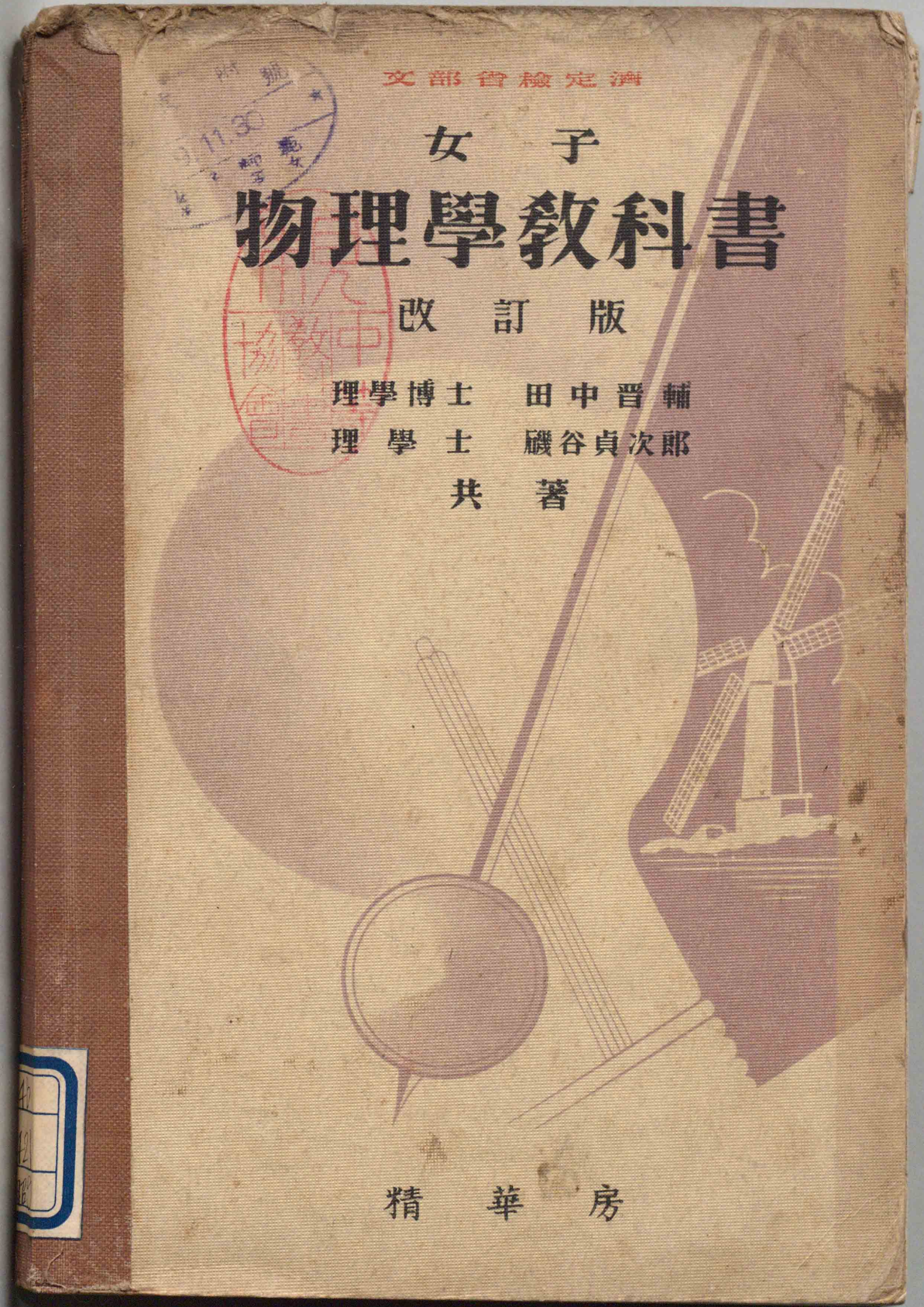
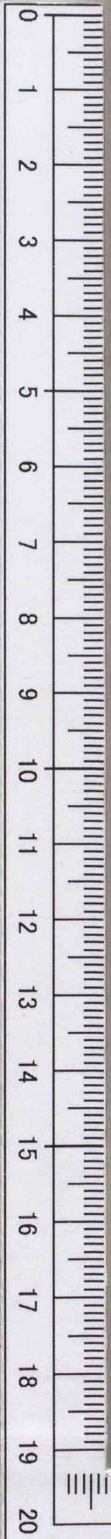
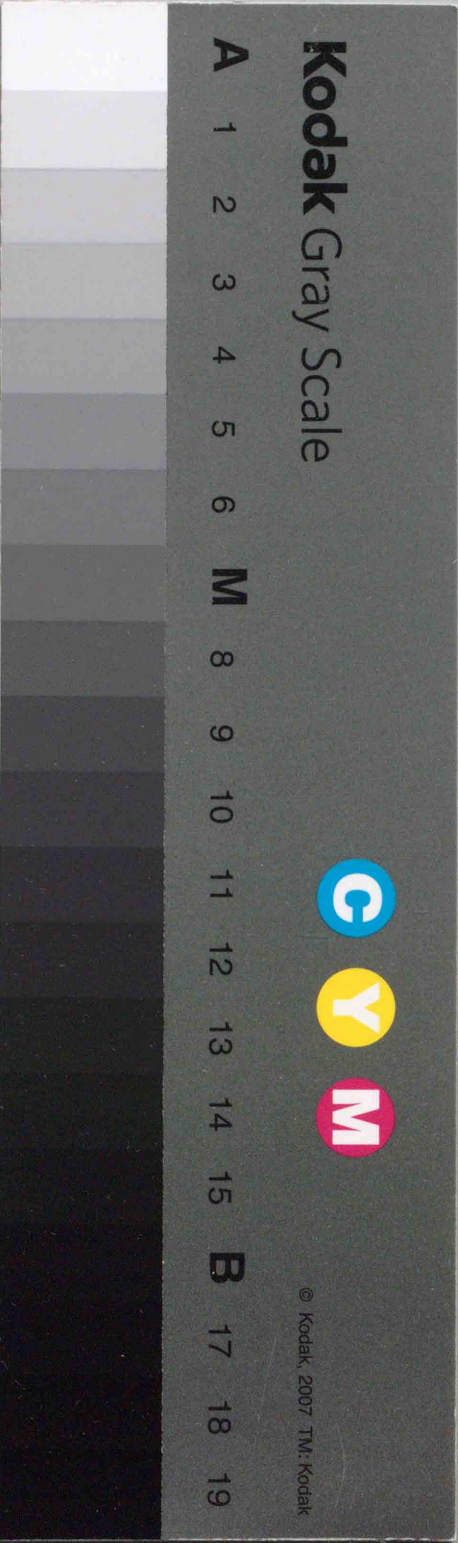
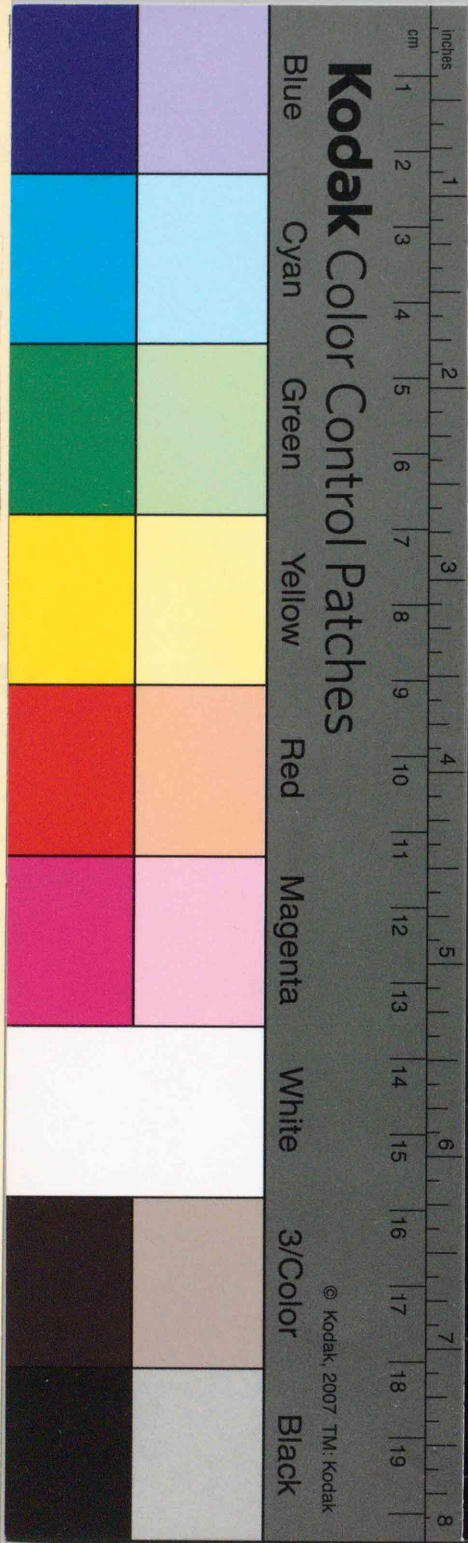


40369

教科書文庫

4
42/
42-1934
2000.0 81632



46
421
BB9

資料室

昭和九年十一月十二日
文部省檢定濟
高等女學校理科用

女子
物理學教科書

改訂版

理學博士 田中晋輔
理學士 磯谷貞次郎
共著



大版 精華房 藏版



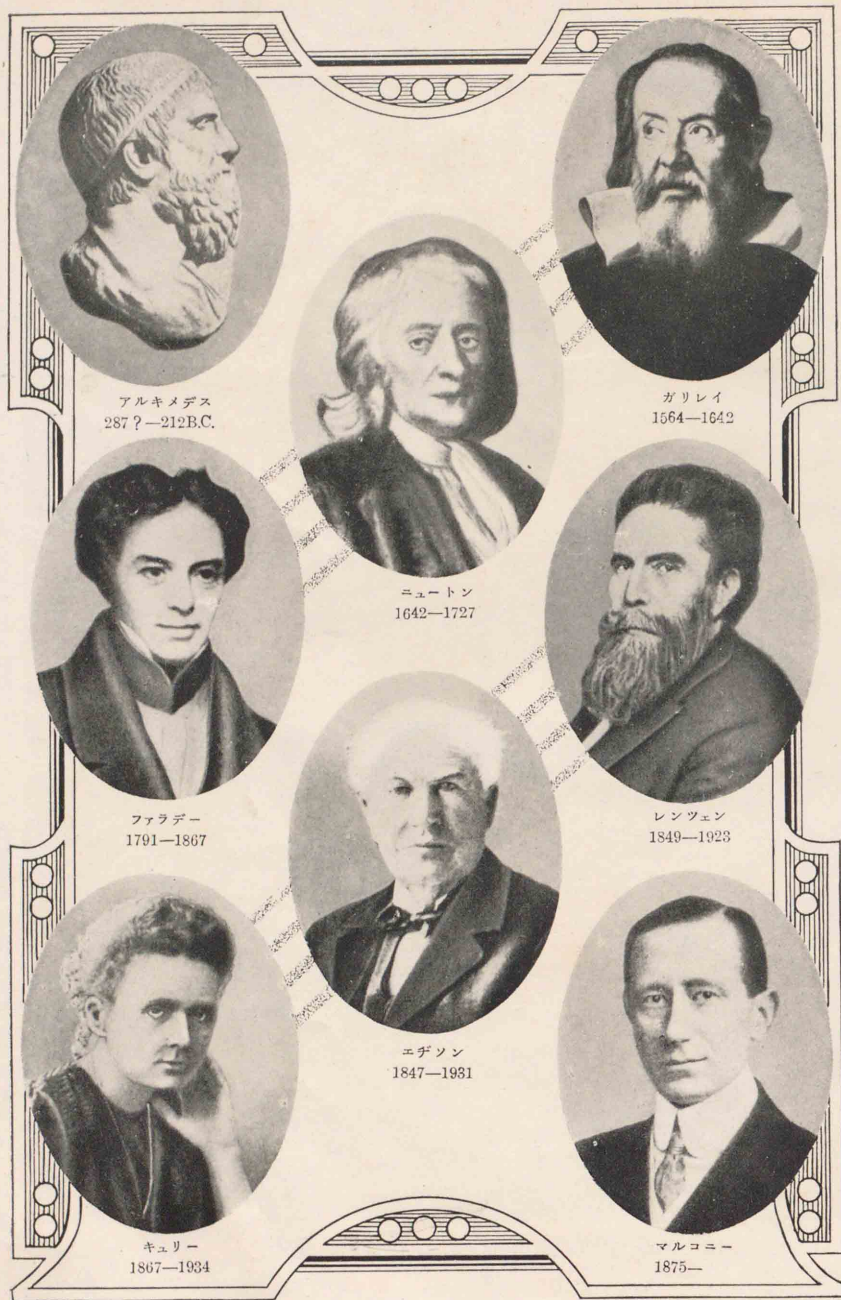
日

光

タンゲステン電球

瓦斯入電球（普通晝光色電球と稱せられてゐるもの）

光源の種類による色彩の變化



緒言

本書を編纂するにあたり、その根本方針として特に注意を拂つたのは次の二点であります。

(1) 高等女学校の物理學教科書は、男子用と自ら異り、文部省の教授要目にも示されてあるやうに、家事的事項を豊富に織込んだ女子獨特のものたるべきことは勿論であります。

しかるに此の點に關し、從來の取扱を見るに遺憾の點が頗る尠くありません。本書に於てはこゝに鑑み、努めて其の缺點を補ひ、全般にわたつて家事的教材の選擇按排に意を竭くしました。

(2) 出來得る限り挿畫を多くして見てわかる興味ある物理學教科書たらしめようとし、從來の教科書の二倍以上の挿繪を挿入しました。これにより紙數は少しく増加しましたが、かへつて教授時數の短縮され得ることは信じて疑はぬ所であります。

數多く物理學教科書が出版されてゐるにかかはらず、敢て本書を編纂しましたのは、主として上記の點に留意して以て女子物理學教授法の改良に微力をいたしたい念願からであります。幸に實地教授者諸賢の忌憚なき御批評を得ば、獨り著者のみの幸福に止まりません。

昭和五年十二月

著者識す

改訂版に就いて

昭和六年發行の初版は豫期以上の歡迎を受け、著者の意圖の徒勞でなかつたことを喜んだのでありますが、更に家事的教材と、最近發達の事項と、興味ある挿畫とを増加し、小學校理科教材との聯絡を緊密にして豫習事項を設け、しかも出來得る限り頁數を減少し、最も時代に即した女子物理學教科書たらしめる抱負のもとに、茲に改訂版を出すに至つたのであります。

著者は本書の改訂に當り、參考に充ちた懇切な忠言を寄せられた實地教授者諸賢、並に有益な教材の提供を辱うした諸官廳・會社・工場の好意に深甚の謝意を表します。

昭和九年九月

著者識す

目次

第一篇 物 性

第一章 總 說

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. 物理學……………1 | 2. 物體・物質……………2 |
| 3. 運 動……………2 | 4. 力・慣性……………3 |
| 5. 質 量……………5 | 6. 重力・重量……………5 |
| 7. 單 位……………6 | 8. 密度・比重……………6 |
| 9. 力の釣合……………7 | 10. 作用と反作用……………8 |
| 11. 彈力・彈性……………9 | |

第二章 液 體

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 12. 液體の自由表面……………11 | 13. 液體による壓力の傳達……………12 |
| 14. 重力による液體の壓力……………13 | 15. 連 通 器……………15 |
| 16. アルキメデスの原理……………16 | 17. 物體の浮沈……………17 |
| 18. 比重の測定……………18 | |

第三章 氣 體

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 19. 大氣の壓力……………19 | 20. 空氣の浮力……………21 |
| 21. 氣 壓 計……………21 | 22. サイフォン……………22 |
| 23. ボイルの法則……………24 | 24. 壓 力 計……………24 |
| 25. 水ポンプ……………25 | 26. 排氣ポンプ……………26 |
| 27. 壓縮ポンプ……………27 | 28. 流體の吸入作用……………28 |

第四章 分 子 現 象

- | | |
|------------------|--------------------|
| 29. 分 子 力……………29 | 30. 分子の集合状態……………30 |
| 31. 表面張力……………31 | 32. 毛管現象……………32 |

第二篇 熱 學

第一章 溫度・熱・熱量

- 33. 溫度・溫度計……………33
- 34. 熱 量……………35
- 35. 熱容量・比熱……………36

第二章 膨 脹

- 36. 固體の膨脹……………37
- 37. 液體の膨脹……………39
- 38. 氣體の膨脹……………40

第三章 熱 の 移 動

- 39. 傳 導……………41
- 40. 對 流……………42
- 41. 輻 射……………45

第四章 狀 態 の 變 化

- 42. 融解と凝固……………47
- 43. 寒 劑……………48
- 44. 氣 化……………49
- 45. 大氣中への蒸發・乾燥……………51
- 46. 沸 騰……………52
- 47. 氣 化 熱……………54
- 48. 液 化……………56

第五章 大氣中の水蒸氣

- 49. 濕 度……………58
- 50. 大氣中の水蒸氣……………61
- 51. 天 氣……………62

第三篇 力 と 運 動

第一章 力

- 52. 力の三要素……………64
- 53. 力の能率……………64
- 54. 槌 子……………65
- 55. 秤……………67
- 56. 輪 軸……………67
- 57. 滑 車……………68
- 58. 合力と分力……………69
- 59. 斜 面……………71
- 60. ね ぢ……………72
- 61. 廻轉の移動……………73
- 62. 平行力の合成……………74
- 63. 重 心……………75
- 64. 物體の坐り……………75

第二章 運 動 と 力

- 65. 速度と加速度……………77
- 66. 運動の法則……………78
- 67. 打撃・衝突……………79
- 68. 落下運動……………80
- 69. 抛 射 體……………82
- 70. 圓 運 動……………83
- 71. 萬有引力……………85
- 72. 廻轉運動……………86

第三章 運動に對する抵抗

- 73. 固體の摩擦力……………88
- 74. 流體の抵抗……………90
- 75. 推進機と舵……………91
- 76. 飛 行 機……………92

第四章 仕事・エネルギー

- 77. 仕 事……………93
- 78. 仕事の原理……………94
- 79. エネルギー……………94
- 80. 機械的エネルギー……………95
- 81. 熱エネルギー……………96
- 82. エネルギー不滅の法則……………97
- 83. 機械の有効率・工率……………98
- 84. 風車及び水車……………99
- 85. 蒸氣機關……………101
- 86. 内 燃 機 關……………102

第四篇 振動と波動

第一章 振動及び波動

- 87. 振 子……………105
- 88. 彈性體の振動……………106
- 89. 波 動……………107

第二章 音 波

- 90. 音 波……………109
- 91. 音の反射……………110
- 92. 音の三要素……………112
- 93. 音の干涉……………114
- 94. 共 鳴……………115

第三章 發音體の振動

- 95. 絃……………116
- 96. 氣柱の振動……………118
- 97. 板及び膜の振動……………119
- 98. 棒の振動……………120
- 99. 蓄 音 機……………120

第五篇 光

第一章 光の直進

- 100. 光の直進.....122
- 101. 影.....123

第二章 光の反射

- 102. 光の反射.....124
- 103. 平面鏡.....124
- 104. 球面鏡.....125
- 105. 球面鏡のつくる像.....127

第三章 光の屈折

- 106. 光の屈折.....129
- 107. 全反射.....130
- 108. レンズ.....132
- 109. レンズのつくる像.....134

第四章 光學機械

- 110. 寫眞機.....135
- 111. 映寫機.....136
- 112. 眼.....138
- 113. 眼鏡.....139
- 114. 實體鏡.....140
- 115. 蟲眼鏡.....141
- 116. 顯微鏡.....142
- 117. 望遠鏡.....142
- 118. 雙眼鏡.....144

第五章 光の分散

- 119. 光の分散.....144
- 120. 虹.....146
- 121. 物體の色.....147
- 122. 繪具の混合.....148

第六章 照明

- 123. 照度.....148
- 124. 光度・配光曲線.....150
- 125. 照明.....151

第七章 輻射

- 126. 螢光・燐光.....152
- 127. 光の本質.....152
- 128. 輻射線.....153

第六篇 磁氣及び電氣

第一章 磁氣

- 129. 磁石.....156
- 130. 磁力.....156
- 131. 磁氣の感應.....157
- 132. 磁場.....158
- 133. 地磁氣.....158

第二章 電氣

- 134. 電氣・電氣力.....161
- 135. 電氣の傳導.....162
- 136. 電氣の感應.....163
- 137. 蓄電器.....164
- 138. 雷電.....165

第三章 電流

- 139. 電流.....167
- 140. 電位・電壓.....167
- 141. 電池.....168

第四章 電流の化學作用

- 142. 電氣分解.....170
- 143. 電流の強さ.....171
- 144. 蓄電池.....171

第五章 電氣抵抗

- 145. 電氣抵抗.....173
- 146. オームの法則.....174

第六章 電流の熱作用

- 147. 電流の熱作用.....175
- 148. 電力.....176
- 149. 電熱器.....177
- 150. 發熱電燈.....178
- 151. 弧燈・電氣爐.....179

