	
第4章 氣 體	13	
1. 大氣の壓力	2. 氣壓計	3. サイフォン
4. 空氣の浮力	5. ボイルの法則	
6. 空氣ポンプ	7. 壓縮ポンプ	
8. 水ポンプ	9. 流体の吸入作用	

第二篇 熱

第1章 溫度・熱量	21	
1. 溫度・寒暖計	2. 熱量の單位	3. 比熱
第2章 膨 脹	24	
1. 固体の膨脹	2. 液体の膨脹	3. 氣體の膨脹
第3章 熱の移動	28	
1. 傳導	2. 對流	3. 輻射

第4章 状態の變化... 31

1. 融解・凝固 2. 寒劑 3. 氣化・液化

4. 沸騰 5. 氣化熱 6. 空氣の液化

第5章 大氣の乾濕... 37

1. 露・霜 2. 霧 3. 雲・雨・雪 4. 濕度・濕度計

第三篇 力と運動

第1章 力... 40

1. 力の合成・分解 2. 斜面 3. 楔・ネジ(螺旋)

4. 槌子 5. 天秤・桿秤 6. 滑車 7. 輪軸

8. 偶力 9. 重心 10. 物體の坐り

第2章 運動... 48

1. 運動 2. 速度・加速度 3. 慣性の法則

4. 打撃・衝突 5. 反作用の法則 6. 拋射體

7. 圓運動 8. 萬有引力

第3章 運動に対する抵抗... 56

1. 摩擦 2. 摩擦の利害 3. 流體の抵抗

4. 飛行機 5. 風車・水車

第4章 熱機關... 63

1. 熱機關 2. 蒸汽機關

3. 蒸汽タービン 4. 内燃機關

第四篇 音

第1章 振動及び波動... 68

1. 振子 2. 彈性振動・時計 3. 波動

第2章 音波... 71

1. 音 2. 音の傳播 3. 音の反射

4. 音の高低 5. 音の強弱 6. 音色

7. 唸り 8. 共鳴

第3章 樂器... 75

1. 絃樂器 2. 風琴管

3. 板・膜などの振動による樂器 4. 蓄音機

第五篇 光

第1章 光線... 79

1. 光の直進 2. 影 3. 光の速さ

4. 照度 5. 光度

第2章 光の反射... 81

1. 反射の法則 2. 平面鏡 3. 亂反射

4. 球面鏡 5. 反射鏡 6. 球面鏡の作る像

第3章 光の屈折... 86

1. 屈折の法則 2. 全反射 3. プリズム

4. レンズ 5. レンズの作る像

第4章 光學機械... 91

1. 寫真機 2. 眼 3. 眼鏡 4. 映寫機

5. 蟲眼鏡(廓大レンズ) 6. 顯微鏡 7. 望遠鏡

第5章 光の分散... 97

1. 光の分散 2. 虹 3. 物體の色

4. 繪具の混合 5. 光波 6. 輻射線

第六篇 磁氣・電氣

第1章 磁氣... 102

1. 磁石 2. 磁氣感應 3. 磁場

第2章 靜電氣... 104

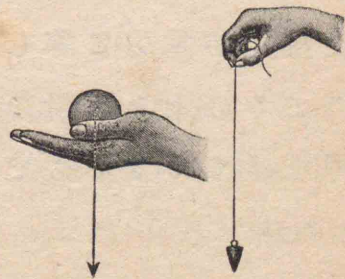
1. 電氣	2. 驗電器	3. 電氣の傳導	
4. 電氣の中和	5. 靜電感應	6. 電氣盆・起電機	
7. 雷電			
第3章 電流及び電池	...	109	
1. 電流	2. 電池の電動力	3. 實用電池	
第4章 電流の熱作用	...	112	
1. 電氣抵抗	2. 電流の熱作用	3. 電熱の應用	
第5章 電流の化學作用	...	115	
1. 電氣分解	2. 蓄電池		
第6章 電流の磁氣作用	...	117	
1. コイル	2. 電磁石	3. 電鈴	4. 電信機
第7章 感應電流	...	121	
1. 感應電流	2. 電話機	3. 發電機(ダイナモ)	
4. 電動機(モーター)	5. 感應コイル		
第8章 眞空放電・放射能	...	127	
1. 眞空放電	2. 陰極線	3. X線	4. 放射能
第9章 電波	...	131	
1. 電氣振動	2. 電氣共振	3. 檢波器	
4. 無線電信	5. 無線電話	6. 光電管	
7. 發聲活動寫眞(トーキー)			



第1章 緒論

1. **緒論** 自然界には日月の運行、薪炭の燃焼、草木の生長など色々の變化が、絶えず起つてゐる。この變化を自然現象といひ、これに関する事柄を研究する學問を總括して自然科学といふ。物理学は自然科学の一部で、物質の性質、物體の運動、音、熱、光、電氣、磁氣などに關する諸現象を研究する學問である。

2. **力** 物體を押し又は引くはたらきを力といふ。錘マサリを手で支へれば手は下方に押され、絲で吊下げれば絲は下方から引かれる。これは地球が物體を引くからである。この力を重力といふ。物體の重さとは、これにはたらく重力の大きさのことである。

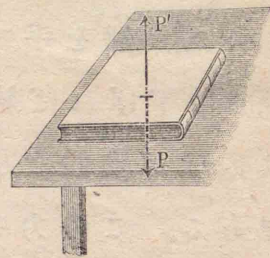


すべて押合ふ力を**壓力**といひ、引合ふ力を**張力**といふ。机上の物體は机に壓力を及ぼし、引張られた絲の各部には張力がはたらく。

3. **力の釣合** 一つの力が静止してゐる物體にはたらくと、その物體は動き出す。しかし二つ以上の力が同時にはたらくと、物體の動かぬことがある。この場合には、これ等の力は**釣合**ふ或はこの物體は**釣合**ふといふ。一般に二つの力が釣合ふためには、それ等が同一直線上に相等しい大きさで反對の向きにはたらかねばならぬ。



机上にある本が重力のはたらきを受けてゐるに拘はらず静止してゐるのは、机の**抵抗力**が重力と等しい大きさでその本を反對の方向に押し上げてゐるからである。



物體の釣合ひ

第2章 物質の通性

1. **物質の三態** 物質はその状態によつて**固體**・**液體**・**氣體**の三つに區別される。例へば木や鉄のやうに、一定の體積と形状とを有するものが**固體**で、水や油のやうに、一定の體積は有するが形状の定まらないものが**液體**で、空氣のやうに、體積も形状も變りやすいものが**氣體**である。液體と氣體とを併せて**流體**ともいふ。

2. **分子・分子力** 物質を細かく分けるには極限があつて、それを越えるとその物質の特性を失ふ。この極限をなす微粒を**分子**といふ。分子は極めて小さなもので、強度の顯微鏡でも見ることは出来ない。

物質は壓縮することが出来るから、それを構成する分子の間には**隙間**があると考えられる。分子はこの隙間を隔てて互に引合ひ且運動してゐるのである。この引力を**分子力**といふ。

同種の分子間にはたらく分子力を**凝集力**といひ、異種の分子間にはたらく分子力を**附着力**

といふ。ペンが一定の形を保つは凝集力により、ペンにインキが着くのは、インキの凝集力よりもペン

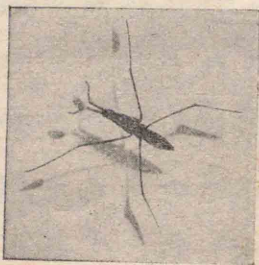
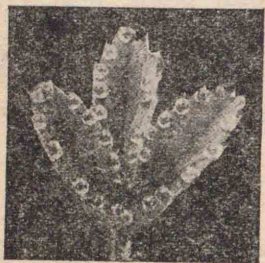


○→附着力←●
↓凝集力↑
○→附着力←●
↓凝集力↑

右圖○及び●は異なる分子を示す

とインキの附着力が大なるによる。水銀が硝子に附着しないのは、何故か。

3. **表面張力** 液體の表面には、引張られたゴム膜のやうに各部に張力がはたらいて居り、そのために收縮して最小の面積を取らうとす

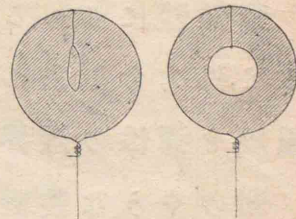


る。この力を**表面張力**といふ。葉末にやどる露や管から吹出された

石鹼玉が球形をなし、水蟲が水面を歩き、静かに水面に置かれた縫針が浮ぶことなどは、皆表面張力による。

圖のやうに針金の枠に絲の輪を結び付け、これを石鹼液に浸して枠に石鹼膜を張り、絲の輪の中の膜を針先で突き破ると、絲は圓形となる。又石鹼玉を吹いた

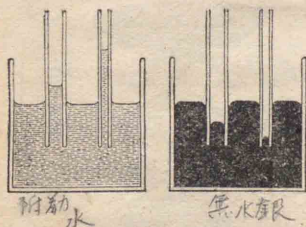
後、口を去れば石鹼玉は次第に收縮して小さくなる。



4. **毛管現象** 甚だ細い硝子管(毛管)を水中に立てると、管内の水面は或高さまで昇り、水銀中に立てれば管内の水銀面は下る。このやうな現象は管が細いほど著し



いので、これを**毛管現象**といふ。毛管現象は細い管のみに限らず、すべて二物體の狭い隙間に起るものである。吸取紙がインキを吸ふのも毛管現象による。



5. **固體の彈性** 固體に他から力を加へてこれを曲げ、振り又は引延ばし、或は押縮めると、その形状又は體積が變はる。これを**歪む**といふ。固體が外力のために歪む時は、舊の状態に復しようとする力を生ずる。この力を**弾力**といひ、この性質を**彈性**といふ。すべて彈性を有する物質を**彈性體**といふ。

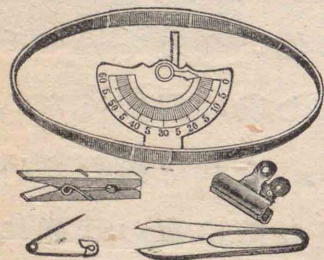
弾性體に加へる力の大きさが或限度を越え
ると、外力を取去つても原狀に復しない。この
極限を弾性の限界といふ。

圖のやうな装置でゼンマイの下端
の錘を2倍、3倍と次第に増せば、これ
に應ずるゼンマイの伸びも2倍、3倍
になる。

弾性の限界内に於ては歪は外力に正比
例する。

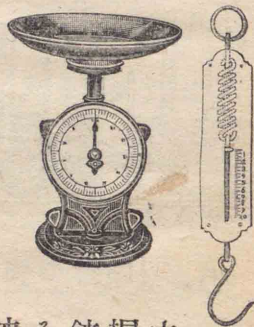
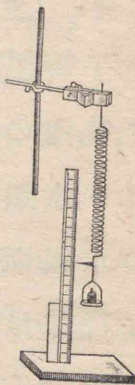
これをフックの法則といふ。

ゼンマイ秤は弾性を利用し、
フックの法則によつて物體の
重さなど、力の大きさを測るに



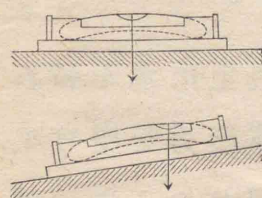
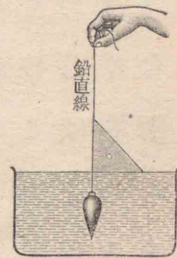
用ひられ
る。又、紙挟み・鉤握力
計・錠前などはバネの弾性
を利用したものである。

問 長さ20糎のゼンマイに100瓦の物體を吊したら
25糎に伸びた。次に或物體を吊したら40糎に延
びたといふ。この物體の重さを求めよ。



第3章 液 體

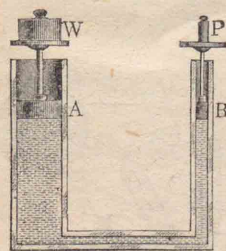
1. **液體の表面** 液體を器に
入れれば、その表面は常に鉛直線
と垂直になつて靜止する。この
表面を水平面といふ。



水準器は液體のこの性質
を利用したもので、面が水平
であるか否かを檢する装置
である。

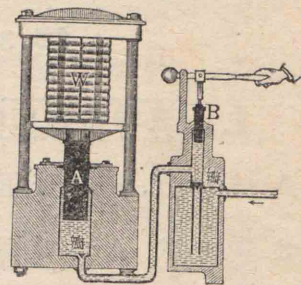
2. **液體による壓力の傳達** 實驗によれば、
密閉した液體の一部に壓力を加へると、器壁のどの
部分にも同じ強さの壓力が増加する。

これをパスカルの原理といふ。



圖のやうに大小2箇の圓筒
を連ねた器に水を入れ、兩圓筒
の夫々密合する二つの活
塞に重さ W, P の錘を載せて釣合せ
ると、ピストンの面積を A, B と
すれば、 $W:P=A:B$ の關係がある。それで面積

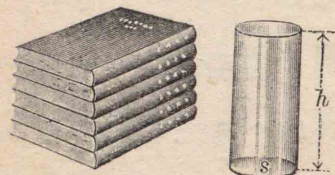
AがBに比して大であれば、
 小さな力Pを大きな力Wと
 釣合はしめることが出来る。
 水圧機はこの理を應用し、重
 いものを揚げ或は物體を壓
 搾する時などに用ひられる
 ものである。



水圧機

3. **重力による液體の壓力**

机上に本を積み
 重ねれば、下の本ほど上から強い壓力を受ける。

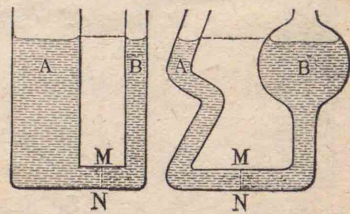


これと同じやうに、液體
 も下層ほど上層からの
 壓力を多く受ける。液
 體を入れた圓筒の底が

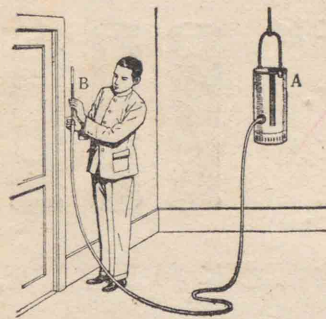
受ける全壓力は、明かにその液體の重さに等し
 いから、液の深さに比例する。

4. **連通管**

底の相
 通ずる容器即ち連通管
 の一方から液體を入れ
 ると、管の形狀に關係な



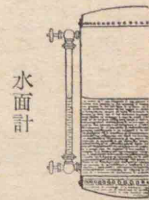
へ水は各支管中に等しい高さまで昇つて、その



水盛り

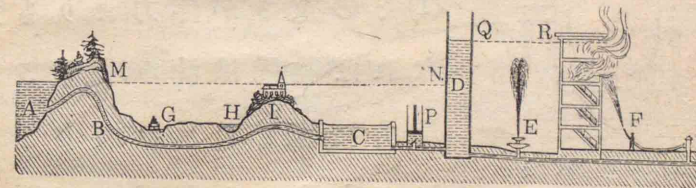
連通部の左右の壓力が
 等しくなつ
 て止まる。

大工が地
 形工事など



水面計

に用ひる水盛り、汽罐や
 水タンクなどの水面計、噴水や掘抜井戸から清
 水が湧き出、水道の水がカランから^{ほとぼし}進り出るの
 も皆連通管の理による。



水道による水の供給

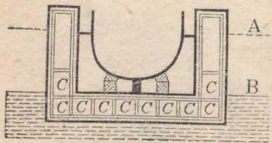
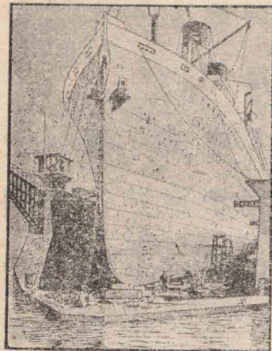
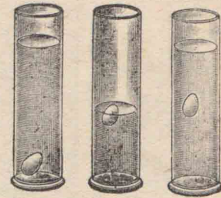
5. **アルキメデスの原理**

實驗によれば、
 液體中にある物體は、その物體の排除した液體の重
 さだけ軽くなる。

これをアルキメデスの原理といふ。これは、水
 の壓力により、物體にその重さと反對向きの作
 用即ち浮力を及ぼすからである。

6. 物体の浮沈 水中に静

かに卵を入れて見るに沈む。
次に、濃い食塩水中に入れて見るに浮ぶ。



浮船渠の圖(上) 及びその断面圖(下)

室Cに水を充たすと、船渠はA線まで沈むから、中に船艦を入れ、後C内の水を汲み出して船渠を浮かせる。

又濃い食塩水に卵を浮かせ、これに少しづつ、水を加へると、やがて卵はどこにでも止まるやうになる。

物体を液體中に入れる時、(1)その重さが浮力よりも大ならば物体は沈み、(2)重さが浮力に等しければ液中どこにでも止まり、(3)重さが浮力よりも小ならば物体の一部分は液面に浮び出る。

一般に固體が液體に浮ぶ時は、その排除した液體の重さとその固體の重さとは相等しい。軍艦の重さ(噸數)をその排水量によつて表はす如きは、この理による。

潜水艦・浮船渠などには、何れも耐水壁で仕切

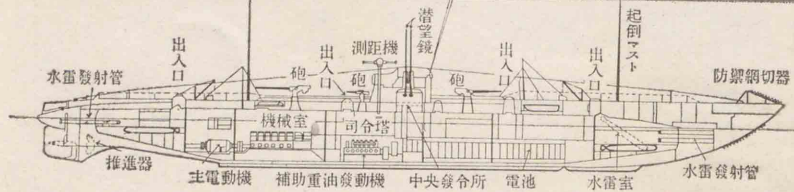
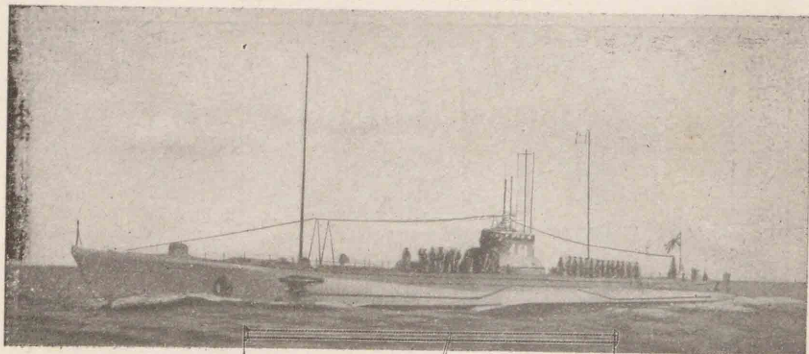


アルキメデスの原理發見

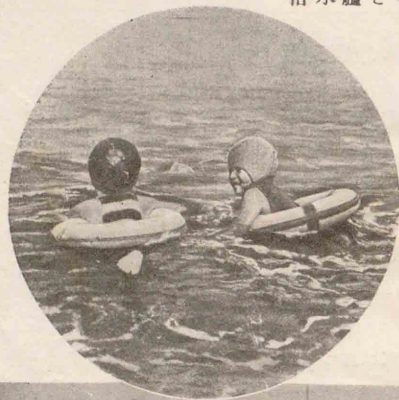
アルキメデスはシチリア島のシラクサに生れた。アレキサンドリア大學に學び、數學及び自然科学に關する發見發明が頗る多い。中でも槌子の原理及び彼の名を負ふアルキメデスの原理の發見は最も有名である。

シラクサの王が或時工人に純金の王冠を作らせた。所が、それが出来上つた時、幾分の銀が混つてゐはしないかと疑はれた。そこでアルキメデスに王冠を鍛きぬやうにしてそれを鑑定するやうに命じた。アルキメデスはこの難問を解くのに苦しんだが、或時風呂に入つてふと解決の方法を思ひ付き「遂に發見した」「遂に發見した」と呼びながら裸の儘で家に歸つたと傳へられてゐる。

浮力の應用



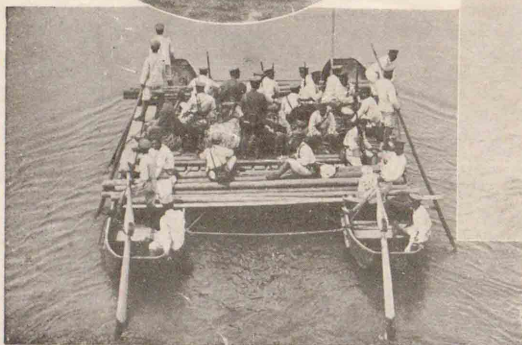
潜水艦とその構造



浮囊



死海に於ける游泳



鉄舟門橋



浮囊舟

つた特殊の室に海水を導いて沈ませ、排除して浮ばす。魚はどうして浮沈するか。

7. **密度・比重** コルクはこれと等體積の鉄よりも軽い。これは、等しい體積に於ける質量が小さいからである。一般に或物質の單位體積の質量をその物質の密度といふ。

體積 v 立方糎の質量が m 瓦である物質の密度は、毎立方糎 $\frac{m}{v}$ 瓦である。

物質	比重	5	10	15	20
白金	21.4	[Bar chart showing relative density values]			
金	19.3	[Bar chart showing relative density values]			
鉛	11.34	[Bar chart showing relative density values]			
銀	10.50	[Bar chart showing relative density values]			
銅	8.90	[Bar chart showing relative density values]			
眞鍮	8.40	[Bar chart showing relative density values]			
鐵	7.8	[Bar chart showing relative density values]			
亞鉛	7.1	[Bar chart showing relative density values]			
全剛石	3.52	[Bar chart showing relative density values]			
アルミニウム	2.70	[Bar chart showing relative density values]			
硝子	2.6	[Bar chart showing relative density values]			
硝水	0.92	[Bar chart showing relative density values]			
コルク	0.24	[Bar chart showing relative density values]			
水銀	13.6	[Bar chart showing relative density values]			
グリセリン	1.26	[Bar chart showing relative density values]			
牛乳	1.03	[Bar chart showing relative density values]			
海水	1.03	[Bar chart showing relative density values]			
水	1.00	[Bar chart showing relative density values]			
石油	0.8	[Bar chart showing relative density values]			
アルコール	0.79	[Bar chart showing relative density values]			

或物質の重さと、これと等體積の水の重さ(溫度 4° に於ける)との比を、その物質の比重といふ。

1) 或物體の質量とは、その物體に含まれる物質の量をいふ。

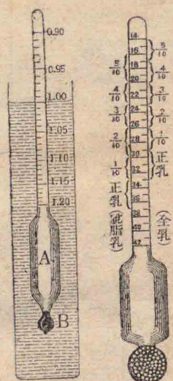
水 1 立方糎の重さは温度 4° の時 1 瓦であるから、或物質の密度を C.G.S. 制⁽¹⁾で示す数はその比重に等しい。

純粋な物質の比重は夫々一定である。前頁の表は各種物質の比重を示す。

8. **比重の測定** アルキメデスの原理を應用すれば、物質の比重を簡単に求めることが出来る。例へば水に溶けない水よりも重い固体の比重 S は、その物体の重さ W と水中に於ての重さ W' を測れば、次の式から求められる。

$$S = \frac{W}{W - W'}$$

又液体の比重を簡便に測るには、つぎばかり浮秤(比重計)を用ひる。即ちこれを液中に立て、浮び出る管部の液面に於ける目盛でその液体の比重が讀まれる。牛乳の比重を測る乳調計はこの一種である。



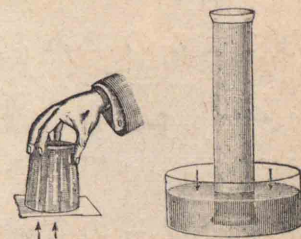
浮秤

1) C.G.S. 制とは糎 (Centimetre), 瓦 (Gram), 秒 (Second) を基本とした単位制のことである。

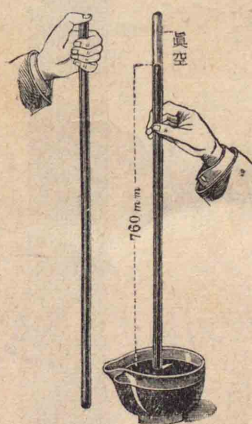
第 4 章 氣 體

1. **大氣の壓力** 地表にある物体は大氣の底にあるから、その重さによる壓力を受けてゐる。この壓力を大氣の壓力又は氣壓といふ。

コップに水を充たし、その上に厚紙の蓋をして圖のやうに倒さにしても水はこぼれない。又圓筒に水を充たし、これを水槽中に倒さに立てても水は圓筒から流れ出ない。



氣壓を示す實驗



トリチェリーの實驗

上の實驗は大氣の壓力を示すものである。トリチェリーは長さ約 1 米の硝子管に水銀を充たしこれを水銀槽の中に倒さに立てて、大氣の壓力が高さ約 760 糎の水銀柱の壓力に等しいことを明かにした。

760 糎の水銀柱の壓力を 1 氣壓といひ、壓力を測る

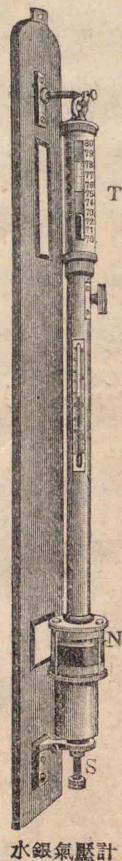
単位に用ひる。水銀の密度は毎立方糎約 13.6 瓦であるから、1 氣壓は毎平方糎 1033.6 瓦(=13.6×76) 即ち約 1 疋の重さに當たる。



くた
管で水を吸ひ、スポイトでインキを取出し得るのは、何れも大氣の壓力によるのである。(その理を考へよ。)

2. **氣壓計** 氣壓を測るには氣壓計(晴雨計)を用ひる。水銀氣壓計はトリチェリーの實驗装置の水銀槽を革袋にしたもので、下部にあるネヂ S を廻はし槽中の水銀面を上下させて、その上にある象牙針 N に觸れるやうにし、この點を基準として施してある目盛 T によつて、水銀柱の高さを讀み、その時の氣壓を知る。

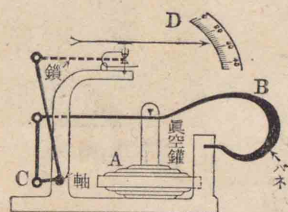
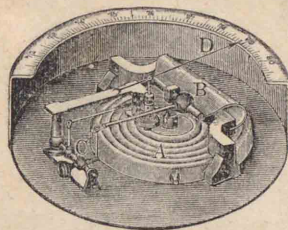
アネロイド氣壓計の主要部は、内部の空氣を稀薄にした金屬製の函で、その函の表面が氣壓のために押し込められる程度を指針に傳へ、それを大き



水銀氣壓計

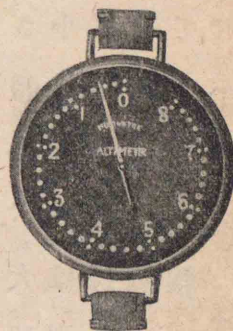
く見易いやうにして測る。この氣壓計は携帯用・自記用として甚だ便利である。

氣壓は高さによつて異なるから、山や飛行機上で氣壓を測りその高さを知ることが出来る。このため



アネロイド氣壓計

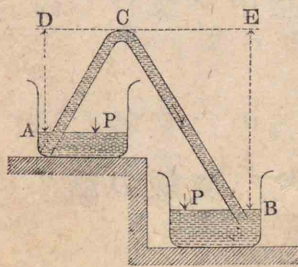
めに造られた氣壓計を特に高度計といふ。



高度計

3. **サイフォン** 圖のやうに長短 2 脚を有する曲管に水を充たし、その短脚を高所の水槽 A 中に入れ、長脚を低所の水槽 B 中に入れて開けば、A の水面が B の水面よりも高い間は、水は

絶えず A から B に流れ移る。この装置をサイフォンといふ。サイフォンは器を傾けずに液體を他に移す時に用ひられる。

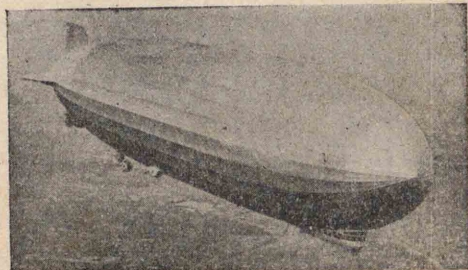


4. **空気の浮力** 液体に浮力があるやうに、氣體にも亦浮力があつて、大氣中の物體はその排除する空氣の重さだけ軽くなる。空氣の密度は水に比べて甚だ小さく、浮力も極めて小さいが、物體の重さが大氣の浮力よりも小さい時は、物體は大氣中に浮ぶ。



緊留氣球

輕氣球は大氣の浮力を利用したもので、その要部は、水素のやうな輕い氣體をつめた薄い氣囊である。航空船は氣囊によつて空中に浮び、ガソリン發動機によつて推進機プロペラーをはたらかせ、空中を航行し得るやうになつてゐる。



航空船 (ツェッペリン伯號)

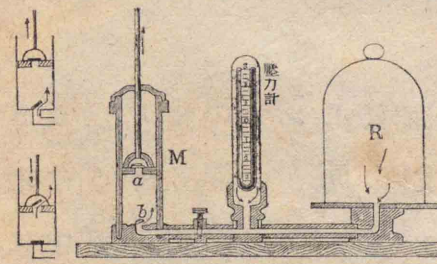
5. **ボイルの法則** 密閉器中に氣體を入れ、これを壓縮すれば壓力を増す。實驗の結果によれば、

溫度一定の時、一定質量の氣體の體積はその壓力に反比例する。

これをボイルの法則といふ。

例へば試験管を倒さに持つてその口を水面に當て、その中に1氣壓の空氣を含ませた場合に、試験管を更に水中深く押込んで、その $\frac{1}{4}$ まで水を侵入させると、管内の空氣の壓力は $\frac{4}{3}$ 氣壓となる。

6. **空氣ポンプ** 空氣ポンプは、ピストンを上下して密閉した容器内の空氣を抜取る装置



空氣ポンプ

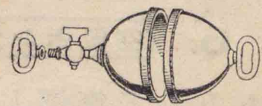
である。圓筒Mの中に上にのみ開く瓣aの附いたピストンがあり、底にも同じやうに開く瓣bがある。そこか

ら硝子鐘Rに細い管がつながつてゐる。今、ピストンを上げると、その下の空氣は體積が増すから壓力は減り瓣aは塞がり、Rからの空氣は瓣bを押開いて入り来る。次にピストンを下げると、その下の空氣は體積が減るから壓力を

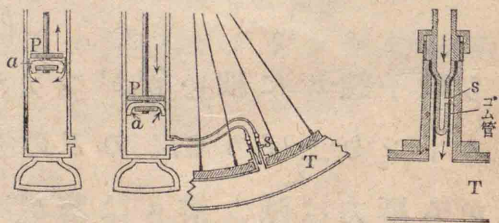
増し、瓣 *b* は塞がり中の空気は瓣 *a* を押開いて外に出る。それでピストンを上下させると、鐘 R 内の空気は次第に抜取られる。

空気ポンプは工業上では、電球、ラヂオ用真空管等の排氣に用ひられる。又これを用ひて次の實驗をすれば、大氣の壓力の意外に強大であることがわかる。

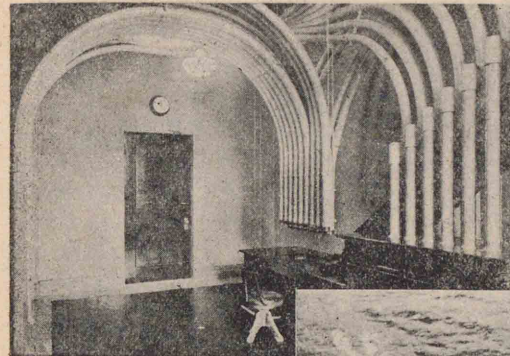
鉄で作つた中空の半球(マグデブルグの半球)二つを密着させ、内部の空気を抜取つてから、兩半球を引張つても容易に引離すことが出来ない。



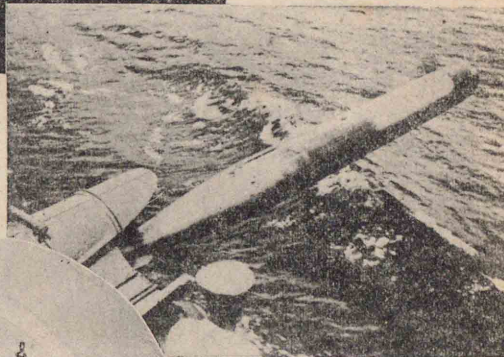
7. **圧縮ポンプ** 空気ポンプの瓣を二つとも前に述べたのと反対の向きに開くやうに取附けて、これをはたらかすと、空気を密閉器中に壓入することが出来る。次に示すのは、自轉車のタイヤやフットボールなどに空気を壓入するに用ひられる**壓縮ポンプ**である。



