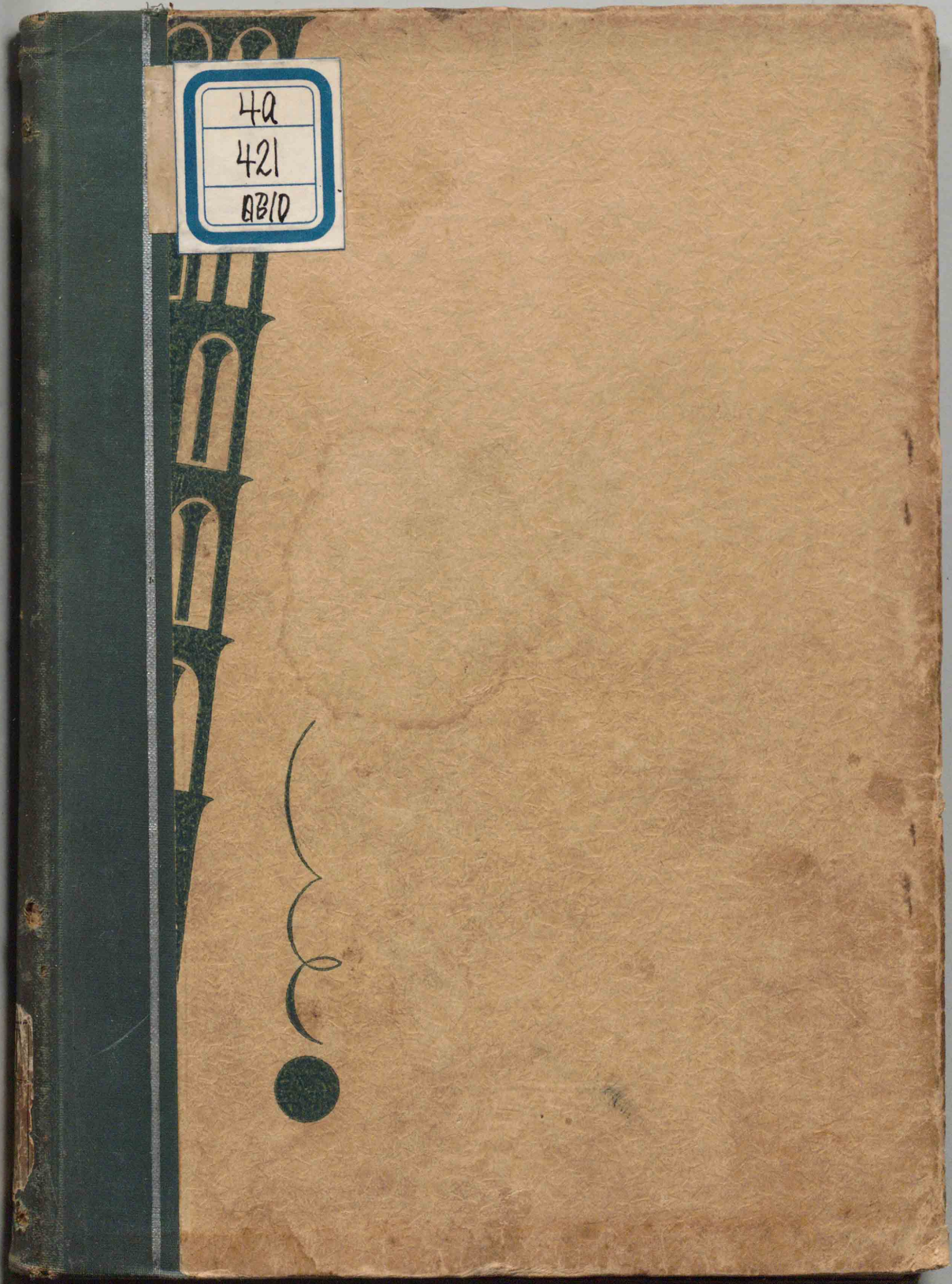
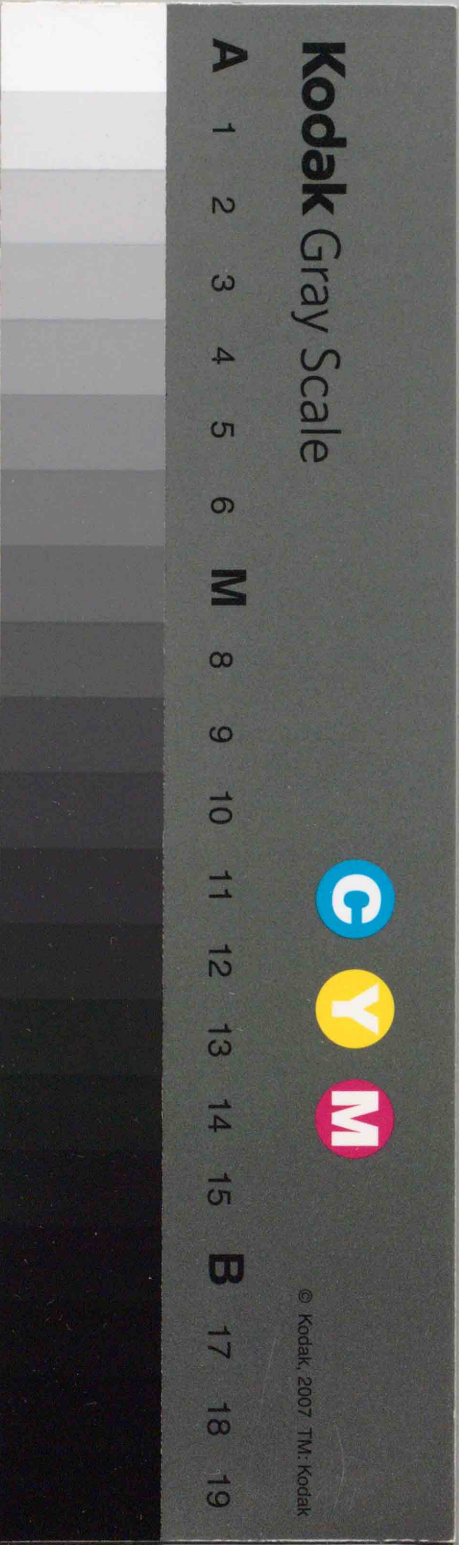
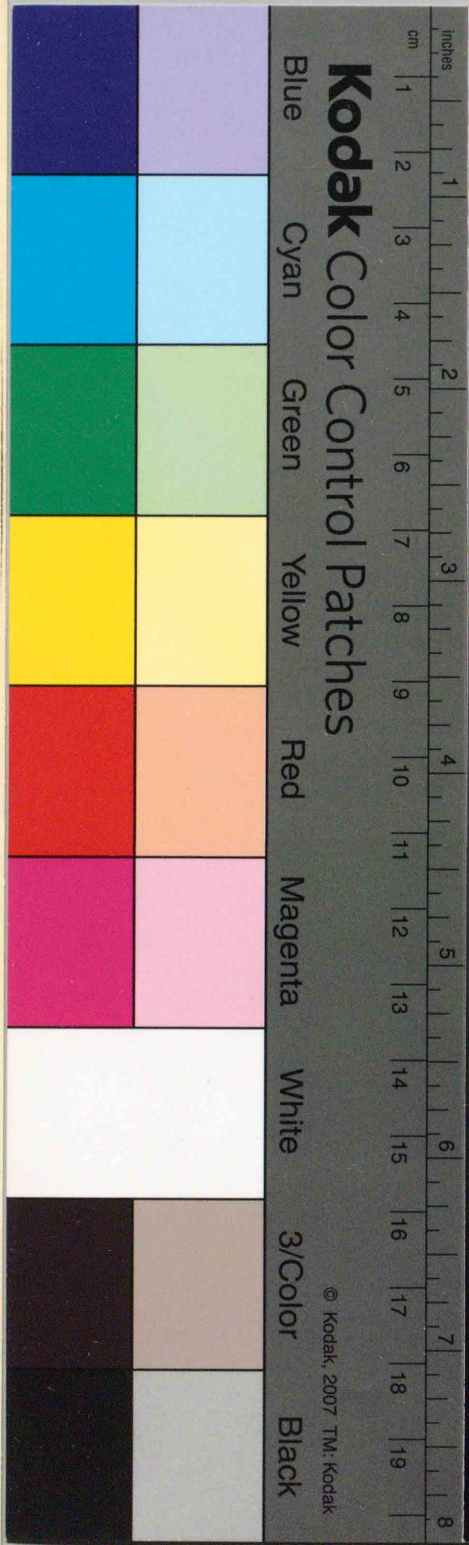


40327

教科書文庫

4
421
41-1935
20000 66252



4Q
421
BB10





42

421

AB10

資料室

浜本純逸寄贈



有名なる科學者



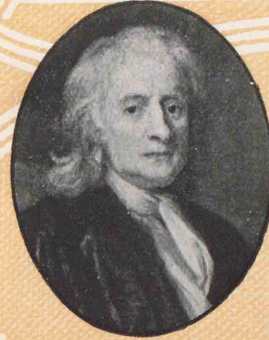
アルキメデス



アンペール



ガリレイ



ニュートン



ジュール



パスカル



ヴォルタ



ファラデー



オーム



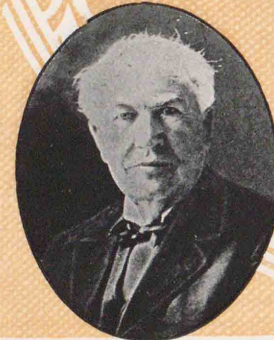
マックスヴェル



キュリー



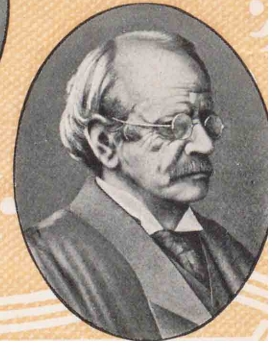
レントゲン



エヂソン



トムソン



トムソン



マルコーニ



キュリー



ラザフォード

Archimedes 287-212 B.C.) (希) 有名な數學者物理學者。アルキメデスの原理・挺子の理などを發見した。
Volta (1745-1827) (伊) 電氣學者。電氣盆・驗電器・電池等を發見した。
Edison (1847-1931) (米) 著音機・活動寫眞その他數百の發明がある。

Ampère (1775-1836) (佛) 電氣學者。アンペールの規則を發見した。
Faraday (1791-1867) (英) 大電磁氣學者。感應電流・電氣分解の法則等多くの發見がある。

Galilei (1564-1642) (伊) 物理學の始祖。落體の法則・振子の等時性などを發見し、實驗による研究の必要なることを世人に示した。
Ohm (1787-1854) (獨) 電氣學者。オームの法則を發見した。
Thomson (1856-) (英) 大物理學者。電子論・陰極線研究の大家。

Newton 1642-1727) (英) 大物理學者數學者。萬有引力の法則・運動の法則等を發見し學聖と呼ばれる。
Maxwell (1831-1879) (英) 大電磁氣學者物理學者。電磁波動論を唱へた。
Marconi 1874-) (伊) 22歳の時無線電價を發明した。

Joule (1818-1889) (英) 物理學者物理學者。熱の仕事當量・電流熱の法則を定めた。
Curie 1867-1934) (佛) ポーランド生れのフランス婦人。ラヂウム發見者。ノーベル賞を二回貰つた。

Pascal 1623-1662) (佛) 物理學者數學者。パスカルの原理等を發見した。
Röntgen 1845-1923) (獨) 物理學者。X線を發見した。ノーベル賞第一回受領者。
Rutherford (1871-) (英) 放射能研究の大家。

青島大學
圖書館
藏

海軍
大學
之
藏
印

文部省
昭和十年十二月十日
中學校理科用

中學新物理

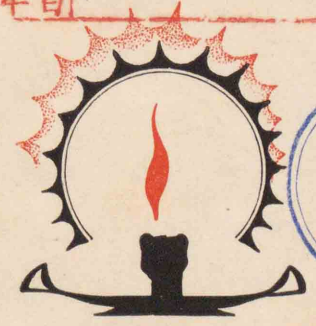
[二三四學年用]

東京工業大學助教授
理學博士

竹內時男

和文

青島大學
圖書部
借
昭和十年八月八日
38004



青島大學
教
66252
書

東京開成館

5883

緒言

本書は改正中學校教授要目(理科乙表)に準據して曩に編纂した中學新物理に改訂を加へたものである。

改訂に當つて著者は不斷の研究と實際教授者諸賢の助言とにより、内容を一層整頓し、殊に第一學年に於ける一般理科及び第五學年に於ける應用理科との聯絡を密にした。かくして、舊版より執り來つた“自由に考ふることより更に偉大なる正しく考ふること”の精神の徹底を期し、次の事項に一層の注意を拂つた。

1. 教材の排列及びその説述を“易より難へ”の鉄則により、初めには比較的簡単な事項にも頁數のゆるす限り詳述するやうにし、殊に範例となる計算問題には解法を例示することにした。

2. 生徒の日常目撃する物理學的事象及び近時長足の進歩をした、赤外線寫眞・トーキ

一寫眞電信・テレビジョン等の文化教材はなるべく多くこれを取扱ふやうにした。

3. 教授及び學習上の便宜を圖り、嶄新な説明圖及び一頁刷の挿繪を多數増加した。

4. 隨所に問題を挿入し、又卷末に多數の代表的問題を収録して學習事項の應用に資し、且整理復習の便を圖つた。

5. 術語は資源局採定の化學標準用語及び機械標準用語に據つた。

終りに臨み著者は、本書の舊版に對し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ふしたる諸官廳・會社・工場の好意に對して、深甚なる感謝の意を表す。

昭和10年10月

竹内時男識す

目 次

緒 論

1. 自然科學と物理學..... 1	5. 力の釣合..... 5
2. 單位..... 2	6. 重 さ..... 6
3. 力..... 4	7. 密度・比重..... 6
4. 力の圖示..... 5	

第一篇 物 性

第一章 物質の通性

1. 物質の三態..... 9	4. 毛管現象..... 12
2. 分子・分子力..... 9	5. 弾力・弾性..... 12
3. 表面張力..... 11	

第二章 液 體

1. 液體の表面..... 15	5. アルキメデスの原理..... 20
2. 液體による壓力の傳達..... 15	6. 物體の浮沈..... 21
3. 重力による液體の壓力..... 17	7. 比重の測定..... 22
4. 連通管..... 18	

第三章 氣 體

1. 氣體の壓力..... 24	3. 壓力計..... 27
2. ボイルの法則..... 25	

第二篇 熱

第一章 熱量

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. 熱・熱量……………29 | 3. 比熱の測定……………31 |
| 2. 熱容量・比熱……………30 | |

第二章 熱の作用

(I) 膨脹

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. 固体の線膨脹……………32 | 3. 氣體の膨脹……………35 |
| 2. 固体・液体の體膨脹……………33 | |

(II) 状態の變化

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 融解・凝固……………37 | 4. 沸騰……………41 |
| 2. 寒劑……………39 | 5. 氣化熱……………42 |
| 3. 氣化・液化……………39 | 6. 空氣の液化……………43 |

第三章 大氣の乾濕

- | | |
|--------------|------------------|
| 1. 露點……………45 | 2. 濕度・濕度計……………46 |
|--------------|------------------|

第三篇 光

第一章 光線

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. 光の直進……………47 | 3. 照度……………49 |
| 2. 影……………48 | 4. 光度……………49 |

第二章 光の反射及び屈折

(I) 反射

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. 反射の法則……………51 | 3. 凹面鏡のつくる像……………54 |
| 2. 球面鏡……………52 | 4. 球面鏡のつくる像の作圖……………55 |

(II) 屈折

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. 屈折の法則……………57 | 4. レンズの作用……………61 |
| 2. 全反射……………59 | 5. レンズのつくる像……………62 |
| 3. プリズム……………60 | 6. レンズのつくる像の作圖……………63 |

第三章 レンズの應用

- | | |
|---------------|----------------------|
| 1. 寫真機……………65 | 5. 蟲眼鏡(廊大レンズ)……………69 |
| 2. 眼……………66 | 6. 顯微鏡……………69 |
| 3. 眼鏡……………67 | 7. 望遠鏡……………70 |
| 4. 映寫機……………68 | |

第四章 光の分散

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. 光の分散……………71 | 5. 太陽スペクトル……………76 |
| 2. 虹……………72 | 6. 物体の色……………76 |
| 3. 分光器……………74 | 7. 繪具の混合……………78 |
| 4. スペクトルの種類……………74 | 8. 燐光・螢光……………78 |

第四篇 磁氣・電氣

第一章 磁 氣

- | | | | |
|------------|----|--------|----|
| 1. 磁石 | 79 | 4. 磁場 | 81 |
| 2. 磁石の相互作用 | 80 | 5. 地磁氣 | 82 |
| 3. 磁氣感應 | 83 | | |

第二章 電 流

- | | | | |
|-----------|----|-----------------|----|
| 1. 電流 | 84 | 4. 電池の分極作用と局部電流 | 86 |
| 2. 電流の強さ | 84 | 5. 實用電池 | 87 |
| 3. 電池の電動力 | 85 | | |

第三章 電氣抵抗

- | | | | |
|-----------|----|----------|----|
| 1. 電氣抵抗 | 89 | 4. 電池の抵抗 | 92 |
| 2. オームの法則 | 90 | 5. 電池の連結 | 93 |
| 3. 導線の連結 | 91 | | |

第四章 電流の作用

(I) 熱作用

- | | | | |
|-----------|----|-------|----|
| 1. 電流の熱作用 | 95 | 3. 電力 | 99 |
| 2. 電熱の應用 | 97 | | |

(II) 化學作用

- | | | | |
|------------|-----|--------|-----|
| 1. 電氣分解 | 101 | 3. 蓄電池 | 103 |
| 2. 電氣分解の應用 | 102 | | |

(III) 磁氣作用

- | | | | |
|------------|-----|--------|-----|
| 1. 電流による磁場 | 104 | 2. コイル | 105 |
|------------|-----|--------|-----|

- | | | | |
|--------|-----|--------|-----|
| 3. 電磁石 | 106 | 5. 電信機 | 107 |
| 4. 電鈴 | 107 | 6. 電流計 | 109 |

第五章 感應電流

- | | | | |
|--------------|-----|-------------------|-----|
| 1. 感應電流 | 111 | 6. 變壓器(トランスフォーマー) | 117 |
| 2. 感應電流の方向 | 112 | 7. 電力輸送 | 118 |
| 3. 自己感應・相互感應 | 113 | 8. 電動機(モーター) | 119 |
| 4. 電話機 | 114 | 9. 感應コイル | 121 |
| 5. 發電機(ダイナモ) | 115 | | |

第六章 眞空放電・放射能

- | | | | |
|---------|-----|----------|-----|
| 1. 眞空放電 | 122 | 4. 放射能 | 126 |
| 2. 陰極線 | 123 | 5. 原子の崩壊 | 127 |
| 3. X線 | 124 | | |

第五篇 力・運動

第一章 力

- | | | | |
|-----------|-----|----------|-----|
| 1. 力の合成 | 128 | 5. 力の能率 | 132 |
| 2. 力の分解 | 130 | 6. 重心 | 134 |
| 3. 平行力の合成 | 130 | 7. 物體の坐り | 135 |
| 4. 偶力 | 132 | 8. 浮體の釣合 | 137 |

第二章 機械の素

- | | | | |
|-------|-----|-------------|-----|
| 1. 槌子 | 138 | 4. 斜面 | 140 |
| 2. 滑車 | 139 | 5. 楔・ネジ(螺旋) | 141 |
| 3. 輪軸 | 141 | 6. 廻轉を傳へる裝置 | 143 |

第三章 運動

1. 運動.....144	9. 打撃・衝突.....151
2. 速さ.....144	10. 運動の第三法則.....152
3. 速度.....145	11. 重力の加速度.....154
4. 速度の圖示.....146	12. 落體.....155
5. 加速度.....146	13. 抛射體.....156
6. 運動の第一法則.....148	14. 圓運動.....157
7. 運動の第二法則.....149	15. 萬有引力.....159
8. 運動量・力積.....150	16. 廻轉運動.....160

第四章 運動に對する抵抗

1. 摩擦.....163	4. 飛行機.....167
2. 摩擦の利害.....164	5. 流體の動壓力.....168
3. 流體の抵抗.....165	

第五章 仕事・エネルギー

1. 仕事.....170	6. 熱の仕事當量.....177
2. 工率.....171	7. 熱機關.....178
3. エネルギー.....171	8. 蒸汽機關.....178
4. エネルギーの變遷及び移動.....173	9. 蒸汽タービン.....179
5. 自然力の利用.....175	10. 内燃機關.....181

第六篇 波動

第一章 振動及び波動

1. 振子.....182	3. 波動.....184
2. 彈性振動.....183	4. 横波・縦波.....185

第二章 音波

1. 音.....187	5. 音波の干涉.....190
2. 音の速さ.....188	6. 共鳴.....191
3. 音の三要素.....188	7. 風琴管(オルガン管).....193
4. 絃の振動.....189	

第三章 光波

1. 光波.....194	3. 幅射線.....196
2. 光の干涉.....195	

第四章 電波

1. 電氣振動.....198	6. 無線電話.....205
2. 電波(電磁波).....199	7. 光電管.....207
3. 電氣共振.....201	8. 寫眞電信.....208
4. 檢波器.....202	9. 發聲活動寫眞(トーカー).....209
5. 無線電信.....204	10. テレヴィジョン(電視).....211

問題.....[1-25]

答.....[1-2]

生徒諸君

1. 物理学は暗記の學問ではなく、推理實驗の學問である。されば教室内ばかりでなく、身邊に起る自然現象については常に原因結果の關係を研究するやうに心掛けねばならぬ。
2. どんなに小さな現象でも精密に觀察し正確な判斷を下す習慣をつけよ。又常にそれが如何に人生に應用されるかをも考へよ。
3. 疑問は實驗によつて解決するやうにせよ。事實ほど雄辯はなく、理論は結局事實の解説に過ぎない。
4. 然し教科書にある事を悉く記憶しようなどと思つてはならぬ。色々の事を雜然と記憶するのは精力を徒費するばかりである。整頓された知識のみが活用されるものであるから、常に要點を纏めて記憶するやうにせよ。
5. 教科書記載の問題は自ら解くやうにせよ。問題はその事柄にも重要性はあるが、それを自ら解決する習慣を養ふことはより重要である。

中學新物理

(二三四學年用)

緒論

1. 自然科學と物理学

自然界には日月の運行、薪炭の燃焼、草木の生長など色々な變化が絶えず起つてゐる。



この變化を自然現象といひ、これに關する事柄を研究する學問を總括して自然科學といふ。物理学は自然科學の一部で、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。

問 上の圖中に見える自然現象を挙げよ。

物理学の研究により、自然現象に関する根本の知識が確實となり、その應用によつて種々の機械が發明され、新工夫が起り、利用厚生びらの道が拓かれて人類の文化は著しく進展して來たのである。實に近代の物質文明は物理学の進歩に負ふところ大であるといはねばならぬ。

自然科学を研究するには自然現象をありのままに観察し、或は特別の装置によつて實驗するが、物理学では特に精密な實驗を重んじ、これをその根底とする。ガリレオがイタリアのピサの斜塔で物體の落下を實驗し、それまで長い間盲信されてゐた物體落下の速さに関する考の誤れることを示したのは、實驗の重要なことを物語る有名な話である。

2. 單位

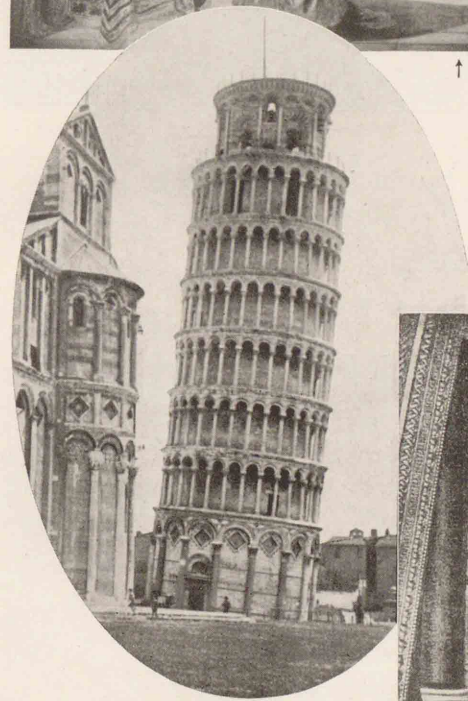
物理学上種々の現象を精密に研究するには各種の量を精密に測定せねばならぬ。一つの量を測るには、これと同じ種類で大いさの

* アリストテレスは重い物體ほど速く落下すると推斷し、以後ガリレオに至るまで約2000年間これが信ぜられてゐたのである。

ガリレオの實驗



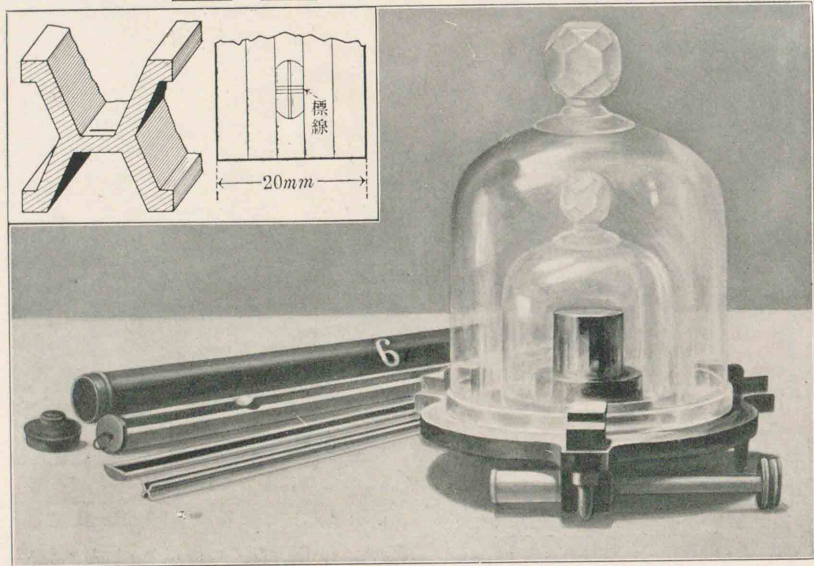
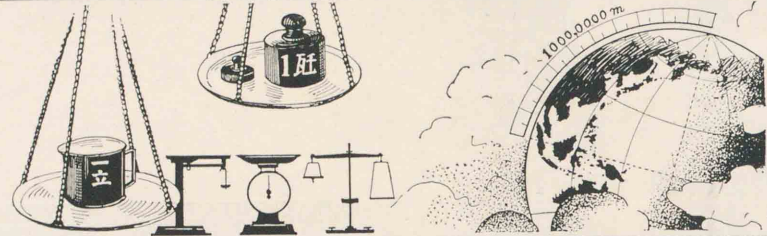
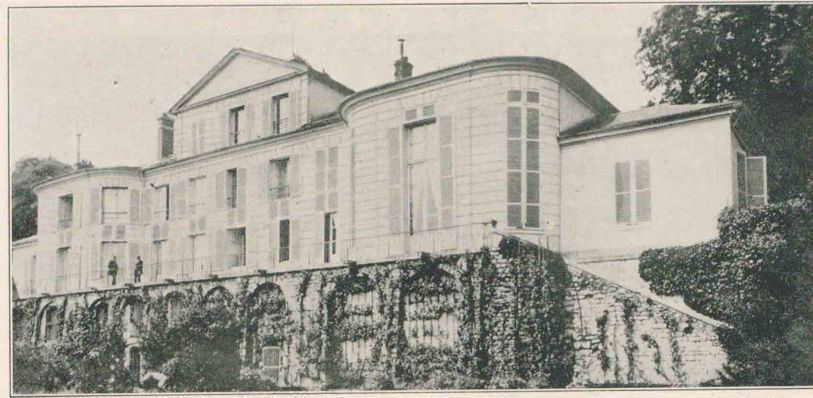
↑ 斜面を使つて落下運動を遅くし、落體の法則を定めてゐるところ。



ピサの斜塔



↑ 19歳の時、ピサの寺院の吊ランプの運動を観測して振子の等時性を発見した。(上圖及びこの圖はフィレンツェのガリレオ記念堂にある壁畫)



上圖はバリー郊外セーヴルにある國際度量衡局。下圖はメートル原器及びキログラム原器(この左上はメートル原器の實大の切口及び一端を示す)初め1米は地球子午線の4000萬分の1, 1斤は1立の水の質量を基準にして定めた。

一定してゐる量即ち單位を定め、この單位が測らうとする量に幾つ含まれてゐるかを求めるのである。

實驗 圓壺に細い紙を巻きつけ、その重なり合ふと

ころに針を突き刺

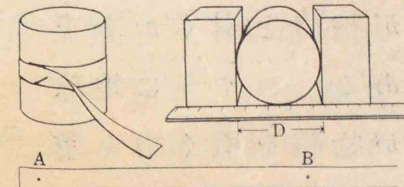
し、後紙片を開き針

の跡A、B間の距離

を測れ。次に圖の

やうにして圓壺の直徑Dを測り、圓周率 π を求め

よ。 $(\pi = AB \div D)$



量には色々あるから、それに應じて様々の單位を要するのであるが、長さ・質量・時間の三つの單位を定めれば、他はこれ等を組立てて誘導することができる。それでこの三つの單位を基本單位といひ、これから誘導された單位を誘導單位といふ。物理學では長さの單位に糎(Centimetre)、質量の單位に瓦(Gram)、時間の單位に秒(Second)を用ひることが多い。これをC.G.S.制といふ。

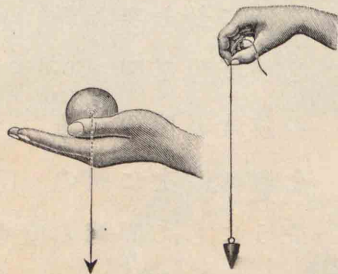
面積の單位である平方糎、體積の單位である立方糎などは、C.G.S.制による誘導單位である。

3. 力

物體を押し又は引くはたらきを力といふ。

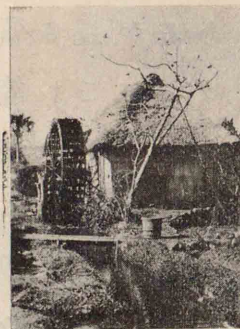
錘おもりを手で支へれば手は下方に押され、糸で吊下げれば糸は下方に引かれる。これは地球

が物體を引くからである。かやうに地球が物體を引く力を重力といふ。



風が船を走らせ、流れ

る水が水車を廻はすなどは、日常よく見る自然の力である。



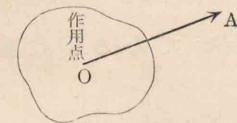
風力と水力

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、引張られた糸には張力がはたらく。壓力及び張力の強さは、單位面積にはたらく力の大きさで測る。

4. 力の圖示

力の効果はその大きさ・方向及びはたらく點即ち作用點(着力點)によつて定まる。それで

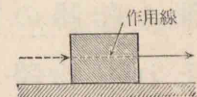


この三つを力の三要素といふ。力を圖示するには、作用點より力の方向に一直線を

引き、その長さを力の大きさに正比例して取り、先端に矢を附けて向きを示す。

固體では作用點を、その點を通り

力の方向に引いた直線即ち作用線



上任意の點に移しても、その効果に變はりはない。

5. 力の釣合

一つの方が、靜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。綱引の時、綱がどちらにも動

かぬ時は、二つの力が釣合つてゐるのである。このやうに、二つの力が釣合ふためには、それが同一直線上に、相等しい大いさで、反對の向きにはたらかねばならぬ。

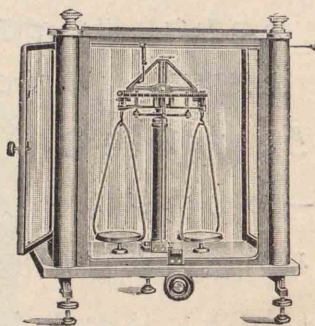
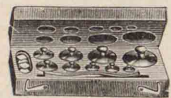
問 机上の書物には重力がはたらいてゐるのに、動かぬのはどういふわけか。

6. 重 さ

實驗によると、物體にはたらく重力の大いさ即ち物體の重さはその質量に正比例する。

それで物體の質量を測るには通常秤を用ひ、銅の重さと比較して定める。

力の單位として質量



瓦の物體にはたらく重力を用ひることがある。これを力の重力單位といふ。それで5瓦の力(5瓦重)、1 匁の力(1 匁重)などといふ。

7. 密度・比重

コルクはこれと等體積の鉄よりも軽い。こ

れは單位體積の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を d 瓦/立方糎 とすれば

$$d = \frac{M}{V}$$

である。

【注意】瓦/立方糎は毎立方糎何瓦の意で、瓦立方糎と讀む。

例 圓壘の體積が11立方糎あつて、その質量が92.4瓦あるとすれば、この圓壘の密度は何程か。

【解】上の公式に於て

$$\begin{aligned} M &= 92.4 \text{ (瓦)} & V &= 11 \text{ (立方糎)} \\ \therefore d &= \frac{92.4}{11} \\ &= 8.4 \text{ (瓦/立方糎)} \end{aligned}$$

問 1. 3頁の實驗に用ひた圓壘の質量を測り、その密度を算出せよ。

或物質の重さとこれと等體積の溫度 4°C^* の純水の重さとの比を、その物質の比重といふ。物質の比重はその物質の密度と 4°C に於け

* 4°C は攝氏4度の意。本書では溫度を示すに攝氏のみを用ひるから、今後はCを略することもある。

る水の密度との比とも考へられる。^{*} 4°Cの水の密度は1^瓦/立方糎であるから、C. G. S. 制を用ひる時は、物質の密度と比重とは同一數値で表はされる。(但し比重は不名數である。)

純粹な物質の比重は夫々一定である。次に各種物質の比重を示す。

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

問 2. 水 1000 立方糎は幾瓦あるか、又水銀 76 立方糎は幾瓦あるか。

問 3. 純金 3 疋は幾立方糎あるか。

$$* \text{比重} = \frac{\text{物質の重さ}}{\text{等體積の 4°C の純水の重さ}} = \frac{\text{物質の密度}}{\text{4°C の純水の密度}}$$



第一章 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、一定の體積と形狀とを有するものは固體、水や油のやうに、一定の體積は有するが形狀の定まらないものは液體、空氣のやうに、體積も形狀も變はりやすいものは氣體である。液體と氣體とを併せて流體ともいふ。

2. 分子・分子力

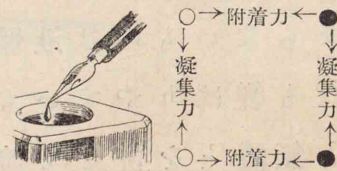
物質を細かく分けるに、或極限を越えるとその物質の特性を失ふ。この極限をなす微粒を分子といふ。分子は極めて小さなもので、強度の顯微鏡でも見ることはできない。分

子の極めて小さいことは、一滴の香水が広い室の隅までも芳香を放ち、僅かの染料が多量の水を着色することからでもわかる。又物質は壓縮することができるから、それを構成する分子間に隙間があると考へられる。分子はこの隙間を隔てて互に引合ひ、且運動してゐる。この分子間の引力を分子力といふ。

分子力は非常に小さな距離に於てのみ現はれ、距離が少し増すと強さは著しく減る。それは、われた器物を押附けても接合しないことでもわかる。

同一物質の分子間の分子力を凝集力といひ、異種物質の分子間の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、ペンにインキの着くは、インキの凝集力よりもペンとインキの附着力が大なるによる。又水銀が硝子に附着しないのは、その凝集力が非常に大なるによる。



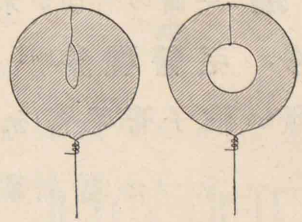
右圖○及び●は相異なる分子を示す。

☞ 附着力を利用する實例を挙げよ。

3. 表面張力

實驗 1. 圖のやうに針金の枠に絲の輪を結び附け、

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破れ。絲はどんな形となるか。

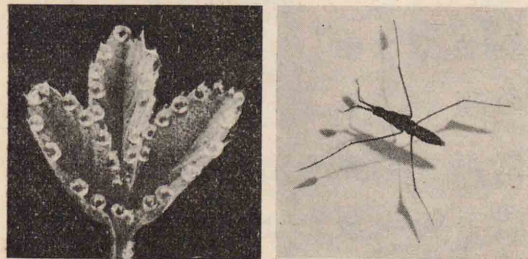


實驗 2. 漏斗の開いた端に

石鹼玉を吹いて作り、口を去ればどうなるか。



液體の表面には、引張られたゴム膜のやうに收縮して最小の面積を取らうとする力がはたらいてゐる。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、

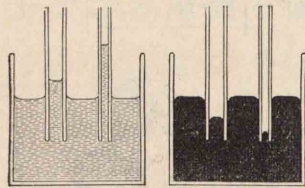
水蟲が水面を歩き、靜かに水面に置かれた縫針が浮ぶことなどは、皆表面張力による。表面張力の強さは液體の種類によつて異なり、

水銀は水よりも強く、アルコールや石油などは水よりも弱い。

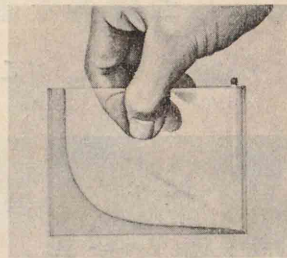
固 一滴の石油が水面に擴がるのは何故か。

4. 毛管現象

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
面は降る。このやうな現
象は管が細いほど著しい



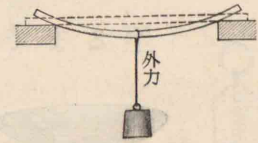
ので、これを毛管現象といふ。毛管現象は細
い管のみに限らず、すべて
物体の狭い隙間に起るも
のである。例へば二枚の
硝子板を接近させて水中
に立てても、この現象が見
られる。吸取紙がインキを吸ひ、燈心が油を
吸上げるのも皆毛管現象による。



5. 弾力・弾性

固体に他から力を加へてこれを曲げ、^ひ振り又
は引延ばし或は押縮めると、その形状又は體

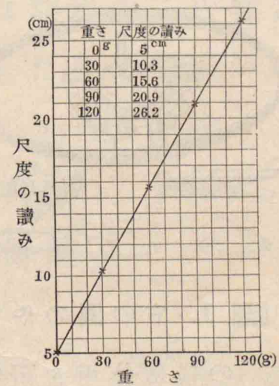
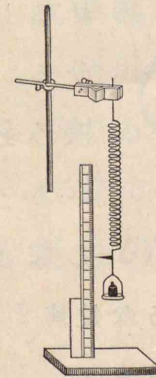
積が變はる。これを^ひ歪むといふ。固体が外力のために
歪む時は舊の状態に復しよ
うとする力を生ずる。この



力を弾力といひ、この性質を弾性といふ。す
べて弾性を有する物質を弾性體といふ。
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状に復しなくなる。
この力の極限を弾性の限界(又は際限)といふ。

實驗 圖のやうな

装置を用ひ、ゼン
マイの下端の錘
を2倍・3倍と次
第に増し、これに
應ずるゼンマイ
の延びを測れ。
又錘の重さとゼ



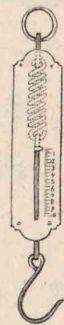
ンマイの延びとの關係をグラフで示せ。

實驗の結果によれば

弾性の限界内に於ては歪は外力に正比例する。

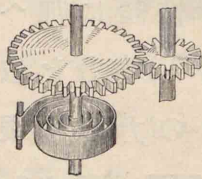
これをフックの法則といふ。

弾性は精巧な機械装置から簡単な玩具類に至るまで広く利用されてゐる。ゼイ

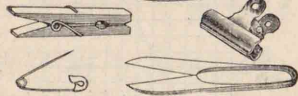
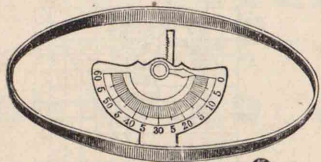


マイ秤は、ゼンマイの延び又は縮みを以て、これに加はる物體の重さを測る装置である。又時計のゼン

マイは、これを捲くときそれが戻らうとする弾力を利用し時計を廻轉さ

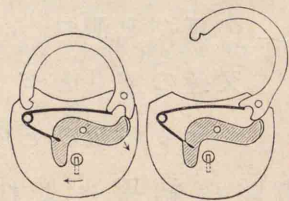


時計のゼンマイ



せるに用ひる。この外、握力計、紙挟み、鉸、錠前などはいづれもバネの弾性を利用したものである。

問 1. 右の圖のやうな錠前の構造・作用を研究せよ。



問 2. 長さ20厘のゼンマイに100瓦の物體を吊したら

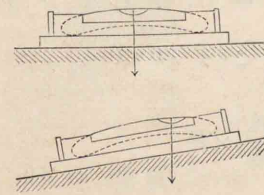
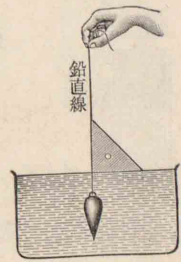
25厘に延びた。次に或物體を吊したら40厘に延びたといふ。この物體の重さ如何。

第二章 液 體

1. 液體の表面

液體を容器に入れれば、その表面は鉛直線と垂直な位置をとつて靜止する。

この表面を水平面といふ。これは液體が流動し易いため自身の重さでなるべく低い所に流れようとする結果である。

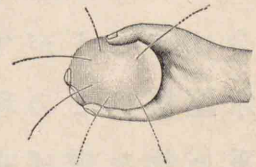


水準器は液體のこの性質を利用したもので、面が水平であるか否かを檢する装置である。

2. 液體による壓力の傳達

實驗 數箇の小孔を有するゴ

ム球に水を充たし、その一部分を壓せば水は何れの孔からも等しい勢で迸り出る。

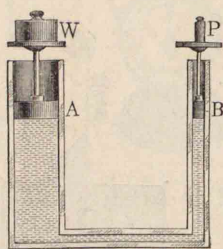


そしてこれを強く壓せば、何れの孔より出る水勢も同様に強くなるのを見る。

実験によれば

密閉した液體の一部に壓力を加へると、この壓力は、強さが變はらないで液體内の各部に傳はる。

これを パスカルの原理 といふ。



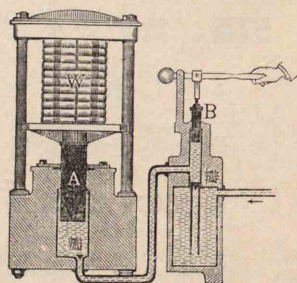
今、圖のやうに大小二箇の圓筒を連ねて出來た器に水を入れ、圓筒に密合する二つのピストン(活塞)に重さ W, P の錘を載せて釣合はせると、各

ピストンを押す壓力の強さは相等しいから、ピストンの面積を夫々 A, B とすれば

$$\frac{W}{A} = \frac{P}{B} \quad \therefore W = \frac{A}{B} \times P$$

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 と釣合はすことができる。

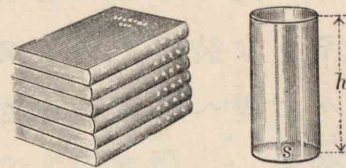
水壓機はこの理を應用し、重い物を揚げ或は物體を壓搾するなどに用ひるのである。



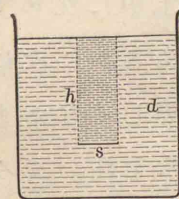
水 壓 機

3. 重力による液體の壓力

机上に本を積重ねれば、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受ける。右の圖のやうな圓筒に液體を入れれば、その器



底の受ける全壓力は、明かにその液體の重さに等しい。故に器底の面積を



s 平方糎、高さを h 糎、液體の密度を d 瓦/立方糎 とすれば、器底の受ける全壓力は shd 瓦である。

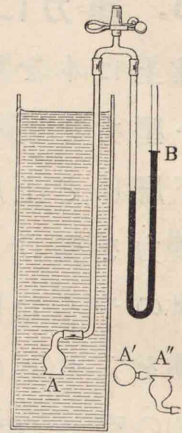
これは液面から h 糎の深さに於ける水平面 s 平方糎の受ける全壓力に等しい。よつてその壓力の強さを P 瓦/平方糎 とすれば

$$P = \frac{shd}{s} = hd$$

即ち液體の重さのために生ずる壓力の強さは、深さと密度との積に正比例する。

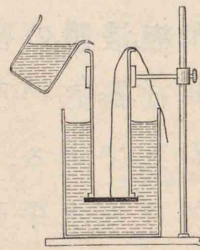
液體は壓力の強さを各方面に等しく傳へる

から、等しい深さにある平面は如何なる方向に於ても、受ける壓力の強さに變はりなく、每平方糎 hd 瓦である。^{*} これは右圖のやうな装置で、A面の向きを色々に變へて實驗することが出来る。



實驗 兩端の開いてある太い硝子

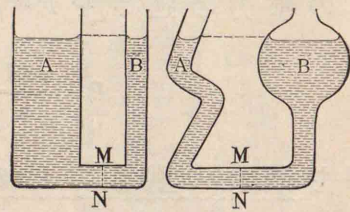
圓筒の下端に薄い金屬板をあてて、水中に沈めて



みよ。金屬板は落ちるか。次に内外の水面がほゞ等しくなるまで、圓筒中に靜かに水を注いでみよ。金屬板はどうなるか。理由を附して答へよ。

4. 連通管

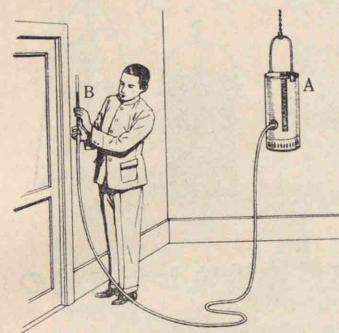
底の相通ずる容器即ち連通管の一方から液體を入れると、管の形狀に關係なく水は



^{*} 実際にはこの外に液面を壓す大氣の壓力が加はつてゐる。壓力の強さを單に壓力といふこともある。

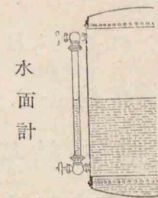
各支管中に等しい高さまで昇つて、その連通部の左右の壓力が等しくなつて止まる。

大工が地形工事などに用ひる水盛りはこの



理を利用したものである。

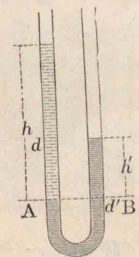
又汽罐や水タンクなどの水面計はこの理



によつて、罐内の水位を

知るものである。この他、噴水や掘抜井戸から清水の湧き出るのも、水道の水がカランから迸り出るのも、皆連通管の理による。

問 1. 互に混和しない二液を、圖のやうなU字管の兩管に入れる時、兩液の接觸面A Bから兩液面までの高さ h, h' と兩液の密度 d, d' との間に次の關係があることを説明せよ。

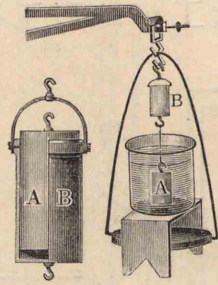


$$hd = h'd'$$

問 2. U字管の兩管に夫々水と石油とを入れたのに、接觸面から各液面までの高さ、水は16糎、石油は23糎である。石油の密度を求めよ。

5. アルキメデスの原理

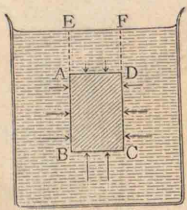
実験 体積がAである圓柱と内容積がこれに等しい圓筒Bとを天秤の一方にかけて釣合はせ、次に圖のやうにAを水中に入れると釣合は破れるが、B内に水を充たすと再び釣合ふやうになる。