第七章 電流の磁氣作用

- 152. 電流の磁氣作用.....180
- 153. コイル.....181
- 154. 電流計.....182
- 155. 電壓計.....183
- 156. 電磁石.....184
- 157. 電信機.....185

第八章 感 應 電 流

- 158. 感應電流.....186
- 159. 發電機.....188
- 160. 交流の強さ及び電圧.....190
- 161. 電動機(モーター).....190
- 162. 變 壓 器.....193
- 163. 感應コイル.....194
- 164. 電 話 機.....195

第九章 眞空放電・放射能

- 165. 眞空放電.....196
- 166. 陰 極 線.....197
- 167. X 線.....198
- 168. 放 射 能.....199
- 169. 原子の構造.....201

第十章 電 磁 波

- 170. 電氣振動.....201
- 171. 電磁波(電波).....203
- 172. 無線電信.....205
- 173. 三極眞空管.....207
- 174. 無線電話.....209

第十一章 光電管及びその應用

- 175. 光 電 管.....210
- 176. 電送寫眞.....211
- 177. 發聲活動寫眞(トーキー).....212
- 178. 電視(テレビジョン).....213

—(目 次 終)—

女子

物理學教科書

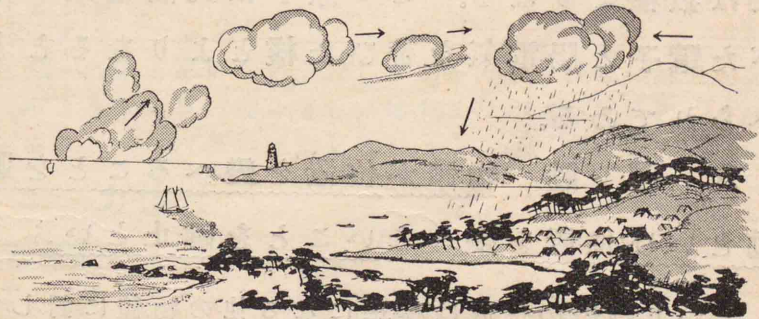
改訂版

第一篇

物 性

第一章 總 說

1. 物理學 風が吹き、雪が降り、草木が繁茂し、禽獸が生長するなど、自然界には多種多様の現象が起つて居る。これらの現象を研究し、これら諸現象の間に行はれる關係、即ち自然法則を見出さうとする學問を自然科学といふ。



(圖1) 自然界の現象

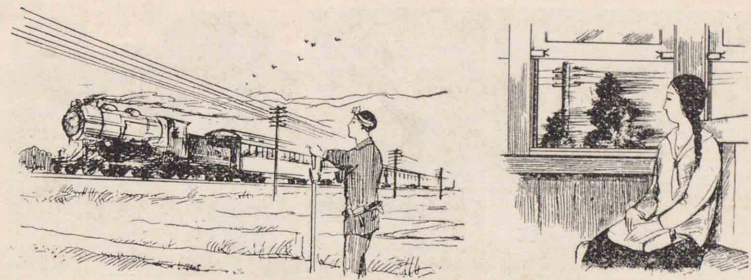
物理學は自然科学の一分科であつて、主として物質の性質・運動・熱・音・光・磁氣・電氣などの諸現象中にある自然法則を研究する學問である。

吾々の日常生活に至大の恩恵をもたらす、所謂文明の利器と稱せられる種々の機械は、この物理学の諸法則の應用によるものが頗る多い。

2. 物體物質 机は木でつくり、書物は紙でつくる。この場合、机や書物のやうに、空間の一部を占め、一定の形を有し、吾々の感覺によつて、その存在を認めることの出来るものを物體といひ、木や紙のやうに、その實質をなすものを物質といふ。凡て物質はその特質を失はないで、細分し得べき最小の微粒子である分子よりなり、分子は更に小さい原子といふ微粒子の一種、又は數種よりなる。この原子は又陰電氣を帯びた電子と陽電氣を帯びた核とよりなると考へられてゐる。

3. 運動 物體が位置を變へることを運動といひ、位置を變へないことを靜止といふ。

しかし物體の位置は標準になる他の物體に對して定まるもので、それ自身だけでは定められない。普通吾々は標準を地球にとり、地球に對する位置の變不變で運動及び靜止をいつてゐるのであるが、この標準が變れば運動の様子も變る。



(圖2) 地上に立てる人には汽車が走ると見え、車中の人には窓外の物體が走るやうに見える。

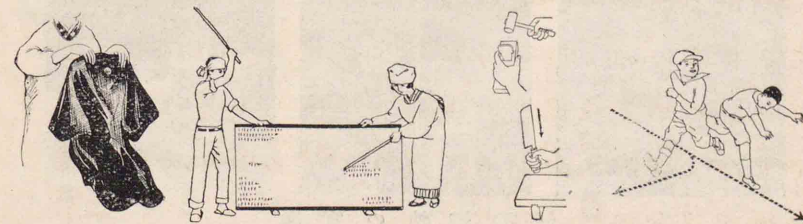
運動には必ず速さがあり、又方向がある。速さは單位時間に通過する距離によつて測り、毎秒10米、10秒米または $10^m/sec$ のやうにあらはす。

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

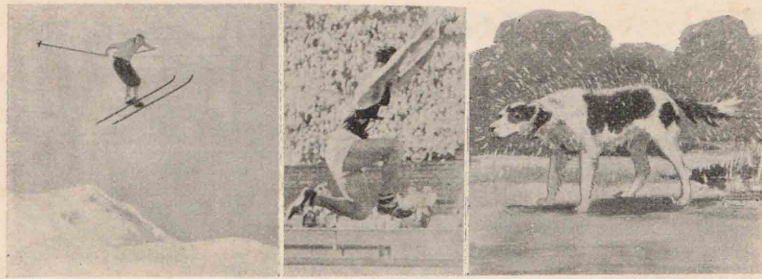
問 題 汽車と電車とが平行して進んで居り、汽車の速さが電車よりも大きい場合、等しい場合、及び小さい場合につき、電車に對する汽車の運動を述べよ。

4. 力慣性

- 豫習事項 1 慣性とは何か。
- 2 慣性で説明できる日常の出來事をあげよ。



(圖3) 慣性の利用いろいろ

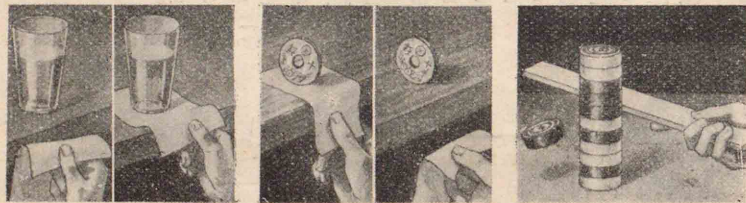


(圖4) 慣性の利用

凡て物體は、他の物體からの作用を受けないで、静止してゐるものが、ひとりてに運動を始めたり、運動してゐるものが、自分だけで運動の速さや方向を變へる事は出来ない。物體の運動又は静止の状態を變へる原因を力といふ。言ひかへれば、

外から力が加はらない場合には、静止してゐる物體は静止を続け、運動してゐる物體は同じ速さで一直線上に運動を続ける。

このやうに物體が現在の状態を持続しようとする性質を慣性(又は惰性)といひ、上の法則を



(圖5) 慣性の實驗

慣性の法則といふ。慣性の法則はニュートンの発見によるもので、ニュートンの運動の第一法則ともいはれてゐる。

すべて押合ふ力を壓力、引合ふ力を張力といひ、單位面積に働く壓力、若しくは張力の大きさをその強さと呼ぶ。

問題 乗物が急に動き出したとき、乗客は後に倒れようとし、急に停つたとき、前に倒れようとするのは何故か。又進行中の乗物から飛下りるのは何故危険か。

5. 質量 大人は小人よりも押動かし難く、又同じ大きさであつても、石は木よりも動かし難い。かやうに物體を動かすのに難易の差のあること、言ひかへれば慣性に大小のあるのは、物體の質量が違ふからであると考へ、大人は子供よりも、石は同大の木よりも質量が大であるといふ。即ち質量はその物體の慣性を測る量である。

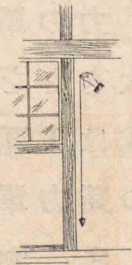
6. 重力・重量

豫習事項 1 重力とは何か。

2 重力の働く向をどうして定めるか。

3 物の重さは何で定めるか。

地球が物體を引く力を重力といひ、その大きさを物體の重さ(又は重



(圖6) 柱の傾きをためす

量)といふ。

一 錘を糸で吊すと、糸が重力の働く方向に引張られる。この糸の方向を鉛直といひ、これに直角な平面を水平面といふ。

実験によると同一の場所では、物體の重さはその質量に比例する。

7. 單位 種々の量を測るには適當の單位を必要とする。時と長さ、質量との三種の單位を定めると、他の單位はこれらより組立てられる。故にこの三單位を基本單位といひ、基本單位より導き出される單位を誘導單位といふ。

長さの單位として1糎(1cm)、質量の單位として1瓦(1g)、時間の單位として1秒(1sec)、をとり、之らを基本單位とした單位をC.G.S. 制といふ。

力の單位には、質量1瓦の物體に働く重力の大きさをとり、これを1瓦重量(又は1瓦重)の力、或は1瓦の力と名づけ、かやうな力の單位を力の重力單位といふ。

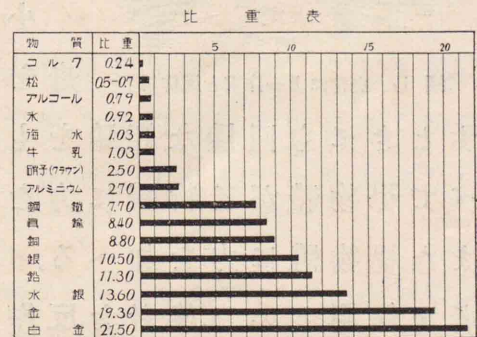
8. 密度・比重 鉛塊はこれと等しい體積のコルクよりも重い。これは物質の種類によつ

て、その組織に疎密の差があるからで、その疎密の度は、單位體積中にある質量の多少でいひあらはされる。ある物質の單位體積中に含まれる質量を、その物質の密度といふ。即ち質量をm瓦、體積をv立方糎、密度を每立方糎d瓦とすると、
$$d = \frac{m}{v} \text{瓦/立方糎} \dots\dots\dots (1)$$

密度を表はす數値は、質量と體積の單位の採り方によつて違ふ。故に質量と體積の單位を明かにしておかねばならぬ。

ある物質の重さと、之と同體積の溫度攝氏4度の水の重さとの比を、その物質の比重といふ。(比重は不名數である。)

攝氏4度の水の密度は每立方糎1瓦であるから、C.G.S. 制では、一つの物質の比重と密度とは同じ數値になる。



問題 長さ50糎、幅15糎、厚さ40糎の木片があつてその質量は21疋である。この木片の密度は幾らか。

9. 力の釣合 綱引で勝負のつかない場合

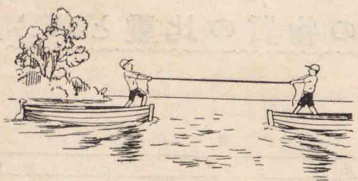
には、綱はどちらへも動かない。これは綱の両端の力が、互にその働きを打消し合つて居るので、恰も二つの力が働かないのと同じ結果になつてゐると考へられる。棒押の場合に、押合ふ二力も同様である。かやうな場合に、その二力は互に釣合つてゐるといふ。



(圖7) 綱引と棒押

二力が釣合ふ場合には、必ず同一物體に働いて居らねばならぬ。

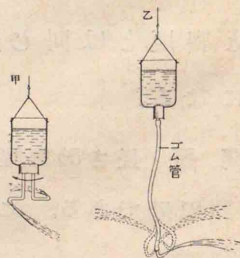
10. 作用と反作用



(圖8) 小舟による作用と反作用

壁を押すと押返され、柱を引くと柱に引寄せられる。小舟に乗つて他の小舟を引寄せるとき、押離すときにも同様な經驗をもつ。このやうに、すべて甲物體が乙物體に力を加へると、乙物體はまた甲物體に力を加へる。前者を作用といひ、後者を反作用といふ。實驗によると、

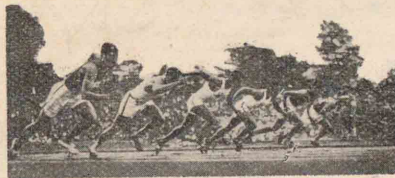
作用と反作用とは大きさ相等しく方向は相反する。



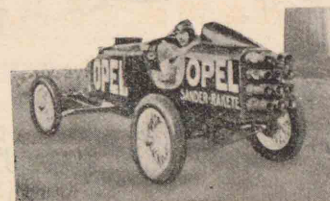
(圖9) 反作用の實驗

この法則を反作用の法則、又はニュートンの運動の第三法則といふ。

魚はヒレの運動で水を後方へ押し、水が反作用を魚に及ぼすから前進する。吾々が歩むの



(圖10) 競走のスタート



(圖11) ロケット自動車

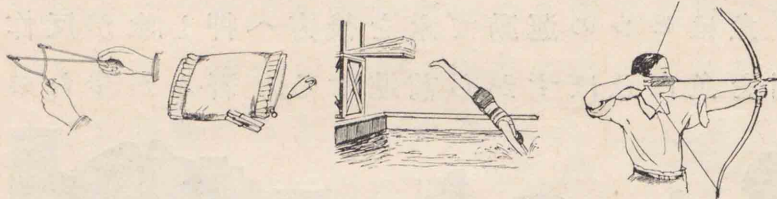
も、一步毎に足で地面を後方へ押し、その反作用で體が前へ押出されるからである。汽船や飛行機も推進機が水或は空氣を後方へ押し、その反作用で動く。

釣合つて居る二力と、作用と反作用の二力とを混同してはならぬ。作用の働く物體と、反作用の働く物體とは異つて居つて、同一物體に作用してゐるのでないから釣合ふ筈がない。

問題 走高飛びや走巾飛びで「踏切り」は如何なる意義をもつか。

11. 弾力・弾性 ゴム紐を引張ると、伸びて細長くなり、また竹片の棒を撓めると曲るが、手を放せば直に元の形に復する。このやうに引伸

ばしたり、壓縮したり、撓めたり、或は振つたりなど、外力を作用せしめると、そのために形や體積



(圖12) 弾性の應用

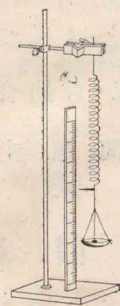
の變化、即ち歪ひずみを生ずるが、外力をとり去ると原形にもどる性質を**弾性**といひ、弾性をもつ物體を**弾性體**といふ。またこのとき原形にもどらうとしてあらはす力を**弾力**といふ。固體には形狀及び體積の弾性があるが、流體では體積の弾性だけがある。尙氣體の弾性は液體に比べて著しい。

ゴム紐も餘り長く引張ると、手を離してももはや原形に復さなくなる。この外力を去れば原形に復する範圍を、**弾性の際限**といふ。實驗によると、

弾性の際限内では、物體の歪は外力に比例する。

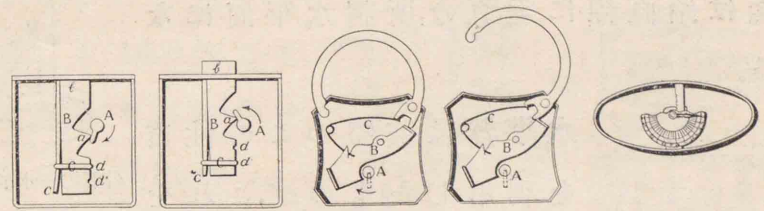
これを**フツクの法則**といふ。

弾性は精巧な機械装置より、簡単な



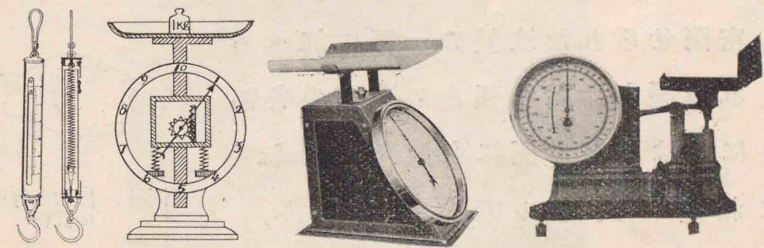
(圖13) 伸びの實驗

玩具にいたるまでひろく應用されてゐる。



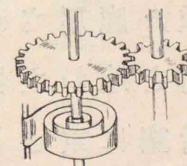
(圖14) 筆筒の錠 (圖15) 南京錠 (圖16) 握力計

ゼンマイ秤 ゼンマイの伸び若しくは縮みで、これに働く重力即ち重さを測る装置である。



(圖17) ゼンマイ秤

時計のゼンマイ 之を捲く時は、もどらうとする弾力によつて廻轉運動が起る。この性質は玩具にも澤山利用してある。



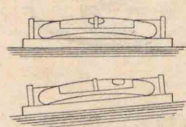
(圖18) 時計のゼンマイ

12. 液體の自由表面 器にもつた液體は、その各部分が重力のために低い方へ滑り動き、そ

の結果、容器に接しない面、即ち自由表面は鉛直線に垂直な、所謂水平面になる。



(圖19) 水平面



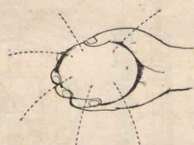
(圖20) 水準器

水準器は液體のこの性質を利用したもので、これを

置いた面が、水平であるか否かを見る装置である。

13. 液體による壓力の傳達 實驗によると、

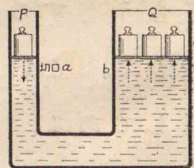
密閉せられた液體の一部に加へられた壓力は、同じ強さで液體の各部に傳はり、どの面にも直角に働く。



(圖21) 壓力の傳達の實驗

これをパスカルの原理といふ。

この原理は大きな壓力を生じさせるために種々應用される。右圖のやうに、大小二個の圓筒を連ねた器に水を入れ、大小の活塞に重さ P、及び Q の錘を載せて釣合せると、二つの活塞で壓力の強さは相等しいから、活塞の面積を a 及び b とすれば、

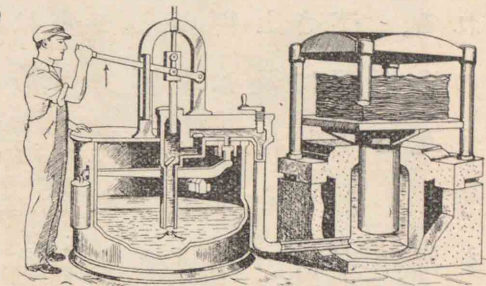


(圖22) 壓力の傳達

$$\frac{P}{a} = \frac{Q}{b} \quad Q = \frac{b}{a}P \dots\dots\dots (2)$$

小活塞での壓力の強さ 大活塞での壓力の強さ

それで活塞の面積 a を b に比して小さくすると、小さい力で100倍でも 1000倍でも、大きな力に釣合せることが出来る。

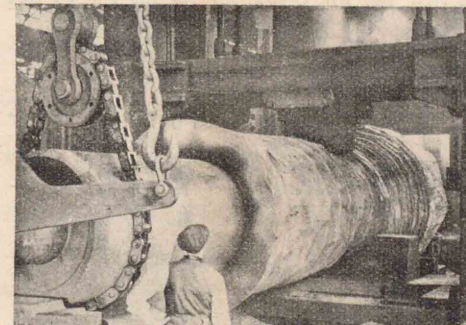


(圖23) 水 壓 機

水壓機はこの原理

に基づいて、大きな力を生ずる装置で、絲・紙・綿などを壓縮し、鐵板を打抜き、

砲身を鍛へ、種油や大豆油を搾るな

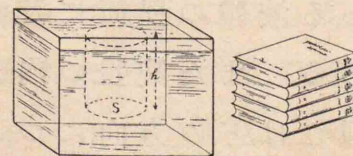


(圖24) 水壓機で砲身を鍛へる



(圖25) ゴム管より水を注ぎ入れると、少年は上に押上げられる。何故か

14. 重力による液體の壓力 机の上に五冊書籍を積みあげると、三冊目の書籍は上の二冊の



(圖26) 重力による壓力

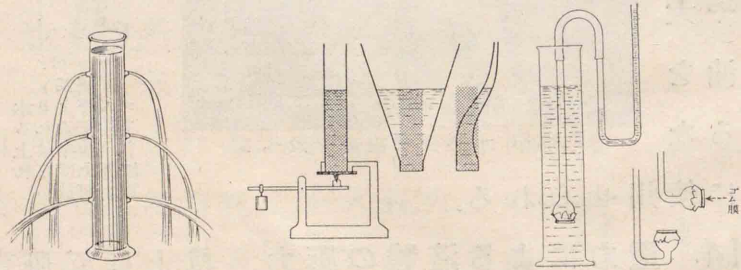
重さに等しい壓力を受け、机は五冊の重さに等しい壓力を受ける。同様に液體は重さを有す