壓縮空氣の應用

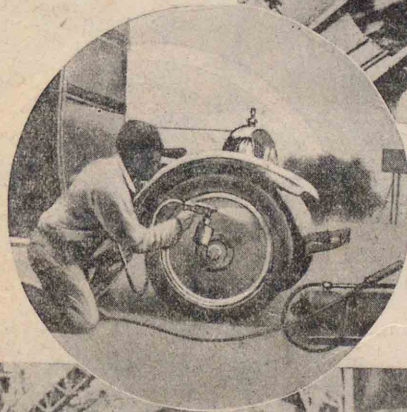


← 通信筒の氣送

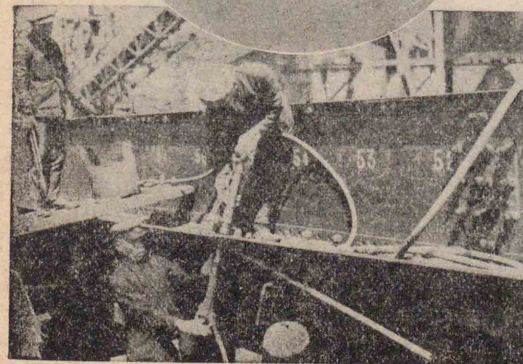


↓ 魚形水雷の發射

塗料の吹附塗裝 ↓

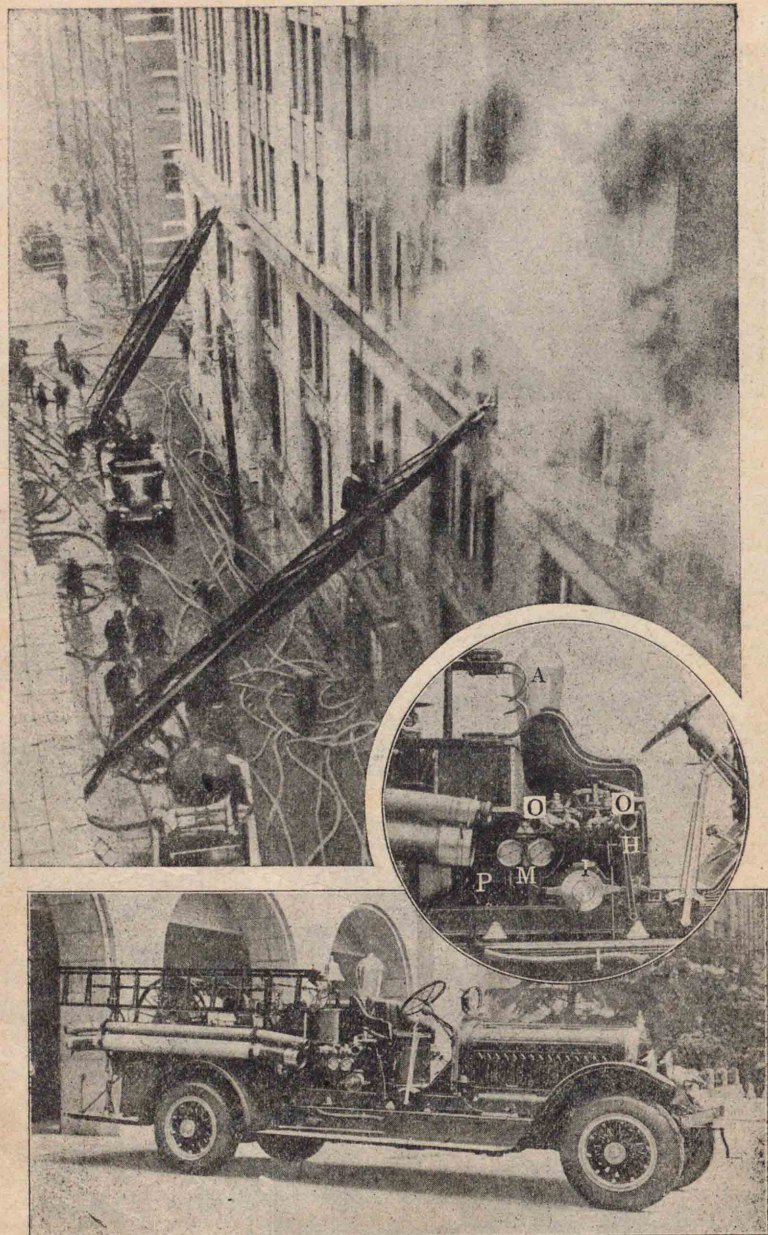


鉄板の鉄打 ↓



↑ 道路の破壊





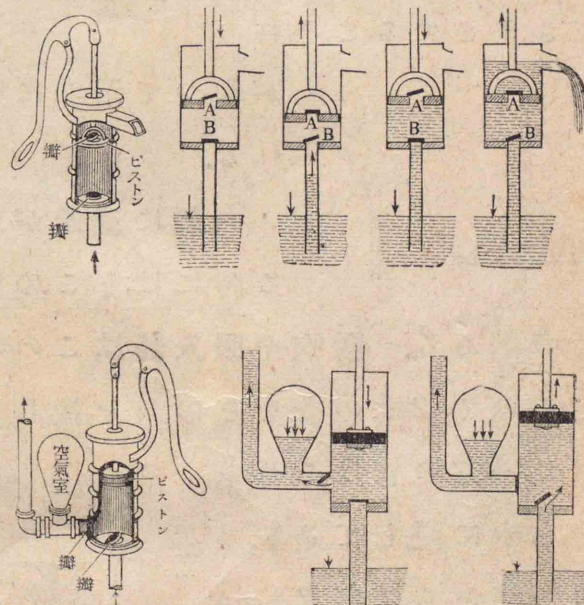
下圖は消防用ポンプ自動車で、中圖はその主要部を示す。Aは空氣室、Iは吸水孔、Oは放水孔、Hは把手、Pはポンプのある所、Mは壓力計である。

壓縮ポンプによつて得られる壓縮空氣は、汽車・電車のブレーキ、電報の氣送及び鋸鋸機鑿岩機魚形水雷などの動力として近來甚だ廣く用ひられてゐる。

8. **水ポンプ** 水ポンプは大氣の壓力を利用

して水を汲上げる装置で、吸上ポンプと押しポンプとがある。

圖についてその構造及び作用を研究せよ。



吸上ポンプ(上)と押しポンプ(下)の理

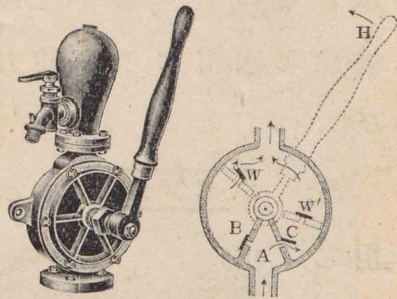
問 押しポンプの空氣室はどんなはたらきをするか。(ボイルの法則を参照せよ)

家庭用の羽根ポンプは、二つの吸上ポンプを組合せ

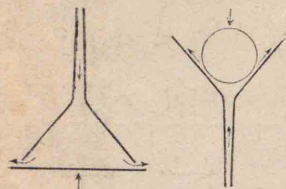
たもので、その要部は下の圖に示すやうになつてゐる。

9. 流體の吸入作用

圖のやうに漏斗の管口から強く空氣を吹き送つて、半紙又はポンポンの球を吹き飛ばさうとするとき、それ

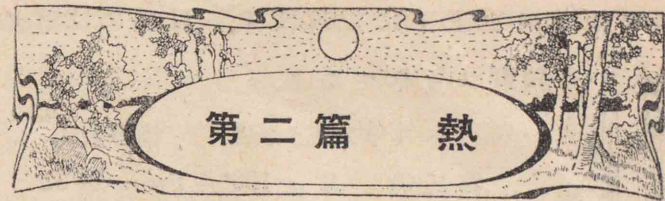


が却つて漏斗に吸ひ附けられる。



一般に流體が急速に流れる時には、その壓力は減る

ものである。霧吹や吸入器はこの理を應用したもので、2本の管をその口を接して直角に取附け、一方の管はこれを水中に浸してある。横の管から空氣又は水蒸氣を噴出させるとき、水に浸した管の上部の壓力が減り、水は管中に昇り、管口で吹き飛ばされて霧となる。

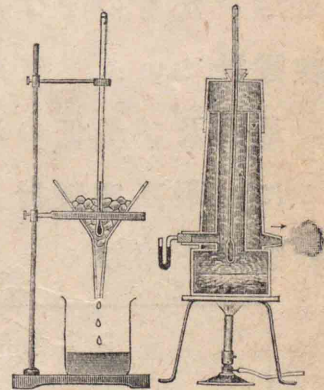


第1章 溫度・熱量

1. 溫度寒暖計

物體の冷温の度合を溫度といひ、これを測るには寒暖計を用ひる。普通に用ひられる水銀寒暖計は、溫度の昇降によつて水銀の膨脹・收縮する性質を利用したものである。

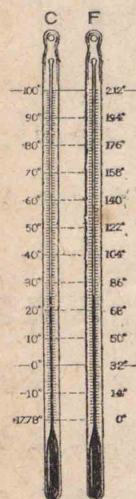
水銀寒暖計は、内徑の一樣な硝子細管の一端を圓筒形(球部といふ)にし、こゝに水銀を充たし管内の空氣を抜取り他端を封じたものである。その球部を融けつゝある氷



の細片中に入れた時に、水銀頭の止まる所を氷點といひ、又1氣壓の下で沸騰してゐる水から生ずる水蒸氣中に入れた時水銀頭の止まる所を沸點といふ。

目盛は氷點と沸點とを標準とし、その間を等分して

施し、なほこれを上下にも及ぼす。目盛には次の2種が用ひられてゐる。



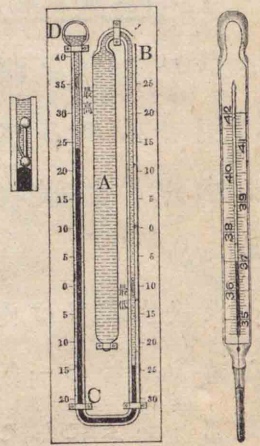
	氷點	沸點	換算公式
攝氏(C)	0°	100°	$F = \frac{9}{5}C + 32$
華氏(F)	32°	212°	$C = \frac{5}{9}(F - 32)$

攝氏4度を4°C、華氏32度を32°Fとも書

く。本書では専ら攝氏の温度を用ひる。

水銀の代りに着色したアルコール

を用ひたものをアルコール寒暖計といふ。又或時間内の最高及び最低の温度を測るには、最高寒暖計及び最低寒暖計を用ひる。



シックスの最高最低寒暖計 體温計

日常生活に必要な温度表

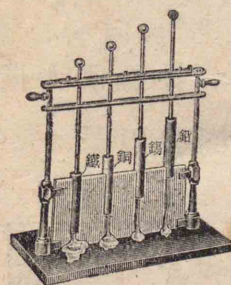
體温(大人脇下).....36.2—36.8	煎茶・コーヒー等の飲み加減68
同(小兒同).....36.5—37.0	葛湯.....70
入浴の温度.....41—45	煮物.....100
乳兒入浴の温度.....40—41	揚物.....170—180
幼兒に與へる乳.....40	半熟卵.....70(20分間)

體温計は一種の最高寒暖計で、水銀寒暖計の球部に近い部分の内徑を特に狭くしたもので、温度が昇る時は水銀は膨脹して狹隙を通過するが、降る時は水銀柱はこゝで切れて下がらないやうになつてゐる。

2. 熱量の單位 高温度の物體Aと低温度の物體Bとを接觸させるこ、Aの温度は降りBの温度は昇つて、遂に兩者の温度は同一となる。この時熱がAからBに移つたといふ。

水1瓦の温度を1°だけ高めるに要する熱量を單位に用ひ、これを1カロリーといひ、1000カロリーを1疋カロリーといふ。

3. 比熱 質量相等しい鉄・銅・錫及び鉛を同



温度に温めてこれをパラフィン上に載せるこ、パラフィン

の融解する程度が異なるのを見る。

上の實驗から、質量の相等

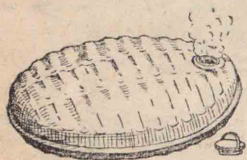
比熱の表

鉛・金・水銀.....	0.03
錫.....	0.05
銀.....	0.06
銅・亜鉛.....	0.09
鉄.....	0.11
硝子(クラウン).....	0.16
アルミニウム.....	0.21
氷.....	0.50
アルコール.....	0.55
水.....	1.00

しい物質が同温度に於て有する熱量は、物質により夫々異なることがわかる。

或物質1瓦の温度を1°だけ高めるに要するカロリーの数を、その物質の比熱といふ。水の比熱は1である。

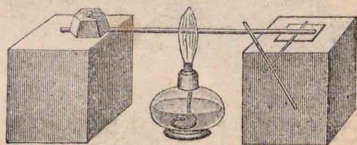
水の比熱は物質中最大であるから、同温度等質量の色々な物質中では最大の熱量を持つ。それで物を冷やすにも温めるにも、水を用ひるのが有効である。



湯タンポ

第2章 膨 脹

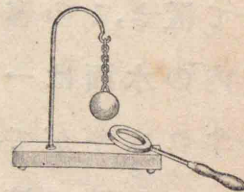
1. **固体の膨脹** 物体は温度が昇れば大抵膨脹し、温度が下れば収縮する。固体の長さが温度の昇るに伴ひ膨脹することを線膨脹といひ、温度0°で単位長さをもつものが温度1°昇る毎に何ほど延びるかを示す数を、その固体の



固体の線膨脹

線膨脹係数といふ。又物体の体積が温度の昇るに伴ひ増加することを體膨脹といひ、温度0°で單位の

體積をもつものが温度1°昇る毎に何ほど増すかを示す数を、その物体の體膨脹係数といふ。體膨脹係

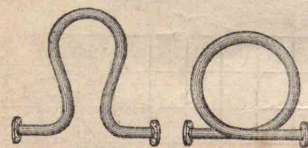
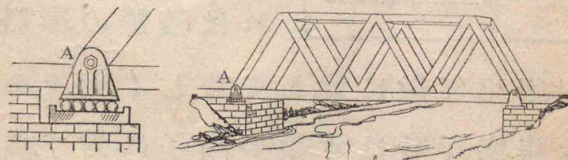


固体の體膨脹

真 鐵.....	0.000019
銅.....	0.000017
鉄.....	0.000012
セメント.....	0.00001
白 金.....	0.000009
硝 子.....	0.000009
白金イリヂウム(9:1)	0.0000086
磁 器.....	0.000003
石英硝子.....	0.0000004

数は線膨脹係数の3倍に等しい。

温度の昇降による固体の伸縮は



水蒸氣誘導管の継手

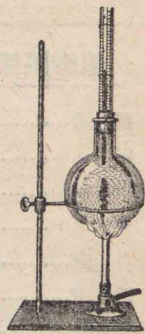
甚だ小であるが、これを妨げる時は極めて強大な抵抗力を生ずる。軌道の接目、鉄橋の端、水蒸氣の誘導

管などには、通常伸縮による破壊作用を防ぐ装置がしてある。

固 石英硝子を熱して水を注いでもこはれぬ理如何。

2. 液體の膨脹 着色した水をフラスコに

充たし、圖のやうに細い硝子管を通した栓をなし、水を管内に少し上らせて置き、この容器を急に熱すれば管内の水面は一時少し下るが、更に熱すればやがて上昇する。



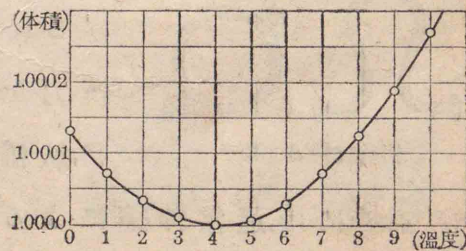
上の實驗で、液が管中を上昇する

エーテル.....	0.00151
アルコール.....	0.00101
水 銀.....	0.00018

のは水とフラスコとの膨脹の差が現はれたもので、これを見掛けの膨脹といふ。これは液體の膨脹係數が固體

の膨脹係數に比して著しく大であるのによる。水銀寒暖計は水銀の硝子に對する見掛けの膨脹を利用したものである。

水の膨脹・收縮は他の液體のさ大いに異なり、0°から4°までは溫度が昇るにつれ

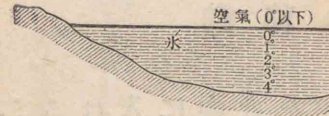


水の體積と溫度との關係

て收縮し、4°以上では膨脹する。即ち水の密度

は4°に於て最大である。

この理により冬期、池水は表面から底に向つて凍結する。



3. 氣體の膨脹 圖のやうにフラスコの栓

に曲つた細い硝子管を通し、管内に着色水を一滴入れて指標をなし、フラスコを手で温めると、指標は動いて中の空氣の膨脹を示す。



氣體の體積は壓力によつて變化する(ボイルの法則)ばかりでなく、溫度によつても著しく變化する。液體になり易い氣體を除き、諸氣體の膨脹係數は殆ど同一で、大體次の法則に従ふ。

一定壓力の氣壓の體積は、溫度1°昇降する毎に、0°に於ける體積の $\frac{1}{273}$ づゝ増減する。

これをシャルルの法則といふ。

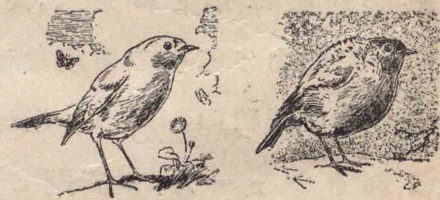
以上のここからわかるやうに、氣體の體積をいふ時には、その溫度と壓力とを明かにせねばならぬ。通常、溫度0°、壓力1氣壓の時を氣體の標準状態といふ。

第3章 熱の移動

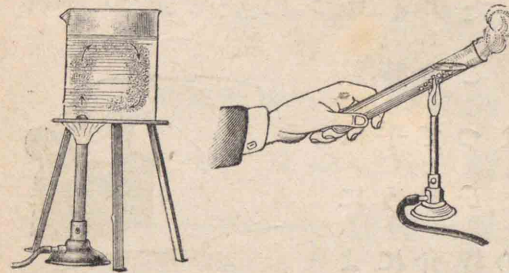
1. **傳導** 鉄火箸の一端を火中に入れると、暫らくして他端までも熱くなる。このやうに熱が物體を順次に温めつゝ、高温度の部分から低温度の部分に移る現象を、熱の傳導といふ。

物體には熱を導き易いものと然らざるものがある。金屬などのやうに熱を良く導くものを良導體といひ、木材・綿・水などのやうに熱を良く導かないものを不良導體といふ。一般に氣體は著しい不良導體である。それで押し潰された蒲團よりも、空氣を含み膨らんだ蒲團の方が餘程温かい。

問 圖は暖かい日と寒い日との小鳥の様子を描いたものである。どうしてそれがわかるか。

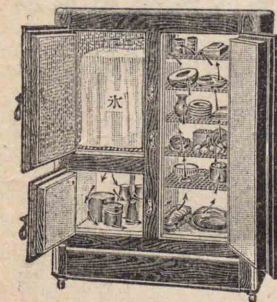


2. **對流** 水は熱の不良導體であるから、試験管に水を入れて上部を熱して、その部分が沸騰するやうになつても下部は冷たい。しかし、



水の對流

熱せられた水が膨脹し軽くなつて昇り、その代りに上部の水が降りて來て、水の循環運動が起るからである。このやうに液體の運動に伴つて熱の移る現象を對流といふ。鉄瓶や風呂の湯が沸くのはこの理による。



家庭用冷蔵庫

氣體も亦對流を起す。煙突は新鮮な空氣を爐の中に送る作用を助け、又室内の換氣

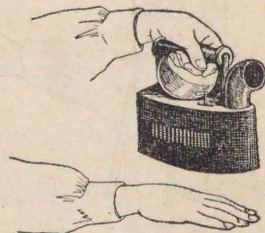


空氣の對流

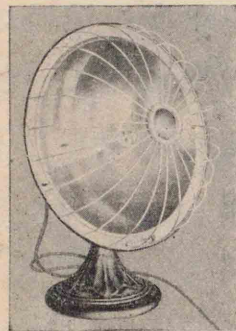
冷蔵庫・暖房装置などでは皆對流を利用する。又、海流や氣流などは自然界に起る大規模の對流である。

問 冷蔵庫で氷を上置く理由を述べよ。

3. **輻射** 熱したアイロンに手を近づければ温かく感ずる。この時、熱は傳導や對流によつて手に移るのではない。かやうに熱が中間の物質の媒介によらず離れた所に直接移る現象を、熱の輻射といふ。太陽から地球に達する



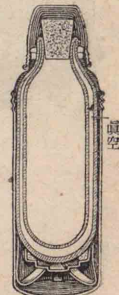
熱の輻射



反射ストーヴ

熱は全く輻射による。輻射による熱は光のやうに直進し、又油煙その他黒い物質には吸収され、磨いた金屬及び白い物質の表面では反射される。反射ストーヴは輻射熱の反射を應用したもので、一定方向を温めるに適する。

魔法壺は硝子の二重壁の間の空氣を排除し、且壁の内面を鍍銀したものである。熱は傳導・對流・輻射の何れによるとも、これを通過・移動し難いから、中に入れたものは冷熱ともにそのまゝ長時間保存される。



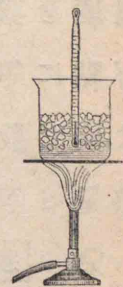
魔法壺

第4章 状態の變化

1. **融解・凝固** 固體に熱を加へると遂には液體になる。この現象を融解といふ。

アルコール	.....-114
水銀	.....-39
氷	.....0
メラフィン	.....28-52
フューズ	.....220-320
鉛	.....327
アルミニウム	.....660
銀	.....960
金	.....1062
銅	.....1083
鉄	.....1527
白金	.....1771
タングステン	.....3400

固體が融解し始めてから全部融解するまでは、引續き熱を加へてもその溫度は昇らない。この一定の溫度をその物質の融解點といふ。



融解の實驗

物質の1瓦を融解して同溫度の液體に變へるに必要な熱量を、その物質の融解熱といふ。

氷の融解熱は非常に大である(80カロリー)から、その融ける時は周圍から多量の熱を吸収する。それで氷は氷囊に入れ、又は魚類保存、冷蔵庫などに用ひられる。



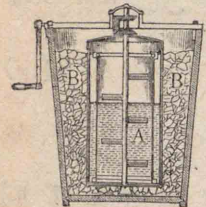
問 0°の水よりも氷で冷やす方が有効な理を問ふ。

液體を冷やせば遂に固體になる。これを凝固といふ。この際も、全部凝固するまで始終同一の溫度を保つ。この溫度を凝固點といひ、その物質の融解點に等しい。液體が凝固する時は、同じ物質が融解の際に吸収する熱量と等しい熱量を放出する。



凝固の實驗

2. **寒劑** 固體が融解又は溶解する際に、外部から特に熱を加へなければ、それ自身及びその周圍の物から熱を奪つて、溫度を下す。碎いた氷3と食塩1との割合に混合すると、その溫度は著しく降り -22° 近くになる。このやうに低溫度を生ずる混合物を寒劑といふ。



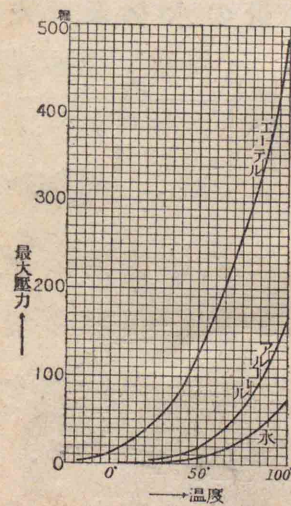
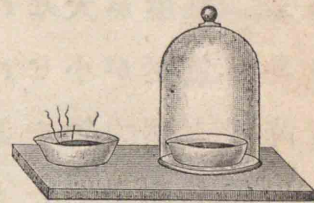
アイスクリーム製造器
A: 原料 B: 氷と食塩

寒劑は、物を冷やし、又アイスクリームなどを作るに用ひられる。

寒劑の表		
混合物	重さの割合	最低溫度
塩化アンモン：氷	20：80	-15.4°
食塩：氷	25：75	-22
塩化カルシウム：氷	59：41	-54.9

3. **氣化・液化** 液體が氣體に變はることを氣化といひ、氣體が液體に變はるのを液化又は凝結といふ。液體の表面からは、溫度の如何にかゝらず常に氣體が発生する。これを蒸發といひ、發生する氣體を蒸氣といふ。

一般に液體を密閉器中に入れて置くに、初めは蒸氣を發生するが、蒸氣の壓力の強さが一定の値に達



最大壓力と溫度との關係

すれば蒸發は止む。この時、蒸氣は飽和したといふ。飽和蒸氣の壓力をその物質のその溫度に於ける最大壓力又は飽和壓力といふ。

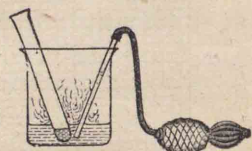
最大壓力は物質によつて異なり、又同じ物質では溫度の高いほど大である。

4. **沸騰** 液體を熱すると蒸發が次第に盛になり、遂には液體の内部からも蒸氣の泡が生じて昇つて來る。この現象

を沸騰といふ。壓力が一定の時は、液體の沸騰する溫度は物質によつて一定し、熱を加へても、沸騰の續く間は溫度は昇らない。この溫度をその壓力に於けるその物質の沸點といふ。氣壓が大なれば沸點は昇り、氣壓が小なれば沸點は降る。壓力鍋や眞空釜はこの理を應用したものである。

水銀	.....357°
水	.....100
アルコール	.....78
アンモニア	.....-33
酸素	.....-183
窒素	.....-196
水素	.....-253

5. **氣化熱** 圖のやうに少量の水を入れた試験管をエーテル中に立て、そのエーテルに空氣を吹き送つて急速に蒸發させると、エーテル及びその容器は著しく冷えて、試験管内の水は氷となる。液體が氣化する時には融解の場合と同じやうに、その状態を變へるために熱を要する。夏庭に水を撒くと涼しいのや、烈しい運動をすれば汗が出て體溫の調節されるのは、それ等が蒸發の際



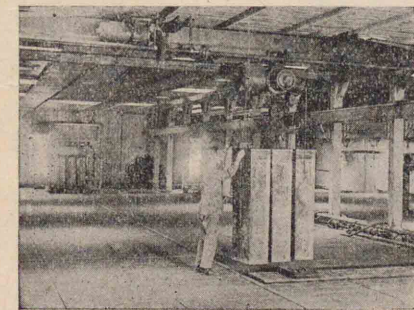
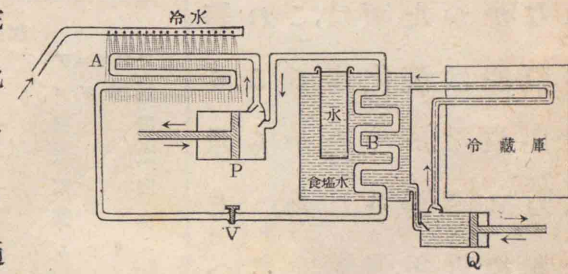
水539
アンモニア341
アルコール205

出て體溫の調節されるのは、それ等が蒸發の際

熱を奪ふによる。或溫度に於ける液體 1 瓦を同溫度の蒸氣に變へるに要する熱量を、その溫度に於けるその物質の氣化熱といふ。

製氷には通常液體アンモニアの氣化熱を利用する。次の圖は製氷機の概要を示す。

ポンプ P によつて壓縮されたアンモニアガスは、水で冷やされ蛇管 A 中で液化する。これを細孔を有する調節弁 V を通じ、低壓管 B 中に噴出・氣化させる。この際、蛇管の周圍にある食塩水は熱を奪はれ約 -10° に降り、この中に浸してある鉄函内の清水は氷結する。噴出・氣化したアンモニアガスはポンプ P に再び



製氷を食塩水中から引揚げるところ

線返し用ひられる。冷蔵庫では、上の装置で得られた寒冷な食塩水を導き、これを循環させて肉類・蠶種などを貯藏する。

この際、蛇管の周圍にある食塩水は熱を奪はれ約 -10° に降り、この中に浸してある鉄函内の清水は氷結する。噴出・氣化したアンモニアガスはポンプ P に再び

6. **空氣の液化** 氣體は強く壓縮するか或は十分に冷却すれば、液化する。しかし或溫度以上では、如何に強く壓縮しても液化しない。この溫度をその氣體の**臨界溫度**といふ。

酸素や水素はその臨界溫度が極めて低いので、かゝる低溫度の得られなかつた頃は、これ等の氣體は液化するこゝが出来なかつたから**永久ガス**と稱された。しかるに近年、強壓を加へた氣體を急に膨脹させると、その溫度が著しく低下することを利用し、次第に冷やして所謂永久ガスをも液化し得るに至つた。

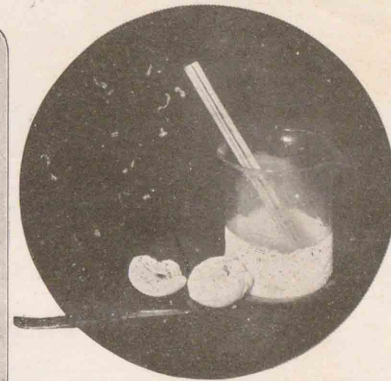
空氣を液化した所謂**液體空氣**は、低溫度を得る實驗用や、空氣中の酸素又は窒素を得るため、工業的に製られてゐる。

臨界溫度・臨界壓力の表

	臨界溫度	臨界壓力
アンモニア	130°	115氣壓
炭酸ガス	31	73
酸素	-118	50
空氣	-140	39
窒素	-146	35
水	-241	14
ヘリウム	-268	2.3

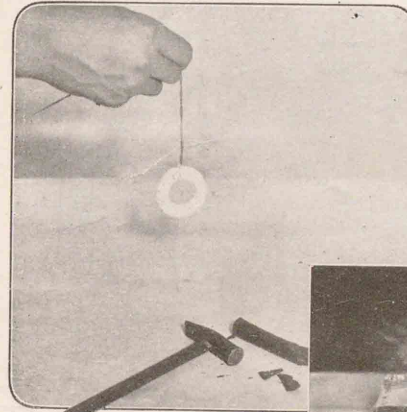
液體空氣の實驗

↑ 凍つた草花は脆くなって毀れる

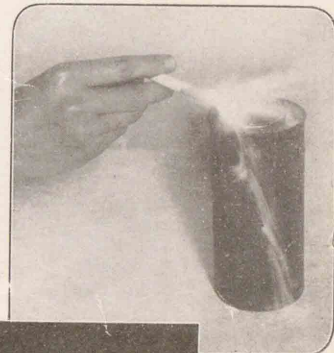


↑ 卵は固化して金屬のやうになる

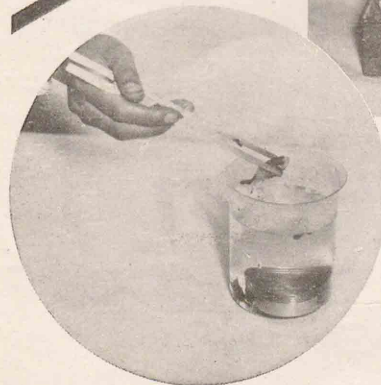
↓ 水銀は凍り、ゴムは弾性を失ふ



水の上で沸騰する↓



↑ 巻煙草にしまして点火すると爆發する



↑ 魚は石のやうに固くなるが、水に入ると再び息を吹き返す



↑ 液體空氣に冷やした金屬球をガスの中に入ると表面に雪を生ずる

第5章 大氣の乾濕

1. **露霜** 河・海・沼・湖その他地表にある水は絶えず氣化・上昇するので、大氣中には常に多少の水蒸氣が含まれてゐる。この水蒸氣は氣溫が降れば、遂に飽和の状態になり、更に降ると水滴を生ずるに至る。この時の溫度を露點といふ。



夜間、寒冷な地

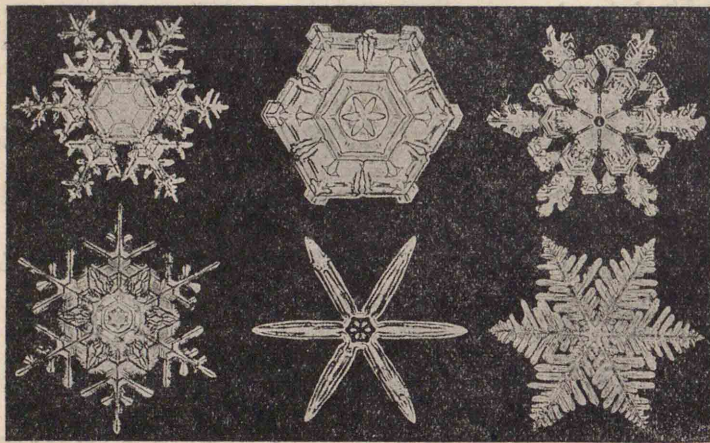
水の循環

表や草葉に觸れて大氣が露點以下に冷える時、大氣中に含まれてゐる水蒸氣の一部は液化して露を結ぶ。若しこの露點が 0° 以下である時、水蒸氣は氷結して霜を生ずる。

2. **霧** 地面に接する氣層中の水蒸氣が凝結して細かな水滴となつて浮游するのが霧である。陸の霧の多くは、夜間、地面とその上の空氣とが冷えてゐる所へ、水蒸氣を含む暖かい他

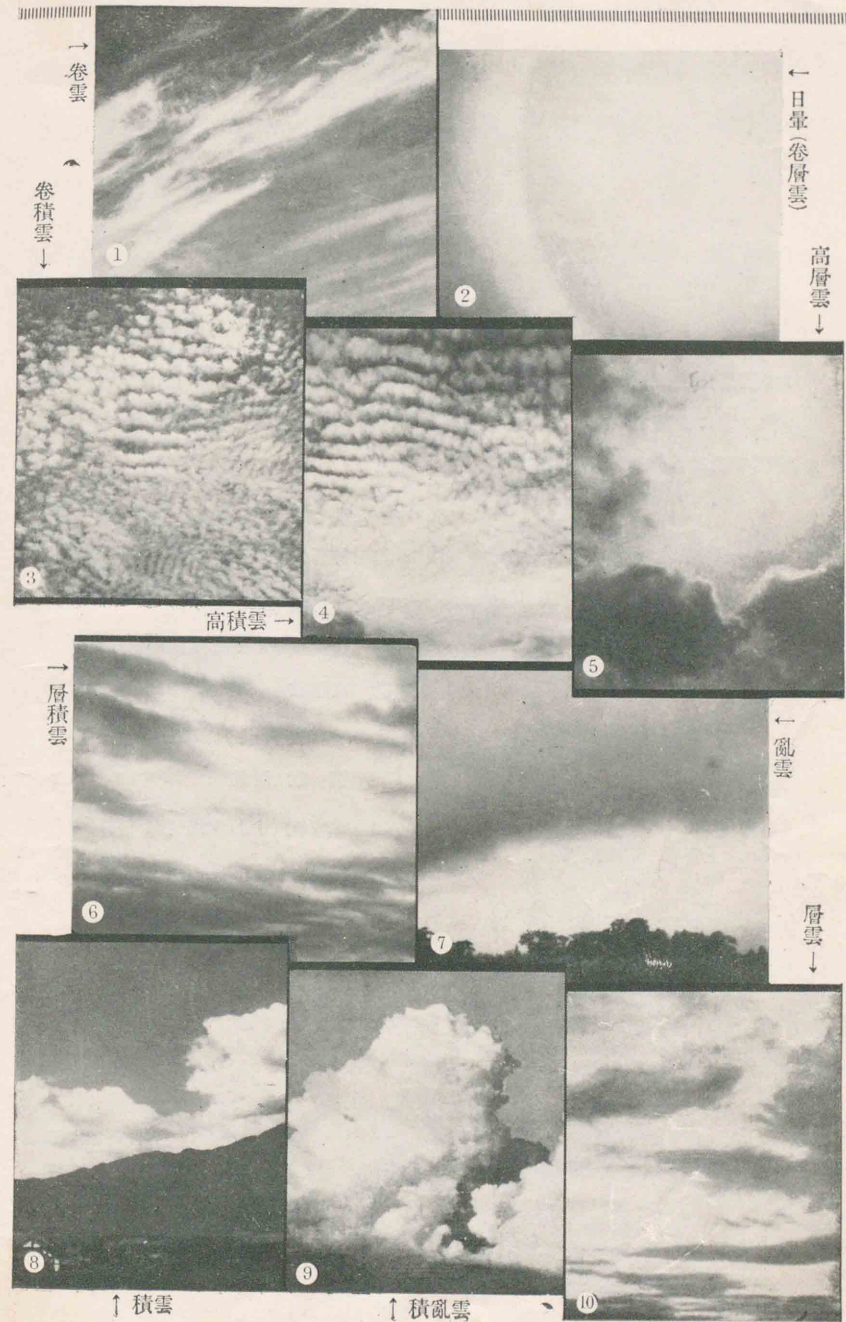
の空気が流れて来る時に生ずる。海では暖流に沿うて流れて来た空気が、寒流に沿うてゐる空気に混ざる時に濃霧を生ずる。