実験の結果によれば

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。今この理由を説明するため、液體中に角塊 ABCD を没してこれにはたらく液體の壓力を考へる



に、その前後及び左右にはたらく壓力は各々相等しくて釣合ふが、上面 AD に下向きにはたらく液體の全壓力は液柱 ED の重さに等しく、又下面 BC に上向きにはたらく液體の全壓力は液柱 EC の重さに等しい。故に角塊はこの上下全壓力の差即ち角塊の排除した液體の重さに等しい上向きの



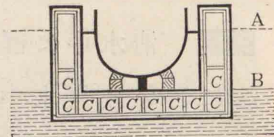
アルキメデスの原理發見

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毀さ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附き「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。

液體の重さとその物體の重さは相等しい。軍艦の重さ(噸數)をその排水量によつて表すのはこの理による。

潜水艦・浮船渠などには何れも耐水壁で仕切つた特殊の室が設けてある。これに海水を導いて沈ませ、排除して浮ばすやうにしてある。



浮船渠の断面圖
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ばせる。

問 比重0.6で10種立方の木片をその一つの面が水平になるやうに水面に浮べれば、水面から上に幾種現はれるか。

7. 比重の測定

問 1. 比重の意味を述べよ(8頁参照)

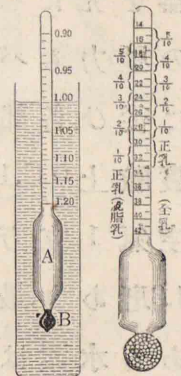
物質の比重を測る方法は色々あるが、アルキメデスの原理を應用すれば簡単に測ることができる。例へば水に溶けない、水よりも重い固体の比重 s は、空気中でのその重さ W 、及び水中での重さ W' を測れば、次の式から求められる。(何故か。)

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

又液體の比重 s は、この液體と水とに溶けない重い固体を用ひ、空気中でのこの重さ W 、水中での重さ W' 及び液體中での重さ W'' を測れば、次の式から求められる。(何故か。)

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

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



浮秤

問 2. 或物體の重さ及び水中での重さが夫々172瓦及び164瓦ある。この物體の體積及び比重を求めよ。

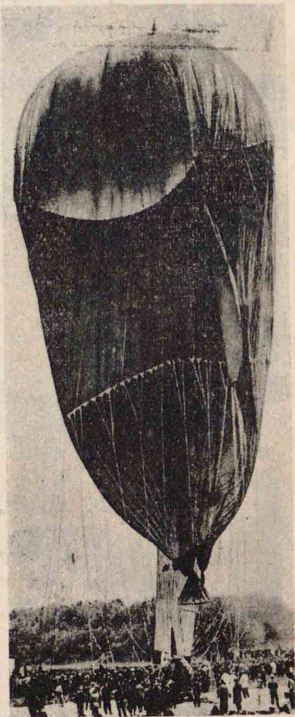
問 3. 重さ16瓦の木片に錘を附けて水中に沈め、その重さを測つたら6瓦あつた。次に錘だけを水中で測つたら30瓦あつたといふ。この木片の比重を求めよ。

第三章 氣 體

1. 氣體の壓力

氣體を容器内に密閉すれば常に擴がつて容器を充たし、その器壁に壓力を及ぼす。氣體の壓力もパスカルの原理に従ひ、各部に傳はる。

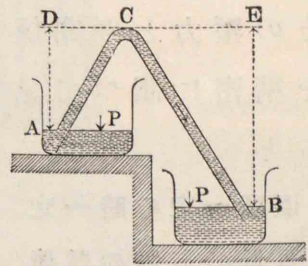
實驗上 0°C 、1氣壓に於ける空氣1立方メートルの重さは約1.3匁あり、最も軽い物質である水素は1立方メートル約90瓦ある。このやうに氣體にも重さがあるから、重力による壓力を有し、その中にある物體に、アルキメデスの原理に従ふ浮力を及ぼす。氣球及び航空船は共に空氣の浮力を利用したもので、水素又はヘリウムを充たした大きな氣囊がその主要部となつてゐる。



ヒカールの成層圏氣球

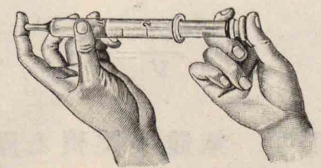
問 1. 真空中で物體の重さを測ると、空氣中で測るとのでは、如何なる差違があるか。

問 2. 圖のやうに長短二脚を有する曲管に水を充たし、空氣中に保てば、水は何れの方向に流れるか。又短脚を高所の水槽中に入れば、長脚から水が續いて流れ出るか。理由を附して答へよ。(この装置をサイフォンといふ。)



2. ボイルの法則

實驗 灌腸器の内部にワセリンを塗り、空氣のもれないやうにし、栓を目盛2まで引出して灌腸器の先端を指で塞ぎ、栓を目盛1まで押込んで栓の手を離して見よ。栓はどこまで復るか。次に栓を目盛1まで引出し、先端を塞ぎ、更に栓を目盛2まで引出して栓の手を離して見よ。



密閉器中に氣體を入れ、これを壓縮すれば壓力を増し、膨脹させれば壓力を減ずる。次の圖に示すやうな装置で、一定量の氣體 AB へ

の壓力を種々に變へて、氣體の體積とその壓力との關係を精密に測つて見ると

温度一定の時一定質量の氣體の體積

はその壓力の強さに反比例する。

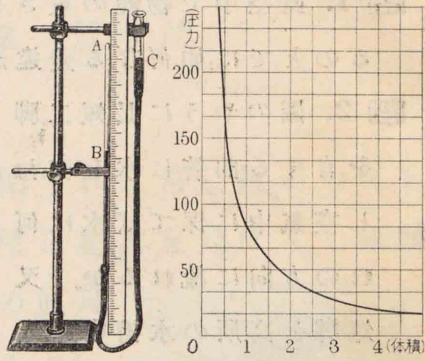
のを知る。これをボイルの法則といふ。今壓力 P の時の氣體の體積を V とし、壓力を P' とした時に體積が V' となつたとすれば

$$\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'} \quad \therefore PV = P'V' = C$$

即ち 氣體の體積と壓力との積は一定の値 C をとる。

空氣を壓縮してその壓力を増大させたものを壓縮空氣といひ、鋸打機、穿孔機、魚形水雷及び汽車、電車のブレーキ等の動力用として甚だ廣く用ひられる。

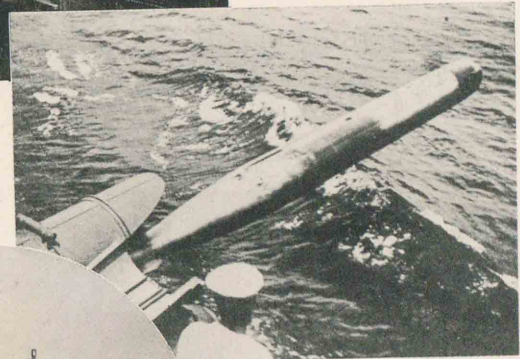
氣體の壓力を測る實用單位として 1 氣壓が



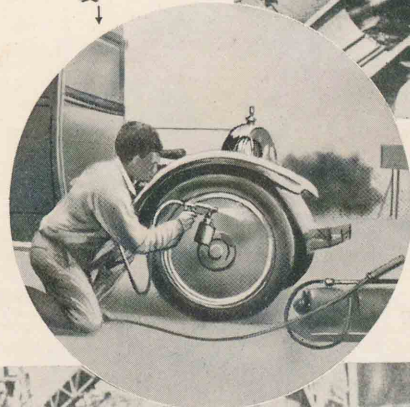
壓縮空氣の應用



通信筒の氣送



魚形水雷の發射



塗料の吹附塗裝



鉄板の鋸打



道路の破壊

用ひられる。これは高さ76糎の水銀柱の壓力に等しく、約1^噸/平方糎に當たる。

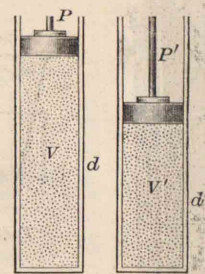
【例】溫度一定の時、一定質量の氣體の壓力と密度とは互に正比例することを證明せよ。

【解】氣體の質量を M として、壓力 P の時體積が V 、密度が d であり、壓力 P' の時體積が V' 、密度が d' であつたとすれば

ボイルの法則から $\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'}$

然るに $M = Vd = V'd'$

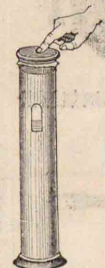
$$\therefore \frac{V'}{V} = \frac{d}{d'} \quad \therefore \frac{P}{P'} = \frac{d}{d'}$$



問 1. 或器内の空氣の溫度が變はらずに壓力が770糎より760糎に減じたといふ。器内の空氣の何分の一が外に出たか。

問 2. 壓力760糎、溫度 0° の時空氣1立の質量は1.293瓦であるとするれば、溫度 0° 、壓力450糎の時の空氣1立の質量は何程か。

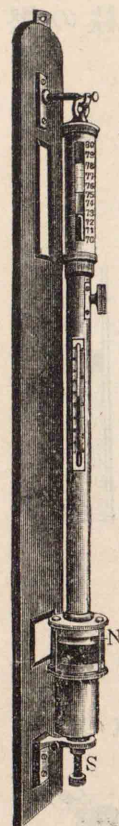
問 3. 浮沈子の理を説明せよ。



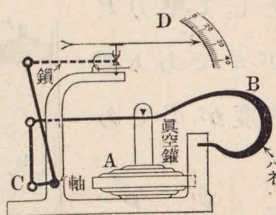
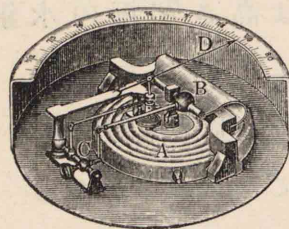
浮沈子

3. 壓力計

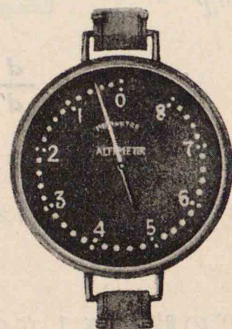
氣體の壓力を測るには壓力計を用ひる。



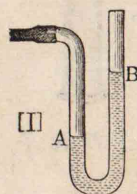
水銀氣壓計



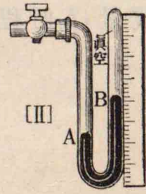
アネロイド氣壓計



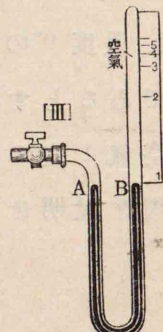
高度計



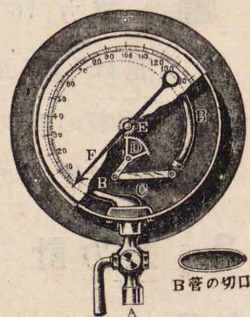
開管壓力計



真空壓力計



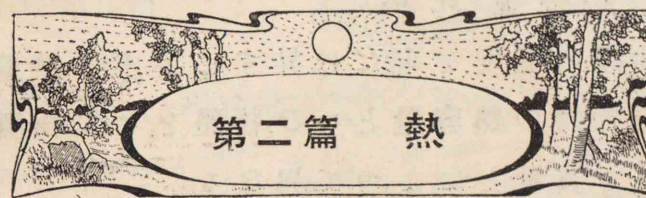
高壓壓力計



金屬壓力計

大氣の壓力を測るに用ひる晴雨計や、山や飛行機の高度を測るに用ひる高度計など、皆氣壓計である。

その外に、密閉された容器中にある氣體の壓力を測るに種々の壓力計がある。圖や實物につきそれ等の作用を考へて見よ。



第二篇 熱

第一章 熱 量

1. 熱・熱量

高温度の物體 A と低温度の物體 B とを接觸させると、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。物體は熱を得れば通常その温度は昇り、これを失へばその温度は降る。この作用に基づいて、熱を一つの量として測ることができる。

水 1 瓦の温度を 1° だけ高めるに要する熱量は一定で、これを 1 カロリーといひ、熱量を測る單位に用ひる。1000 カロリーを 1 珎カロリー又は大カロリーといふ。一般に、 m 瓦の水の温度を t から t' まで高めるに要する熱量は $m(t'-t)$ カロリーである。

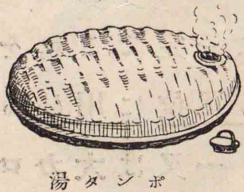
2. 熱容量・比熱

或物體の溫度を1°だけ昇すに要する熱量をその物體の熱容量といひ、物體をなす物質の種類と質量とによつて異なる。

或物質の熱容量とこれと等質量の水の熱容量との比を、その物質の比熱といふ。水の比熱は1であるから、或物質の比熱は、その1瓦の溫度を1°だけ昇すに要するカロリー數に等しい。

水の比熱は物質中最大であるから、同溫度・等質量の色々な物質中では最大の熱量をもつ。それで物を冷やすには水、温めるには湯を用ひるのが有効である。

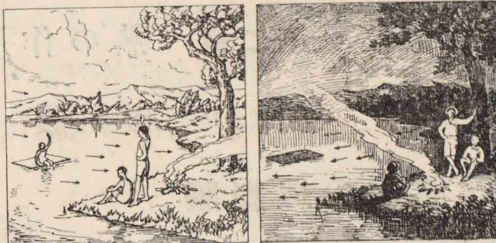
鉛・金・水銀	0.03
錫	0.05
銀	0.06
銅・亜鉛	0.09
鉄	0.11
硝子(クラウン)	0.16
アルミニウム	0.21
氷	0.50
アルコール	0.55
水	1.00



問1. 鐵附けに用ひる銅の鑊は、少し熱しても高溫度に達するのは何故か。

問1. 海岸地方

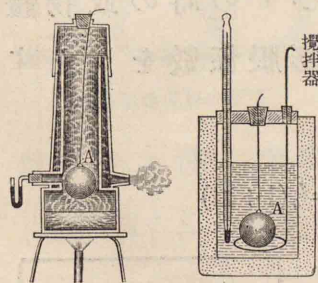
方で氣溫の變化が少ないのは何故か。又海濱



で海風・陸風の起る理由を説明せよ。

3. 比熱の測定

比熱を測る簡単な方法は混合法である。今比熱 c 、質量 m 瓦、溫度 t の物體を質量 m' 瓦、溫度 t' ($t > t'$) の水の中に入れてよく攪拌した後兩者が同一の溫度 T となつたとすれば、その物體の失つた熱量と水の得た熱量と相等しいから、次の關係がある。



た熱量と相等しいから、次の關係がある。

$$cm(t-T) = m'(T-t') \quad \therefore c = \frac{m'(T-t')}{m(t-T)}$$

問 溫度 100° の鐵200瓦を 15° の水100瓦の中に入れて、この水の溫度が 32° になつた。この鐵の比熱を計算せよ。(容器等に奪はれる熱量は計算に入れない)

* 混合法で比熱を測る時には、實際は攪拌器・寒暖計・容器等にも熱が奪はれることを考へねばならない。

第二章 熱の作用

(1) 膨 脹

1. 固體の線膨脹

温度の上昇に伴つて固體の長さの増すことを線膨脹といふ。通常線膨脹は温度に正比例する。温度 1° の上昇による或固體の長さの増加と 0° の時のその長さとの比を、その線膨脹係數といふ。今 0° 及び t° の時の或物體の長さを夫々 l_0, l 、その線膨脹係數を a とすれば、次の關係がある。

$$a = \frac{l - l_0}{l_0 t} \quad \therefore l = l_0(1 + at)$$

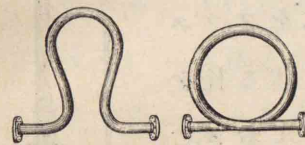
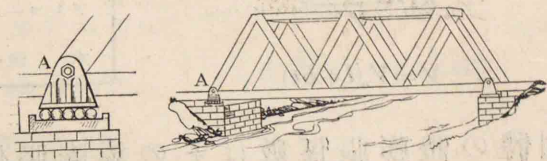
固體の線膨脹係數は小さいが、種々の尺度や時計の振子、テンプなどのやうに精密な長さを要する場合には、見逃すことはできない。メートル原器は膨脹係數の極めて小さい白金イリヂウムの合金で作られてある。それでも温度によつて

線膨脹係數の表

眞 鍮	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

多少長さの相違が起るので、國際米原器では 0°C (我國にある原器では 0.15°C) に於けるその上の二標線間の距離を 1 米と規定してある。

温度の昇
降による
固體の伸
縮は甚だ小であるが、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。



水蒸氣誘導管の継手

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。

問 肉の厚い硝子のコップに熱湯を注ぐと、こはれることがあるのは何故か。石英硝子ではどうか。

2. 固體・液體の體膨脹

温度の上昇に伴ひ物體の體積の増すことを體膨脹といひ、又通常温度に正比例する。温度 1° の上昇による物體の體積の増加と 0° の時のその體積との比を、その體膨脹係數といひ、 0 及び t の時の或物體の體積を夫々 V_0, V_t 、

その體膨脹係數を b とすれば、次の關係がある。

$$b = \frac{V - V_0}{V_0 t}$$

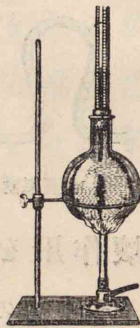
$$\therefore V = V_0(1 + bt)$$

體膨脹係數の表

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

固體の體膨脹係數はその線膨脹係數の3倍にあたる。

實驗 圖のやうに、着色せる水をフラスコに充たし、細い硝子管を有する栓をなし、水を少し細管に上らせておき、この容器を急に熱すれば管内の水面は一時少し下るが、更に熱すれば水面はやがて上昇する。(これは何故か)



上の實驗で、上昇せる液柱の體積は、液體と容器との膨脹の差に等しい。これを見掛けの膨脹といふ。水銀寒暖計・アルコール寒暖計は、水銀及びアルコール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・收縮は他の液體のと大いに異なり、 0° から 4° までは溫度が昇るにつれ收縮し、 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。



問 冬期、池水が表面から凍るのは何故か。

水の體積と溫度との關係

3. 氣體の膨脹

實驗 圖のやうに、フラスコの栓に曲つた細い硝子

管を通し、管内に着色した水を一滴入れて指標となし、フラスコを掌で温めると、指標は動いて中の空氣が膨脹したことを示す。



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、溫度によつても變化する。この變化は氣體の種類に關せず、大體次の法則に従ふものである。

一定壓力の氣體の體積は、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。

これをシャルの法則といふ。それ故溫度 0° の時の氣體の體積を V_0 とし、その壓力を變へずに溫度を t とすれば、この時の體積 V は次

の式から求められる。

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273} t \right)$$

次に温度 0° , 圧力 P_0 の時, 體積 V_0 なる氣體を温度 t , 圧力 P に變へた時の體積 V は, ボイル及びシャルルの法則から次の式に従ふ。

$$V = \frac{P_0 V_0}{P} \left(1 + \frac{1}{273} t \right)$$

この關係を ボイル・シャルルの法則 といふ。攝氏の 0° を 273° とする目盛法によつて表はされた溫度を 絶対溫度 といふ。今攝氏の 0° 及び t を絶対溫度で T_0 及び T とすれば, ボイル・シャルルの法則は次の式で表はすことができる。

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad \text{或は} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{P_0 T}{P T_0}$$

即ち

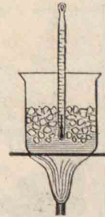
氣體の體積は壓力に反比例し, 絶対溫度に正比例する。

問 酸素の密度は, 標準状態(温度 0° , 壓力 1 氣壓)では 1.429 瓦/立方米 である。この時その 32 瓦(1モル)は幾立の體積を有するか。

(II) 状態の變化

1. 融解・凝固

實驗 ビーカーに氷の碎片を入れ, 徐徐に熱して見よ。氷はどうなるか。この時寒暖計の讀みに注意せよ。溫度は昇るか, 降るか。



一般に固体に熱を加へると遂には液体になる。この現象を融解といふ。固体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, たゞ融解を續けるだけで, その溫度は昇らない。この溫度をその物質の融解點といひ, 物質によつて一定してゐる。融解の際, 溫度の昇らないのは, 外から加へた熱が固体を液体に變へるために用ひられるからである。

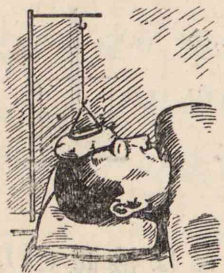
融解點の表

アルコール	.....	114
水銀	.....	39
氷	.....	0
パラフィン	.....	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
タンタステン	.....	3400

物質の 1 瓦を融解して同溫度の液体に變へ

* 鉛・アンチモン・錫等よりなる合金

るに必要な熱量を、その物質の融解熱といふ。水の融解熱は非常に大である(80カロリー)から、その融ける時は周囲から多量の熱を吸収する。それで氷は氷嚢に入れ、又は魚類の保存冷蔵庫などに用ひて有効である。



から、その融ける時は周囲から多量の熱を吸収する。それで氷は氷嚢に入れ、又は魚類の保存冷蔵庫などに用ひて有効である。

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。

多くの物質は融解の際に膨脹し、凝固の際に收縮するものであるが、活字金や水などは凝固の際に膨脹する。活字金が鑄造に適するのはこのためである。又水が氷となる時は約1割も體積を増す。それで氷は水上に浮ぶのである。

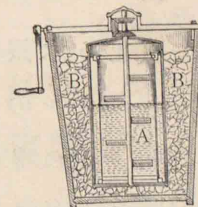


問 0°の水で冷やすのと氷で冷やすのと、どちらが有効か。

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囲の物から熱を奪つて、その溫度を降す。

砕いた氷3、食塩1の割合に混合したものの溫度は著しく降り、-22°近くになる。これは食塩の溶解と氷の融解とが相助けて、混合物自身から熱を奪ふからである。このやうに低溫度



アイスクリーム製造器
A: 原料 B: 氷と食塩

寒劑の表		
(混合物)	重さの割合	最低溫度
食塩・氷	1:3	-22°
塩化アンモン・氷	1:4	-15.4°

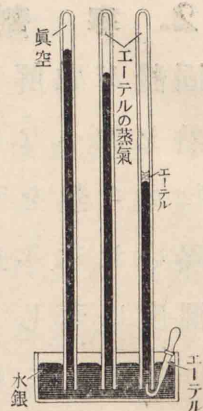
を生ずる混合物を寒劑といふ。寒劑は物を冷やすに用ひられる。

3. 氣化・液化

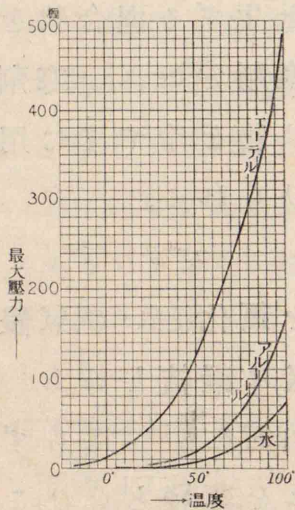
液體が氣體に變はることを氣化といひ、氣體が液體に化するのを液化又は凝結といふ。液體の表面からは溫度の如何にかゝらず常に氣體が発生する。これを蒸發といひ、この際に發生する氣體を蒸氣といふ。

實驗

トリチルリーの真空中にエーテルを少し送ると、直ちに氣化し、その蒸氣の壓力で水銀頭は降る。この時更にエーテルを送れば、又蒸發して水銀頭は次第に降るが、エーテルが或量を越えると蒸發は止み、水銀頭は或高さに止まり、エーテルの一部は水銀頭上に殘る。この時管を少し傾ければ、蒸氣の一部は液化し、水銀頭の高さは變はらないのを見る。



かやうに液體を密閉器中に入れて置くと、初めは蒸氣を發生するが、蒸氣の壓力が一定の値に達すれば蒸發は止む。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が上昇するに従つて大となる。



最大壓力と溫度との關係

4. 沸騰

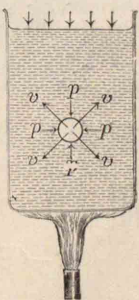
液體を熱すると蒸發が次第に盛になり、遂には液體の内部からも蒸氣の泡が生じて昇つて來る。この現象を沸騰といふ。壓力が一定の時は、液體の沸騰する溫度は物質により

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

一定し、熱を加へても、沸騰の續く間は溫度は昇らない。煮炊をする時、沸騰し出した後は火力を緩めても沸騰が續くやうにさへすれば、煮え方に變はりのないのは、この

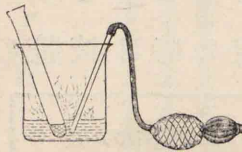
ためである。この溫度をその壓力に於ける液體の沸點といふ。

液體内に蒸氣泡が生ずるには、氣泡内の蒸氣の壓力(v)が液面に及ぼす氣壓と重力による液體の壓力との和(p)より大でなければならぬ。それで氣壓が大なれば沸點は昇り、氣壓が小なれば沸點は降る。壓力鍋や真空釜は、この理を應用したものである。



5. 氣化熱

實驗 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、そのエーテルに空気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。



液體が氣化する場合には融解と同じやうに、その状態を變へるための熱を要する。夏庭に水を撒くと涼しいのや、激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、氣化熱を奪ふによる。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、その溫度に於ける氣化熱といふ。

氣化熱の表	
(沸點に於ける)	
水	539 <small>カロリー</small>
アンモニア	341
アルコール	205

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

眞空釜と壓力鍋



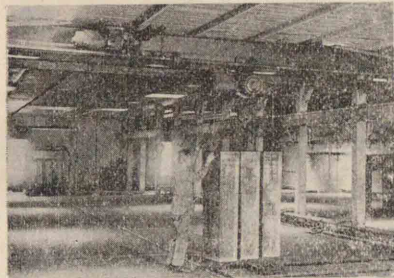
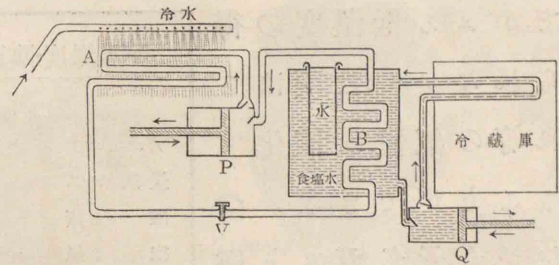
糖蜜を結晶させるのに用ひる眞空釜。

↑上圖は眞空釜の構造を示す。周圍の管は水蒸氣を通するもの。

家庭用壓力鍋(二種)

このやうな鍋を用ひると沸點を上げ得るから速く煮えて、堅い纖維や骨などまで柔く煮える。

有する調節
弁Vを通じ、
低圧管B中
に噴出氣化
させる。こ
の際、蛇管の



製氷を食塩水中から引揚げるところ

周囲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。噴出し氣化したアンモニアガスはポンプPに送り、繰返し用ひられる。

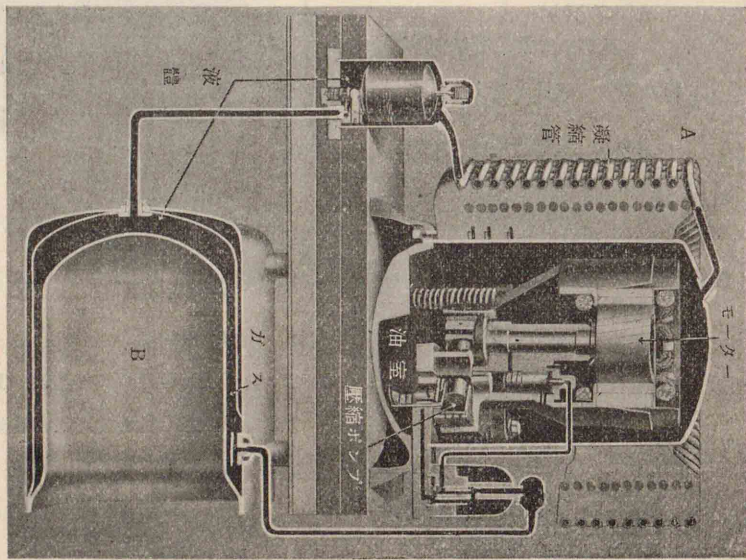
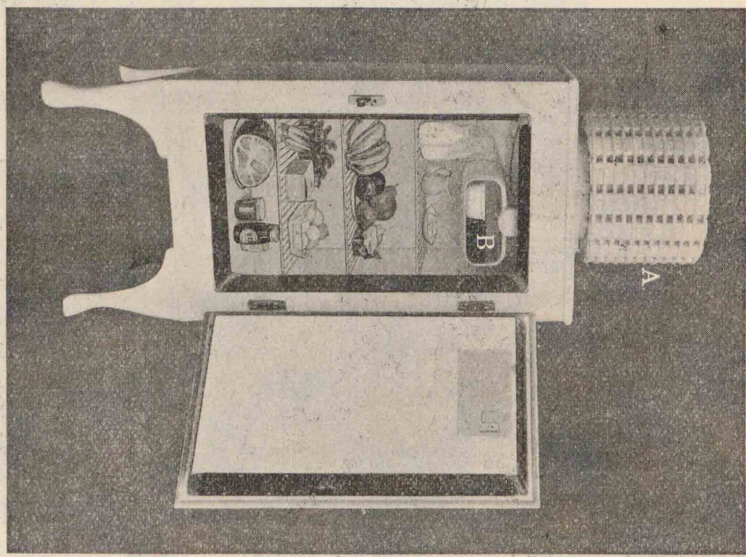
冷蔵庫では、上の装置で得られた寒冷な食塩水を導き、これを循環させて、肉類・蠶種などを貯蔵する。

電気冷蔵庫は亞硫酸ガス又は塩化メチルの氣化熱を利用する。(別圖参照)

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



電気冷蔵庫(左)とその要部(右) 壓縮器(A)内のモーターをばらかして亞硫酸ガス(又は塩化メチル)を液化させる。壓縮による發生熱は凝縮管より空氣中に放散させる。液體亞硫酸を左の管から冷却器(B)内に送り、こゝで氣化させてその周圍を冷やす。氣化したガスは自動的に再び壓縮器内に歸るやうになつてゐる。

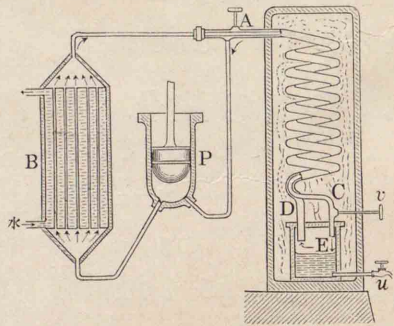
で、かゝる低温度の得られなかつた頃は、これ等の氣體は液化することができなかつたから、永久ガスと稱された。しかるに近年、強壓を加へた氣體

臨界温度・臨界壓力の表

	臨界温度	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
水素	-241	14
ヘリウム	-268	2.3

を急に膨脹させると、その温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。

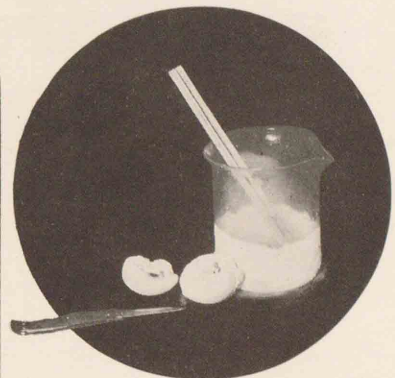
次の圖はリンデの空氣液化機の概要を示す。Aから吸入した空氣をポンプPで強く壓縮し、これを冷却器Bで冷やし、二重管Dの内側にある細管Cの口Eから噴出膨脹させると、空氣は著しく冷える。この空氣は二重管の間を過ぎ、内側の管Cを冷やしつ



つポンプPに歸る。こゝで更に壓力を加へ、前のやうに繰返すと、Eから噴出する空氣は次第に冷えて、遂に**液體空氣**が得られる。

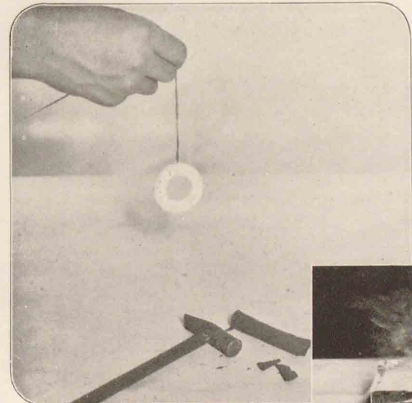
液體空氣の實驗

↓ 凍つた草花は脆くなつて毀れる

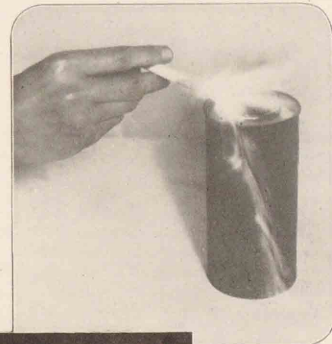


↑ 卵は固化して金屬のやうになる

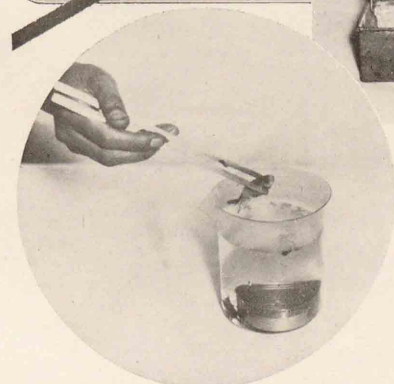
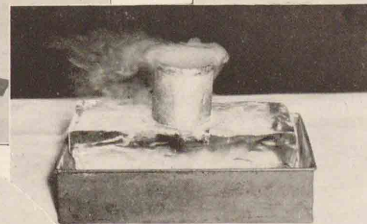
↓ 水銀は凍り、ゴムは彈性を失ふ



氷の上で沸騰する ↓



↑ 卷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焰の中に入れると表面に雪を生ずる

第三章 大氣の乾濕

1. 露 點

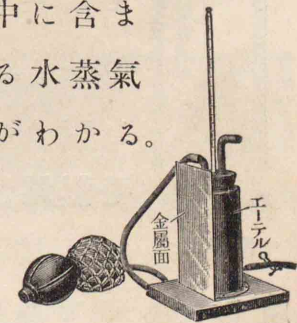
河・海・沼・湖その他地表にある水は絶えず氣化上昇するので、大氣中には常に多少の水蒸氣が含まれてゐる。それで夜間寒冷な地表や草葉に觸れて大氣が次第に冷えると、水蒸氣の一部は液化して露を結ぶ。かやうに大氣中に含まれてゐる水蒸氣が飽和の状態に達し、將さに露を結ぶ時の溫度を露點といふ。

水蒸氣の
最大壓力の表

0°	4.58mm	10°	9.21mm
1	4.93	11	9.84
2	5.29	12	10.52
3	5.69	13	11.23
4	6.10	14	11.99
5	6.54	15	12.79
6	7.01	16	13.63
7	7.51	17	14.53
8	8.05	18	15.48
9	8.61	19	16.48

露點に於ける水蒸氣の最大壓力は、大氣中に現存してゐる水蒸氣の壓力であるから、露點を測れば表から、大氣中に含まれてゐる水蒸氣の壓力がわかる。

露點を簡単に測るには、圖に示すやうな露點濕度計が便利である。



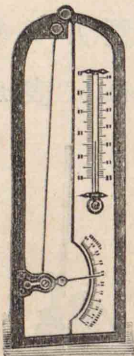
2. 湿度・湿度計

大気中の水蒸気が飽和の状態に近い時は、物を乾かし難く、飽和に遠い時は物の乾きが速かである。大気中に現存する水蒸気の壓力(P)とその温度に於ける最大壓力(P')との百分比を湿度(h)といふ。即ち

$$h = \frac{P}{P'} \times 100$$

湿度を測るには湿度計を用ひる。前に述べた露點湿度計はその一種である。

乾濕球湿度計は、湿度の小なるほど水の蒸發することが盛で、乾濕



毛髪湿度計

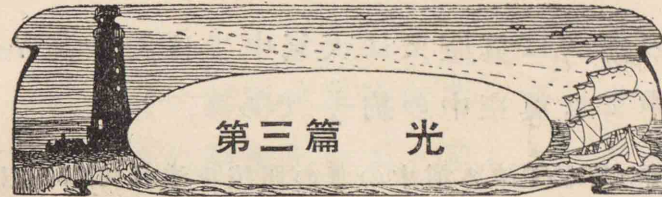
兩寒暖計の示度の差が大となることに基つき、その差とこの時の氣温とから、表によつて湿度を求めるものである。

毛髪湿度計は湿度の多

いほど毛髪が多く延びることを利用したものである。



乾濕球湿度計

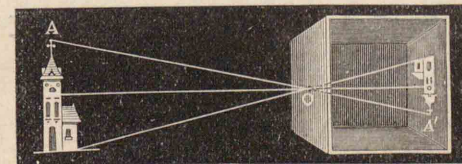


第一章 光線

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(自光體)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ものを暗體といふ。暗體も他より光を受けて輝くときは、發光體と見做すことができる。又光が透過する物體を透明體といひ、さうでないものを不透明體といふ。

光は、組織が一樣な透明體內では、一直線に進行する。光の進路と光とを併せてこれを光線といふ。



暗函の側壁に小孔を穿ち、外部の物體から來る

光をこれを通して、小孔の對壁面に受けると、倒立した物體の像が生じ、光の直進することを示す。

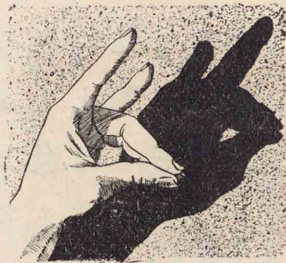
光の速さは真空又は大氣中では約30萬軒/秒で、水中では真空中の約 $\frac{3}{4}$ である。

固 茂つてゐる樹木の葉の間隙を洩れて来る日光が、地上に圓形の斑點をつくるのは何故か。

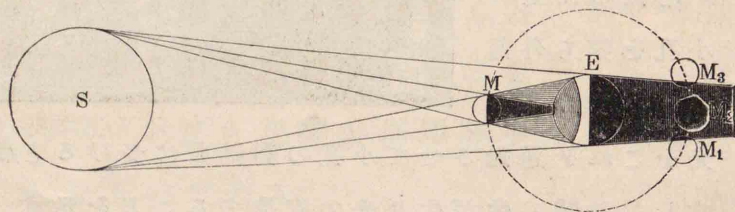
2. 影

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できる。これを影といふ。

光源が小さい時は影は一樣に暗いが、光源が大きい時は、影の中央は全く光が達しない**本影**で、その周圍

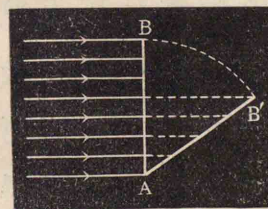
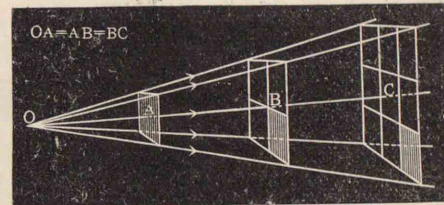


に光源の一部からは光を受け他部からは光を受けない**半影**が出来る。日食及び月食は、太陽からの光を月又は地球が遮る時に起る現象である。(圖について研究せよ)



3. 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。照らされる面の明るさは、その表面の粗滑・色などによつて異なるが、同一状態の諸面の明るさは、その照度による。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、その距離が一定である

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。

4. 光度

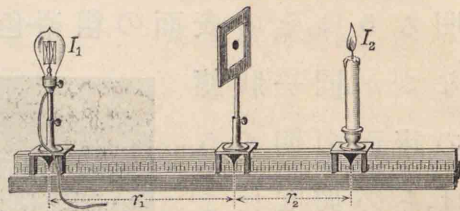
光源の強弱を比較するには、光源より單位距離に於て光線に垂直な平面の照度を用ひ、これをその光度といふ。我國では光度の單位に標準ペンタン燈の光度の $\frac{1}{10}$ を用ひ、これを1燭といふ。

光度を測るには光度計を用ひる。圖に示すはブンゼンの光度計である。兩光源の間に、一つの油點を有する紙製の衝立^{ついで}を立て、これを動かし、何れの側から見ても油點の明るさが相等しい(この時油點とその周囲との境界が見えなくなる)位置を求め、兩光源より衝立までの距離を臺上の目盛で讀み、兩光源より衝立までの距離を夫々 r_1, r_2 とし、兩光源の光度を I_1, I_2 とすれば、衝立の兩面の照度が相等しいから次の式が得られる。

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \quad \therefore \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

故に一方に光度の知れてゐる光源を用ひれば、他の光源の光度を測ることができる。

問 ガス燈から3米、16燭の電燈から2米の距離に於て、兩光源の與へる照度が相等しいといふ。このガス燈は幾燭か。



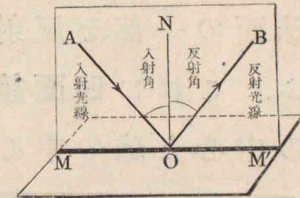
第二章 光の反射及び屈折

(I) 反射

1. 反射の法則

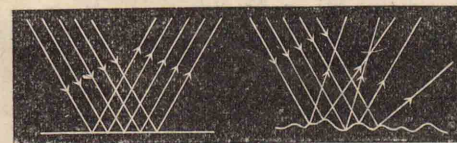
光が鏡のやうな滑らかな面にあたると、そのあたつた點即ち入射點で方向を變へる。これを光の反射といふ。實驗の結果によれば

[1] 入射光線と反射光線とは、入射點に於て反射面に立てた垂線と同一平面内であり、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。多くの物體の表面は、平滑に見えても實は微細な凹凸があつて、これにあたる平行光線は、各々の面で上の

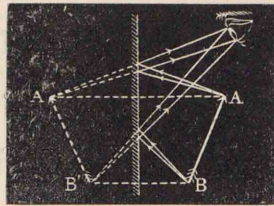


法則に従ふ反射をする。それで反射光線は種々

の方向に出る。か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。普通の物體が何れの方向からでも見えるのは、他の

光を受けて散光を發するからである。

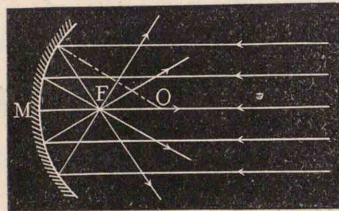
問 1. 平面鏡の前にある物體の像が、鏡面に對してその對稱の位置に出来る理由を、反射の法則により説明せよ。



問 2. 波立つ水面に映る月影の長く引くのは何故か。

2. 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。



鏡軸に平行な光線が凹面鏡にあると、反射後悉く軸上の一定點に集交する*。この點を

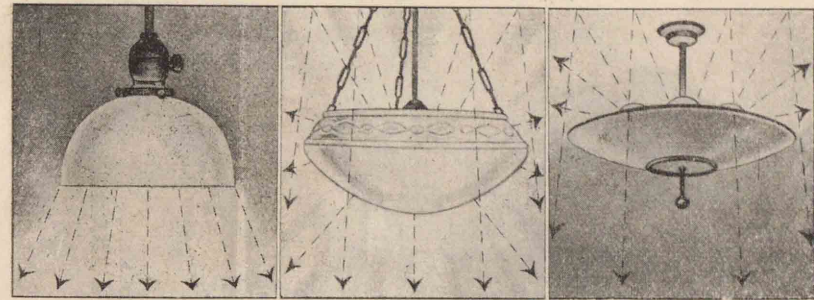
凹面鏡の焦點といひ、焦點と鏡面の中心との距離をその焦點距離といふ。

焦點距離 f は鏡をなす球面の半径 r (これを曲率半径といふ) の $\frac{1}{2}$ に等しい、即ち

$$f = \frac{r}{2}$$

* 球の中心から鏡の縁の二點に引いた二直線のなす角が小なる場合に限る。

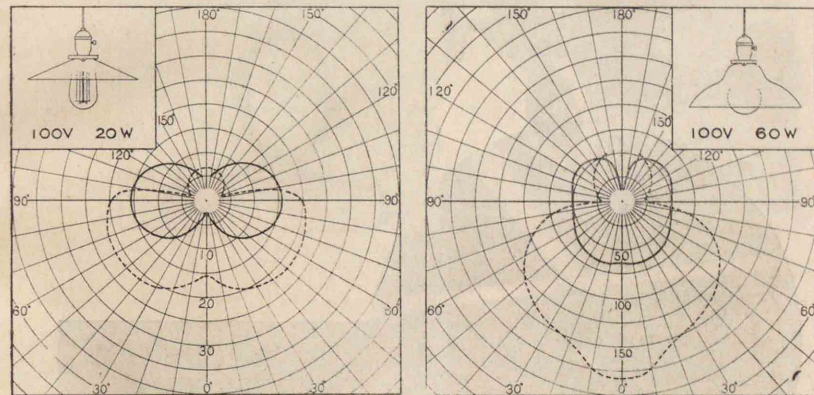
照明に関する事柄



直接照明

半間接照明

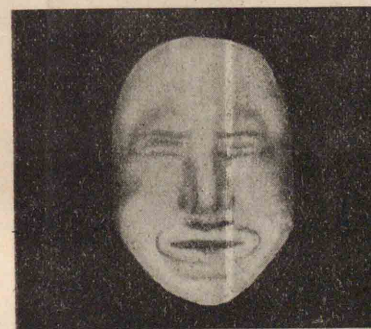
間接照明



電燈の配光曲線 (點線は夫々圖のやうな笠を附けた場合)