るから、下層のものは、上層の液の重さで壓せられる。深さ h 厘のところにある面積 s 平方厘の水平面に及ぶ全壓力は、液の密度を毎立方厘 d 瓦とすれば、その上にある垂直液柱の重さに等しいから、 shd 瓦重である。よつて、壓力の強さを毎平方厘 p 瓦重とすると、

$$p = \frac{shd}{s} = hd \text{ 瓦重/平方厘} \dots\dots\dots (3)$$

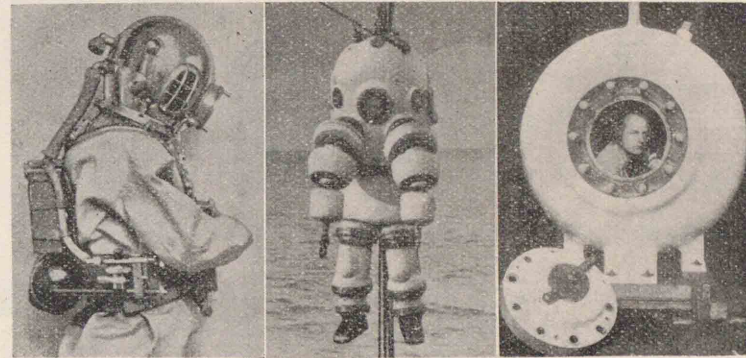
言換へれば、靜止してゐる液體内の壓力の強さは、深さに比例する。

随つて靜止して居る液體内部の、同一水平面上の各點の受ける壓力の強さは相等しい。



(圖27) 壓力は深さに比例する (圖28) 底面積と水の高さが等しければ全底壓力は等しい (圖29) 一點の受ける壓力の強さはどの方向にも等しい

實驗によれば、靜止してゐる液體の壁面に及ぼす壓力はそれに直角である。また液體の内部の一點の受ける壓力の強さは、どの方向についても相等しい。



(圖30) 潜水服及び潜水球

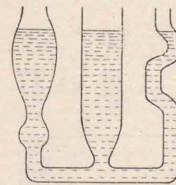
潜水艦や潜水服は、潜水の深さに従つて、そこでの壓力に堪へる様に造つたものでなくてはならない。

問題 樽のタガを下方のものほど丈夫にし、堤防の下部を堅固にするのは何故か。



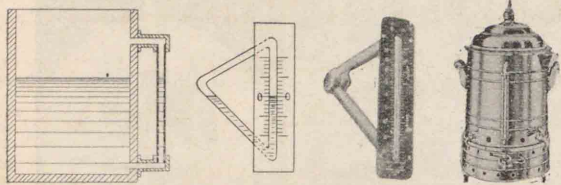
(圖31)

15. 連通器 互に下部で連結してゐる器、即ち連通器に液を入ると、液はどの器にも同じ高さまで昇つて止まる。



(圖32) 連通器

これは、一般に容器内の液體が靜止するためには、その内部の同一水平面上の壓力の強さが等しくなくてはならない。随つて液面までの高さが等しくなくてはならないからである。汽罐や水タンクなどの水量を測る水準計は連通器の應用である。また上

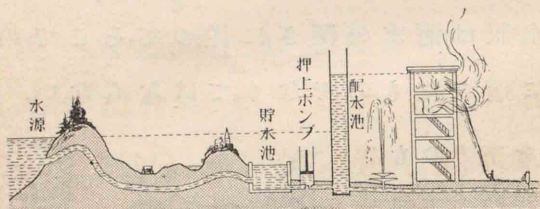


(圖33) 水準計 (圖34) 飛行機用傾角計 (圖35) 湯沸し
の水準計

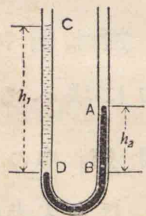
水道、掘抜井戸、噴水に於て水の出
るのも、皆この連通器の理による。



(圖36) 左右の手を上下しても
兩水面は常に同一水平面上にある



(圖37) 上 水 道



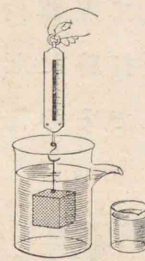
(圖38)

問 題 U字形の硝子管に、互に混合しない二種の液體を入れて
て釣合せたとき、兩液の境界面からの高さ h_1, h_2 と密度 d_1, d_2
の間に $h_1 d_1 = h_2 d_2$ の關係あることを説明せよ。

16. アルキメデスの原理 水中では重い石
も軽く動かすことが出来るが、
これを引揚げるときは水面を
離れるとき、急に重くなる。こ
れは液體が物體に、押上げる力
を働かすためであつて、この上
向きの力を浮力といふ。



(圖39)



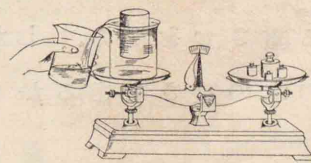
(圖40) アルキメ
デスの原理の實驗

實 驗 ゼンマイ秤を用ひて、水に浸されない
物體の重さを、一度は空氣中で、一度は水中
で測定して、その相違を調べよ。この際圖
の如き装置により、溢れ出た水を取り、その
重さを秤ると、この重さと先に求めた重さ
の差とは相等しい。

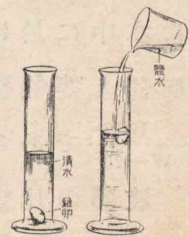
すべて液體中に全部若しくは一部浸
けられた物體は、その排除した液體の重さだけ軽く
なる。

これをアルキメデスの原理といふ。

17. 物體の浮沈 液體中にある物體は、浮力
によつて押し上げられ、重力によつて引下げられ
るから、浮力即ち同體積の液體の重さが、物體の
重さに比べて、(1)大なればその一部は浮上り、物
體の重さと浮
力とが等しく
なつて釣合ひ、
(2)小なれば沈
み、(3)等しければ液體中の隨所に止
まる。



(圖41) 浮體の實驗

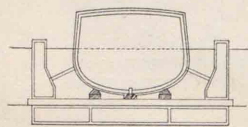


(圖42) 浮沈の實驗

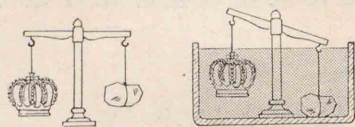
船の水面に浮ぶのはこの一例で、軍艦の噸數は兵器
などを満載したときの排水量である。

潜水艦が潜航するには、ポンプによつて船体内のタンクに海水を入れ、艦體の重さを浮力に打勝たしめて沈める。浮び上るには、壓縮空氣の力でその海水を排出する。

浮船渠も同じく割られた室に水を入れて、船より下に沈み、船を載せてから排水して浮び上る。



(圖43) 浮船渠の斷面



(圖44) アルキメデスの原理の應用

問題 アルキメデスは圖44に示すやうな方法で、王冠が純金であるか、否かを檢した。この實驗の原理を説明せよ。

18. 比重の測定 比重の測定は、その物體の重さと、等體積の水の重さとがわかれば出来る。

固體の比重を測るには、水よりも重く、且水に溶けない場合には、まづその空氣中に於ける重さ w を測り、次に水中に於ける重さ w' を測る。しかるときは、 $w-w'$ は固體と等體積の水の重さであるから、固體の比重は

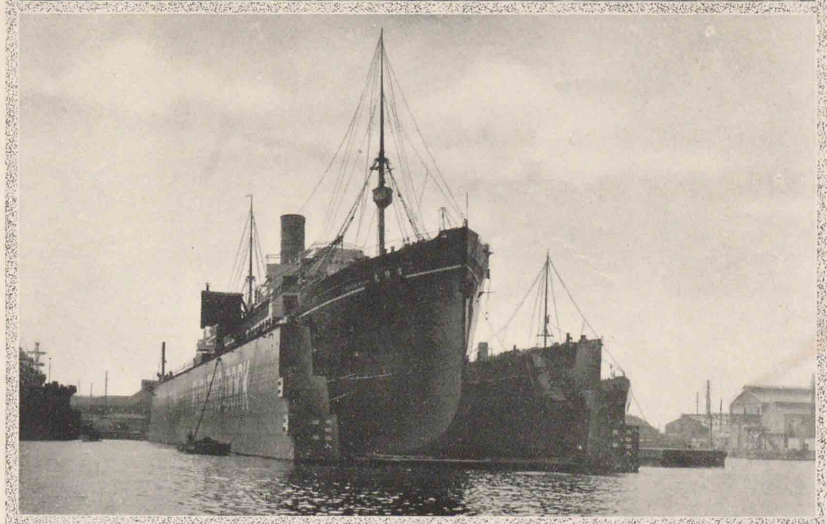
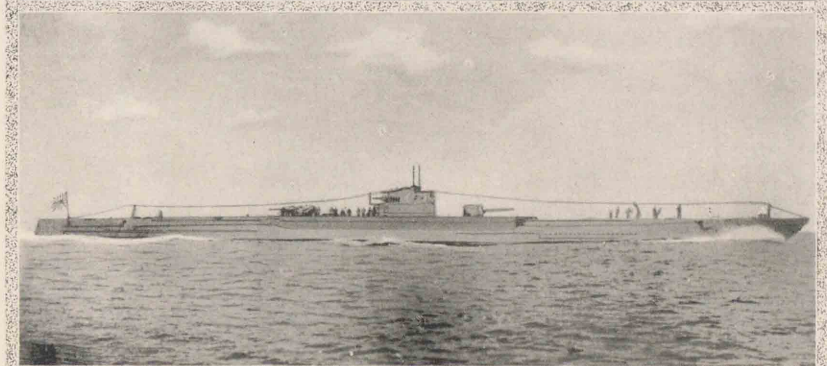
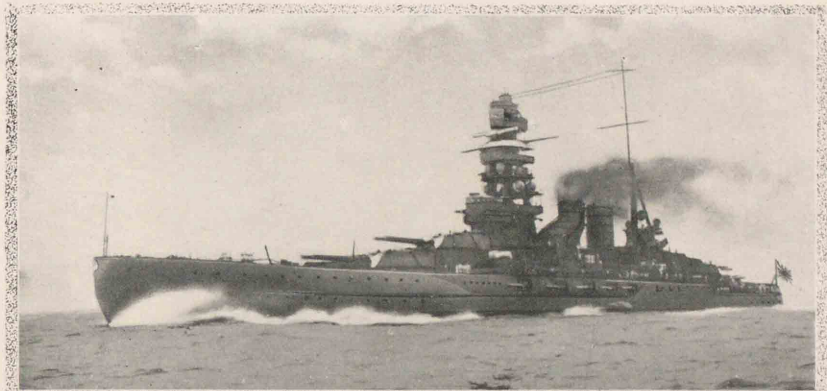
$$\frac{w}{w-w'}$$

液體の比重を測るには、正確を要する場合には、普通は、右圖のやうな比重壺を用ひる。この壺の重さ w 、水を満たしたときの重さ w_1 、及び比重を測らうとする液體を満たしたときの重さ w_2 を測れば、



(圖45)

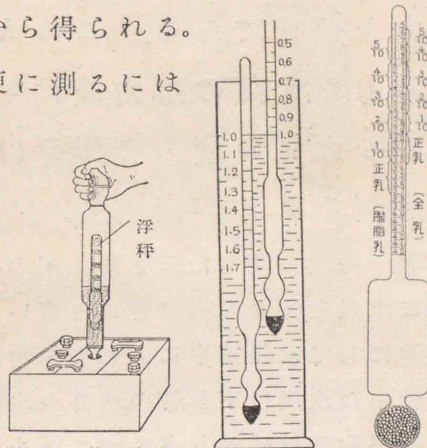
比重壺



(上) 戰艦長門 (中) 潜水艦伊號 (下) 浮船渠 (神戸三菱造船所)

液體の比重は $\frac{W_2 - W}{W_1 - W}$ から得られる。また液體の比重を輕便に測るには比重計(浮秤)を用ひる。

比重計は圖47のやうに、硝子管の下部に水銀又は靱弾などの錘を入れたもので、液の中に入れると眞直に浮き、これを比重を測



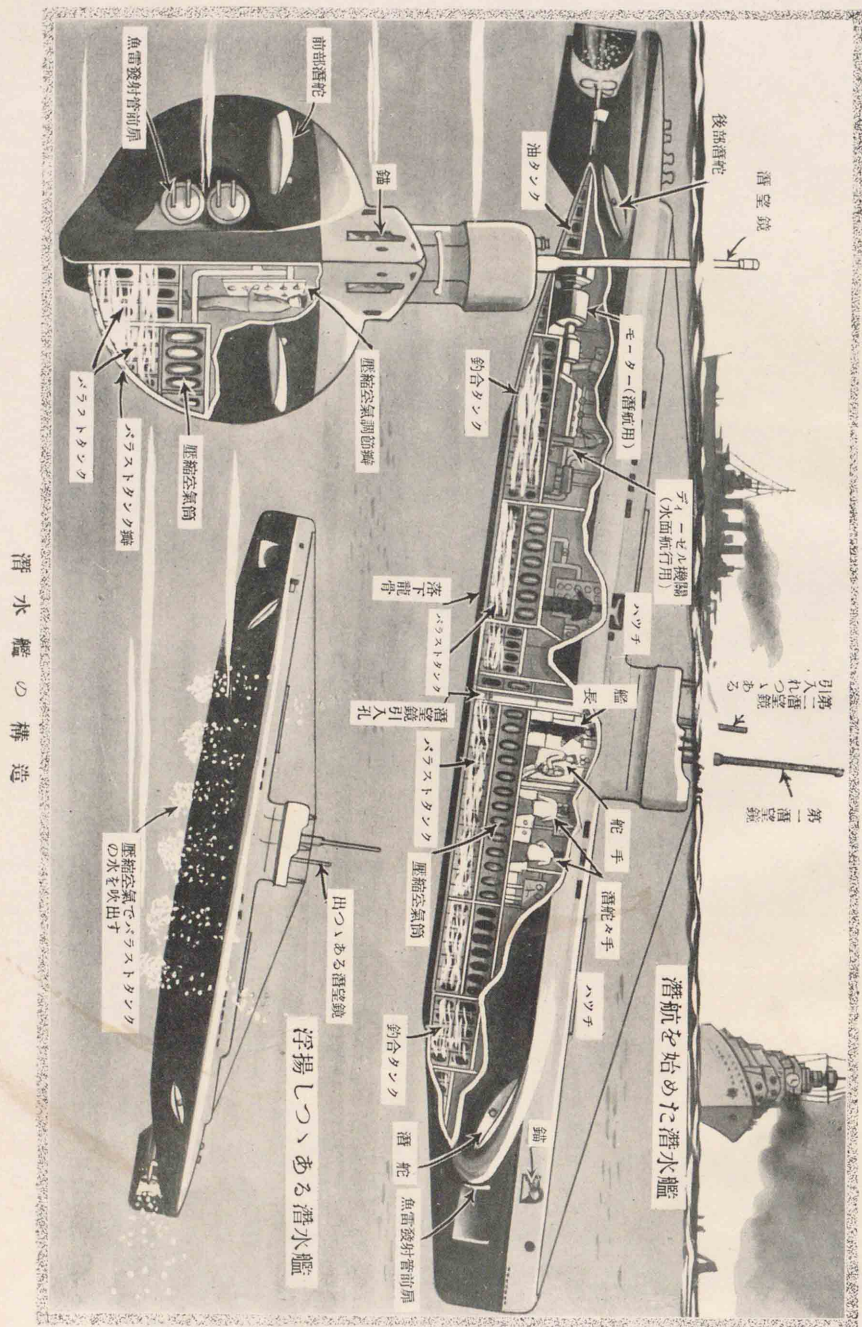
(圖46) 蓄電池用(硫酸)比重計 (圖47) 比重計 (圖48) 乳稠計

らうとする液中に徐々に入れると、比重が大である程、管が多く液面に出るから、液面の位置を管につけてある目盛で讀んで、その液の比重を知るのである。糖蜜用・硫酸用・酒精用など、その用途に応じて種類がある。

乳稠計 全乳及び脱脂乳の比重を測るに用ひられる。

問題 空氣中で秤るときは11.7瓦重、水中で秤るときは10.2瓦重である物體の體積と比重を求めよ。

19. 大氣の壓力 海底の魚類が海水の壓力を受けてゐると同様に、地球上のものは、皆高く上空まで擴がつてゐる空氣の重さから生ずる

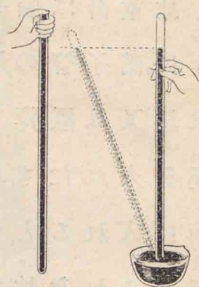


潜水艦の構造

壓力を受けてゐる。この大氣の重さの爲に起る壓力を、大氣の壓力或は略して氣壓といふ。

この大氣の壓力の強さは、トリチェリーの實驗で測ることが出来る。

實驗 一端の閉ぢた長さ約1米の硝子管に水銀を満たし、指で管口を塞いだまゝ、逆にして水銀槽中に入れて指を離すと、管中の水銀は下り、管の内外の水銀面の差が約76糎ばかりとなつて靜止する。管の上部は空氣のない、所謂眞空である。この眞空をトリチェリーの眞空といふ。



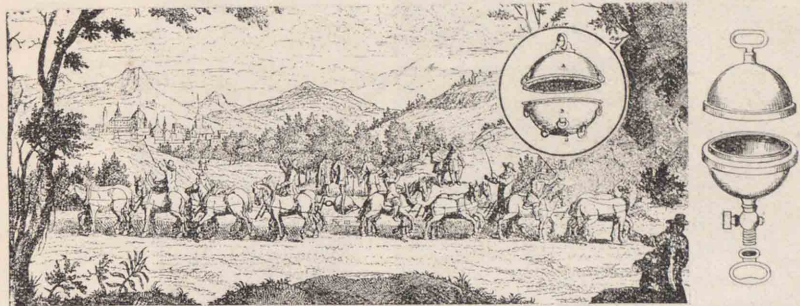
(圖49) トリチェリーの實驗

これは管外の水銀面に作用する大氣の壓力の強さと、同一水平面に水銀柱の及ぼす壓力の強さとが、釣合ふからである。故に水銀柱の高さで、大氣の壓力の強さをあらはすことが出来る。水銀柱の高さが76糎であるときの大氣の壓力の強さを標準氣壓とし、これを大きい壓力の單位として1氣壓といふ。水銀の密度は毎立方糎13.6瓦であるから、

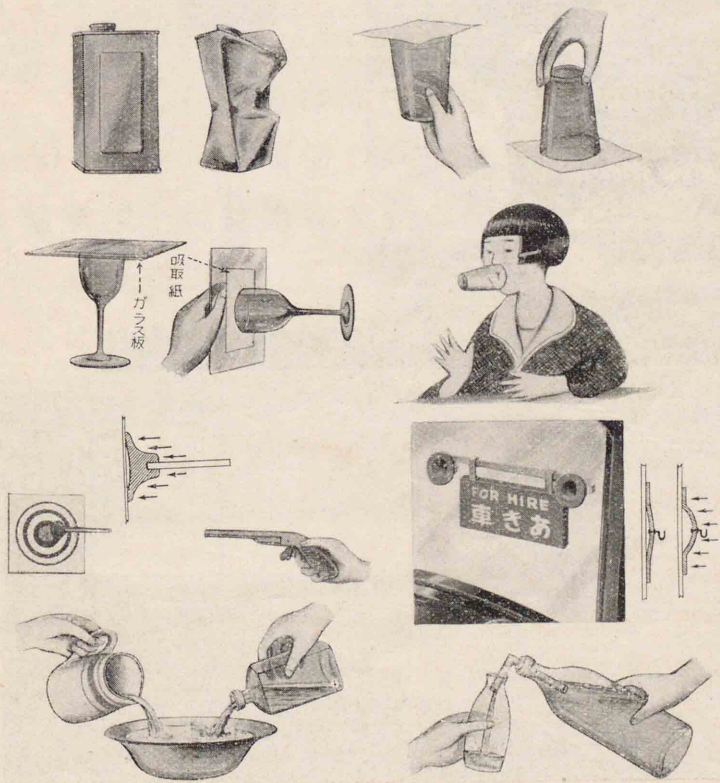
1氣壓=每平方糎13.6×76瓦重=每平方糎1033.6瓦重

問題1. トリチェリーの實驗に於て、水銀のかほりに水を用ふれば、管中の水の高さは何糎となるか。

問題2. トリチェリーの實驗に於て、水銀柱の高さは、管の太さに關係のないことを説明せよ。



鐵製の半球を合せて内部の空氣を排除すると、大氣の壓力の爲に容易に引離せない。この圖はゲーリツケ(1603—1685)が、1654年マグデブルグ市で獨逸皇帝の前で行つた實驗である。この時用ひたのは半徑28糎の半球で、これを引離すのに16頭の馬を要した。この半球をマグデブルグ半球といふ。