3. **雲・雨・雪** 雲は上層大気中の水蒸気が凝結して生じた細かな水滴の群で、雨はこれ等の水滴が集つて落下するものである。上層大気中の水蒸気が0以下で凝固する時は、氷片の雲を生じ、それが集つて落下するのが雪である。雪片を顕微鏡で見ると、次に示すやうな美しい種々の形のものがある。



雲の形は様々あるが、高さによつて夫々特徴のある雲が現はれる。夏の午後などは、むくむ

種々の雲



雲の分類

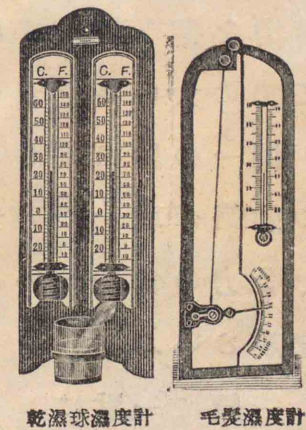
雲は千變萬化極まりなく、まとまりのないやうに思はれるが、よく調べて見ると、或形の雲は常に或高さの所に現はれ、同じ事情の下に出来る雲は常に同じ形をしてゐる。通常雲は5階級10種類に分けられる。

- | | | |
|---------------------------|---|------------------|
| (A) 上層雲 (平均約 9000 米) | { | ① 卷雲(すぢ雲) |
| | | ② 卷層雲(うすもの雲) |
| (B) 中層雲 (平均約 3000—7000 米) | { | ③ 卷積雲(小まだら雲) |
| | | ④ 高積雲(大まだら雲) |
| | | ⑤ 高層雲(くもり雲) |
| (C) 下層雲 (平均約 2000 米) | { | ⑥ 層積雲(かさばり雲) |
| | | ⑦ 亂雲(雨雲) |
| (D) 上昇雲 (平均約 1000 米) | { | ⑧ 積雲(すわり雲・むくむく雲) |
| | | ⑨ 積亂雲(入道雲) |
| (E) 高霧 (1000 米以下) | { | ⑩ 層雲(きり雲) |

くさ湧立つやうな積亂雲(入道雲)が現はれ、秋は澄み切つた空に刷毛ではいたやうな卷雲(すぢ雲)がよく現はれる。

4. **濕度・濕度計** 大氣中の水蒸氣が飽和の状態に近い時は、大氣は濕り水の蒸發が少なくて物を乾かし難く、飽和に遠い時は、蒸發は盛で物の乾きが速かである。大氣中に現存する水蒸氣の壓力 P をその溫度に於ける最大壓力 P' で割つて 100 倍したものが即ち $\frac{P}{P'} \times 100$ を、濕度といふ。濕度を測るには乾濕球濕度計・毛髮濕度計等による。

濕度が小に過ぎると即ち空氣が乾燥すると、身體各部の蒸發が盛になり呼吸器を害し易く、これに反して濕度が大に過ぎると、身體各部の蒸發は減り蒸暑く感じ、飲食物その他に黴^{かび}を生じ易い。保健上適當な濕度は 50—60 である。



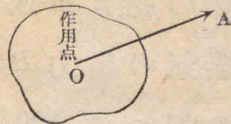
乾濕球濕度計 毛髮濕度計



第三篇 力と運動

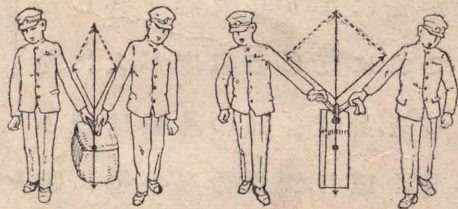
第1章 力

1. **力の合成・分解** 一つの力を言ひ表はすには、それが作用する點、作用を及ぼす方向、その大いさの三要素を明かにせねばならぬ。通常、力を書き表はすには矢を用ひ、その長さを以て力の大いさを表はす。

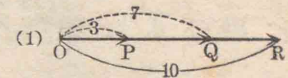


同一の點に同時に二つの力がはたらいてその効果が或一つの力の効果と等しい時、この力を2力の合力といひ、合力を求めることを力の合成といふ。

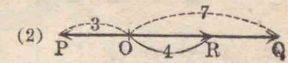
一般に一點にはたらく2力の合力は、その2力を表はす矢を2邊とする平行四邊形の、この點を通る對角線で表はされる。



特に2力が同じ方向にはたらく時は、その合力は二つの矢の長さを加へたもので表はされる。又2力が反對向きの時は合力は差で表はされる。

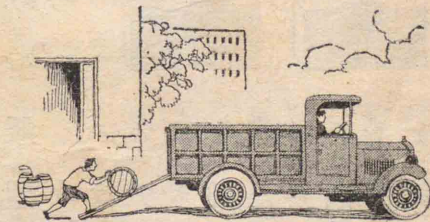


一つの力と同じはたらきをなす數多の力を求めることを力の分解といひ、求められた力をその分力といふ。

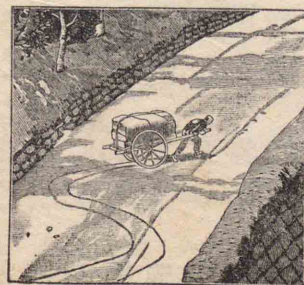


分力は力の合成の逆の方法で求められる。一つの線分を一つの對角線とする平行四邊形は無數にあるから、一つの力を2力に分解する方法も無數にある。

2. **斜面** 水平面と或傾きをなす面を斜面といふ。物體を押し上げるのには、傾斜の緩い斜面を用ひるほど小さな力で足りる。坂道に車を引上げる時、うねり廻はつて行くほど楽なのも、同理による。



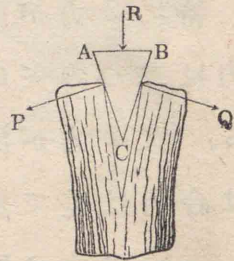
斜面を利用する例



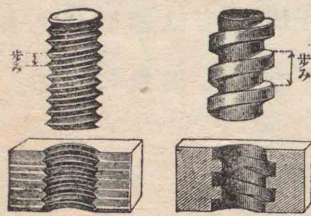
面を用ひるほど小さな力で足りる。坂道に車を引上げる時、うねり廻はつて行くほど楽なのも、同理による。

3. **楔・ネジ(螺旋)**

物體を割り又は重いものを揚げるなどに用ひられる楔は、一種の斜面と見なすことが出来る。それで厚さに比して長さの大なるほど、楔の作用は大となる。小刀・斧などの刃は皆この應用で、刃の薄いほど切味がよい。

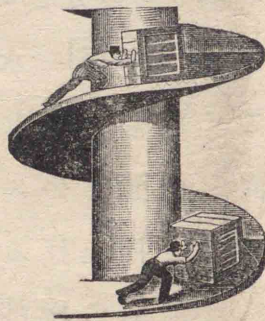


ネジ(螺旋)は雄ネジと雌ネジとから成る。雄



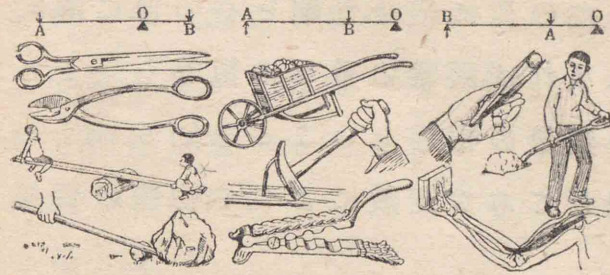
ネジの凸起を山といひ、相隣る二つの山の距離

をネジの歩みといふ。雌ネジに嵌めた雄ネジは1廻轉毎にその歩みだけ進退する。



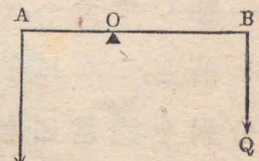
ネジを搦ち込むは斜面を利用して物體を押し上げる作用に類し、力を利することが出来る。ネジ釘・ボルト・ジャック・螺旋壓搾器などは、何れもネジの應用である。

4. **槌子** 支點の周りに自由に廻轉し得る



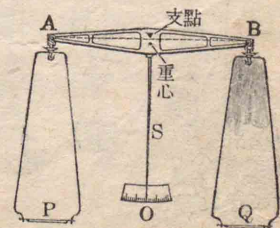
丈夫な棒を槌子といひ、支點O、力點A、重點Bの

位置により3種に大別される。今、Aに力Pを加へ、Bに力Qがはたらく時、槌子が釣合ふとすれば、常に距離の比OA:OBは力の比P:Qの反比に等しい。これを槌子の理といふ。槌子では臂AO,BOの長さの比を適當に選べば、小なる力を加へて大なる力を現はし、或は短距離に力をはたらかせてこれを長距離にはたらかせることが出来る、又遅い運動で速い運動を起させることが出来る。



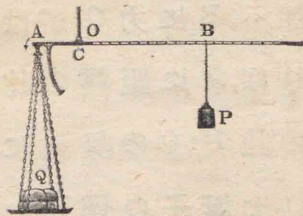
5. **天秤・桿秤** 天秤は、丈夫な金屬製の秤の

中央に支點を有する一種の槌子で、その兩端に重さの相等しい二つの皿を吊したものである。

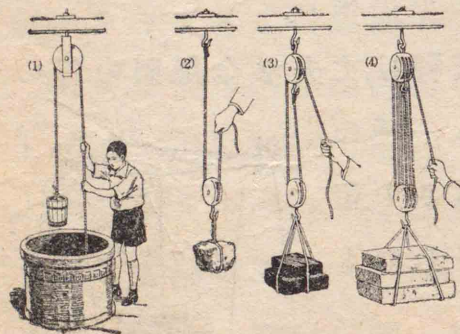


今、物體を左の皿に載せ、分銅を右の皿に置き、桿が水平になれば、兩者の重さの相等しいこと従つてその質量の相等しいことを知る。よつて分銅に記してある瓦數によつて、物體の質量を知る。

桿秤は簡便な秤で、亦槌子の理による。金屬又は木製の桿の端に近い一點Oで支へ、その端に皿を吊し、これに物體を載せ、分銅を適當に移動して桿を水平にして、その時、分銅のかゝつてゐる所の目盛を讀んで、直ちに物體の質量を知る。



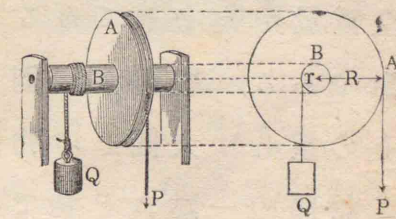
6. **滑車** 滑車には定滑車・動滑車及びそれ等を組合せた複滑車がある。定滑車は兩臂の



長さの相等しい槌子と考へられるから、力に於て利はないが、その方向を變へるに役立つ。動滑車では、その軸に

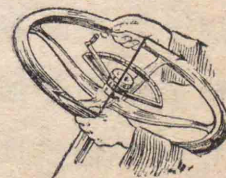
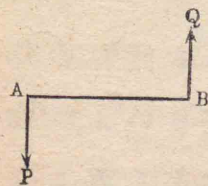
物體を吊し、綱の一端を固定して他端を引上げるのであるが、これは一種の槌子と考へられるから、物體の重さの凡そ $\frac{1}{2}$ の力で支へ得る。複滑車では如何に力を利することが出来るかを考へよ。

7. **輪軸** 輪軸は共通の軸に大小2箇の圓嚮を取附けたもので、大圓嚮Aに捲附けた綱を力Pで引いて、小圓嚮Bに捲附けた綱に吊した物體Qを引揚げ



るやうにして用ひる。輪軸の大圓嚮の半徑が小圓嚮の半徑に比して大なるほど、力を利する。

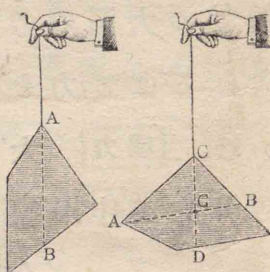
8. **偶力** 大いさ相等しく方向相反する平行2力が作用線を異にして同一物體にはたらく時は、この1對の力を偶力といふ。偶力が物體にはたらく時は、その物體は廻轉する。ネヂを捲き、ハンドルを廻はす時などの力は、何



れも偶力である。

9. **重心** 物体の各部にはたらく重力は、すべてその方向が鉛直である。これ等の平行力の代りに、唯一つの力が一つの点にはたらいておると考へることが出来る。この点をその物体の**重心**といふ。即ち重心は、物体の全重量が集中してあると考へることが出来る点である。物体が規則正しい形をしてゐれば、その重心は大抵その物体の中心にある。

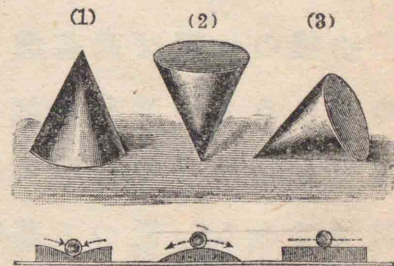
物体の一点Aを糸で吊し、その糸の方向を延長し、次に他の点Cを糸で吊し、その糸の方向を延長する時は、2延長線の交点はその物体の重心である。



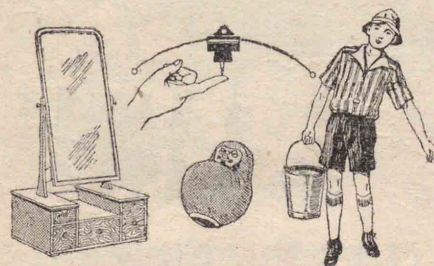
10. **物体の坐り** 物体を机の上や地上に置く時、それを支へる諸点の外周をなす図形の示す面を、その**基底**といふ。物体の重心を通る鉛直線が物体の基底を通らなければ、物体は重力のために倒れる。よつて物

体が釣合ふためには、その重心から引いた鉛直線は、必ず基底を通らなければならぬ。

物体の坐りには3種ある。(1)力を加へて少し傾けても、その力を去れば原の位置に復して倒れないものを**安定**の坐りといひ、(2)力を加へて少し傾けると、直ちに倒れるものを**不安定**の坐りといひ、(3)物体を動かしても、力を去れば動かされたまゝの位置に止まるものを**中立**の坐りといふ。



3種の坐り



安定な坐りの例

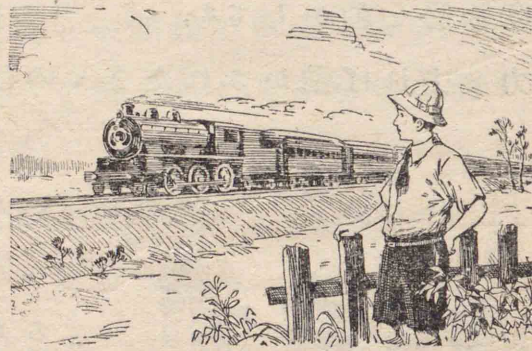
越えれば倒れる。一般に物体はその基底が廣く、重心が低く、重さの重いものほど安定である。

問 彌次郎兵衛の倒れ難い理由を述べよ。

第2章 運動

1. **運動** 物體がその位置を變へることを運動するといひ、位置の變はらぬことを靜止してゐるといふ。

物體の位置は或基準となるものによつて定められるものであるから、運動といひ、靜止といふのも結局その基準となるものに対していふ言葉である。従つて基準となるものが變はれば運動の有様も變はる。例へば進行中の汽車内に坐つてゐる人は地面に対しては運動してゐるが、その汽車に対しては靜止してゐる。又汽車から見れば地面は運動してゐるが地面に立つてゐる人から見れば汽車は運動してゐる。普通には運動・靜止といふのは地面に対していふのである。



2. **速度・加速度** 運動にはいつも速さと方向とが考へられる。速さは單位時間に物體の通過した距離で測る。例へば5秒間に20米進む汽車の速さは毎秒4米または4秒米であるといふ。

速さの表 (秒米)

歩	行	1-2
市	内 電 車	3.5
自	轉 車	3.5-5.5
自	動 車 (平均)	9
汽	車 (停車時間を含む)	9
疾	走	10
汽	船	10-13
飛	行 機 (平均)	50
風	(本邦地上最大)	50
燕		40-70
光	(真空中)	300000000

運動の速さと方向とを併せ考へたものを速度といふ。眞直な線路の上を全速で走る汽車や風のな

いときに降る雨滴は速さも方向もほゞ一定な所謂等速度運動をしてゐるが、高所から落ちる物體や停車場を發した汽車は速度が次第に變化する所謂不等速度運動をする。

不等速度運動に於て、その速度の變はる割合を加速度といふ。加速度は單位時間に變はる速度の割合で測る。例へば真空中を自然に落下する物體の加速度は毎秒980秒糎である。これを980秒々糎の如くにも書き表はす。

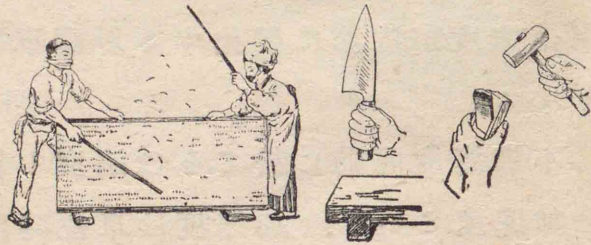
3. **慣性の法則** すべて物體は、他の物體からの作用を受けなければ、静止してある物體がひとりでに動き出したり、運動してある物體が自分だけで速さや方向を變へたりすることはない。言ひかへれば、

外からの力の作用を受けなければ、静止してある物體は常に静止の状態を續け、運動してある物體は同一直線上を一定の速さで運動し續ける。

物體のこの性質を慣性又は惰性といひ、上の法則を慣性の法則といふ。

車が急に前進を始める時に、車中の人が反對の方向に倒れ、又進行してある車が急に止まる時に、中の人

その方向に倒れるのや、車が急に右に曲がる時に人が左に

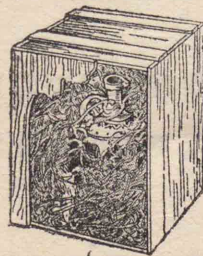


倒れるのは、皆慣性による。その他壘を叩いて塵を落とし、庖丁の柄を打つてそれをはめ、鉤の臺を打つて刃を抜差しするなどは、何れも慣性の應用である。

4. **打撃衝突** 物體の運動を急に止めるには、徐々に止めるよりも大なる力を要する。打撃や衝突の際には、極めて急に運動が止まるから、非常に大きい力が現はれる。この時、運動してある物體の質量が大であれば、その力は一層著しい。釘を板に打込む場合に金鎚を急に振り下すのや、急速度で飛行する砲彈が物體にあたつて破壊作用をなすのは、皆この理による。



打撃や衝突による損害を避けるには、力のはたらく時間を長くし、これを徐々に止めるやうにすればよい。人力車・自動車などにバネや空氣入のゴム輪を使用して激動を避け、荷造りに藁や綿などを用ひて破損を防ぐのは、皆この例である。

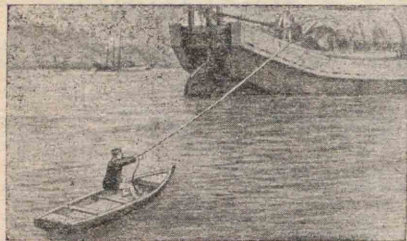


瓶の荷造り

問 硝子製のコップを壘の上に落せばこはれることは少いが、石の上へ落すとはれやすいのは何故か。

5. 反作用の法則

船に乗り^{まを}棹で岸を押せば船は押し返され、又小さな舟に乗つて大きな舟を引けば、却つてその舟が大きな舟に引き寄せられる。



すべて物體 A が物體 B

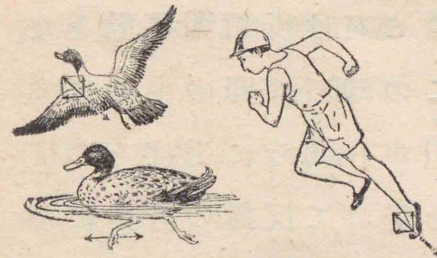
に力を加へれば、同時に又 B は A に力を及ぼす。この時一方の力を作用といひ、他を反作用といふ。それ

で上のことを作用があれば必ず反作用があると言ひかへられる。一般に

甲物體が乙物體に力を作用すれば、同時に甲物體は乙物體から大いさ等しく方向反對なる力の作用(反作用)を受ける。

これを反作用の法則といふ。水鳥は^{みづかき}蹼で水を後方に押す時、水が水鳥に及ぼす反作用で前進し、又人が走る時は、足で地を押しその反作用で體が前に押出される。その他、鳥が飛ぶのも、又

オールでボートを進めるのも皆同じ理による。



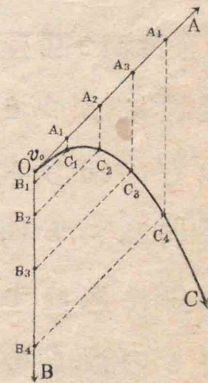
釣合つてゐる 2 力と作用と反作用とを混同して

はならぬ。釣合つてゐる 2 力は一つの物體にはたらくのであるが、作用のはたらく物體とその反作用のはたらく物體とは相異なつてゐて、決して同一の物體に作用してゐるのではない。

6. 抛射體

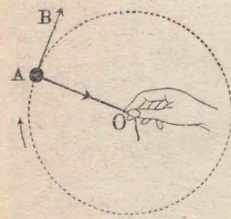
物體を斜めに抛げ上げる時は、

物體はその方向に、等速度運動をすると同時に、重力による加速度を受けて下方に向ひ刻々落下するから、その結果、物體は、圖のやうに拋物線と稱する曲線を描いて運動する。投げられた球、打出された彈丸、飛び散る花火などは皆このやうな運動をなす。

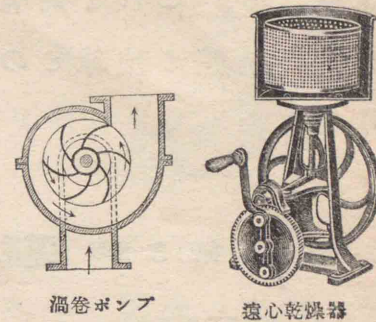


7. **圓運動** 絲の一端に石を附け、他端を持つてこれを振り廻はすと、石は所謂圓運動をなす。この時、石は圓の中心がこれに向つて引かれ、同時に手はその反作用を受けて反對の方向に引かれる。中心に向つて石を引く力を求心力といふ。石は求心力の作用を受けて運動の方向を變へ、圓運動をなす。

圓運動をなしてゐる物體の速さが大になると、求心力は著しく大となるから、遂には物體を支へる絲がこの力に堪へなくなつて切れることがある。絲が切れれば、物體には求心力がはたらかなくなり、同時に圓運動は止み、物體は慣性によつて、その瞬時の運動の方向即ちその點に於ける圓の切線の方向に飛び去る。傘を急に廻はすと、それに附いてゐる雨滴が飛び去るのは、この理による。製糖の際に結晶と糖蜜との分離に用ひる遠心分離器や、洗濯物を乾



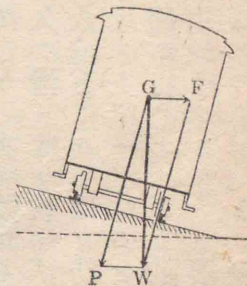
かすに用ひる遠心乾燥器、水を汲出すに用ひる渦巻ポンプなどは、皆この理を應用したものである。



渦巻ポンプ

遠心乾燥器

汽車や電車のレールの彎曲部の外側を高くし、又彎曲部を疾走する人や自轉車がその體を内側に曲げるのは、それ等の重心に作用する重力の水平な方向への分力を、所要の求心力に當てんがためである。



8. **萬有引力** 月は地球の周圍でほゞ圓運動をなし、又地球は太陽の周圍でほゞ圓運動をなす。それで月には地球に對する求心力がはたらき、又地球には太陽に對する求心力がはたらいてゐる。即ち月と地球、地球と太陽との間には引力がはたらいてゐる。宇宙間にあるすべての物體の間には、これと同じやうな引力が

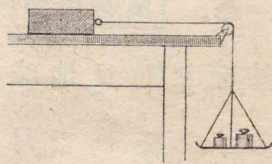
存在する。これを萬有引力といふ。重力は、地球上の物體と地球との間に存する萬有引力に外ならぬ。

第3章 運動に対する抵抗

1. **摩擦** 慣性の法則に従へば、運動してある物體は永久に運動を續ける筈であるが、実際には机上を滑り動く物體は、間もなく止り、又轉がるボールは次第に速さが減り、遂には靜止する。これは物體とその接する面との間に物體の運動を妨げる力がはたらくためである。この力を**摩擦**といふ。

圖のやうな装置で、分銅を次第に増して或一定の値に達すると、物體の動き出すのを見る。これは接觸面に生ずる摩擦が、物體を滑り動かさうとする力とともに生じ、ともに増し、一定の値に達して後、物體が動き出すことを示す。この値を**最大摩擦**といふ。

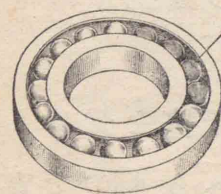
物體が轉がる時の摩擦は、滑る時の摩擦より



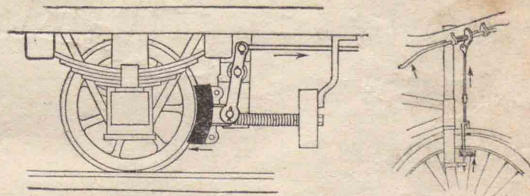
著しく小である。重い物體を滑らして動かすよりも、コロに載せて運ぶ方が樂なのは、このためである。



2. **摩擦の利害** 摩擦は如何なる場合にも物體の運動を妨げる。それで機械の車軸と軸受との間には油・石墨などの減摩剤を入れ、或は鋼製の球軸受(ボールベアリング)を用ひ、摩擦による力の損失を少なくする。



しかし、これに反して、摩擦を利用すること却つて都合のよい場合もある。調革などはその一例で、廻轉運動を他に傳へ且その速さを變へる場合など

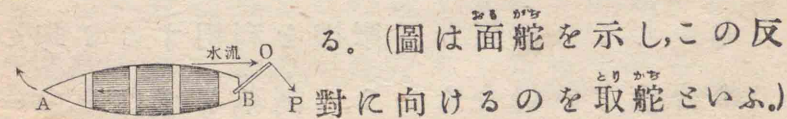


電車と自轉車とのブレーキ

に用ひられる。又、汽車・電車などのブレーキも摩擦の利用である。摩擦がなくなると、紐を結ぶことも出來ず、釘や楔も抜け出して、その用をしなくなる。

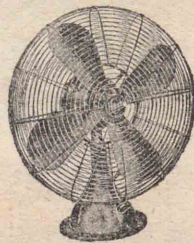
3. **流體の抵抗** 空氣や水のやうな流體內で運動する物體は、流體に衝突してこれに力を作用するから、その反作用を受ける。これを**流體の抵抗**といふ。この抵抗の大きさは、物體の切口の面積と流體の密度とに正比例し、且物體の速さが大きいほど大である。又物體の形にも關係し、所謂**流線形**をなすものの抵抗が最も少ない。

船の舵は船の進行する際、水の抵抗を受ける面を加減して、船の進む方向を變へるものである。



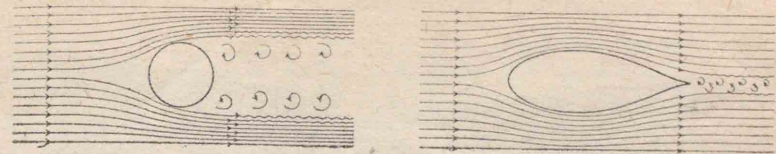
航空機の舵もこれと同じ理による。

扇風機を廻轉すれば、廻轉軸の方向に空氣の運動即ち風を生ずるが、若し扇風機自身を動き易い状態にして廻轉すれば、生ずる風の反作用を受けて機が風と反對の方向に動かされる。



艦船及び飛行機等の**推進機**は、ネヂのやうに少し振れてゐる金屬又は堅牢な木質の翼を放

抵抗の比較と流線形

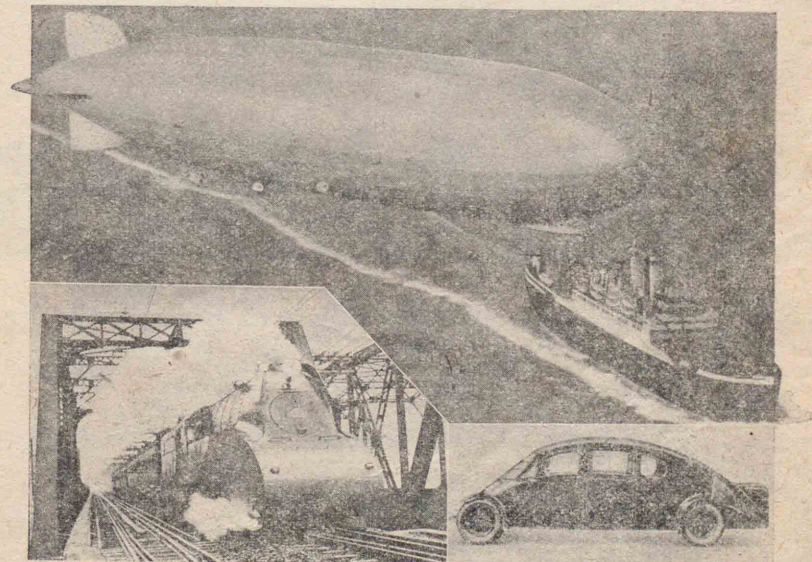


圓筒(左)と流線形(右)との後に生ずる渦の比較

物体	0.016平方米	空氣抵抗
球		0.047 庇重
後のあいた半球		0.034 庇重
前のあいた半球		0.133 庇重
板		0.111 庇重
舊型フルーベン飛行船		0.0119 庇重
軟式飛行船		0.0067 庇重
最小抵抗の形		0.00057 庇重

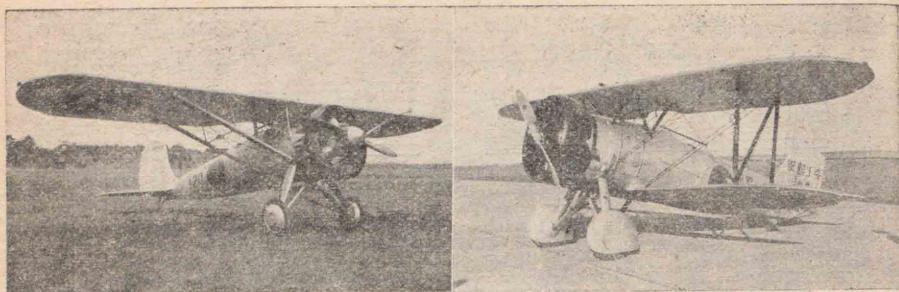
10 秒

一定の氣流内に於ける切口の面積の等しい種々の形の空氣抵抗の比較



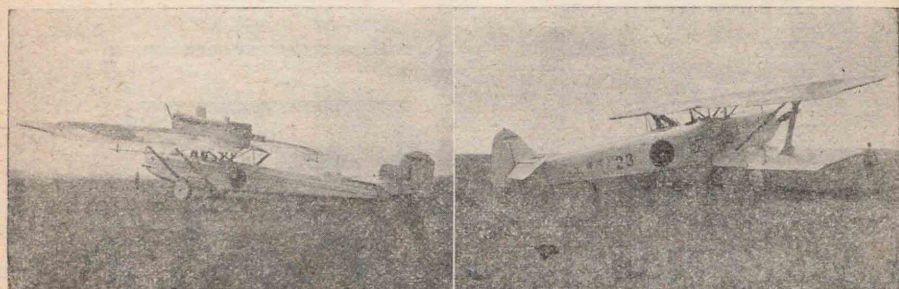
流線形の船・車 (上. 飛行船と汽船 下. 汽車と自動車)