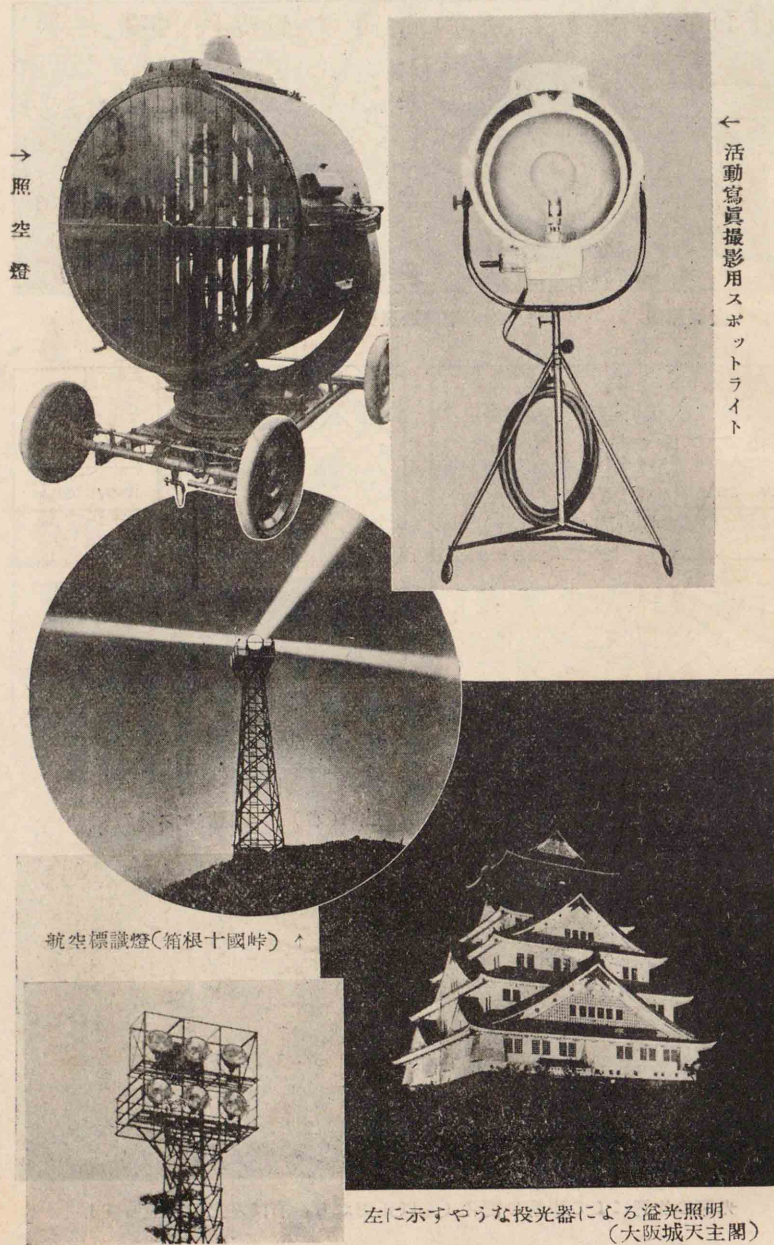
(左) 真空電球

(右) 内面艶消ガス入電球

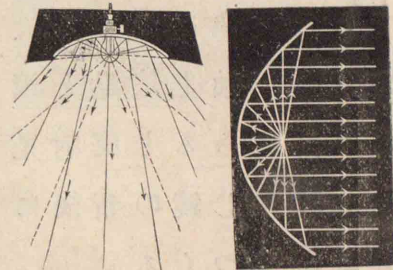
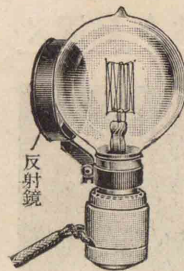


光源の位置による表情の變化 (左は正面から、右は左上から照らす)

反射鏡の應用

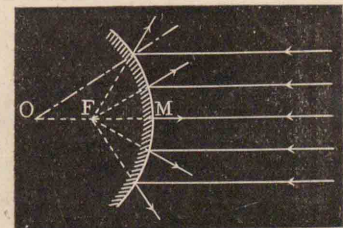


凹面鏡の焦點に光源を置けば、鏡面にあたつて反射した光線は、軸に平行して進み、遠方に行つても照らす面積が變はらないから、その強さが弱らない。それで凹面鏡は反射鏡として用ひられる。拋物線面鏡と稱する一種の凹面鏡は、反射鏡として一層有効である。電燈やランプの笠、探照燈の反射鏡、顯微鏡の照返しなどには凹面鏡がよく用ひられる。



電燈の笠と拋物線面鏡との反射

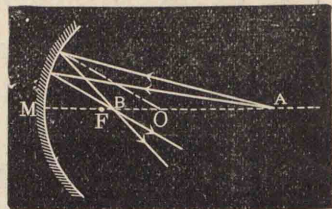
凸面鏡にその軸に平行な光線が入射すれば、反射後悉く、鏡の背後にある軸上的一点から出るやうな方向に進む。この點は實際には光が通らないから、これを凸面鏡の虚焦點といふ。この場合も、焦點距離は球面の半径の $\frac{1}{2}$ に等しい。



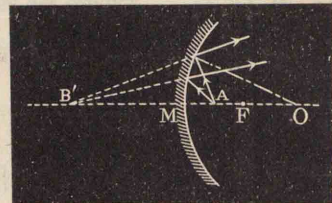
3. 凹面鏡のつくる像

凹面鏡の軸上、焦点より外方に光点Aを置く

と、これから發して鏡面にあたり反射する光線は、軸上の一点Bに集つてその實像をつくる。



光点Aが軸上焦点と鏡との間にあると、反射光線は發散し鏡の背後に虚像B'をつくる。



凹面鏡の中心Mより光点A、像Bに至る距離を夫々 a, b とし、曲率半径を r 、焦点距離を f とすれば、次の式が成立つ。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

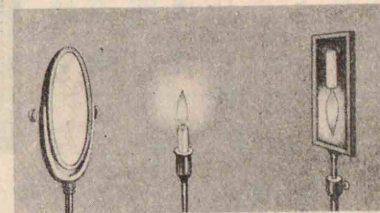
(但し虚像を生ずる時は b は負数とする。)

この式で、光点が無限の遠方に移ると、 a の値は無量大となるため、 $b=f$ となる。これは、軸に平行な光線が反射後焦点に集まる事実と一致する。

4. 球面鏡のつくる像の作圖

凹面鏡の軸外に光点がある場合には、光点と球の中心とを結ぶ直線上に像をつくる。従つて鏡の前に發光

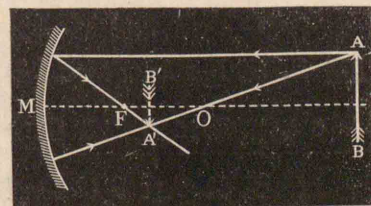
體を置けば、その各点の像が集つて一つの像をつくる。



凹面鏡によつて物體の各点のつくる像の位置は、次の規則から、作圖によつて求めることができる。

- [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。
- [3] 鏡の中心に入射する光線は軸にこれと等しい角をなして反射する。

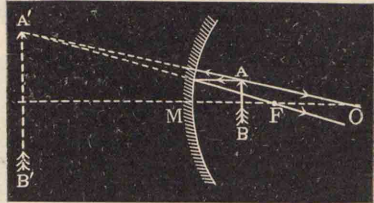
それで物體が、(1)球心より外にあれば、球心と焦点との間に倒立した小なる實像を生じ、(2)球



心と焦点との間にあれば、球心より外に倒立した大

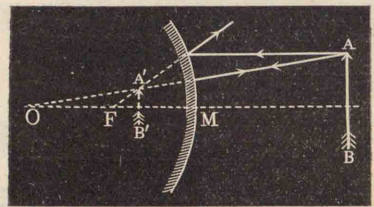
なる実像を生じ、(3) 焦点より内にあれば、鏡の背後に正立した大なる虚像を生ずる。

物体 AB と像 $A'B'$ との長さの比は、凹面鏡より $AB, A'B'$ に至る距離 a, b の比に等しい。



何故か。(Aから鏡の中心 M に入射する光線の反射光線を引いて考へよ)

凸面鏡で生ずる像の位置・大いさは、凹面鏡の場合と類似の作図法で求められる。



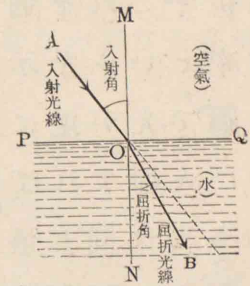
問 1. 曲率半径 40 種なる凹面鏡の軸上、鏡面の中心より 25 種所に長さ 10 種の物体を立てた時、生ずる像は正立か倒立か。又その位置及び長さを求めよ。

問 2. 凹面鏡の前 10 種所に物体を置けば鏡より 8 種所に実像を生ずる。鏡の曲率半径を求めよ。又像の大きさは物体の何倍か。

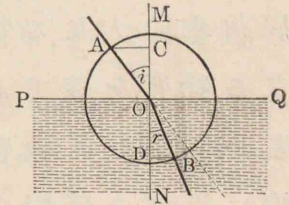
(II) 屈折

1. 屈折の法則

光が斜めに空気中から水中又は硝子中などに入る場合には、一部は表面で反射し、他部は屈折して内部に進む。実験の結果によれば



[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。



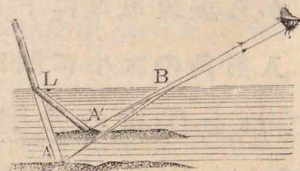
[2] 入射点 O を中心として任意の半径の圓を畫き、入射光線及び屈折光線との交点を A, B とすれば、 A, B から垂線 MN に下した垂線 AC, BD の長さの比は、入射角の大小に關はず物質により一定である。これを 屈折の法則 といひ、 $AC:BD$ の値を乙物質(水)の甲物質(空気)に對する 屈折率 といふ。

* 屈折の法則(2)は、三角法を用ひると次のやうに表はされる。入射角 i の正弦と屈折角 r の正弦との比は、入射角の大小に關はず一定である。即ち $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ この n が屈折率である。

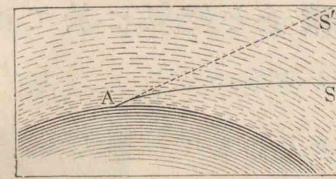
屈折率は物質によつてその値を異にする。右の表は、空氣に對する諸物質の屈折率(これを通常單に屈折率といふ)を示す。前頁の圖で、光が逆に BO の方

屈折率の表	
水	1.33
アルコール	1.35
二硫化炭素	1.63
クラウン硝子	1.52
フリント硝子	1.52-1.65
金剛石	2.42

向に入射すれば屈折して OA の方向に進む。即ち光は同じ道を逆行し得るから、空氣の水に對する屈折率は水の屈折率の逆數である。屈折率の大なる物質を光學的に密であり、小なる物質を疎であるといふ。光が疎なる物質から密なる物質に入る時は、屈折光線は法線に近づき、反對の時には遠ざかる。水中にある物體が浮上つて見え、又水中に入れた棒が水面の所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。圖についてその理由を考へよ。



大氣は下層ほど密であるから、天體から地球に來る光線は次第に屈折して地表に到達する。従つて



天體は實際よりも天頂に近づいて見える。

夏日熱せられた地上に陽炎を見、又砂漠や海岸地方

で蜃氣樓が見えるのは、何れも密度の異なる空氣のため、光線が屈折されて起る現象である(右圖参照)

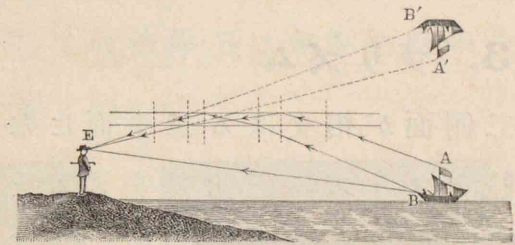
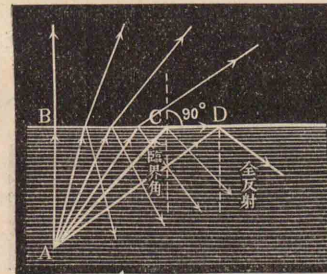


図 1. 澄んだ

水底は斜めに見るほど浅く見えるのは何故か。

2. 全反射

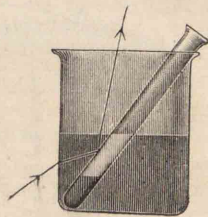
光が水中から空氣中に進むやうな場合には、屈折角は入射角よりも大であるから、入射角が或値に達すると屈折角は 90°となり、入射角が更に増す時は光は空氣中に屈折することなく、境界面で全部反射する。



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。水と空氣に

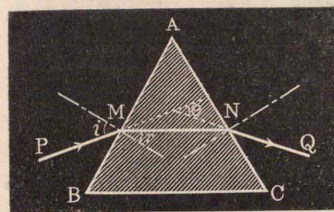
於ては臨界角は約48°で、硝子と空氣に於ては約42°である。

實驗 水中に空の試験管を入れると銀色に輝いて見えるのは何故か。管内に水を入れるとどうか。



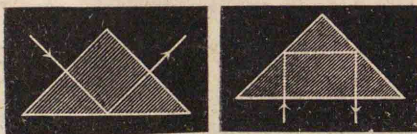
3. プリズム

二側面が、相交はる二平面になつてゐる透明體をプリズム(三角プリズム)といひ、この二平面のなす角をプリズムの角といふ。圖のやうに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、再び屈折して外に出る。この屈折光線と、最初の入射光線とのなす角をフレの角といふ。



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**といひ、そ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、90°又は180°ふれる。

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**

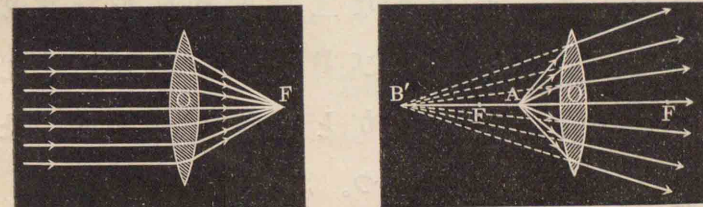


ズムといひ、その一つの面に垂直に入射した光線は、1回又は2回の全反射をなし、90°又は180°ふれる。

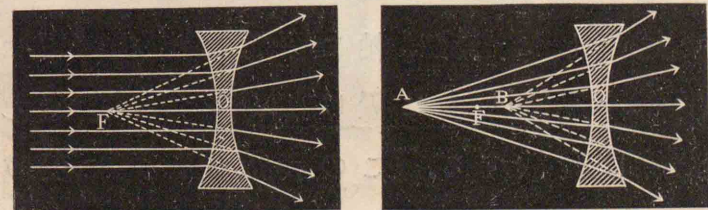
4. レンズの作用

問 1. レンズの焦点とは如何なる点か。又焦点距離とは何か。

既に一般理科で學んだやうに、**凸レンズ**は光を**収斂**する作用があるので、**収斂レンズ**ともいわれる。そして**収斂作用は焦点距離の小さいものほど著しい。**



これに反して**凹レンズ**は光を**發散**する作用があるので、**發散レンズ**ともいわれる。**發散作用も焦点距離の小さいものほど著しい。**



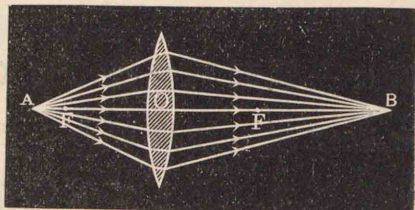
問 2. 凸レンズの焦点に光源を置けば、レンズを通過した光線は如何なる方向をとるか。

5. レンズのつくる像

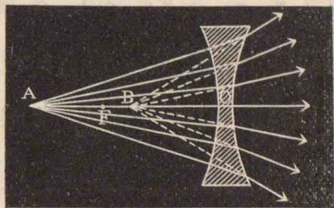
凸レンズの軸上焦点の外方に光点Aを置くと、これから發してレンズを通過する光線は、軸上の一点Bに集つてその實像をつくる。又逆にBに光源を置けば、Aに像をつくる。かやうな二点A, Bをレンズの共軛点といふ。A及びBからレンズの中心に至る距離を夫々 a, b とし、焦点距離を f とすれば、次の式が成立つ。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

凸レンズの軸上焦点の外方にある光点を次第にレンズに近づけ、遂に焦点に置けば、レンズを通過した光線は軸に平行に出る。更に光点を焦点より内に置けば、レンズを通過した光線は發散する。この發散光を眼に受ければ、これを逆に延長した一点Bに虚像が見える。この場合には上式の b を負數にする。



凹レンズの軸上の一点Aに光点を置くと、光線は屈折後發散してBに虚像をつくる。

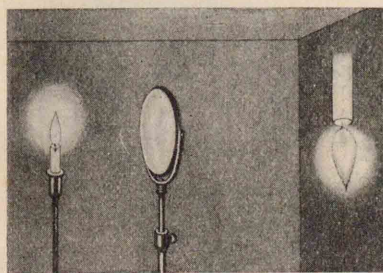


凹レンズは常に光を發散するから、光点を如何なる位置に置いても實像をつくらない。凹レンズの中心より光点像に至る距離を夫々 a, b 、焦点距離を f とすれば、

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{f} \quad \text{又は} \quad -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

なる式が成立つ。

6. レンズのつくる像の作圖



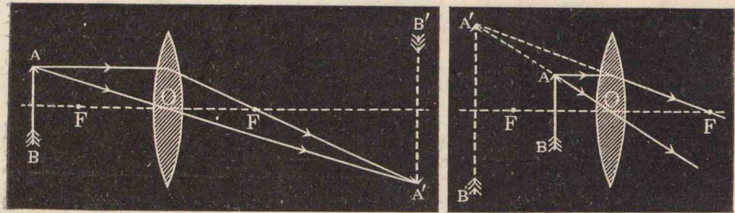
光点が凸レンズの軸外にある場合には、レンズを通過した光線は、光点とレンズの中心とを結ぶ直線上、上

に述べた公式を満足する點に像をつくる。それでレンズの前に發光體を置けば、その各點の像は集つて一つの像をつくる。

凸レンズのつくる像を作圖によつて求めるには、凹面鏡の場合の如く次の規則による。

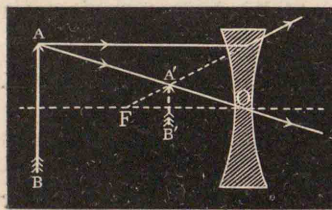
- [1] 軸に平行な光線は通過後焦点を通る。
- [2] レンズの中心を通る光線は屈折しない。
- [3] 焦点を通る光線は屈折後軸に平行に進む。

次の圖について像の作圖法を研究せよ。



圖からわかるやうに、物體 AB と像 A'B' との長さの比は、レンズの中心より AB, A'B' に至る距離 a, b の比に等しい。

凹レンズを透して物體を見ると、その位置に拘らず常に正立した小なる虚像を見る。像



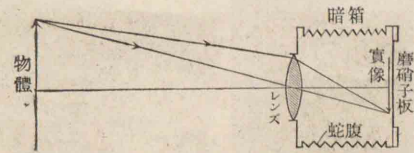
の作圖法は凸レンズの場合に準じて考へられる。圖についてその作圖法を研究せよ。

第三章 レンズの應用

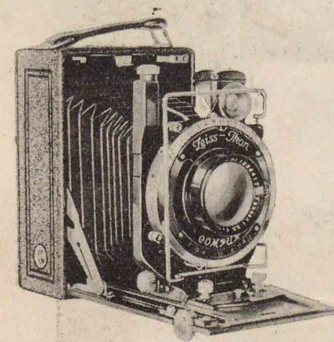
1. 寫眞機

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付け、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、物體



の鮮明な像を磨硝子上に生ぜしめ、次に乾板を磨硝子と置き代へて感光させる。この時、



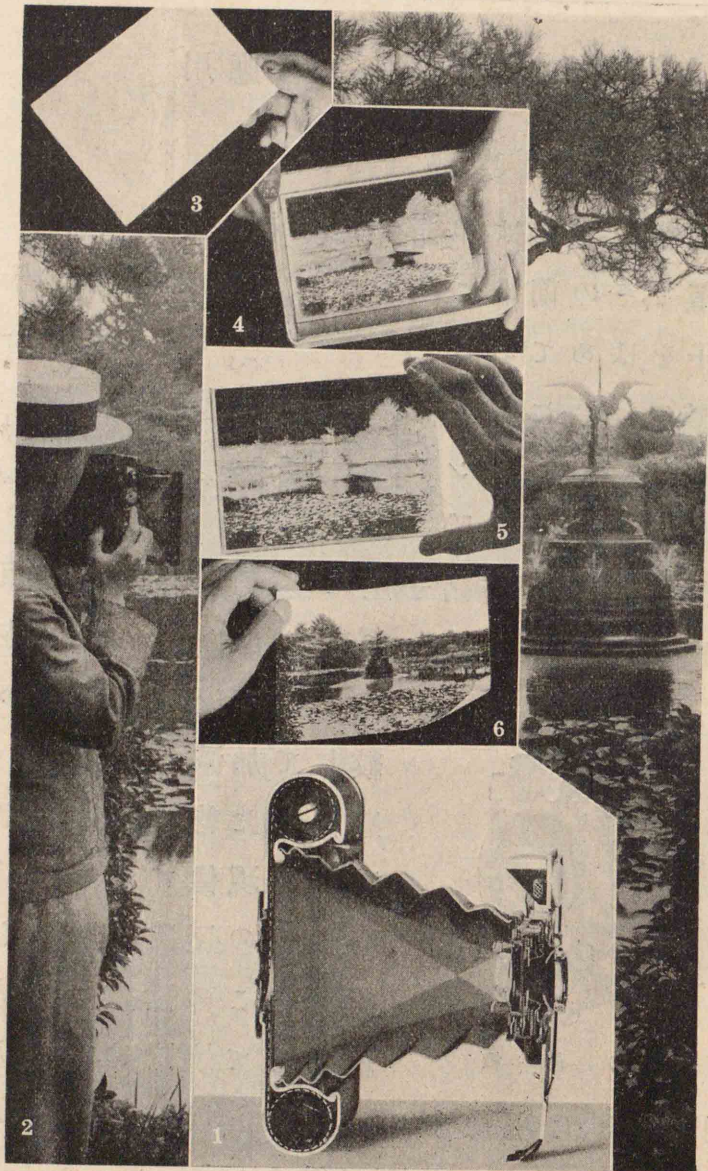
寫眞機

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。

寫眞の製作

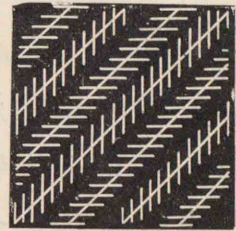


1. 寫眞機の断面圖 2. 撮影 3. 露出を興へた乾板(映像は見えぬ)
 4. 乾板の現像(映像が現はれて来る) 5. 定着を終つた乾板(陰畫)
 6. 焼付けて出來た印畫紙(陽畫)

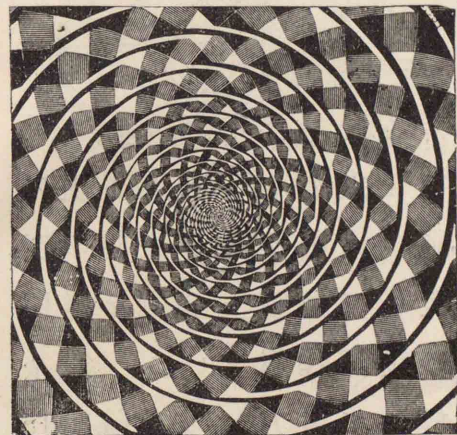
錯視



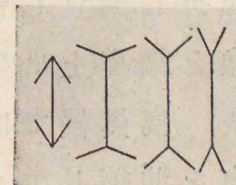
各文字は曲つてゐるか



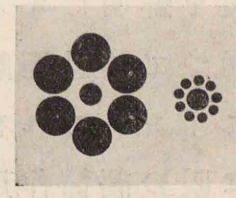
平行に見えるか



同心圓か螺旋か



何れが長いか



中心の圓は同じ大きさか



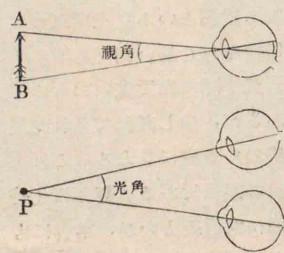
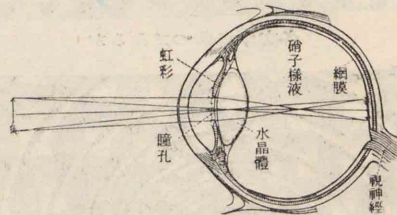
「この眼で見たのだから」などいつて、見たことは誤りのない證據にされるが、眼も折折見誤ることがある。これを眼の錯視といふ。上圖五つは錯視を起し易い例である。
 又下圖は點で畫いたものであるが、少し離れて見れば濃淡のある畫に見える。これも眼の誤りである。網目板(普通は寫眞版といひ、本書にも多く用ひてある)はこの應用である。

2. 眼

眼の構造は寫眞機の暗箱によく似てゐる(比較して見よ)。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。寫眞機では蛇

腹を伸縮してレンズを進退させ、磨硝子上の像を鮮明にするが、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呎の所まで及ぶが、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呎の所である。この距離を明視距離といふ。

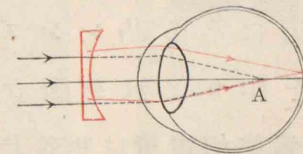


物體の見掛けの大きさは、網膜上に生ずる像の大きさ、従つて物體が眼に於て張る角の大きさによる。この角を視角といふ。又兩眼と物體の一點と

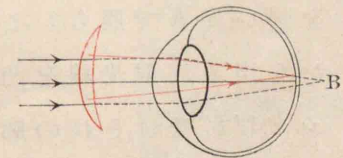
を結ぶ角を光角といひ、物體の遠近・立體などを判斷するのは、主として光角の大小と水晶體を調節する筋肉の作用とによる。

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



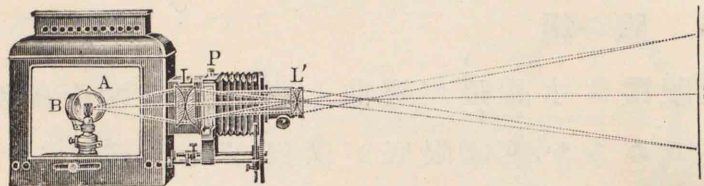
近視眼(上)と遠視眼(下)

調節しても近くの物體の像が網膜上に生じないもので、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。これを補ふには凸レンズを用ひる。

眼鏡の度は、もとレンズの焦點距離を^{1/100}吋で測つた數で表はしたが、近頃は焦點距離を米で測つた數の逆數(ディオプトル)で表はすやうになつた。

4. 映寫機

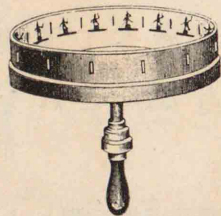
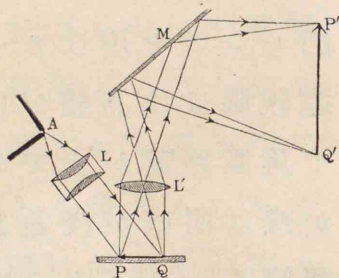
幻燈機は反射鏡(B)及び凸レンズ(L)で強い光源(A)からの光を集めて畫板(P)を照らし、その



前方にある凸レンズ(L')により、廓大された實像を作り、これを衝立(S)上に映す器械である。

實物幻燈機は物體PQ

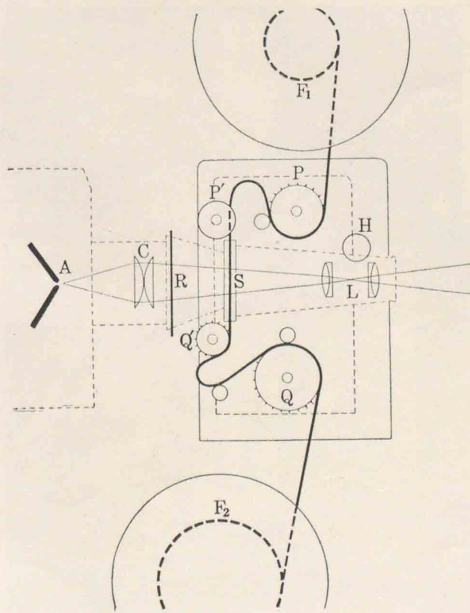
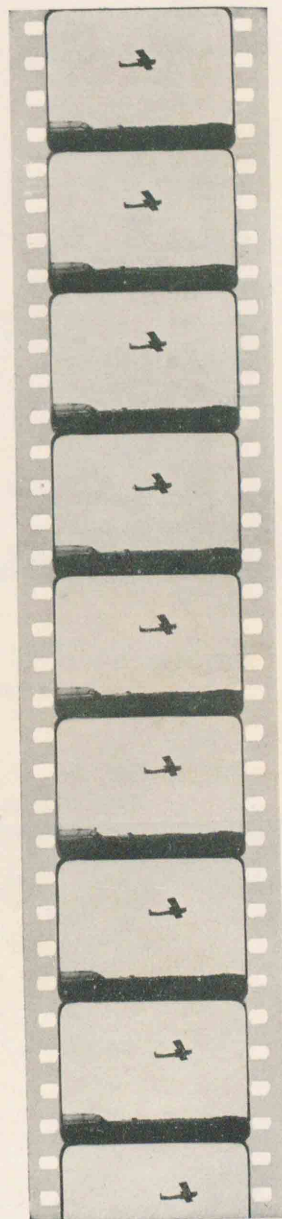
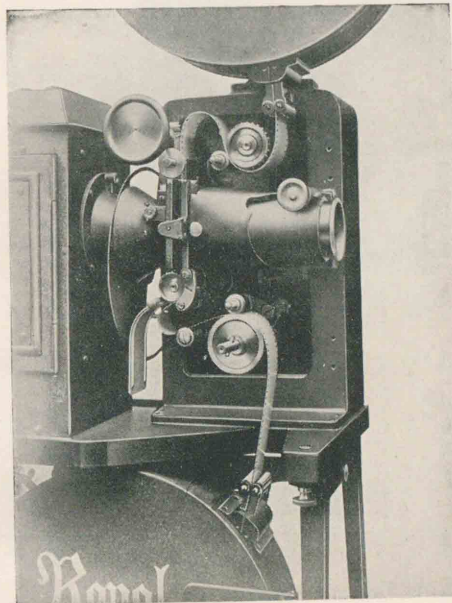
を強い光Aで照らし、これから出る反射光線を凸レンズL'に受け、その廓大された像P'Q'を衝立上に映す装置である。



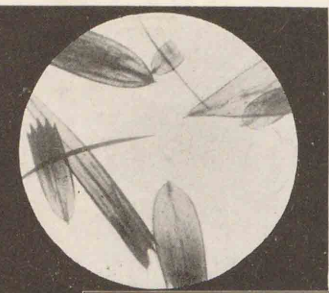
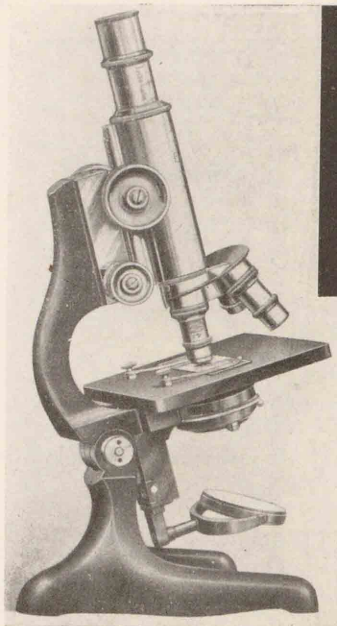
驚盤

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、形の變つた連続してゐる畫を、驚盤といふ装置に入れこれを廻轉してその隙間から

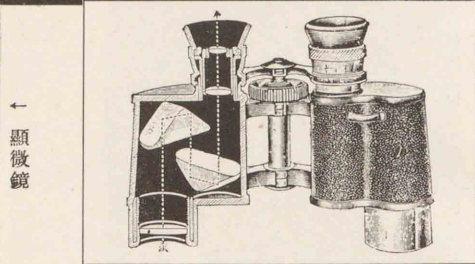
見ると、畫は活動してゐるやうに見える。



顯微鏡と望遠鏡



← 顯微鏡寫眞 (蝶の鱗粉)

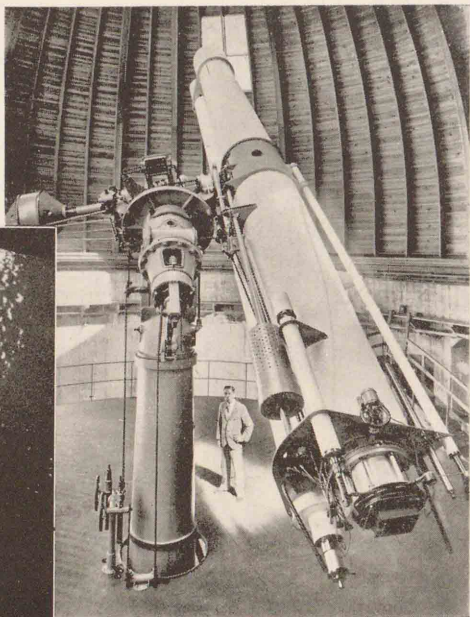
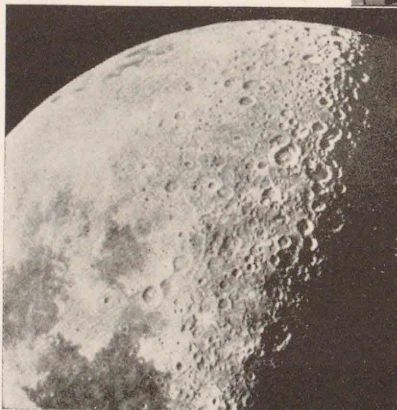


← 顯微鏡

↑ プリズム双眼鏡

東京天文臺にある
65 種屈折望遠鏡 →

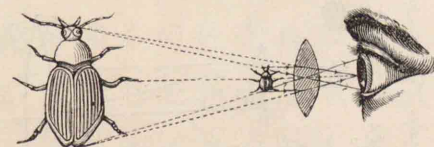
望遠鏡で撮影した
↓ 月の表面の一部



活動寫眞はこの理を應用した幻燈で、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殘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。

5. 蟲眼鏡 (廓大レンズ)

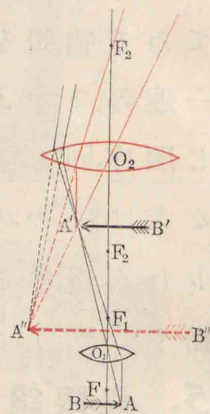
蟲眼鏡は焦點距離の短い凸レンズ又はその數筒を組合はせたもので、物體をその焦點内に置き、廓大された虚像を明視距離に生ぜしめて見る。像と實物との長さの比を蟲眼鏡の倍率といひ、明視距離と焦點距離との比に略等しい。故に焦點距離の短いほど倍率は大である。



6. 顯微鏡

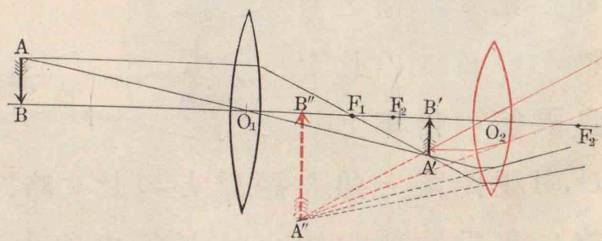
顯微鏡は、焦點距離の短い凸レンズで廓大された實像を更に凸レンズで廓大して見る装置で、伸縮する鏡筒の下端に焦點距離の短い

對物レンズをはめ、上端にはそれよりも焦點距離の長い接眼レンズをはめ、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る。圖について廓大の作用を研究せよ。

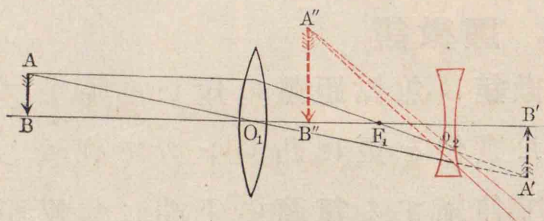


7. 望遠鏡

望遠鏡の構造・作用は顯微鏡のに似てゐる。次の圖についてその作用を研究せよ。この望遠鏡では像は倒立するが、對眼レンズに凹レンズを用ひれば下圖(下)のやうに像は正立する。



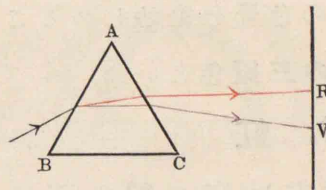
この種の望遠鏡をガリレオ望遠鏡といふ。



第四章 光の分散

1. 光の分散

實驗 1. 日光を小孔から暗室に導き、プリズムにおいて、屈折して出る光を衝立に受ければ美しい色帯が現はれる。



實驗 2. 次に凸レンズをプリズムと衝立との間に置いて、色光を衝立上の一點に集めて見よ。色は見えるか。

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・藍及び堇の七色である。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なるからである。

分散によつて種々の色光に分解し得る光を複光といひ、複光の成分をなせる各種の色光を單光といふ。又日光のやうな無色の複光を特に白光といふ。

赤色光と青綠色光のやうに相混す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、黄と黄緑も互に餘色である。

又赤・緑・青の三色光を適當の割合に混すれば、任意の色覺を生ぜしめることができる。この三色を光の三原色といふ。

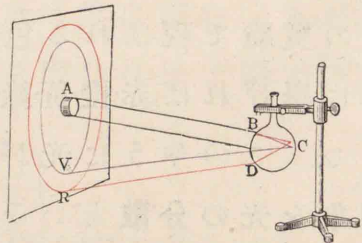
2. 虹

葉末に宿る露の玉は美しく輝き、少し眼の位置を變へると様々な色に見える。

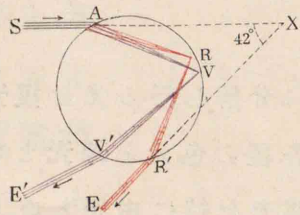
實驗 暗室の壁の孔

から日光を導き、これを水を充たしたフラスコにあてると、フラスコは或は

赤く或は青く輝き、これを衝立に受けると外側が赤で内側が堇の、虹のやうな輪が出来る。

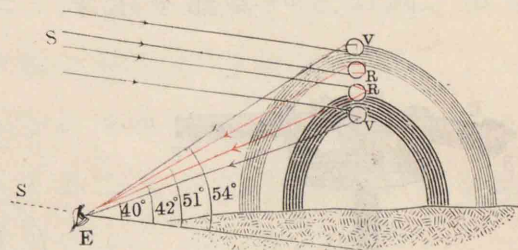


日光のやうな平行光線が水滴内で屈折・反射



し水滴外に出る時は分散する。この分散光線は一般に發散するので、水滴を遠ざかるに従ひ

光は弱くなる。しかるに入射光線と或一定の角を有するものは平行に進むので、その強さが減らない。この角の大きさは色光によつて異なり、赤

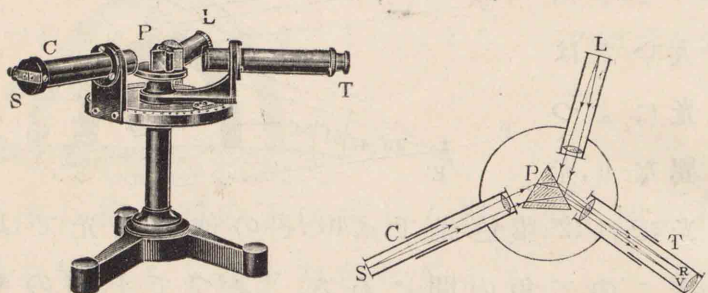


色光では 42° 、堇色光では 40° 、その他の色光では順次この二角の間にある。よつて上圖のやうに、眼 E と太陽 S とを連ねる直線 SE を軸とした半頂角が 42° 及び 40° なる二圓錐面上の水滴は、夫々赤色及び堇色の光を強く送り、その間のものは他の色光を送る。それで赤色を外側とし、橙・黄・緑・青・藍・堇色の順序に排列した圓弧状の色帯を見る。これが虹である。

時としては更に、一つの虹の外側に近く、光の弱い第二の虹を見ることがある。これは、水滴内に屈折した日光が内部で2回反射して生じたものである。色の並び方は第一の虹の逆で、眼と太陽とを結ぶ直線と 51° の方向に赤色、 54° の方向に堇色を見る。

3. 分光器

スペクトルを仔細に検するには分光器を用ひる。圖はその要部を示す。コリメーター



Cの一端にある細隙Sから光を入れると、その他端にあるレンズにより平行光線となり、プリズムPにあたり、光は分散される。その色光を望遠鏡Tで廓大して見るのである。Lは尺度で、これに光をあてて照らし、その像をスペクトルと並べて作り、スペクトルの観測を便利にする。

4. スペクトルの種類

電燈のやうに白熱せる固体、又は熔融せる金属の發する光のスペクトルは、各種の色光が連続してゐる。これを連続スペクトルといふ。

又灼熱せる金属の蒸氣や真空放電などによる光のスペクトルは、一般に數條の輝線となつて現はれる。これを輝線スペクトルといふ。輝線の數及び位置は元素によつて一定してゐるから、スペクトルを検してその元素を鑑別することができる。これをスペクトル分析といふ。

實驗 電燈の光を分光器で見れば、連続スペクトルが見られる。この際分光器の細隙と電燈との間にナトリウム焰を置き、スペクトルを検すると、そのスペクトルは、ナトリウム蒸氣の輝線スペクトル即ちナトリウム線(D線)に當たる部分に黒線を現はす。

このやうに連続スペクトル中一部の色光を缺くため、黒線又は黒帯を有するスペクトルを吸収スペクトルといふ。

吸収スペクトルを生ずるのは、連続スペクトルを現はすべき光が、低温度にある物質内を通過する時、この物質が高温度に於て生ずべきスペクトルに當たる部分が吸収されるによる。

5. 太陽スペクトル

太陽スペクトルは連続スペクトルのやうに見えるが、分光器で精密に検すると、多数の黒線を有する吸収スペクトルである。フラウンホーフェルはこの黒線を研究して、その主なものにA, B, C, …, Hなどと命名した。これ等の黒線を總稱してフラウンホーフェル線といふ。

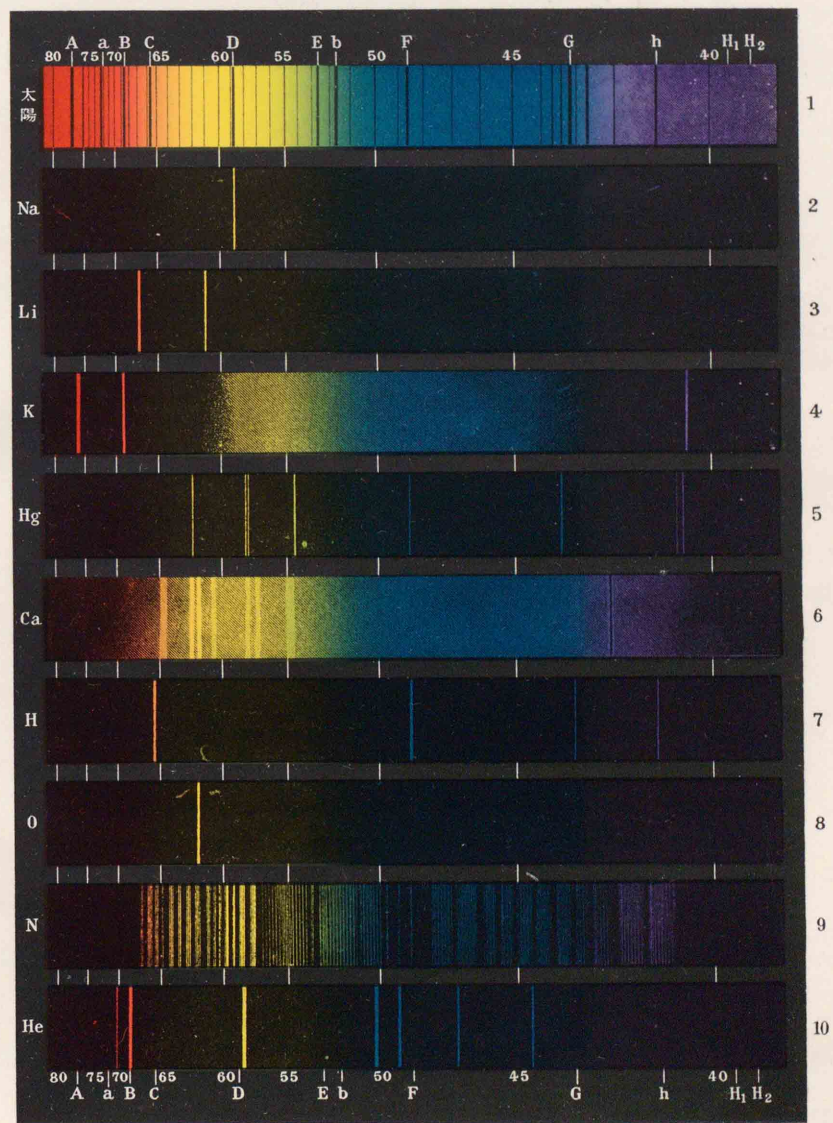
太陽が吸収スペクトルを生ずるのは、これを包圍する比較的低温度の種々のガスや蒸氣のために、太陽の發する光の一部が吸収されるためである。又この黒線の位置に輝線をもつ諸元素は、多くは地球上にあることより、太陽と地球とがほぼ同じ物質から成るものと考へられる*。

6. 物體の色

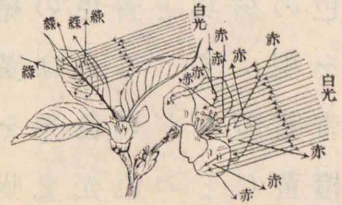
不透明體が夫々特有の色を呈するのは、これに入射する色光を、(1)全部反射するか、(2)全部吸収するか、(3)一部反射し他部を吸収するか

* ヘリウムは初め太陽スペクトルの中に發見された元素であるが(ヘリウムは太陽の意)、それから27年を経て地上に見出された。

數種のスペクトル



による。例へば緑の葉は、日光中主として緑色の光を反射してその他の光を吸収するにより緑色を呈し、又赤い花は、主として赤色の光を反射して他を吸収するにより赤く見える。



物體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。

問 1. 赤い紙と青い紙とを赤色の光のあたる所で見たら、どんな色に見えるか。又黄色の光のあたる所ではどうか。

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、又赤色インキは、赤・橙の兩色光を通過させて他の色光を吸収するから、赤く見える。

問 2. 黒い紙に赤インキで書いた字は不明瞭であるが、朱で書いた字は明瞭である。何故か。

7. 繪具の混合

黄色の繪具と青色の繪具とを混合すれば、綠色を現はす。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は吸収されるためである。

種々の色は、赤・黄・青の3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。

問 繪具を多く混すれば黑色に近づくのは何故か。

8. 燐光・螢光

物質によつては、その吸収する光を別の光として出すものがある。例へば硫化カルシウムを日光に曝した後、暗室内に入れると、暫時美しい青色の微光を出す。かやうな光を燐光といふ。又暗室に導いた日光を石油にあてると、その光を受ける間、藍色を呈し、光を遮ると共にその色が消える。かやうな光を螢光といふ。

三 色 版



黄色版



赤色版



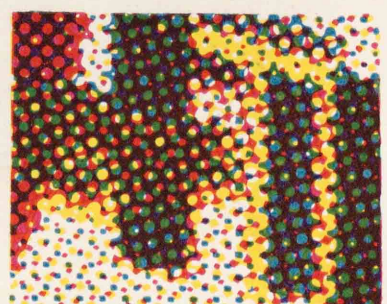
黄色版の上に赤色版を刷つたもの



青色版



出来上つた三色版



一部を廓大したもの

三色版の製り方

明るく照らした原畫を、青堊色の濾光板(フィルター)を透して撮影し、又緑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、白色部分ほどの版にも白く現はれ、黒色部分ほどの版にも着色して現はれる(三色重なつて黒色が現はれる)。

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が来る。

尙三色版を露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。

網版を製するには陰畫より陽畫を作り、乾板の前近くにスクリーン(硝子板の上)に等距離に多數の平行線を互に垂直な二方向に引いたものを置き、適當な形のシボリを用ひてこれを撮影するもので畫の一點よりの光はシボリの像をスクリーンの格子目を通して乾板に投ずる。シボリが明るく照される程像斑の大きさは大となる。又シボリの形によつて像斑の形は異なる。このやうにして作つた陰畫を基礎として感光性金屬板に凸凹を作り製版するのである。