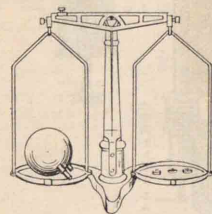
20. 空氣の浮力

空氣中にある物體は、液體中にある物體と同じやうに、アルキメデスの原理に従つて浮力を受け、その排除した空氣の重量だけ輕くなる。空氣の密度は小さくて水の



(圖50) 空氣の浮力

約 $\frac{1}{800}$ であるから、浮力も水に比して小さいが、空中に於ける物體の浮沈は、水中の場合と全く同じ關係である。



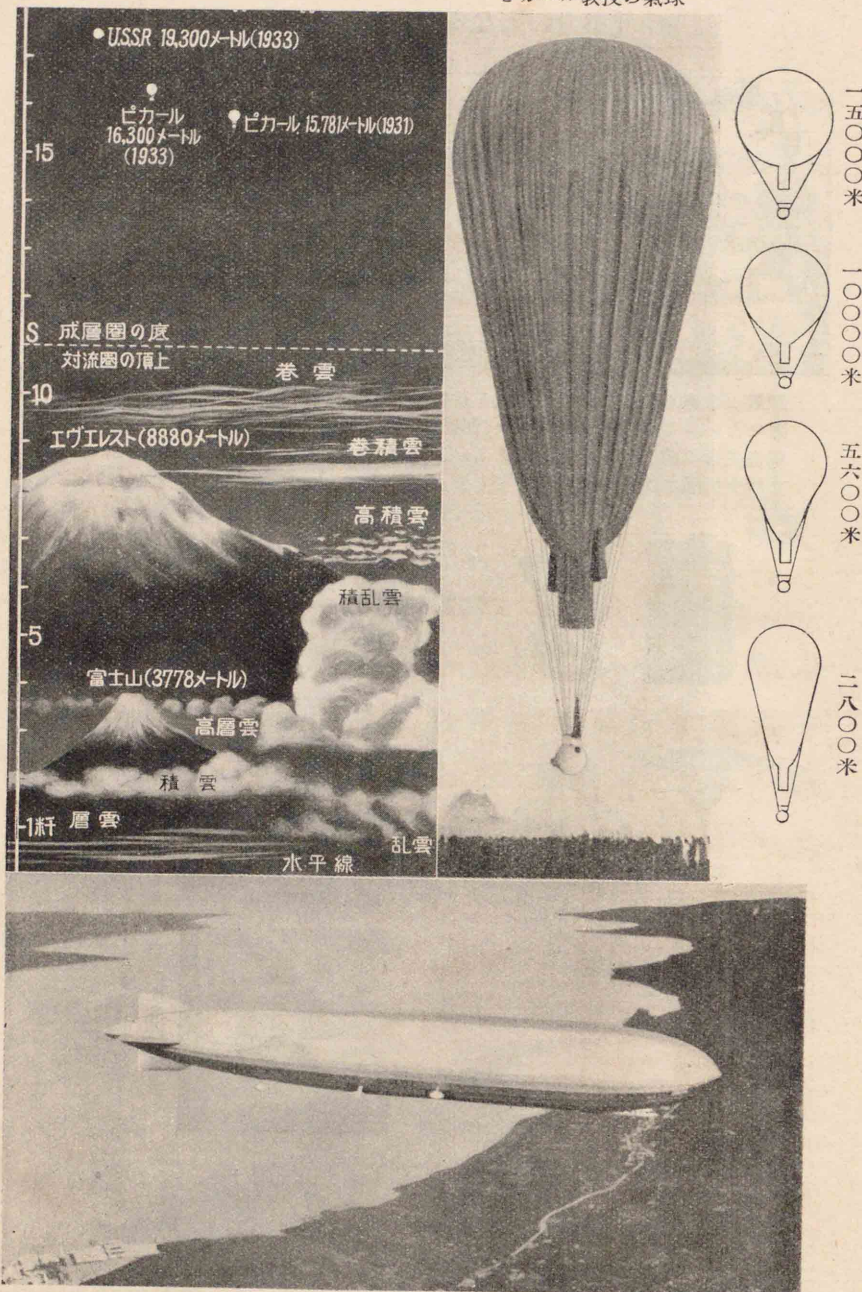
(圖51) 空氣の重さを測る

輕氣球や航空船は、大氣の浮力を利用したもので、その要部は輕い大きい氣囊或は氣槽に、水素又はヘリウムを充たしたものである。

大氣は上方に至るにつれて稀薄となり、浮力は次第に減ずるから、輕氣球・航空船はある高度に達すると、もはや上昇しなくなる。

21. 氣壓計 氣壓は時と場所とによつて變化する。氣壓を測る装置を氣壓計(又は晴雨計)といふ。水銀氣壓計はトリチェリーの實驗に於て、水銀柱の高さを精密に測り得るやうにし

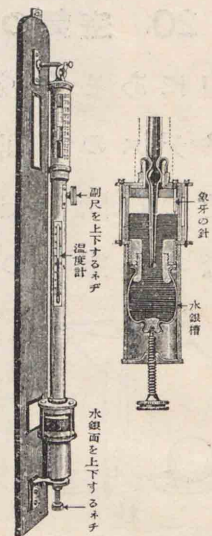
ピカール教授の氣球



霞ヶ浦上空のツェッペリン飛行船(昭和4年8月19日)

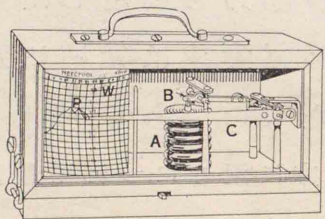
である装置であつて、その構造は右圖のやうである。

アネロイド氣壓計 その要部は内部の空氣を一部抜いた薄い金屬板製の函で、氣壓に増減があると、それに従つて函の面が凹み或は膨れる。この運動を挺子によつて擴大し、指針により目盛盤上に氣壓を示させるのである。大氣の壓力は高さと共に減じ、地上に近いところでは、10米に約1耗の割合で減ずる。

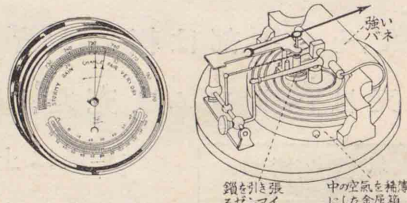


(圖52) 水銀氣壓計

これで氣壓を測つて逆に高さを知ることが出来る。



(圖53) 自記氣壓計



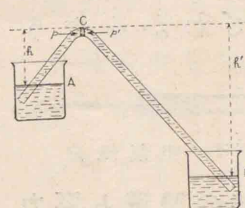
(圖54) アネロイド氣壓計

飛行機用の**高度計**はアネロイド氣壓計と同じ構造で、高さがすぐ読みとれる様に目盛がしてある。



(圖55) 高度計

22. サイフォン 長短二脚を有する曲管に水を充たし、指で長脚の端を塞ぎ、短脚を容器の水に入れて指を離すと、水は

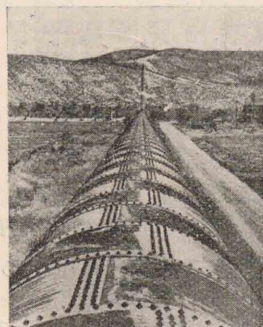


(圖56) サイフォンの理

絶えず長脚から流れ出る。これを**サイフォン**といふ。

圖56で曲管の高部に於て、二つの鉛直面の間にある水の部分Cが、左右より受ける壓力 p, p' を考へる。

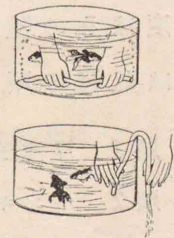
p はその時の大氣の壓力から、高さ h の水柱に相當する壓力を減じたものに等しく、 p' は同じく大氣の壓力から、 h' の水柱に相當する壓力を減じたものに等しい。さうして h' は h より大きいから、 p は p' より大きい。よつてCは右の方に流され、かくして水はAの方からBの方に流れ出るのである。



(圖57) ロスアンゼルスで湖水の水をサイフォンを利用して市街に供給する

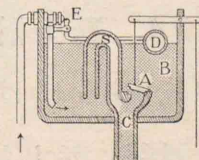


(圖58) サイフォンを利用して生花の水をかへる



(圖59) 金魚鉢の水をかへる

問題 圖60は多量の水を一時に供給する水洗便所の給水タンク的一種である。圖についてその作用を説明せよ。



(圖60) 水洗便所の給水タンク

23. **ボイルの法則** 空気鐵砲でわかるやうに、空気は壓縮するとその壓力が増す。實驗によると、



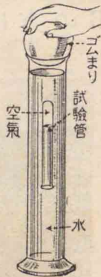
(圖61) 空気鐵砲

一定の溫度に於ては、一定質量の氣體の體積と、壓力の強さとは互に反比例する。

これを**ボイルの法則**といふ。即ち體積 V 、壓力の強さ P である氣體が、體積 V' 、壓力の強さ P' になつたとすると、

$$\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'} \quad PV = P'V' \dots\dots\dots (4)$$

故に氣體の體積と、壓力の強さとの積は一定であるともいへる。又一定質量の氣體の密度はその體積に逆比例するから、一定溫度では、氣體の壓力と密度とは互に正比例する。



(圖62) 浮沈子

問題1 浮沈子の原理を説明せよ。

問題2 インキを汲み出すスポイト及び吸込式萬年筆の原理を説明せよ。



(圖63) 吸込式萬年筆とスポイト

24. **壓力計** 密閉した器中にある空氣の壓力を測るには種々の壓力計がある。

圖64に示したものは、蒸氣罐や壓力鍋中の壓力や、壓縮空氣の壓力のやうな強い壓力を測るに用ひる**金屬**

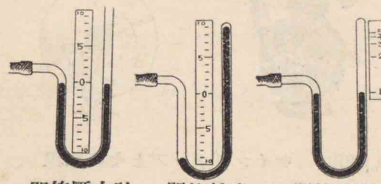
壓力計である。その要部は、一端の閉じた金屬の曲管で、他の端は固定してある。管内に壓力が働くと管が眞直にならうとしてその閉端が動き、



(圖64) 金屬壓力計

これが指針に傳はつて壓力を示す。

その他兩端の開いたU字管中に水銀又は水を充たして一氣壓内外を測る

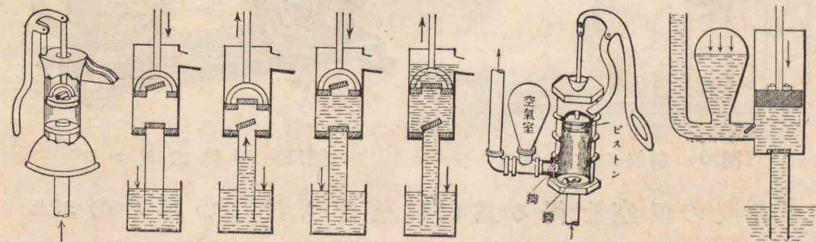


(圖65) 管壓力計

開管壓力計、一方の管を閉じて水銀を充たした低壓用の**眞空壓力計**、及び閉管内に空氣を残して水銀を入れた**閉管高壓壓力計**がある。

25. 水ポンプ

豫習事項 吸上ポンプ及び押上ポンプの理を圖について説明せよ。



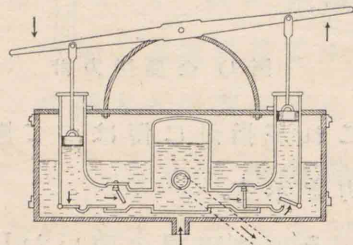
(圖66) 吸上ポンプの理

(圖67) 押上ポンプの理

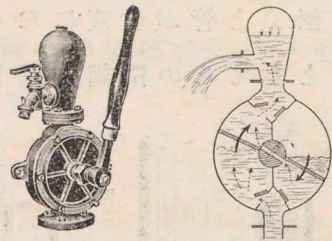
消火ポンプ(手押)は二つの押上ポンプと一つの空氣

室からなつてゐる。

ウイングポンプは持手を前後に動かして水を汲上げるもので、家庭の汲水に多く用ひられる。



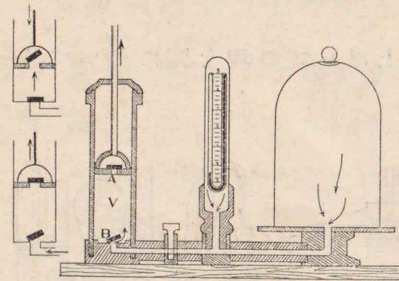
(圖68) 消防ポンプ



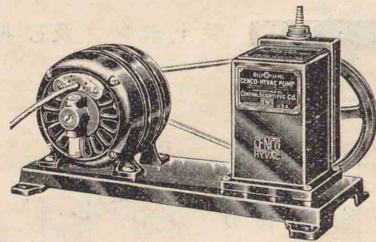
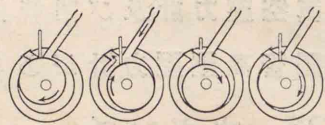
(圖69) ウイングポンプとその原理

26. 排気ポンプ 排気ポンプは、密閉した器の中の空気を稀薄にする器械である。

圖70に示すやうな構造のもの、の原理は、水ポンプより推して容易にわかる。

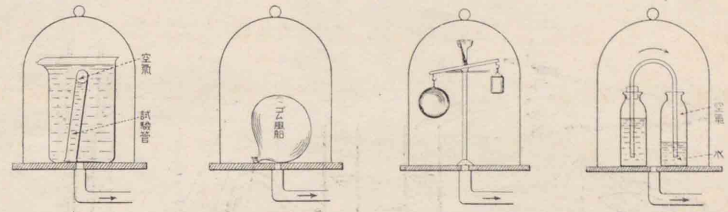


(圖70) 排気ポンプの原理



(圖71) 廻轉式ポンプ

高度の眞空を得る爲には、瓣をもたない種々のポンプを用ひる。近時よく用ひられるのは廻轉式ポンプである。



試験管が浮き上る
ゴム風船が破れさうに膨れる
體積の大きな方の錘が下る
水が右の瓶に移る

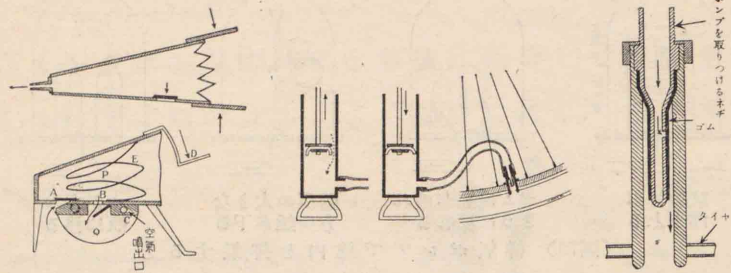
(圖72) 排気ポンプで鐘内を排気すると

排気ポンプは、工業上では電球やラジオ用眞空管などの排気に、家庭では眞空掃除器に用ひられる。



(圖73) 眞空掃除器とその利用

27. 壓縮ポンプ 排気ポンプの瓣を、二つとも反對の方向に開くやうにしてポンプを運轉すると、空気が鐘内に押込められる。このやうに、外から空気を取入れて、これをある器中に押込める機械を**壓縮ポンプ**といふ。

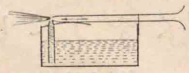


(圖74) 手ふいご

(圖75) 自転車用壓縮ポンプ

壓縮空氣は、その弾力を利用して、鋏を打込む槌や、土地や石などを掘る穿孔機を動かし、電車の車輪の運動を止め、金属管を通して郵便物を急送し、沈没船を浮揚させ、魚形水雷を走らせたり発射したりするなど、その應用は頗る廣い。

28. 流體の吸入作用 小さい孔から空氣や水蒸氣又は液體を噴出させると、その壓力は氣壓より小になり、近傍の空氣は吸はれてゆく。霧吹や吸入器はこの理を應用したもので、圖の水平管を吹くと、噴出口の附近の氣壓が減じ、その爲に液が大氣の壓力によつて、吸上ポンプと



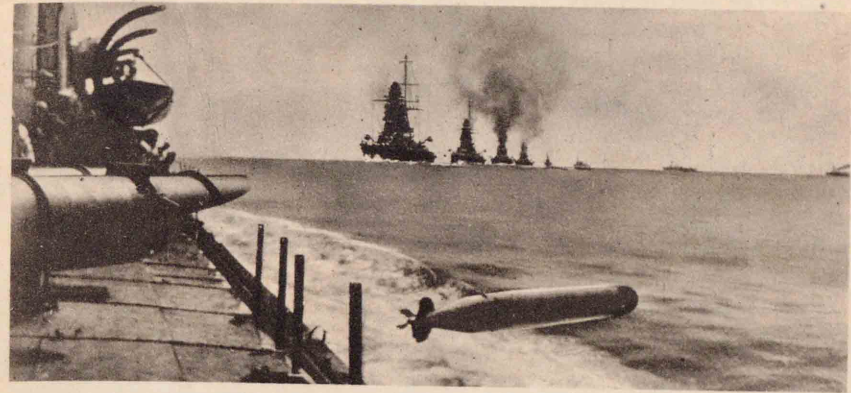
(圖76) 霧吹き



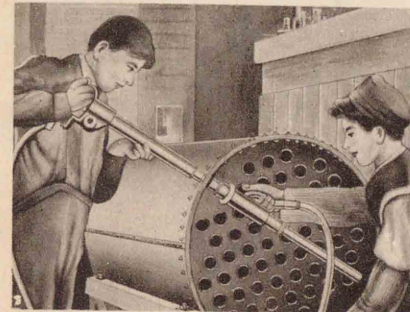
(圖77) 吸入器

同じやうに鉛直管に押上げられ、吹きとばされて霧になるものである。

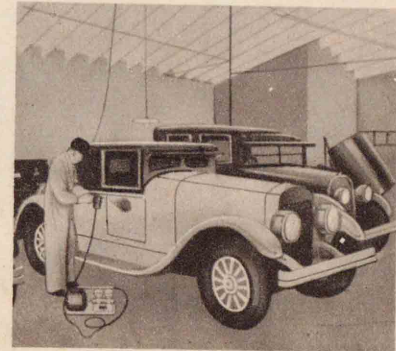
壓縮空氣の應用



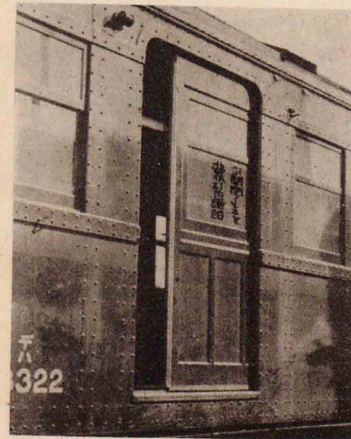
水雷の發射



鋏打機



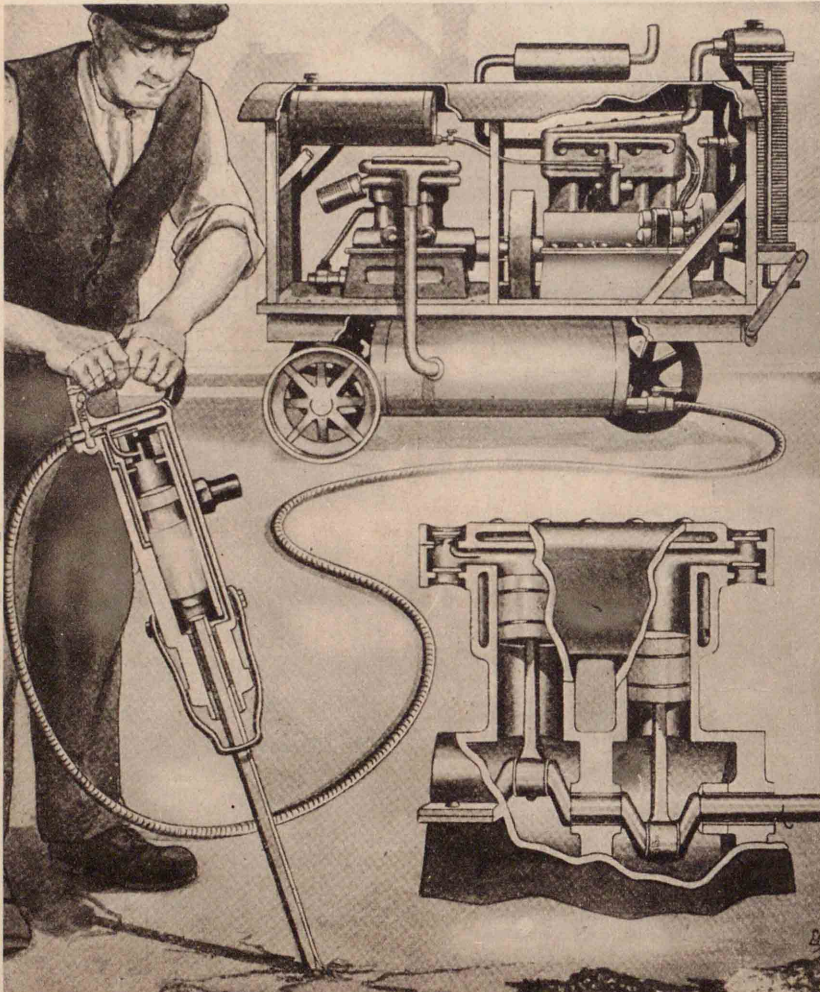
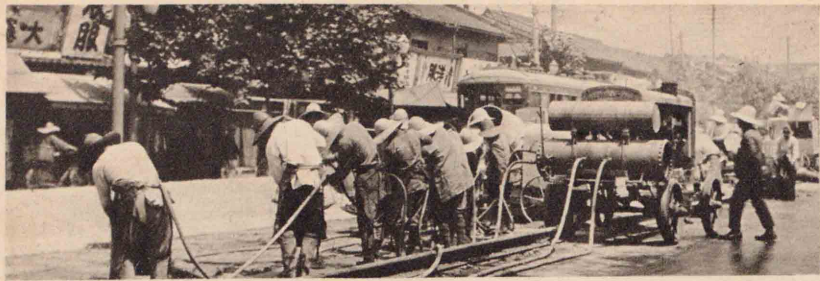
噴霧塗工機