飛行機



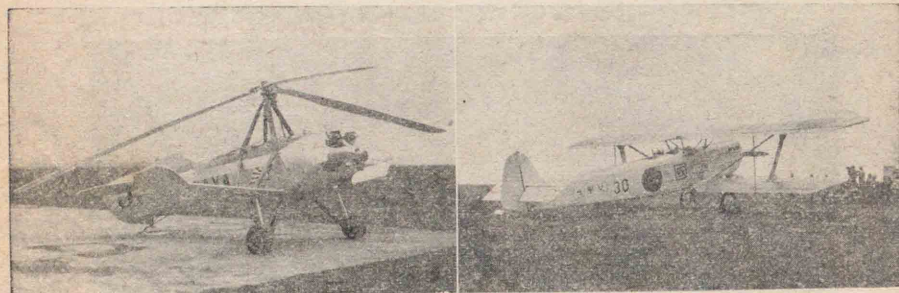
九一式戦闘機

九〇式艦上戦闘機



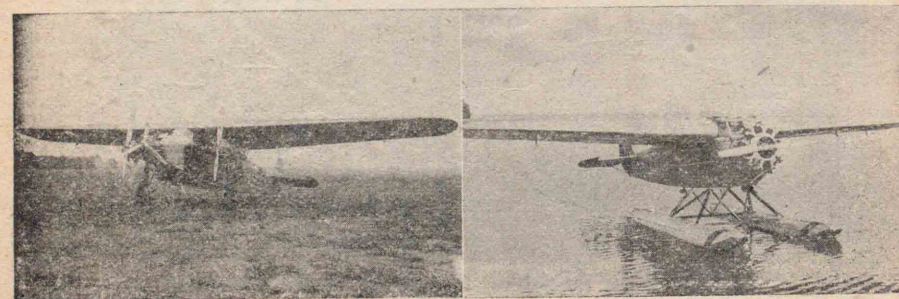
八七式重爆撃機

八八式軽爆撃機



オートジャイロ

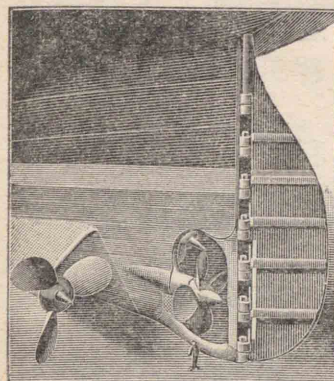
八八式偵察機



陸上旅客機

水上旅客機

射状に廻轉軸に取附けたものである。これを



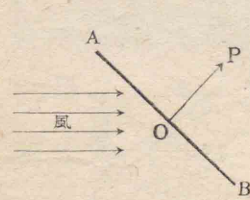
軍艦の推進機

水中又は空氣中で急速に廻轉するに、水又は空氣を押し、その反作用を受けて船體又は機體が押し進められるのである。



4. **飛行機** 空氣中に固定せる板の 飛行機の推進機

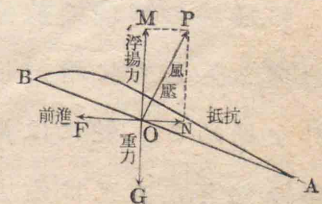
面 AB に矢の方向に風が吹き当たれば、AB に



垂直な壓力 P を及ぼす。これを風壓といふ。又靜かな空氣中で AB を急速に動かしても、相對的關係は前と同じである

から、又 AB は風壓 P を受ける。この力を進行と反對の方向の分力 ON と

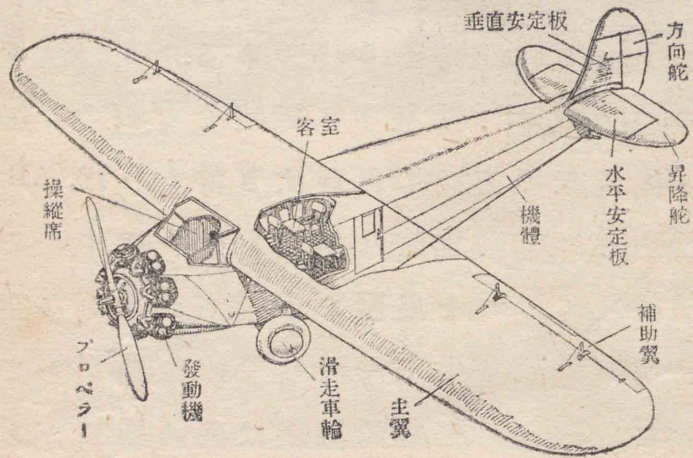
これに垂直な分力 OM とに分解して見ると、 OM は板を上昇させるはたらきを



を現はすから浮揚力といはれる。又 ON は板

の前進を妨げる抵抗である。それで板は浮揚力と重力との差で上昇し、推進力と抵抗との差で前進する。

飛行機は、空気の浮揚力を利用して空中を飛行する装置であり、その要部は翼・舵・推進機・ガソリン発動機から成る。

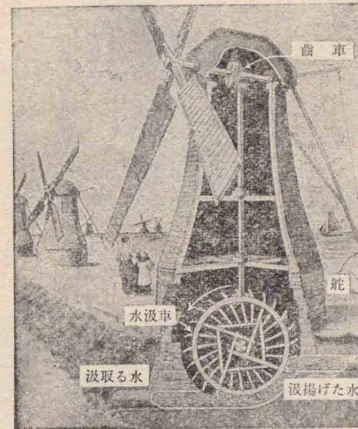


飛行機各部の名稱

推進機の廻轉で前進を起すと、翼に生ずる風壓はその速さとともに増加し、浮揚力が機の重さに勝つ時、上昇を始める。舵には機首を上向き又は下向きにする昇降舵と、左方又は右方に向ける方向舵とがあり、又翼には機體を左右に傾ける補助翼がある。

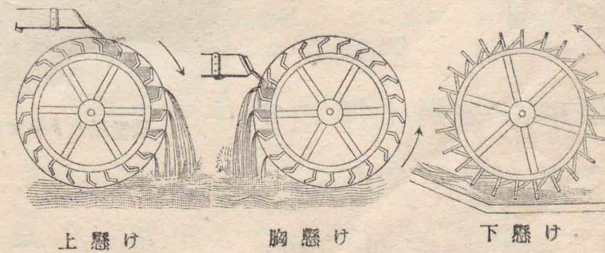
5. **風車・水車** 物體が靜止して流體がこれに衝突する時は、壓力が物體にはたらく。

風車は風を利用し、車翼に風壓を生ぜしめてそれを廻轉させるものである。一定の風壓を得にくく、従つて廻轉を



平等にすることが困難であるから一般の工業にはそれほど利用されない。

水車は一定の水壓が得易いから、廣く工業に利用される。水車には次の圖に示すやうに種種の形式のものがある。

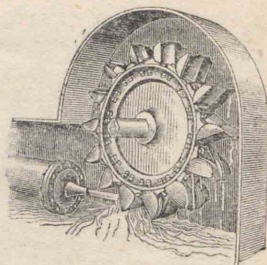


水力の大部分を有効に利用するので、水力發電その他の原動力として廣く用ひられるもの

に、ペルトン水車と水タービンとがある。

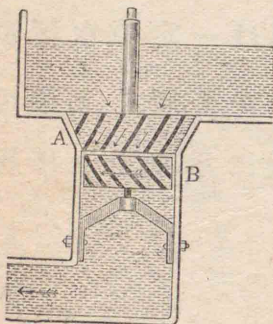
ペルトン水車は、非常な高速度で管口から噴出する水を、水車の外側に固定された彎曲金屬板に吹付けて車に廻轉を起させるものである。これは、水量少なく落差の大きな場合に用ひられる。

水タービンの要部は、圖のやうな構造をもち、高所から導かれた水を、固定した案内

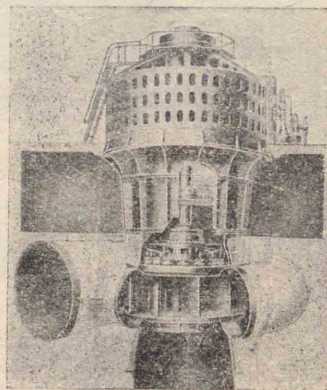


ペルトン水車

羽根 A により一定方向に噴出させ、廻轉軸に取り付けられた羽根車 B を強く押して廻轉させるものである。



水タービンの構造



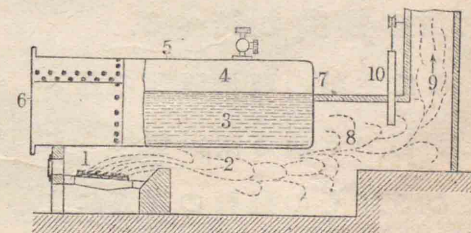
發電用水タービン

第 4 章 熱 機 關

1. **熱機關** 密閉器中の氣體を強熱すれば大きな壓力を生ずる。この壓力を利用して種種の仕事をする装置を一般に熱機關といひ、蒸汽機關・蒸汽タービン・内燃機關等はこれに屬する。

2. **蒸汽機關** 蒸汽機關は高温度の水蒸汽、所謂過熱蒸汽の壓力を利用するもので、蒸汽罐と機關部とから成る。

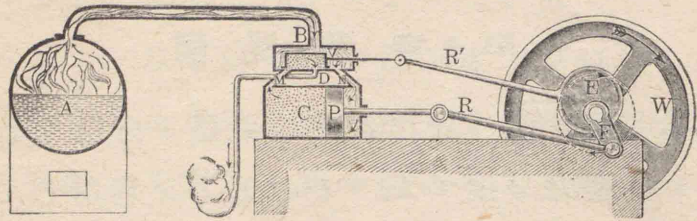
蒸汽罐(ボイラー)は石炭・重油等を燃焼室で燃焼し、罐胴内の水を



1. 燃焼室 2. 傳熱器 3. 水部 4. 汽部 5. 罐胴 6, 7. 鏡板 8. 烟道 9. 煙突 10. 風戸(かざと)

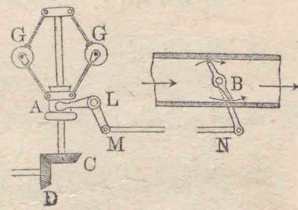
蒸汽とし、これを鉄管により機關部に供給するものである。

蒸汽罐 A に發生した蒸汽は配汽室 B を經て汽筒 C に入りピストン P を押す。配汽室中の滑り瓣 V は蒸汽を交互にピストンの兩端に導



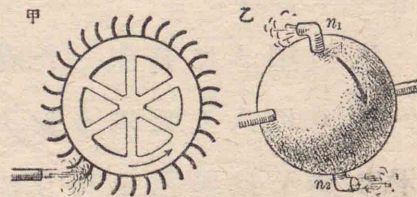
き、これに往復運動を起さしめる。この運動は曲柄Fによつて主軸の廻轉運動に變はり、この軸に取附けてあるハズミ車W及び偏心輪Eを廻轉させる。ハズミ車は廻轉を均一にし、偏心輪は滑り瓣にピストンと反對の運動を與へる。

なほ主軸の廻轉運動の速さを調節する調節機が備へられてゐる。その廻轉の遅速によつて鉄球Gが上下し、それにつれて絞り弁Bを動かして配汽室に入る蒸汽の量を加減する。

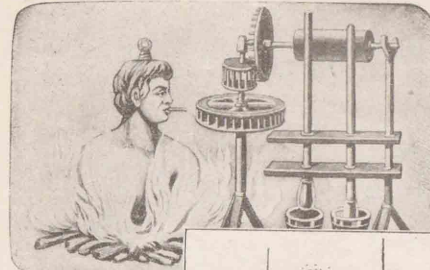


調節機

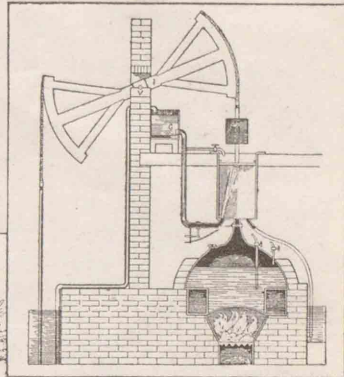
3. **蒸汽タービン** 甲圖のやうに羽根車に高壓の蒸汽を吹付けると、羽根車は軸の周りに廻轉し、又乙圖のやうに中空球内の蒸



蒸汽機關の發達



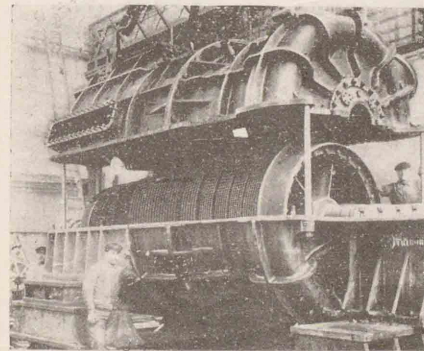
↑ ブランカの熱機關 (紀元前 1662)



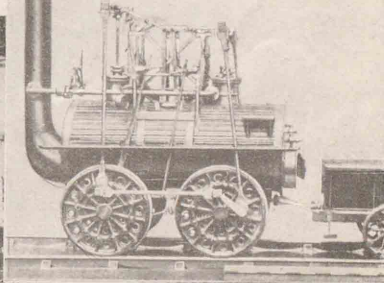
↑ ニューコメンの蒸汽機關 (1705)



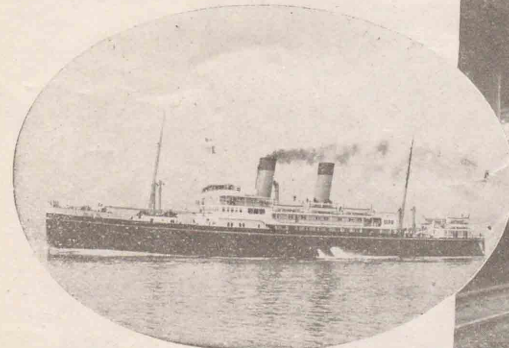
フルトンのクラモント號 (1807)



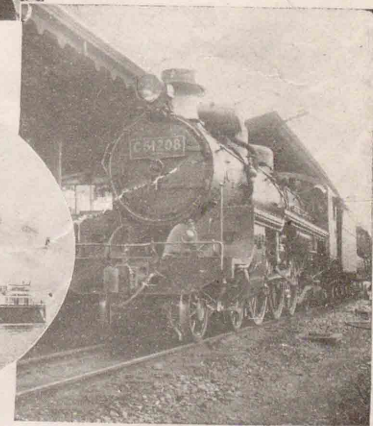
↑ 蒸汽タービン (現代)



↑ ステイヴンソンのロケット (1829)

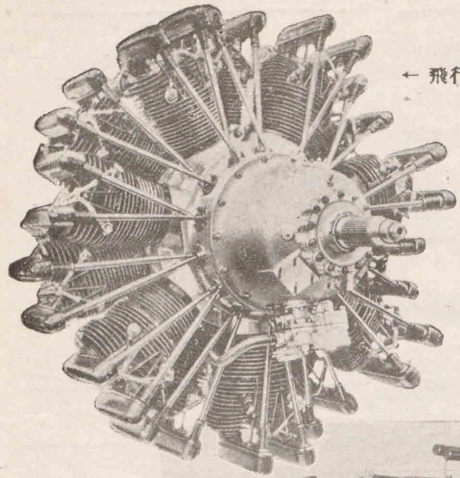


↑ タービン船 (現代)

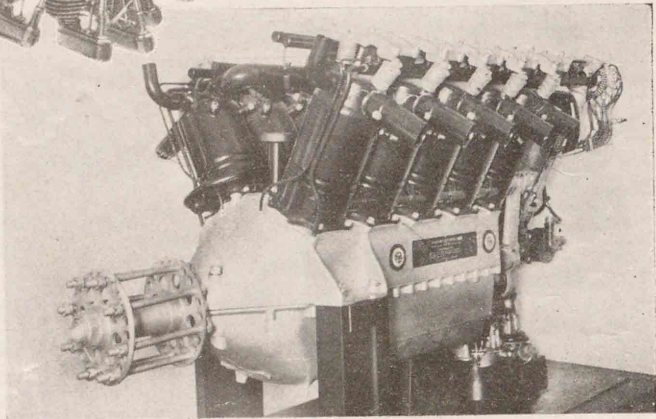


↑ 蒸汽機關車 (現代)

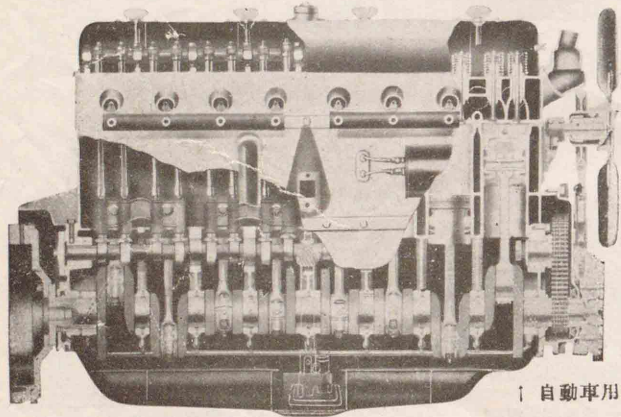
ガソリン 発 動 機



← 飛行機用星型ガソリン発動機

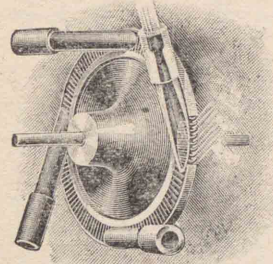


↓ 飛行機用V型ガソリン発動機



↓ 自動車用ガソリン発動機

汽を n_1 n_2 の細口から噴出させるこ、球は矢の方向に廻轉する。



ドラバールタービン

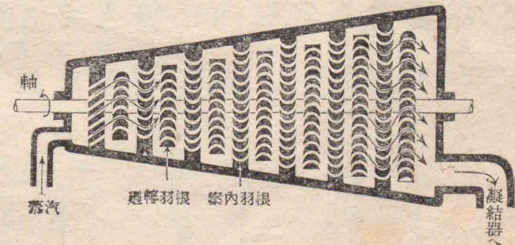
蒸汽タービンは上の理を應用したもので、前者の理によるものを衝動式、後者の理によるものを反動式といふ。

ドラバールタービンは衝動式タービンの代表的のもので、喇叭状の嘴口から蒸汽を噴出させ、これを車の周圍に取附けてある多くの羽根に吹きあて、車を高速度で廻轉させるものである。

パーソンタービンは反動式タービンの代表的のもので、廻轉胴の周圍に案内羽根を附け、蒸汽をこれに入らしめ、次に廻轉羽根に導く。

蒸汽は廻轉羽根を出る時に

これに反動を與へて、それを廻轉させるものである。

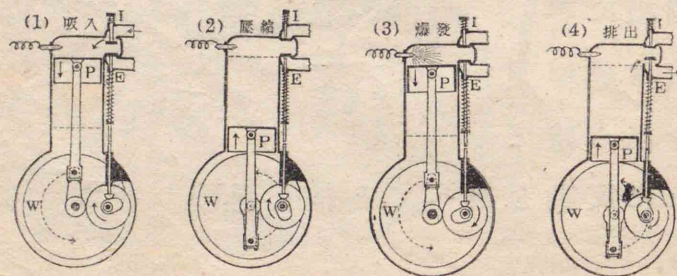


パーソンタービン

蒸汽タービンは蒸汽機關に比し熱効率が大きいである上、据附けが簡単で機體の動搖も少ないから、汽船や發電機に用ひられる。

4. **内燃機關** 蒸汽機關及び蒸汽タービンはともに水蒸氣を蒸汽罐で作り、これを機關に導くものであるが、石炭ガスや噴霧状ガソリンなどに空氣を混合し、これを直接に機關内部で點火・爆發或は燃燒させて生ずる氣體の壓力を利用し、動力を得る装置がある。このやうなものを一般に内燃機關といひ、**ガス機關・ガソリン發動機・石油發動機**などはこれに屬する。

内燃機關の動作は、通常連続的な四段の衝程をこる。(1)ピストンが下方に動いて瓣が開き、混合氣體を氣筒内に吸入する(吸入衝程)。(2)次にピストンが上方に進んで混合氣體を壓縮す



る(壓縮衝程)。(3)混合氣體に點火して爆發させると、ピストンが下方に壓される(爆發衝程)。(4)ピストンが再び上方に進んで爆發生成物を他の瓣から排出する(排出衝程)。以上の衝程中、第三衝程の外はハズミ車の慣性によるものであるから、大きなハズミ車を要する。しかし自動車や飛行機のガソリン發動機では、4個以上の氣筒を交互にはたらかして、ハズミ車の要らぬやうになつてゐる。

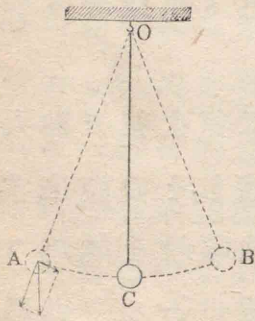
近時、石油發動機を改良して、電氣火花で點火する代りに氣筒内に空氣を壓縮し、その際生ずる高熱を利用し、吸入された重油噴粒を燃燒させるやうにした**ディーゼル機關**がある。燃料が經濟であるから、船舶その他の動力として廣く用ひられるやうになつた。



第四篇 音

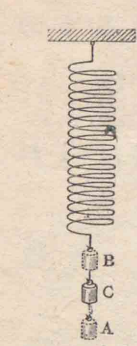
第1章 振動及び波動

1. **振子** 小さくて重い錘を細くて軽い糸で吊したものを振子といふ。今、振子の錘を静止の位置Cから側方Aまで引上げて放すと、錘は重力の作用によつてA、B間を弧ACBに沿うて振動する。静止の位置から振動の一端までの距離を振幅といひ、振動の一端から他端まで錘が1往復する時間を週期といふ。



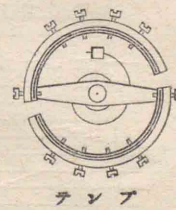
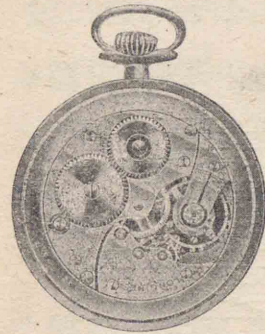
振子の週期は、振子の長さの長いほど大であるが、振子の長さに比してその振幅が小さければ、振幅には関係しない。これを振子の等時性といふ。

2. **弾性振動時計** ゼンマイの上端を固定し下端に錘をかけ、下方に引いて手を放すと上



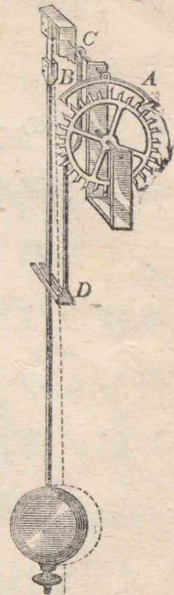
下に振動する。このような振動を弾性振動といひ、亦等時性を有する。

普通の柱時計では、ゼンマイの弾力で廻轉する歯車の速さを均等にするために、振子の等時性を利用

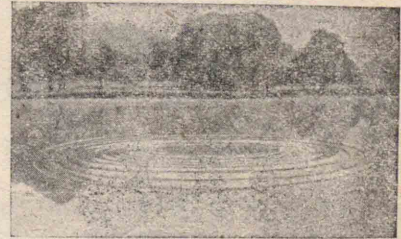


し、又懐中時計ではテンプに髭ゼン

マイを用ひ、その弾性振動の等時性を利用してゐる。



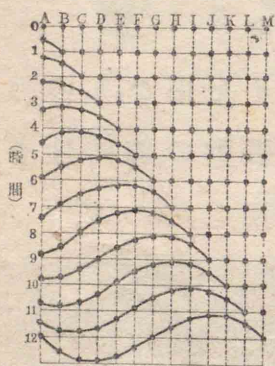
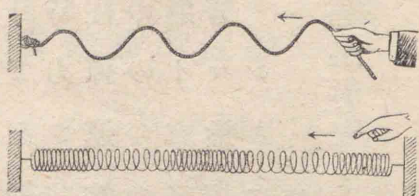
3. **波動** 静かな水面に石を投ずると、この點を中心として輪状の波紋が相踵い



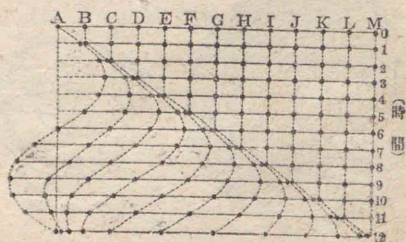
で四方に擴がる。この時水面に浮んでゐる木の葉などを見ると、上下には振動するが波とともに進行しない。これは波が水の進行でなく

て単に波形の進行であることを証明するものである。

弾性體の一部を急に歪ませると、弾力はこれを舊態に復しようとして振動を生じ且隣接の部分に歪を與へるので、逐次に振動が傳はる。このやうな現象を一般に波動といひ、振動を傳へる物質を波の媒質といふ。



横波



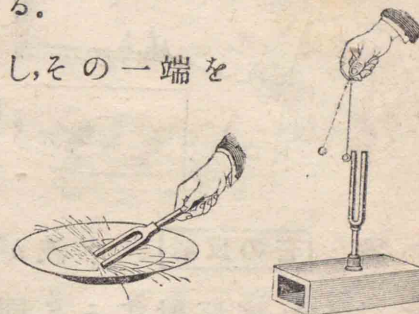
縦波

波動には、媒質の各部が波の進行する方向に垂直に振動するものと、波の進行する方向に振動するものがある。前者を横波又は高低波といひ、後者を縦波又は疎密波といふ。上圖は横波及び縦波の進行の有様を示す。

第2章 音 波

1. **音** 發音體は皆振動してゐて、その振動を止めると音は忽ち止む。それで音は物體の振動に基づくのを知る。

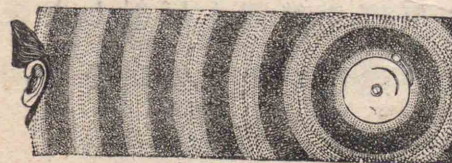
例へば音叉を鳴らし、その一端を水に觸れると水は散らされ、又絲に小さな金屬球を吊し、鳴つてゐる音叉に觸れると、幾回も弾き返される。



發音體の振動

吾等の言語は聲帶の振動に基づき、太鼓の音は膜の振動に、琴・三味線・ヴァイオリンなどの音は絃の振動による。

2. **音の傳播** 物體が激しく振動すると、これに接してゐる空氣は或は押されて密になり、或は離れて疎になり、疎密の波が四方に傳はる。これを



音波といふ。音波が耳に達して鼓膜を押し或

は引く時に、音の感覚を生ずる。通常聞き得る音の振動数は、毎秒約16から40,000までである。

音は常温の空气中を速さ毎秒約340米で傳



はる。音を傳へるものは空気ばかりでなく、すべての弾性體は何れも音の媒質である。

3. **音の反射** 水波が岸に当たれば反射すると同じやうに、隔つた壁や深い井戸の水面などに向つて發聲す



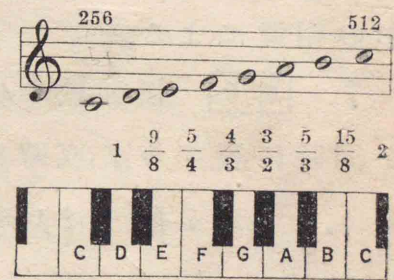
ると、反射して來る音をも聞く。このやうな現象を反響といふ。堅くて滑かな面は最もよく反響を起す。狭い室内では、反響は原の音に合してその強さを助けるが、廣い講堂などでは、遠い壁や天井から來る反響や幾回も反射した後の反響は、原の音と喰ひ違ひを生じ、言語を不明瞭にする。

4. **音の高低** 音の高低即ち調子は發音體

の振動數による。振動數が大であれば調子は高く、小であれば調子は低い。日常の談話に於ては、男の聲帯の振動數は約90—140で、女の聲帯の振動數は約270—550である。

音樂では或振動數の音とその2倍の振動數を有する音との間に、振動數の異なる六つの音を設けて音階を定め

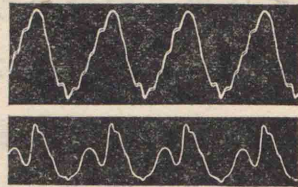
る。例へばハ調長音階では、C音の振動數が256で、他の音のは圖に示すやうな比になつてゐる。



音階と鍵盤

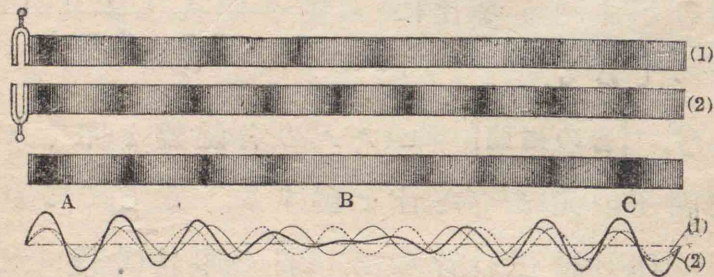
5. **音の強弱** ピアノの各鍵盤を叩くと、夫夫調子の定まつた音を發する。そしてこれを強く叩けば強い音を出し、弱く叩けば弱い音を出す。一般に音の強弱即ち大小は、發音體從つて音波の振幅の大小による。鐘の音が次第に弱くなるのは、振動の振幅が小さくなるからで、又これを遠ざかるに従ひ弱く聞えるのは、音波の振幅が次第に小さくなるからである。

6. **音色** ヴァイオリンと風琴管とを同じ強さ同じ高さに鳴らしても、なほこれを聞きわけることが出来る。これは発音體が特有の音色を有するためである。音色の相違は発音體から出る音波の波形の相違による。



音波の波形
(上)ヴァイオリン (下)風琴管

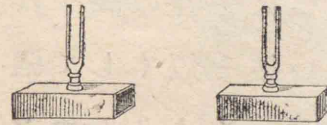
7. **唸り** 振動数の僅かに異なる二つの音を同時に發すると、或時は強く或時は弱い音を聞く。これを唸りといふ。これは、二つの音波



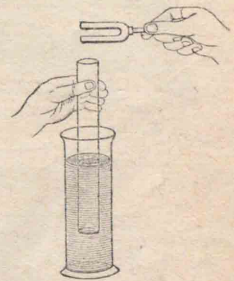
の疎又は密が重なり合つて強め合ひ、又疎密が互に打消し合ふために起る現象で、1秒間の唸りの数は二つの音波の振動数の差に等しい。

8. **共鳴** 振動数の等しい甲乙2箇の音叉を机上に並べ、その一方甲を鳴らすと、暫らくし

て他方乙も鳴り出す。これは、甲から發する疎密波が空氣を傳はつて乙にあたり、これを發音させるのである。かく發音體が、自己の振動數と等しい振動數を有する音波を受けて自ら鳴り出す現象を共鳴といふ。



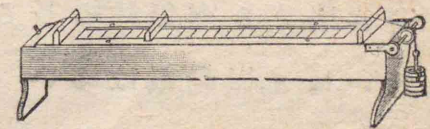
圖のやうな装置で、硝子管内の水位を加減しつゝ、管口で音叉を鳴らすと、或所で音は著しく強くなる。これは管内の空氣柱が音叉と共鳴するによる。



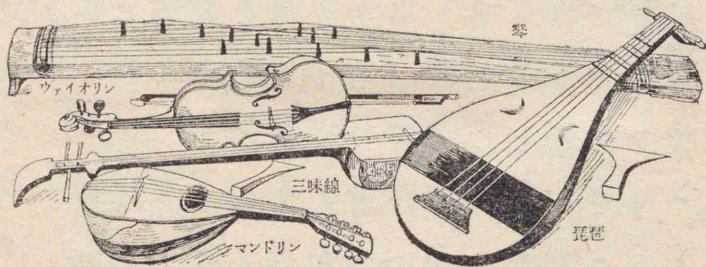
音叉の取附けてある木箱琴・ヴァイオリン・マンドリンなどの胴は、皆その内部にある空氣の共鳴を利用し音を強大ならしめるものである。

第3章 樂器

1. **絃樂器** 圖のやうな一絃琴の絃の長さを種々に變へて弾いて見るに、絃が短いほど音の調子は高い。



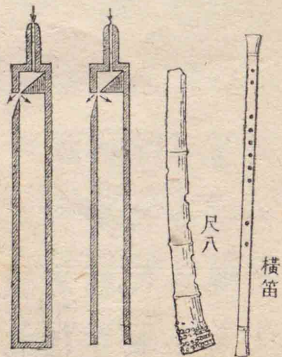
又絃の一端に分銅を吊し、その張りを種々に變へて弾いて見るに、張りが強いほど音の調子は高い。一般に絃の調子は、細い絃を短くして強く張るほど高い。琴・三味線・ヴァイオリン・マンドリンなどは、絃の長さや張る強さを種々に變



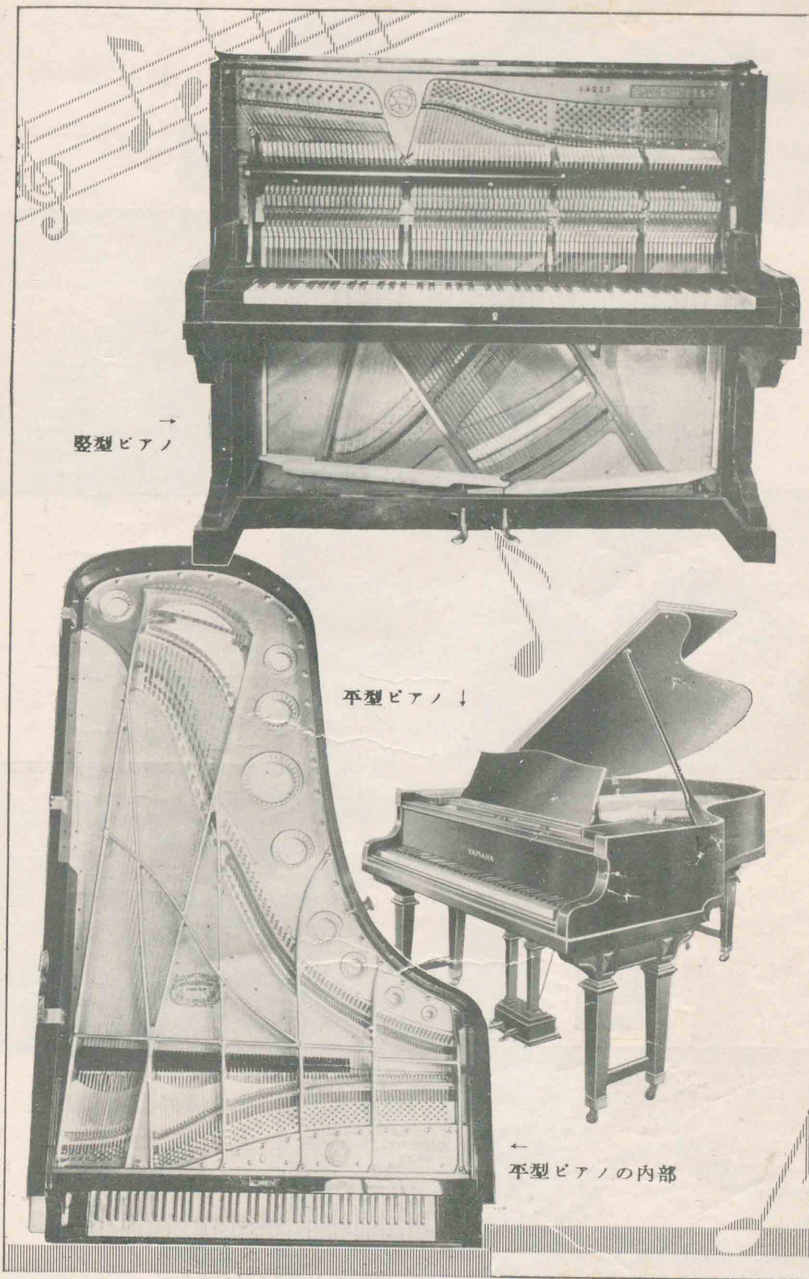
へて弾き、ピアノでは太さ及び長さの異なる多数の鋼製の絃が並べて引張られてあるのを、鍵盤を叩いて弾く。