第四篇 磁氣・電氣

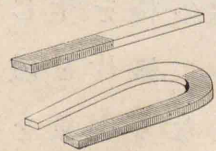
第一章 磁 氣

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兩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



(上)磁針(中)棒磁石
(下)蹄形磁石

るして自由に廻轉し得るやうにすると、ほとんどの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。



2. 磁石の相互作用

實驗により、同名の極は相斥け、異名の極は相引くを知る。この兩極間で互に引斥する力を磁力といふ。實驗の結果によれば、

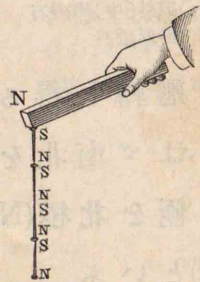
二つの磁極間の磁力は、兩極の強さの積に比例し、その距離の自乗に反比例する。

これをクーロンの法則といふ。

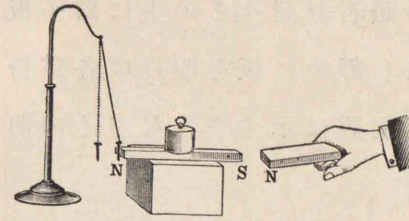
☐ 磁石の一極が南北いずれであるかを検する方法を問ふ。

3. 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。このやうに、鐵片を磁石の近傍に置く時、それが磁石となる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吊下げることができる。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。しかるに鋼鉄は、磁氣感應によつて容易に磁氣を帯びないが、一度磁氣を帯びれば、磁石を遠ざけても磁氣を失はないから、これにより人工的に磁石が作られる。



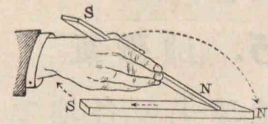
易に磁氣を帯びるが、磁石を遠ざければ直ちに磁氣の大部分を失ふ。しかるに鋼鉄は、磁氣感應によつて容易に磁氣を帯びないが、一度磁氣を帯びれば、磁石を遠ざけても磁氣を失はないから、これにより人工的に磁石が作られる。

☐ 強い磁石の一極で、鋼鉄棒を同じ方向に繰返

し擦れば、棒は磁石になる。こ

の場合 N 極を用ひれば、初め

に觸れた端に N 極を生ずる。

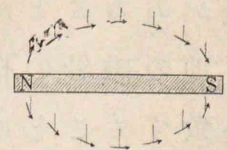


鉄・ニッケルなどのやうに、感應で磁性を帯びる物體を磁性體といふ。

4. 磁 場

磁力の働く場所を磁場といふ。磁場の一點

に單位磁氣量を有する北極を置く時、それに作用する磁力をその點の磁場の強さ、そ



の磁力の方向を磁場の方向といふ。

實驗 一筒又は二筒の磁石を列べ、その上に硝子板を隔てて鐵粉を撒布し、靜かに板を叩けば、各鐵粉は磁場の方向に並び、別圖に示すやうな多くの曲線を作る。

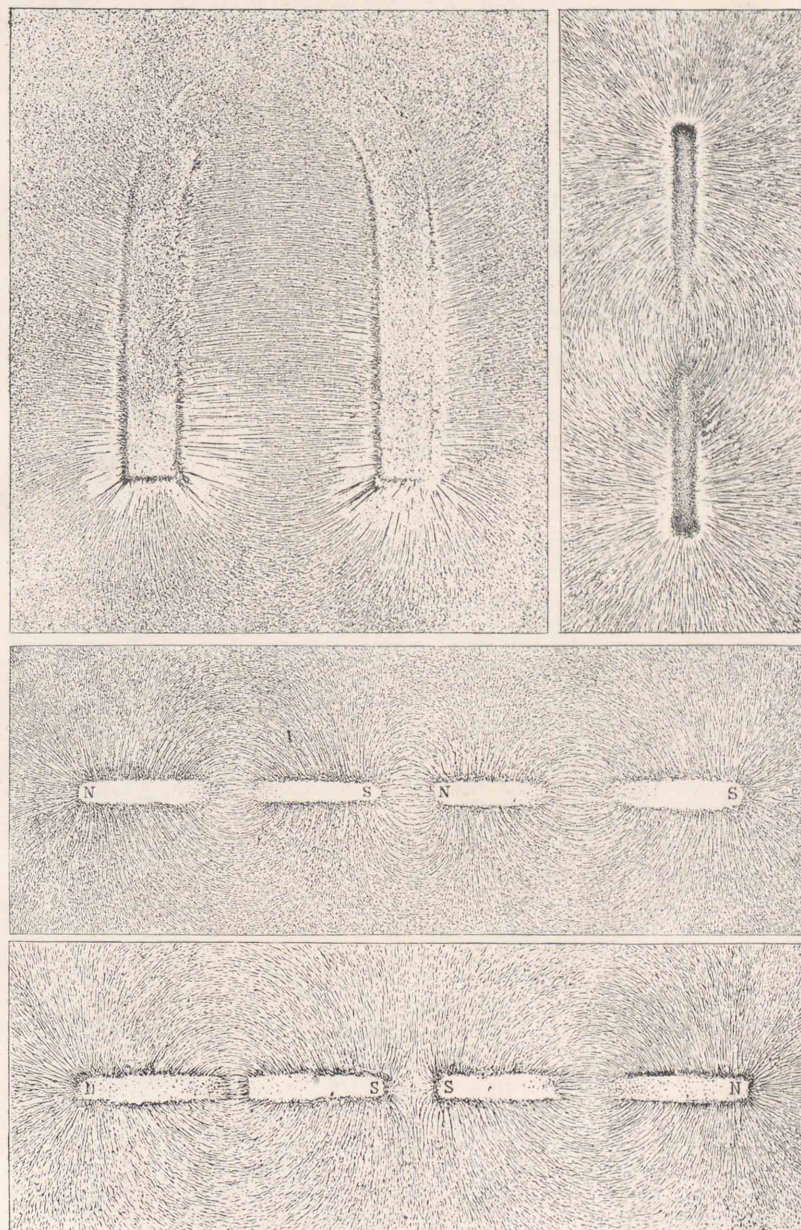
これは鐵粉が感應によつて各小磁石となり、互に連結して磁場の方向に整列したものである。このやうに磁場の方向を示す曲線を**磁氣指力線**(磁力線)といひ、その線の疎密はその磁場の強さを示す。指力線は、磁石外では北極に始まり南極に終るものとする。

5. 地磁氣

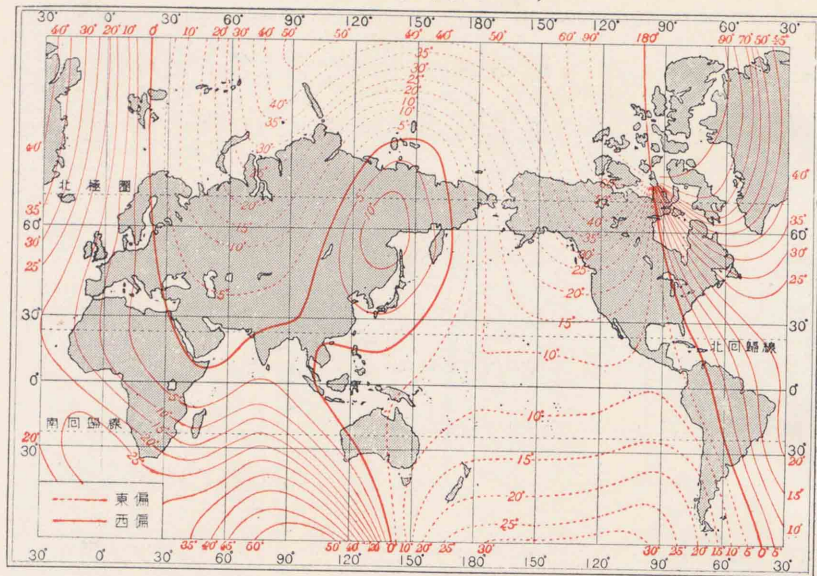
地球上の各地では磁針がほぼ南北の方向を指すことから、地球は一大磁石で地表はその磁場であると考へられる。實測の結果によつて、地理學上の北極の近くに地磁氣の南極があり、地理學上の南極の近くに地磁氣の北極があることが知られてゐる。(別圖參照)

各地の磁針の指す方向はその地の子午線と一致することは稀で、東又は西に偏れることが多い。この偏を偏角といふ。我國では北

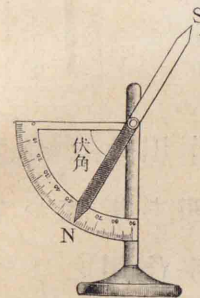
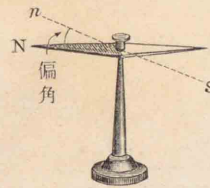
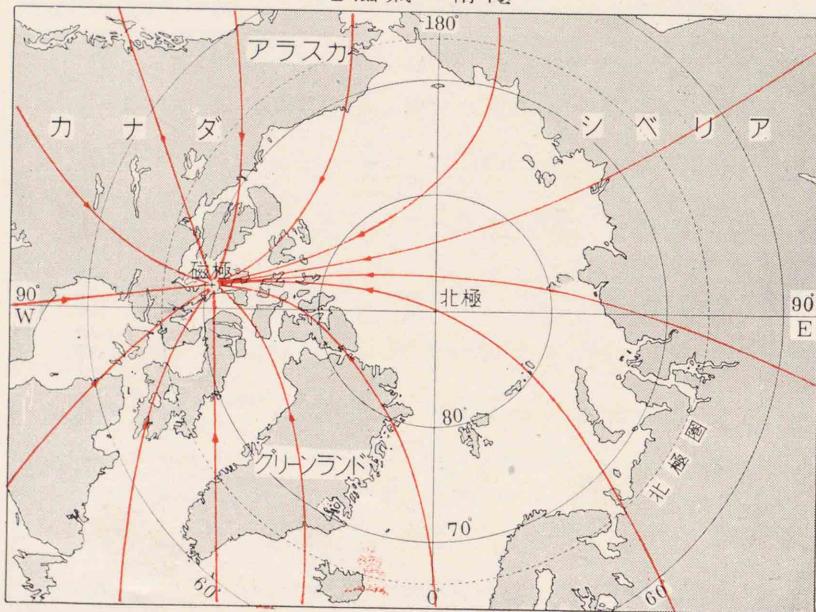
磁氣指力線



等偏角線圖 (1932)



地磁氣の南極



極は約 1° — 9° 西偏してゐる。磁針をその重心で支へ鉛直面で自由に動き得るやうにすると、水平面と或傾きをなして静止する。この傾きを伏角といふ。北半球に於ては北極が下方に傾き、我國では伏角は約 31° — 63° である。又各地に於ける地磁力の水平分力(130頁参照)をその地の

水平磁力といふ。或地點の地磁力は、その地の偏角・伏角・水平磁力によつて定まる。それでこの三つを地磁氣の三要素といふ。

地名	偏角(西偏)	伏角
臺北	$2^{\circ} 9'.6$	$35^{\circ} 25'.5$
釜山	$5^{\circ} 21'.6$	$49^{\circ} 41'.0$
廣島	$5^{\circ} 20'.3$	$48^{\circ} 15'.4$
京都	$5^{\circ} 33'.1$	$48^{\circ} 40'.9$
八王寺	$5^{\circ} 28'.2$	$48^{\circ} 41'.9$
仙臺	$6^{\circ} 8'.1$	$51^{\circ} 51'.2$
札幌	$7^{\circ} 30'.6$	$57^{\circ} 3'.9$

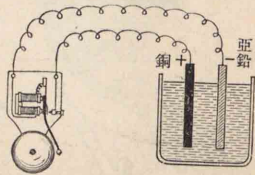
地磁力は日々年々、又は數年毎に、週期的に變化する。又時として、磁氣嵐といふ急激な一時的變化も起る。磁氣嵐は、太陽の黒點極光の出現と密接の關係がある。

第二章 電流

1. 電流

実験 稀硫酸中に銅板と亜鉛

板とを浸し、その兩板を針金で電鈴に連結せよ。電鈴は鳴るか。



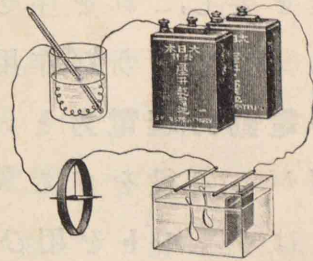
この場合電鈴の鳴るのは、化学作用によつて電気が生じ、針金に電気の流れ即ち電流が生じたためである。かやうに化学作用によつて電流を得る装置を電池といふ。

上の電池では銅板は常に陽電気を帯び陽極となり、亜鉛板は陰電気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(又は回路)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、陽極から陰極に針金を通つて陽電気が流れ移る。この方向で電流の方向を表はす。

2. 電流の強さ

一般に導線に電流を通ずると、その導線は熱

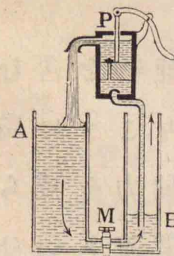
せられ(熱作用)、導線の周囲には磁場を生じ(磁気作用)、又これを電解質内に通ずると化学的變化即ち電気分解が起る(化学作用)。



電流の強さはその作用の大いさによつて測り、實用上の單位にはアンペアを用ひる。1アンペアは、硝酸銀の水溶液に通ずる時毎秒0.001118瓦の銀を析出する電流の強さである。

3. 電池の電動力

圖のやうな装置で、M管中に矢の方向に引續き水流を得るには、ポンプPをはたらかし絶



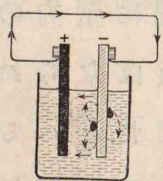
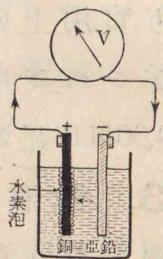
えずAの水位をBの水位よりも高くし、M管の兩端に壓力の差があるやうにせねばならぬ。電池の作用はこれにたとへることができる。即ちその兩極

を導線でつなぐ時、導線に引續いて電流を生ぜしめるためには、水位の差に類する電位の

差を要し、これを生ぜしめるに水を押し上げるポンプのやうな作用を要する。これを電池の電動力(起電力)といひ、極板と液との化学作用がこの役をする。電動力の實用上の單位にはヴォルトを用ひる。

4. 電池の分極作用と局部電流

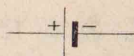
稀硫酸の中に銅板と亜鉛板とを對立させたヴォルタの電池の兩極を導線でつなぐと、陽極に生じた水素がその表面を覆ひ、電流はこれに妨げられて次第に弱くなる。この現象を電池の分極作用といひ、實用に供される各種の電池では、酸化劑等を用ひてこれが起らぬやうにしてある。



又陰極用の亜鉛が不純物を含む時は、これが陽極となり、こゝに局部的の電流を生じ、電動力を減らす。この電流を局部電流といひ、

通常亜鉛板を水銀漬にしてこれを防ぐ。

* 電池を圖示するには通常右の圖のやうに表はす。細くて長いものは陽極、太くて短いものは陰極である。

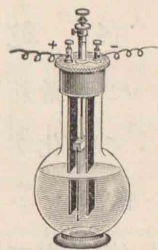
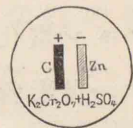


5. 實用電池

實用に供される電池では、分極作用及び局部電流が起らぬやうに工夫されてある。次に普通に用ひられる實用電池を示す。

(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、強い電流を得るに適する。通常、使用しない時には、亜鉛板を液から引上げて置く。

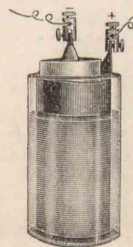
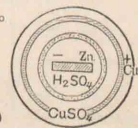
陽極の炭素板に生ずる水素は、重クロム酸カリのために酸化されて、分極作用を防ぐやうになつてある。



この電池の重クロム酸カリのやうに、分極作用を防ぐ酸化劑を、消極劑といふ。

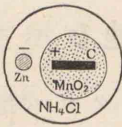
(2) ダニエル電池 硫酸銅の濃溶液を入れた器中に、稀硫酸を入れた素焼の圓筒を立て、硫酸銅の溶液中には銅板、稀硫酸中には亜鉛板を立てたものである。

電動力は約 1.1 ヴォルトであるが、分極作用が殆どなく、電流の



強さが一定なる特徴がある。

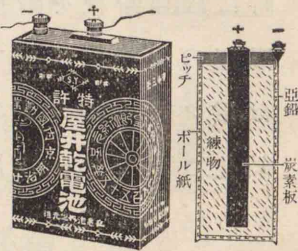
(3) ル克蘭シユ電池 塩化アンモンの濃溶液



中に、炭素板の周囲に二酸化マンガンと炭素粒とを填めた素焼圓筒と、亜鉛棒とを對立させたもので、その電動力は約 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。それで斷續的使用に適し電鈴・電話等に多く使用させる。

(4) 乾電池 ル克蘭シユ電池の變形で、圖のやう

に亜鉛箱に、ボール紙を隔てて、塩化アンモン・塩化亜鉛・二酸化マンガン・炭素粉・燒石膏等を水で煉つたものを填め、この中に炭素板を挿入したものである。取扱の便利のため廣く用ひられる。



問 ル克蘭シユ電池に於ける化學變化を述べよ。

第三章 電気抵抗

1. 電気抵抗

電流の強さは、導線の兩端の電圧が一定でも、導線の種類や長さ・太さなどによつて著しく異なる。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気抵抗といふ。

實驗によるに、同一物質の導線の電気抵抗は、

(1) その長さに正比例し、(2) 切口の面積に反比例し、(3) 又温度によつて異なる。

0°C に於ける長さ 106.3 厘、切口の面積 1 平方厘の水銀柱の電気抵抗を、1 オームといひ、これを電気抵抗の實用單位とする。

不良導體・良導體の區別は、電気抵抗の大小によるもので、右の表からわかるやうに、

0°C, 長さ1米, 切口の面積1平方厘	
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	0.96
ニクロム	1.01
炭素	50(約)

銀・銅は抵抗甚だ小で、ニクロム・炭素などは大である。

2. オームの法則

電流の強さは、導線の電気抵抗に關係するが、又導線の兩端に於ける電壓にも關係する。

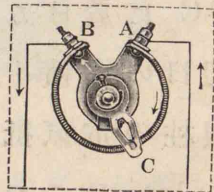
實驗の結果によると

導線に流れる電流の強さは、その兩端間の電壓に正比例し、導線の電気抵抗に反比例する。

これをオームの法則といふ。今、電流の強さを C アンペア、電壓を E ヴォルト、電気抵抗を R オームとすれば、次の關係がある。

$$C = \frac{E}{R} \quad \text{或は} \quad E = CR$$

電流の強さを變へるには、電流の通する導線の抵抗を變へるのが便である。この目的に用ひられる装置を抵抗器といふ。圖は、導線の長さを變へて抵抗を變へる、ラジオ受信機用抵抗器である。



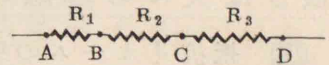
問 1. 10 燭のタングステン電球には、その兩端の電位差 100 ヴォルトの時、0.125 アンペアの電流が流れる。その電気抵抗を求めよ。

問 2. 與へられた針金を 3 倍の長さに引延ばせば、その電気抵抗は如何に變はるか。

3. 導線の連結

數條の導線を、圖に示すやうに順次に連結することを、行結び又は直列の連結といふ。この際、各導線の抵抗を夫

夫 R_1, R_2, R_3, \dots とし、その全



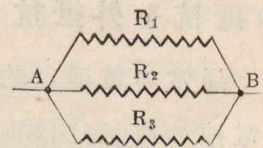
抵抗を R とすれば、オームの法則から次の式が導かれる。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

即ち直列に連結された導線の全抵抗は、各導線の抵抗の和に等しい。

又數條の導線を、次の圖に示すやうに、各導線の兩端を夫々一束として、共通の二點に連結

することを、列結び又は並列の連結といふ。この際、導線の全抵抗を R 、全電流



の強さを C 、各導線の抵抗を夫々 R_1, R_2, R_3, \dots 、又分派電流の強さを夫々 C_1, C_2, C_3, \dots とすれば、次の式が導かれる。

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

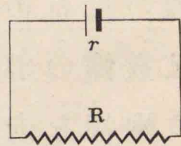
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

即ち並列に連結された導線の全抵抗は、何れの導線の抵抗よりも小で、全抵抗の逆数は各導線の抵抗の逆数の和に等しく、分派電流の強さは夫々の導線の電気抵抗に反比例する。

問 抵抗3オームの導線4本を行結びにする時の全抵抗及び列結びにする時の全抵抗を求めよ。

4. 電池の抵抗

電池の兩極を導線で連ねる時は、電池は輪道の一部となるから、導線と同様に、電流に対して多少の抵抗がある。これを電池の内抵抗といひ、これに對して、電池の兩極を連ねる導線の抵抗を外抵抗といふ。



通常の電池は、約0.2-2.0オームの内抵抗を有する。電池の内抵抗は、兩極板の距離が小で、その面積が大なるほど、小である。

今、電池の電動力を E ヴォルト、内抵抗を r オーム、外抵抗を R オームとすれば、この輪道に流れる電流の強さ C アンペアは、オームの法則から次の式で與へられる。

$$C = \frac{E}{R+r} \quad \text{或は} \quad E = C(R+r)$$

それ故、電池を一定の導線に連結しこれに強い電流を生ぜしめるには、電池の電動力を大にし、又内抵抗を小にするを要する。

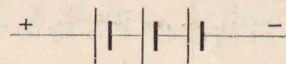
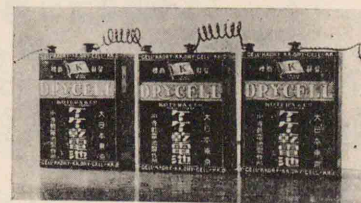
$$\text{上の式から} \quad E - Cr = CR = E'$$

E' を電池の極の電位差といひ、電池が外部の輪道に及ぼす電圧はこれである。

問 電動力1ヴォルト、内抵抗1.5オームなる電池から0.01アンペアの電流を得るには、抵抗何程の導線でその兩極を連結すればよいか。

5. 電池の連結

數箇の電池を連結する場合に、相隣れる電池の異名の極を順次に連結することを、行結び或は直列の連結といふ。今、電動力 E ヴォルト、内抵抗 r オームの電池 n 箇を行結びにすると、全電動力は nE ヴォルトで、全内抵抗は nr オームである。故に外抵抗 R オームの

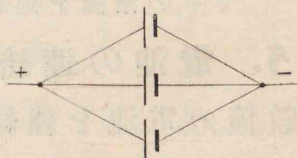
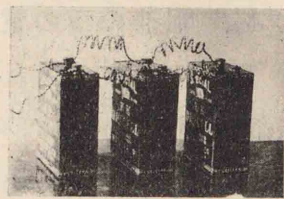


導線で輪道をつくれれば、これに流れる電流の強さ C アンペアは、次の式で與へられる。

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

又數箇の電池の陽極及び陰極を夫々一束として連結することを、電池の列結び或は並列

の連結といふ。この場合には、電動力は變化せず、全内抵抗は各電池の内抵抗の $\frac{1}{n}$ に等しい。故に外抵抗を R オームとすれば、電流の強さ C アンペアは、次の式で與へられる。



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

よつて強い電流を得るには、外抵抗が大なる時は直列とし、内抵抗が大なる時は並列とするがよい。

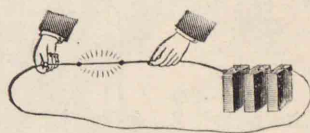
例 電動力 2 ヴォルト、内抵抗 0.5 オームの電池 5 箇を行結びにする時の電流の強さを求めよ。但し外抵抗を 14 オームとする。

第四章 電流の作用

(1) 熱作用

1. 電流の熱作用

実験 細い銅線の中に同じ太さの鉄線をつなぎ、乾電池を二・三箇用ひて電流を通すると、銅線がやゝ温かみを感じる時に鉄線は赤熱される。

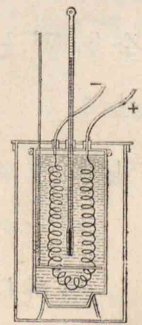


このやうに、輪道に電流を通ずれば、その各部分は熱せられ、この作用は抵抗の大なる所に於て著しい。精密な実験によれば

電流によつて輪道の一部に生ずる熱量は、(1) その部の導線の電気抵抗と、(2) 電流の強さの自乗と、(3) 電流を通ずる時間との積に正比例する。

これを ジュールの法則 といふ。

熱量計による實測の結果に従へば、1 アンペアの電流を抵抗 1 オームの導線に 1 秒間通ずる時、生ずる熱量は 0.24 カロリーである。



熱量計

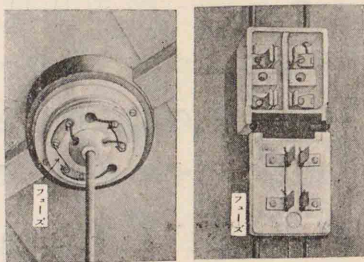
従つて、電流 C アンペアが抵抗 R オームの導線に流れて t 秒間に発生する熱量を、 H カロリーとすれば

$$H = 0.24C^2Rt$$

である。導線の両端の電圧を E ヴォルトとすれば、オームの法則から次の式が得られる。

$$H = 0.24CEt$$

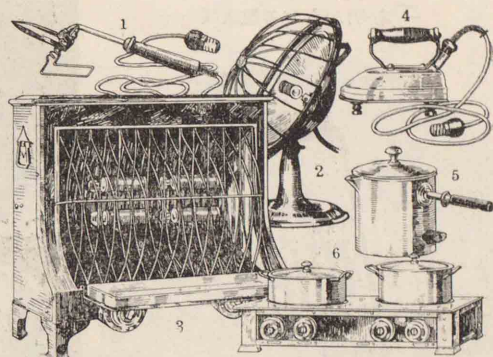
タングステン・炭素・ニクロム線等は電気抵抗が大であるから、これに電流を通じて、その発生する熱を利用する白熱燈・電熱器等が作られ、又フューズは熱によつて融け易いから電路に挿入し、過大の電流が通る時は溶けて自動的に電路を断つ安全装置として用ひられる。



☞ 電氣湯沸を 100 ヴォルトの電燈線に結び、1 立の水の温度を 10 分間に 50°C だけ上昇させるには、湯沸に用ひる抵抗を幾オームにすべきか。但し発生熱量の 70% が利用されるものとする。

2. 電熱の應用

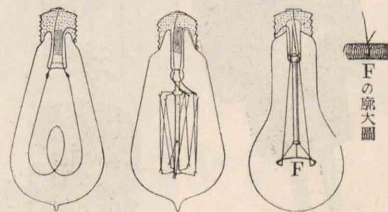
(1) 電熱器 ニクロム線を耐火粘土の圓筒に捲附け或は耐火性絶縁體中に納め、これに電流を通じ多量の熱を発生させる装置で、電氣ストーヴ電氣七輪電氣アイロン電氣湯沸等その種類が甚だ多い。これ等の器具は取扱が簡便である上に、ガ



1. 電氣鋲 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

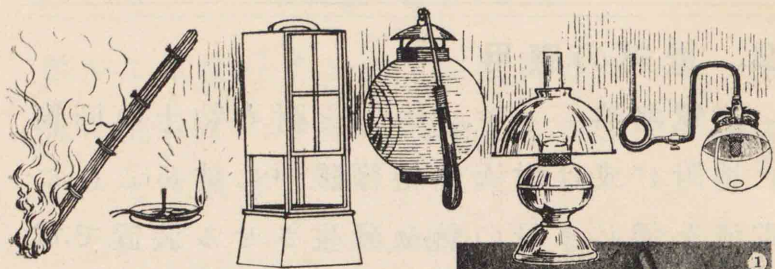
スや薪炭などを用ひる場合のやうに有害なガスを生ぜず、又燃料の貯藏を要しない。

(2) 白熱電燈 炭素やタングステンの纖維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

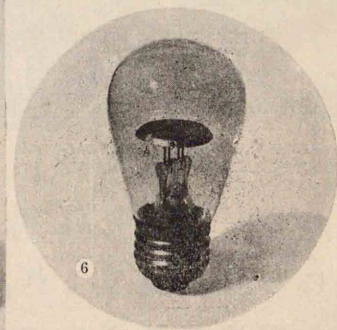
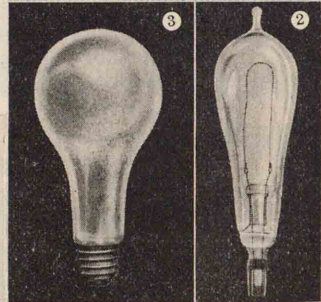
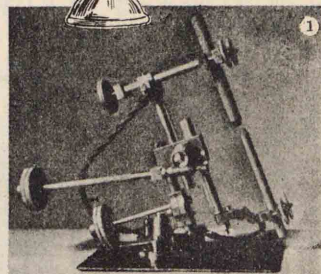
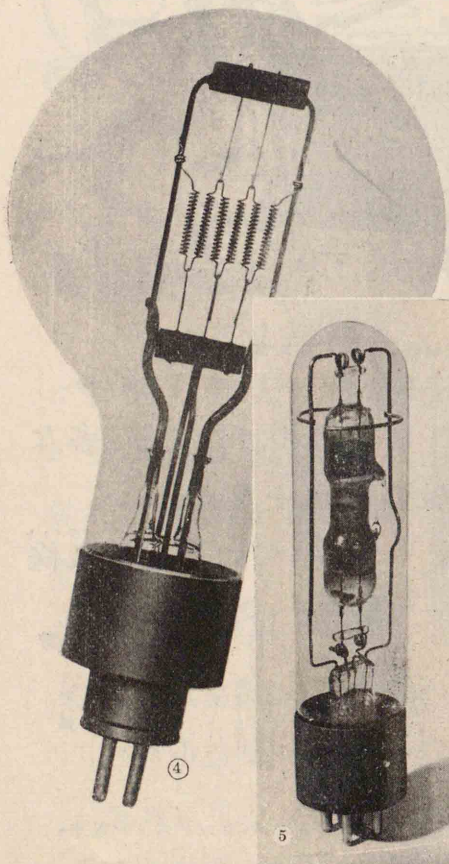


左から炭素電球・タングステン電球・ガス入電球

燈火の發達

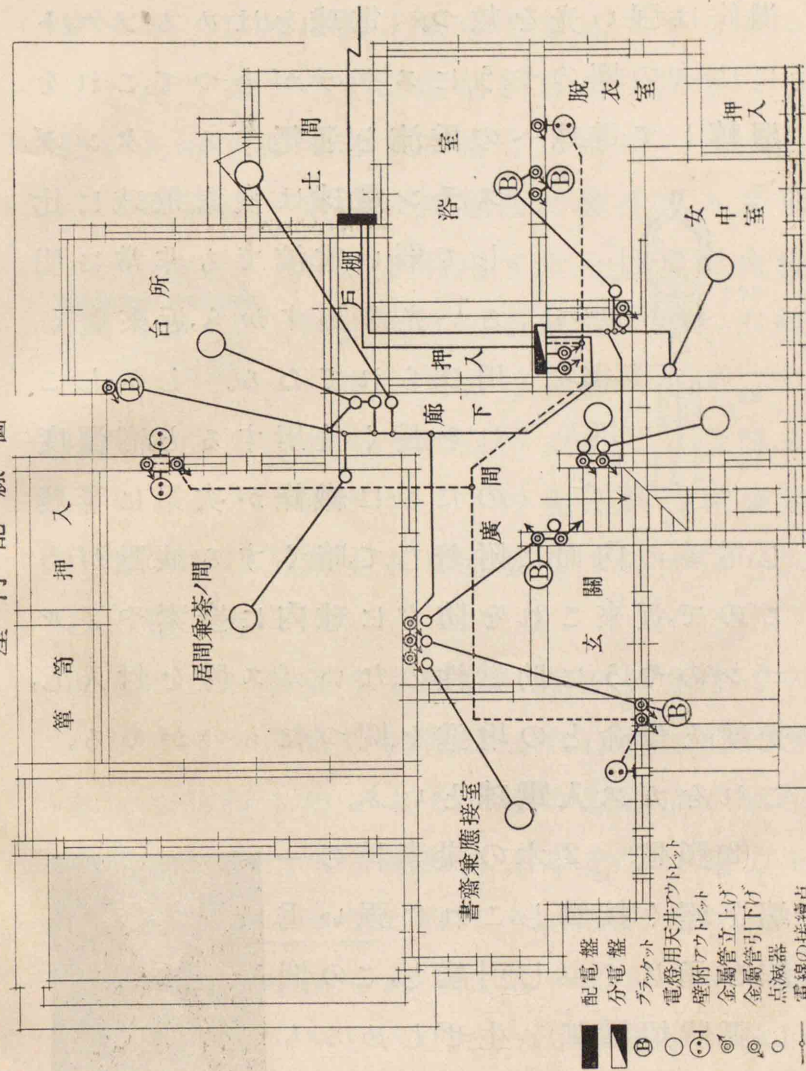


— 松明からガス燈まで —



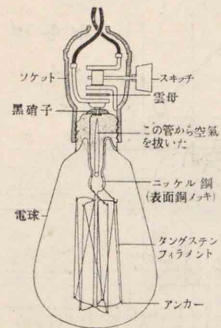
①アーク燈 (1821年發明) ②最初の電球 (1879年發明) ③現代の進歩せる電球 (内面艶消ガス入) ④國産最大電球 (10キロワット2萬燭)
⑤カドミウム燈 ⑥ネオン燈

屋 内 配 線 圖



- 配電盤
- 分電盤
- プラグボックス
- 電燈用天井アウトレット
- 壁附アウトレット
- 金屬管立上げ
- 金屬管引下げ
- 点滅器
- 電線の接続点

織條は強い光を放つ。電球をはめるソケットには次の圖のやうにスイッチがあつて、これを廻轉して電球への電流を通絶する。

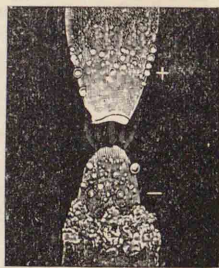


タングステン電球は炭素電球に比して弱い電流でも非常に明るい光を出すから、近來廣く用ひられてゐる。しかしこれを長く使用すると、高温度のために織條が次第に蒸發

し、電球の内面に附着して、暗くする缺點があるので、近來これを防ぐに球内に窒素やアルゴンのやうに助燃性のないガス體を封入し、光度と壽命との増進を圖つたものがある。

これをガス入電球といふ。

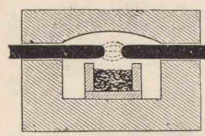
(3) 弧燈 2本の炭素棒の一端を軽く接觸し、これに強い電流を通じて少し引離し、この間に弧狀焰(電弧)を生ぜしめるもので、棒の兩端は3500°内外の高温度に熱せられて強烈な光を



弧燈の兩極

發する。容易に數千燭の光をば生ぜしめることができるので、幻燈・活動寫眞・探照燈など強い光源を必要とする場合に用ひられる。

(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。近時、カーバイト・カーボランダム¹⁾の製造、鉄の精鍊等に用ひられ、工業上甚だ重要なものとなつた。

3. 電力

電流はこれを通ずる導線に熱を發生するのみならず、又適當の装置によれば、機械的工作をもなし得るのである。この際、電流が單位時間になす仕事²⁾の量即ち工率を、特に電力といふ。電力の單位には、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を用ひ、これを1ワットといひ、その1000倍を1キロワットといふ。従つて E ヲルトの電壓で C

* 仕事・工率等に關しては後に詳述する (170, 171 頁)。

アンペアの電流を通ずる場合の電力 P ワットは

$$P = EC$$

である。この時導線の電気抵抗を R オームとすれば、オームの法則から次式を得る。

$$P = RC^2$$

又1ワットの電力で1時間になす仕事を1ワット時といひ、その1000倍を1キロワット時といふ。

電燈・電熱等に對する電力の賣買に於ては、キロワット時で料金を定め、これを測るに積算電力計(俗に電気メーター)を用ひる。我國では、電熱用に對しては1キロワット時3-6錢で、電燈用のものは10-20錢である。



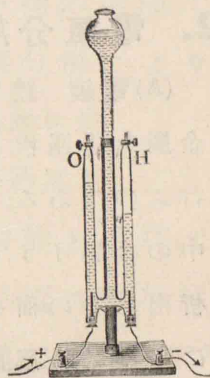
積算電力計

問 點燈料1キロワット時18錢とし、30ワットの電燈2箇、40ワットの電燈4箇を毎夜6時間づゝ點燈する時、30日間の點燈料は何程となるか。

(II) 化學作用

1. 電氣分解

稀硫酸中に二枚の白金の電極を立てて電流を通ずると、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又は電解といひ、分解される物質を電解質といふ。實驗の結果によれば



[1] 電氣分解によつて兩極に析出される物質の質量は、電流の強さと通じた時間との積に正比例する。

[2] 同一時間内に同一電流で析出される物質の質量は、その化學當量に正比例する。

これをファラデーの法則といふ。硝酸銀の溶液に、1アンペアの電流を1秒間通ずると、0.001118 瓦の銀(化學當量約107.9)を析出する(85頁)から、化學當量 m なる物質の溶液に、 C アンペアの電流を t 秒間通ずる時に析出さ

* 化學當量とは 原子量÷原子價 といふ。

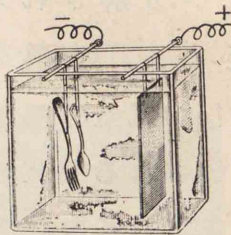
れる物質の量 M 瓦は、次式から求められる。

$$M = \frac{0.001118}{107.9} \times mCt = 1.036 \times 10^{-5} \times mCt$$

問 硫酸銅を電気分解し、5 時間に 2.952 瓦の銅を析出した。電流の強さは何程か(銅の化学當量は 31.8)

2. 電気分解の應用

(A) 電鍍 鍍さるべき導體を陰極板とし、鍍すべき金屬を陽極板として適當な鍍金液中で電気分解を行ふのである。この場合鍍金液中の金屬イオンは陰極に來つて析出しその面を被覆する。同時に陽極の金屬は鍍金液中に溶解して金屬イオンの不足を補ふ。



(B) 電鑄 蠟・石膏などに彫刻を押附けて凹凸相反する型を作り、これに石墨を塗つて導體としたものを陰極とし、これに厚く金屬を電鍍するのである。これを剥ぐと原物と凹凸の同じものが得られる。

(C) 電気板 木板の蠟型に石墨を塗り、銅鍍したものを剥き取り、裏に活字金を鑄込んだものである。

(D) 電気冶金(電気精鍊) 電気分解によつて金屬化合物から純粹な金屬を陰極に析出させる方法である。電線は精鍊銅を用ひる。

3. 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、これを稀硫酸中に立て電気分解によつて一方を過酸化鉛に、他方を海綿狀鉛にした一種の電池である。即ち電気分解により

陽極 → 過酸化鉛

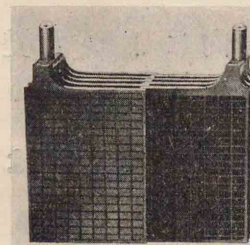
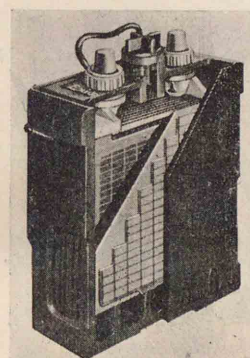
陰極 → 海綿狀鉛

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

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



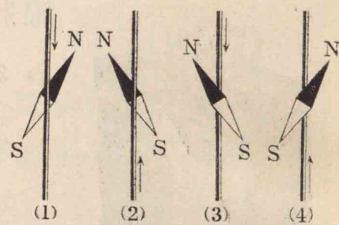
となる。これを充電といふ。放電した後、又充電すれば、幾回でも繰返して使用することができる。電動力は約 2 ヴォルトで、内抵抗が甚だ小さく、強い電流を得るに適する。

(III) 磁気作用

1. 電流による磁場

【実験】 静止せる磁針の上にこれと平行に置いた導線

線に、電流を北から南へ通すと磁針の北極は東へ偏れ、電流の方向を逆にすると、磁針の北極は西へ偏れる。又導線



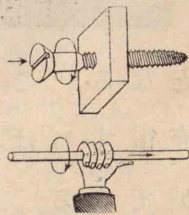
を磁針の下にこれと平行に置いて、同様の実験をすれば、電流の方向と磁針の北極の偏れる方向との関係は前と反対になる。

電流の流れてゐる導線の周囲には磁場を生じ、その磁場の方向は電流の方向によつて變はるのである。上の実験を綜合すれば

ネジの進む方向に電流を通ずれば、磁針の北極はネジの廻轉する方向に偏れる。

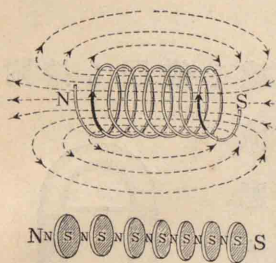
これをアンペールの規則といふ。

【問】 電流の通じてゐる導線を圖のやうに右手で握ると考へ、その指の方向でアンペールの規則を言ひ表はせ。

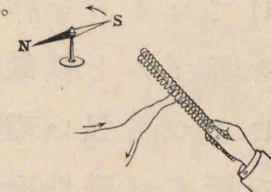


2. コイル

導線(通常被覆線を用ひる)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。



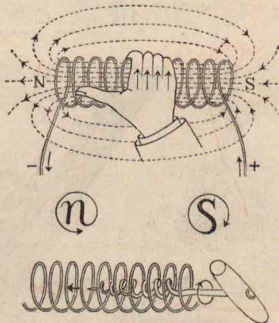
コイルに電流を通ずると、同形の棒磁石に似た磁場が出来る。従つて棒磁石と同



様の磁気作用をなす。

コイルに通ずる電流の方向と生ずる極との関係は、アンペールの規則によつて定まるのであるが、次のやうに記憶するのが便利である。即ち右の圖のやうに、

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るれば、拇指の方向に北極を生ずる。



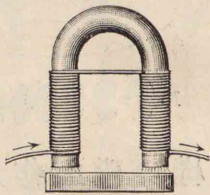
【問】 コイルの中にネジをね

ぢ込むことに譬へて、電流の方向と極との関係を言ひ表はせ。

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単位の長さ^{に於ける}捲數との積に正比例する。

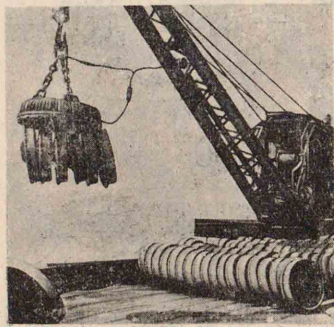
3. 電磁石

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、軟鉄心は磁氣感應によつて強い磁石となり、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。



電磁石

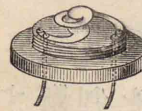
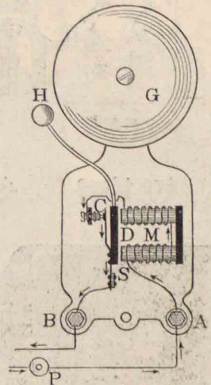
電磁石の極の強さは、軟鉄心のないコイルより強く、又電流の強さと単位の長さ^{に於ける}コイルの捲數との積に正比例する。それで



捲數と電流の強さとを加減すれば任意の磁力を帶びしめることができる。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。

4. 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ヂCとは離れて電流が断たれ、電磁石は



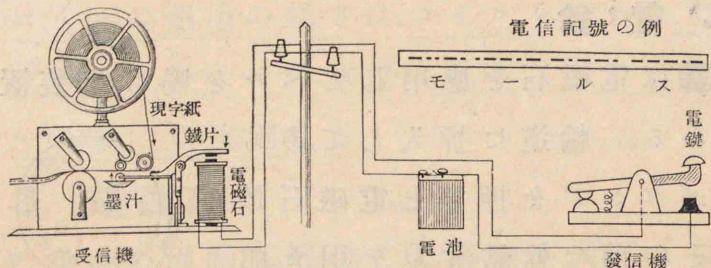
押ボタンの構造

磁性を失ひ、鉄片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ぢ、槌はベルを打つ。

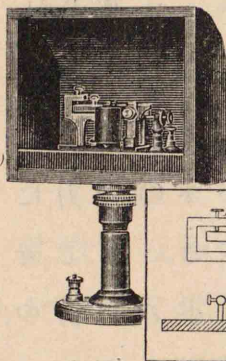
かやうにして押ボタンを押してゐる間は、ベルが鳴る。

5. 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挺子を動かし、時計仕掛で絶えず引出されてゐ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。この受信装置を印字器といふ。

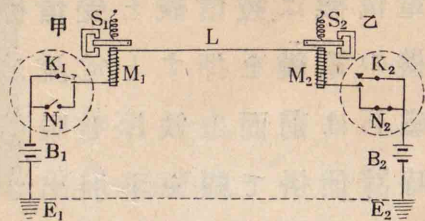


音響器とその構造

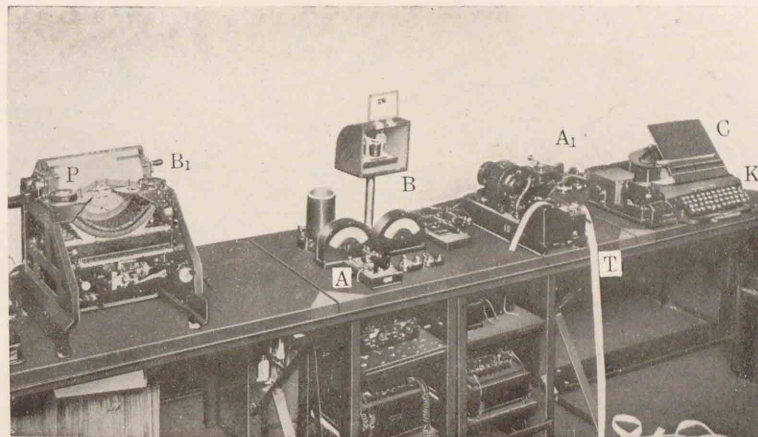
この外に音響器として、電磁力が吸引する鉄片の發する音の間隔の長短によつて符號を判斷するものもある。

實際の通信には、各電信局に發信機と受信機とを備へ、又電流の輪道の一部には經濟上地面を用ひてゐる。

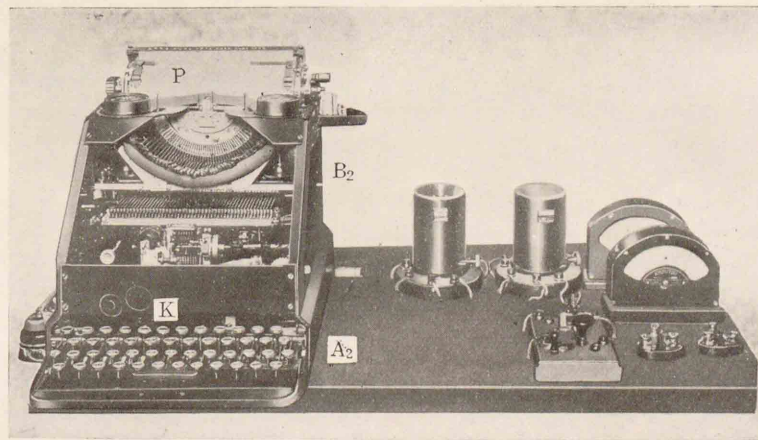
右の圖は双方から通信し得る一種の連絡法を示すものである。



自働印刷電信機

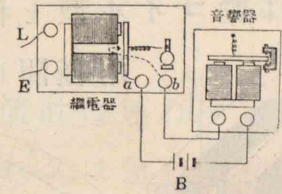


和文自働印刷電信機——これは多數の電報を取扱ふ局で用ひる。電文を鑄孔機 C の鍵盤 K で打つとテープ T に文字に相當する孔が穿く。T を發信機 A₁ に入れると電流の斷續を生じ、受信局の受信機 B₁ が働き自動的に電文が印刷されて P に出る。圖は發受信機を備附けた装置である。又 A は通常の發信機、B は受信機(音響器)で、これは通信を始める合圖などに用ひる。