扉自動開閉装置

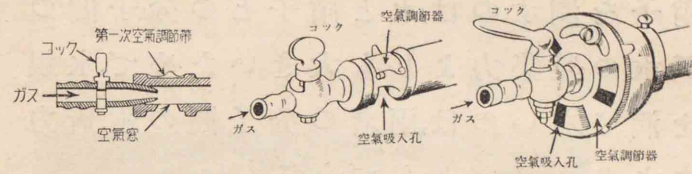


噴霧塗工機

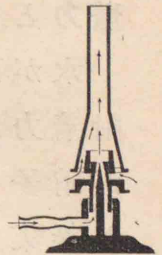


穿孔機 (右下は空氣壓縮機の構造)

瓦斯器具で石炭瓦斯に空氣を混ざるのに、この理が應用されてゐる。



(圖78) ガスの出口



(圖79) プンゼンバーナー



(圖80) 氣體の吸入作用の實驗

29. 分子力 分子は非常に小さくて、どのやうな顯微鏡をもつてしても、見ることが出来ないけれども、色々の事實から推定すると、その直徑が1億分の1程程度のものである。また物質を壓縮出来る點より見ると、分子の間には多少の空隙があることがわかる。

凝集力 凝集力
 ○ ○ ○ ● ● ●
 附着力

そしてこれら分子は、きはめて近距離に於て互に引合つてゐるもので、この引力を分子引力といひ、同種の分

(圖81) 凝集力と附着力

子間の引力を凝集力,異種の分子間の引力を附着力といふ。

水が硝子を潤すのは,水と硝子との分子間の附着力が,水の凝集力よりも大きいため,水銀が硝子を潤さないのは,両者の分子間の附着力が,凝集力より小さいからである。

問題 一度われた茶碗は,押合せても元のやうにくつつかないのは何故か。

30. 分子の集合状態

豫習事項 物質の三態は何々か。

物質に三態の區別があるのは分子の集合状態が異なるからである。

固体では,分子間の距離が小さく凝集力が大きいから,分子相互の位置が殆ど定まつてゐて,各分子は常に一定點の周圍にだけ振動する。固体が一定の體積と形状とを保つのはこのためである。

液体では凝集力が弱いから,容易に分子相互の位置を變へることが出来るが,やはりその凝集力のために體積を變へることは出来ない。

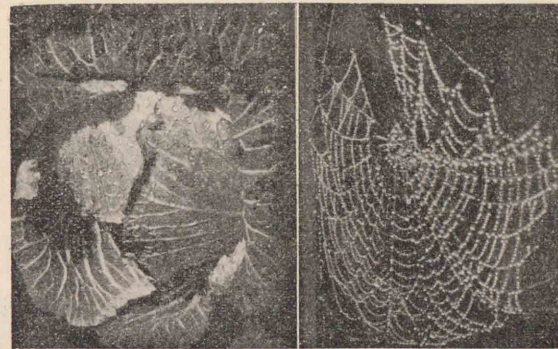
氣體では分子間の距離が大きく,凝集力が殆ど無いから,分子は自由に運動して常にどんな

容器をも充たす。

31. 表面張力 硝子管の端に吹いた石鹼球は,ふくらませたゴム風船のやうに,口を離せば收縮する。



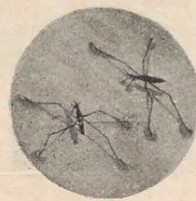
(圖82) 表面張力の實驗



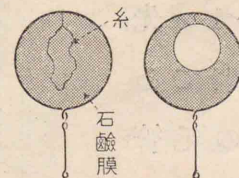
(圖83) 蜘蛛の巣及び葉上の露

板上の水銀の小粒,葉上の露の玉,雨滴等は略球形をなし

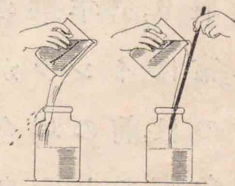
てゐる。これは水銀・水等が最小の表面積を取らうとして收縮したのである。かやうに液体の表面



(圖84) 水上を走る水すまし



(圖85) 針の先で糸の中の一點を破ると,糸は圓形にひろがる



(圖86)

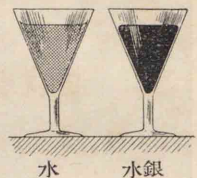
に沿うては,收縮しようとする力があらはれる。この力を表面張力といふ。

表面張力は液体によつて異り,水銀は水より

も強く、石油・アルコールは水より弱い。

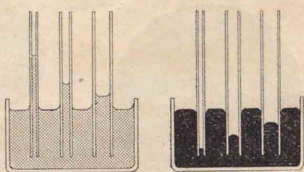
問題 図86の現象を説明せよ。

32. 毛管現象 細い硝子管を、水のやうな管を潤す液の中に立てると、水は管中に昇る。これは表面張力のために、水が引上げられるからである。これに反して、水銀のやうな管を潤さない液の中に立てると、液は管中で押下げられる。この現象は管だけでなく、物體の狭い間隙、又は物體の壁に沿うても起る。このやうな現象を**毛管現象**といふ。この液體の上昇或は下降は管の半徑に反比例する。



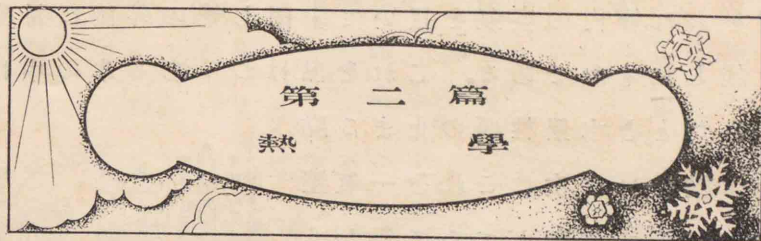
(圖87) コップに入れた水と水銀

ランプの心が油を吸上げ、吸取紙がインクを吸取り、万年筆のペン先に常にインクが來てゐるのは、前の場合の毛管現象であり、水鳥の羽毛・ゴム引の防水布などが水を通さないのは、後の場合の毛管現象である。



(圖88) 毛管現象

問題 脱脂綿には水が浸みこみ易く、普通の綿には浸みこみ難いのは何故か。



第一章 溫度・熱・熱量

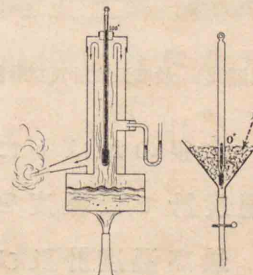
33. 溫度・溫度計 物體の溫さの度合を**溫度**といひ、溫度の差を生ずる原因となるものを**熱**



(圖89) 右手を冷水に、左手を熱い湯に浸し置き、急に同時に微温湯に浸した時の感じは？

といふ。溫度の高低は、皮膚の感覺によつて大體判定出來るが、その結果は甚だ不正確である。正確に溫度を測るには**溫度計**(又は**寒暖計**)を用ひる。溫度計には種類が多いが、普通

に用ひられるものは水銀や酒精の膨脹を利用したものである。



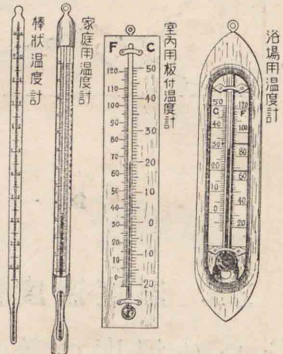
(圖90) 氷點と沸點とを定める

水銀溫度計は、内徑の一様な細い硝子管の下部の膨れたところに水

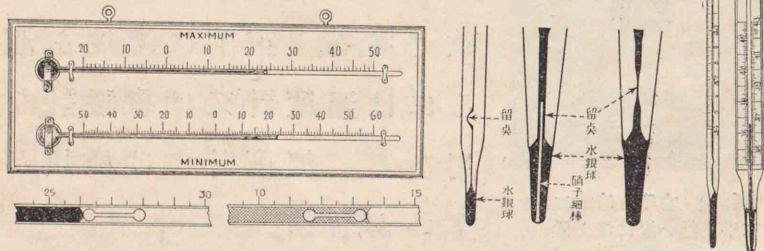
銀を入れ、管内の空気を抜いて密閉し、管の外側に目盛を施したものである。これを融けつゝある氷の中に入れたとき、水銀柱頭の止まる點

を氷點といひ、次にこれを一氣壓の空气中で沸騰してゐる湯から出る水蒸氣中に入れたとき、水銀柱頭の止まるところを沸點といふ。さうしてこの二點を基準として、この兩點間を容積に關して100等分して目盛を施し、これを上

下に及ぼしたものを攝氏の溫度といひ、例へば 8°C のやうに書きあらはす。



(圖91) 各種の溫度計



(圖92) 最高溫度計及び最低溫度計とその指標 (圖93) 體溫計とその留點部

水銀のかはりに着色した酒精を用いたものが酒精溫度計で、低溫度を測るに適する。

最高溫度計及び最低溫度計は、ある時間中の最高溫度及び最低溫度を知るためのものである。

體溫計は一種の最高溫度計で、球部と管部との間を非常に狭くしたもので、溫度の昇るときは水銀はこゝを通つて押し上げられるが、降るときはこゝで切れて水銀は管中に残つて體溫を示す。

適當な溫度表 (家庭に必要な溫度表)

入浴の溫度 (熱い好き、冬期)	45°—46°C	玉露の湯加減	53°
同	43°	葛湯	70°
同(ぬるい好き、夏期)	41°	半熟卵(軟)	66°で20分
生れたての子供の入浴	40°—41°	同(硬)	72°で20分
(始めは36°—37°にして入浴させ、差湯して溫度を高める)			
體溫(大人脇下)	35.8°—36.8°	味覺の充分餉く溫度	10°—35°
病室の溫度	15°—20°	[冷蔵の溫度]	
幼児に與へる乳	40°	酒類、バナナ	11°以下
コーヒーの飲み加減	68°	牛乳	10°
煎茶の湯加減	68°	肉類、雞卵	3°

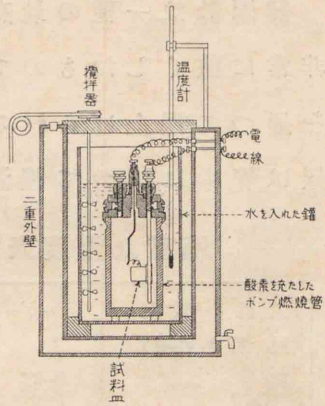
問題 體溫計で風呂の溫度が測れるか。

34. 熱量 熱は高溫部から低溫部に流れ、全部同溫度になつて止む。この熱量を測るには、1瓦の水を溫度 1°C だけ高めるに要する熱量を單位として用ひる。この單位をカロリー(又はグラムカロリー、或は小カロリー)といひ、この1000倍を瓦カロリー(又は大カロリー)といふ。

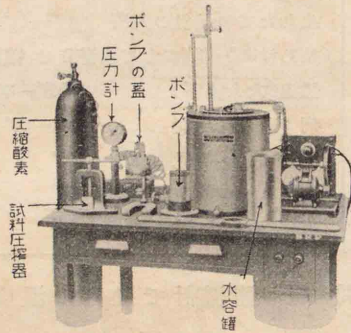
各種の燃燒熱及び電流によつて得られる熱は、普通用ひられる熱源で、太陽は自然の大熱源である。

食物の
栄養價を
示すカロ
リーは、
毎
カロリー
である。

燃 燒 熱 の 表		
カロリー(1瓦につき)		
ガソリン		12000
石 油		11000
木 炭		8000
無 煙 炭		7800
酒精(無水)		7200
木 材		4000
石 炭	1立方メートルにつき	4800000
瓦 斯		

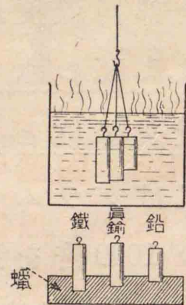


	物理的 燃焼熱量	生理的 燃焼熱量
炭水化物	4.1 瓦カロリー (1瓦につき)	4.1 瓦カロリー (1瓦につき)
脂 肪	9.3 "	9.3 "
蛋白質	5.8 "	4.1 "



(圖94) 物質の燃焼熱量を測る
ポンプカロリメーター

35. 熱容量・比熱 物質の温度を上昇させるに要する熱量は、物質によつて差異がある。ある物体の温度を 1°C 高めるに必要な熱量を、その物体の熱容量といひ、1 瓦の物質の温度を 1°C 高めるに要する熱量を、カロリーであらした數値を、そのもの、比熱といふ。

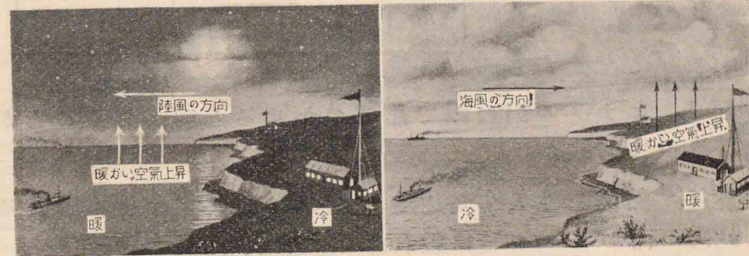


比熱 c 、質量 m 瓦の物体の熱容量は、(圖95) 比熱の實驗 cm カロリーで、これを温度 t_0 °C より t °C に高めるに要す

比 熱 表	
水	1.00
アルコール	0.58
氷	0.50
アルミニウム	0.22
鐵	0.11
銅	0.09
銀	0.06
キヤベツ	0.93
牛 乳	0.90
芋	0.80
魚 肉	0.80
雞 卵	0.76
牛 肉	0.75

る熱量は $cm(t-t_0)$ カロリーである。等質量の物質をとるときは、一般に比熱の大きいものは温め難く冷め難く、小さなものは温め易く冷め易い。普通の物質では水の比熱が最も大きくて 1 である。水が物を温めるにも冷やすにも用ひられるのはこのためである。

問 題 夏海邊では晝は海から陸に、夜は反對に風が吹くのは何故か。

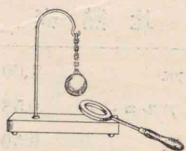


(圖96) 陸 風 と 海 風

36. 固体の膨脹 物体は一般に温度が昇ると膨脹し、温度が降ると収縮する。

固体の長さの増加するのを線膨脹といひ、體積の増加を體膨脹といふ。温度 1°C の上昇によ

る長さ(又は體積)の増加と、もとの長さ(又は體積)との比を、線膨脹係數(又は體膨脹係數)といふ。



今 $t_0^{\circ}\text{C}$ に於て長さ l_0 の固體が、 $t^{\circ}\text{C}$ に於て l に伸びたとすれば、線膨脹係數 a は

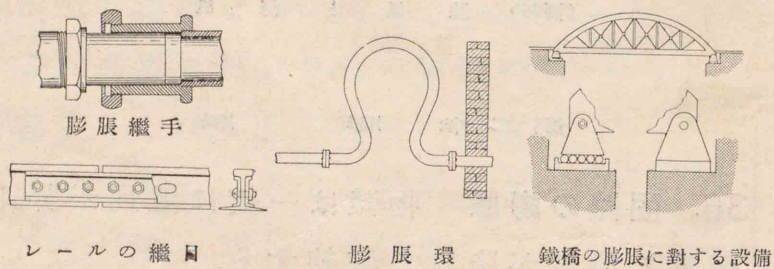
$$a = \frac{l - l_0}{l_0(t - t_0)} \quad l = l_0\{1 + a(t - t_0)\} \dots (5)$$

體膨脹係數は線膨脹係數の3倍である。

物質	線膨脹係數
世鉛	0.000029
真鍮	0.000019
鋼	0.000018
鉄	0.000012
白金	0.000009
銅	0.000009
鋼合金	0.000009
インバール	0.000009
石英硝子	0.000005

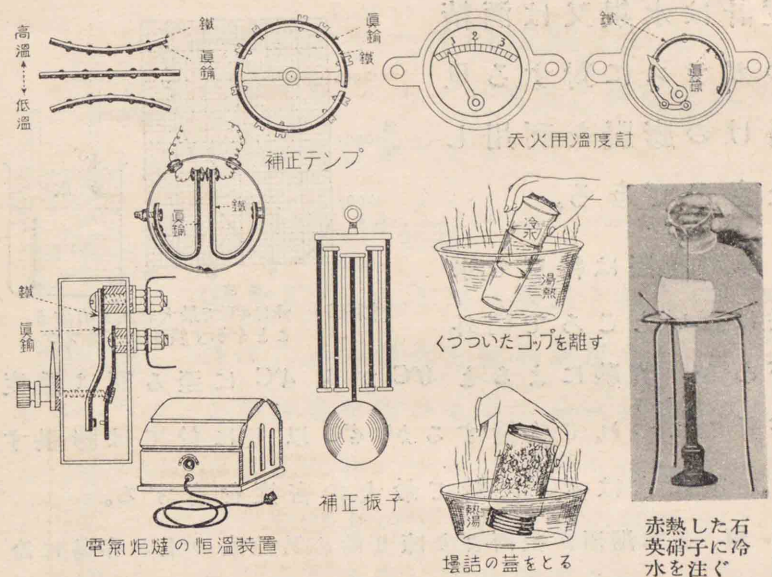
問題1. エナメル引の鍋で焦げつかせると、剥落ちることがあるのは何故か。

問題2. 熱湯を注入するとき、肉の厚いコップはよく毀れるが、肉の薄いビーカーは毀れないのは何故か。



(圖98) 固體の膨脹に対する設備のいろいろ

本多、増本博士等によつて發明された超不變鋼及びステンレスインバールよりも遙かに膨脹係數が小さい。



(99) 固體の膨脹の利用

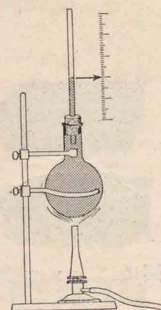
37. 液體の膨脹 液體の體

膨脹は固體に比べて大きい。

液體の體膨脹係數(20°C)	
エーテル	0.00166
アルコール	0.00112
水	0.00018
水 (20°)	0.00015
水 (0°-4°)	0.00004

實驗 フラスコに着色

水を満たし、細い硝子管をつけた栓をして熱すると、管中の水面は始め少し降り、やがて又上昇する。



(圖100) 見掛けの膨脹の實驗

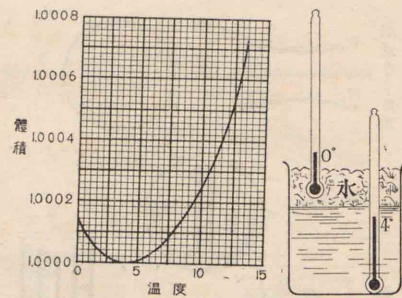
この實驗に於て、液が管中を昇るのは、液體の膨脹が固體の膨脹より

大きいので、その差に相當するだけ昇るのであつて、これを見掛けの膨脹といふ。水銀・酒精温

度計は水銀又は酒精のガラスに対する見掛けの膨脹を利用したものである。

水の膨脹は特別で、氷點に近いところで例外がある。実験によると 0°C から 4°C に至る間は温度が昇るにつれて収縮するが、4°C 以上に於ては膨脹する。故に水は 4°C に於て最大の密度を有する。

問題 冬季湖沼が表面より凍り始め、又池底の水が容易に冷却しない理由を説明せよ。



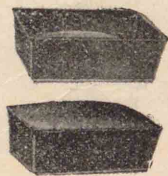
(圖101) 水は4°Cで最大密度を有することを示す実験及びグラフ

38. 氣體の膨脹

豫習事項 ゴムまりを熱するとだんだん張ってくるのは何故か。

氣體の膨脹は液體に比べて遙かに大きい。氣體は又壓力を變へても著しく體積を變へるから、熱による膨脹を考へるには、壓力を一定に保つ必要がある。実験によると、

氣體はその種類を問はず、一定壓力の下では、温度1°C 昇る毎に、0°C のときの體積の $\frac{1}{273}$ づつ膨脹する。



(圖102) パンの膨脹

これをシャルルの法則といふ。

即ち 0°C のときの氣體の體積を V_0 , $t^\circ\text{C}$ のときの體積を V とすれば、

$$v = v_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right) \dots \dots \dots (6)$$