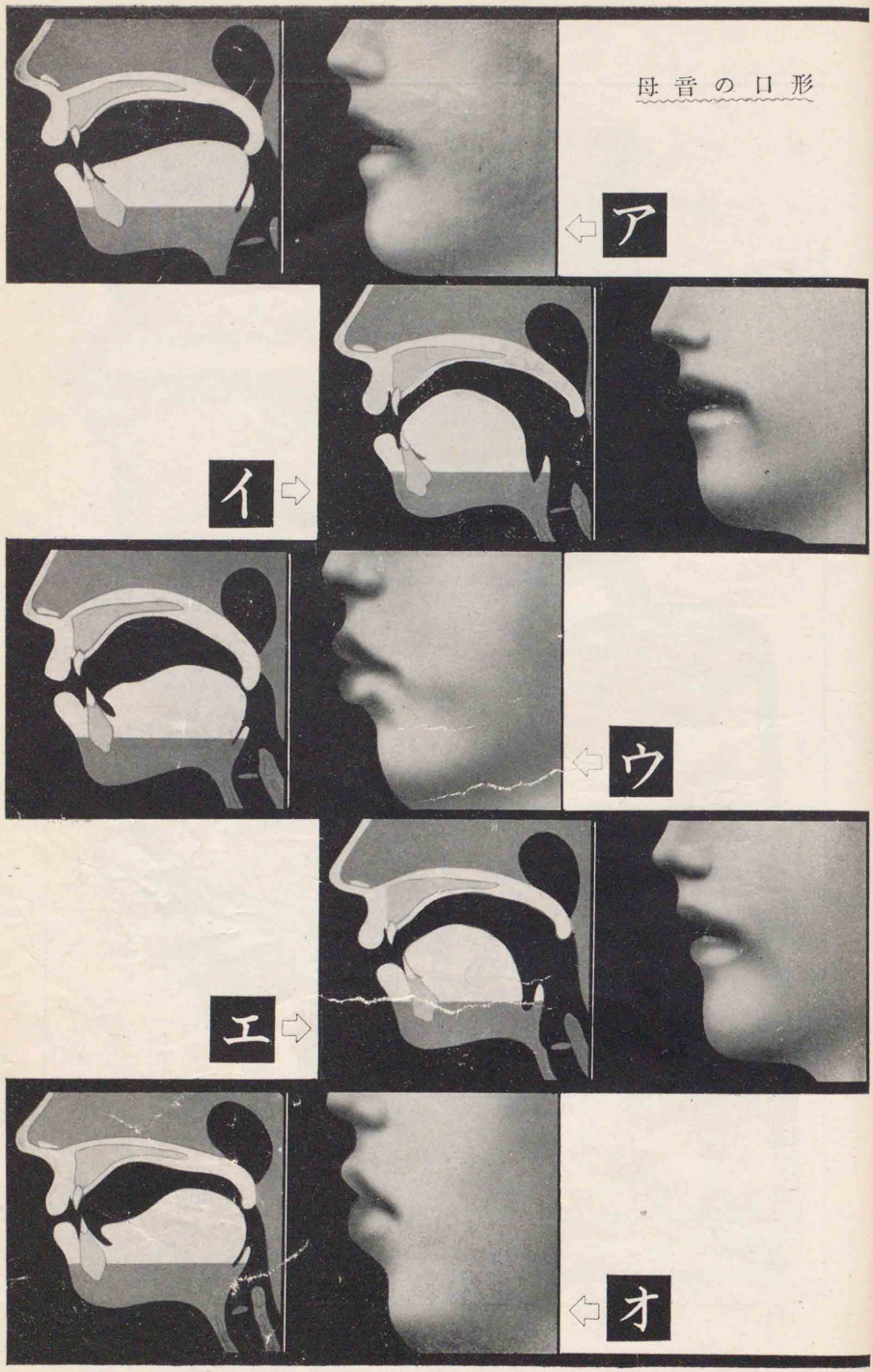
2. **風琴管** 風琴管や横笛・尺八などは、吹込

む氣流の衝きあたる所の振動に、管内の空氣が共鳴して音を發するのである。この時共鳴する空氣柱の長さが短いほど、振動數は多い。従つて調子は高い。笛を吹く



ピ ア ノ

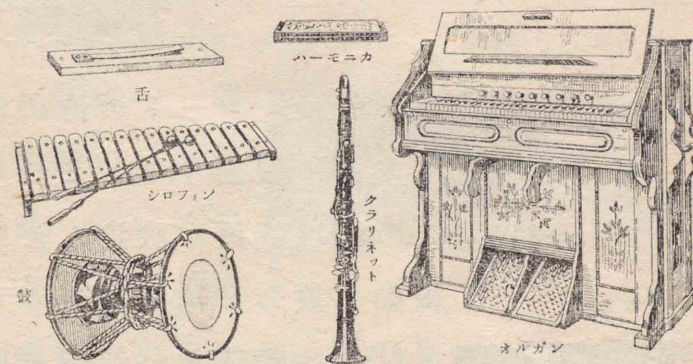




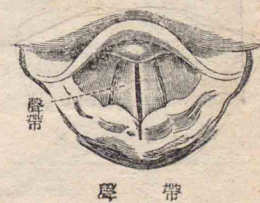
時、指で孔を開閉するのは、空氣柱の長さを變へて種々の調子の音を出させるのである。

3. **板・膜などの振動による樂器** 板や膜を振動させると音を發する。オルガン・ハーモニカ・クラリネット・シロフォン・鼓などはこれ等を用いた樂器である。

舌や板の振動數は、その質によつて異なるが、同質のものでは厚くて短いほど多い。



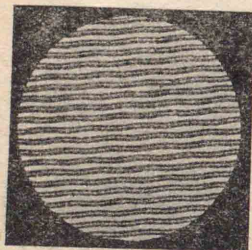
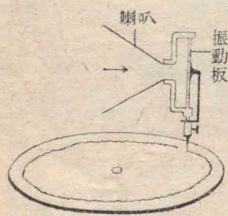
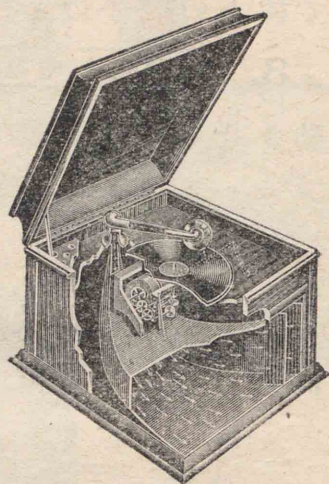
人の音聲は、喉頭部にある聲帯といふ膜の振動による。その強弱は呼氣の強さにより、調子は聲帯の長短及び厚さとそれを引張る強さとによる。又種々な音聲が出るのは、口腔の形狀を色々に變へるによる。



4. **蓄音機** 蓄音機は種々の音をレコード

に波形として記録して置き、後これを再現させる装置である。

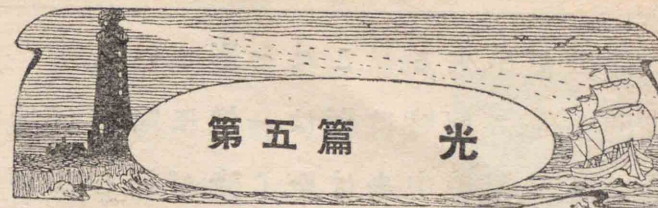
音を再現させるには、レコードの上に軽く振動板の針を觸れ、ゼンマイ仕掛によつてレコードを廻轉させるのである。さうす



レコード面にある波形の拡大

ると針はレコードの溝に沿つて左右に振動する。ところがこの溝は音波を吹込んだ時の振動の波形と同様であるから、振動板は吹込んだ音波と同じ振動をなして音を再現するのである。

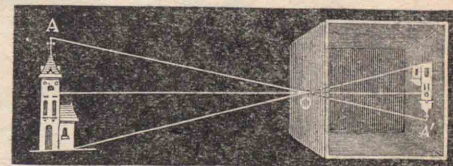
⑤ 蓄音機を速く廻はすのと遅く廻はすのとで、その調子の異なるのは何故か。



第1章 光 線

1. **光の直進** 太陽や電燈などのやうに、自ら光を發する物體を發光體といひ、月や地上の諸物體のやうに、他の光に照らされて始めて見える物を暗體といふ。

光が組織の一樣な透明體の中を通る時は、一直線に進む。これは探照燈



光の直進を示す實驗

や燈臺から出る光の徑や、小孔から戶外の景色が倒さに映ることなどからわかる。光の進路と光とを併せて光線といふ。

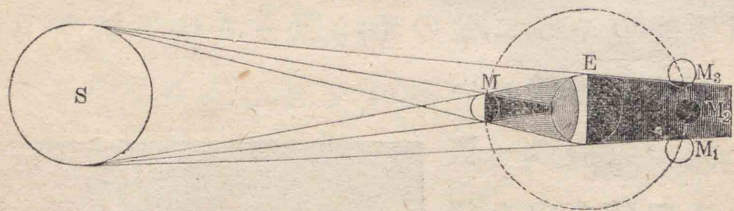


影 繪

2. **影** 光は直進するから、光の通路に不透明體を置けば、その後ろに光線の達し

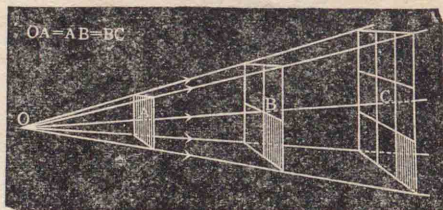
ない部分が出る。これを影といふ。

光源が小さい時は影は一様に暗いが、光源が大きい時は影の中央は全く光が達しない**本影**で、その周囲に光源の一部からは光を受け他部からは光を受けない**半影**が出る。日食及び月食は、太陽からの光を月又は地球が遮る時に起る現象である。

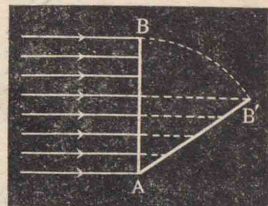


3. **光の速さ** 真空又は大氣中に於ける光の速さは毎秒約3億米で、熱が輻射して傳播する速さもこれと全く同一である。

4. **照度** 一表面の單位面積が單位時間に受ける光の量を、その面の照度といふ。一般に一つの光源から来る光で照らされる面の照度は、光源からの距離の自乗に反



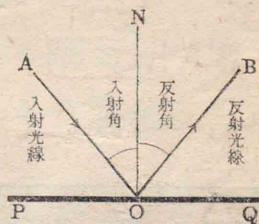
比例し、距離が一定である時は、その面が光線に垂直な時に最大で、平行な時に最小である。



5. **光度** 光源の強弱を比較するには、光源から單位距離に於て光線に垂直な平面の照度を用ひ、これをその光度といふ。我國では光度の單位に標準ペンタン燈の光度の $\frac{1}{10}$ を用ひ、これを1燭といふ。

第2章 光の反射

1. **反射の法則** 鏡のやうな滑かな面に光があたると、次の法則に従つて反射する。

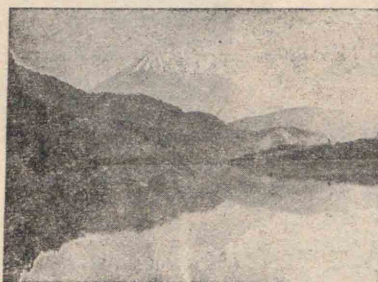


(1) 入射光線と反射光線とは、入射點で反射面に立てた垂線と同一平面内にあり、且垂線の兩側にある。

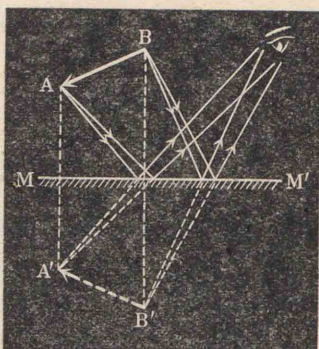
(2) 反射角は入射角に等しい。これを反射の法則といふ。

2. **平面鏡** 平面鏡の前に置いた物體 AB の一點 A から出た光線が、圖に示すやうに反射

するとすれば、この反射光線を受ける眼は、それ

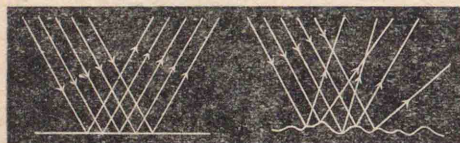


蘆の湖に映る倒富士



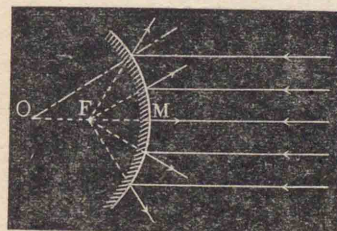
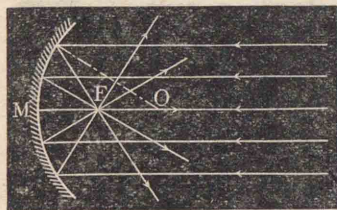
等を延長したときの交点A'にAがあるやうに認める。A'は鏡に關してAと對稱の位置にある。他の諸點も全くこれと同様の關係にあるから、平面鏡により、實物 AB と對稱の位置に虚像 A'B' を生ずる。

3. **亂反射** 多くの物體の表面には微細な凹凸があるから、これにあたる光線は種々な方向に反射される。



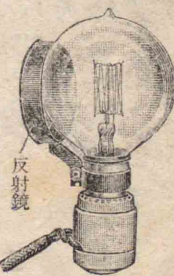
このやうな現象を亂反射といひ、亂反射をなした光を散光といふ。普通に物體が何れの方角からも見えるのは、他の光を受けて散光を發するからである。

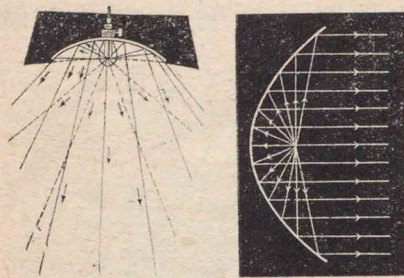
4. **球面鏡** 球面の一部を反射面とする鏡を球面鏡といふ。これに凹面鏡と凸面鏡とがある。鏡面の中心と球の中心とを結ぶ直線を鏡軸といふ。凹面鏡にその鏡軸に平行な光線があたると、反射後悉く軸上の一定點に集交する。この點を凹面鏡の焦點といひ、焦點と鏡面の中心との距離をその焦點距離といふ。



凸面鏡にその鏡軸に平行な光線があたると、反射後悉く鏡の後ろにある鏡軸上の一定點から出るやうな方向に發散する。この點を凸面鏡の虚焦點といふ。

5. **反射鏡** 凹面鏡の焦點に光源を置けば、鏡面にあたつて反射した光線は鏡軸に平行して進み、遠方に行つてもその強さが弱らない。それで凹面鏡は反射鏡として用ひ



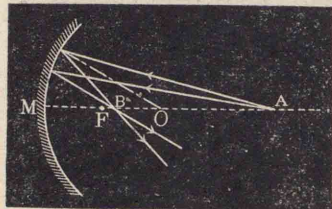
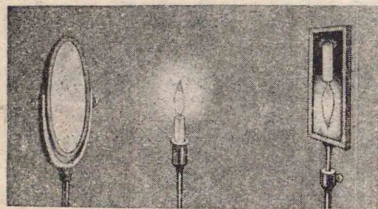


電燈の笠と拋物線面鏡との反射

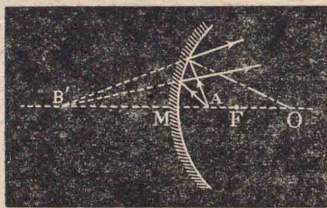
られる。拋物線面鏡と稱する一種の凹面鏡は、反射鏡として一層有効である。電燈の笠探照燈の反射鏡、顯微鏡の反射鏡など

には、凹面鏡がよく用ひられる。

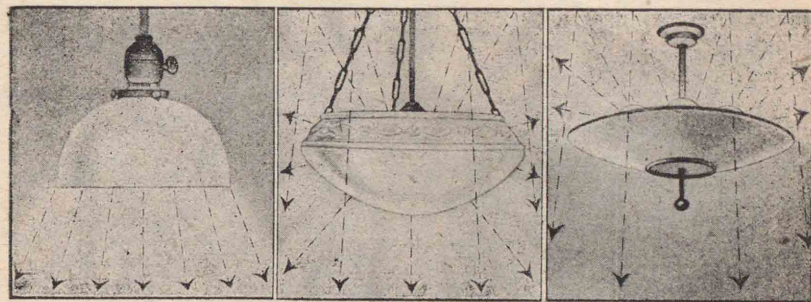
6. **球面鏡の作る像** 凹面鏡の鏡軸上、焦點より外方に光點Aを置くと、これから發して鏡面



にあたる光線は反射後鏡軸上の一點Bに集り、そこに像を作る。この像は虚像とは異なり光が實際そこに集つて生ずるのであるから、その位置に衝立を立てると、その上に像が映る。このやうな像を實像といふ。



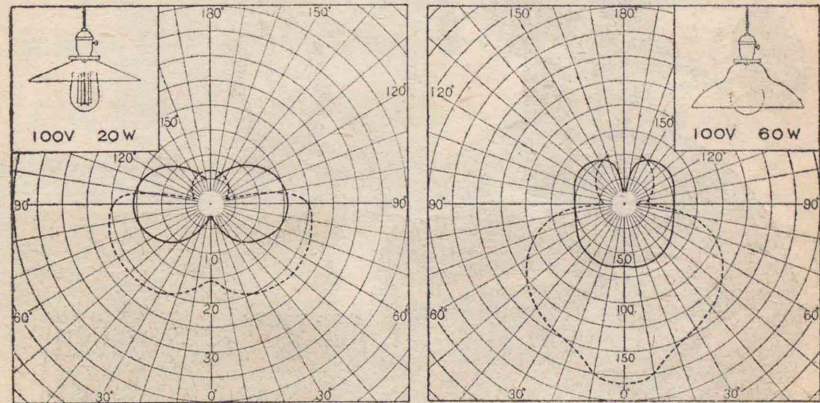
照明に関する事柄



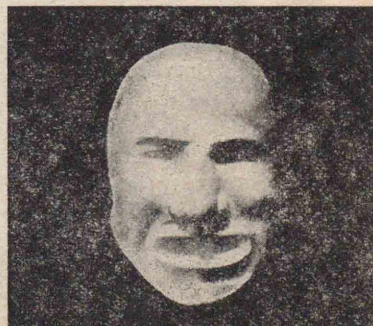
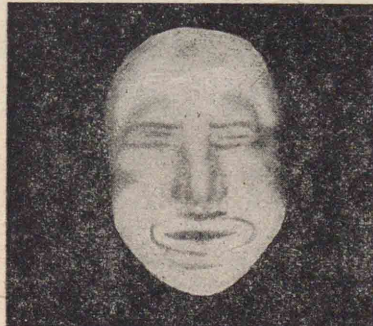
直接照明

半間接照明

間接照明

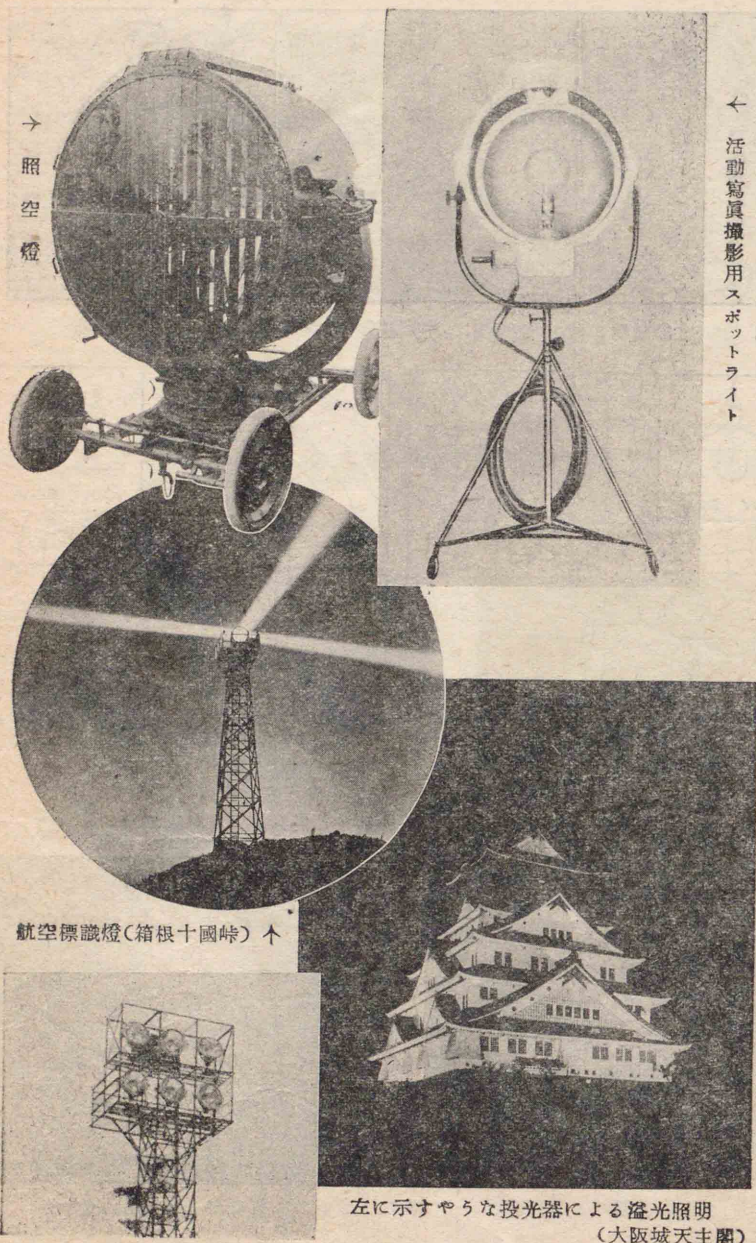


電燈の配光曲線 (點線は夫々圖のやうな笠を附けた場合)
 (左) 眞空電球 (右) 内面艶消ガス入電球



光源の位置による表情の變化 (左は正面から、右は左下から照らす)

反射鏡の應用

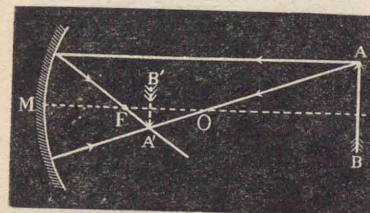


光点 A が軸上焦点と鏡との間にあると、反射光線は発散して鏡の後ろに虚像 B' を作る。

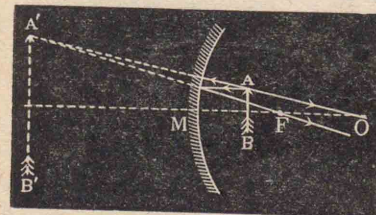
球面鏡によつて生ずる物体の像は、次の規則から作圖によつて求められる。

- (1) 軸に平行な光線は、反射後焦点を通る。
- (2) 球の中心を通る光線は、反射後同一の直線を逆に進む。

それで物体が、(1) 球心より外にあれば、球心と

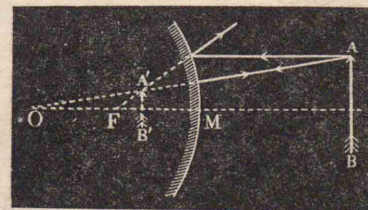


焦点との間に倒立した小さな実像を生じ、(2) 球心と焦点との間にあれば、球心より外に倒立した大きな実像を生じ、(3) 焦点より内にあれば、鏡の後ろに正立した大きな虚像を生ずる。



それで物体が、(1) 球心より外にあれば、球心と焦点との間に倒立した小さな実像を生じ、(2) 球心と焦点との間にあれば、球心より外に倒立した大きな実像を生じ、(3) 焦点より内にあれば、鏡の後ろに正立した大きな虚像を生ずる。

凸面鏡の作る像は、常に実物よりも小さい虚像で、鏡の後ろに正立して現はれる。

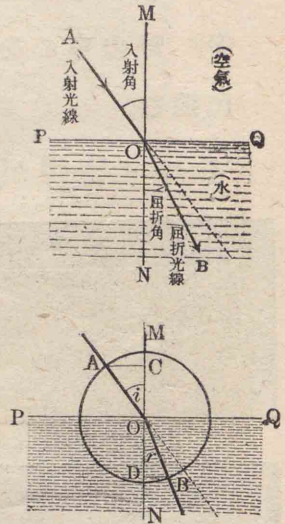


第3章 光の屈折

1. **屈折の法則** 光が斜めに空気中から水中に入る場合には、一部は表面で反射し、他部は屈折して内部に進む。この時

(1) 入射光線と屈折光線とは、入射点でその面に立てた垂線と同一平面内にあり、且垂線の両側にある。

(2) 入射点Oを中心として任意の半径の圓を畫き、入射光線及び屈折光線との交点をA、Bとすれば、A、Bから垂線MNに下した垂線AC、BDの長さの比は、入射角の大小に関はず一定である。



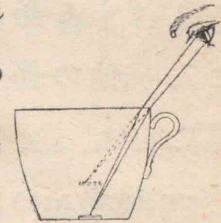
これを屈折の法則といひ、AC:BDの値を乙物質(水)の甲物質(空気)に対する屈折率といふ。屈折率は物質の種類によつてその値を異にする。空気に対する屈折率を通常單に屈折率といふ。

河底が實際よりも淺く見え、水中に立つ棒が

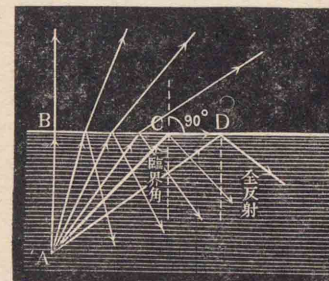
屈折率の表

水	.....1.33
アルコール	.....1.35
クラウン硝子	.....1.52
フリント硝子	.....1.52-1.65
金剛石	.....2.42

水面で折れて見えるのは、皆光の屈折によつて起る現象である。

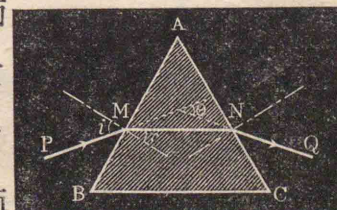


2. **全反射** 光が水中から空気中に進むやうな場合には、屈折角は入射角よりも大であるから、入射角が或値に達すると屈折角は90°となり、入射角が更に増す時は、光は空気中に屈折することなく境界面で全部反射する。



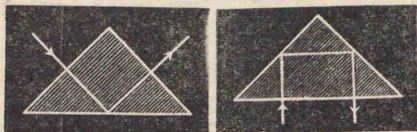
この現象を全反射といふ。屈折角が90°になる時の入射角を臨界角といふ。水と空気とに於ては臨界角は約48°で、硝子と空気とに於ては約42°である。

3. **プリズム** 二側面が相交る二平面になつてゐる透明體をプリズムといふ。プリズムの一側面



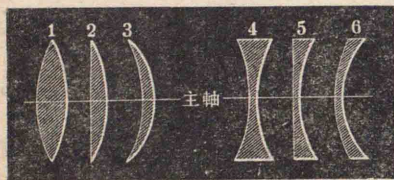
に入射する光線は、その厚い方に屈折して内部に入り、他の側面に達し、こゝで再び屈折して外部に出る。

プリズムの断面が直角二等邊三角形をなすものを直角プリ



ズムといふ。直角プリズムの一つの面に垂直に入射した光線は、1回又は2回の全反射をなして、その方向を90°又は180°變へる。

4. **レンズ** 二つの球面又は球面と平面と



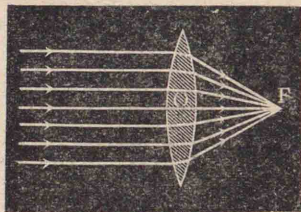
凸レンズ

凹レンズ

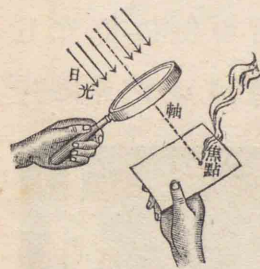
で限られた透明體を**レンズ**といふ。レンズの中心と球面の中心とを通る直線をレ

ンズの**主軸**といふ。レンズには中央部の厚い**凸レンズ**と中央部の薄い**凹レンズ**とがある。

凸レンズにその主軸に平行に光線をあてると、通過した後、軸上の一定點に集交する。この點をレン

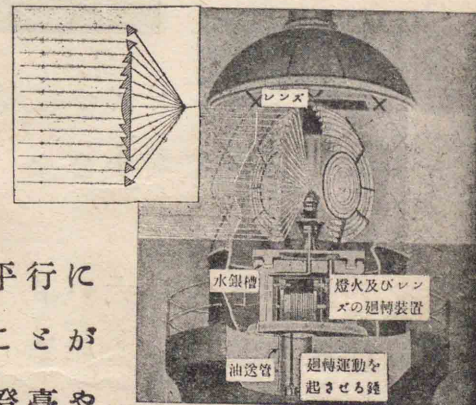


ズの**焦點**といひ、**焦點**と**レンズの中心**との距離をその**焦點距離**といふ。



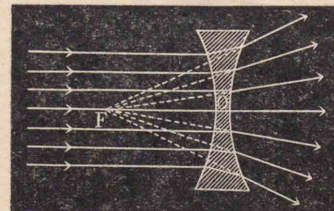
日光の方向に凸レンズの主軸を向け、その**焦點**に黒い紙を置くと、そこが燃え出す。これから**焦點**の位置を知り**焦點距離**を求めることが出来る。

凸レンズの**焦點**に光源を置くと、それから出る光はレンズを通



燈臺

過した後、主軸に平行に進むから弱まることが少ない。それで**燈臺**や

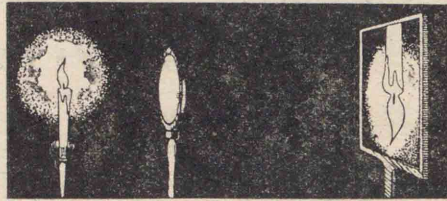


探照燈などは、強い光源の前に凸レンズを用ひて遠方を照すやうにしてある。

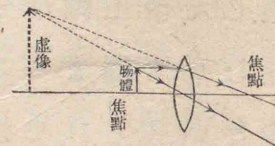
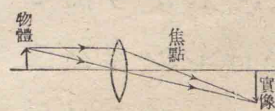
凹レンズにその主軸に平行な光線をあてると、通過した後、あたかも軸上の一定點から發したかのやうな方向に發散

する。この点を凹レンズの虚焦点といふ。

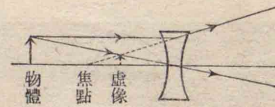
5. **レンズの作る像** 凸レンズの焦点より外方に物体を置けば、レンズの反対の側に倒立した実像を生じ、その大いさは物体がレンズに近いほど大きい。又物体を焦点内に置けば、物体と同じ側に正立した大きな虚像を作る。凹レンズでは、物体の位置にかかわらず常に正立する小さな虚像が見える。



レンズの作る像の大いさや位置は、次の規則から作図によつて求められる。



(1) 主軸に平行な光線は屈折後焦点を通る。

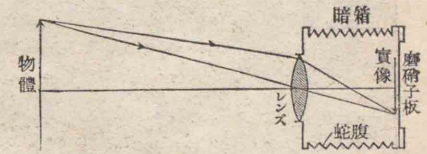


(2) レンズを中心を通る光線はその方向を變へないで進む。

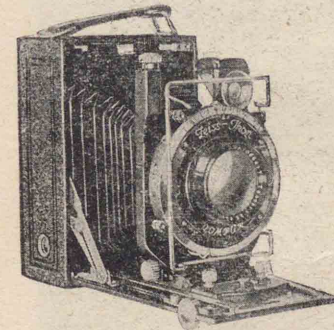
上の圖にならひ、レンズの前方種々の位置にある物体の像を作圖して研究せよ。

第4章 光學機械

1. **寫眞機** 寫眞機の要部は、伸縮の自在な蛇腹を有する暗箱で、その前端に凸レンズを附け、後端に磨硝子をはめてある。



撮影の場合には、蛇腹を伸縮してレンズを進退させ、物体の鮮明な像を磨硝子の上に生ぜしめ、次に乾板を磨硝子と置き代へて感光させる。



寫眞機

この時入り来る光の量を、豫め絞りで加減しておく。感光した乾板を適當な藥品で現像すると、實物と明暗の反對な陰畫を得る。

この陰畫に感光紙をあて、焼付け、乾板と同じやうに現像すれば、實物と明暗の等しい陽畫即ち普通の寫眞が得られる。

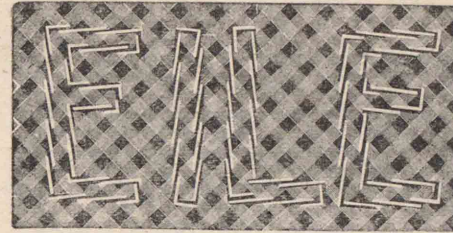
2. **眼** 眼の構造は寫眞機の暗箱によく似てゐる。即ち眼の水晶體は暗箱の凸レンズに、