和文手送印刷電信機——發信機 A₂ と受信機 B₂ とを一つに取附けたもので、鍵盤 K を打つと他局のこれと同じ装置の受信機に作用して電文が印刷される。

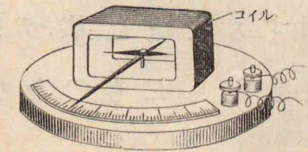
電信の通信距離が遠くなる時は電流が弱まるから、受信機のはたつきも弱くなる。それで、**継電器**を併用し、他局から来る電流は受信装置の輪道を開閉させるだけに用ひる。



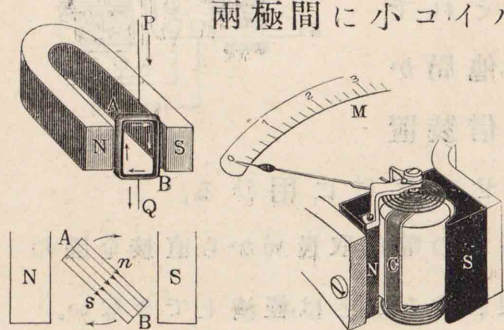
電信の連絡 各地の電信取扱局から直接全国の各局に電信線を架設することは、経済上できない。それで我國では、各取扱局からその府縣の主な電信局を経、更に東京・大阪及び神戸の中央電信局の中継によつて通信する。従つて中央局間に於ける電信の往復は非常に頻繁であるから、別圖に示すやうな**自動印刷電信機**を用ひるなど、あらゆる手段を講じてその要求を充たしてゐる。

6. 電流計

電流計はコイルの磁氣作用を利用して電流の強さ・方向等を測る装置で、これに二種ある。一は**磁針型**と稱し、電流を、固定したコイルに通じ、その中に吊した磁針を動か



し、その偏の大小を目盛で讀むものである。他は動コイル型と稱し、固定した蹄形磁石の

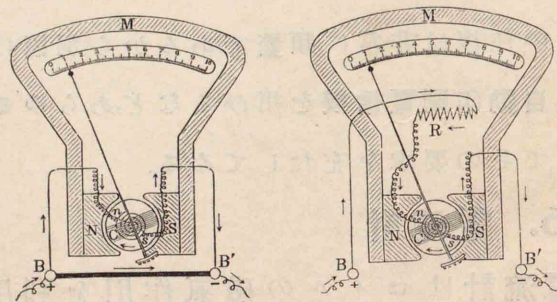


兩極間に小コイルを吊し、これに電流を通じ、磁石の相互作用によつて廻轉する程度を目盛によつて讀

み、電流の強さを測るものである。

電流の強さをアンペアで讀むやうに目盛した電流計を

アンペア計といひ、又電流の強さが針金の二點間に於ける電壓に正比



アンペア計

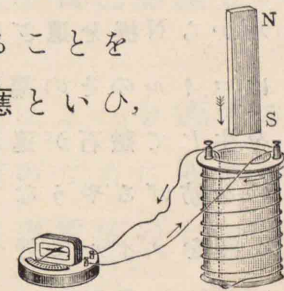
ヴォルト計

例することに基づき、電流計の目盛にヴォルト数を記したものをヴォルト計といふ。

第五章 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。

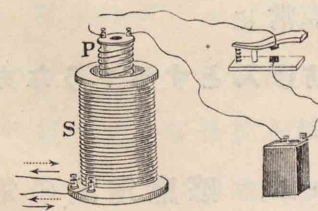


この時、棒磁石の代りに電

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



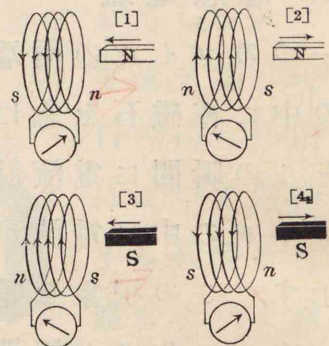
(二次コイル)の中に他のコイルP(一次コイル)を入れて、Pの電流を斷續してもSに感應電流が生ずる。又PにSを急に近づけても起る。



二次コイルに生じた電流で、豆電燈を點する實驗

2. 感應電流の方向

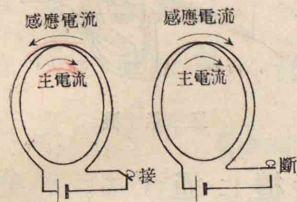
實驗 [1]コイルの一端に棒磁石のN極を近づける時は、コイルのその端にN極を生じて磁石が近づくの妨げるやうな方向に、感應電流を生じ、[2]コイルからN極を遠ざける時は、コイルのその端にS極を生じて磁石が遠ざかるのを妨げるやうな方向に、感應電流を生ずる。[3, 4] S極をコイルに近づける時は、コイルのその端にS極を生じ、S極を遠ざける時は、N極を生ずる。



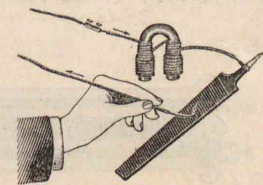
以上何れの實驗に於ても、常に感應電流は磁場の變化を妨げんとするやうな方向に生ずる。これをレンツの法則といふ。感應電流の電動力は、コイル内に磁場の變化が起る時のみ生ずるもので、磁場の變化が止めば同時に止む。實驗の結果によれば、感應電流の電動力は、コイルの捲數が大なるほど、又磁場の變化が急激なほど大である。

3. 自己感應・相互感應

一つのコイルに電流を通じ或は斷つ時にも、そのコイル内の磁場に變化が起るので、その瞬間にコイル内に、レンツの法則に一致する方向の感應電流が生ずる。この現象を自己感應といふ。故に電流はこれを通ずる瞬間には、異方向の感應電流のために弱められ、斷つ瞬間には、同方向の感應電流のために強められる。



電車のポールが架空線から外れる時、そこに火花を出すのは、自己感應による電動力の強大なため、その部の大きな抵抗を破つて放電するによる。これと同じやうな現象を實驗するには、圖のやうに電磁石の輪道に鑪を入れ、電流の流れる導線の一端で鑪面を擦るのである。

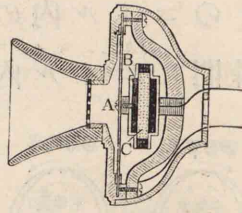


自己感應に對して、二つの輪道の間^に起る電磁感應を、相互感應といふ。

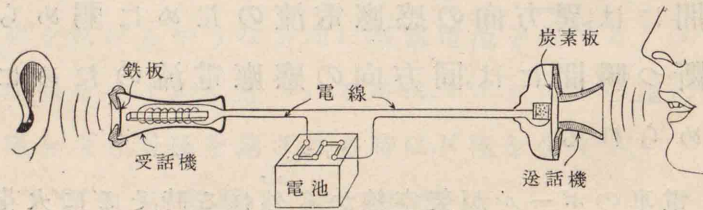
4. 電話機

電話機は送話機と受話機とから成る。送話

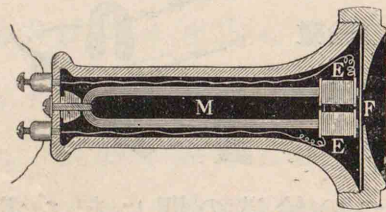
機は送話口に近く振動用の炭素板(A)があり、その中央後方に炭素粒(C)を緩く填めた炭素函(B)がある。そして送話機を通る電流は、炭素板より炭素粒を経て相手の受話機に通ずる。



送話機



今、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。

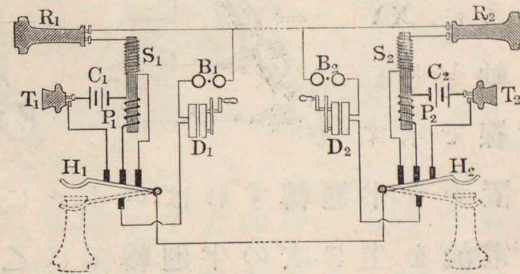


受話機

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 を備へ、又



後に述べる變壓器 P_1S_1 、 P_2S_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。これに手働式と自動式とがある。

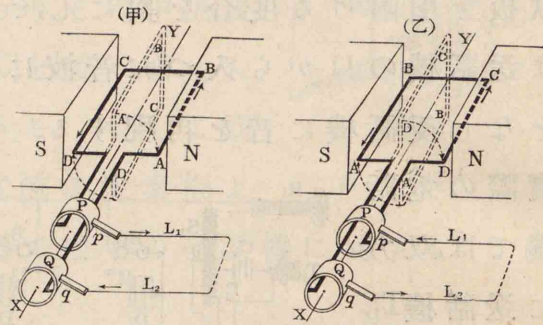
5. 發電機(ダイナモ)

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發電子フーマチユアと稱

する、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の間で、發

電子のコイル ABCD の面を甲圖のやうに、XY を軸として、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、次の半廻轉では、乙圖のやうに D>C>B>A の電流を生ずる。

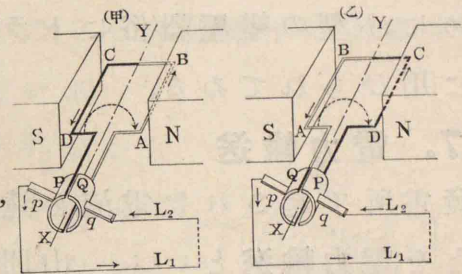
従つて發電子のコイルの兩端を滑動環(集電環) P, Q につなげば、これに接觸してゐる炭素^{ブラッシ}刷毛 p, q から外部に導かれた導線の輪道には、コイルの半廻轉毎に方向の變はる電流が生ずる。このやうに絶えず方向が振動的に變はる電流を交流(A. C.)といひ、この發電機を交流發電機といふ。

又交流が上圖のやうに一つの輪道を通れるもの

を單相交流といひ、これに對して、二つ以上の同一周波數の交流が特殊の配線法で流れるものを多相交流といひ、最も普通の交流は三相交流である。

(2)直流發電機 交流發電機の滑動環の代りに、絶縁された二箇の半圓環からなる整流^{コンミューター}子を用ひ、發電子

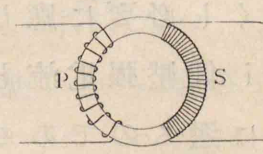
の半廻轉毎に刷毛の接觸が反對になるやうにし、外部に導かれた



導線の輪道には、絶えず方向の一定した電流即ち直流(D. C.)を得るものである。圖についてその作用を考へよ。

6. 變壓器(トランスフォーマー)

變壓器は電壓の高い交流を低いものに、又反對に低いものを高いものに變へる装置で、その要部は、捲數の異なる一次コイ

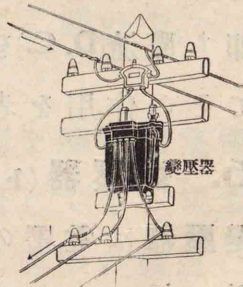


ルと二次コイルとを共通の軟鉄心に捲附けたものである。今、一次コイル P に交流を通

ずると、二次コイルSにも交流を生ずる。この際、生ずる交流の電圧は、各コイルの巻数の比に等しいから、コイルの巻数を適当にすれば、電圧を任意に變へることができる。近頃、電燈線からラヂオや電鈴用の電流を得るために、小型の變壓器(俗にトランスといふ)が盛んに用ひられてゐる。

7. 電力輸送

發電所で起された電流を遠隔の地に送ることを、電力輸送といふ。山間の水力發電所より遠隔の都市に送るやうな場合には、輸送に先だち、變壓器によつて電圧を高め弱電流とし、都市の近くまで送り、その變電所で再び電圧を低くし、必要に應じて更に降壓し、低壓強電流として需用家に送るのである。これは輸送の途中、電力が導線の抵抗のために熱となつて無益に減損されるのを防ぐためである。



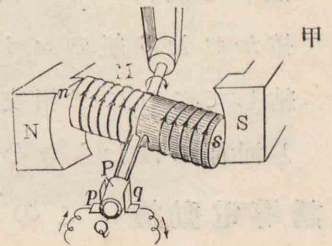
柱上變壓器

8. 電動機(モーター)

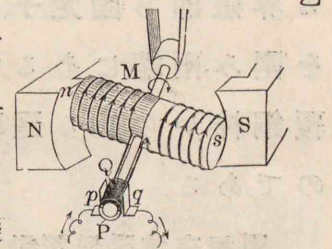
電動機は、電流によつて廻轉運動を生ぜしめる機械で、即ち發電機と反對の作用をするものである。

(1) 直流電動機 直流電動機は直流發電機と同じ構造のもので、その發電子に相當するものを^{アーマチュア}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。



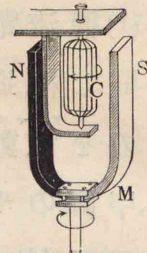
電動子が半廻轉すると(乙圖)、整流子によつて、電動子のコイルを流れる電流の方向が變はるので、初めと同様な状態になり、電動子の廻轉を繼續する。



直流電動機は起動力が強く廻轉速度の調節が自由なので、電車や紡績機等の運轉に用ひられる。

(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。

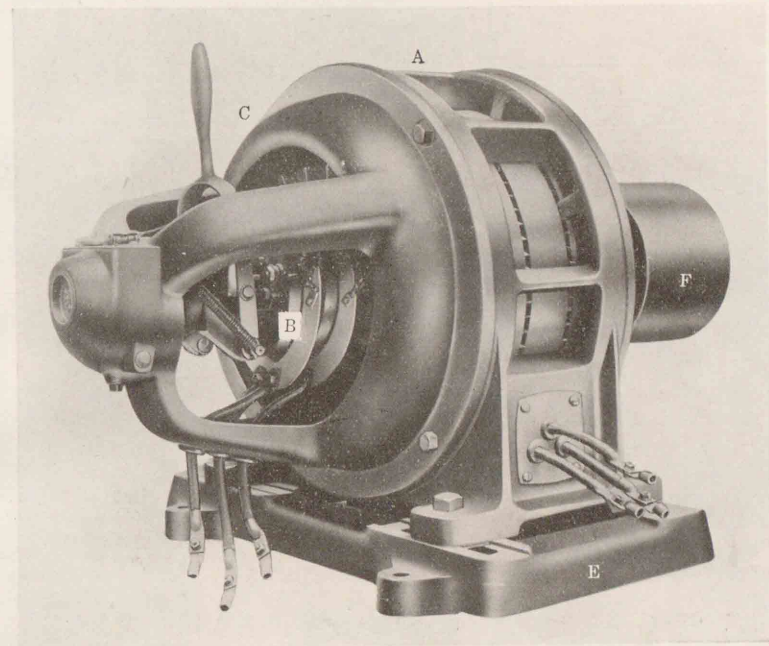
廻轉し得る銅の籠形の圓筒Cの周りに接近して蹄形磁石Mを速かに廻轉させると、圓筒に感應電流を生じ、遂に圓筒は磁石に附いて廻はるやうになる。磁石を廻轉させる代りに、軟鉄心に捲かれた3組のコイルを適當に連結して、これに三相交流を送ると、磁石を廻轉するのと同様のはたらきをするから、又圓筒は廻轉する。



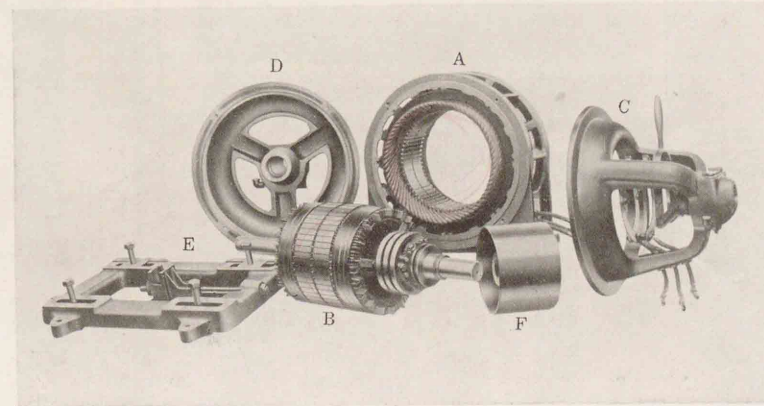
誘導電動機はこの理により、廻轉磁場を生ずる界磁即ち固定子(ステーター)の内部に鉄心を圍み、兩端にある銅環に固着した多くの被覆銅棒から成る廻轉子(ローター)を備へたものである。

単相交流誘導電動機は、固定子に特殊の装置を施し、三相交流の場合と同じやうに廻轉磁場を得るもので、起動困難であるから大動力には不適當であるが、電燈線に接続して使用し得るから、扇風機・裁縫ミシンの運轉など家庭用小動力に廣く用ひられる。

三相誘導電動機



同上分解圖



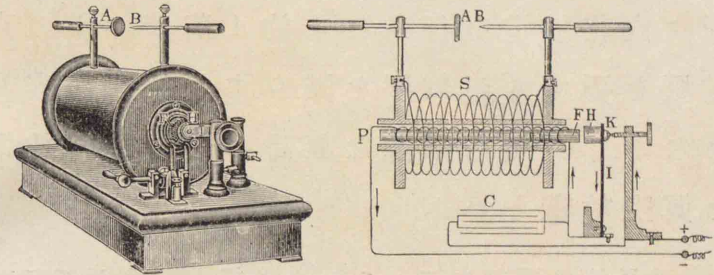
A. 固定子 B. 廻轉子 C, D. ブラケット E. 臺 F. 調車



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

9. 感應コイル

感應コイルは、電磁感應を利用し低い電圧の電流で高い電圧を生ぜしめる装置である。その構造は、数十條の軟鉄心Fに太い被覆銅

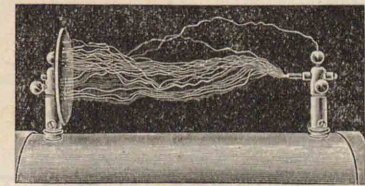


線を捲附け、これを一次コイルPとし、この上に細い被覆銅線を非常に多く捲附け、これを二次コイルSとしたものである。

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る。よつて二次

コイルの導線には、高

圧の感應電動力が誘起されて、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。

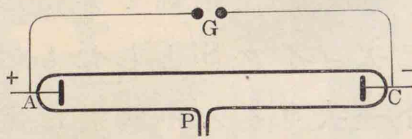


第六章 真空放電・放射能

1. 真空放電

空気中では、僅か1糎離れてゐる二つの導体間に火花放電を行ふにも約4萬ヴォルトの高電圧を要するが、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真空放電といふ。

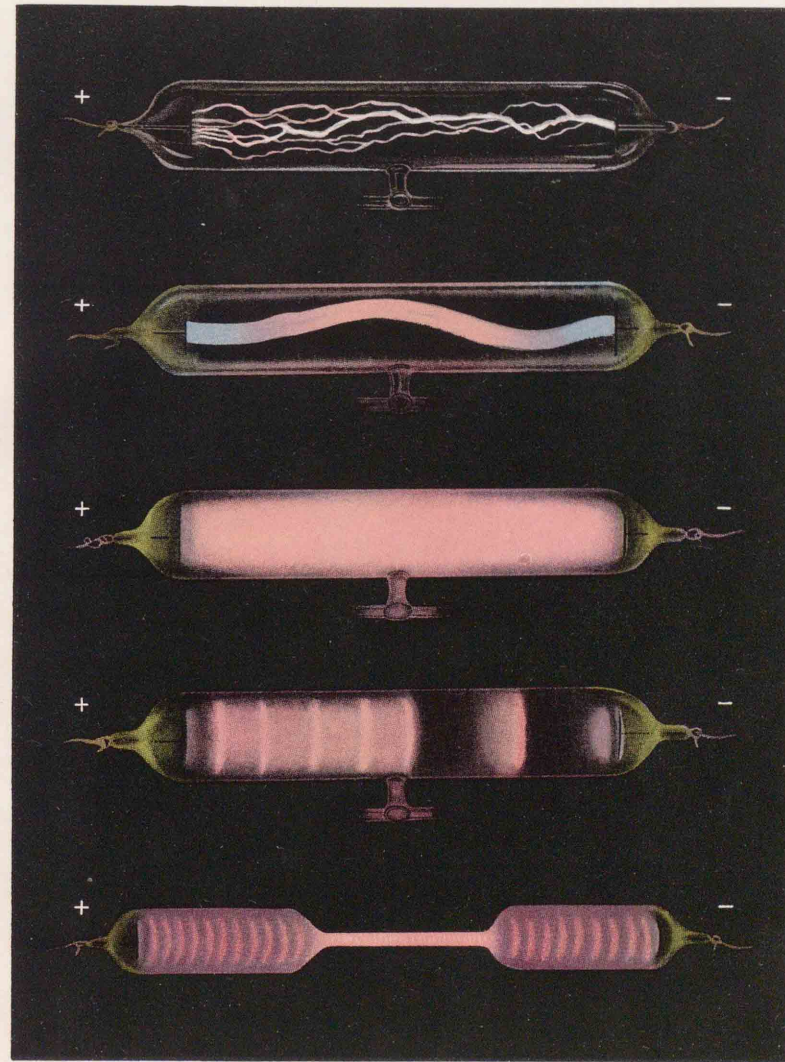
硝子管の両端にアルミニウム極を封入して、これを感應コイルの兩極に連結し、それをはたらかせても、管内の兩極には容易に火花が飛ばない。ところが空気ポンプ



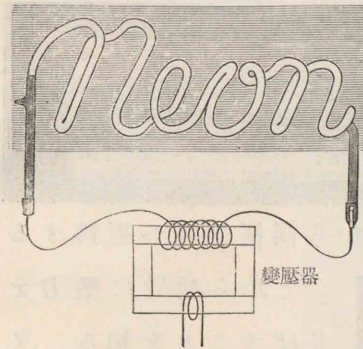
で管内の空気を抜いて、その壓力を減らすと、兩極間に赤色紐状の放電を見るに至る。壓力の減るに従ひその紐状の放電は次第に太くなり、遂に管全體に擴がるが、更に壓力が減つて約 10^{-1} になると、管内の光は相接した鱗片状の層に分れる。

かゝる真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。

真空放電



上は1氣壓の空気を満たした管内で放電したもの、次は管内の空気を $\frac{1}{4}$ 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。



ネオンサイン発生装置

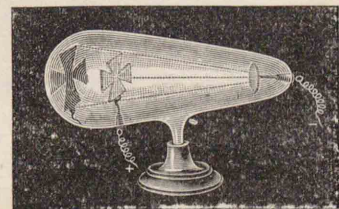
近來、夜間の廣告として用ひられる**ネオンサイン**は、硝子の曲管にネオンガスを封入し、これに数千ヴォルトの高電圧を加へて、ネオンガスを發光させるものである。

管内にある氣體の壓力が約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が黄綠色の微光を放つに至る。この現象は管内の氣體に關係がない。これをクルークス管といふ。

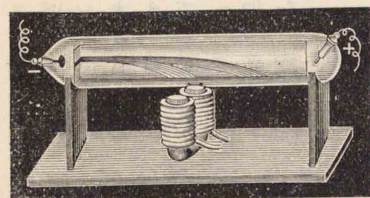
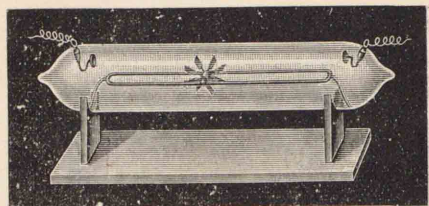
2. 陰極線

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。

陰極線は、その通路に金屬板を置けば、その背後の管壁にそれに相應する影を現はすことから、直進す



ることがわかる。又硝子のレール上に、雲母の軽い翼を有する車を載せて、これに陰極線を当てれば、車は陰極から陽極の方へ廻轉することから、物體に壓力を及ぼすことを知る。又陰極線は電子の流れ即ち電流であるから、電氣力及び磁力の影響を受けると、その方向を變ずる。



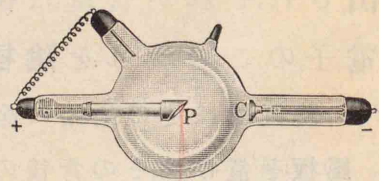
ことから、物體に壓力を及ぼすことを知る。又陰極線は電子の流れ即ち電流であるから、電氣

力及び磁力の影響を受けると、その方向を變ずる。

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、そこから眼に視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。

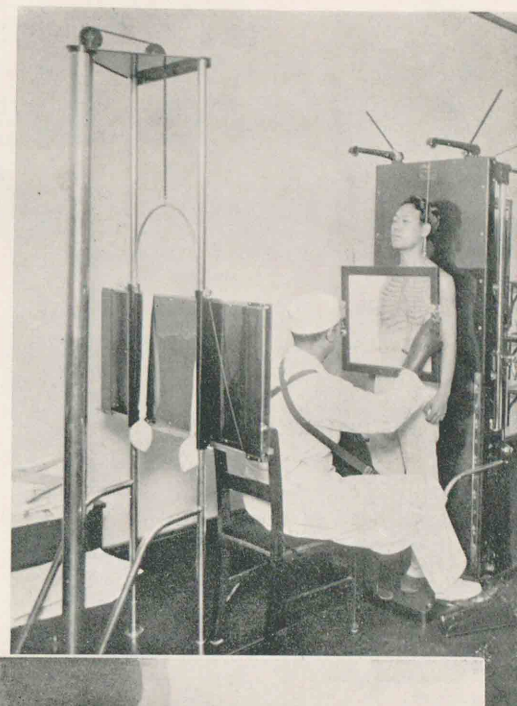
圖はX線を發生させるX線管球である。アルミニウムの陰極板Cより高速度で射出され



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、こゝよりX線を發生する。

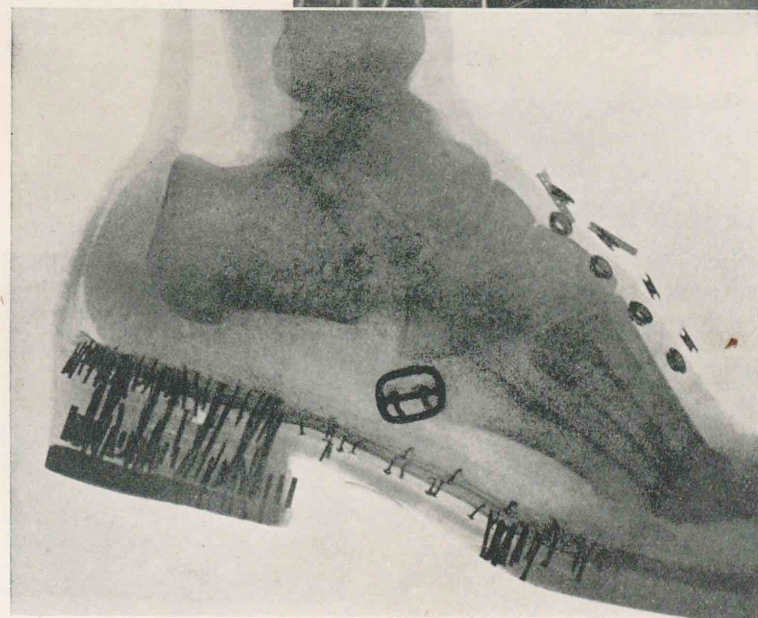
X線の装置

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。

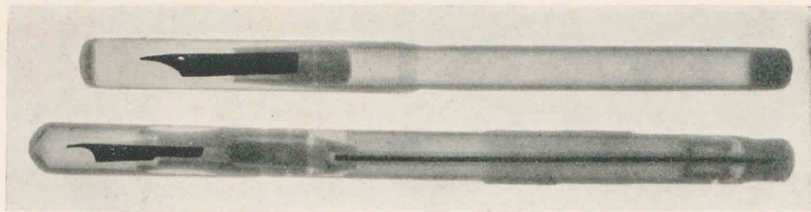


X線寫眞

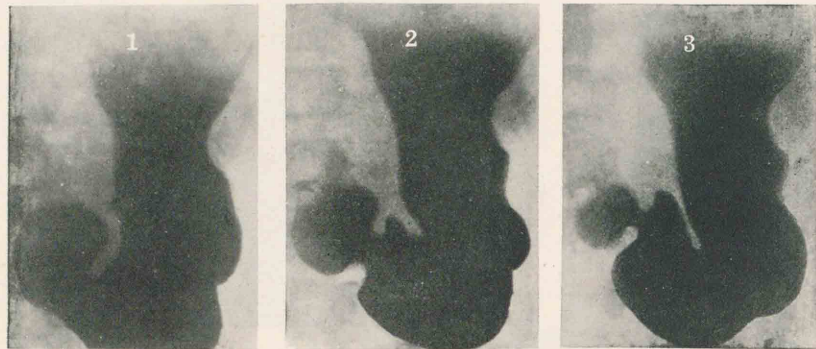
↓ 靴を穿いてゐる足



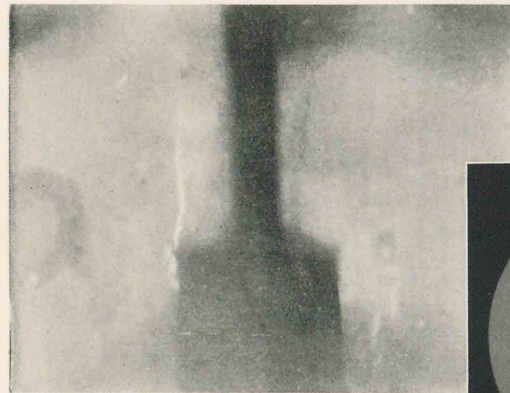
種々な X 線 寫 眞



(萬年筆)

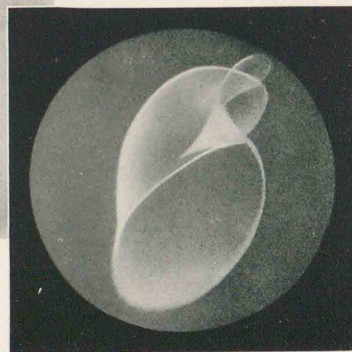


(胃の運動)



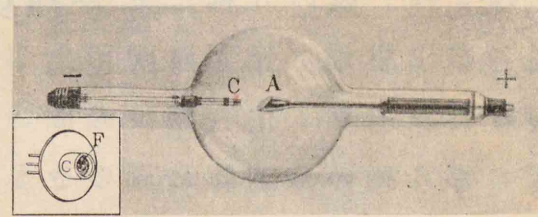
(鉄材中の龜裂を示す X 線寫眞)

ヒダリマキモノアラガヒ
の X 線顯微鏡寫眞



X線は光の不透明體をも密度に應じて透過する性質があるが、直接眼で視ることはできない。併し白金シアンバリウム製の螢光板に當てると、それを青綠色に光らせるから、これと併用して身體内部などを透視することができる。又寫眞作用があるから、これを物體に當て、その X 線寫眞を撮影することができる。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、人體や工業用材料の内部診斷、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
線の透過度



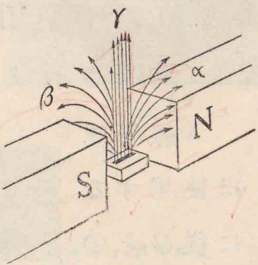
が變化する。**クーリッジ管球**はこの缺點を除いたもので、高度の真空管球内に螺旋狀タングステン纖維 F を有する陰極 C と對陰極板 A とを納めたもので、F を電池で熱し、これを感應コイルの陰極に、A をその陽極につなぎ、A 面から X 線を發生させる。

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。放射性物質の

出す放射線は、適當な方法で α 線・ β 線・ γ 線の3種に分つことが出来る。鉛製の函に入れたラヂウム化合物から發する3種の放射線に、圖のやうな磁場を作用させると、 α 線は少しく、 β 線は甚だしく互に反對の方向に曲げられるが、 γ 線は少しもその影響を受けずそのまま直進する。これは α 線は陽電氣を帶びたヘリウム原子の流れであり、 β 線は陰極線に相當するもの即ち

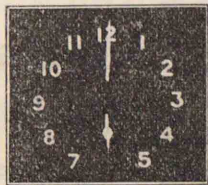


電子の流れであり、 γ 線はX線によく似たものであつて、 α 線・ β 線のやうに電氣を帶びた微粒子でないからである。



スピンスサリスコープ

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衝突して、良くこれを光らせる。スピンスサリスコープはこの有様の蟲眼鏡で覗くやうにし



夜光時計

たものである。又夜光時計では、放射性物質の微量を混じた塗料で數字及び指針を塗つてある。

5. 原子の崩壊

物質の原子は、陽電氣を帶びた微粒子即ち陽核一箇とその周圍を廻轉する陰電氣を帶びた數箇の電子とから成るものと考へられる。放射性物質は、原子量が大い原子から成り、原子の構造が不安定であるから崩壊して放射線を出すのである。それで α 線又は β 線が射出されると、最早元の原子ではなく、新しい原子になる。



第五篇 力・運動

第一章 力

1. 力の合成

二つの力が同時にはたらいて、それが或一つの力と効果が相等しい時は、この一つの力を2力の合力といふ。合力を求めることを力の合成といふ。

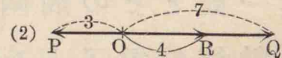
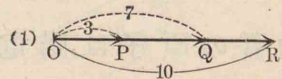
物体の一点 O に、2力が同時にはたらく場合に、

[1] 2力 OP, OQ が同じ方向

にはたらく時は、その効果は

2力の和 OR がその方向に

はたらくのと等しい。



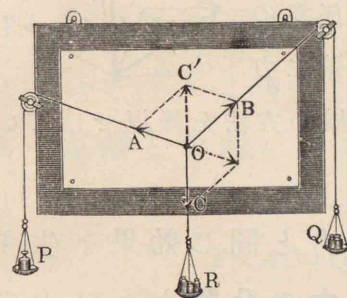
[2] 2力 OP, OQ が反対の方向にはたらく時は、その

効果は2力の差 OR が2力の中、大きな方の力と同じ

方向にはたらくのと等しい。

2力の作用線が同一直線上にない場合の力の合成は、上のやうに簡単でない。

実験 一点 O に3本の糸を結び、これを圖のやうに



分銅の重さ P, Q, R で引張り、点 O が3力の作用を受けて釣合つたとする。今

3力 P, Q, R の代表線を OA, OB, OC とすれば、例へば OC は OA, OB を二邊と

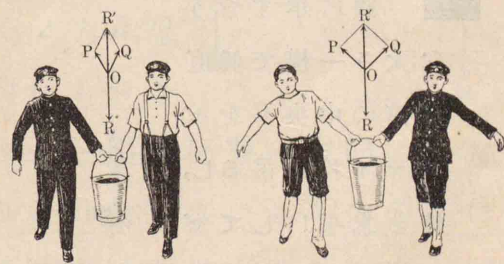
する平行四邊形の對角線 OC' に大いさ等しく、方向は反する。

一般に、一点にはたらく2力の方向が或角をなす時の力の合成は、次の法則による。

一点にはたらく2力の合力は、この2力を表はす2直線を二邊とする平行四邊形の、その點を通る對角線で表はされる。

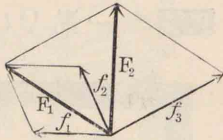
これを力の平行四邊形の法

といふ。これから、2人で一つの物體を提



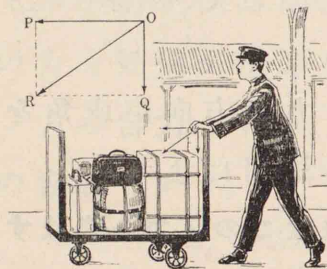
げる時は、どのやうにすれば力の損が少ないかがわかる。(上の圖について考へよ)

一點にはたらく三つ以上の力を合成するには、その中の任意の2力の合力を求め、これと第三力との合力を求め、次々に同様の方法を繰返せばよい。



2. 力の分解

力の合成の逆に、一つの力と同じ効果を生ずる2力を求めることを、力の分解といひ、力の分解によつて求められた各力を、前の一つの力の分力といふ。

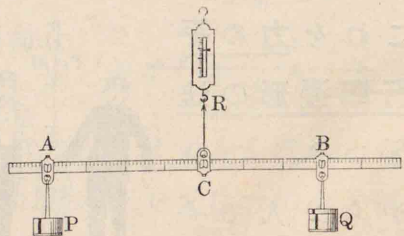


分力は力の合成の逆の方法で求められる。

3. 平行力の合成

実験 圖に示すやう

な、太さ一様で真直な棒の中央Cをゼンマイ秤に吊るし、棒を水平にしてゼ



ンマイ秤を読み、次に分銅P, QをCの両側に吊して平衡を保つやうにし、再びゼンマイ秤を読めば、その示度の増加Rは2力P, Qの合力を與へる。

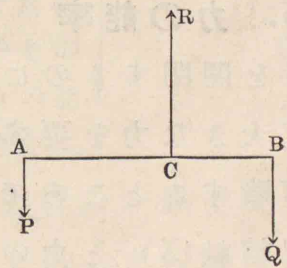
上の實驗に於て、2力P, Qの合力は、點Cに作用しRと釣合ふべき力であるが、3力P, Q, Rの大きさと、Cより2力P, Qの作用點A, Bに至る距離との間には、次の關係がある。

$$R = P + Q,$$

$$P \times AC = Q \times BC$$

よつて同じ方向にはたらく平行2力の合力は、(1) 大きさ2力の和に等しく、(2) 方向は2力と同じく、(3) その作用點は、2力の作用點間を2力の大きさの反比に内分する點である。

又前の實驗で、P, Q, Rの3力は釣合つてゐるのであるから、2力P, Rの合力はQと釣合ふべく2力R, Qの合力はPと釣合ふべき



ことが考へられる。即ち反對の方向にはたらく平行2力の合力は、(1) 大きさ2力の差に等しく、(2) 方向は2力の中の大きなものと同じく、(3) 2力の作用點間を2力の大きさの反比に外分する點に作用する。

4. 偶力

大いさ相等しく方向相反する平行2力が、作用線を異にして一物體にはたらく時は、単一な合力は求められない。このやうな1對の力を偶力といふ。偶力が物體に

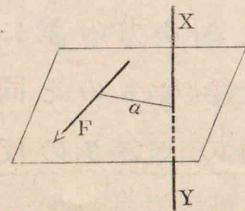
はたらく時は、その物體は廻轉する。時計のネヂを捲く時の2指の力は偶力である。

問 偶力を利用する例を挙げよ。

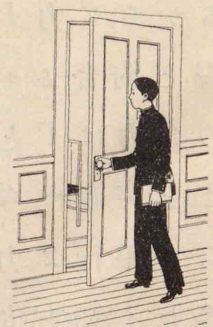
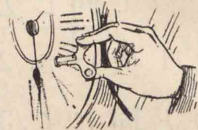
5. 力の能率

扉を開閉するのに、廻轉軸に近い點を押すほど、大きな力を要するのは、日常経験するところである。

廻轉軸(XY)と力の作用線との距離 a と力の大きさ F との積



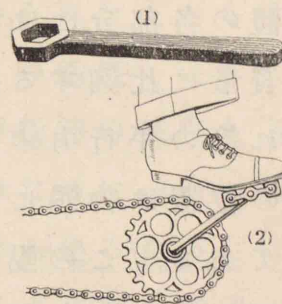
aF を、その軸の周りの力の能率といひ、その a を能率の臂といふ。物體を廻轉させ



る難易は力の能率の大小による。

問 スパナー(圖1)でナット

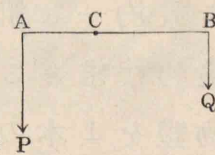
を抜くには、そのどこを握つて廻はすのが有効か。又ペダル(圖2)を踏むには、如何なる方向に力をはたらかせるの



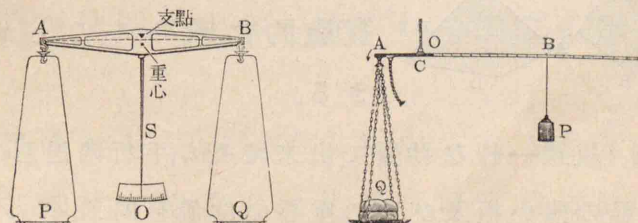
がよいか、力の能率によつて説明せよ。

時計の針の廻轉と同方向に物體を廻轉する力の能率を右廻はりの能率といひ、その反對を左廻はりの

能率といふ。重さのない棒を考へ、それを一點で支へ、且その棒を含む平面内でその兩端に垂直な力を加へ、右廻はりの能率と左廻はりの能率とを相等しくすれば、棒は釣合ふ。



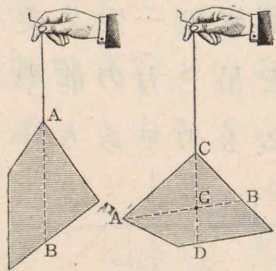
天秤や桿秤は金屬又は木製桿の一點を支へ、その兩端に物體及び分銅を吊し、力の能率を利用して、物體の質量を測るものである。



6. 重心

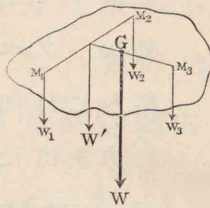
物體の各部分にはたらく重力は、その各部分の質量に比例する鉛直な下向きの力である。これ等の平行力の合力の作用點の位置は、物體について一定してゐる。この點をその物體の重心といふ。即ち重心は、物體の全重量が集中してゐると考へることができる點である。物體が規則正しい形をもち、且均一な組織を有する時は、その重心は理論的に求めることができる。

物體を1本の絲で吊すと、物體の重心は絲の直下に来り、絲が物體を上を引く力と重力と



が釣合つて靜止する。この理を應用すれば、不規則な形をなす物體の重心も實驗的に求めることができる。

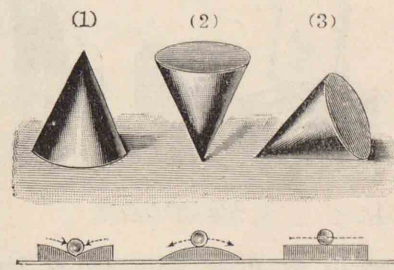
☞ 組織一樣な物質で出来てゐる、平行四邊形・三角形の薄い板及び球の重心の位置を問ふ。



7. 物體の坐り

物體を水平面上に置く時、それを支へる諸點の外周をなす圖形面を、その基底といふ。物體の重心を通る鉛直線が物體の基底を通過しなければ、物體は重力のために一方に顛倒する。よつて物體が釣合ふ(坐る)ためには、その重心を通る鉛直線が必ず基底を通過しなければならぬ。

物體の坐りには3種ある。例へば圓錐體について、(1)少し傾けて放すと原の位置に復して倒れない時、こ

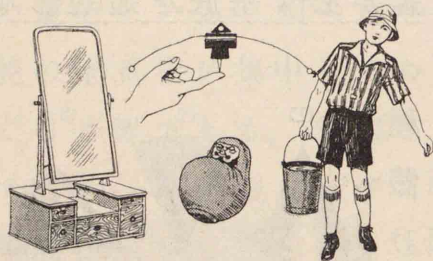
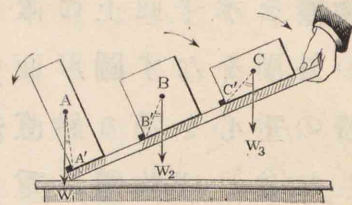


三種の坐り(下圖はそれ等の重心の位置の關係を示す説明圖)

れを安定の坐りといひ、(2)少し傾けると直ちに顛倒する時、これを不安定の坐りといひ、(3)いくら動かしてもその際の位置に止まる時、これを中立の坐りといふ。

物體の坐りが安定・不安定・中立なるに従ひ、これを傾ける時、重心は次第に昇り、或は降り、或

は重心の高さに変化がない。安定の坐りにあるものでもあまりに傾ければ、遂に重心は最高の位置に達して不安定の坐りとなり、この限度を越えれば顛倒する。安定の坐りにあるものが不安定の坐りに移り難い程度を、安定の度といふ。一般に、(1)物體の基底が廣く、(2)物體の重心が低く、(3)又物體の重さが大なるほど安定の度は大である。器物は多く安定度を大にするやうに作られ、又人が荷物を持つ時は、體を傾けて安定を保つやうにする。



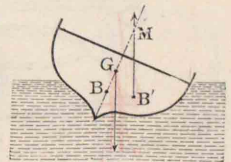
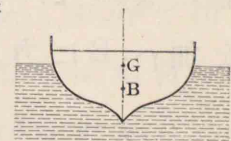
安定な坐りの例

問題 1. 玩具の彌次郎兵衛が安定なることを説明せよ。
 問題 2. 半球形の器を水平面上に置く時、器は水平面と一點に於て接するが、倒れ難い。この理を説明せよ。



8. 浮體の釣合

浮體にはたらく液體の浮力の合力は、浮體によつて排除された液體の舊位置に於ける重心にはたらく。この點を浮力の中心といふ。浮體の重心 G が浮力の中心 B と同一鉛直線上にある時は、浮體は釣合ひ、静止する。浮體をこの位置から傾けると、浮力の中心 B は B' に移つて、浮力と重力とで一つの偶力を生ずる。 B' を過ぎる鉛直線と BG 又はその延長との交點 M を傾心イタセンターといふ。これが G の上にあれば浮體は安定で、下にあれば不安定である。



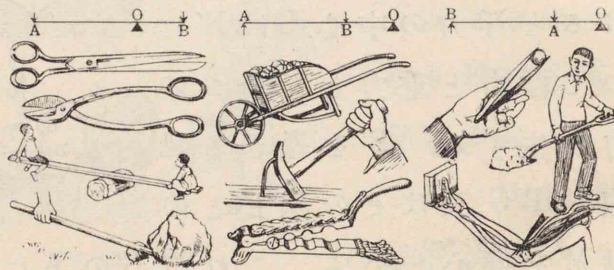
船の底に成るべく重い荷物を積むのは、その重心を低くして安定度を増すためである。

問題 渡船に多數の人が立つて乗るのは、危険であるといふ。その理由を説明せよ。

第二章 機械の素

1. 槌子

支點の周りに自由に廻轉し得る丈夫な棒を槌子(槓桿)といふ。支點O, 力點A, 重點Bの位置によつて, 3種に大別される。今Aに力Pを加へ, Bに力Wがはたらく時, 槌子が釣合へ