0°C を 273° とし、1° 間は攝氏と同じ目盛法による温度を絶対温度といふ。

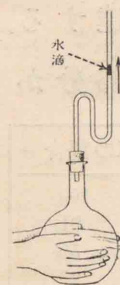
この目盛を用ひると、シャルルの法則はまた次のやうに述べられる。

一定壓力の下では、氣體の體積はその絶対温度に正比例する。

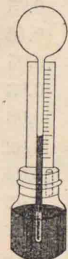
即ち $t^\circ\text{C}$, $t'^\circ\text{C}$ に於ける體積をそれ

ぞれ v, v' とすれば

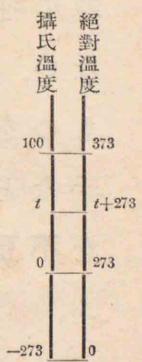
$$\frac{v'}{v} = \frac{273+t'}{273+t} \quad \frac{v'}{273+t'} = \frac{v}{273+t} \dots \dots \dots (7)$$



(圖103) 氣體の膨脹を示す実験



(圖104) ガリレイの始めて作った空氣溫度計



39. 傳導

豫習事項 熱の移り方にはどんな種類があるか。

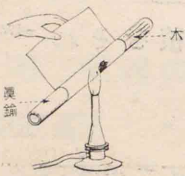
火箸の一端を握り他端を熱すると熱は高温

一定量の氣體が、その壓力と温度とを同時に變へるときは、第23節のボイルの法則が適用されて次のやうになる。

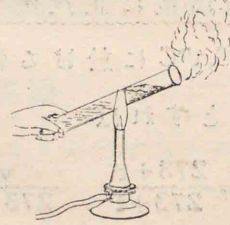
一定量の氣體の體積は壓力に反比例し、絶対温度に正比例する。これをボイルシャルルの法則といふ。

のところから火箸を通つて、他端の手に達する。このやうに熱が物體を暖めつゝ、高温の部分から低温の部分へ物質を傳つて移り行くのを、熱の**傳導**といふ。傳導の速さは物質によつて一様でない。金屬のやうに傳導の速いものを**良導體**といひ、空氣・石綿・羽毛などのやうに傳導の遅いものを**不良導體**又は熱の**絶縁體**といふ。

熱傳導の割合	
銀	100
銅	91
アルミニウム	50
眞鍮	27
鐵	16
煉瓦・石材	0.3
陶磁器	0.25
硝子(窓)	0.25
水	0.14
木綿	0.05
松	0.03
洋紙	0.03
石綿	0.02
フランネル	0.02
鋸屑	0.02
斷熱煉瓦(イツライト)	0.02
絹	0.01
コルク板	0.01
綿	0.01
羊毛	0.009
羽毛	0.006
空氣	0.002



(圖105) 木は金屬より熱を傳へ難い



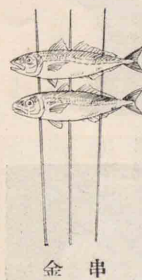
(圖106) 水も熱を傳へ難い

問題1. 同溫度であるにかゝらず、冬手を金屬にふれると冷く、毛布にふれるとさほど冷く感じないのは何故か。

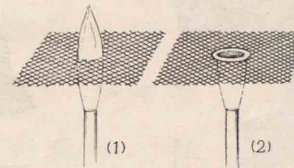
問題2. 蒲團類の綿が壓せられて薄くなると、暖くないのは何故か。

40. 對流 水や空氣のやうなものゝ一部分を熱すると、傳導によつて、その周圍の部分の温まることは極く僅かであるが、温まつた部分は膨脹するから軽くなつて上昇し、周圍の冷く

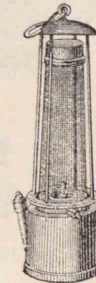
[熱の良導體の應用]



金串

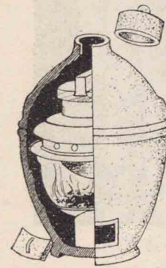


安全燈の原理



安全燈

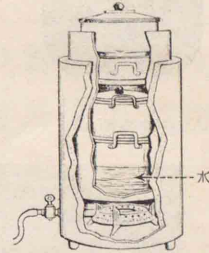
[熱の不良導體の應用]



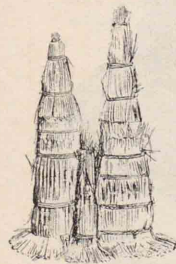
極東蒸籠



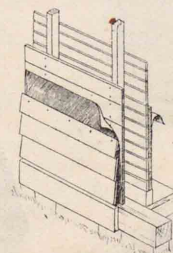
不導體で包んだ電熱鍋



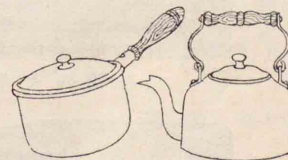
萬能レンジ



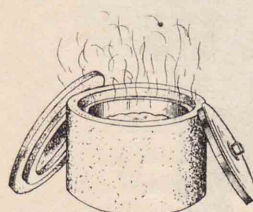
ワラで包んだ植木



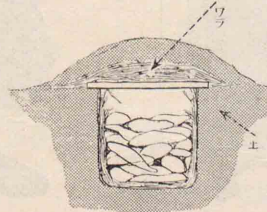
木造の壁の間の空間



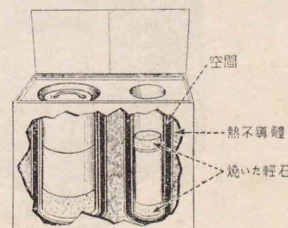
木で拵へた持手



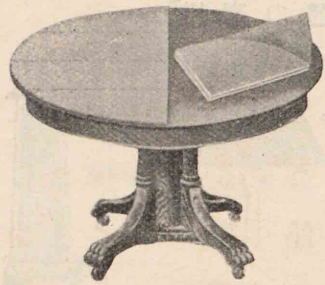
コルク製保温飯櫃



野菜の貯蔵



火なしコンロ



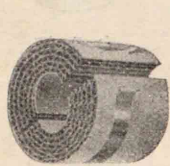
石棉テーブル掛け



石棉布



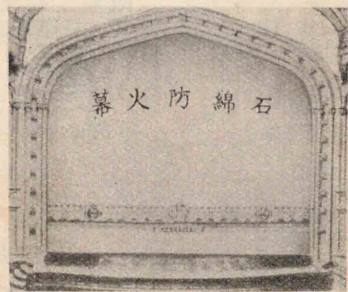
石棉防火服



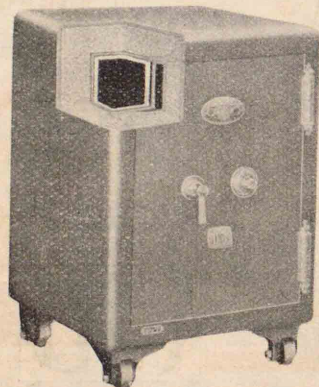
石棉管覆ひ



石棉釜敷



石棉防火幕

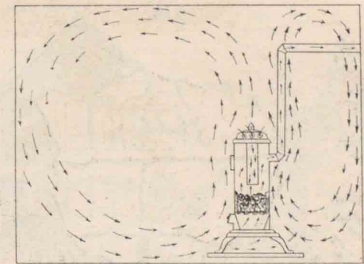


金庫



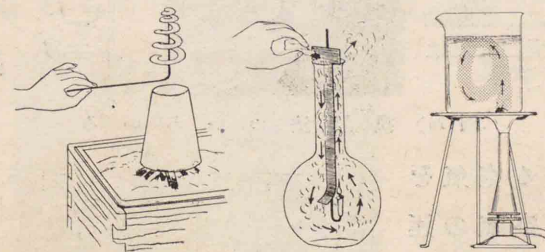
我が陸軍防寒服

て重いものが降つて、これと交代する。かやうに熱が物質の移動に伴つて移動するのを熱の対流といふ。

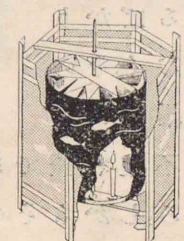


(圖107) ストープによる空氣の對流

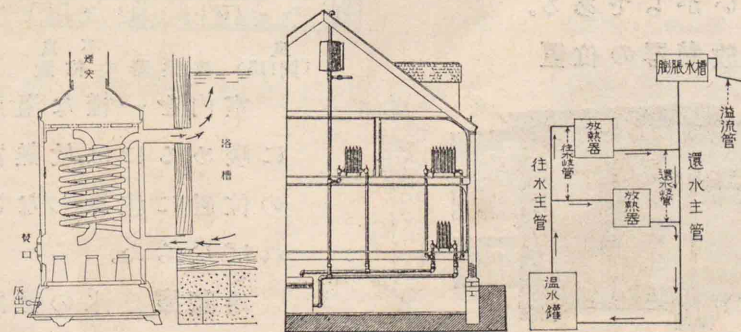
貿易風・潮流・陸風・海風などは自然界に起る大規模の對流に外ならない。また煙突・室内換氣・溫水暖房・蒸氣暖房・熱氣暖房などは對流の應用である。



(圖108) 對流の實驗

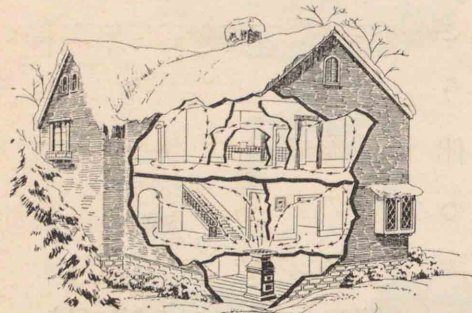


(圖109) 廻り燈籠

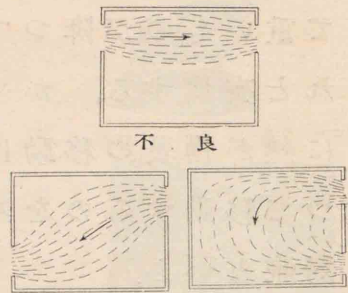


(圖110) 對流の例

(圖111) 溫水暖房

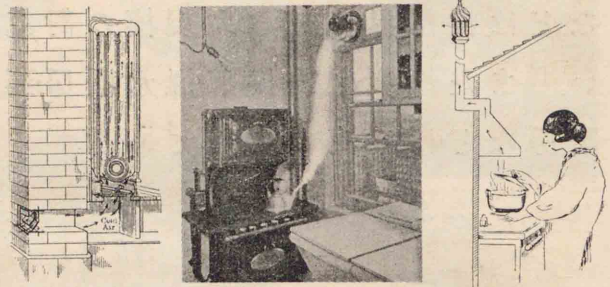


(圖112) 熱氣暖房



(圖113) 空氣の取入口と排出口

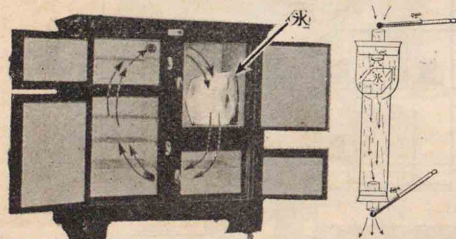
毛布や綿などが暖いのは、繊維が不良導體であるばかりでなく、その繊維内に最



(圖114) 換氣法のいろいろ

も不良導體である空気を含み、しかもその空氣の運動が不自由で、對流が起らないからである。

放熱器の位置



(圖116) 冷蔵庫及びその原理

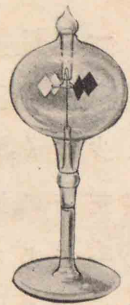
(圖115) 放熱器の位置

室内を一樣な溫度に暖めるには、放熱器の位置に注意しなければならぬ。

冷蔵庫 氷の融解熱の大きいことと、熱

の對流作用を利用したものである。何故に氷を上置きか。

41. 輻射 燃えつゝあるストーブの傍へ行けば大變温く感じる。この時熱の移るのは、傳導や對流によるのではない。熱が中間の物質によらず移り行くのを輻射といひ、この熱を輻射熱といふ。



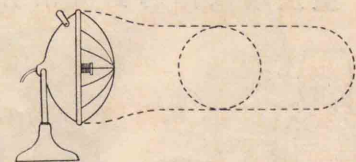
(圖117) 輻射計

太陽が、眞空や寒冷な高層大氣を隔て、地球を熱するのは、この輻射

によるのである。

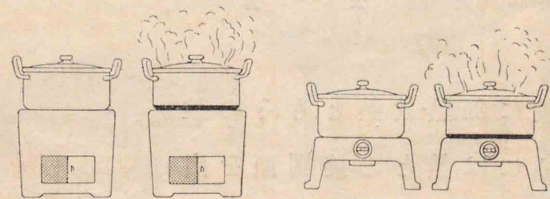


(圖118) 電熱器の輻射熱の利用



(圖119) 電熱器の配熱状態

黒い物體は輻射による熱を



(圖120) 炭火による輻射熱 (圖121) 電熱による輻射熱



(圖122) 雪だるまは黒いところから融けはじめる

最もよく吸収し、白い物體や磨いた金屬の面などはよく反射する。水蒸氣は比較的よく輻射熱を吸収するが、空氣は殆どこれを吸収せずに透過し去る。

一般によく輻射熱を吸収するものは、またよく輻射するものである。總て瓦斯體は輻射熱を吸収すること少なく、隨つて自ら輻射する性質に乏しい。故に石炭瓦斯の焰は甚だ輻射熱に乏しい。然るに黒い物體の一である炭火電熱發熱線は多量の輻射熱を放つ。これ炭火用及び電熱に用ひる鍋釜類の底が黒くしてある所以である。濫りに底を磨いては時間と燃料の不經濟である。

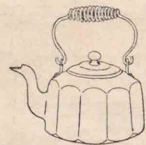
魔法壺は傳導・對流・輻射による熱の移動を巧みに防



(圖123) 魔法壺

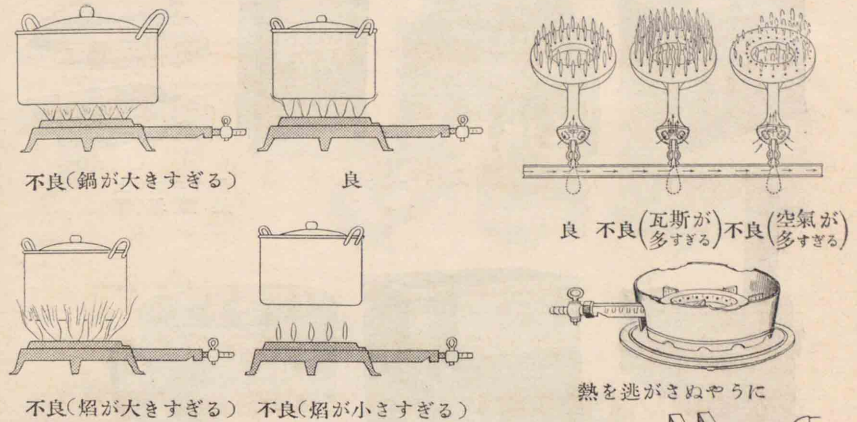
いだ壺である。

加熱放熱 一般に加熱放熱ともその効果を多くするためには、熱との接觸面を出來るだけ大にすることが必要である。



(圖124) 湯沸の持手

[瓦斯器具の用ひ方]



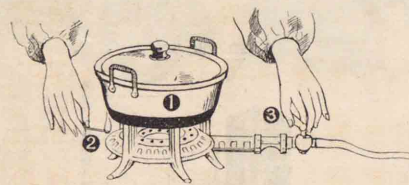
不良(鍋が大きすぎる)

良

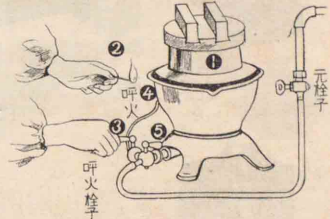
良 不良(瓦斯が多すぎる) 不良(空氣が多すぎる)

不良(焰が大きすぎる) 不良(焰が小さすぎる)

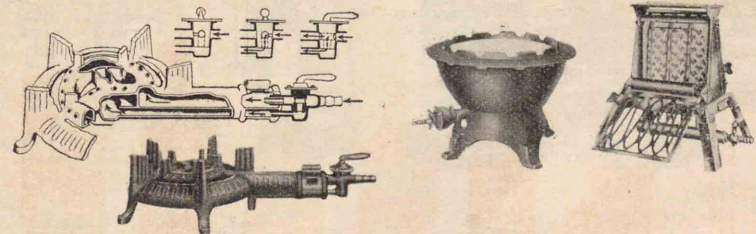
熱を逃がさぬやうに



點火の仕方



[瓦斯器具]



瓦斯コンロ

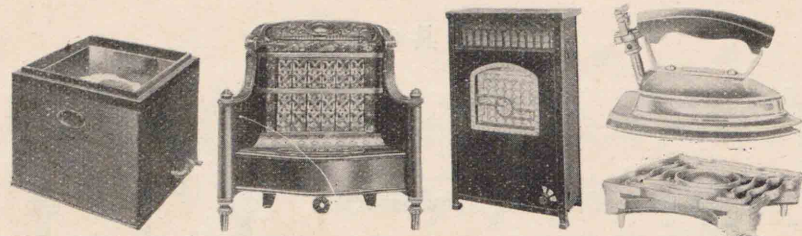
飯炊釜

パン焼器



スキ焼鍋

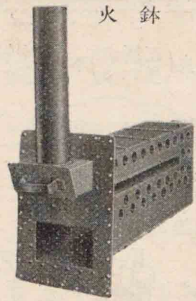
料理器



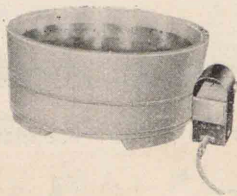
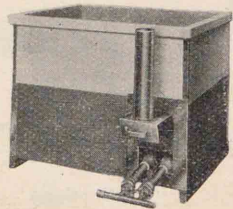
火鉢

ストーブ

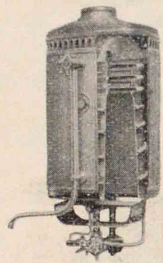
アイロン(上)
足温器(下)



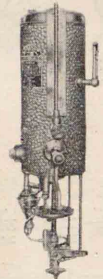
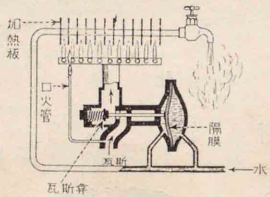
風呂



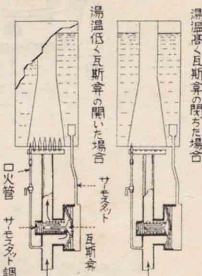
追焚器



瞬間湯沸器



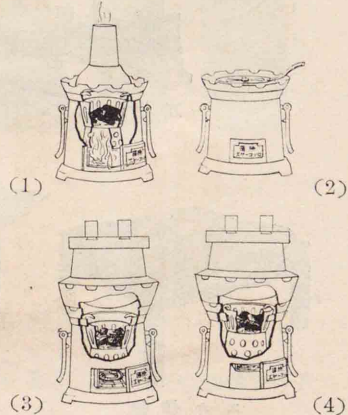
貯藏式湯沸器



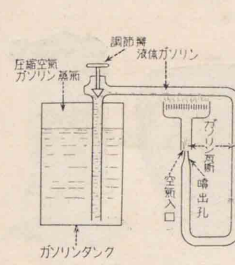
[木炭コンロ]



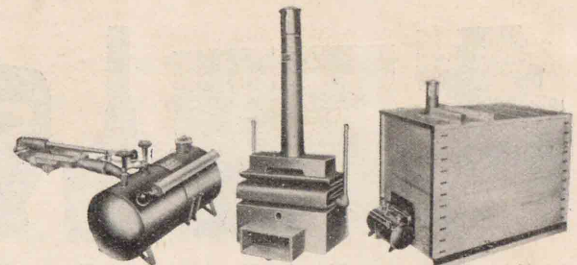
- (1) 点火 (2) 消火
- (3) 炭が少くなれば (4) のやうに火皿をあげる



[ガソリン器具]

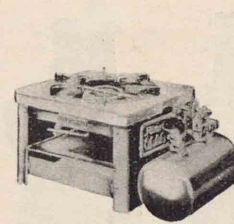


コンロの原理

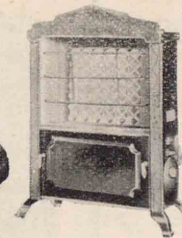


風

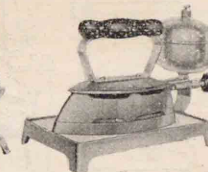
呂



コンロ



ストーブ

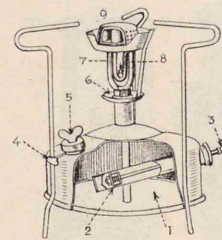


アイロン

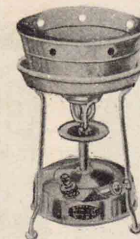


簡易コンロ

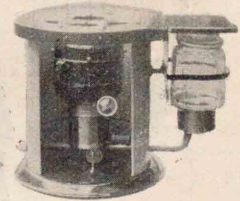
[石油・アルコール・オガクズ器具]