寫眞の製作

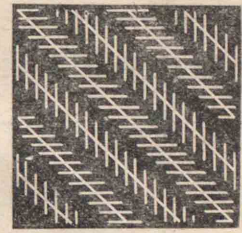


1. 寫眞機の断面圖 2. 撮影 3. 露出を興へた乾板(映像は見えぬ)
 4. 乾板の現像(映像が現はれてくる) 5. 定着を終つた乾板(陰畫)
 6. 焼附けて出來た陽畫

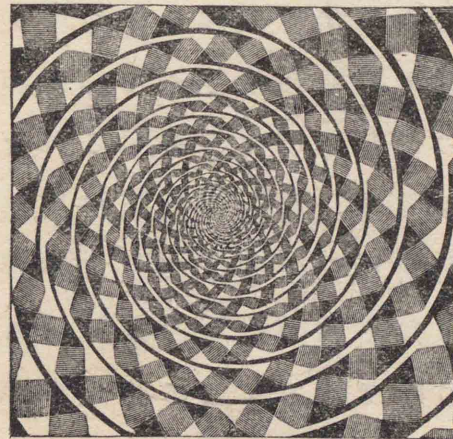
錯視



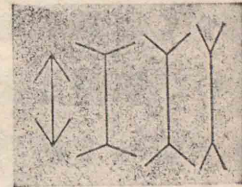
各文字は曲つてゐるか



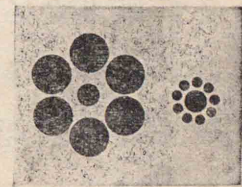
平行に見えるか



同心圓か螺旋か



何れが長いか



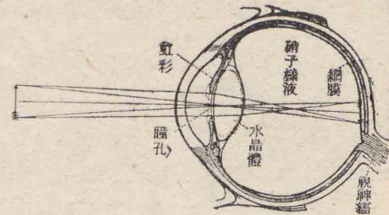
中心の圓は同じ大きさか



「この眼で見たのだから」などいつて、見たことに誤りのない證據にされるが、眼も折々見誤ることがある。これを眼の錯視といふ。上圖五つは錯視を起し易い例である。

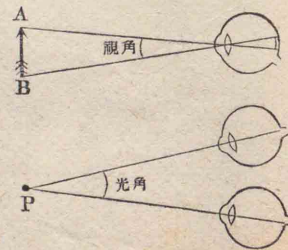
又左圖は點で畫いたものであるが、少し離れて見れば濃淡のある畫に見える。網目版(普通は寫眞版といひ、本書にも多く用ひてある)はこの應用である。

網膜は磨硝子に、虹彩は絞りに相當する。物體から來る光は瞳孔から入り、水晶體によつて屈折し、倒立した實像を網膜上に生ずる。



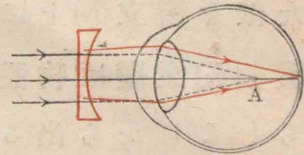
この時、眼では水晶體の彎曲の度、従つて焦點距離を變へて網膜上の像を鮮明にする。これを眼の調節作用といふ。健全な眼の調節作用は、極めて遠方から眼前約15糎の所まで及ぶが、眼をあまり勞することなく物體を明瞭に見得る距離は、眼前約25糎の所である。この距離を明視の距離といふ。

物體の見掛けの大いさは、物體が眼に於て張る角即ち視角の大いさによる。又兩眼と物體の一點とを結ぶ角を光角といふ。物體の遠近立體などは、主として光角の大小と水晶體を調節する筋肉の作用とによつて知られる。

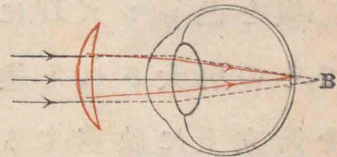


3. **眼鏡** 近視眼は水晶體が彎曲し過ぎて

焦點距離が小であるか、或は眼底が深過ぎて、調節をしても遠くの物體の像が網膜上に達しないものである。これを補ふには凹レンズを用ひる。



遠視眼は水晶體が扁平で焦點距離が大であるか、或は眼底が淺過ぎて調節

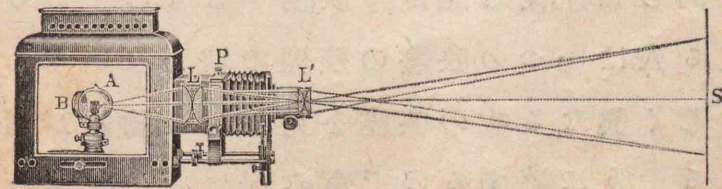


近視眼(上)と遠視眼(下)

しても近くの物體の像が網膜上に生じないので、又老眼は調節作用が衰へて遠視眼と同じやうになつたものである。これ等を補ふには凸レンズを用ひる。

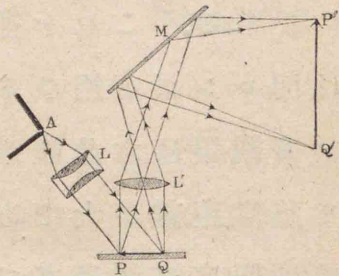
眼鏡の度は、焦點距離を米で測つた數の逆數(ディオプトル)で表はす。

4. **映寫機** 幻燈機は反射鏡(B)及び凸レンズ(L)で強い光源(A)から光を集めて畫板(P)を照

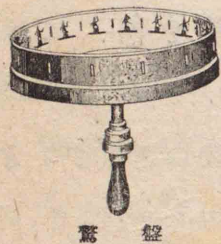


らし、その前方にある凸レンズ(L')により、廓大された像を衝立(S)上に映す器械である。

實物幻燈機は物體 PQ を A からの強い光で照らし、これから出る反射光線を凸レンズ L' に受けて、その廓大された像 P'Q' を衝立上に映寫する装置である。

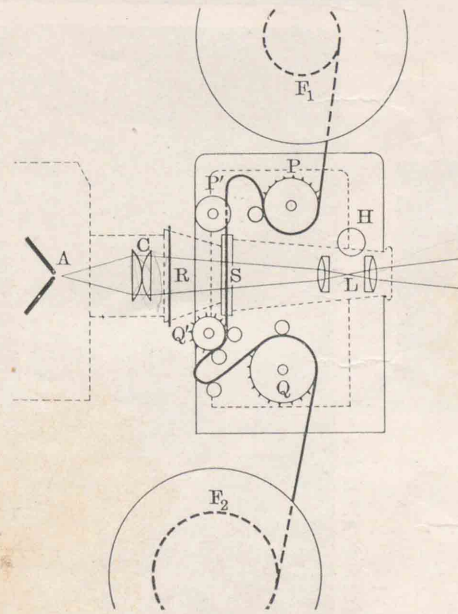
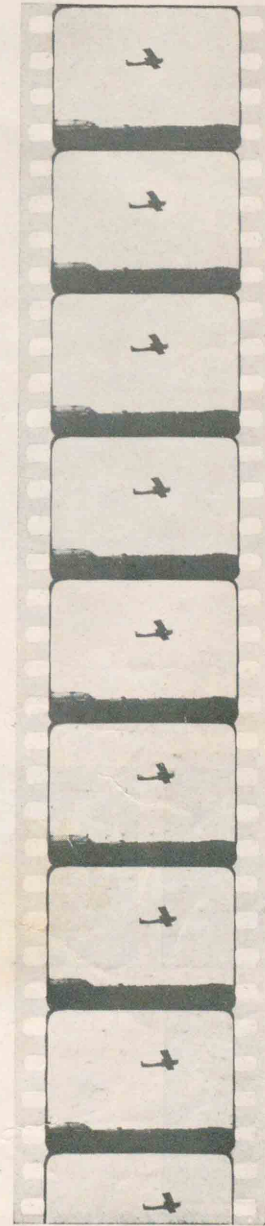
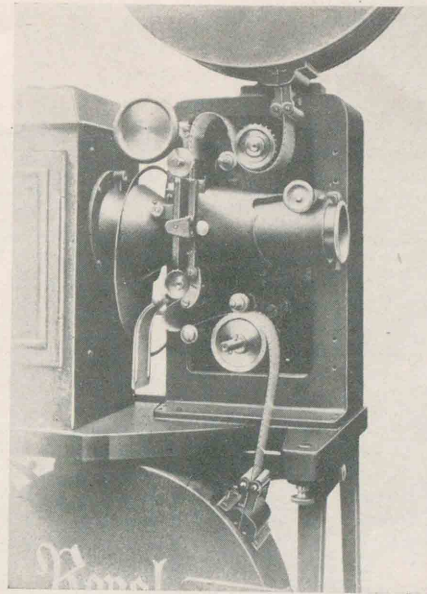


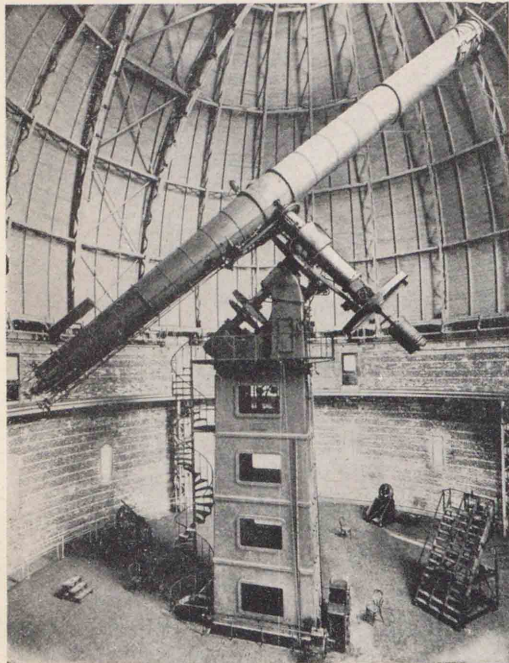
光の感覺は網膜上の像が消えてもなほ $\frac{1}{10}$ 秒位残る。それで少しづつ、形の變つてゐる連続した畫を、驚盤といふ装置を廻轉してその隙間から見ると、畫は活動してゐるやうに見える。活動寫眞はこの理を應用したもので、活動してゐる物體を毎秒十數回の割合に撮影した一連のフィルムを作り、これを撮影した時と同じ順序、同じ速さで映寫するものである。見る人は一つの映畫の残像の消えないうちに、少しく異なる次の映畫を見るから、物體が活動するやうに感ずるのである。



活動してゐる物體を毎秒十數回の割合に撮影した一連のフィルムを作り、これを撮影した時と同じ順序、同じ速さで映寫するものである。見る人は一つの映畫の残像の消えないうちに、少しく異なる次の映畫を見るから、物體が活動するやうに感ずるのである。

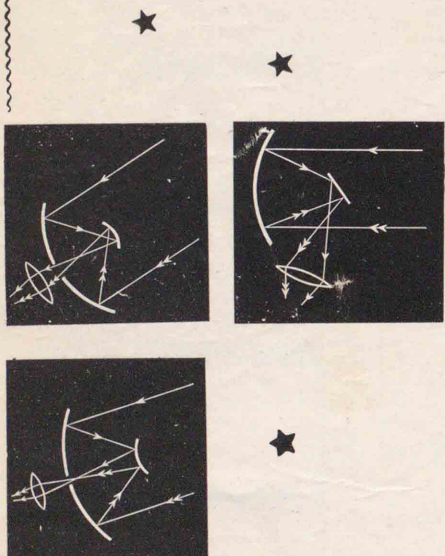
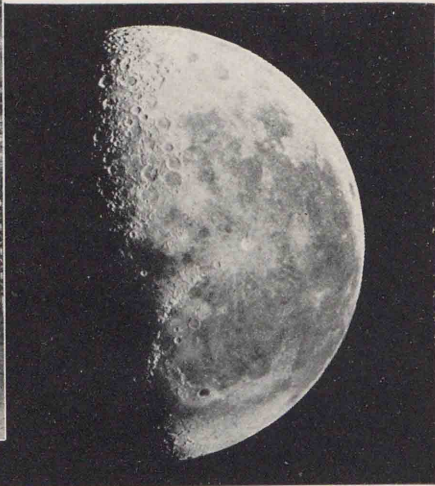
活動寫眞機とフィルム



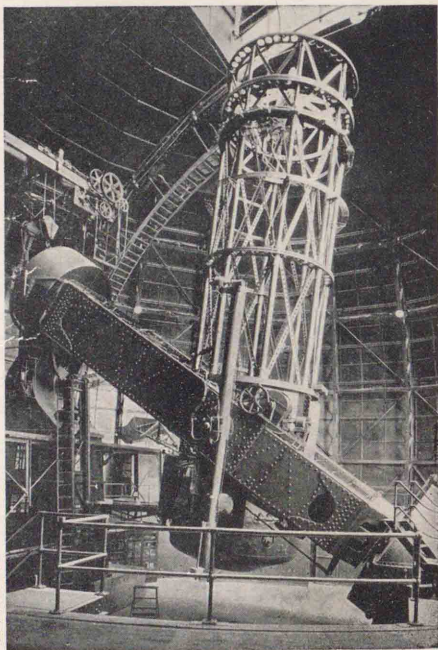


← ヤーキス天文臺の屈折望遠鏡 (40 吋)

↓ 望遠鏡によつて撮影した月の表面

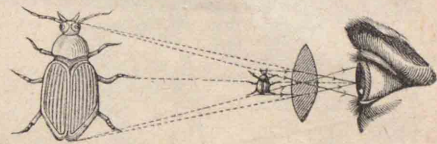


↑ 上の圖は三種の反射望遠鏡の原理を示すもの

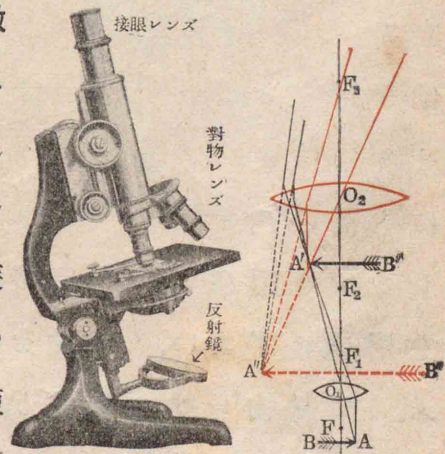


→ ウィルソン山天文臺の反射望遠鏡 (100 吋)

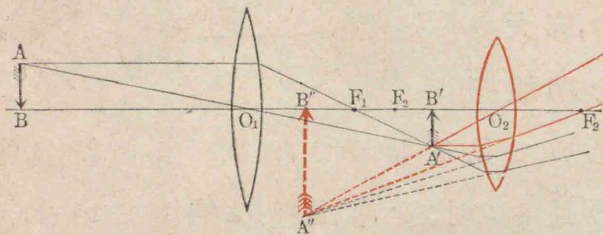
5. **蟲眼鏡(廓大レンズ)** 蟲眼鏡は焦點距離の短い凸レンズを1筒又は數筒組合せたもので、物體をその焦點より内に置き、廓大された虚像を明視距離に生ぜしめて見るものである。この時の像と實物との長さの比を**蟲眼鏡の倍率**といひ、大約明視の距離と焦點距離との比に等しく、焦點距離が短いほど大である。



6. **顯微鏡** 顯微鏡は焦點距離の短い凸レンズで廓大された實像を、更に凸レンズで廓大して見る装置で、伸縮する鏡筒の下端に焦點距離の短い**對物レンズ**を、上端にはそれよりも焦點距離の長い**接眼レンズ**をはめてある。なほ廓大に伴ひ視野の暗くならないやうに、下方に**反射鏡**を備へてゐる。



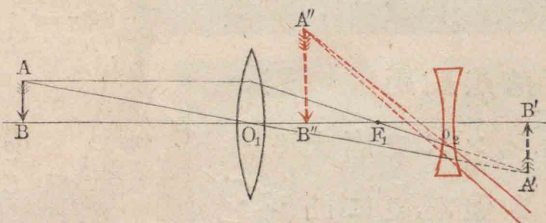
7. **望遠鏡** 望遠鏡は伸縮する圓筒の兩端



に焦點距離の長い對物レンズと焦點距離の短い接眼レ

ンズとを備へたもので、主に天體觀測や測量などに用ひられる。この種の望遠鏡では像は倒立する。

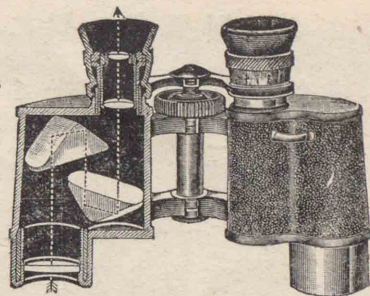
像を正立させるには、更に1箇の凸



レンズを用ひるか、或は接眼レンズに凹レンズを用ひればよい。後者を**ガリレオ望遠鏡**といふ。又對物レンズの代りに凹面鏡を用ひたものを**反射望遠鏡**といふ。

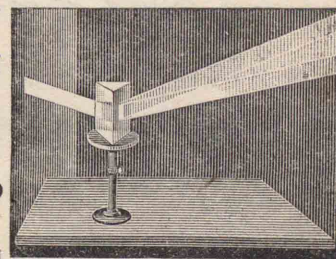
2箇の直角プリズムにより4回の全反射を利用すれば、2箇の凸レンズを用ひても正立像が得られる。ガリレオ望遠鏡とプリズム入の

望遠鏡とは、圓筒の長さが短くて携帯に便利であるから、通常**双眼鏡**として風景などを見るに用ひられる。



第5章 光の分散

1. **光の分散** 日光を小孔から暗室に導き、プリズムにあて、屈折して出る光を衝立に受けると美しい色帯が現はれる。次にプリズムと衝立との間に凸レンズを置いて、色光を衝立上に集めると通常**の白光**となる。



上の實驗で現はれる色帯の主な色を排列の順に挙げれば、赤・橙・黄・緑・青・藍・堇の7色である。このやうに光が多くの色光に分れる現象を**光の分散**といひ、生じた色帯を**スペクトル**といふ。日光がこのやうに分散してスペクトルを生ずるのは、日光が種々の色の光から成り、且光は色

によつて屈折率を異にするからである。

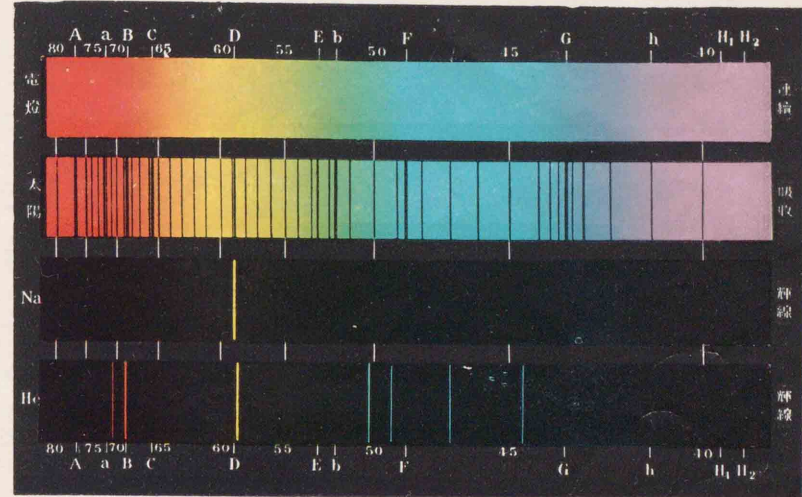
赤色光と青綠色光とのやうに相混ざれば白光となる二つの色光を、互に餘色であるといふ。黄と青、堇と黄緑も互に餘色である。

又、赤・緑・青の3色光を適當の割合に混ざれば、任意の色光を生ぜしめることが出来る。この3色を光の三原色といふ。

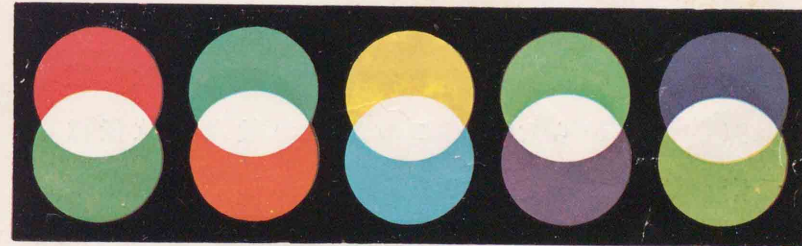
2. **虹** 虹は日光が大氣中に浮游する水滴にあたり分散して生ずる現象である。即ち日光が水滴にあたり屈折する時、光の分散が起り入射光線と赤色光は 42° 、堇色光は 40° の角をなして出で、他の色光はこの間にある。それで太陽を脊にし、これを見る時、眼と太陽とを連ねる直線と 42° 乃至 40° をなす方向に赤色を外側にして排列した圓弧状の色帯即ち虹を見る。

3. **物體の色** 不透明體が夫々特有の色を呈するのは、これに入射する色光の一部を反射し、他部を吸収するによる。例へば緑の葉は日光中主として綠色の光を反射してその他の色を吸収するから綠色を呈し、又赤い花は主とし

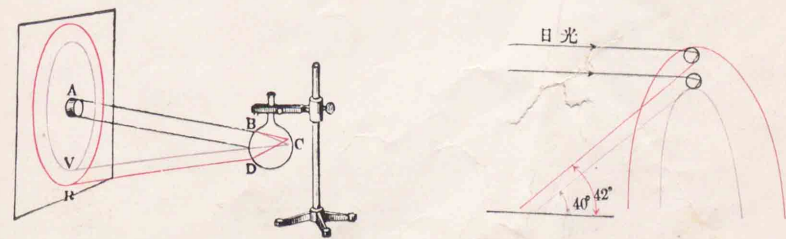
數種のスペクトル



數種の餘色



虹の理



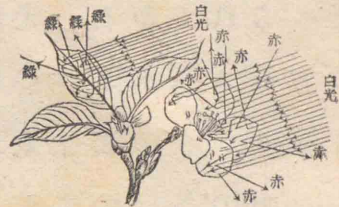
スペクトルはその光線の種類によつて異なる。

連続スペクトル 電燈のやうに白熱せる固体又は溶融せる金属の發する光のスペクトルで、各種の色の連続してゐるものである。

吸収スペクトル 連続スペクトル中の一部の色光を缺くために黒線又は黒帯を有するスペクトルで、太陽スペクトルも多數の黒線を有するから一種の吸収スペクトルである。太陽スペクトルの黒線は、その位置によつてA線、B線、C線、……H線などと命名されてゐる。

輝線スペクトル 灼熱せる金属蒸氣その他高温度にある氣體の發する光のスペクトルで、一般に數條の輝いた線からなる。この輝線の數及び位置は各元素によつて一定してゐる。稀薄な氣體を電氣的に刺戟してもこのスペクトルが出る。

て赤色の光を反射して他を吸収するから赤く見える。物体が各色光を一様に反射すれば白色を呈し、



全部を吸収すれば黒色に見える。

透明體の色はこれを通過する光の色による。例へば赤硝子は、主に赤色光だけを通過させて他の色光を吸収するので、赤く見える。

4. **繪具の混合** 黄色の繪具と青色の繪具とを混合すれば綠色を呈する。これは黄色の繪具は日光中、主に青・藍・堇などの色光を吸収し、青色の繪具は赤・橙・黄などの色光を吸収するから、兩者を混合すると、共通に反射する綠色以外の光が吸収されるによる。

種々の色は、赤・黄・青の三色の繪具を適當に混合すれば求められる。それでこの3色を繪具の三原色といふ。三色版は繪具の三原色の理を應用したものである。(口繪参照) 繪具を多種類混ざるほど黒色に近づくのは何故か。

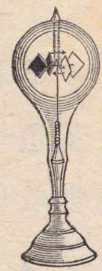
5. **光波** 光の本性は一種の波動であること

考へられてゐる。光波の波長は、赤色から堇色の方へスペクトルの順に次第に減る。右の表は太陽スペクトル中の各部の光波の波長を示す。

光波の波長の表

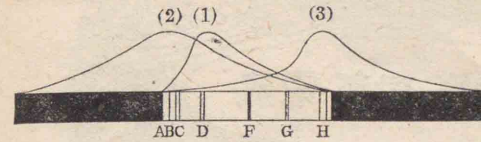
A (赤)	0.000076 _{cm}
B (赤)	0.000069
C (橙)	0.000066
D (黄)	0.000059
E (緑)	0.000053
F (青)	0.000049
G (藍)	0.000043
H (堇)	0.000040

6. **輻射線** 日光スペクトルを暗室内の衝立に作り、(1)眼



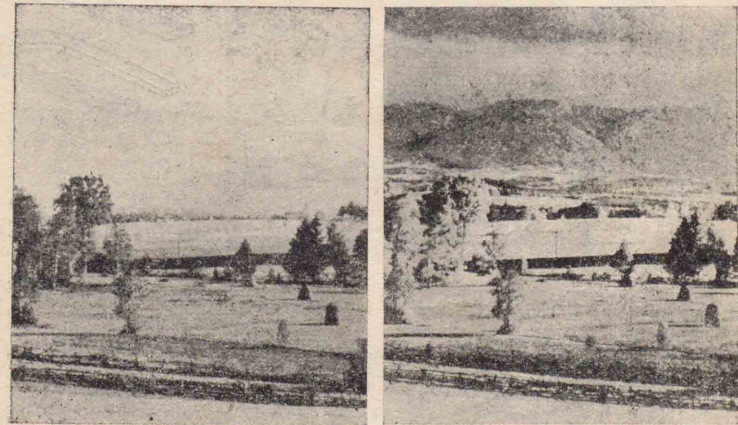
輻射計の一種

に感ずる明るさを検するに、黄色部が最も強く、赤色部・堇色部に至るに従ひ次第に弱い。(2)鋭敏な輻射計によつて各部の熱作用を検するに、堇色部から赤色部に至るに従ひ次第にその強さを増し、更に赤色部を越えてやゝ遠い所までこの作用が認められる。よつて日光中には、赤色光よりも波長の長い一種の線があつて熱作用を呈することが知られる。この線を赤外線又は熱線といふ。(3)更に寫眞によつてスペクトル各部の化學作用を検するに、青・藍・堇の部が最も鋭敏である。なほ堇色部の端より外にもこの作用が認められる。よつて日光



中には又、堇色光よりも波長の短い一種の線があつて化學作用を呈することが知られる。この線を堇外線又は化學線といふ。熱線・化學線は直接眼には感じないが、直進・反射・屈折などにして全く可視光線と同一法則に従ふ。熱線及び化學線を可視光線と併せて輻射線といふ。

赤外線は波長が大で透過力が強い。近來赤外線に感じ易い寫眞乾板が工夫され、これを用ひて遠方の寫眞が撮影され、軍事上・測量上便益を得てゐる。



同一の場所を同時刻に撮影した普通寫眞(左)と赤外線寫眞(右)。赤外線寫眞では空や山の黒いの注意せよ。



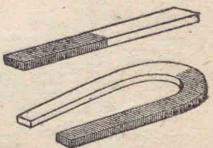
第 1 章 磁 氣

1. **磁石** 鉄を吸引する性質を磁性といひ、磁性の原因となるものを磁氣といふ。すべて磁性を有する物體を磁石といふ。磁石はその形により磁針・棒磁石・蹄形磁石等の別がある。

磁石の鉄を吸引する作用はその両端に近い點で最も強い。この點を磁極又は單に極といふ。磁石を水平に吊して自由に廻轉

し得るやうにすると、ほゞ南北を指して靜止する。その北を指す極を北極(N極)といひ、南を指す極を南極(S極)といふ。

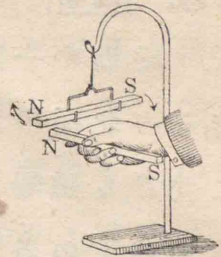
棒磁石を水平に吊し、他の磁石のN極をそのN極に近づけるとこれを斥ける。又他の磁石



(上)磁針(中)棒磁石
(下)蹄形磁石

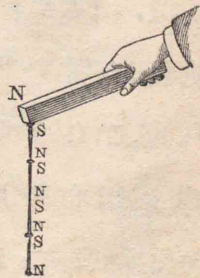


のS極をそのS極に近づけても同様である。これに反し、互に反對の極を相近づけると引合ふ。



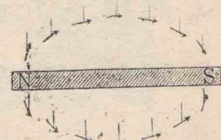
上の實驗から、磁石の同名の極は相斥け、異名の極は相引くのを知る。この兩極間で互に引斥する力を磁力といふ。

2. **磁氣感應** 磁石の一極に鉄片を近づけると、鉄片はその極に近い端にこれと異名の極を、遠い端に同名の極を生じて、一つの磁石となる。この現象を磁氣感應といふ。



磁氣感應によつて磁石となつた鉄片は、又他の鉄片に磁氣感應を及ぼすから、強い磁石の極には幾つもの鉄片を下げる事が出来る。軟鉄片は磁石の磁氣感應で容易に磁氣を帯びるが、磁石を遠ざければ直ちに磁氣の大部分を失ふ。鋼鉄は容易に磁氣を帯びないが、一度磁氣を帯びれば容易に失はない。

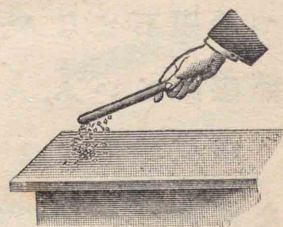
3. **磁場** 磁力のはたらく場所を磁場といふ。磁場の一點に小磁針を置く時、その北極の示す方向をその點に於ける磁場の方向といふ。



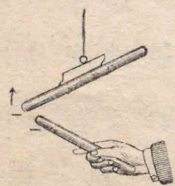
地球上の各地で磁針がほぼ南北の方向を指すことから、地球は一大磁石であつて地表はその磁場であると考えられる。

第2章 靜電氣

1. **電氣** エボナイト棒を猫の皮で摩擦し、机上に置いた紙片に近づければ、これを吸引する。硝子棒を絹布で摩擦しても同様である。これはエボナイト棒及び硝子棒に電氣が起つたため、この時棒は帶電したといふ。



帶電したエボナイト棒を絹絲で吊し、これに同じやうに帶電した他のエボナイト棒を近づければ、互に反撥する。次に絹布で摩擦した硝



子棒を近づければ、互に引合ふ。

かやうにエボナイト棒に起つた電氣と硝子棒に起つた電氣とは、性質相異なる2種の電氣である。如何なる方法で起した電氣もこの2種の電氣の何れかである。エボナイト棒に起つた電氣と同種の電氣を陰電氣と名づけ、硝子棒に起つた電氣と同種の電氣を陽電氣と名づける。上の實驗からわかるやうに、同種の電氣は相斥け異種の電氣は相引く。この引斥力を電氣力といふ。

2. **驗電器** 驗電器は、硝子瓶にエボナイト又は硫黄の栓をなし、これに金屬棒を通し、その上端に金屬板を付け、下端に2枚の金屬箔を下げたものである。



驗電器

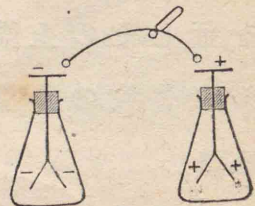
帶電體を驗電器の金屬板に觸れると、電氣はこれに傳はりその箔は互に反撥して開く。よつてその開きの有無・大小により帶電の有無及び帶電量の多少を知ることが出来る。又、驗電器に一種の電氣を與へ、

これに他の帶電體を觸れ、箔の開きの増減から電氣の種類をも判別し得る。

3. **電氣の傳導** 金屬・炭素及び酸・アルカリの水溶液などは電氣をよく導く。これ等を電氣の**導體**といふ。又硝子・エポナイト・硫黃・絹・パラフィン・乾いた空氣などは電氣を良く導かない。これ等を**不導體**といふ。導體の電氣が外に逃れぬやうに、不導體の臺や柄を附けることを**絶縁**するといふ。それで不導體を**絶縁體**ともいふ。

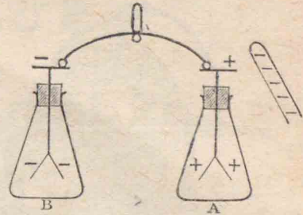


4. **電氣の中和** 相等しい二つの驗電器に夫々陰電氣及び陽電氣を與へて箔の開きが等しくなるやうにして、これに絶縁柄の附いた金屬棒を橋渡しすると、兩驗電器の箔は閉ぢる。一般に陰陽兩電氣の等量を同一の導體に與へると、帶電の現象が消える。これを電氣の**中和**又は**放電**といふ。



5. **靜電感應** 絶縁された導體はこれに帶

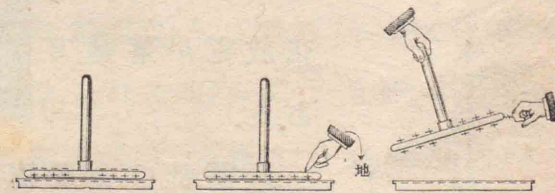
電體を近づければ、帶電體に近い部分にその帶電と異種の電氣を生じ、遠い部分に同種の電氣を生ずる。これを**靜電感應**といふ。靜電感應によつて生じた陰陽兩電氣の量は相等しい。