ば, 2力の能率は相等しかるべきにより, 常に次の関係がある。

$$P \times AO = W \times BO$$

$$\therefore P = W \times \frac{BO}{AO}$$

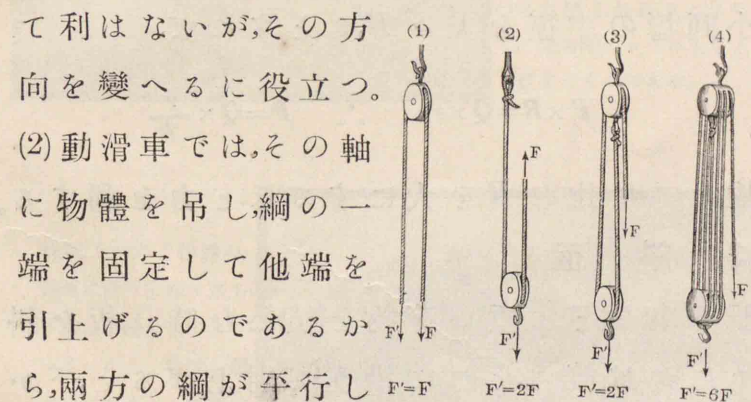
これを槌子の理といふ。それで臂AO, BOの比を適當に選べば, 小なる力を加へて大なる力を現はし, 或は短距離に力を加へて, これを

長距離に互り適用させることができ, 又遅い運動で速い運動を起させることもできる。

問 前頁の圖に示したものを以外に, 槌子の應用と見做されるものを列挙せよ。

2. 滑車

滑車には, 定滑車と動滑車及びそれ等を組合はせた複滑車がある。(1)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



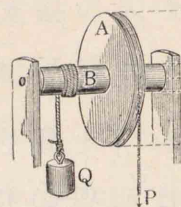
て利はないが, その方向を變へるに役立つ。(2)動滑車では, その軸に物體を吊し, 綱の一端を固定して他端を引上げるのであるから, 兩方の綱が平行し

てある場合には, 平行力の理により, 滑車の重さを省略すると, 物體の重さの $\frac{1}{2}$ の力で支へることができる。

問 上圖(3),(4)の場合につき, FとF'との關係を説明せよ。

3. 輪 軸

輪軸は、共通の軸に大小2箇の圓嚢を取附けたもので、大圓嚢Aに捲附けた綱を力Pで引



いて、小圓嚢Bに捲附けた綱に吊した物體Qを引揚げるに用ひる。輪軸は共通軸を

支點とする一種の槌子と見做されるから、大小圓嚢の半徑を夫々R, r とすれば、

$$P \times R = Q \times r \quad \therefore P = Q \times \frac{r}{R}$$

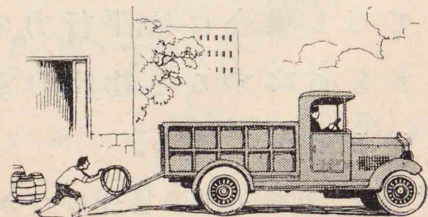
故に r に比し R を大にするほど力を利する。

4. 斜 面

船や車などに重い荷物を積込む時に、板を斜めにかけて渡し、それに沿うて引上げると、下から眞直に上げるよりも楽である。このやうに水平面と

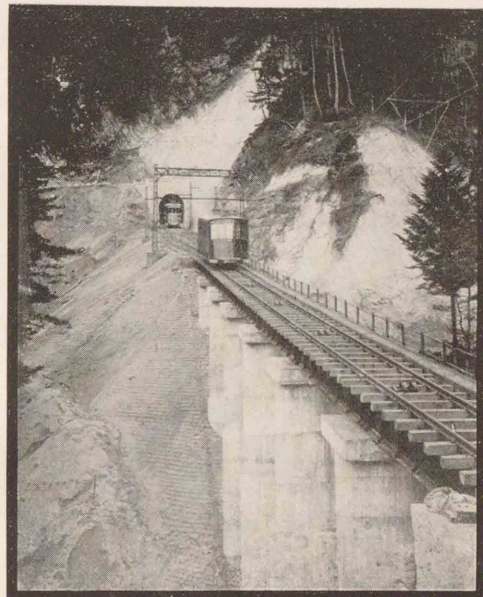
或傾きをなす面を、

斜面といふ。



斜面を利用する例

ケーブルカーと救助袋



← ケーブルカー

(比叡山坂本口)

斜面上の物體の滑り落ちないのは斜面と物體との間の摩擦が物體の滑り落ちようとする力と釣合ふからである。斜面の勾配が増すと滑り落ちる力は増すが、摩擦には或際限があつてそれ以上には増さないから、遂に物體は滑り落ちる。この理によつて普通の汽車や電車は急勾配の山を登るには適しない。ケーブルカーは二つの車體を釣瓶式に連結して、急勾配のレール上を上げ下げするものである。

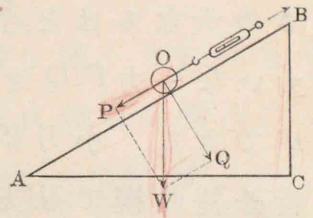
救 助 袋

斜面上にある物體の、斜面に沿うて滑り落ちる力は物體の重力より小さいから、物體を眞すぐに落すより斜面に沿うて滑り落す方が破壊され難い。火災の場合に窓から筒狀の布を斜めに出し、その中を滑り下る救助袋は、この理を應用したものである。



今、斜面の理を考へるに、

滑かな斜面 AB 上にあ
る物體の重さ W を、斜面
に平行な方向の分力 P

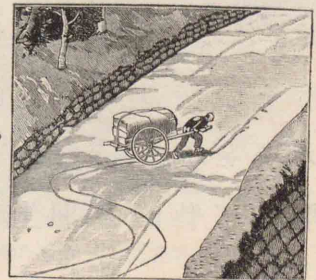


と垂直な方向の分力 Q とに分解するに、 Q は
斜面に對する壓力となり、 P は斜面に沿うて
滑り落ちようとする力となる。故に P と等
しい力を反對に加へれば、物體は釣合ふ。し
かるに幾何學の定理より

$$P:W=BC:AB \therefore P=W \times \frac{BC}{AB}$$

故に $\frac{BC}{AB}$ 即ち斜面の勾配を小にすれば、斜
面によつて力を利するこ
とができる。

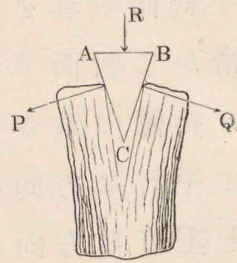
問 坂道に車を引上げる時、
うねり廻はつて行くのは
何故か。



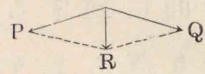
5. 楔・ネヂ (螺旋)

物體を割り又は重いものを揚げるなどに用
ひる楔は、斜面の應用である。厚さに比して

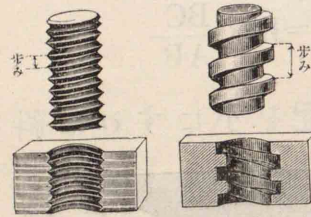
長さの大なるほど、小なる力 R で大なる力 P, Q を現はすことができる。小刀斧などの刃は皆一種の楔で刃先の薄いほど切味がよい。



ネヂ(螺旋)は圓筒面に螺線に沿うて突起を作つた雄ネヂと、他



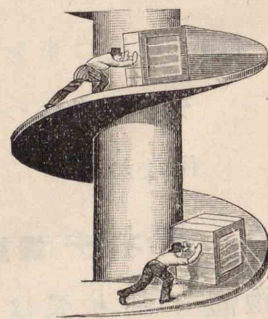
に圓筒の内面にこれに相當する溝を刻んだ雌ネヂとから成る。雄ネヂの突起を山と稱



し、軸に平行に測つた相隣る二つの山の距離をネヂの歩みといふ。雌ネヂに嵌めた雄ネヂは、1 廻轉毎

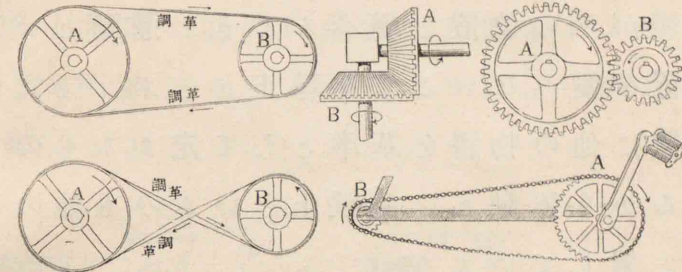
にその歩みだけ進退する。

ネヂをねぢ込むは、斜面を利用して物體を押し上げる作用に類する。故にこれを用ひれば、力を利することができ。ネヂ釘・ボルト・ジャック・螺旋壓搾器などは、何れもネヂの應用である。



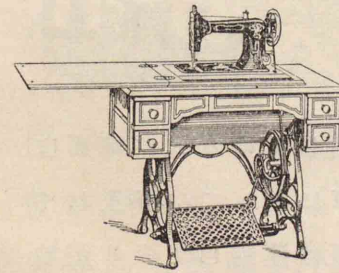
6. 廻轉を傳へる装置

一つの軸の廻轉を他の軸に傳へるには、定滑車に調革(ベルト)を掛け、或は齒車を噛み合は

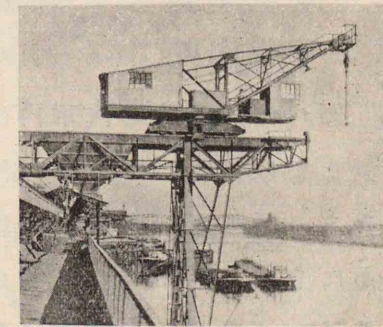


しめる。調革が滑車の上を滑る恐れのある時は、自轉車の齒車に見るやうに鎖を用ひる。

梃子・滑車・斜面・ネヂな



ミシン(機械の英語machineから訛つたもの)



荷物を陸揚するに用ひる起重機

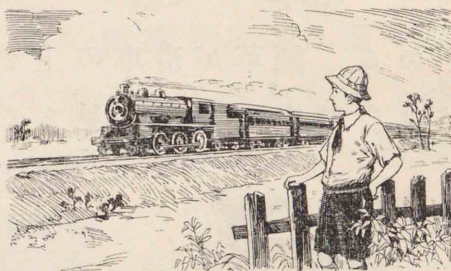
どは單獨にも用ひられるが、多くは複雑な機械の素となり、調革や齒車で色々に組合はせて用ひられる。ミシン・起重機などはその好例である。

第三章 運動

1. 運動

物體がその位置を變へることを**運動**といひ、位置を變へないことを**静止**といふ。物體の位置は他の物體を基準として定まるものであるから、運動といひ静止といふのも、他の物體に對していふ

語である。従つて基準の物體が變はれば、運動の状態も變はる。



例へば進行中の汽車内に坐してゐる人は、地面に對しては運動してゐるが、汽車に對しては静止してゐる。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、汽車が運動してゐる。普通に運動・静止は地面に對していふ。

2. 速さ

物體の運動に於ける遅速の度を**速さ**といひ、單位時間に物體の通過する距離でこれを測

る。例へば**毎秒5米**といふ如きである。これを**5秒米**又は**5^米/秒**と書く。

速さが一定な運動を**等速運動**といふ。この場合 t 秒間に物體の通過した距離を s 糧とし、この時の速さを v 秒糧とすれば、一般に次の關係がある。

$$v = \frac{s}{t} \text{ [糧/秒]} \quad s = vt \text{ [糧]}$$

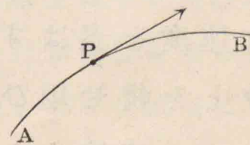
3. 速度

運動の速さとその方向とを併せ考へた量を**速度**といふ。そして速さも方向も變はらない運動を**等速度運動**といふ。

速さが一定なる運動でも、方向が變はれば速度が變はる。速さと方向との一方或は兩方が變はる運動を、**不等速度運動**といふ。

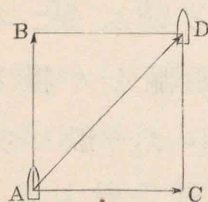
等速度運動の徑路は必ず直線をなすが、不等速度運動の徑路には曲線をなすものもある。

この場合には、各點に於ける切線の方が、その點に於ける速度の方向を示す。



4. 速度の圖示

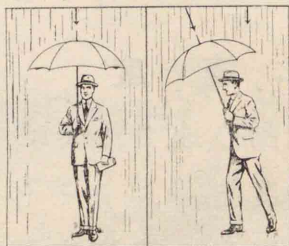
速度を圖示するには、力の場合と同様に、その



方向に直線を引き、その長さを速さに正比例するやうに取り、先端に矢を附けて向きを表はす。

速度の合成・分解は、力の合成・分解と同様に平行四邊形の法による。

問 1. 静かに降る雨の中を走る場合に、傘を前方に傾けなければならぬ理由を説明せよ。



問 2. 大きさ及び方向を有する量をベクトル量といふ。ベクトル量の例を挙げよ。

5. 加速度

不等速度運動に於て、毎單位時間に起る速度の變化を、その加速度といふ。

加速度を表はすには、時間の單位と速度の單位とを併せ用ひる。例へば12秒米の速度を有し一直線上を運動する物體が、5秒の後に

27秒米の速度を有するやうになつたとすれば、その平均加速度は毎秒3秒米である。これを3秒々米又は $3^*/\text{秒}^2$ と書く。

加速度が一定な運動を等加速度運動といふ。初めの速度が v_0 秒糧なる物體が一直線上を毎秒 a 秒糧の等加速度で運動する時、 t 秒後の速度 v 秒糧は、次の式から求められる。

$$a = \frac{v - v_0}{t} \text{ [糧/秒}^2\text{]} \quad v = v_0 + at \text{ [糧/秒]} \quad (1)$$

この時物體が t 秒間に通過する距離 s 糧は、初速度と終速度との平均速度で t 秒間に運動した距離に等しいから、次の式が得られる。

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \text{ [糧]} \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \text{ [糧]} \quad (2)$$

今、上式(1)及び(2)より t を消去すれば、次の式が得られる。

$$v^2 - v_0^2 = 2as \quad (3)$$

問 1. $12^*/\text{秒}^2$ の平均加速度で直線運動する物體が、12秒後に速度が $144^*/\text{秒}$ となつた。初速度を求めよ。

問 2. 静止せる物體が直線運動を始め、3秒後に $2.94^*/\text{秒}$ の速度を得た。この平均加速度を求めよ。

6. 運動の第一法則

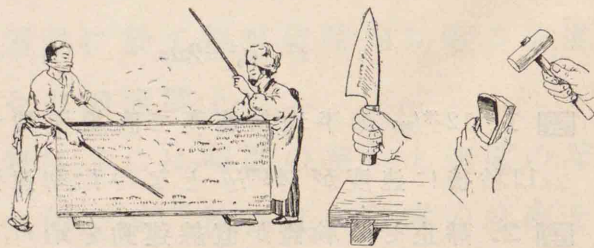
静止してゐる物體を動かし、又はその運動の速さや方向を變へるには、外から力を加へねばならぬ。

外から力の作用を受けなければ、静止してゐる物體は永久に静止の状態を續け、運動してゐる物體は同じ方向に等速運動を續ける。

物體のこの性質を慣性といひ、上の法則を慣性の法則又はニュートンの運動の第一法則といふ。

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、又進行してゐる車が急に止まる時に、中の人がある方向に倒れるのや、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、疊を叩いて塵を落とし、庖丁の柄を打つて柄を箠め、鉋の臺を打つて

刃を抜き
差しする
などは、慣
性の利用
である。



7. 運動の第二法則

物體に外から力がはたらけば、物體はその力の方向に加速度を生じ、運動の状態を變化させる。實驗の結果によれば、

外から力の作用を受けると、物體はその力の方向に、力の大きさに正比例し、その物體の質量に反比例する加速度を生ずる。

これを加速度の法則又はニュートンの運動の第二法則といふ。

運動の第二法則は、力とその作用によつて生ずる加速度との關係を一般的に述べたものであるが、又力及び質量の大小を測る方法を示す。

質量 1 瓦の物體にはたらいて、毎秒 1 秒糧の加速度を生ずる力を力の絶對單位とし、これを 1 ダインといふ。(6 頁参照)

度量衡法では、質量 1 瓦の物體にはたらいて加速度 $10^8/\text{秒}^2$ を生ずる力を 1 メガダインといひ、これを力の單位と定め、又毎平方糧 1 メガダインの力を及ぼす時の壓力を 1 バールといひ、これを壓力の單位と定めてある。

8. 運動量・力積

運動の法則から、質量 m 瓦の物體に f ダインの力が作用して毎秒 a 秒糧の加速度を生じたとすれば、次の式が得られる。

$$f = ma$$

この力が t 秒間作用した結果、物體の速度が v_0 秒糧から v 秒糧に變つたとすれば、

$$f = m \frac{v - v_0}{t} \quad \therefore ft = mv - mv_0$$

となる。運動體の質量とその速度との積を運動量といひ、又力とその作用した時間との積を力積といふ。上式から、力が物體に作用する時の運動量の變化は、その力積に等しいことがわかる。

静止せる物體の運動量は 0 であるから、毎秒 v_0 糧で運動してある質量 m 瓦の物體を静止させるには

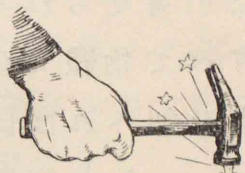
$$ft = -mv_0 \quad \therefore f = -\frac{mv_0}{t}$$

即ち運動と反對の方向に、運動量に正比例し力の作用時間に反比例する大いさの力を加へねばならぬ。

問 速度 20 糧/秒、質量 75 瓦の物體に、運動の方向と反對の方向に 250 ダインの力を作用すれば、幾秒の後この物體は静止するか。

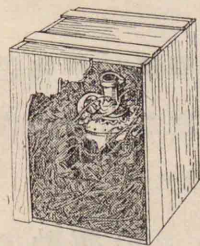
9. 打撃・衝突

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、このやうな場合には非常に大なる力が現はれる。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するのは、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。自轉車・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、荷造に藁や綿などを用ひて破損を防ぐのは、皆この例である。



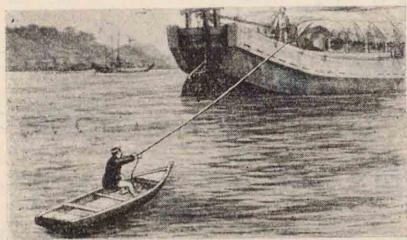
問 硝子製のコップを疊の上に落せば^{こは}毀れないが、石の上へ落すと毀れることがある。何故か。

10. 運動の第三法則

棹さしで岸を押せば船は押返され、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



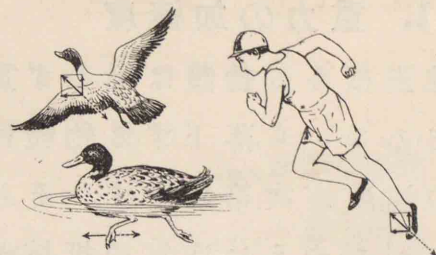
は A に力を及ぼす。この時一方の力を作用といひ、他を反作用といふ。それで上の事を、作用が

あれば必ず反作用があると言ひかへられる。実験の結果によれば

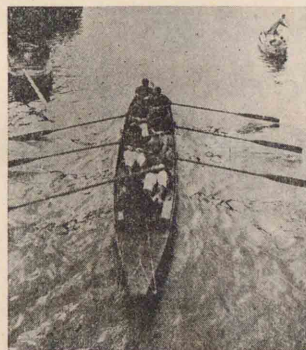
甲物體が乙物體に力を作用すれば、同時に甲物體は乙物體から、大いさ等しく方向反對なる力の作用を受ける。

これを反作用の法則、又はニュートンの運動の第三法則といふ。水鳥は蹠みづかき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のである。その他、鳥



が飛ぶのも、オールでボートを進めるのも、皆反作用の理による。



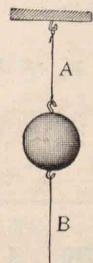
釣合つてゐる二つの力と作用と反作用を混同してはならぬ。 釣合つてゐる2力は一つの物體にはたらくの

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。

問 1. 反作用を利用する事項を多く挙げよ。

問 2. 舟の中の人ひとが舟を押しても舟が進まないのは、どういふわけか。

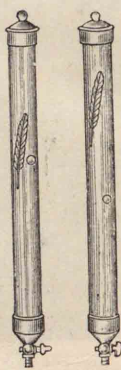
問 3. 稍ちと重い球を圖のやうに吊るし、絲 B を急に引けば、絲 A が切れないで B が切れるのは何故か。



11. 重力の加速度

地上にある物体は絶えず重力の作用を受けてゐるから、落下する物体は落下とともにその速度が次第に増す。そして次の実験からわかるやうに、空気の抵抗がない時は、すべての物体は大小軽重の別なく、何れも同じ加速度で落下する。(2頁参照)

実験 圖のやうな硝子管内に紙片・羽毛・金属片などを入れ、管を倒さにして見よ。何れが速く落ちるか。次に管内の空気を排除して管を倒さにして見よ。何れが速く落ちるか。



實測の結果によれば、物体が落下する時の速度は每秒約 980 秒²づゝ増加する。これを重力の加速度といひ、通常 g で表はす。

$$g = 980 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$$

それで質量 m 瓦ある物体にはたらく重力即ち重さは、 mg ダインである。故に

$$1 \text{ 瓦の重さ} = 980 \text{ ダイン}$$

問 1 匁の重さは幾メガダインか。

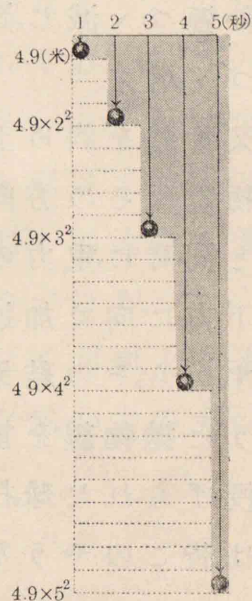
12. 落體

重力の作用を受けて落下する物体を落體といふ。落體の運動は、5 節の公式 (1), (2), (3) の v_0 に 0, a に g を代入すれば、知ることができる。即ち静止の位置から物体が落下し始め、 t 秒後の速度を v 秒²とし、 t 秒間に落下した距離を s 糧とすれば

$$v = gt$$

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = 2gs$$



落下の時間と距離との関係

よつて落體の速度は時間に正比例し、落下距離は時間の自乗に正比例し、又速度は落下距離の平方根に正比例する。*

問 橋上より落した小石が、2 秒の後に水面に達したといふ。この橋の高さを求めよ。

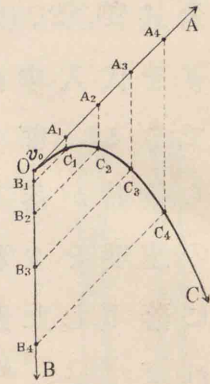
* 實際の落體は空気の抵抗を受けるので、物体の形状、空気の密度等によつて運動の様子は變はる。こゝでは空気の抵抗を考へに入れないものとした。

13. 抛射體

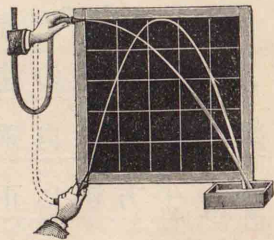
物體を眞上に抛げる時は、その速度は毎秒 g 秒糎づゝ減じ、眞下に抛げる時は、毎秒 g 秒糎づゝ増す。

又物體を斜め上に抛げる時は、物體はその方向の等速度運動と同時に、重力の作用によつて下方に向く加速度運動をもなすから、その結果、物體は圖のやうに拋物線を描いて運動する。

投げられた球、打出された弾丸、飛ぶ花火などは、皆このやうな運動をなす。



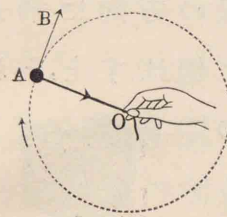
実験 細い管口を斜め上に向け、その口から水を噴出させると、拋物線の形が實驗的に見られる。又噴出の速さや方向を變へる時は、色々の拋物線が見られる。



問 塔の上に立つて水平に石を抛げたのに、2秒で地面に達した。塔の高さは幾米か

14. 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、石は圓の中心に向つて引かれてゐる。この



力を求心力といふ。石は求心力の作用を受けて速度の方向を變へ、即ち加速度を得て圓運動をつづける。

質量 m 瓦の物體が半徑 r 糎なる圓周上を速さ v 秒糎で運動する時、必要な求心力の大きさを f ダインとすれば

$$f = \frac{mv^2}{r}$$

である。よつて求心力は、(1) 物體の質量に正比例し、(2) 圓運動の速さの自乗に正比例し、(3) 圓の半徑に反比例する。

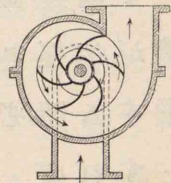
圓運動をなしてゐる物體の速さが大になると、求心力は著しく大となるから、遂には、物體を支へる絲がこの力に堪へなくなつて切れることがある。絲が切れれば、物體には求心



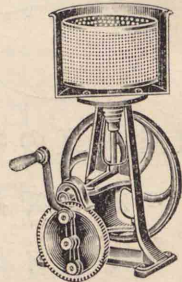
力がはたらかないやうになり、同時に圓運動は止み、物體は慣性によつて、その瞬時の運動の方向即ちその點に於ける圓の切線の方に飛去る。傘を急に廻はすと、それ

に附いてゐる雨滴が飛去るのは、この理による。

製糖の際に結晶と糖蜜とを分離する遠心分離器や、洗濯物を乾かすに用ひ

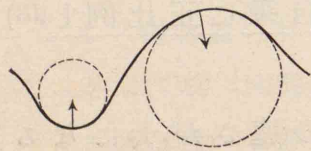


渦巻ポンプ



遠心乾燥器

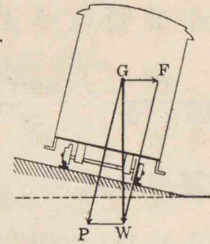
る遠心乾燥器、水を汲出す渦巻ポンプなどは、皆この理を應用したものである。



如何なる曲線でもその各部に、これに良く適合する圓を描くことができるから、曲線運動

に於ては、この圓の中心に向ふ求心力が必要である。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分力を所要の求心力に充てんがためである。



15. 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して飛去らないのは、これ等の天體間に引力がはたらいてゐるからである。かゝる引力は、宇宙間にあるすべての物體の間に存在する。これを萬有引力といふ。ニュートンは、コペルニクスやケプレルの惑星運動の研究に基づき、次の法則を發見した。

すべて宇宙間にある二物體間には、常に兩物體の質量の積に正比例し、距離の自乗に反比例する引力が作用する。

これを萬有引力の法則といふ。

今、二物體の質量を夫々 m, m' 瓦とし、その距離

を r 糧とすれば、その間に作用する萬有引力 F ダインは、次の式で表はされる。

$$F = \frac{1}{15 \times 10^6} \times \frac{mm'}{r^2}$$

通常、地上の二物體間にはたらく萬有引力は、甚だ微小で容易に認められないが、例へば山の近くに錘を下げるやうな場合には、鉛直線が幾分山の方に傾くのが認められる。

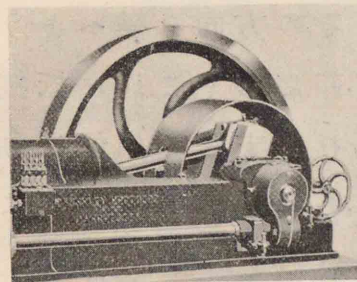
重力は、地球と地球上の物體との間にはたらく萬有引力である。従つて地球の中心を遠ざかるほど、重力の強さは減する。

固 月と地球との半径の比は 3:11 で、その質量の比は 1:81 である。地球上で重さ 1 瓦の物體は、月の表面では何瓦の重さを有するか。

16. 廻轉運動

一定軸の周圍に固體が廻轉する時、その各部分は同じ廻轉數の圓運動をなし、その速さは夫々の部分の、軸からの距離に比例する。このやうな運動をなすものを廻轉體といひ、その運動を廻轉運動といふ。質量の大きなもの

が軸から遠い所にあつて廻轉する場合には、

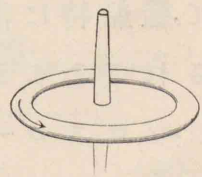


ハズミ車 (後方の大きな車)

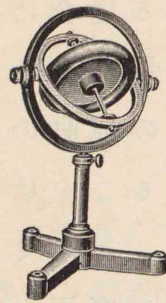
その運動量が大きく、従つてその運動の速さを變へることは困難である。ハズミ車はこの理を應用したものである。

廻轉體の各部分は、何れも廻轉軸に垂直な平面内に於て廻轉するので、慣性によりその廻轉面を一定に保持しようとする。従つて廻轉軸の方向は變へ難いものである。

地軸が一定の傾斜を保ち、廻轉せる獨樂が倒れないなどは、この理による。又砲身内に

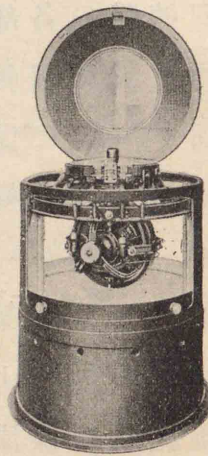


螺旋狀の條溝を施すのは、砲彈に廻轉運動を與へて一定の向きを保たしめるためである。次圖に示すはジャイロスコープといふ一種の獨樂で、その軸は重心の周圍に如何なる方向をも取り得るやうに支へられてある。今、これを軸の周圍に速かに廻轉させると、その軸



は常に一定の方向を指し、外力によつてその方向を變へようとするれば、甚だしくこれに抵抗する。それで支臺を如何に動かしても、その廻轉軸の方向は變はらない。

よつてジャイロスコープは、單軌鐵道、船舶の安定装置に用ひ、又魚形水雷の進路を定める操舵機にも應用される。近來正確な羅針盤として、艦船特に潜水艦などで使用されてゐるジャイロコンパスも、ジャイロスコープの理に基づいて作られたもので、普通の羅針盤のやうに鐵材等に影響される憂はない。



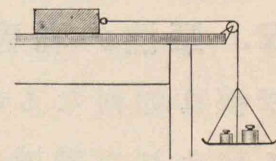
ジャイロコンパス

第四章 運動に對する抵抗

1. 摩擦

慣性の法則に従へば、運動してゐる物體は永久に運動を續ける筈であるが、實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。

實驗 1. 圖のやうな装置で、分銅を次第に増し或一定の値に達すると、物體の動き出すのを見る。

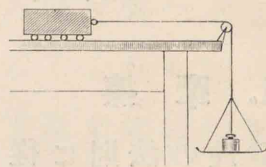


これは接觸面に生ずる摩擦が、物體を滑り動かさうとする力とともに生じ、ともに増し、一定の値に達した後、物體が動き出すことを示す。この値を最大摩擦といふ。一般に

二物體間の最大摩擦は、(1)接觸面に垂直な全壓力に正比例し、(2)接觸面の廣さに関係しない。

これを摩擦の法則いふ。

実験 2. 物體の下に筆軸のやうなものを入れた時の摩擦の大きさを測り、実験1.の摩擦と比較せよ。

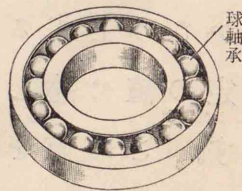


物體が轉がる時の摩擦(廻轉摩擦)は、滑る時の摩擦(滑り摩擦)より著しく小である。重い物體を滑らして動かすよりも、コロに載せて運ぶ方が楽なのは、このためである。



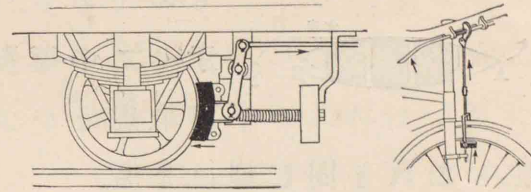
2. 摩擦の利害

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、石墨などの減摩劑を入れ、或は鋼製の球軸受(ボールベアリング)を用ひ、摩擦によつて起る力の損失を少なくする。



しかしこれに反して、摩擦を利用すると、却つて都合の良い場合もある。

調革などはその好例で、廻轉運動を他に傳へ且その速さを



電車と自轉車とのブレーキ

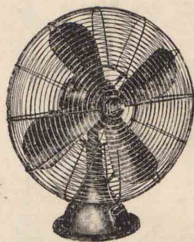
變へる場合などに用られる。又汽車・電車などのブレーキも摩擦の利用である。摩擦がなくなると、紐を結ぶこともできず、釘や楔も抜け出してその用をしなくなる。

3. 流體の抵抗

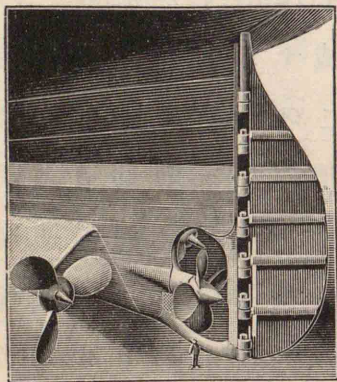
空氣や水のやうな流體內で運動する物體は、流體に衝突し、これに力を作用するから、その反作用を受けて速度を減ずる。この反作用を流體の抵抗といふ。この抵抗の大きさは、運動の方向に垂直な物體の最大な切口の面積と流體の密度とに正比例し、且物體の速度の大きいほど大である。又物體の形にも關係し、所謂流線形をなす物の抵抗が最も少ない。船の舵は、船の進行する際、水流の壓力を受ける面の方向を變へて、船の進む方向を變へる

ものである。(圖は^{おも}面^{かざ}舵を示し、この反對に向けるのを^{とり}取^{かざ}舵といふ。) 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^{プロペラー}推進機は、ネヂのやうに少し^よ振れてゐる金屬又は堅牢な木質の翼を、



軍艦の進推機

機體が推進められるのである。

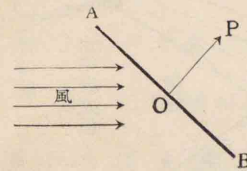
放射狀に廻轉軸に取附けたものである。これを水中又は空氣中で急速に廻轉すると、水又は空氣を押すからその反作用を受けて、船體又は



飛行機の推進機

4. 飛行機

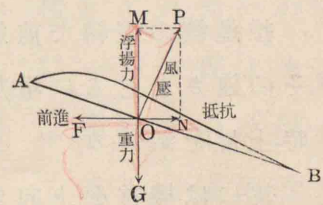
空氣中に固定せる板の面 AB に、矢の方向に風が吹きあたれば、AB に垂直な壓力 P を及ぼす。



これを風壓といふ。又靜かな空氣中で AB を急速

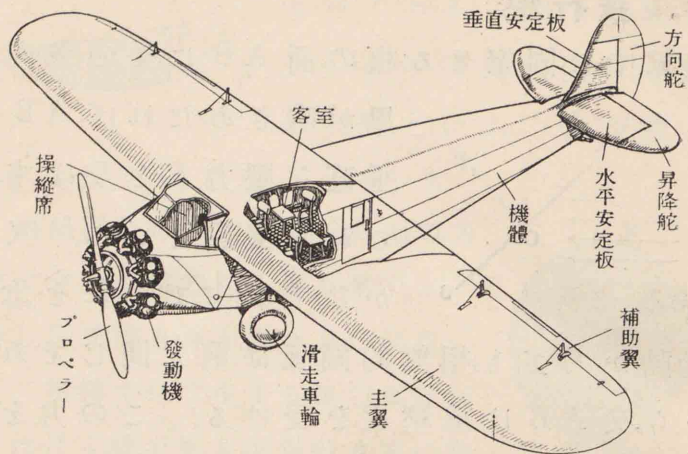
に動かしても、相對的關係は前と同じであるから、又 AB は風壓 P を受ける。この力を、進行と反對の方向の分力

ON とこれに垂直な方向の分力 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、前進力と抵抗との差で前進する。

飛行機は空氣の浮揚力を利用して空中を鳥のやうに飛行する装置で、その要部は翼・舵・推進機・ガソリン發動機で、翼の前方は後方より稍、高くなつてゐる。



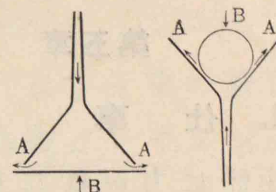
推進機の廻轉で前進を起すと、翼に生ずる風壓はその速さとともに増加し、浮揚力が機の重さに勝つ時、上昇を始める。

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. 流體の動壓力

流動してゐる流體内の壓力を動壓力といひ、これに對し流體が靜止してゐる時の壓力を靜壓力といふ。流體の動壓力は靜壓力とは大いに趣を異にし、一般に流體の速度が大なるほど小である。

實驗 圖のやうに漏斗の管口から強く空氣を吹き送つて、半紙、又はピンポンの球を飛ばさうとすれば、それが却つて漏斗に吸附けられる。



霧吹や吸入器は、流體が急速に流れる時にはその壓力が減ることを利用したもので、2



本の管をその口を接して直角に取附け、一方の管は水或は藥液の中に浸してある。横の管か

ら空氣又は水蒸氣を噴出させると、水に浸した管口の壓力が減り、水は管中に昇り、吹飛ばされて霧となるものである。



圖 圖の換氣筒は a, b, c … に細隙を有するものである。これに風があたると、換氣の行はれる理を考へよ。

第五章 仕事・エネルギー

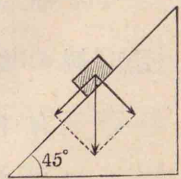
1. 仕事

物體に力がはたらいて、力の方向に物體が或距離だけ動かされると、物體は力によつて仕事をなされたといひ、又は力によつて仕事をなしたといふ。 仕事の大きさ W は、力の大きさ f と、物體が力の方向に動いた距離 s との積で測られる。即ち

$$W = fs$$

従つて仕事の單位は、力の單位と長さの單位との積で表はされ、その重力單位には**珓米***・呎封度などがある。又仕事の絶對單位は1 **ダイン** 糶の仕事で、これを**1 エルグ****といひ、その1000 萬倍即ち 10^7 エルグを**1 ジュール**といふ。

問 10 珓の物體を傾斜角 45° の斜面に沿うて3 米引揚げるには、重力に逆つて何程の仕事をなすべきか。但し摩擦は考へない。



* kg.m. と略記することもある。 ** ギリシア語で、仕事の意である。

2. 工率

機械によつて、同一の時間になす仕事の量に多少がある。機械が單位時間になす仕事の量即ち仕事の速さを、工率といふ。 毎秒1 **ジュール** の工率を單位と定め、これを**1 ワット**といひ、その1000 倍を**1 キロワット***といふ。工率の重力單位1 馬力**は 746 ワットに當たる。

問 1. 1 H.P. は毎秒幾珓米に當たるか。

問 2. 5 H.P. の蒸氣機關で深さ30 米の坑底より水を汲上げるに、10 時間に幾立を汲上げ得るか。

3. エネルギー

高い所にある水は、落下の際に水車を廻はして仕事をなすことができる。又飛んで行く彈丸が物體にあたると、それを破壊して一種の仕事をなす。かやうに物體が仕事をなし得る状態にある時は、その物體は**エネルギー**を有するといふ。よつて**エネルギー**とは、仕事をなし得る能である。それ故物體が有す

* KW と略記することもある ** H.P. と略記することもある。

るエネルギーの量は、物体が或標準状態に達するまでになし得る仕事の量で測られる。

(1) **運動のエネルギー** 飛んでゐる弾丸のやうに物体が運動してゐるために有するエネルギーを、**運動のエネルギー**といふ。

v 秒毎の速度で運動してゐる質量 m 瓦の物体に、他から f ダインの力を作用し續けたために、次第にその速度を減じ s 毎だけ進んで静止したとすれば、物体がこの力に抗してなした仕事の量 W エルグは

$$W = fs$$

$$\text{しかるに } f = ma, \quad s = \frac{v^2}{2a}$$

$$\therefore W = fs = \frac{1}{2}mv^2$$

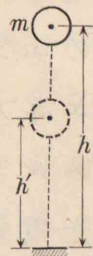
一般に、質量 m 瓦の物体が速さ v 秒毎で運動してゐる時に有する運動のエネルギー K エルグは、次の式で與へられる。

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

(2) **位置のエネルギー** 高所にある水や、壓縮された空気のやうに、位置や形状・體積等の變化のために有するエネルギーを、**位置のエ**

ネルギーといふ。

質量 m 瓦の物体は、常に mg ダインの重力に作用されてゐるから、これを或標準の位置から h 毎の高さに揚げるには、重力に逆つて mgh エルグ (mh 瓦毎)の仕事をするを要する。逆に、或標準の位置から高さ h 毎にある物体は、その標準の位置に降るまでには、 mgh エルグの仕事をし得る。



一般に質量 m 瓦の物体が、標準の位置から h 毎の高さにある場合に有する位置のエネルギー P エルグは、次の式で與へられる。

$$P = mgh$$

運動のエネルギーと位置のエネルギーとを併せて、**機械的エネルギー**といふ。

問 10米の落差を以て毎秒200立の割合で流下してゐる水の有するエネルギーの50%を、電流のエネルギーに變じ得るとすれば、20ワットの電燈幾箇を點じ得るか。

4. エネルギーの變遷及び移動

物体が落下する時には、次第に位置のエネルギーを失ふが、運動のエネルギーを増す。物

體を抛上げる時には、これと反對に、次第に運動のエネルギーを失つて位置のエネルギーを増す。又水車に衝突する流水は、それに運動のエネルギーを與へて自らその速度を失ひ、エネルギーは流水から水車に移る。

エネルギーには、機械的エネルギーの外に、熱・音・光・電氣・磁氣及び化學的エネルギーなど種種の態があつて、一つの態から他の態に變り、又一物體より他物體に移ることがあるが、この際一方で失はれたエネルギーの量は、必ず他に生じたエネルギーの量に等しい。即ち

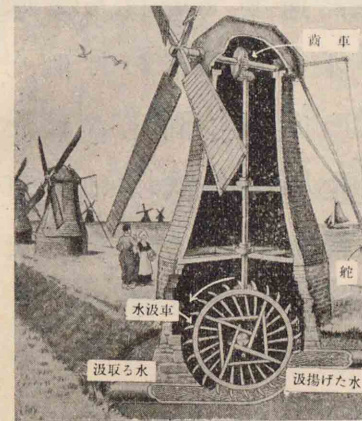
エネルギーは一物體より他物體に移り、又その態を變へるが、この前後に於ける總量は増減しないで常に一定である。

これをエネルギー保存(不滅)の法則といふ。エネルギーが一物體より他物體に移る際には仕事を伴ひ、仕事をなした物體はエネルギーを失ひ、仕事をされた物體は、それだけエネルギーを得ることになる。故に仕事はエネルギー授受の手續と見られる。

5. 自然力の利用

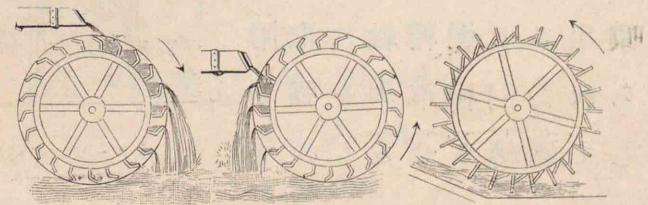
流動してゐる流體が物體に衝突する時は、これを動かすエネルギーを與へる。

風車は車翼に風壓を受け、風のエネルギーで廻轉運動を起させるものであるが、一定の風



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。それで一般の工業に利用される事は少ない。これに反し一定の水壓が得易いから水車は廣く工業上に利用

される。水車にはその形式が種々あるが、古くから用ひられるものは、圖のやうに流水をその上部又は中部に注ぎ、或は下部に當てる

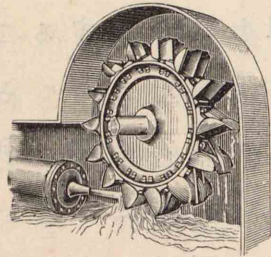


上懸け

胸懸け

下懸け

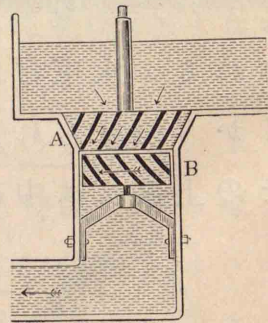
やうにしたものである。
 水の流下する鉛直の高さを落差(ヘッド)といひ、工業上では単位時間の流水の質量と落差との積を水力といふ。水力を有効に利用する装置にペルトン水車と水タービンとがある。ペルトン水車は、非常な高速度で管口から噴



ペルトン水車

出する水を、水車の外側に同一の向き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

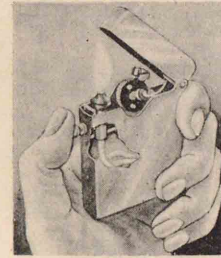
落差の大なる場合に用ひられる。
 水タービンの要部は、圖のやうな構造をもち、高所より導いた水を、固定した案内羽根 A により一定方向に噴出させ、廻轉軸に取附けられた羽根車 B を強く押して、廻轉させるものである。



水タービンの構造

6. 熱の仕事當量

熱はエネルギーの一態であつて、一定量の機

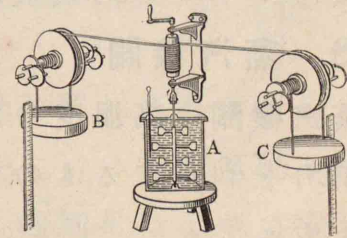


ライター
 (機械的エネルギーが熱を生ずる例)

械的エネルギーを費せば、一定量の熱を生じ、又一定量の熱を費せば、一定量の仕事を

得る。よつて熱は仕事の單位で測ることができる。ジュールは、圖のやうな實驗装置で熱と仕事との間の數量的關係を精密に測定した。

この實驗では熱量計 A の中にある攪拌器を分銅 B、C の落下によつて廻轉させて、それによる發熱量を水量とその温度の上昇とから測り、別に分銅の失つた位置のエネルギーを求めて、兩者を比較するのである。



實驗の結果によれば、

$$\begin{aligned} 1 \text{ カロリー} &= 4.2 \times 10^7 \text{ エルグ} \\ &= 4.2 \text{ ジュール} \\ &= 429 \text{ 瓦米} \end{aligned}$$

である。1 カロリーに相当する仕事の量を熱の仕事當量といひ、通常これを J で表はす。よつて熱量 H カロリーに相当する仕事 W エルグは、次の式で示される。

$$W = JH$$

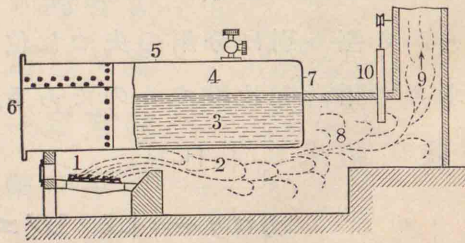
7. 熱機關

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々の仕事をさせる装置を一般に熱機關といひ、蒸汽機關・蒸汽タービン・内燃機關はこれに屬する。

8. 蒸汽機關

蒸汽機關は高温度の水蒸氣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、罐胴内の水を蒸汽とし、これを鉄管

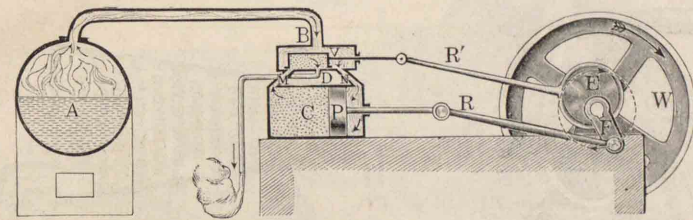


蒸 汽 罐

- 1. 燃焼室 2. 傳熱面 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)

により機關部に供給するもので、その構造は種類によつて異なるが、大體圖に示すやうになつてゐる。

機關部の構造及び動作は次の圖に示すやうである。即ち蒸汽罐 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 を壓す。