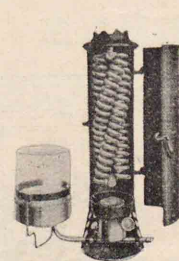
噴霧式コンロ



ランプ式コンロ



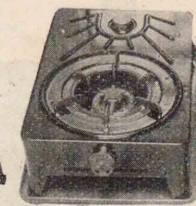
中間式コンロ



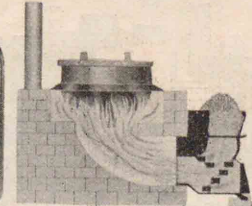
瞬間湯沸器



ストーブ

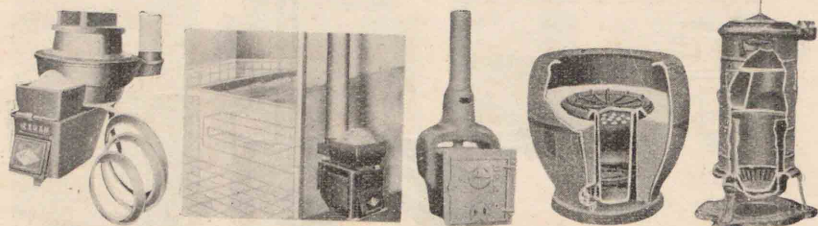


アルコールコンロ

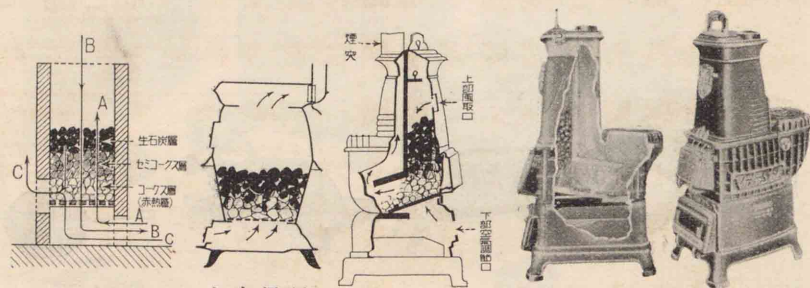


オガクズ竈

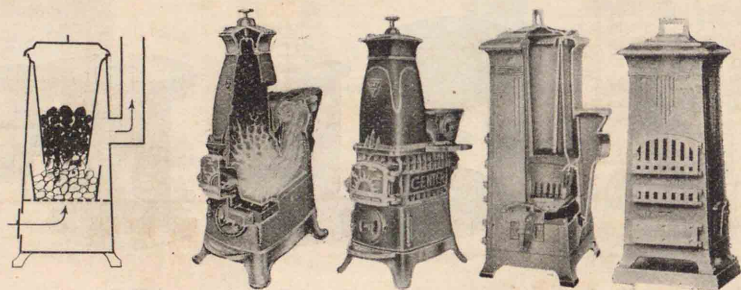
[オガクズ・煉炭・石炭器具]



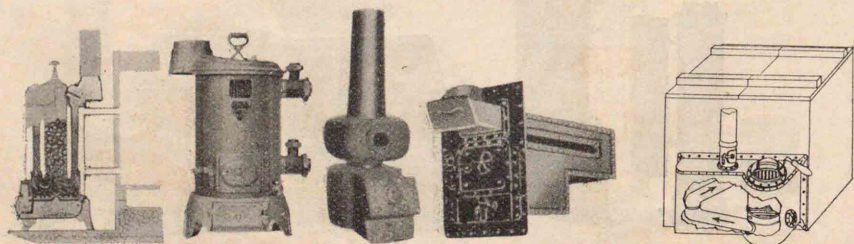
オガクズ釜 同風呂 煉炭風呂釜 同火鉢 同ストーブ



石炭ストーブの型式 上向通風 上向燃焼式 下向通風 上向燃焼式



横向通風 上向燃焼式



石炭風呂釜

第四章 状態の變化

問題 1. 瓦斯ストーブでは、燃焼する瓦斯の中に骸子(スケルトン)といふ不燃焼體を入れる。その作用を説明せよ。
 問題 2. 晴れた夜は曇つた夜より冷えるのは何故か。

第四章 状態の變化

42. 融解と凝固 固體に熱を加へると、常にこれに特有な溫度で液體になり始める。この現象を融解といふ。固體が融解し始めると、加へられた熱は全部融解のために費されるので、全部が融けてしまふまでは、いくら熱を加へても溫度は昇らない。この溫度を融解點といひ、1 瓦の物質を融解するに要する熱量を、その物質の融解熱といふ。水の融解熱は最大である。

融 解 點	融解熱
タングステン	3400°
白金	1700
鐵	1530
銀	1083
アルミニウム	657
ガラス	{ 1400 800
鉛	326
錫	232
半田	185
蔗 糖	160
パラフィン	{ 52 138
水	0
氷	80
酒精	-114
銀 精	-39
	3

逆に液體を冷やすと固體に變る、これを凝固といふ。

凝固を始めると全部固體になるまで溫度は變らない。この溫度を凝固點といふ。これはその



(圖125) 氷 枕

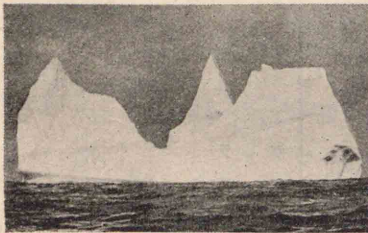


(圖126) 氷 詰

物質の融解點に等しい。凝固しつつある間に
出す熱量即ち凝固熱は融解のとき加へられた
融解熱に等しい。

一つの物質に、他の物質が融け込むと、一般にその融
解點が降る。例へば海水の凝固點は約 -2.5°C であり、
半田蠟はその成分である鉛及び錫より融解點が低い。

多數の物質は融解に際し膨脹し、凝固の時に收縮す



(圖127) 氷 山



(圖128) 諏訪湖の神渡り

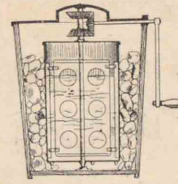
るものであるが、鐵・水などは凝固すると膨脹する。こ
れが鐵器の鑄造に適する所以である。金・銀・銅貨の製
造には型で打出す。活字金が活字の鑄造に用ひられ
るのは、凝固の際體積の變化が少ないからである。

氷は1割も體積を増すから水上に浮ぶのである。

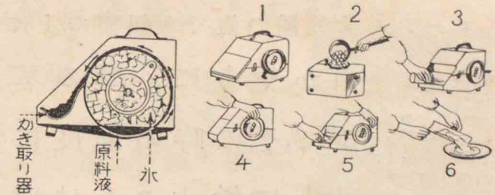
問題1. 0°C の水で冷すのと、氷で冷すのとはどちらが有効か。

問題2. 嚴冬に水道管が往々破裂する事があるのは何故か。

43. 寒 劑 アイスクリームを製する時の
やうに、水と食鹽の混合物を造ると、物體を 0°C
以下に冷却することが出来る。このわけは、先



(圖129) アイスク
リーム機



(圖130) 速かに出来るアイスクリーム機

づ氷が熱をとつて融け、融けて出来た水に食鹽
が溶ける時に熱を吸収する爲に温
度が降り、氷の融解と食鹽の溶解と



(圖131)
食鹽を水に投げ
ると温度が下る

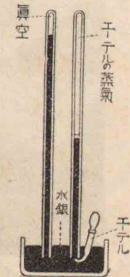
寒 劑 の 表		
混 合 物	重 さ の 割 合	最 低 温 度
食 鹽 ・ 水	1 : 3	-22°
鹽 化 ア ン モ ニ ウ ム ・ 水	1 : 4	-15.5°

が相助けて
温度が著し
く下るので
ある。この

種の混合物を寒劑といふ。

44. 氣 化 液體が氣體になるのを氣化と
いひ、出来た氣體を蒸氣といふ。硯の水が次第
に干上る時のやうに、液體の表面から氣化する
のを蒸發といふ。

實 驗 1. トリチェリーの眞空を作り、管口から少
量のエーテルを送り込むと、それが眞空中に蒸
發して水銀面は下る。尙少しづつエーテルを
送り込むと、管中の水銀面は少しづつ下るが、あ
る所まで下るとこれ以上は下らず、送り込んだ



(圖132)

エーテルは液體の儘で水銀面の上にたまる。

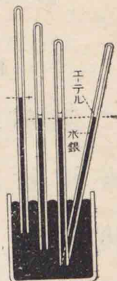


(圖133)

かやうに液體の蒸發には際限があつて、その時の溫度に於ては、ある壓力以上に増すことは出来ない。

この壓力をその溫度に於ける最大壓力といひ、最大壓力に達した蒸氣を飽和蒸氣といふ。

實驗2. 前の實驗に於て、管を引上げ、或は引下げ、或は傾けて水銀面の高さの差と、エーテルの量とを觀察せよ。



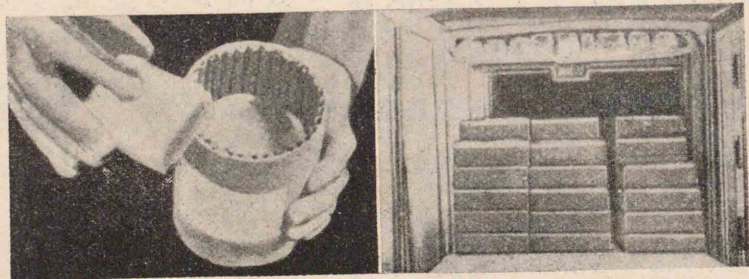
(圖134)

同じ物質では、最大壓力は溫度が高い程大である。

また樟腦のやうに固體から直接氣化するものがある。これを昇華といふ。近頃ドライアイスの名のもとに、冷蔵用に賣出され

最大壓力の表(種)

溫度	水
-20°	0.1
0	0.5
20	1.8
40	5.6
60	14.9
80	33.5
100	76.0
120	149.2



アイスクリームの貯藏 (圖135) ドライアイスの利用

鮮魚の汽車輸送

てゐる固形炭酸も昇華する。



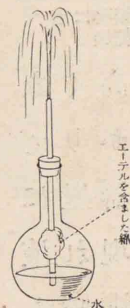
(圖136)

問題 七分通り這入つてゐた湯タンポや、麥茶冷しが、冷えて圖136の如く破壊したといふ。何故か。



(圖137)

また圖137の如く、冷めるとお椀の蓋のとり難いことがある。何故か。



(圖138) 空氣中への蒸發を示す實驗

45. 大氣中への蒸發・乾燥 蒸發は前節の實驗のやうに眞空中に於てのみならず、空氣其他の氣體内に於ても、同じ最大壓力に達するまで蒸發する。しかし眞空中ほど速くない。

物體中の水分を蒸發させて乾燥を速かにするには

- (1) 物體に接する空氣をなるべく飽和状態より遠ざける。それには、
 - (イ) 溫度を上げる。(ロ) 乾いた風又は乾燥空氣を送る。(ハ) 吸濕劑を用ひる。
- (2) 大氣に接する表面をひろくする。



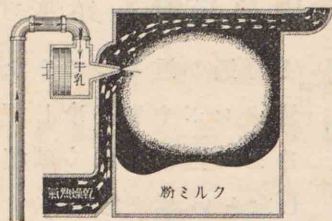
(圖139) おしめ干し(溫度を高める)



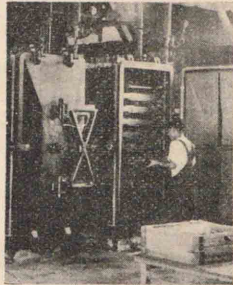
(圖140) 乾燥空氣による乾燥

(圖141) 吸濕劑(アドソール)による乾燥

(3) 密閉器
中に入れてポンプで減圧し、
中の空氣及び
水蒸氣をのぞ
く。(真空乾燥)



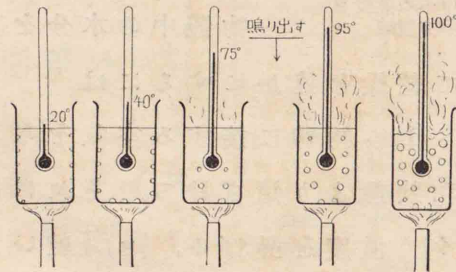
(圖142) 粉ミルクの製造



(圖143) 製薬に用
ひる真空乾燥

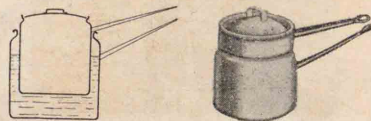
46. 沸騰 液體を熱すると、温度が高くなると共に液面からの蒸發が盛になるばかりでなく、一定の温度に達すると、液の内部や器壁に接するところからも、蒸氣が泡となつて現れ、液面より出る。これを沸騰といふ。液が沸騰し

1 氣壓に於ける沸騰點		
水	銀	357.°C
水		100.
アルコール		78.3
エーテル		34.5
アンモニア		-33.5



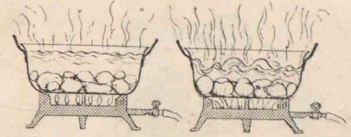
(圖144) 水の沸騰

つゝある間は温度が一定で、いくら熱を加へてもこれ以上昇らない。このとき加へられた熱は、全部液を蒸氣に變へるために用ひられるのである。この温度を沸騰點といふ。



(圖145) 二重鍋

煮炊をするとき、沸騰し出すと火力を緩めて、やつと沸騰がつづくやうにして置くのはこのためである。また



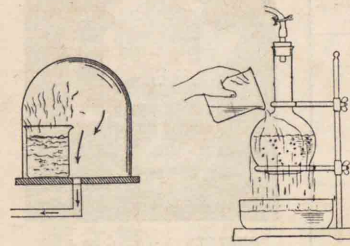
(圖146) 沸騰の實驗

焦げつかさないやうに料理する湯煎もこの應用である。

液體の沸騰はその上加はる壓力に關係する。それで普通は、大氣壓が一氣壓の時の沸騰點を單

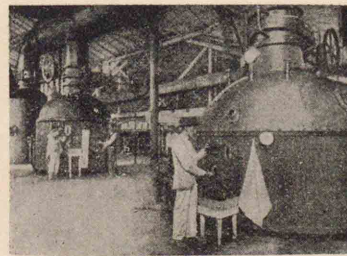
壓力	水の沸騰點
234托	70°C
355	80
526	90
760	100
1.5氣壓	112
2	120
3	135

に沸騰點といつてゐる。



(圖147) 壓力と沸騰との實驗
減壓すると再び沸騰する

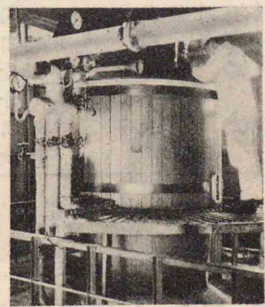
るときのやうに、低温度で液體を



(圖149) 砂糖の減壓蒸溜

真空罐(減壓釜) 糖蜜から

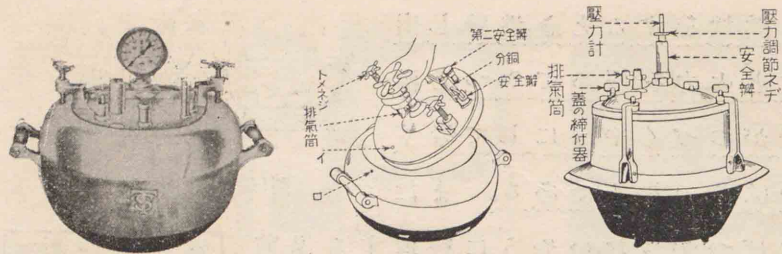
水分をとつたり、煉乳を製するときに、低温度で液體を沸騰させたい



(圖148) 煉乳蒸發用真空釜

ときは、減壓しながら密閉した罐で煮つめる。

壓力鍋(加壓鍋) 壓力鍋を用ひると、著しく沸騰點をあ

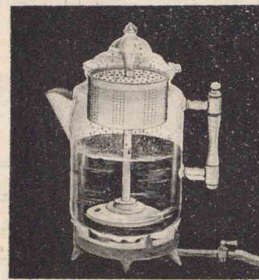


(圖150) 家庭用壓力鍋

げ得るから速く煮え、堅い繊維も大變柔かに、魚などは骨まで食べられるやうになる。

これはまた高山で食物を煮る時にも、ゼラチンを骨

加熱時間表		
品名	普通鍋による	家庭用壓力鍋による(加壓1氣壓)
ハム	4時間	50分
スープ	2時間	30分
塩詰殺菌	1.5-2時間	30-40分
豆類	1.5時間	25分
馬鈴薯	25分	8分
米	19分	16分
玄米	1時間	30分
粥	45分	27分



(圖151) コーヒ沸し

より取り出すにも、殺菌にも用ひられる。(しかし普通の鍋釜に少し位重い蓋をしても殆ど影響がない)

問題1. 湯で煮るより、油でいためる方がよく煮えるのは何故か。

問題2. 煮物を焦げつかせることを物理的に説明せよ。

47. 氣化熱 液體が氣化する時には融解の場合と同じやうに、その状態を變へる爲に熱を要する。1瓦の液體を同温度の蒸氣に變へる

爲に要する熱量を、その物質の氣化熱といふ。

氣化は液體の温度の如何にかかはらず常に行はれて居り、氣化熱は

1氣壓、沸騰點に於ける氣化熱	
水	539カロリー
アルコール	202
エーテル	90
液體アンモニア	321
液體亞硫酸	96

温度によつて異なるが、普通氣化熱と呼んでゐるのは沸騰

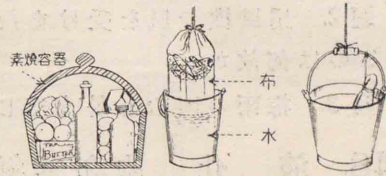
點に於ける氣化熱である。



(圖152) 熱帶地方に於ける飲料水冷却用の素焼の甕



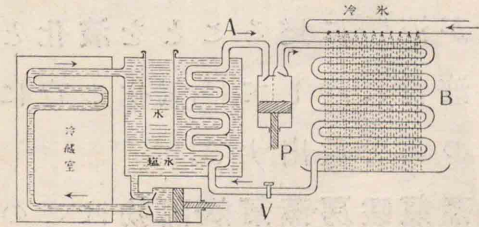
(圖153) 氣化熱の實驗



(圖154) 氣化熱を利用した簡易冷蔵法

製氷機 液體アンモニアの氣化熱を利用したもので、ポンプPでアンモニア蒸氣をBの蛇管内に壓縮し、これを冷水で冷して液化させた後、瓣Vを経て蒸發室Aの蛇管に送つて蒸發させる。この際鹽水より蒸發熱を採るので鹽水は

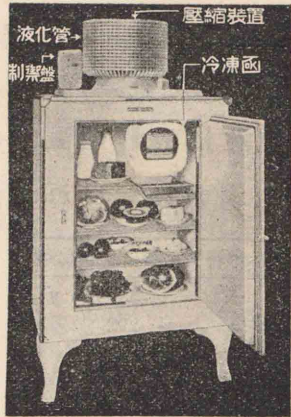
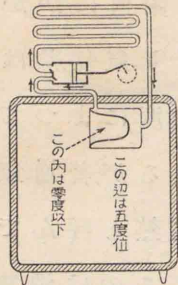
-10°Cまで冷却し、この鹽水中に沈め



(圖155) 製氷機械の原理

た罐内の水を凍らす。またこの鹽水をポンプで冷蔵庫内を廻らせ、食品・衣類・蠶種などを貯へる。

(別刷の圖のやうに、直接アンモニアで冷す方法もある。)