6. **電氣盆起電機** 電氣盆は靜電感應によつて電氣を得る装置で、金屬盆にエポナイトをつめたものと絶縁柄を持つ金屬板とから成る。

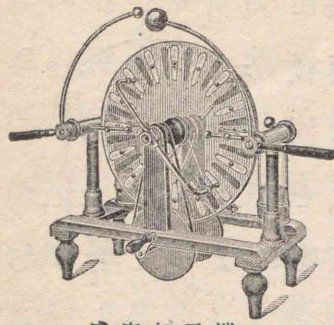
電氣盆のエポナイト面を猫の皮で數回擦つて陰電氣を帯びさせ、

次に金屬板を載せると、感應によつてその



上面に陰電氣を生じ、下面に陽電氣を生ずる。よつて金屬板に指頭を觸れ、陰電氣を地に逃がした後、絶縁柄を持つて金屬板を引離せば、これに陽電氣が得られる。

多量の電氣を起すには**感應起電機**を用ひる。この起電機の兩極を近づけて廻轉すれば、兩極に集まる2種の電氣は音と光とを發して中和



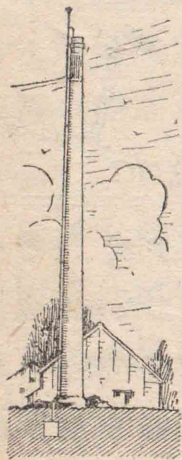
感應起電機

する。このやうな放電を火花放電といふ。火花放電の激しい時は、物體を破壊し、多量の熱を發し、又人體に電撃を與へる。

7. **雷電** 多量の電氣を帯びた雲がこれに近い雲に感應によつて異種の電氣を生ぜしめ、火花放電をなす時、雷電の現象が起る。雲と



地面との間の火花放電が落雷である。

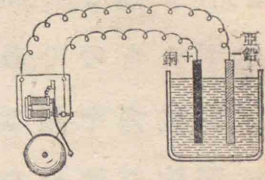


避雷針は、金屬棒の上端を尖らせて鍍金し、その下端を導線によつて地中深く埋めてある金屬板に連ね、その尖端をして地面と雲との間に徐ろに放電を行はしめ、

落雷を避ける装置である。

第3章 電流及び電池

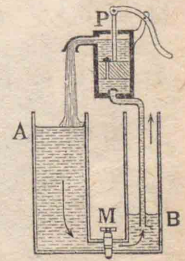
1. **電流** 稀硫酸中に銅板と亜鉛板とを浸し、その兩板を針金(導線)で電鈴に連結すると、電鈴は鳴る。



これは化學作用によつて電氣が生じ、針金に電氣の流れ即ち電流が生じたためである。かやうに化學作用によつて電流を得る装置を電池といふ。

上の電池では、銅板は常に陽電氣を帯びて陽極となり、亜鉛板は陰電氣を帯びて陰極となる。電池の兩極を針金でつなぐことを電池の輪道を閉ぢるといひ、これを切ることを開くといふ。電池の輪道を閉ぢると、陽極から陰極に向つて針金を通つて陽電氣が移る。

2. **電池の電動力** 圖のやうな、装置で矢の方向に續いて水が流れるやうにするにはポンプで水を押し上げ、絶えず一方の水面を高く保たねばならぬ。電池はこれと同様の關係にある

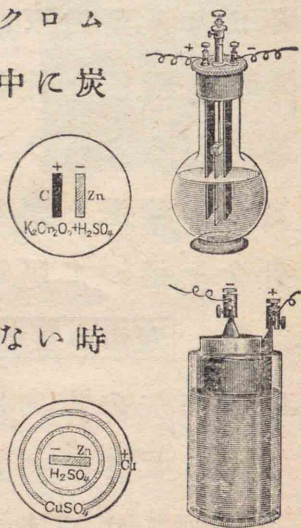


もので、兩極を連結するとき續いて電流を生ずるためには水を押し上げるポンプのやうな作用が必要である。これを電池の**電動力(電壓)**といひ、液と極との間に行はれる化學作用によつて生ずるものである。

電動力を測る單位には**ヴォルト**を用ひる。電燈線を流れる電流の電壓は通常100-110ヴォルトである。

3. [實用電池] 電池には種々あるが次に實用に供されるものを擧げる。

(1) **重クロム酸電池** 重クロム酸カリ1, 硫酸2, 水10の溶液中に炭素板と亜鉛板とを對立させたものである。その電動力は約2.1ヴォルトで、強い電流を得るのに適する。使用しない時は通常、亜鉛板を液から引上げておく。



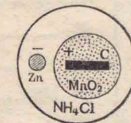
(2) **ダニエル電池** 硫酸銅の濃溶液を入れた器中に、稀硫酸を入れた素

焼の圓筒を立て、硫酸銅の溶液中には銅板、稀硫酸中には亜鉛板を立てたものである。電動力は約1.1ヴォルトで、電流の強さが一定な特徴がある。

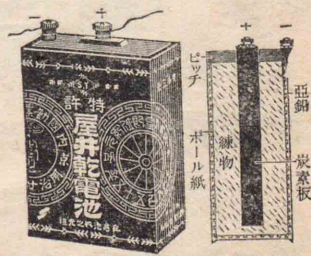
(3) **ルクランシェ電池** 塩化アンモンの濃



溶液中に、炭素板の周圍に、二酸化マンガンを炭素粒とをつめた素焼圓筒と、亜鉛板とを對立させたものである。電動力は約1.5ヴォルトである。この電池は使用中に電流は衰へるけれども、これを断てば再び回復する。それで電鈴電話などに多く使用される。



(4) **乾電池** ルクランシェ電池の變形で、亜鉛箱にボール紙を隔て、塩化アンモン・塩化亜鉛・二酸化マンガン・炭素粉・燒石膏などを水で煉つてつめ、その中に炭素板を挿入したものである。取扱の便なため廣く用ひられる。



第4章 電流の熱作用

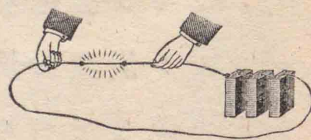
1. **電氣抵抗** 電流の強さは、同一の電源を用ひても、導線の種類や長さ・太さなどによつて異なる。

これは導線によつて、電流の流れるのを妨げる程度が異なるためである。導線のこの性質を**電氣抵抗**といふ。

電流の強さの単位には**アンペア**を用ひ、電氣抵抗の単位には**オーム**を用ひる。實驗によれば、同一物質の導線の電氣抵抗は、その長さに正比例し、切口の面積に反比例する。

2. **電流の熱作用** 細い銅線の間と同じ太さの鉄線をつなぎ、乾電池2、3筒を用ひて電流を通ずると、銅線がやゝ温まる時に、鉄線は赤熱される。このやうに、輪道に電流を通ずればその各部は熱せられ、その作用は電流が

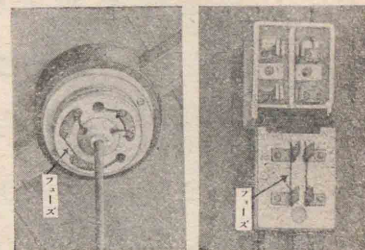
電氣抵抗の表	
0°C, 長さ1米, 切口の面積1平方糎	
	オーム
銀	0.016
銅	0.017
アルミニウム	0.032
タングステン	0.050
鉄	0.12
洋銀	0.28
水銀	0.69
ニクロム	1.01
炭素	50(約)



強く且導線の抵抗の大なるほど大である。

タングステン・炭素・ニクロム線等は電氣抵抗が大であるから、白熱燈・電熱器等に用ひられる。

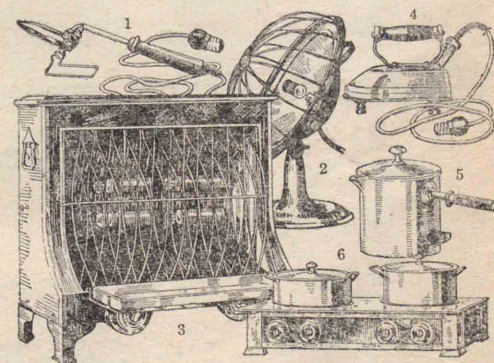
又**フューズ**は、熱によつて融け易いから電路に挿入し、過大の電流が通る時融けて自動的に電路を斷つ安全装置として用ひられる。



3. **電熱の應用**

(1) **電熱器** ニクロム線を耐火粘土の圓筒

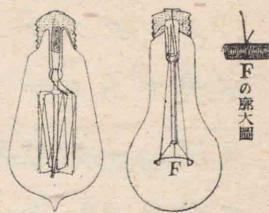
に捲附け、或は耐火性絶縁體中に納め、これに電流を通じ多量の熱を發生させる装置で、電氣ストーヴ・電氣七輪・電



1. 電氣鋸 2. 3. 電氣ストーヴ 4. 電氣アイロン 5. 電氣湯沸 6. 電氣七輪

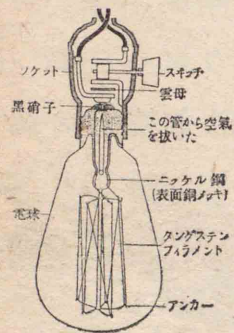
氣アイロン・電氣湯沸等その種類が甚だ多い。

(2) 白熱電燈 タングステンの^{フィラメント}纖維條を硝子球内に封入し、その酸化を防ぐために球内を真空にしたもので、これに電流を通ずれば纖維條は強い光を放つ。ガス入電球は球内に窒素やアルゴンを封入し、光度と寿命との増進を圖つたものである。電球をはめるソケットにはスキッチがあつて、



タングステン電球(左)
ガス入電球その纖維條(右)

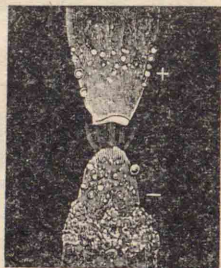
これを廻轉して電球への電流を通絶する。



電球の明るさは何燭又は何ワット¹⁾で表はす。通常家庭で用ひる電球は16燭(20ワット), 24燭(30ワット), 32燭

(40ワット)等である。

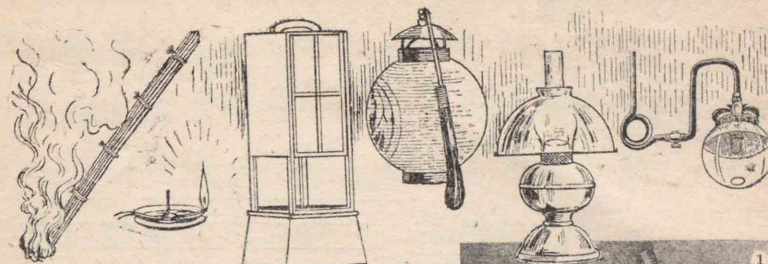
(3) 弧燈 2本の炭素棒の兩端を軽く接觸し、これに強い電流を通じて少し引離し、この間に弧



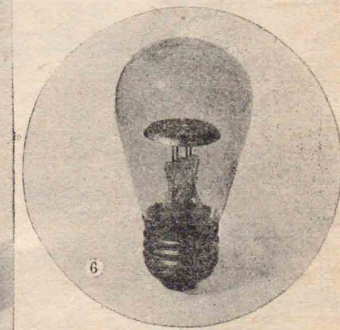
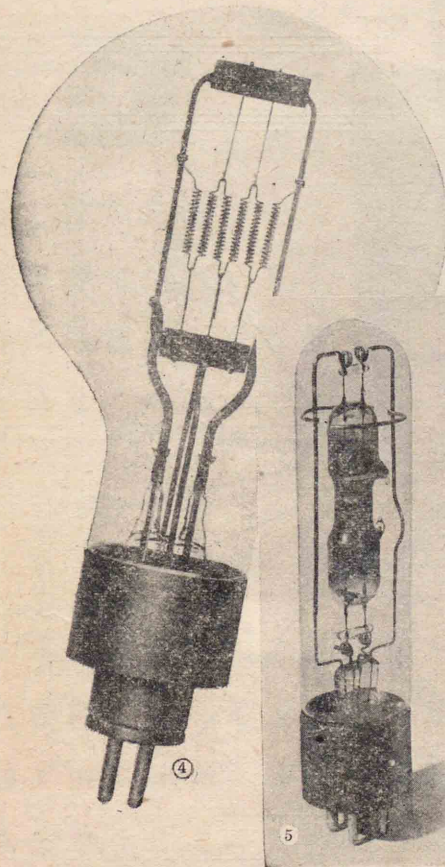
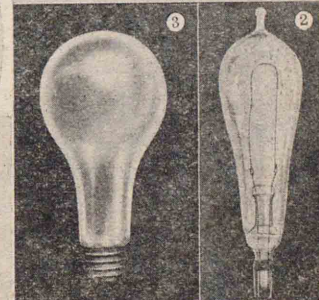
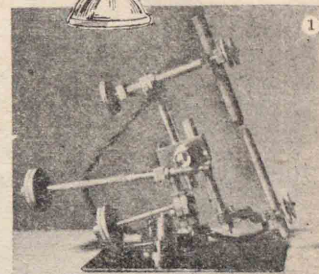
弧燈の兩極

1) 本来ワットは電流が單位時間になす仕事の量即ち電力を測る單位で、1ワットは1ヴォルトの電壓で1アンペアの電流を通ずる場合の電力である。

燈火の發達



— 松明からガス燈まで —

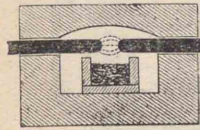


- ① アーク燈 (1821年發明)
- ② 最初の電球 (1879年發明)
- ③ 現代の進歩せる電球 (内面塗消ガス入)
- ④ 國産最大電球 (10キロワット2萬燭)
- ⑤ カドミウム燈
- ⑥ ネオン燈

狀焰(電弧)を生ぜしめるもので、棒の兩端は3500°内外の高温度に熱せられて強烈な光を發する。容易に數千燭を生ぜしめることが出来るので、幻燈・活動寫真・探照燈などに用ひられる。

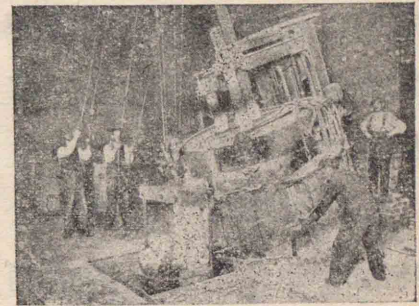
(4) 電氣爐 電弧の兩極間に發生する多量

の熱を利用するもので、耐火性粘



土或は生石灰

等で作つた爐の中に炭素棒を挿入して、これに強電流を送るやうになつてゐる。

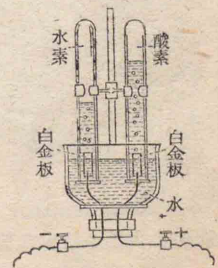


電氣爐による鉄の精鍊

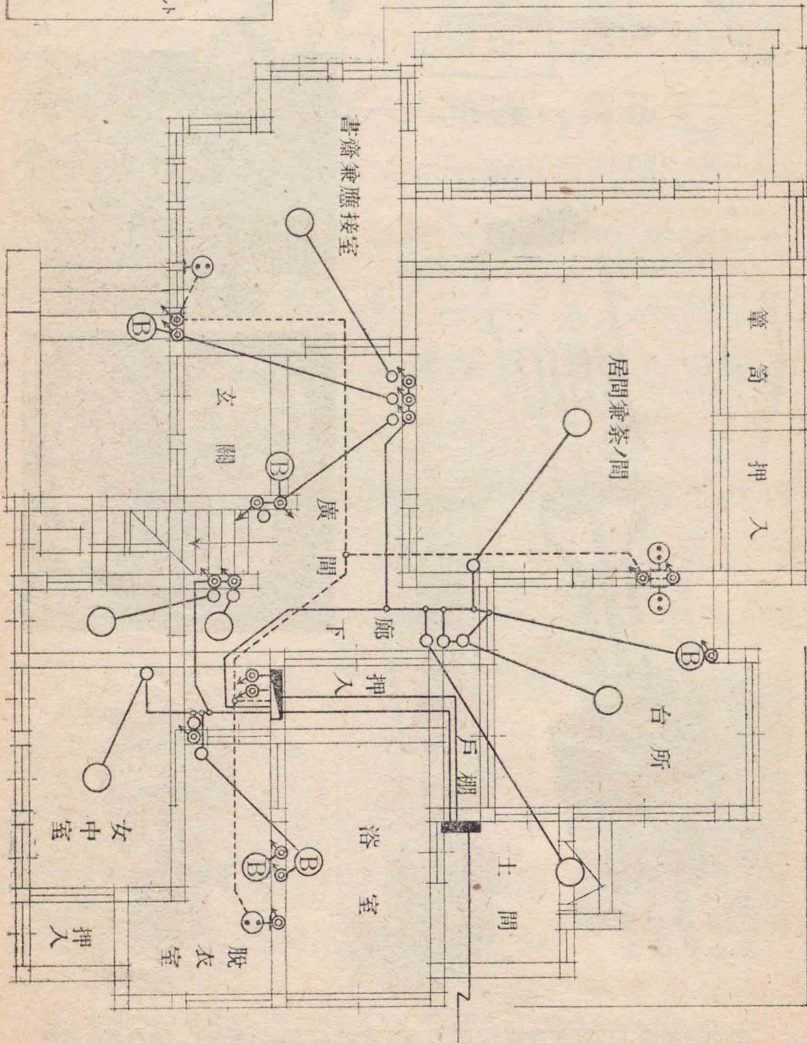
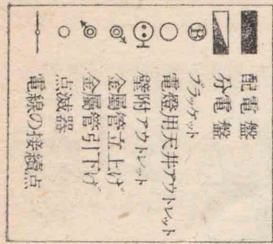
第 5 章 電流の化學作用

1. 電氣分解 稀硫酸中に 2

枚の白金の電極を立て、電流を通ずると、陽極から酸素、陰極から水素を生ずる。このやうな現象を電氣分解といひ、分解される物



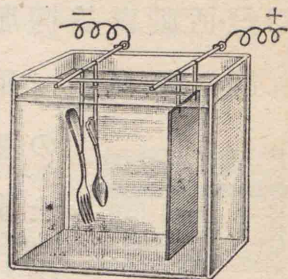
屋 内 配 線 圖



質を電解質といふ。

電氣分解の際に兩極に析出する物質の質量は、電流の強さと通じた時間との積に正比例する。

これをファラデーの法則といふ。金・銀・ニッケル等の金屬メッキや、純粹な金屬を得るために行ふ電氣精鍊法等は、皆電氣分解を應用するものである。



電氣メッキ

2. **蓄電池** 蓄電池は格子形の鉛板の目に酸化鉛をつめたものを兩極として、これを稀硫酸中に立てたものである。これに外部から電流を通ずると、電氣分解が起つて



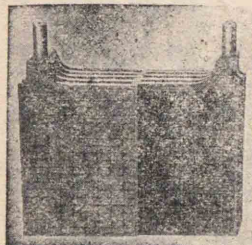
蓄電池(内部の鉛板を示す)

陽極 → 過酸化鉛

陰極 → 海綿狀鉛

となる。この兩極を導線でつなぐと電流が流れ、兩極はともに硫酸鉛に變じ、電動力が減る。これを放電といふ。

陰極 陽極



次に、これに再び外部から電流を送ると

陽極 → 過酸化鉛

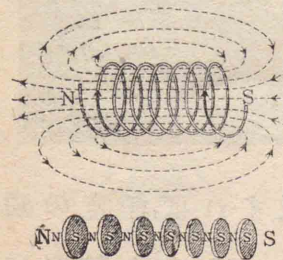
陰極 → 海綿狀鉛

となる。これを充電といふ。

蓄電池は、電流のエネルギーを化學的エネルギーに變へて蓄へおき、隨時電流を得る装置である。放電した後、又充電すれば、幾回でも繰返して使用することが出来る。

第6章 電流の磁氣作用

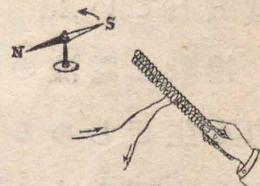
1. **コイル** 被覆した導線を同じ向きに幾回も螺旋狀に捲いたものを、コイルといふ。



コイルに

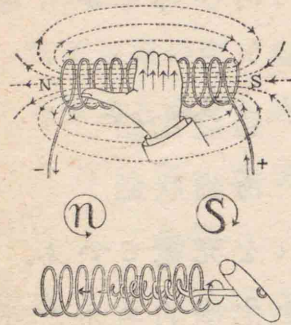
電流を通ず

ると、同形の



棒磁石に似た磁場が出来る。

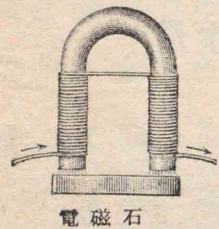
コイルに通ずる電流の方向と生ずる極との



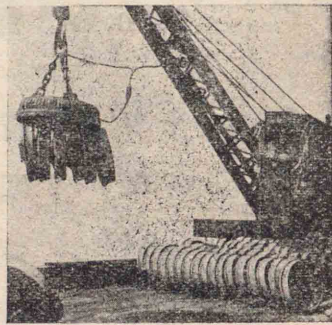
關係は次のやうに記憶するのが便利である。即ち、右手でコイルを握り電流が手首から指先に向ふものとすれば、拇指の方向に北極を生ずる。

コイルの磁場の強さはコイルを流れる電流の強さとコイルの單位の長さにかける捲數との積に正比例する。

2. **電磁石** 軟鉄心の周圍に、被覆した導線を幾回も捲附けてコイルを作り、これに電流を

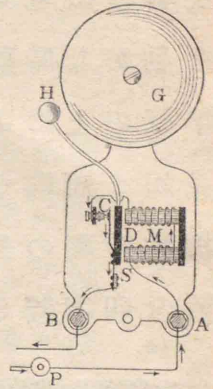


通ずると強い磁石となり、電流を断てば磁性を失ふ。このやうな装置を電磁石といふ。



捲數と電流の強さを加減すれば、任意の磁力を生ぜしめることが出来る。その上、随意にその作用を止め得るから、電氣起重機その他電氣機械の要部として、直接・間接の用途が廣い。

3. **電鈴** 電鈴は電磁石を應用してベルを鳴らす装置である。輪道に挿入してある押ボタンPを押すと、電流は通じ電磁石Mはその前の軟鉄片Dを引き、槌HはベルGを打つ。この時、軟鉄片の裏にあるバネとこれに接するネ

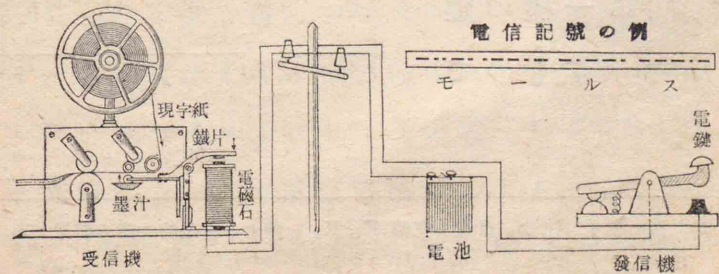


押ボタンの構造

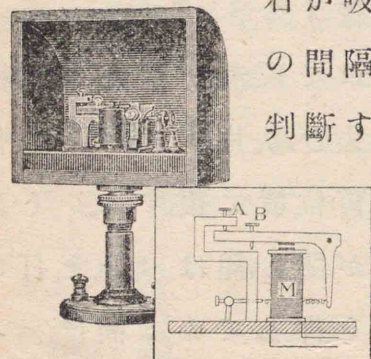
ジCとは離れて電流が断たれ、電磁石は磁性を失ひ、鉄片Dはバネの弾力によつて舊位置に復する。そこで再び輪道が閉ち、槌はベルを打つ。

かやうにして押ボタンを押してゐる間は、ベルが鳴る。

4. **電信機** 電信機は發信機と受信機とから成る。發信機の電鍵を押すと、電流が通じて

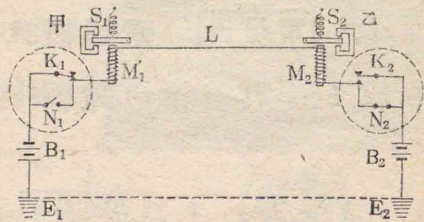


受信機の電磁石は前面の鉄片を吸引して筆子を動かし、時計仕掛で絶えず引出されてある現字紙の上に電信記號を記録する。この記號は長線と短線とで組立てられ、線の長さは電鍵を押す時間の長短に相當する。受信機のこの装置を印字器といふ。この外に音響器とて、電磁石が吸引する鉄片の發する音の間隔の長短によつて符號を判斷するものもある。



音響器とその構造

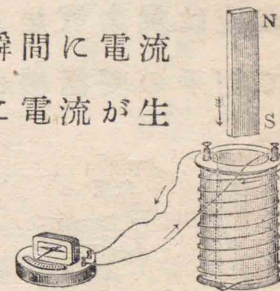
を用ひてある。下の圖は双方から通信し得る一種の連結法を示すものである。¹⁾



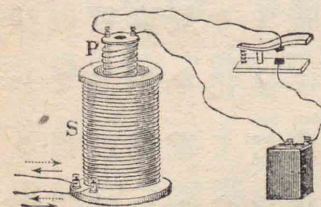
1) 圖に示す N_1, N_2 は夫々電鍵 K_1, K_2 を押すと自動的に開く装置である。

第 7 章 感 應 電 流

1. **感應電流** 一つのコイルの兩端を電流計に連ね、コイルの中に棒磁石を急に突入れ又は急に引抜くと、この瞬間に電流計の針は偏れて、コイルの中に電流が生ずることを示す。この現象を電磁感應といひ、コイルに生じた瞬間電流を感應電流といふ。



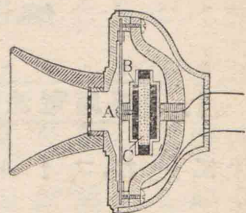
この時、棒磁石の代りに電流の通じてゐるコイルを用ひても、電磁感應は起る。又それを抜き差しする代りに、コイル S (二次コイル) の中に他のコイル P (一次コイル) を入れて、P の電流を斷續しても、S に感應電流が生ずる。



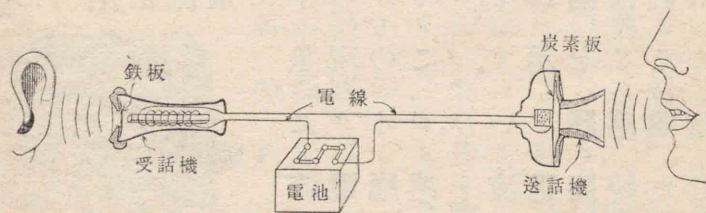
二次コイルに生じた電流で、豆電燈を點する實驗

2. **電話機** 電話機は送話機と受話機とが

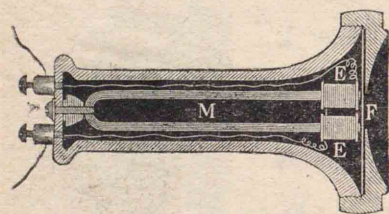
ら成る。送話機は送話口に近く、振動用の炭素板(A)があり、その中央後方に炭素粒(C)を緩くつめた炭素函(B)がある。そして送話機を通る電流は、炭素板から炭素粒を経て相手の受話機に通ずる。今、



送話機



送話機の口に向つて發聲すれば、その音波に應じて炭素板は振動し、これに接する炭素粒の接

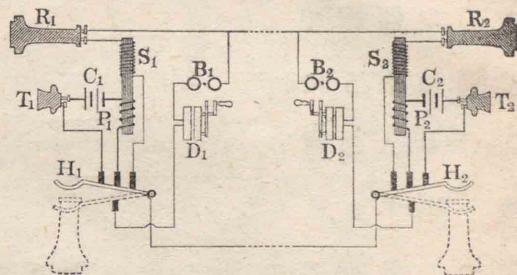


受話機

觸に變化を生じ、これに應じて電流の強さも變化する。受話機は、永久磁石(M)の尖端に電磁石(E)を附け、その前面に薄い鉄板(F)を置いたもので、送話機から來る電流は電磁石に入る。それで電流の強さに變化が起れば、それに應じて電磁石の強さ

にも變化を生じて、鉄板を引附ける度合を異にし、その結果鉄板は、送話機の口から入つた音波に等しい振動をなし、受話機に音を再現する。

實際の電話機では、双方に送話機 T_1, T_2 、受話機 R_1, R_2 を持ち、變壓器 P_1, S_1, P_2, S_2 を備へて、送話によつて



起る電流の變化に伴つて生ずる感應電流により、受話機の鉄板を動かすやうになつてゐる。又、通常の場合、談話の相手と呼出すには、電話交換局の媒介による。これに手動式と自動式とがある。

3. **發電機(ダイナモ)** 發電機は水力又は火力

などにより、界磁(場磁石)といふ強い電磁石の兩極間で、^{イーマチュア}發電子と稱される、軟鉄心に捲いたコイルを廻轉し、電磁感應を利用して電流を得る装置である。

(1) 交流發電機 界磁の兩極 N, S 間で發電子のコイル ABCD の面を甲圖のやうに、XY を軸

1) 電壓を高めたり低めたりする装置で、その要部は捲数の異なる一次コイルと二次コイルとを共通の軟鉄心に捲附けたもの。

として點線で示す位置から半廻轉すれば、コイルに A→B→C→D

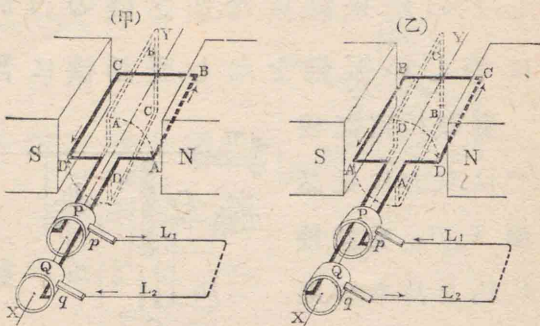
の電流を生じ、

次の半廻轉で

乙圖のやうに

D→C→B→A の電

流を生ずる。



従つて發電子のコイルの兩端を滑動環(集電環) P, Q につなげば、これに接觸してゐる炭素^{ブラシ}刷毛 p, q から外部に導かれた導線の輪道には、コイルの半廻轉毎に方向の變はる電流が生ずる。かやうに絶えず方向が變はる電流を交流(A.C.)といひ、この發電機を交流發電機といふ。

(2) 直流發電機 交流發電機の滑動環の代

りに、絶縁された2

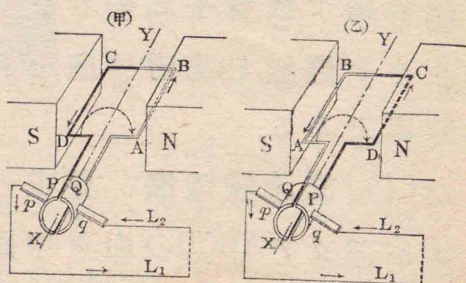
箇の半圓環から成

る整流子^{コムミュータ}を用ひ、發

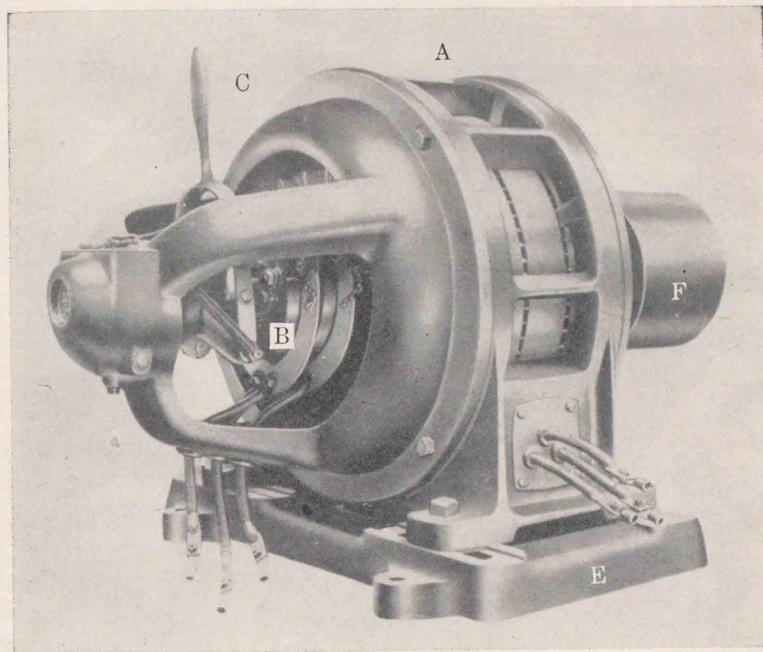
電子の半廻轉毎に

刷毛の接觸が反對

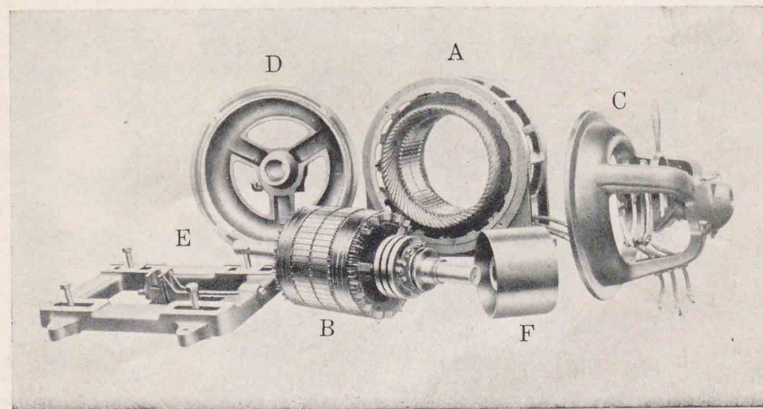
になるやうにすれば、外部に導かれた導線の輪



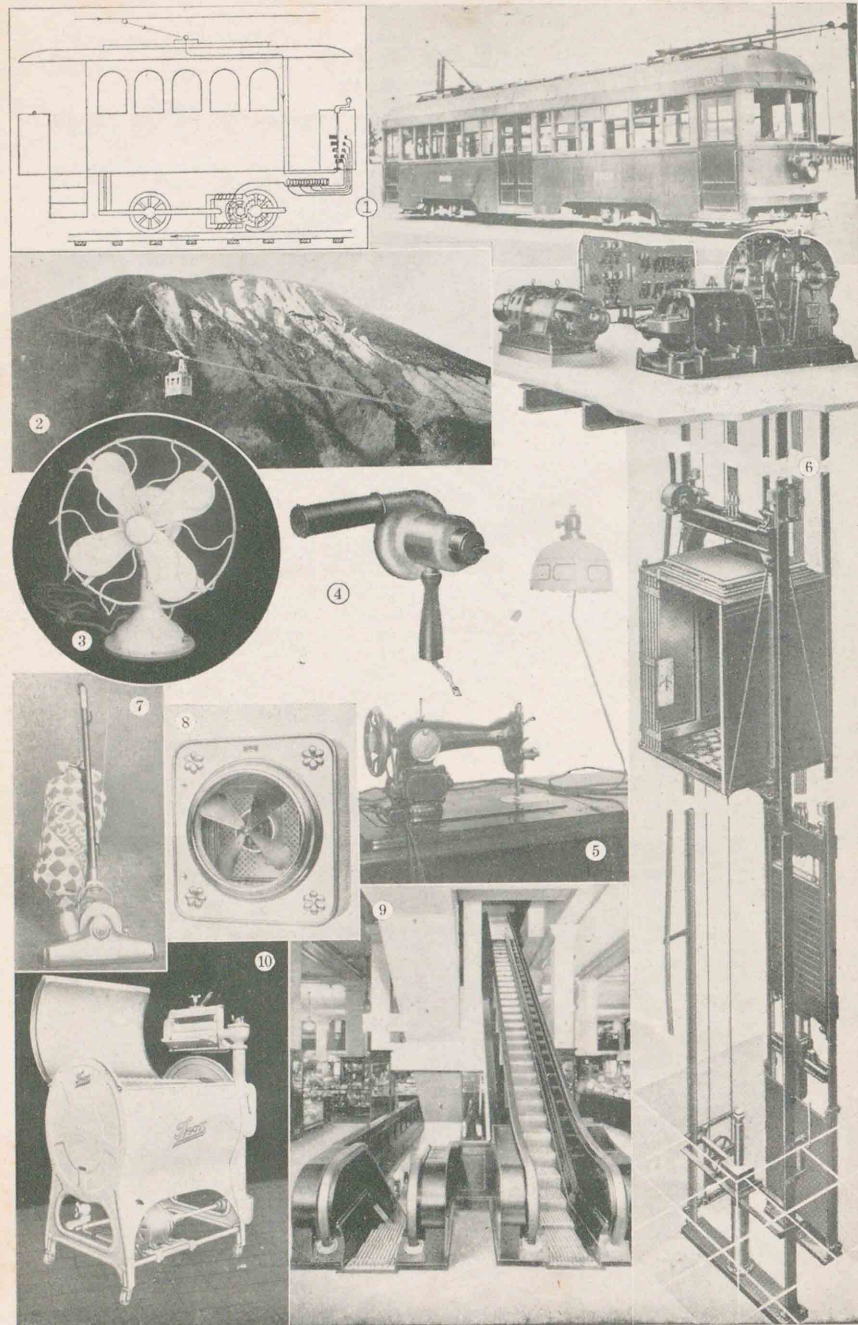
誘導電動機



同上分解圖



A. 固定子 B. 廻轉子 C, D. ブラケット E. 臺 F. 調車



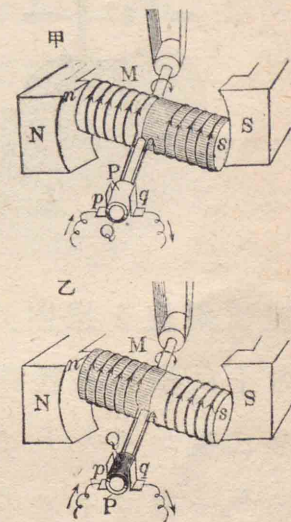
①電車 ②ケーブルカー ③扇風機 ④毛髪乾燥器 ⑤電気ミシン ⑥エレベーター ⑦真空掃除器 ⑧換気扇 ⑨エスカレーター ⑩電気洗濯機