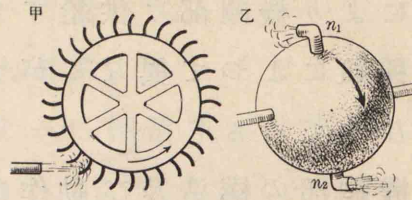


配汽室中の V は滑り瓣と稱し、蒸汽を交互にピストンの兩側に導き、これに往復運動を起さしめる。この運動は曲柄 F によつて主軸の廻轉運動に變はり、この軸に取附けてあるハズミ車 W 及び偏心輪 E を廻轉させる。ハズミ車は主軸の廻轉を均一にし、偏心輪は滑り瓣にピストンと反對の運動を與へる。

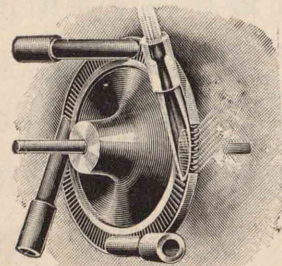
9. 蒸汽タービン

甲圖のやうに羽根車に高壓の蒸汽を吹附けると、

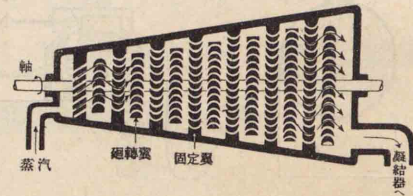
羽根車は軸の周りで廻轉し、又乙圖のやうに中空球内の蒸氣を n_1, n_2 の細口から噴出させると、球は矢の方向に廻轉する。



蒸気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

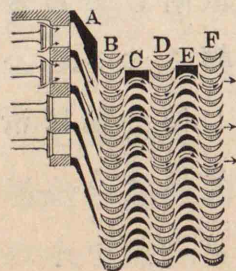


ドラバールタービン



パーソンタービン

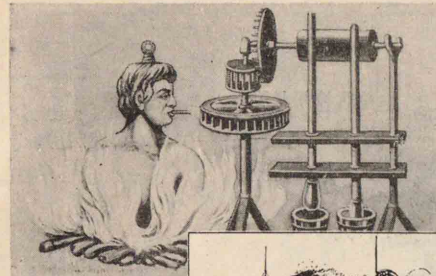
式といひ、ドラバールタービンはその代表的のもので、後者の理によるものを反動式といひ、パーソンタービンはその



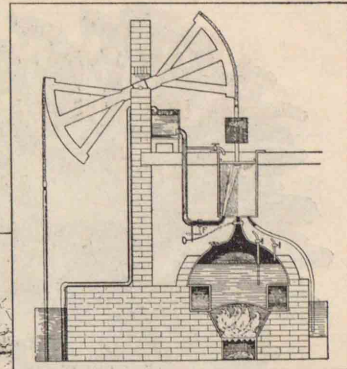
カーチスタービン

代表的のものである。この外にカーチスタービンと稱する衝動式と反動式とを混成したやうな構造のものもある。

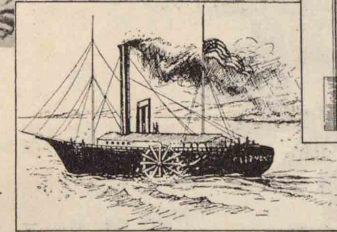
蒸気機関の發達



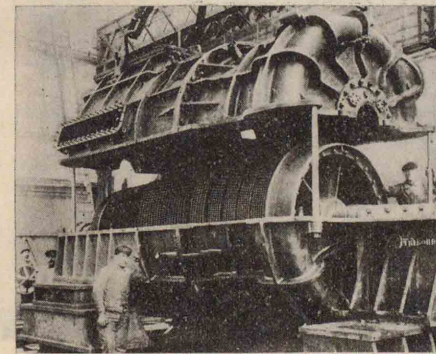
↑ アランカの熱機関 (紀元前1942)



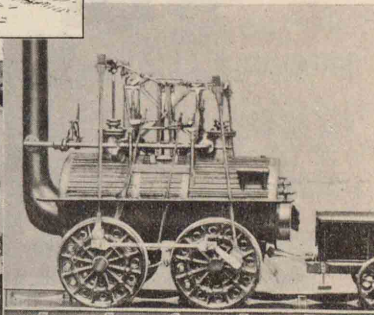
↑ ニューコメンの蒸気機関 (1705)



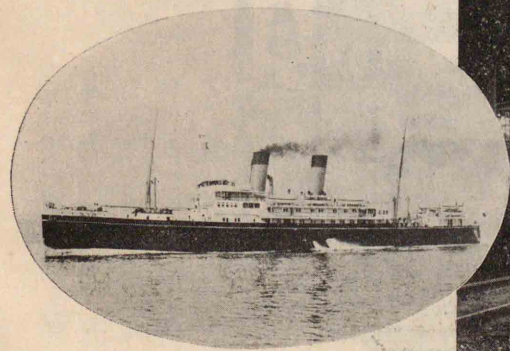
フルトンのクラモント號 (1807)



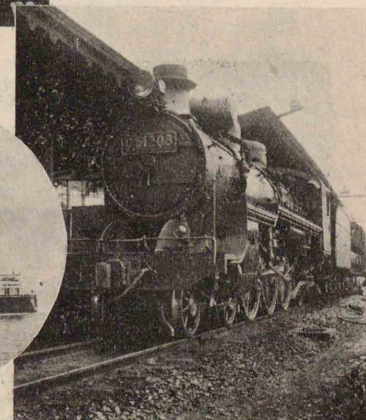
↑ 蒸気タービン (現代)



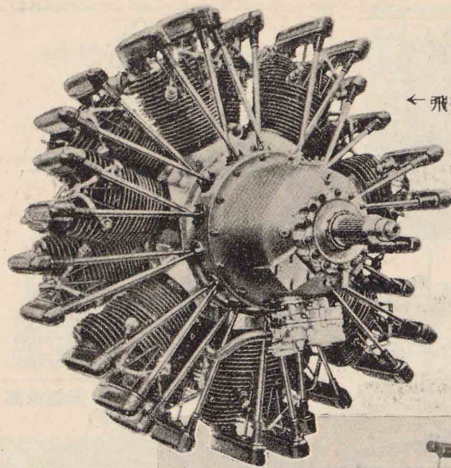
↑ スチブソンズのロケット (1829)



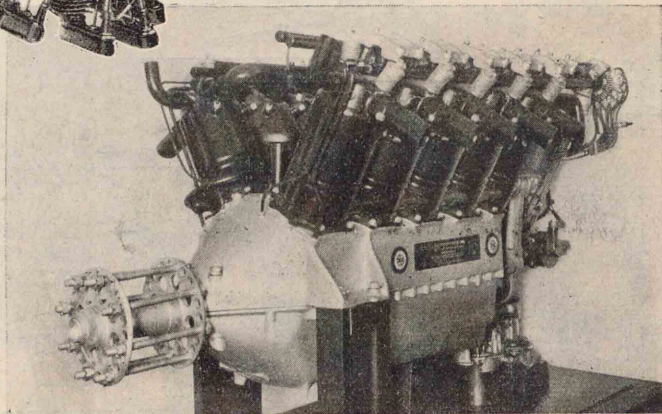
↑ タービン船 (現代)



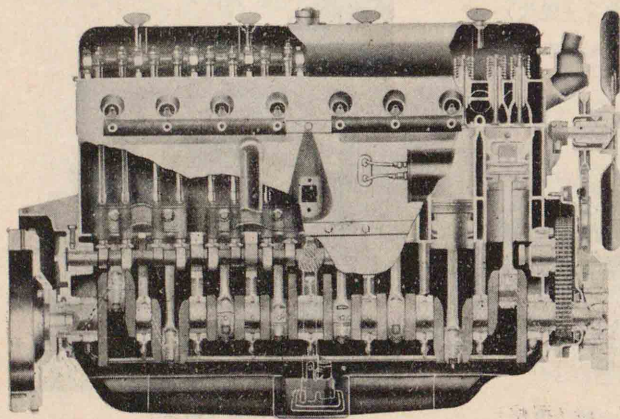
↑ 蒸気機関車 (現代)



← 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

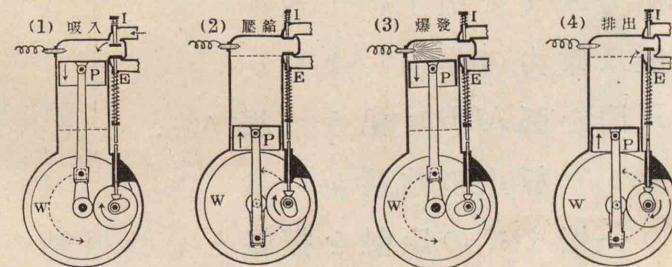


↑ 自動車用ガソリン発動機

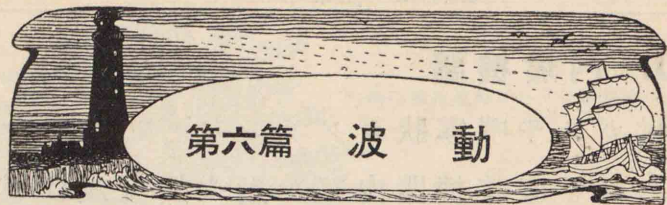
10. 内燃機関

石炭ガスや噴霧状ガソリンなどに空気を混じ、これを直接、機関内部で点火爆発或は燃焼させて生ずる気体の圧力を利用し、動力を得る装置を一般に内燃機関といひ、ガソリン発動機、石油発動機、ディーゼル機関などはこれに属する。

内燃機関の動作は、通常連続的な4段の衝程をとる。(1)ピストンが下方に動いて瓣が開き、混合気体を気筒内に吸入する(吸入衝程)。



(2)次にピストンが上方に進んで混合気体を圧縮する(圧縮衝程)。(3)混合気体に点火して爆発させると、ピストンが下方に押される(爆発衝程)。(4)ピストンが再び上方に進んで爆発生成物を他の瓣から排出する(排出衝程)。

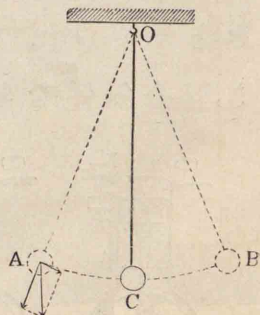


第六篇 波動

第一章 振動及び波動

1. 振子

小さくて重い錘を軽く伸びない糸に結んで吊したものを振子といふ。振子の糸の長さを振子の長さといふ。今、振子の錘を静止の位置Cより、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の距離を錘が1回往復するに要する時間を、週期といふ。長さ一定なる振子の週期は錘の質量や振幅に關せず一定である。この性質を振子の等時性といふ。



* 實際は、空氣の抵抗などによつて振幅の次第に減する減衰振動を示す。

週期を T 秒とし、振子の長さを l 糎とすると

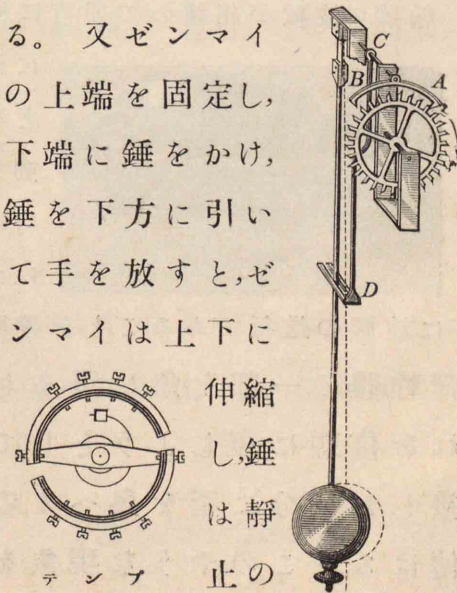
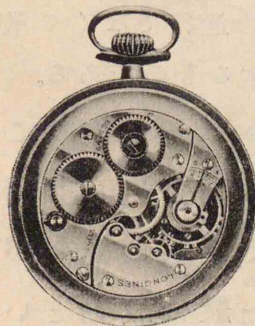
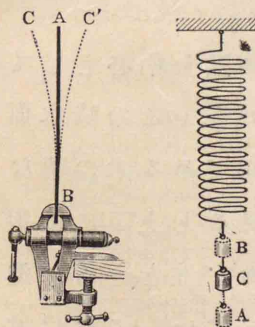
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

なる關係がある。それで T と l とを測つて g を求めることができる。

問 週期 2 秒なる振子の長さを求めよ。

2. 彈性振動

金屬棒の一端を固定し、他端を少し引いて急に手を放すと、この端は静止の位置を中心として振動する。又ゼンマイの上端を固定し、下端に錘をかけ、錘を下方に引いて手を放すと、ゼンマイは上下に伸縮し、錘は静止の



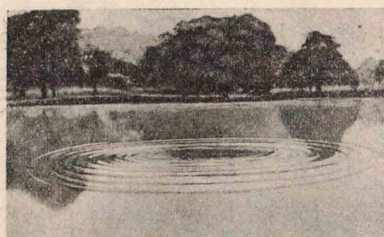
伸縮し、錘は静止の

位置を中心とし上下に振動する。このやうな振動を弾性振動といひ、又等時性を有する。普通の柱時計では、ゼンマイの弾力で廻轉する齒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を用ひ、その弾性振動の等時性を利用してゐる。

問 懐中時計が遅れる時、調整用の針をFの方へ寄せるのは何故か。

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狀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、波とともに進行はしない。これは波は水の進行でなくて、單

に波形の進行であることを證明するものである。

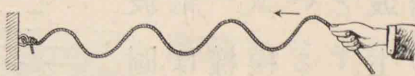
弾性體の一部を急に歪ましめると、弾力はこれを舊態に復しようとして、振動を生じ、且隣接した部分に歪を與へるので、逐次に振動が傳はる。このやうな現象を一般に波動とい

ひ、音波や地震波のやうに、弾性體に起る波動を弾性波といふ。振動を傳へる物質を波の媒質といふ。

4. 横波・縦波

實驗 1. 繩の一端を固定し、他端を手につつて急に

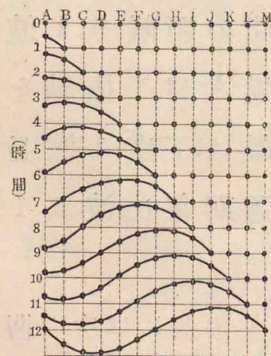
これを上下に振ると、繩は波動を



起して、その各部は手と同じやうに上下に運動し、

圖のやうに高低の波が、手もとから他端に傳はる。

上の實驗のやうに、波動を傳へる媒質の各部

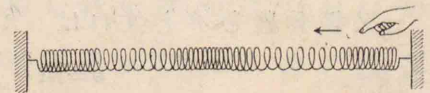


が、波の進行する方向に垂直に振動するものを、横波又は高低波といふ。横波が生ずる時、媒質の各部が振動する模様は、左の圖に示すやうである。

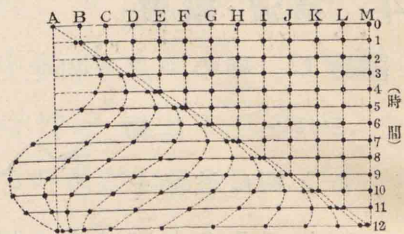
横波では、その最高の點を山といひ、最低の點を谷といふ。

實驗 2. 長いゼンマイ

の兩端を固定し、一



端に近い部を押縮めて急に放すと、その部は直ちに戻るが、縮んだ状態はゼンマイに沿ひ他端に進む。上の實驗のやうに、媒質の各部が、波の進行する方向に振動するものを、縦波又は疎密波といふ。縦波の生ずる模様は、圖のやうである。



横波でも縦波でも、同時刻に振動の同じ有様にある諸點は、同じ位相を有するといひ、同じ位相を有する相隣れる二點間の距離を、1波長といふ。圖の一端にある點Aが1振動を完結するまでに波が進む距離は、丁度1波長に相當する。故に振動の1週期毎に波は1波長だけ前進する。

よつて週期 T 、波長 l 、波の速さ v の間には、次の關係がある。

$$l = vT$$

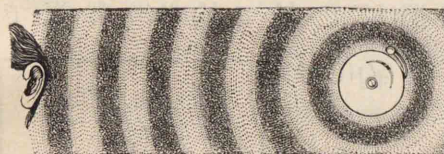
又振動数を n とすれば $n = \frac{1}{T}$ であるから

$$v = nl$$

第二章 音 波

1. 音

物體が激しく振動すると、これに接した空氣が、或は押されて濃厚(密)になり、或は離れて稀



薄(疎)になり、疎密の波が四方に傳播する。これを

音波といふ。音波が鼓膜に達して聽神經を刺戟すれば、音の感覺を起す。

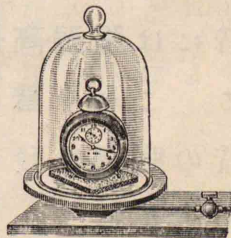
通常聞き得る音の振動数は、毎秒約16から40000までである。又聲帯の振動数は、毎秒約90から1000までである。

實驗 空氣ポンプの鐘中に目覺

時計を入れて鳴らして見ると、

排氣した場合は良く聞えない。

これは何故か。



音波を傳へるもの即ち音の媒質は、空氣ばかりでなく、すべての彈性體は何れも音の媒質である。

2. 音の速さ

花火を見てから爆音を聞くことは、よく経験するところで、この事実より、音が傳はるのには時間を要することがわかる。

音の速さは媒質及びその温度によつて異なる。空気中では常温(15°)に於て約340秒米で、温度1°の昇降により約0.6秒米の増減がある。

問 電光を見てから5秒後に雷鳴を聞いた。空気の温度を24°として、雷までの距離を求めよ。

	米/秒
空 気	331
水	1435
ゴ ム	50-70
鋼 鉄	4700-5200
硝 子	5000-5300

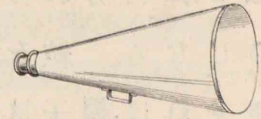
3. 音の三要素

音には強弱高低及び音色の三つが考へられる。これを音の三要素といふ。

音の強弱は發音體の振幅従つて音波の振幅の大小による。振幅が大であればその音は強い。發音體から遠ざかるに従つて音が弱くなるのは、音波が發音體を中心として球狀に擴がり、その振幅が次第に減小するからで

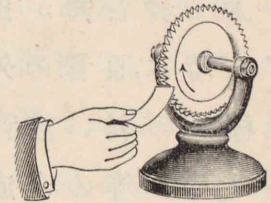
ある。

問 メガホーンを用ひると、音聲が遠くまで達するのは何故か。



音の高低即ち調子は發音體の振動數の多少による。振動數が多ければその音は高い。

實驗 圖に示すはサヴァールの齒車といふ。この齒車に名刺の縁を觸れて、車を速かに廻せば、調子の高い音を發し、緩かに廻せば、調子の低い音を發する。

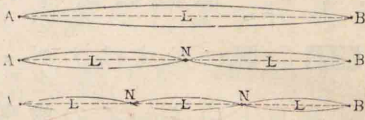
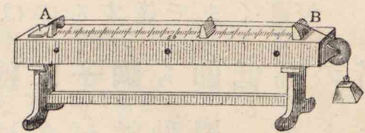


音色は音波の形狀による。同じ強さ同じ調子で發聲しても、口形の異なるに従ひ音は異なつて聞え、又琴・ヴァイオリン・尺八の發する音は、強さ調子が同じでも、夫々異なるところがあるは、皆波形の相違即ち特有な音色による。

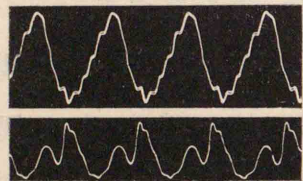
4. 絃の振動

兩端を固定した絃の中點を彈ずれば、全體1區となつて振動する。この振動を原振動といひ、その發する音を原音といふ。絃の中點を指で抑へ、絃の長さの $\frac{1}{4}$ の點を彈ずれば、絃

は2區に分れて振動し、調子は前の2倍の高さになる。絃を3區・4區などに分けて振動させれば、調子は愈々高くなる。かやうな時發する音を倍音といふ。發音體が振動する時は、原音の外に、幾種かの弱い倍音を伴ひ、それ等の合成で、音色を生ずる。



(1區の長さは半波長)



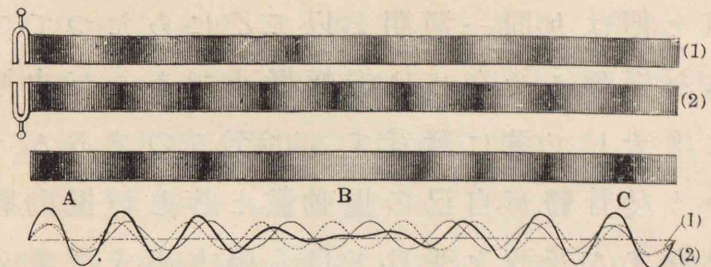
音波の波形 (上) ヴァイオリン (下) 風琴管

絃では、(1)その張力が強いほど、(2)單位の長さの質量が小さいほど、(3)絃の長さが短いほど、調子は高くなる。それで絃を要部とする樂器類

では、これ等を種々に變へて、高低ある諸音を發せしめる。

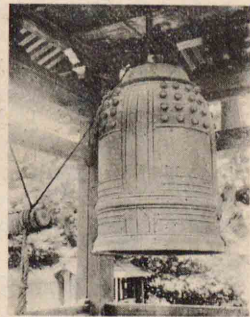
5. 音波の干涉

空氣の一部が同時に二つの音波を受ける時、一波の密部と他波の密部、或は一波の疎部と他波の疎部とが相合すれば、合波の振幅は増



大する。これに反して、一波の密部と他波の疎部とが相合すれば、合波の振幅は小となる。このやうな現象を音波の干涉といふ。

振動數の僅かに相異なる二つの音波が相干涉すると、或時は強く或時は弱い音を聞く。これを唸りといふ。1秒間に生ずる唸りの數は、二つの音波の振動數の差に等しい。釣鐘の唸りは、鐘が部分によつて少しく振動數を異にするに基づく。

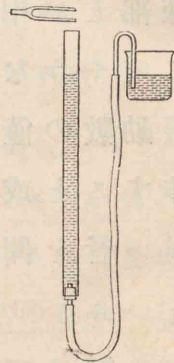


6. 共鳴

振動數の相等しい甲乙2箇の音叉を机の上に並べ、その一方甲を鳴らすと、暫くして他方乙も鳴り出す。これは甲から發する音波が、空

氣を傳はり同一週期を以て乙にあつて、これを振動させ、初めは振幅微小であるが、次第に増大して遂に發音するに至るのである。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。

實驗 長さ1米ばかりの硝子管に水を充たし、この水位を連通管によつて加減しつゝ、管口で音叉を鳴らすと、水の高さが或所に達する時、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。



上の實驗で、音波の速度を v 秒、管内の氣柱が共鳴する時の氣柱の長さを l 厘とすれば、その振動數 n は次式から求められる。

$$n = \frac{v}{4l}$$

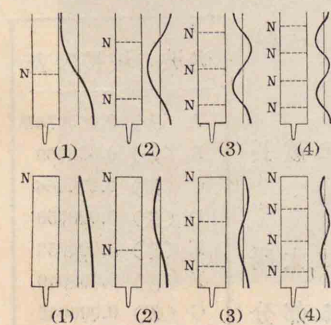
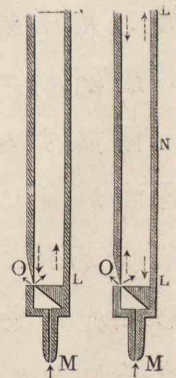
この関係を用ひれば、上のやうな實驗によつて音叉の振動數が測定される。

普通、音叉が木製の箱に取附けられてゐるのは、箱の空氣を共鳴させることによつて、音を

強大ならしめようとするのである。琴・ヴァイオリン・マンドリン・尺八などは、皆胴又は管内の空氣の共鳴を利用したものである。

7. 風琴管(オルガン管)

風琴管は空氣柱の振動を利用するもので、閉管と開管との二種がある。その口より空氣を吹込むと、氣流は楔形の唇口に衝突して、この部に複雑な振動を起すが、管内の空氣は、自己の振動に適する振動のみに共鳴して、一定の調子の音を發する。一般に風琴管を弱く吹く時は、原音を發し、強く吹く時は、開管では原音の振動數の2



倍、3倍などに相當する倍音を發し、閉管では振動數の3倍、5倍などの倍音を發する。

問 風琴管が短い時は、

調子の高い音を發するのは、何故か。

第三章 光 波

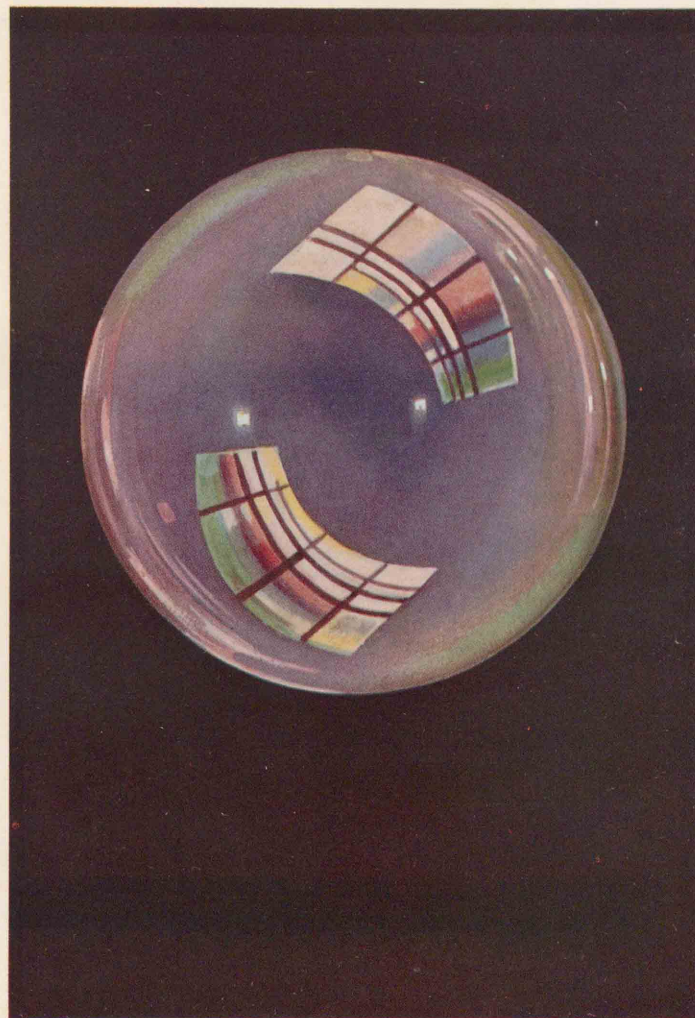
1. 光 波

ホイヘンスは光に関する種々な実験と思索との結果、光の本性は一種の波動であると考へ、光の波動説を唱へた。この説に従へば、宇宙間にはエーテルと稱する假想的物質が瀰漫し、光は、發光體の分子又は原子の振動がその周圍のエーテルに波動を起し、これが四方に傳播する一種の横波で、これを光波といふ。音波が耳に達して音の感覺を與へるやうに、光波が眼に達すれば光の感覺を生ずる。そして光の色は音の調子に相應し、振動數或は波長によつて定まるものである。

實驗の結果によれば、光波の波長は、赤色より堇色の方へスペクトルの順に次第に減る。右の表は、太陽スペクトルの黒線に相當する部分の、光波の波長を示すものである。

光波の波長の表

A (赤)	0.000076 μ
B (赤)	0.000069
C (橙)	0.000066
D (黄)	0.000059
E (綠)	0.000053
F (青)	0.000049
G (藍)	0.000043
H (堇)	0.000040

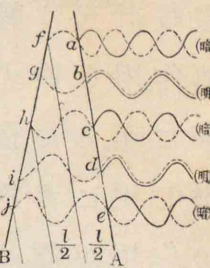
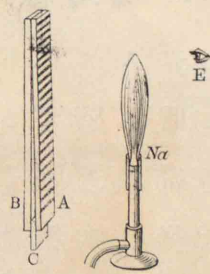


石 鹼 球

2. 光の干渉

実験 細長い硝子板 A, B の一端を接し, 他端に紙片 C を挟み僅かの間隙を作り, 板をナトリウム 焰で照らし, 焰の当たる側からその面を見ると, 黄色の明暗の縞を認める。

これは A の面から反射される光波が, B の表面で反射される光波と會合する時, 後者は兩板間の空氣層を往復するため, 二つの光波の位相に差を生じ, 光の干渉により, 或所では強め合ひ或所では弱め合つて, 明暗の縞を生ずるものである。光が



一種の波動であるとすれば, 音波の干渉と同じやうにこのやうな干渉を生じ, 明暗を生ずべきは明かなこと, この現象は, 實に光の波動説に有力な根據を與へたものである。

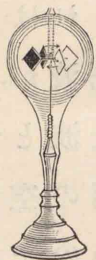
光の干渉は, 石鹼球や, 水面に浮ぶ薄い油層などにも良く見られる。この時, 日光に含まれる光は種々の波長のものがあり, 又膜は所によつて厚さを異に

するので、光が膜の表裏両面より反射されて干渉する際、或種の単色光が弱め合ふ所に他種の単色光が強め合ひ、従つて膜面に美しい色彩を現はす。

3. 輻射線

日光スペクトルを暗室内の衝立上につくり、

(1)眼に感ずる明るさを検するに、黄色部最も強く、赤色部・堇色部に至るに従ひ次第に弱い。(2)次に、鋭敏な寒暖計又は輻射計によつて、各部の熱作用を検するに、堇色部より赤色部に至るに従ひ、次第にその強さを



輻射計
の一種

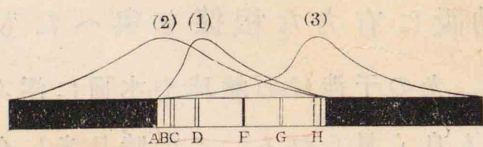
増し、更に赤色部を越えてやゝ遠い所まで、この作用が認められる。よつて日光中には、赤光よりも波長の長い一種の線があつて、眼には感じないが、熱作用を呈することが知られる。この線を赤外線又は熱線といふ。

(3)更に寫眞の

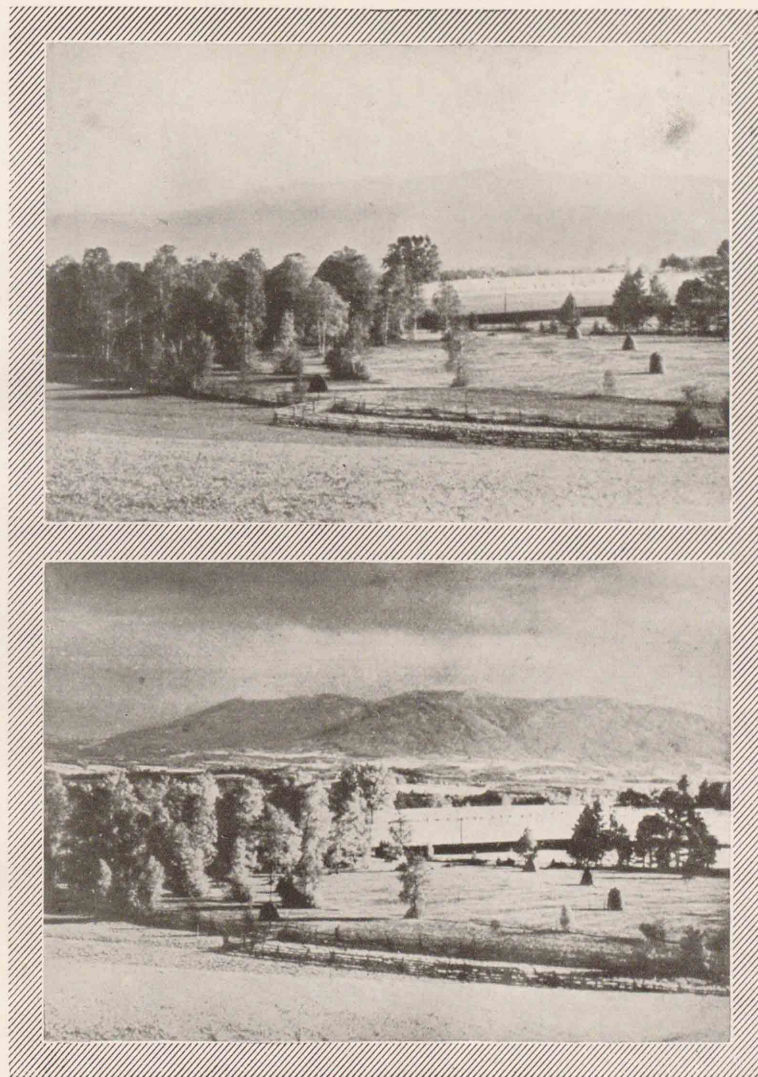
乾板をスペク

トル各部に置

いて、化學作用を検するに、赤・橙の部には殆ど



通常の寫眞(上)と赤外線寫眞(下)



(赤外線寫眞で空や山の黒いの注意到せよ)

なくて、青・堇の部が最も鋭敏である。尙、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、堇光よりも波長の短い、眼に感じな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(紫外線)又は化學線といふ。

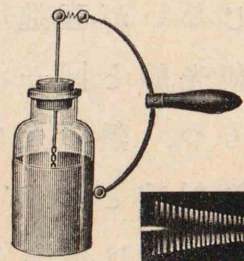
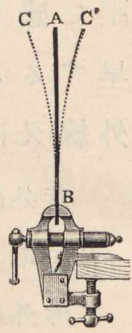
堇外線は波長が小であるため、空中に塵埃・雨滴などがある時は、著しく透過力が弱まる。これに反して、赤外線は波長が大で透過力が強い。近頃赤外線に感じ易い寫眞乾板が工夫され、これを用ひて望遠寫眞が撮影され、軍事上・測量上便益を得てゐる。

熱線・化學線は直接眼には感じないが、直進・反射・屈折などに關して全く可視光線と同一法則に従ひ、光としての性質をもつ。熱線及び化學線を可視光線と併せて、輻射線といふ。物體を熱すると、その溫度が低い間は、波長の長い赤外線を主に輻射するが、溫度が高まり約 400° を越えると、弱い光を出し約 400° — 600° に至れば、赤色光より黄色光を發し、約 1200° に至れば白色光を發する。

第四章 電 波

1. 電氣振動

圖のやうに金屬棒の一端を固定し、他端を引いて手を放すと、左右に數回往復振動してから、靜止する。蓄電したライデン瓶(一種のコンデンサー)即ち電氣を蓄へる装置)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一回飛ぶやうに見えるが、上の實驗に於



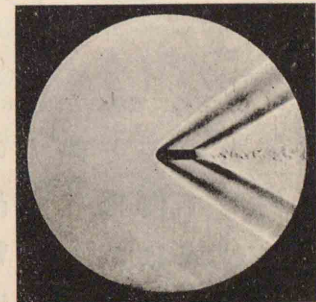
ける金屬棒が數回振動してから靜止するやうに、内外箔間に幾回も連続的に火花が飛んで後に中和する。即ちこの瞬間



に回路内に、振動數の非常に大きい一種の交流が生ずる。このやうな現象を電氣振動といひ、振動の起る回路を振動回路といふ。通常の振動電流は、圖に示すやうに振幅の次

第に減ずる減衰振動であるが、この回路に外部から適當に電氣エネルギーを供給すれば、時計の振子がゼンマイのエネルギーで振動を續けるやうに、振幅の一定した振動となるこれを非減衰振動といふ。

電氣振動の週期は極めて小で、1秒の1000萬分の1に達する。かやうに火花放電の時間は短い故、その光で照らすと、速度の大なる運動體も



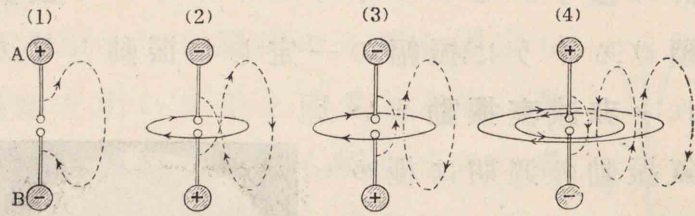
飛行する彈丸の瞬間火花寫眞

靜止してゐるやうに見える。瞬間火花寫眞は火花のこの性質を應用したものである。

2. 電 波(電磁波)

今、二つの導體A, Bを感應コイルの兩極に連結して、その間に放電させると、電氣振動が生じ、A, B兩極は交互に陰陽に帶電され、その附近の電氣力はこれに伴つて變化し、半週期毎に方向が反轉する。そして、この電氣力は次第に外方に波動をなして傳播する。

又 A, B間の放電とともに,その回路に振動電流が生ずるから,周囲の磁力も半週期毎に方向反轉して,外方に傳はる磁力の波を生ずる。



點線は電場の方向を示し,實線は磁場の方向を示す。

電氣力の波と磁力の波とは,必ず同時に生じ相伴つて傳播する故,これを合はせて電磁波といひ,或は略して電波といふ。電波は光波と同じ速さを有し,同じやうに反射屈折した,ただ波長を異にするだけである。それでこれ等を廣い意味で電磁波と總稱する。

電磁波の波長の表

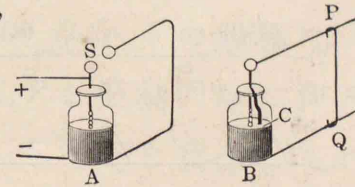
電氣振動	500 0000	電波	無線用
	10		
主として分子・原子の振動	0.5	波	赤外線
	0.2		
電子の振動	0.0000 810	可視光線	紫外線
	0.0000 380		
	0.0000 100	X線	γ線
	0.0000 0.30		
	0.0000 0000 016		

3. 電氣共振

振動數の相等しい二つの音叉が共鳴することは既に學んだところであるが,電氣振動に於ても同様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。

實驗 矩形の導線を有する2箇の相等しいライデン瓶 A, Bを對立させて, Aの内外箔を感應コイルの兩極に連ね,火花間隙 Sに火花放電を起させ, Bの導線に渡した針金 PQを左右に動かし,或一定の位置に來らしめると,

Bの内箔に接する錫箔片と外箔との間 Cに火花が發する。この時 PQ



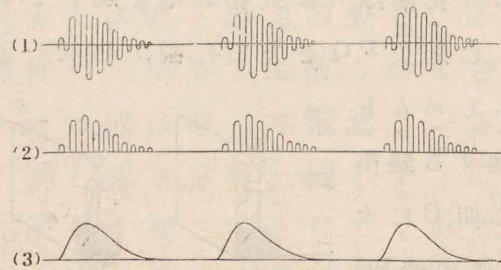
を左又は右に動かすと,この火花は消える。

かやうに一つの回路に電氣振動を起させ,これに應じて他の回路に電氣共振を起させることを,同調にするといふ。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等による。

ラヂオの受信装置では,ヴァリコン(可變蓄電器)を廻はして回路を電波に同調させる。

4. 検波器

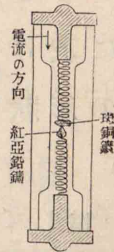
一つの回路に電気振動が誘起しても、その振動数が甚だ大であるから、回路に受話機を挿入してもその振動板は動かない。しかし電気振動の一方向の電流だけ通すやうにすれば、受話機は短い時間一方向に引續いた電流群を受けるから、振動板が動いて音を發する。



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

このやうに電気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検波器といふ。普通に用ひられる検波器には、鑛石検波器と真空管検波器とがある。

鑛石検波器は、2種の鑛石の一方を尖らせて他方の面に接觸させたものか、或は金屬の針と一種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

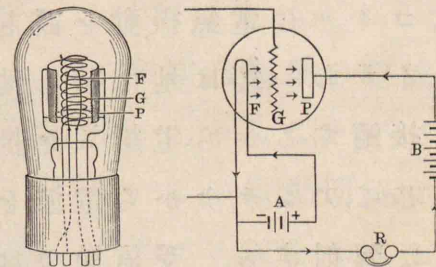


方向の電流に對しては抵抗が少なく、逆の方向の電流に對しては抵抗が大なるため、整流作用を呈する。普通には黄銅鑛と鉄又は洋銀、斑銅鑛と紅亞鉛鑛、カーボランダムと黄鉄鑛などの組合はせが用ひられる。

真空管検波器は最も鋭敏な検波器である。

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 との間に螺旋状或は網状の導體(グリッド)Gをもつ三極真空管である。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發生し、それが陽極 P に流れ

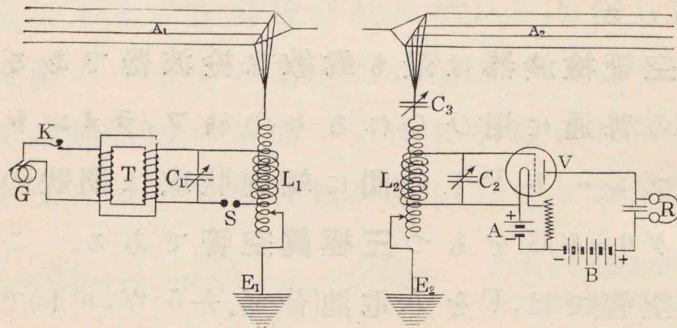
て、所謂プレート電流を生ずる。それで振動回路に電気振動が誘



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斷され、整流されたプレート電流を得るのである。

5. 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

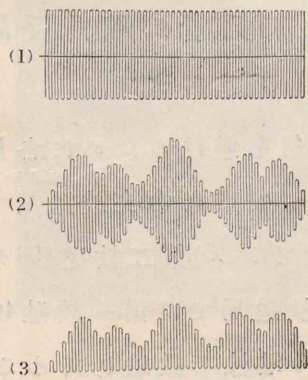
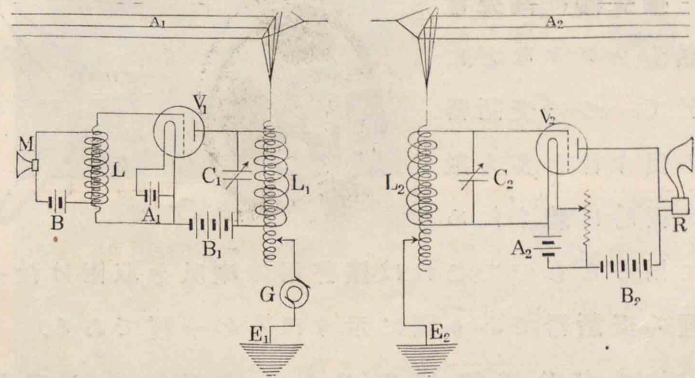


イルに交流機 G で電流を通じ、その二次コイルに生ずる高壓電流によつて火花間隙 S に火花を發せしめると、コンデンサー C₁、L₁ の一次コイルに電氣振動を誘起する。L₁ の二次コイルの一端は地に接し、他端はアンテナ A₁ に接續するから、電鍵 K を押す時間の長短に應じて、アンテナから電波を發生し、それが四方に輻射する。受信局では、受信アンテナ A₂ 及びコンデンサー C₂、コイル L₂ を同調し、到來電波を受けて、L₂ の二次コイルの回路に電氣振動を誘起させ、これを檢波器 V により整流

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。しかし近頃は、次の無線電話と同じ装置が用ひられるやうになつた。

6. 無線電話

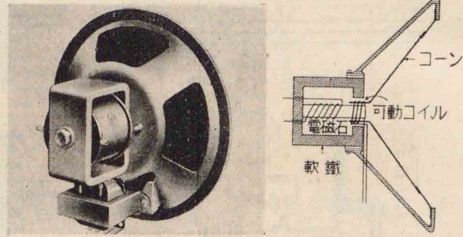
火花放電による電氣振動では振幅が次第に減るが、真空發振管を用ひれば、下圖(1)のやう



に非減衰振動の電波を發せしめることができる。この振動回路にマイクロフォンを挿入して、これに向つて發聲すれば、音波の波形に従つて、(2)のやうな變調された

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装置で受け、檢波器の整流作用により(3)のやうな振動となし、原の音響と同じ波形の音を、受話機又は擴声器によつて再現させることができる。これが無線電話の原理である。

擴声器は、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

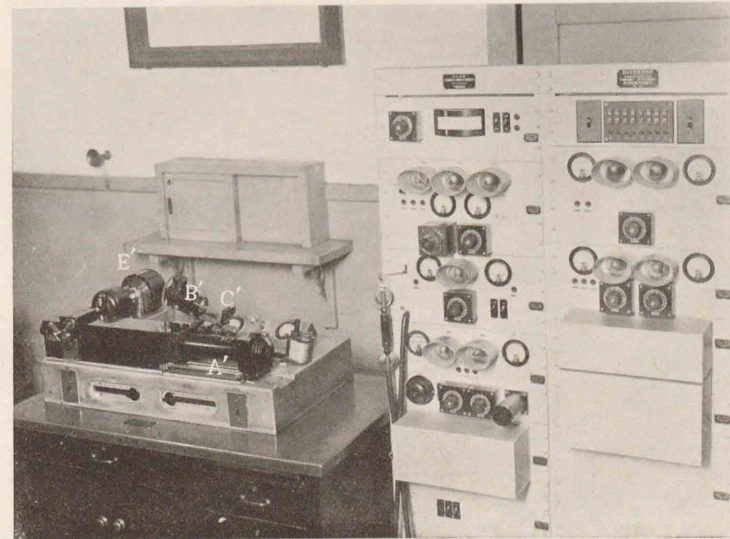
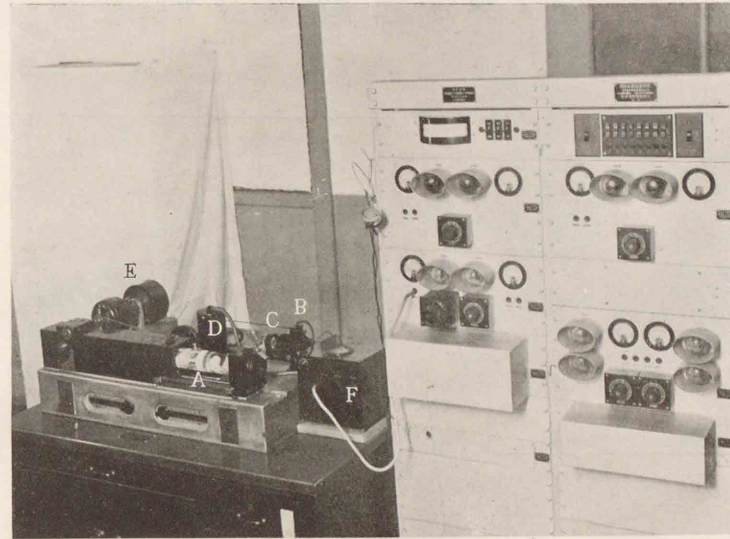


に用ひるもので、これは擴聲用の喇叭を取附けた一種の受話器であり、圖に示すはその一種である。

放送無線電話即ちラヂオは、放送局から音楽・講演などを放送するのを、加入者が隨意受話装置によつて聴取するものである。

諸所で放送するものの混信を避けるために、各局別々の波長の電波を用ひ、例へば東京中央放送局では第一放送 345 米 (870 キロサイクル)、第二放送 508 米 (590 キロサイクル)、大阪中央放送局では第一放送 400 米 (750 キロサイクル)の波長の電波で放送してゐる。