道には、絶えず方向の一定した電流即ち直流(D. C.)を得る。この発電機を直流発電機といふ。

4. **電動機(モーター)** 電動機は、電流によつて廻轉運動を生ぜしめる機械で、発電機と反對の作用をするものである。

(1) **直流電動機** 直流電動機は直流発電機と同じ構造のもので、その發電子に相當するものを**電動子**といふ。

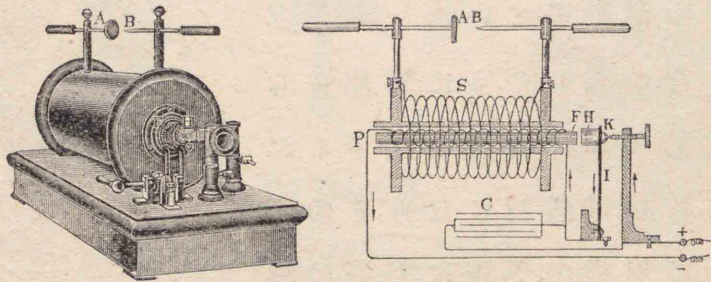
今、甲圖のやうに外部から電動子(M)に直流を通ずると、それが電磁石となり、そのN極は界磁のN極に、S極は界磁のS極に反撥されて廻轉する。電動子が半廻轉すると(乙圖)、整流子によつて、電動子のコイルを流れる電流の方向が變はるので、初めと同様な状態になり、電動子の廻轉を繼續する。



(2) **交流電動機** 交流電動機の中で、工場その他の動力に最も普通に用ひられるものは誘

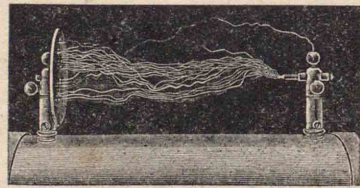
導電動機である。誘導電動機は固定子(ステータ)と稱する特殊の界磁内に、鉄心を圍み兩端にある銅環に固着した多くの被覆銅棒から成る廻轉子(ロータ)を備へたものである。

5. **感應コイル** 感應コイルは電磁感應を利用し、低い電壓の電流で高い電壓を生ぜしめる装置で、その構造は、數十條の軟鉄心Fに太い



被覆銅線を捲附け、これを一次コイルPとし、この上に細い被覆銅線を非常に多く捲附け、これを二次コイルSとしたものである。

今、一次コイルの輪道に電池をつなげば、軟鉄片HとバネIとによつて、電鈴の場合と同じやうに、その輪道が斷續されて二次コイルの導線



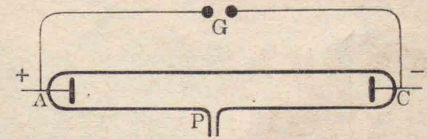
には高壓の感應電動力が誘起される。よつてこれに連なる兩極A, Bを近づければ、その間に火花放電を生ずる。

第8章 眞空放電・放射能

1. **眞空放電** 空氣中で二つの導體間に火花放電を行ふには甚だ高い電壓を要するが、氣壓を減らすと放電は容易になる。一般に稀薄な氣體中に於ける放電を眞空放電といふ。

硝子管の兩端にアルミニウム極を封入して、これを感應コイルの兩極に連結し、それをはたら

かせても管内の兩極には容易に火花が飛ばない。ところが

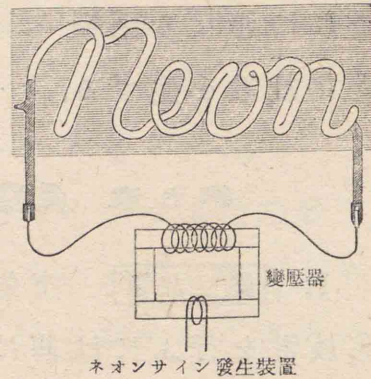


空氣ポンプで管内の空氣を抜いて、その壓力を減らすと、兩極間に赤色紐狀の放電を見るに至る。壓力の減るに従ひその紐狀の放電は次第に太くなり管全體に擴がるが、遂に管内の光は相接した鱗片狀の層に分れる。

かゝる眞空管を**ガイスレル管**といひ、管内の

氣體の種類によつて色を異にする。

近來、廣告燈として用ひられるネオンサインは、硝子の曲管にネオンガスを封入し、これを真空放電により發光させるものである。



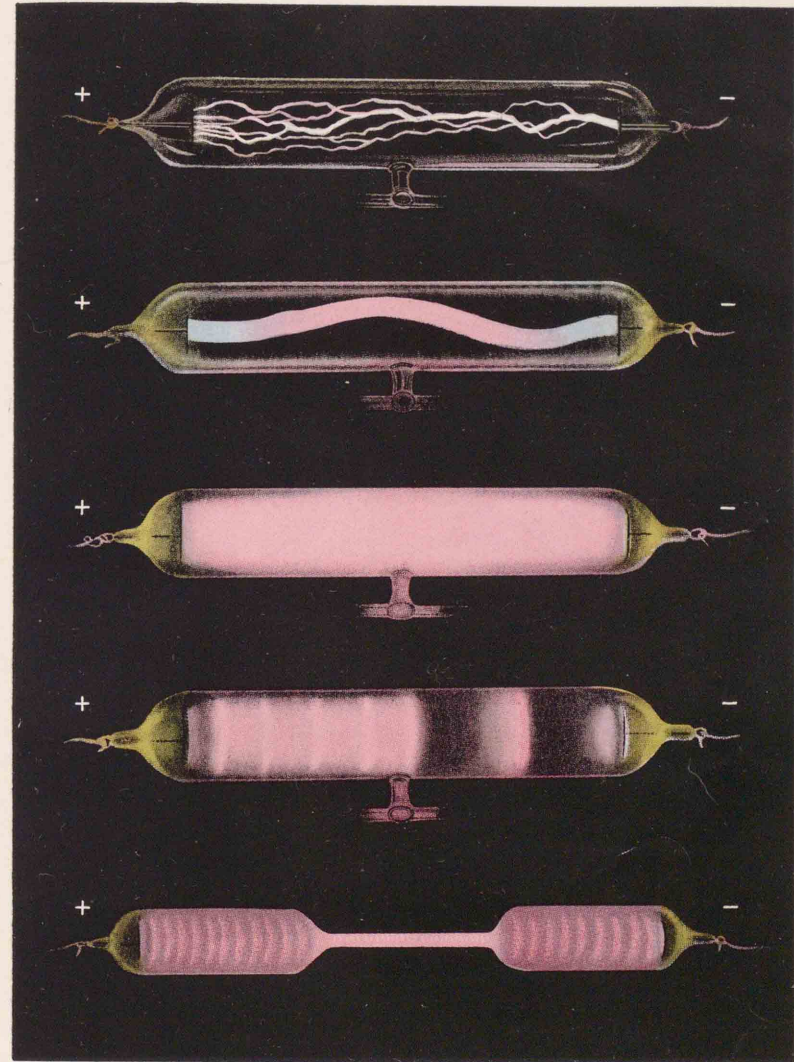
ガイスレル管内の氣體の壓力が水銀柱で約0.01—0.001耗になると、管内は暗くなり、たゞ陰極に對する管壁のみが黄綠色の微光を放つに至る。これをクルークス管といふ。

2. **陰極線** クルークス管に於て、陰極の對壁が黄綠色の微光を放つのは、陰極から電子が高速度で射出され、それが管壁に衝突するからである。電子のこの流れを陰極線といふ。

3. **X線** 陰極線が障害物に衝きあたり急にその進路が遮られると、そこから眼に見えない一種の放射線を出す。發見の當時その本性がわからなかつたので、X線と命名された。

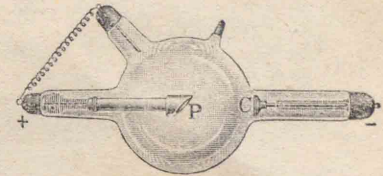
次の圖はX線を發生させるX線管球を示す。

真空放電



上は1氣壓の空氣を満たした管内で放電したもの、次は管内の空氣を $\frac{1}{4}$ 氣壓、 $\frac{1}{20}$ 氣壓、 $\frac{1}{1000}$ 氣壓に減じて放電したもの。又下(これも $\frac{1}{1000}$ 氣壓)は管の中央部を細くしたもので、この部分が他より著しく輝いて見える。

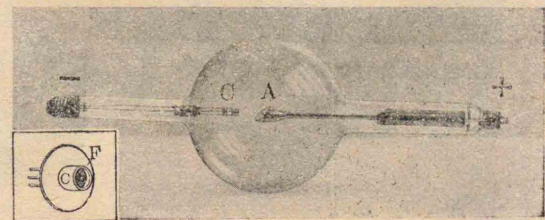
アルミニウムの凹形陰極板 C から高速度で射出される陰極線は、これに對するタングステン



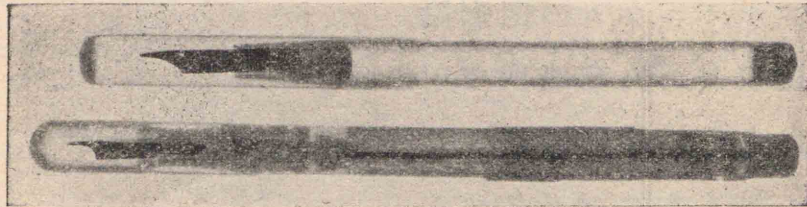
又は白金の對陰極板 P に衝突して、こゝから X 線を發生する。

X 線は光の不透明體をもその密度に應じて透過する性質がある。直接、眼には見えないが、白金シアンバリウム製の螢光板にあてる時、それを青綠色に光らせる。それでこれを用ひれば X 線によつて身體内部などを透視することが出来る。又、寫眞作用があるから、これを物體にあて、その X 線寫眞を撮影することが出来る。又、X 線は人體に對して特殊の生理作用を呈する。X 線のこれ等の性質は外科手術、人體や工業材料の内部診斷、疾病の治療等に利用される。

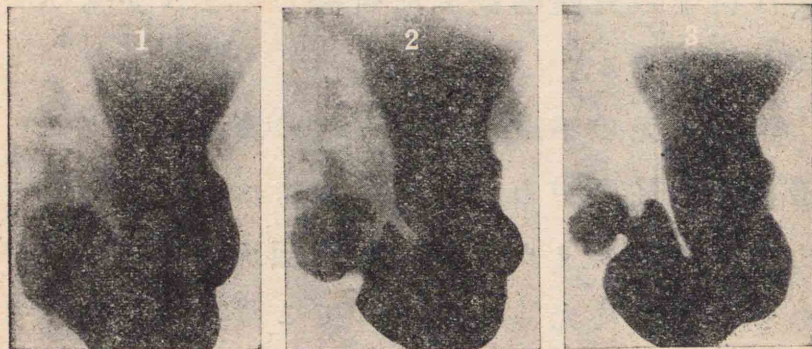
X 線管球は、
使用するに従ひ、その發生する X 線の透過



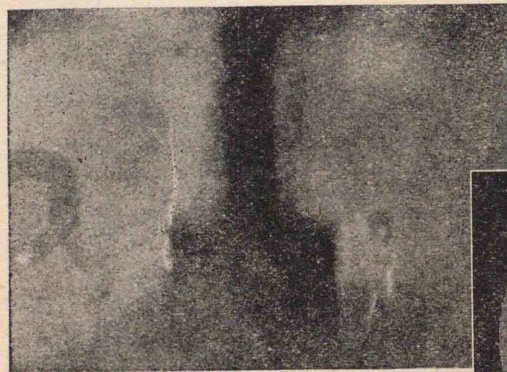
種々な X 線寫真



(萬年筆)

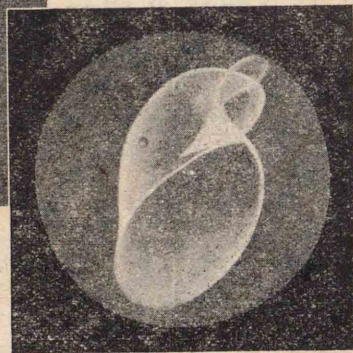


(胃の運動)



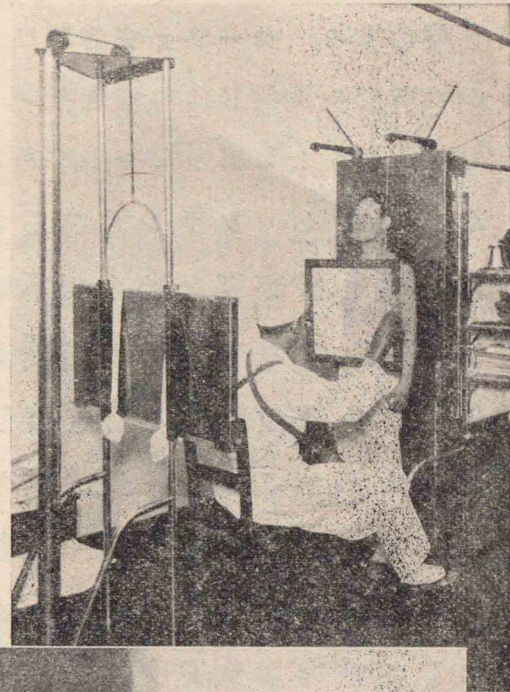
(鉄材中の龜裂を示す X 線寫真)

(ヒダリマキモノアラガヒ
の X 線顯微鏡寫真)



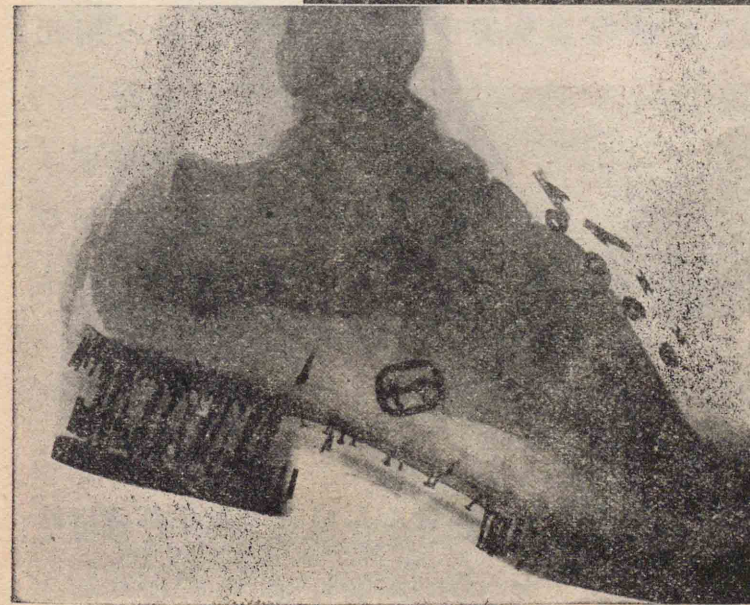
X 線の装置 →

X線管は立てる人の背後の板の後ろにあつて見えない。又暗室でなければ螢光板に映らない。



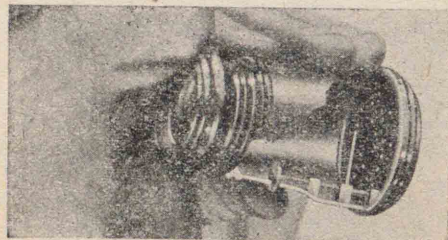
X 線寫真

↓ 靴を穿いてゐる足



度が變化する。クーリツチ管球はこの缺點を除いたもので、高度の真空管内に螺旋状タングステン繊維と對陰極板Aとを納めたものである。

4. **放射能** ウラン及びその化合物は寫眞作用を呈し、螢光板を光らせ、X線類似の諸作用を呈する。このやうに放射線を發する性質を放射能といひ、放射能を有する物質を放射性物質といふ。キューリー夫人は、ウランを多量に含むピッチブレンドと稱する鑛石が、純粹のウランよりも強烈な放射能を有することを知り、遂にその中からラヂウムと稱する未知の新元素を發見した。

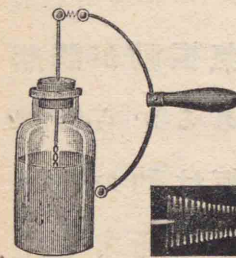


スピンスコープ

ラヂウムの發する放射線は、硫化亜鉛のやうな螢光體の粉末を塗つた螢光板にあたり、これを光らせる。スピンスコープはこれを蟲眼鏡で覗くやうにしたものである。又、夜光時計には、放射性物質の微量を含んだ塗料で數字及び指針を塗つたものがある。

第9章 電 波

1. **電氣振動** 蓄電したライデン瓶の内外箔を放電叉を用ひて接近させると、その間に火花が飛ぶ。この火花は肉眼ではたゞ1回飛ぶやうに見えるが、内外箔間に幾回も火花が飛んで後に中和するのである。即ちこの瞬間に輪道(回路)内に、振動數の非常に大きい振動電流が生ずる。このやうな現象を電氣振動といひ、振動の起る輪道を振動回路といふ。



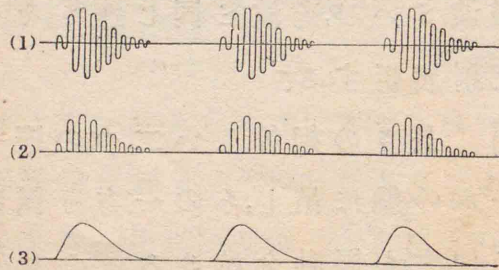
導體に電氣振動が起る時は、周圍の空間に一種の波動を起し、その波動は各方向に傳はる。これを電波(電磁波)といひ、光波と同じ速さを有し、同じやうに反射屈折する。

2. **電氣共振** 長さの相等しい二つの振子を圖のやうに、一本の絲に吊し、その一方を振動させればやがて他方も振動を始める。これを共振こぶねといふ。電氣振動に於てもこれと類似の

現象が、二つの振動回路に見られる。
これを電氣共振といふ。かやうに一つの回路に於ける電氣振動に應じて他の回路に電氣共振を起させることを同調するといふ。一般に電氣振動に於ける振動數は、蓄電器の大いさ及び導線の形狀・大いさ等による。



3. **檢波器** 一つの回路に電氣振動が誘起されても、その振動數が甚だ大であるから、回路に受話機を挿入してもその振動板は動かない。しかし電氣振動の一方向の電流だけ通すやうにすれば、受話機は短い時間一方向に引續いた電流群を受けるから、振動板がはたらいて音を發する。

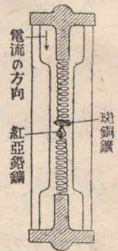


(1)のやうな波形をもつた電氣振動を整流すると、(2)のやうな波形となり、受話器に対しては(3)のやうな平均効果を以てはたらく。

このやうに電氣振動の一方向の電流だけを

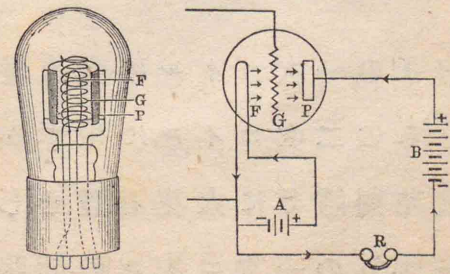
通ずることを、整流するといひ、これによつて電波の到來を検出する装置を檢波器といふ。普通に用ひられる檢波器には、鑛石檢波器と真空管檢波器とがある。

鑛石檢波器は、鑛石或は金屬の針と他の鑛石とを接觸させたものである。これを振動回路中に入れると、一方向の電流に對しては抵抗が少なく、逆の方向の電流に對しては抵抗が大なるため、整流作用を呈する。普通には黃銅鑛と鉄又は洋銀、斑銅鑛と紅亞鉛鑛、カーボランダムと黃鉄鑛などの組合せが用ひられる。



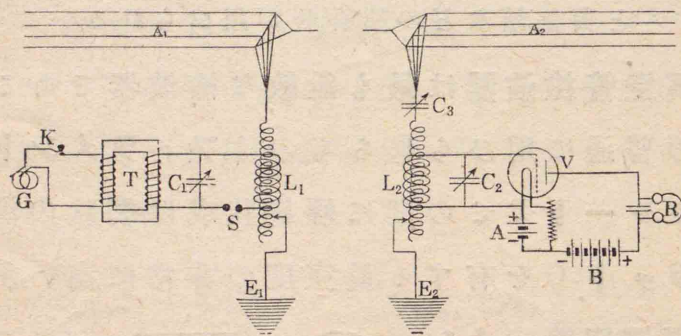
真空管檢波器は最も鋭敏な檢波器である。その普通に用ひられるものは、フィラメント F とプレート P との間に螺旋狀或は網狀の導體(グリッド) G を有する、真空度の非常に高い、所謂三極真空管である。

この真空管では、F を A 電池(普通 4—5 ヴォルト)で白熱し、P を B 電池(普通 100



ヴォルト)の陽極に, Fをその陰極につなぎ, G, Fを振動回路に挿入する。Fが白熱されると電子を発生し,それが陽極 Pに流れて,所謂プレート電流を生ずる。今,振動回路に電氣振動が誘起され, Gが陽の時はプレート電流は強くなり,陰の時は弱くなり或は全く遮断され,整流されたプレート電流を得るのである。

4. **無線電信** 無線電信はマルコーニによつて考案されたものである。今,發信局の變壓

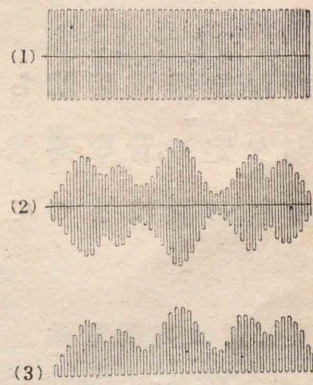


器 Tの一次コイルに交流發電機 Gで電流を通じ,その二次コイルに生ずる高壓電流によつて火花間隙 Sに火花を發せしめると,コンデンサ - C₁, L₁の一次コイルの回路に電氣振動を誘起

する。L₁の二次コイルの一端は地に接し(アース),他端はアンテナ A₁に連続するから,電鍵 Kを押す時間の長短に應じてアンテナから電波を發生し,それが四方に輻射される。受信局では,受信アンテナ A₂及びコンデンサ C₃, コイル L₂の一次コイルをこれに同調し,到來電波を受けて, L₂の二次コイルの回路に電氣振動を誘起させ,これを檢波器 Vにより整流して受話機 Rをはたらかせ,發信局からの通信を聴取する。

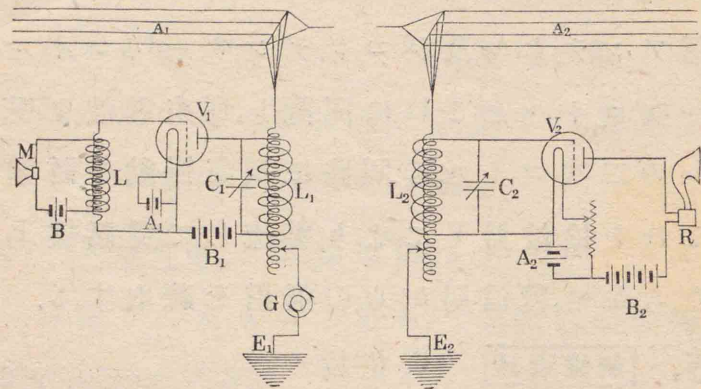
5. **無線電話** 火花放

電による電氣振動では振幅が次第に減るが,真空發振管を用ひれば,圖(1)のやうな週期及び振幅の一定した連続電波を發せしめることが出来る。この振



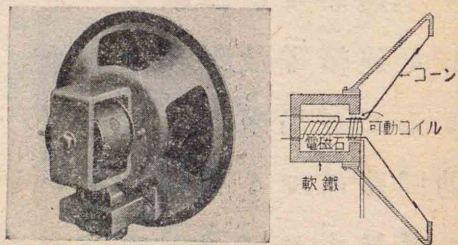
動回路にマイクログフォンを挿入し,これに向つて發聲すれば,音波の波形に従つて,圖(2)のやうに變調した振動となり,これに應ずる電波を發生する。これを,無線電信と同じやうな受信裝

置で受け、検波器の整流作用により圖(3)のやうな振動となし、原の音響と同じ波形の音を受話機によつて再現させることが出来る。

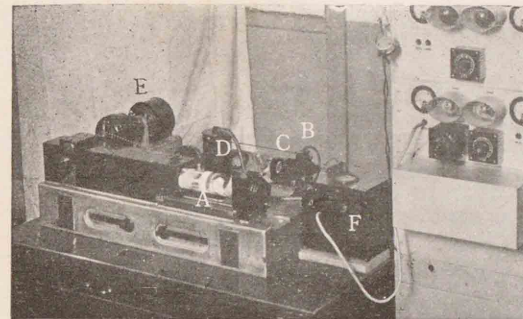


放送無線電話即ちラヂオは、放送局から毎日時刻を定め、音楽・講演などを放送し、加入者は随意、受信装置によつてこれを聴取するものである。

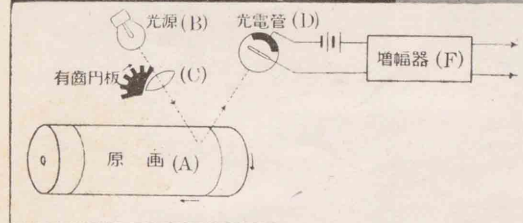
擴聲器は、高聲電話やラヂオなどに於て、一つの受話器の出す音を多人數が同時に聴くために用ひられるもので、これは擴聲用の喇叭を取附けた一種の受話器である。



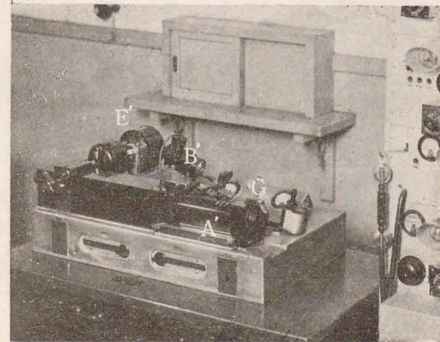
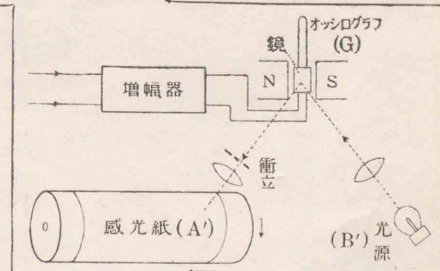
寫眞電信の送受信機



寫眞電信は寫眞・繪畫又は文字を電氣的に遠隔の地に傳へるものである。送信所では電送すべき畫面を圓筒に捲附け、これを一定の速度で廻轉しつゝ軸の方向に前進させる。この畫面に光源からの光をレンズで集めて一點づゝ照らすと、その濃



淡に應じ反射光線はその強さを異にして、光電管に入り、相應變化の電流に換へられ更に増幅して受信所に送られる。受信所では受信電流を増幅しオッシログラフに送り、その強さに應じて鏡の傾を變へ光源からこれにあたる光の衝立から左右に洩れる光量を變化させる。この光をレンズで集めて感光紙にあてると光量の大小に應じて感光する。それでこれを現像すれば原畫と同様のものをと得る。

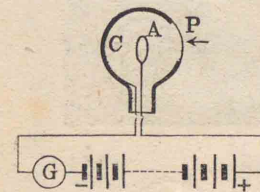
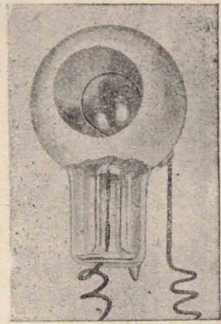


(上) 送信機 A. 原畫捲附圓筒 B. 光源 C. レンズ D. 光電管 E. 電動機 F. 光電管電流増幅機
(下) 受信機 A'. 感光膜捲附圓筒 B'. 光源 E'. 電動機 G. オッシログラフ



↑上圖は下圖(東京中央
電信局)を電送せるも
の。
左上の圖は電送せる寫
眞の一部(矢で示す部
分)を擴大せるもの。

6. **光電管** 真空硝子管球の
内面を一部分残して鍍銀し、この
上にセシウム等の金属を沈澱さ
せてこれを陰極とし、又陽極にニッ
ケル或は白金の輪を用いたもの
を光電管といふ。



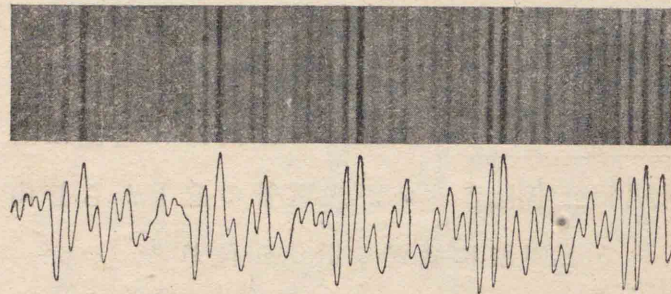
光電管の陰極Cを電池の陰極
に、陽極Aを電池の陽極に結ぶの
に、通常では回路に電流は通じな
いが、光電管の窓Pから管内に光
を入れると、回路に微弱な電流が流れる。

これは光電管の陰極にあるセシウムに光が
当たり、こゝから電子が放出され陽極に流れる
からである。

光電管は光の強弱を電流の強弱に換へる作
用があるから、寫眞電信・テレビジョン・トーキ
ー光度比較等に用ひられる。

7. **發聲活動寫眞(トーキー)** フィルム式發聲
活動寫眞では、映畫のフィルムの一縁(數耗の擴
がりをもつ)に、音波を表はした濃淡の縞が記録

されてゐる。映寫する場合には、光電管を備へた映寫機を用ひ、光をレンズによつて集め、フィルムを透し、縞の濃淡に應じてその強さを變ぜしめ、これを光電管に送る。光電管の發生電流は増幅され、擴聲器によつて音聲を再現するのである（口繪參照）。



記録された音波と相應電流の強弱とを示す

— 終 —

中 等
物 理 小 教 科 書

（略稱）竹内小物理

定 價 75 錢

昭和10年11月11日 初版印刷
昭和10年11月15日 初版發行
昭和10年12月19日 訂正再版印刷
昭和10年12月23日 訂正再版發行



著 者 者 竹 内 時 男
發 行 者 東京市小石川區小日向水道町84 株式會社 東京開成館
代表者 松本繁吉
印 刷 者 東京市京橋區湊町3丁目12 大 壁 早 治
販 賣 所 東京市日本橋區吳服橋2丁目5 林 平 書 店
販 賣 所 大阪市東區北久寶寺町4丁目 三 木 佐 助

發 行 所

東京市小石川區小日向水道町 84 番地

株式會社 東京開成館

振替口座東京5322番

大倉印刷所