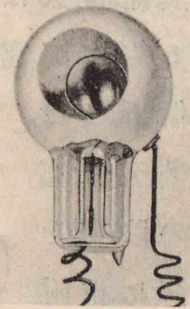
寫真電信の送受信機



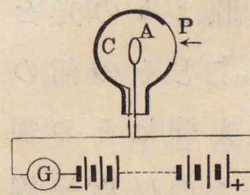
(上) 送信機 A. 原畫捲付圓筒 B. 光源 C. レンズ D. 光電管 E. 電動機 F. 光電管電流增幅機
(下) 受信機 A'. 感光膜捲付圓筒 B'. 光源 C'. レンズ E'. 電動機

7. 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、陽極にはニッケル又は白金の輪を用いたものを、光電管といふ。



圖のやうに、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當り、こゝから電子が放出され陽極に流れるからである。實驗によれば、この電流の強さは光の強さに比例し、管内に或種のガスを入ると、感度は一層鋭敏になる。

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、寫真電信・テレヴィジョン・トーキーや光度の比較などに用ひられる。

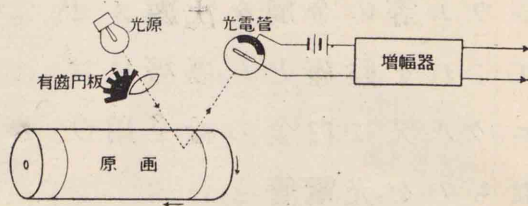


↑上圖は下圖(東京中央電信局)を電送せるもの。
左上の圖は電送せる寫眞の一部(矢で示す部分)を擴大せるもの。

8. 寫眞電信

寫眞・繪畫又は文字を電氣的に遠隔の地に傳へるものが、寫眞電信である。

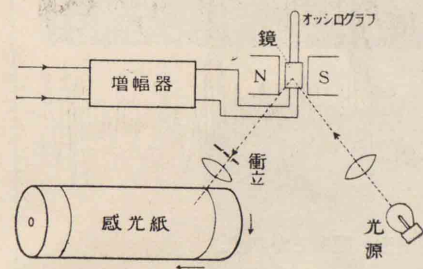
送信所では、原畫(又は寫眞の陰畫)を圓筒に捲附



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、光源よりの光をレンズで集めて一點づゝ照らすと、その部の濃淡に應じ反射光線(又は透過光線)はその強さを異にして光電管に入る。この反射光線(又は透過光線)は、光電管によつて相應變化の電流に換へられ、それが増幅されて受信所に送られる。

受信所では、受信電波を増幅して、オッシログラフといふ装置に通ずる。オッシログラフの鏡は、變化電流の強さに應じて傾くやうになつてゐる。それで鏡に光源よりの光點を投げ、又適當な衝立(光點と同じ幅を持つ)を置けば、

鏡の傾斜の大小に應じて、衝立から左右の外側に洩れる光量に大小を生ずる。この光を



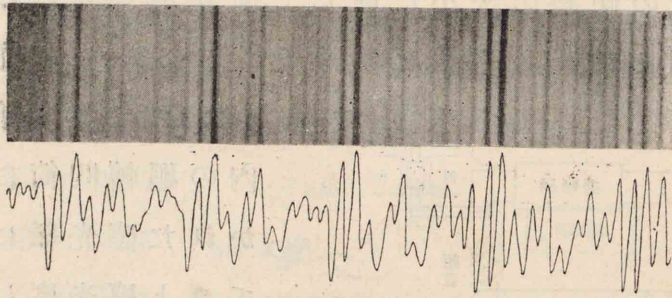
レンズで集め、暗箱内の廻轉圓筒に捲かれた感光紙にあてると、感光度はこの光量の大小に關

係するので、原畫が再現される。この際、送受信所の兩圓筒を同じ速度に即ち同期的に動かす装置を要する。

9. 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。光電管の發生電流を増幅し、擴聲器によ

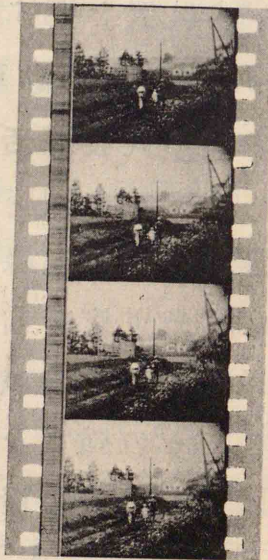
* talkie—talking moving picture の略。音の記録に、長短の條を以てする式もある。



録音と相應電流の強弱とを示す。

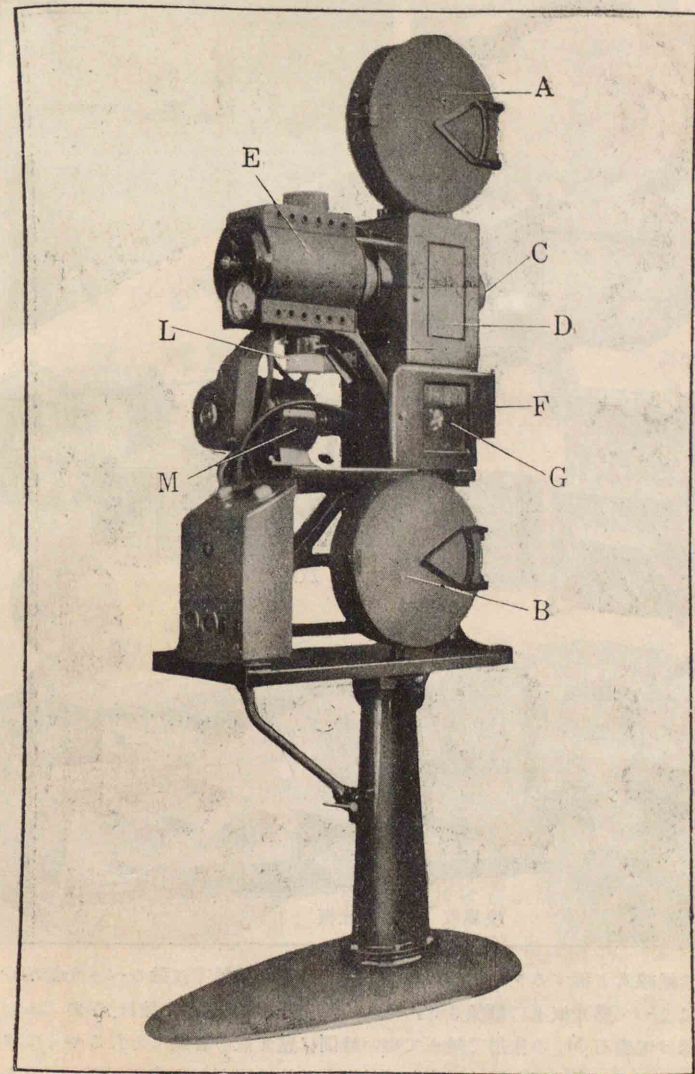
つて音聲を再現するのである。それで撮影の時と同じ速さでフィルムを動かさねばならぬ。

音波を記録するには、マイクロフォンによつて音波を相應電気振動に換へ、この變化電流を増幅し、これにより一つの光源の光度に強弱を起させ、この光を $\frac{1}{10}$ 耗弱の隙間を通じて、一樣の速さで動くフィルムの縁に當てて縞を印するので

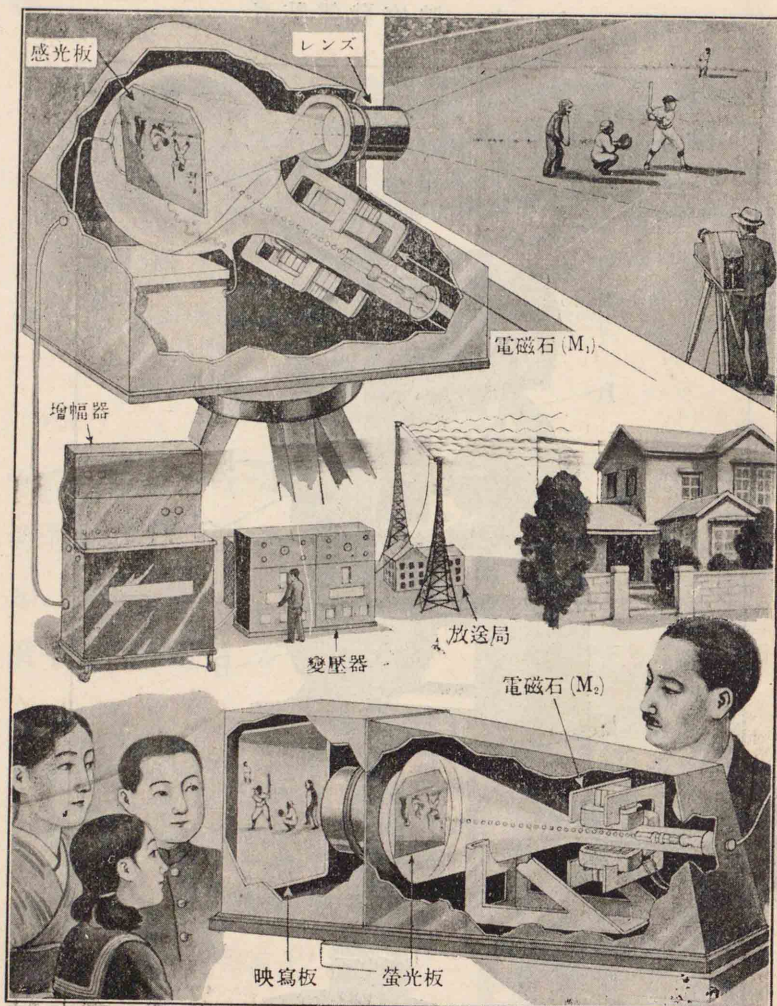


ある。圖の左にある縞がそれである。

トーカー映寫發聲裝置



A,B フィルム巻取器 C 映寫レンズ D 映寫器 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



圖は陰極線式と稱するテレビジョンの装置で、送影装置では送るべき光景をレンズによつて感光板上に結像させ、その一點に陰極線(電子の流れ)をあてる。陰極線は電磁石 M_1 の作用で極めて短い時間に感光板の各點にあたるやうにする。さうすると感光板の明暗に応じて放電し電流の強弱が生ずるから、これを増幅して電波で送る。受影装置では到来電波を整流してその回路に陰極線管を挿入し、それから發する陰極線を蛍光板にあてる。この際 M_1 と同期にはたらく電磁石 M_2 によつて陰極線が極めて短い時間に蛍光板全體にあたるやうにし、送影と同じやうな像を得る。これをレンズで廓大して見るのである。

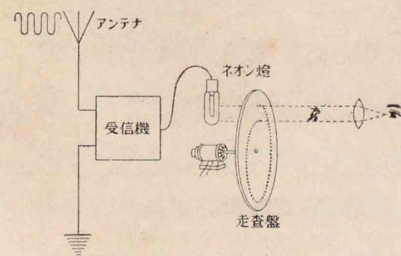
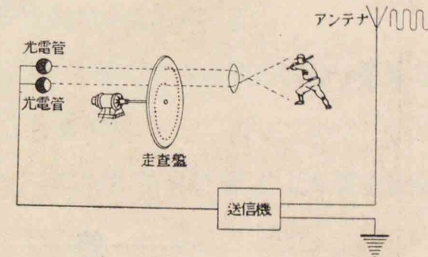
10. テレビジョン(電視)

遠方にあつて活動する物體を、電氣的に視る装置が、テレビジョン*である。これには種種の様式があるが、その一種は、送影装置に電動機によつて速かに廻轉される走査盤といふ圓盤がある。物體より反射される光を、この圓盤に螺旋形

に穿たれた小孔の數だけの細かい部分に分ち、小孔を通して、順次

速かに光電管に送る。光電管はその都度、光の強さに應じた電流を生じ、電流の變化が無線送信機回路によつて受影所に送られる。

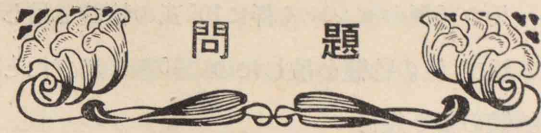
受影装置では、受信回路よりの電流の



* television——遠視の意。テレビジョン受影装置に陰極線管球を用ひたものもある。

變化に應じてネオン燈の光度が變化する。
 それでこれを送影装置の走査盤と同数の小孔を有し且同期的に廻轉する走査盤の小孔を通じて見ると、物體から反射された光に相應する強さの光が同じ順序、同じ速さで眼に入るので、實物を見るのと同じ感じを起す。

——終——



緒 論

1. 物指を用ひて物體の長さを測定する時の注意如何。
2. C·G·S·單位の便利な點を説明せよ。
- ✓ 3. 比重と密度との差異及び關係を述べよ。
4. 長さ50厘、幅30厘、厚さ20厘の直六面體の木材の質量15匁なる時、その密度及び比重如何。
5. 銅(比重8.9)500瓦と金(比重19.3)750瓦とより成る合金の比重を問ふ。

第一篇 物 性

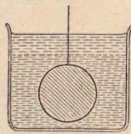
第一章 物質の通性

6. 茶碗の割れ目を手で合せても、接合しないのは何故か。
7. 郵便切手を貼附するのに、濡らさなければ附着しないのは何故か。又乾かなければ剥げ易いのは何故か。
8. 衣服に附いた蠟は吸取紙でこれを蔽ひ、その上から熱い鏝を当てると取れる。何故か。
9. 大氣の各成分がその比重を異にするのに拘らず、層に別れないのは何故か。

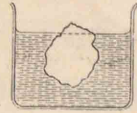
10. 長さ20呎のゼンマイ秤に100瓦の物体を吊したのに、25呎に延び、他の物体を吊したのに40呎に延びたといふ。後の物体の重さ幾何。

第二章 液 體

11. 海面より7米下にある船底に5平方呎(呎²とも書く)の孔が出来た。この孔に板を當てて水の浸入を防ぐには、幾何の力を要するか。但し海水の比重を1.02とする。
12. 水中にある石を綱で吊上げやうとする時、石が水際に来ると綱が切れることがあるのは何故か。
13. 空気中で45 斤を支へることが出来る人は、水中では幾何の石を支へることが出来るか。但し石の比重は2.5とする。
- ✓14. 厚さ8呎の板が、3呎だけ水面に出て、浮いてゐる。この板の比重は幾らか。
15. 船が淡水から鹹水に入る時、吃水線は如何に變はるか。
- ✓16. 容器に入れた水の中に、重さ300瓦の鉛塊を糸で吊下げる時は、容器の底に及ぼす水壓の變化如何。但し鉛の比重は11.4とする。
- [注意] 鉛の重さ300瓦から $300 \div 11.4 = 26.3$ 瓦を引いた残りの重さは、糸によつて支へられてゐる。
17. 氷(比重0.92) 500立方呎(呎³とも書く)が融けて水となれば、この體積は何程となるか。



18. 器に冷水を入れ、氷片を浮べる時、氷が融けるに従つて水面の位置は變はるか。理由を附して答へよ。

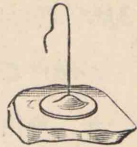


19. 比重0.8、質量100瓦の木片を、水中に全く押沈めるには、何程の力を要するか。
20. 金剛石と金とより成る指環を空気中と水中とで測り、夫々80.5瓦と75.5瓦とを得た。金剛石と金との比重は夫々3.5と17.5とであるとする。指環には幾何の金剛石が附いてゐるか。
21. 比重9なる金屬塊がある。内部に空隙があるため、空気中では重さ810瓦、水中では715瓦あつたといふ。空隙の體積を求めよ。

第三章 氣 體

22. 天秤の一方の皿に木片を載せ、他方の皿に眞鍮の分銅を載せて釣合はしたものを、眞空鐘内に入れると、如何なる變化が起るか。
23. 水を充たしたコップに紙の蓋をし、コップを倒にしても水が流れ出ない理如何。
24. サイフォンが働き得るためには、その兩脚の長さに制限があるか。理由を附して答へよ。

25. 圓形の革の中央に絲を附け、革を石に密着させて絲を上げると、石は革と共に揚がるのは何故か。



26. 壓力水銀柱 760 耗の時 300 立方糎の空氣がある。同溫度に於て壓力が 600 耗とならば、體積は何程となるか。
27. 或器内の溫度は變はらないで、壓力が水銀柱 770 耗より 760 耗に減じたといふ。器内の空氣の何分の一が器外に出たか。
28. 上端を閉じた長さ 20 糎の管に錘を附けて海底に沈め、これを上げて檢べたのに、水は管の半分の所まで浸入したことがわかつた。海の深さ幾米か。但しこの時の氣壓は水銀柱 760 耗、水銀の比重は 13.6、海水の比重は 1.02 とせよ。
29. 空氣ポンプの密閉器と細管の容積を V 、圓筒の容積を v 、密閉器内の最初の壓力を p_0 、活塞を n 回引上げた後の壓力を p とすれば、次の關係があることを證明せよ。

$$p = p_0 \left(\frac{V}{V+v} \right)^n$$

第二篇 熱

第一章 熱量

30. 比熱 0.11 の物質 150 瓦を溫度 80° より 230° まで熱するに要する熱量如何。

31. 50° の風呂湯の溫度を 43° にするには、 15° の水を幾% 加へればよいか。
32. 80° の銅(比熱 0.095) 20 瓦を 10° の水 100 瓦中に入れ、ば溫度は幾度となるべきか。
33. 高溫度の物體は同狀態の低溫度の物體より常に多量の熱を含有すると云ひ得るか。

第二章 熱の作用

(I) 膨脹

34. 罎の、固い栓を抜くのに、これを温める理如何。
35. 溫度 0° に於て正しい鉄製の尺度で、 16° の時或物體の長さを測つたら、53.72 糎あつたといふ。この物體の 16° に於ける眞の長さは幾らか。但し鉄の線膨脹係數は 0.000012 である。
36. 眞鍮の圓板がある。この面積は溫度 10° で 600 平方糎ある。これを 196° に熱すると、面積が 604 平方糎となる。しかれば眞鍮の線膨脹係數は幾らか。
37. 寒暖計の球を湯に入れると、最初は少し水銀柱が降り後に昇るのは何故か。
38. 液面に浮ぶ物體がある。兩者の溫度が同じやうに上昇して、物體は前よりも多く沈んだといふ。如何なる理由によるか。

39. 深さ20米の池底より水面に浮び出る気泡がある。池底の温度 4° 、水面の温度 20° なる時、気泡の体積は如何に變はるか。但し外氣壓を1氣壓とする。

(II) 状態の變化

40. 物を冷すには 0° の氷と、 0° の水との何れが有效か。この理由をも併せ答へよ。
41. 100° の熱湯と 0° の氷との等質量を混じたのに、温度は 10° となつた。氷の融解熱を問ふ。
42. 1氣壓に於て 0° の氷 100 瓦を絶えず一様に熱したら、4分間で全く融解し、尙5分を経て沸點に達したといふ。氷の融解熱を問ふ。
43. 温度 0° の氷塊中に 90° の銅塊 200 瓦を入れたのに、氷 21 瓦を融かしたといふ。銅の比熱を求めよ。
44. 醬油・酒等の凍り難いのは何故か。
45. 富士山頂の氣壓を水銀柱 488 耗とし、直径 30 厘の釜の蓋に幾何の重さを載せる時、釜の中の水が平地に於けると同じ温度で沸騰するか。
46. 鉄瓶内の水が沸騰しつつある。その口より噴出する水蒸氣が、遂に認め難くなるまでの徑路を説明せよ。
47. 1氣壓の下に於て 0° の氷 1 瓦を 100° の水蒸氣にするには、幾カロリーの熱が必要か。

48. 熱帯地方では、素焼の瓶に水を充たして蓋をし、夜中風當りの良い所に置いて、著しく冷えた水を得るといふ。素焼の面から水の蒸發することから、この理由を考へよ。
49. 蒸氣で甚く火傷するのは何故か。

第三章 大氣の乾濕

50. 空氣の温度同じきも、濕度の異なる時の方が、蒸し暑く感ずるのは何故か。
51. 眼鏡を掛けたまゝ浴室に入り、又は冷蔵庫から出ると、眼鏡が忽ち曇るのは何故か。
52. 氷山が屢々濃霧に圍まれ、夏、冷水を入れたコップの外側に水滴が生ずるのは何故か。
53. 暖かい室内と寒い室外との境界をしてゐる窓硝子に、多量の水滴が出来る理由を問ふ。
54. 驟雨が比較的午後に多いのは何故か。
55. 暖流と寒流との相合する地方に霧が多く出来る理由を問ふ。
56. 空氣の温度が 33.7° で露點が 20.4° なる時、その濕度幾何なるか。

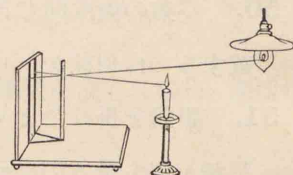
温 度	20°	21°	33°	34°
水蒸氣の最大壓力(水銀柱耗)	17.4	18.5	37.4	39.6

第三篇 光

第一章 光 線

57. 日光により電柱は黒い影を地上に投ずるが、その電線はさうでない。何故か。

58. 棒の影の黒さが等しくなるやうに調節して、二つの光源の光度を比較する光度計がある。この原理を問ふ。



59. 16 燭光の電燈が60 糎の距離にある衝立上に生ずる明るさと同一の明るさを、5 燭光の電燈を以て生せしめるには、これを衝立より幾糎の距離に置くべきか。

第二章 光の反射及び屈折

(I) 反 射

60. 硝子窓を透して外から内を覗くと、自己の像をも見るが、内から外を見る時は、外の景色だけしか見えぬ。何故か。
61. 直立せる平面鏡の前に立つて、自己の全身を見ることの出来る鏡の最小限度を問ふ。
62. 二箇の平面鏡を互に垂直に置き、その間に一つの物體を置けば、幾箇の像が認められるか。圖を畫いて説明せよ。

63. 長さ2 糎の焰を、焦點距離30 糎なる球面凹鏡の前方36 糎の距離に置いた時、この鏡によつて生ずる像の向き・位置及び大いさを求む。
64. 半徑45 糎の凸面鏡の中心より15 糎の所に、長さ5 糎の物體を立てる時、像の種類・位置・大いさを求めよ。

(II) 屈 折

65. 金剛石が普通の硝子よりも輝いて見えるのは何故か。
66. 水中に電燈を點じ、空気中よりこれを窺ふに、その光を認め得ない場合があるか。理由を附して答へよ。
67. 光が甲媒質より乙媒質に入る時、入射角が 45° なる時は屈折角は 30° であるといふ。然らば光が乙物質より甲物質に出る時全反射を生ずる臨界角如何。
68. 焦點距離12 糎の凸レンズを以て、これより120 米の距離にある煙突を寫したのに、長さ3 糎の像を得た。煙突の高さを問ふ。
69. 凸レンズを光源より遠ざけると、この實像が光源と反対側の衝立上に二度現はれることを説明せよ。
70. 焦點距離14 糎なる凸レンズを用ひて、燭火の像を壁上に生せしめんとする。燭火と壁との距離225 糎なる時は、レンズを如何なる位置に置くべきか。又像と實物との大いさの比如何。

71. 焦点距離 5 厘の凸レンズを以て、物体の大きさの 10 倍の虚像を作らんとする。物体を如何なる位置に置くべきか
72. 焦点距離 1 米の凸レンズの後方 0.5 米の所に、レンズの軸に垂直に平面鏡を置く時、レンズの前方 2 米の所にある光点の像は何所に生ずるか。
73. 焦点距離 10 厘なる凹レンズの前方 15 厘の所に、長さ 4 厘の物体を置いて生ずる虚像の位置及び大きさを算出し、且これを作図せよ。
74. レンズ A の前方 60 厘の所に物体を置けば、レンズの後方 30 厘の所に像を生じた。今他のレンズ B を A と重ねて置いたら、物体の像は、物体とレンズとの中央に移つたといふ。レンズ B は凸レンズであるか、凹レンズであるか、又焦点距離は何程であるか。

第三章 レンズの應用

75. 水中では焦点距離 (空気中での) の極めて小さい凸レンズを用ひないと、物体を明瞭に見ることが出来ない理如何。
76. 明るい戸外より屋内に入ると、暗く感ずるのは何故か。
77. 明視距離 15 厘の人及び明視距離 40 厘の人は、幾デオプターの眼鏡を用ふべきか。

第四章 光の分散

78. 露が美しい色を呈して輝くのは何故か。

79. 硫酸銅の青い結晶を碎くと、白みがゝる理如何。
80. 電燈の光を赤硝子を受けてその反射像を見ると、赤色及び白色の二像を認める。その理由を問ふ。
81. 夜間燈火の下で見ると、晝間日光の下で見るとは、物体の色が異なる。何故か。
82. 繪具の混合とスペクトルの色の混合との相違することを、例を擧げて説明せよ。

第四篇 磁氣・電氣

第一章 磁 氣

83. 磁石を吊し、この一極に他の強い磁石の同名の極を近づける時、吸引されることがあるのは何故か。
84. 鋼鉄棒の一端を磁針の一極に近づけたのに、この極は棒に引寄せられた。磁針のこのフレは、棒が既に磁化してゐたためか、又はこの際の感應によるものなるかを檢べる方法如何。
85. 馬蹄形磁石がそれ自身でも磁氣を保存するのは何故か。
86. 磁針をコルクに載せて水面に浮べる時、磁針は北方又は南方に移動するか。
87. 磁針を糸で水平に吊すには、糸をどこに附けるとよいか。又この理由を説明せよ。

第二章 電 流

88. 二つの電池の電動力の、何れが大なるかを知る方法如何。
89. 同種の大なる電池と小なる電池とは、その働きに於て如何なる相違があるか。抵抗は如何。又流れる電氣の總量の點はどうか。
90. 起電機の電氣と電池の電氣との異同を、事實について論せよ。

第三章 電氣抵抗

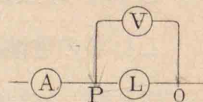
91. 同質同長の二つの針金の電氣抵抗が、夫々4オーム及び9オームで、その太い方は切口の直徑1耗である。細い方の直徑は何程か。
92. 導線の長さを2倍にし、切口の半徑を半分にするれば、電氣抵抗は如何に變ずるか。
93. 針金の兩端に於ける電位差が2.4ヴォルトで、抵抗が36オームである。電流の強さ如何。
94. 100ヴォルトの電壓で0.4アンペアの電流を通ずる電球がある。この電氣抵抗は幾オームであるか。
95. 抵抗150オームで、0.8アンペアの電流を要する白熱燈を點するには、幾ヴォルトの電位差を要するか。
96. 3オーム、5オーム及び6オームの抵抗ある三本の電線を並列につなぐ時の抵抗は、幾オームか。

97. 同形・同大・同質なる n 本の導線を並列に連結する時の全抵抗を求めよ。
98. 0.8アンペアの電流を、途中で、抵抗20オーム及び80オームの二本の導線に分けて通せしめる時は、各電線を通ずる電流は幾アンペアなるか。
99. 電動力1.08ヴォルト、内抵抗4オームの電池の兩極を、8オームの抵抗を有する電線で連結する時、電流の強さ幾アンペアなるか。
100. 電動力1.9ヴォルト、内抵抗2.5オームの電池の兩極を、導線を以て結んだのに、電流の強さが $\frac{1}{10}$ アンペアであつたといふ。電線の抵抗を算出せよ。
101. 抵抗2オームと3オームの二本の針金を列に連れ、この兩端を電動力1.1ヴォルト、内抵抗1オームなる電池の兩極に結ぶ時、各々の針金及び電池を流れる電流の強さ幾何。
102. 外抵抗16オームの導線に0.5アンペアの電流を生ずるには、電動力1.8ヴォルト、内抵抗1.6オームの電池幾箇を用ひれば可なるか。
103. ブンゼン電池5箇を行につないで、或導線に電流を通じたのに、強さ7.2アンペアの電流を得た。同じ電線を用ひ、これ等の電池を列につなぐ時、強さ幾何の電流を得るか。但しブンゼン電池の電動力は1.8ヴォルト、内抵抗は0.2オームとする。

第四章 電流の作用

(I) 熱作用

104. 電燈への導線は太く、ラヂオ受信器に用ひられる線が細い理由を問ふ。
105. 抵抗5オームの電線に2アンペアの電流を1秒間通する時、発生する熱量は4.8カロリーである。しかる時は、8オームの抵抗ある電線中に3.5アンペアの電流を通する時に、毎秒発生する熱量は幾カロリーなるか。
106. 抵抗100オームの導線に0.5アンペアの電流を1分間通する時は、幾カロリーの熱量を生ずるか。
107. 或針金に5アンペアの電流を通じたのに、1分間に500カロリーの熱を生じたとすれば、この針金の抵抗如何。
108. 100ヴォルト、16燭光のタングステン電燈2000箇を點するのに、300アンペアの電流を要する時は、1燈の抵抗及び所要の工率各幾何なるか。
109. 圖の如く、一つの白熱電燈Lに電流を供給せる電路に、Aなるアンペア計を入れ、Lの兩端に抵抗5000オームのVなるヴォルト計をつないだのに、Aは0.42アンペアを示し、Vは100ヴォルトを示した。電燈は毎燭光1.25ワットの電力を要するものとすれば、この電燈は幾燭光であるか。



Handwritten calculations:

$$5000 \times 0.42 = 2100$$

$$I = \frac{1}{50}$$

(II) 化學作用

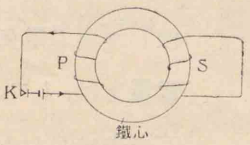
110. 硫酸銅の電氣分解に白金極を用ひれば、如何なる結果を得べきか。銅極ならば如何。
111. 15アンペアの電流を3時間硫酸銅溶液に通じて53.1瓦の銅を析出した。25アンペアの電流を53分間硝酸銀溶液に通する時は、幾何の銀を析出し得るか。但し銅の化學當量を31.8、銀の化學當量を108とする。
112. 溫度20°、壓力765耗にて體積0.42立の水素を得るためには、稀硫酸中に2アンペアの電流を幾分間通すべきか。但し水素の電氣化學當量は0.00001045瓦とする。電氣化學當量とは、1アンペアの電流で毎秒析出する物質の質量を、瓦で表はしたものである。

(III) 磁氣作用

113. 平行なる二本の針金に同方向又は反対方向の電流を通する時は、夫々互に吸引又は排斥する。この理由を説明せよ。
114. 電信機の構造・作用を略圖を畫いて説明せよ。
115. 電信機に用ひる繼電器の構造を圖解し、これを用ひれば電信設備の費用を輕減し得る所以を述べよ。
116. 導線に電流が通する場合に現はれる諸作用を、各一例を與へて列擧せよ。

117. 一つの銅線に電流が通じてゐるか否かを^た驗めす方法を列挙せよ。

第五章 感應電流

118. 相互感應と自己感應とを比較せよ。
119. 交流の通じてゐる電燈と直流の通じてゐる電燈とは、強い磁石を用ひると、電球の外部から充分判別し得るといふ。どうするのか。
120. 環状の軟鉄心に二條の絶縁導線 P, S を捲附けること圖の如くし、P に豫め矢に示す方向に電流を通じ置き、^{スイッチ}開閉器 K によつて急にこの電流を斷つ時、S に感應電流を生ずる。この方向を圖示せよ。
- 
121. 弱い電流で強い電流を起すに必要な手段を問ふ。
122. 感應コイルの電動力を大きくするために必要な事項を、各別に説明せよ。
123. 電話機に應用されてゐる主要な二つの事實を挙げ、それがどの部分にどのやうに適用されてゐるかを、説明せよ。
124. 電磁感應を應用せる諸装置につき、感應させる方法の相違してゐる點を比較せよ。
125. 次の各場合に使用する電流は直流なるか、交流なるか。

- (a) 蓄電池を充電する場合、(b) 白熱電燈を點する場合、(c) 變壓器を用ひて電壓を昇降させる場合。

第六章 眞空放電・放射能

126. 陰極線が磁氣作用を受ける理由を説明せよ。
127. X線と陰極線とを比較せよ。
128. 普通の物質と放射性物質とを區別する方法如何。
129. α 線と β 線とは何故磁場の作用を受けてその方向を變ずるか。

第五篇 力・運動

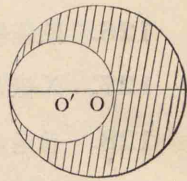
第一章 力

130. 剛體に働く三つの力が釣合ふ場合には、各力の方向及び大いさの間に如何なる關係があるか。あらゆる場合を列記せよ。
131. 100 匁の物體を、鉛直線と 30° 及び 60° の角をなす方向の二力で支へる時は、各々の力は幾何なるか。
132. 相等しい高さの二定點に一本の綱の兩端を取附け、綱の中點に一定の錘をかける時、綱の長さが短い程切れ易い理を、圖によつて説明せよ。
133. 箸を折るのに、短くなる程折れ難いのは何故か。又二

人が棒の両端を取つて振り合ふ時、太い端を取るものの方が有利である理由を問ふ。

134. 水平に置かれた、等質で各部の厚さすべて同一な、不等邊四角形の鉄板がある。これを動かさずに板の重心の位置を見出す方法を問ふ。

135. 圖のやうな三日月形板の重心の位置を求めよ。(切抜かれた小圓板の重心と、三日月形板の重心と原の圓板の重心との關係を考へよ。)



136. 地上に横たはる丸太棒がある。この一端のみを少し揚げるには a 疋の力を要し、又他端のみを少し揚げるには b 疋の力を要するといふ。棒の重さ幾何か。又重心の位置如何(樵夫のやる方法)。
137. 荷を持ち或は負ふ人が、體を傾ける理如何。又綱渡りする者が、傘や長い棒を手を持つ理を問ふ。
138. 直立した圓筒を水平な力で倒すには、上方に加へる程小さい力で宜しい。何故か。

第二章 機械の素

139. 天秤・桿秤・ゼンマイ秤は質量を測るものか、重さを測るものか。各々につき理由を附して答へよ。
140. 天秤が正確なるための條件及び天秤の感度を大きく

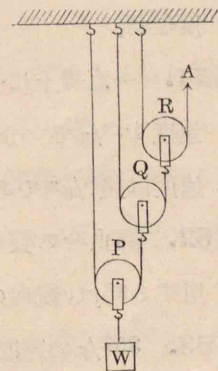
するための條件を述べよ。

141. 兩臂の長さが相等しくない天秤で物體の重量を測定せんとするに、物體を右方の皿に載せた時は W_1 瓦、左方の皿に載せた時は W_2 瓦で釣合つた。しかる時は物體の眞の重量 W は $W = \sqrt{W_1 \cdot W_2}$ 瓦なることを證明せよ。

142. 定滑車を用ひ物體を引揚げる場合、眞下に引く時と斜めに引く場合とで、釣合ふ力に變りがあるか。

143. 滑車にかゝつてゐる糸を 10 疋引いて鍾は 2.5 疋昇つた。2 疋の物體を引上げるに要する力は何疋であるか。

144. 重さ各々 4 疋なる三箇の滑車 P, Q 及び R を圖の如く組合せ、綱の一端 A を手に持つて滑車 P にかゝつてゐる重さ 24 疋の物體 W を引揚げるには幾らの力を要するか。但し滑車の摩擦及び綱の重さがないものとする。



145. 斜面の傾角の小さい場合、物體の滑り落ち難いのは何故か。
146. 滑かな斜面(傾角 α) 上に重さ W なる物體を水平の方向に支へるには、何程の力を要するか、又斜面に平行な方向に支へるには、どうか。
147. 滑かな斜面上にある物體を水平の力にて支へる時、如

何なる場合に物体の重さより大なる力を要するか。

148. 小刀にて物体を切る時、それを壓附けるよりも引く方が良く切れるは何故か。

149. 直角三角形の楔と螺旋との構造・並びに作用を比較せよ。

第三章 運動

150. 鉛直に上昇せんとする気球が、速度 $1^*/\text{秒}$ の水平に吹く風のために、鉛直線と 30° 傾いた徑を昇る。気球の鉛直速度幾何。

151. 一直線上に一様な加速度で運動する物体がある。初め速度 $10^*/\text{秒}$ で5分後の速度は $34^*/\text{秒}$ である。この運動の加速度は幾何 $^*/\text{秒}^2$ であるか。

152. 静止せる質量20瓦の物体に、5ダインの力が4秒間作用する時は、幾何の速度を得るか。

153. $30^*/\text{秒}$ の速度で運動しつつある10瓦の物体に働いて、5秒でこれを静止せしむべき力を求めよ。

154. 大舟と小舟に人が乗り、互に引合ふ時は如何なる運動を起すか。

155. 作用と反作用とが大いさ相等しく方向相反するに拘らず、綱引に勝負の決する理由如何。又摩擦のない面上では如何。

156. 船中にある人が如何に船を押しても船は進行しないのに、水底か岸を竿で押すと船は進行する。この理由を説明せよ。

157. 高さ 122.5 米の所から物体を落下させる時、地上に達するまでの時間及び地上に達する瞬時の速度を計算せよ。但し空気の抵抗は考へない。

158. 深さ15米の水面から物体を落したのに、2秒で水底に達したといふ。この物体の比重幾何なるか。但し重力による落下の加速度は $980^*/\text{秒}^2$ とし、水の抵抗は考へない。

159. $5^*/\text{秒}$ の速度を以て真上に上昇しつつある気球から、小石を落したのに、6秒を経て地面に達したといふ。石を落した時、気球は地面より幾何の高さにあつたか。

160. 地上50米の高さから $300^*/\text{秒}$ の速度を以て水平の方向に發射した弾丸は、發射後幾秒で地面に達するか。又弾丸の水平射程を求めよ。

161. $40^*/\text{秒}$ の水平速度で頭上高く通過する飛行機がある。速度 $600^*/\text{秒}$ の弾丸でこれを撃つには、どの點を狙へばよいか。

162. 半径50米の彎曲レールに於て、レール面を、水平面と 30° の傾きをなして外側を高くする時、列車の速度約幾何 $^*/\text{時}$ まで可能であるか。

第四章 運動に対する抵抗

163. 機関車や電車の車輪が滑る時、レールに砂を撒くのは何故か。又機関車が自體より重い列車を牽き走ることの出来る理由を問ふ。
164. 机上にある紙片に銅貨を載せ、紙片を急に水平に引く時は、銅貨は舊位置に止つて机上に残るけれども、緩やかに紙片を引けば、銅貨は紙片と共に動くのは何故か。
165. 砂塵が石の細片であるのに空中に浮游するのは、如何なる理によるか。
166. 雨滴が殆ど等速度運動で落ちて来るのは如何なる理によるか。
167. 急速度で飛揚してゐる飛行機の操縦者が、その降昇舵を充分上方に引上げてゐると、自然に宙返りをする事が出来るといふ。如何なる理由によるか。

第五章 仕事・エネルギー

168. 1 匁の物體を 20 米持上げるに要する仕事は幾エルグなるか。又傾斜角 30° なる摩擦のない斜面を用ひる時は如何。
169. 坂路がある。この傾斜は、坂に沿うて 4 米進む間に鉛直に 1 米上の割合である。この坂路を、重さ 1.5 噸の自動車に 2 秒米の速さで昇る時の工率は、幾馬力であるか。但し摩

擦はないものとし、又 1 噸は 1000 匁、1 馬力は毎秒 75 匁米として計算せよ。

170. 200 秒米の速度で地面より眞上に打揚げられた 3 匁の弾丸が、發射後 10 秒の時に有する位置のエネルギー及び運動のエネルギーは各何程であるか。
171. 質量 3.9 匁の銃より 10.5 瓦の弾丸を 780 秒米の速度で打出す時、銃の後退する速度及び發射時に於ける銃と弾丸との運動のエネルギーの比、各幾何であるか。
172. 一種のエネルギーが他種類のエネルギーに轉換される實例三つを挙げよ。
173. 矢を射る時、弓を引始めてから最後に矢が的中して靜止するまでの間に、エネルギーが變遷する模様を説明せよ。
174. 器械を用ひると、力を利すことがあつても、仕事を利することが出来ず、實際には却つて仕事の損失を免かれなないことを、例について説明せよ。
175. 質量 4000 匁、速度 20 時軒で走る電車が、ブレーキで止められる時、幾カロリーの熱を生ずるか。

第六篇 波 動

第一章 振動及び波動

176. 重力の加速度が 980 秒々厘の土地では、長さ 1 米の振

- 振り子は何程の週期を示すか。
177. 長さ 20 厘の振子が、0.897 秒の週期で振動する地方の重力の加速度は、何程か。
178. 時計が氣候の寒暖のために、進み或は遅れる理由を説明せよ。
179. 長さ 49 厘の振子が 8 回振動する間に、長さ 16 厘の振子は幾回振動するか。

第二章 音 波

180. 管絃樂を聞くに、離れた所でも奏せられた順序に聞える事實は、音の速さに關し何を語るか。
181. 毎秒 2 回の割合で柏子木を打つ。これより幾ら距つた所で、打つを見るのと同時にその前の撃音を聞くか。
182. 毎秒 230 回振動する音叉によつて空氣中に生ずる音波の波長は、何程か。但し音の速さは 340 秒米とする。
183. 音叉がある。空氣中で發する音の波長は 66 厘であるといふ。この音叉の振動數幾何か。
184. 振動數の差が a 秒に 1 回である二つの音波が、同時に耳に達する時に、如何なる現象を生ずべきか。
185. A, B, C 三箇の音叉がある。B の振動數は毎秒 565, C の振動數は 570 である。A と B とを同時に鳴らすと毎秒 3 箇の唸りを聞き、A と C とを同時に鳴らす時は毎秒 2 箇の唸りを聞くといふ。A の振動數を求めよ。

186. 振動してゐる音叉を臺箱の上に立てる時には、その音は強くなるが、音叉の振動は早く消失する。その理由を問ふ。
187. 琴を弾する際に、屢々左手の指で絃を抑へる理如何。
188. 毎秒 46 回の振動數をもつ風琴管の長さは幾らか。
189. 尺八又は横笛の發音する理を説明せよ。

第三章 光 波

190. 音波と光波とを比較して、その異同の諸點を列擧せよ。
191. 音波・光波・電波を比較せよ。
192. 波長が $\frac{6}{10000}$ 厘なる光波の振動數を求めよ。
193. 音波及び光波に於て、振動數の多少及び振幅の大小は、夫々どのやうな結果として感知されるか。
194. 石油二、三滴を水上に落す時、水面が色づいて見える理由を説明せよ。
195. 光線・熱線・化學線の性質・作用を比較せよ。
196. 各種の輻射線の存在は如何にして知り得るか。
197. 物體の溫度とその物體の出す輻射線との關係を問ふ。

第四章 電 波

198. 檢波器の主なるものを擧げてその作用を比較せよ。
199. 無線電信と無線電話とについて、その異同の諸點を列擧せよ。
200. 光電管の應用を述べよ。

— 計算問題答 —

頁	問 2. 1000瓦, 1033.6瓦	頁	問 20 オーム	
8	問 3. 156立方糎	100	問 7圓13錢	
14	問 2. 400瓦	102	問 0.05 アンペア	
19	問 0.7	147	問 1. 0	
22	問 4糎	問 2. $98 \frac{\text{糎}}{\text{秒}^2}$		
23	問 2. 8立方糎, 21.5	150	問 6秒	
	問 3. 0.4	154	問 980 メガダイナ	
27	問 1. $\frac{1}{77}$	問 2. 0.7656瓦	155	問 19.6米
31	問 0.125	156	問 19.6米	
36	問 22.4立	160	問 $\frac{1}{6}$ 瓦	
50	問 36燭光	170	問 21.2疋米	
56	問 1. 鏡より1米の所, 長さ40糎	171	問 1. 76疋米	
	問 2. 8.9糎, $\frac{4}{5}$ 倍	問 2. 456000 立		
90	問 1. 800 オーム	問 2. 9倍	173	問 490箇
92	問 12 オーム, 0.75 オーム	183	問 99糎	
93	問 98.5 オーム	188	問 1.73 糎	
94	問 0.6 アンペア			

問 題

4. $0.5 \frac{\text{瓦}}{\text{糎}^3}$, 0.5 5. 13.2
10. 400瓦
11. 8.74 疋 13. 75 疋 14. 0.625 16. 26.3 瓦の増加 17. 460 立方糎
19. 25 瓦 20. 1.75 瓦 21. 5 立方糎
26. 380 立方糎 27. $\frac{1}{77}$ 28. 約20.4米(管口まで)
30. 2475 カロリー 31. 40% 32. 11.3°C
35. 53.73 糎 36. 0.000018 39. 3.1 倍
41. 80 カロリー 42. 80 カロリー 43. 0.09

45. 26.3×10^4 瓦 47. 719 カロリー
 56. 45.8
 59. 33.5 種
 63. レンズより 180 種の所, 10 種 64. レンズより 9 種の所, 3 種
 67. 45° 68. 29.97 米 70. 燭火より 210 種或は 15 種の所; $\frac{1}{14}$ 或は 14
 71. 4.5 種 72. レンズの前方 0.5 米の所 73. レンズより 6 種の所, 1.6 種
 74. 15 種
 77. 2.66 デオプターの凹レンズ, 1.5 デオプターの凸レンズ
 91. 0.667 耗 92. 8 倍 93. $\frac{1}{15}$ アンペア 94. 250 オーム 95. 120
 ヴォルト 96. 1.43 オーム 98. 0.64 アンペア, 0.16 アンペア
 99. 0.09 アンペア 100. 16.5 オーム 101. 0.3 アンペア, 0.2 アンペア;
 0.5 アンペア 102. 8 箇 103. 6.2 アンペア
 105. 23.52 カロリー 106. 360 カロリー 107. 1.4 オーム
 108. 666.7 オーム, 15 ワット 109. 32 燭光
 111. 88.5 瓦 112. 約 28 分
 131. 86.6 疋, 50 疋 143. 0.5 疋 144. 6.5 疋
 150. 1.73 米/秒 151. 8 種/秒² 152. 1 種/秒 153. 6000 ダイナ
 157. 5 秒, 49 米/秒 158. 4.3 弱 159. 146.4 米 160. 3.2 秒, 960 米
 161. 水平と $\cos^{-1} \frac{1}{15}$ の方向 162. 60.6 新/時
 168. 196×10^7 エルグ 169. 10 馬力 170. 44394 ジュール, 15606 ジュール
 171. 210 種/秒, 7 : 2600 175. 14697 カロリー 176. 2.01 秒 177. 980 種/秒²
 179. 14 回
 181. 170 米 182. 1.48 米 183. 毎秒 515 185. 毎秒 568
 188. 開管 3.6 米, 閉管 1.8 米
 192. 毎秒 5×10^{14}

中學新物理

[二三四學年用]

定價壹圓貳拾錢



昭和六年十月二十日初版印刷 昭和六年十月廿五日初版發行
 昭和七年一月一日訂正再版發行 昭和七年十一月五日修正三版發行
 昭和八年一月一日訂正四版發行 昭和十年十月三十日修正五版發行
 昭和十年十一月三十日 訂正六版印刷
 昭和十年十二月四日 訂正六版發行

著 者 竹 内 時 男
東京市小石川區小日向水道町八十四番地
 發 行 者 株式會社 東京開成館
代表者 松本繁吉
東京市小石川區久堅町百八番地
 印 刷 者 君 島 潔
 發 行 所 東京市小石川區小日向水道町八十四番地
 株式會社 東京開成館
(振替貯金口座) 東京五三二二番
東京市日本橋區吳服橋二丁目五番地
 販 賣 所 林 平 書 店
大阪市東區北久寶寺町心齋橋筋角
 販 賣 所 三 木 佐 助