(圖156) 家庭用電氣冷蔵庫

問題1. 夏庭に打水をすると涼しく感じるのは何故か。

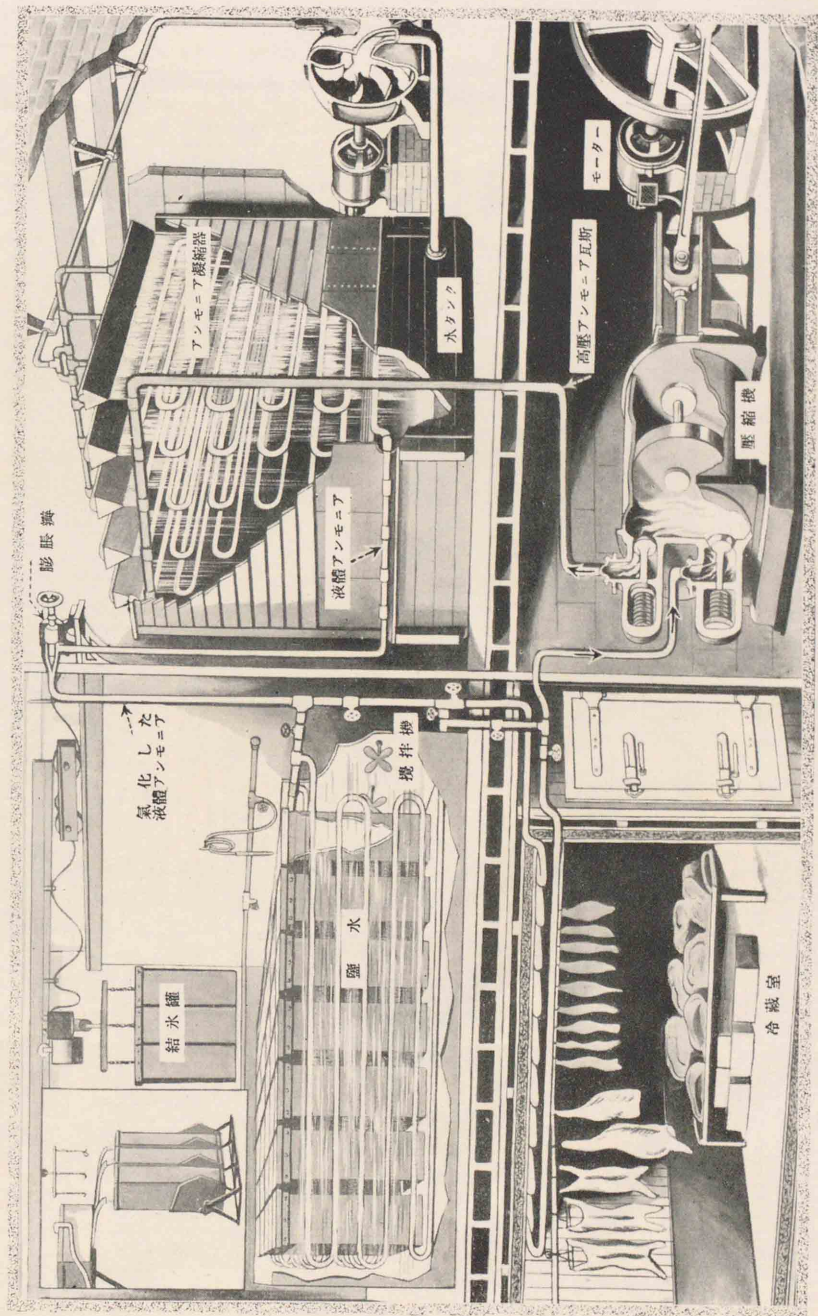
問題2. 扇風機で風を受け、また扇子であふぐと涼しく感じるのは何故か。

問題3. 梅雨の頃むし暑く感じるのは何故か。

48. 液化 飽和蒸氣を壓縮すると、蒸氣の一部は液體になる。又これを冷却しても、その壓力は冷却した溫度に相當する最大壓力以上となるから、蒸氣の一部が液體となり、残りがこの最大壓力を呈するやうになる。かやうに氣體が液體に變ることを液化といふ。

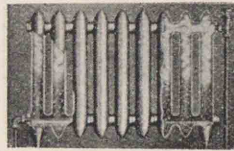
液化に際しては、氣化の時に要した氣化熱だけの熱を放出する。

蒸氣暖房・蒸氣炊・蒸物はこの理を應用したもので、水蒸氣が液化するとき放出する熱を利用

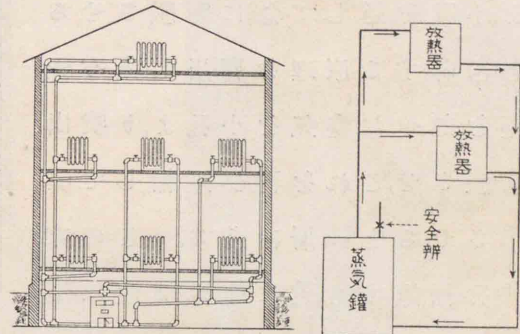


製氷機の原理

するのであ
る。



(圖157) 放熱器内の蒸氣



(圖158) 蒸氣暖房



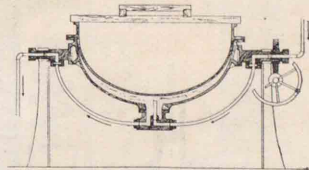
(圖159) ゆのし



(圖160) 蒸焼き器



(圖161) 蒸し鍋

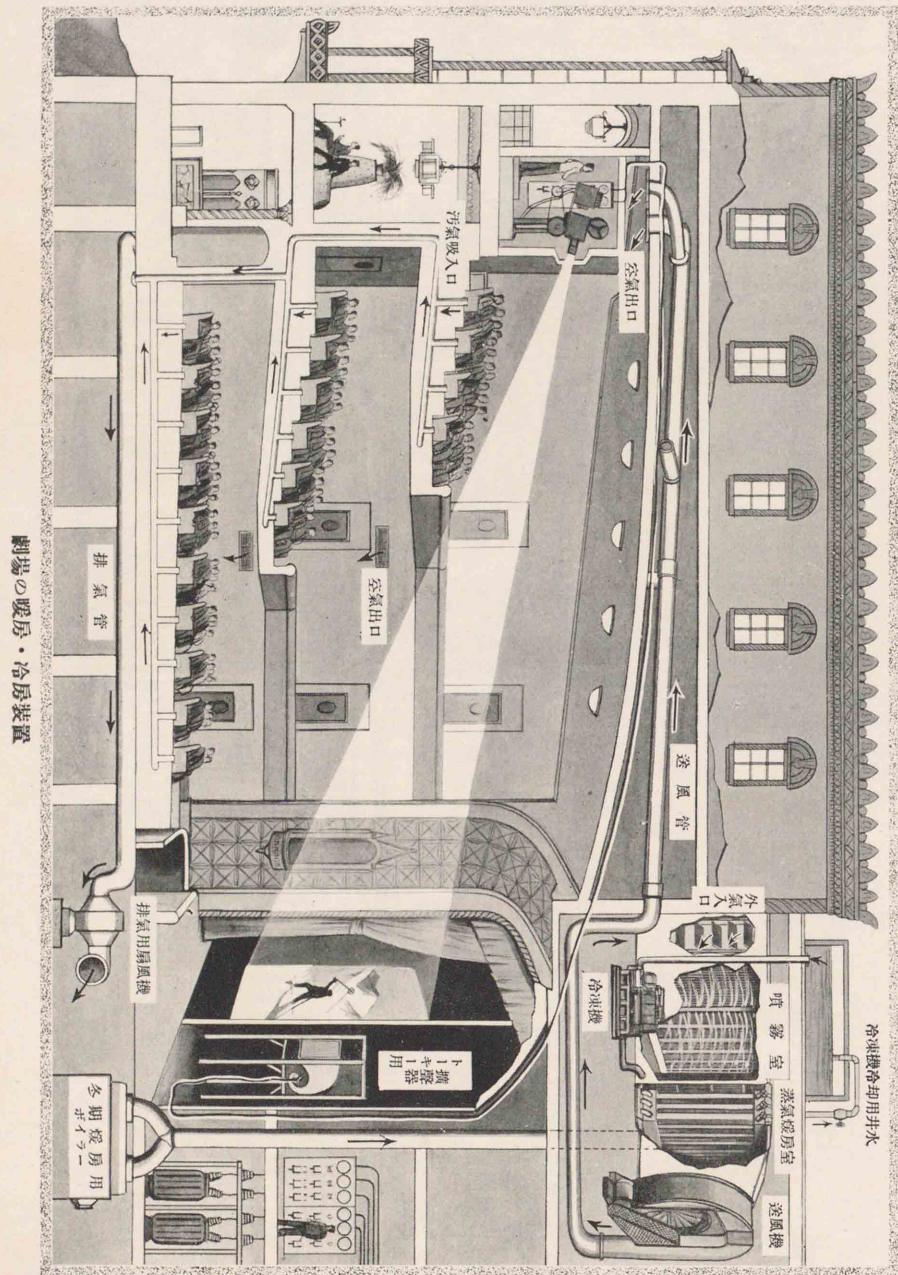


(圖162) 蒸気釜

臨界温度 凡て氣體は壓力を加へただけでも液化させることが出来るが、しかしその氣體に特有なある温度以上では、どんなに壓縮しても液化しない。この温度をその氣體の**臨界温度**といふ。それで液化するには、先づ臨界温度以下に冷却して置くことが必要である。

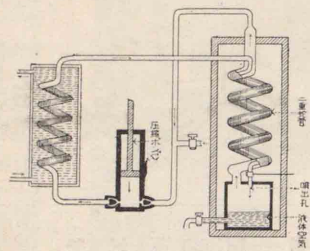
水蒸氣が壓縮だけで液化するのは、その臨界温度が374°Cの高温で、常温は臨界温度以下であるからである。

液體空氣 空氣は臨界温度が非常に低くて、寒劑を用ひても達し得られない温度であるから、高壓の氣體



を小孔を通して急に膨脹させると冷却する原理を應用し、先づ強壓を加へた空氣を小孔より噴出膨脹させ、これを再び壓縮して噴出させると一層冷える。この方法を繰返すと、遂に臨界溫度以下で強壓されることになり、液化するやうになる。

臨 界 溫 度	
水	374°C
アンモニア	132
炭酸瓦斯	31
酸素	-119
空氣	-140
窒素	-146
水素	-241



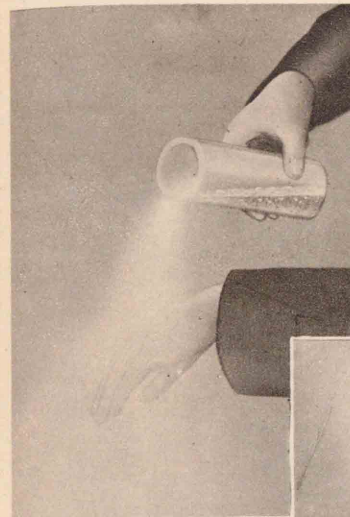
(圖163) 空氣液化機械の原理

液體空氣は稍、青味がかつた透明な液體で、爆藥や冷却劑として用ひ、また酸素の沸騰點は窒素のそれよりも高いから、液體空氣中の窒素をさきに蒸發せしめて酸素と分離する。これは吸入用酸素として醫療に用ひる。同様にしてアルゴン・ヘリウムなどをも製出する。

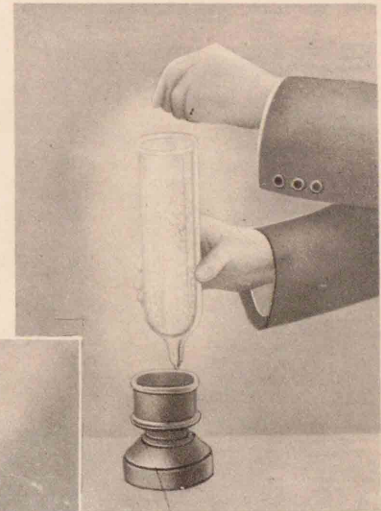
第五章 大氣中の水蒸氣

49. 濕 度 空氣の乾濕は、吾々の日常生活上大切な關係があるが、これは空氣中にある水蒸氣が、飽和狀態に遠いか、近いかによつてきまる。それで空氣の乾濕の度をあらはすのに、現

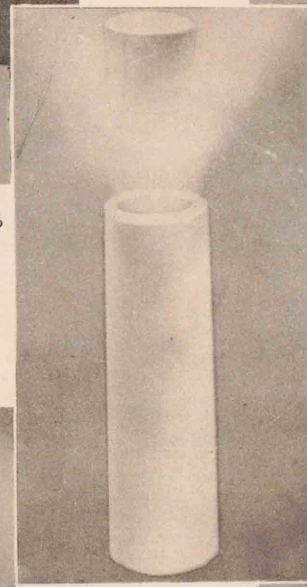
液 體 空 氣 の 實 驗



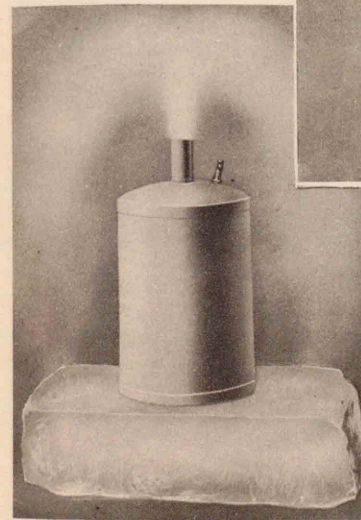
液體空氣を手に注ぎかける



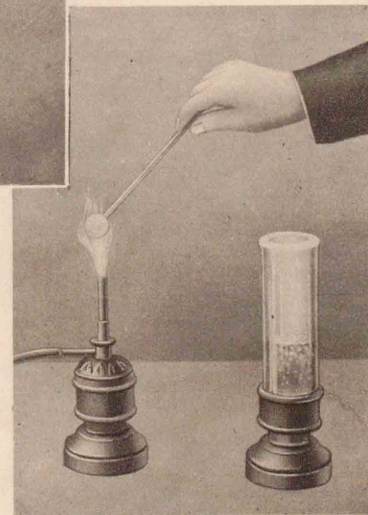
白墨の一片を投げ込むと激しく沸騰する



密閉容器の中に入れて置くと爆發する



氷の上でも沸騰する



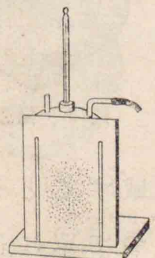
瓦斯の焰の中で雪が出来る

在空氣中にある水蒸氣の壓力(p)と、その時の氣温に相當する水蒸氣の最大壓力(P)との百分比を以てし、これを**濕度(H)**といふ。即ち

$$H = \frac{p}{P} \times 100 \dots\dots\dots (8)$$

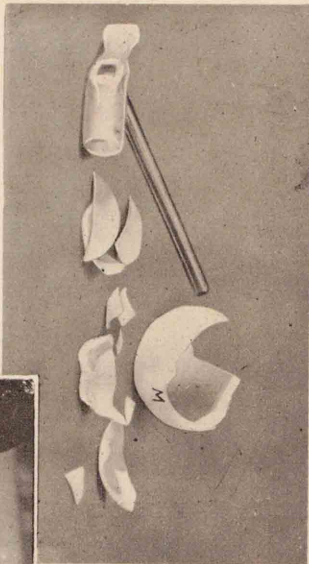
ある時の氣温に相當する水蒸氣の最大壓力は既に實驗測定された表によつてすぐわかる。空氣中に現存する水蒸氣の壓力を如何にして知るかといふに、靜かな空氣中で、物體を漸次冷して行くと、これに接觸する空氣の温度も共に降り、中に含まれてゐる水蒸氣は遂に飽和状態になり、餘分の水蒸氣は液化し、露となつて表面に附着し始める。この温度に相當する水蒸氣の最大壓力が、現存する水蒸氣の壓力である。この露の出來始める時の温度を、その空氣の露點といふ。故に濕度は大氣の温度と露點とから求められ、その目的には露點濕度計が用ひられる。

露點濕度計 一面の磨いた金屬製の器の中にエーテルを入れ、空氣を送つて蒸發させると、温度が降り、器壁に露を結ぶ。この時の温度が露點である。



(圖164) 露點濕度計

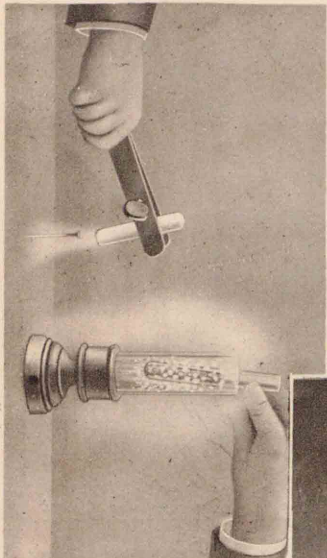
液體空氣に凝す



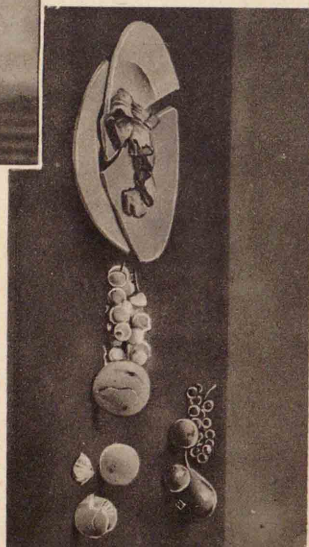
彈力を失つて脆くなつたゴムペリ



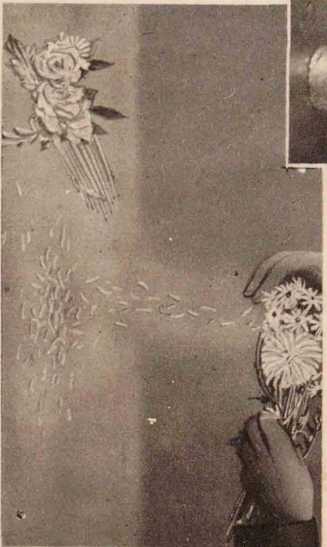
巻煙草に
ませて點火



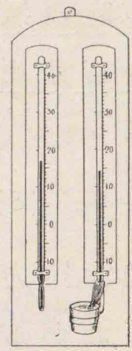
凍つた水銀柱で折へた槌



凍つた牛肉と果物



凍つた草花

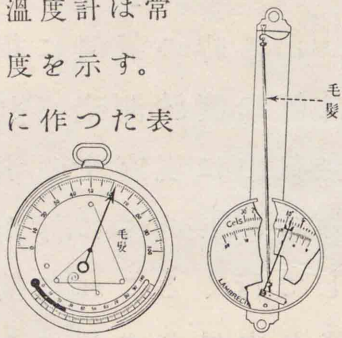


(圖165) 乾濕球濕度計

乾濕球濕度計 これは簡便に濕度を測定する装置で、二本の溫度計の一方の球部を濕布で包んである。空氣の濕度が小さいほど水の蒸發は盛で、氣化熱を要することが多いから、濕球溫度計は常に乾球より低い溫度を示す。この差を觀測し、別に作つた表

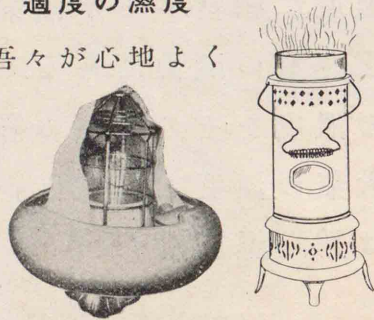
によつて濕度を計算するのである。

毛髮濕度計 濕度が大きいほど、毛髮が多く伸びることを利用したものである。



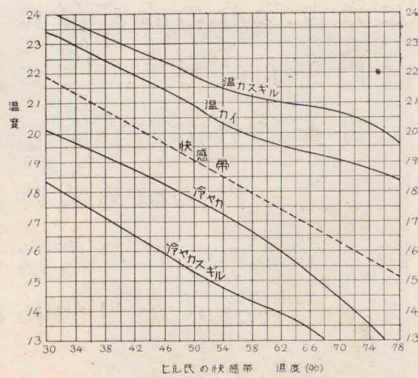
(圖166) 毛髮濕度計

適度の濕度
吾々が心地よく



(圖167) 濕潤器

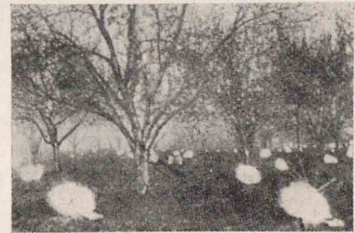
(圖168) 濕度の調節



(圖169) ヒル氏快感帶

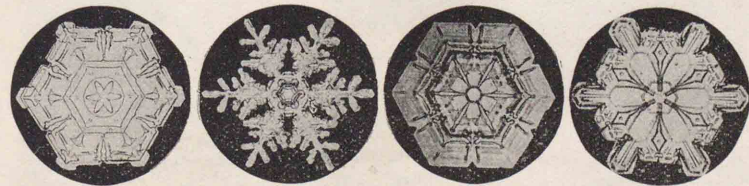
感ずるときは、濕度と溫度との關係が適當なときであつて、單に何%の濕度が適當であるとする事は出來ないとされてゐる。

50. 大氣中の水蒸氣 夜間冷たい地面や、草木に接してゐる空氣が冷えて露點以下に達すると、その空氣中の水蒸氣は液化して露を結ぶ。若しこのとき露點が 0°C 以下であると、水蒸氣は氷結して霜となる。霧は地面近くの空氣中の水蒸氣が、凝結して浮遊してゐるものであり、凝結した水蒸氣が、高い所に浮遊してゐるのが雲である。雲は必ずしも水球から出來てゐるとは限らず、極めて高い雲になると、氷の結晶で出來てゐるのが多い。



(圖170) 霜害豫防

雲が出來るのは、空中の氣象が種々變化する爲であるから、その發生と消散する模様を觀察すると、よく氣象の變化が測り知られる。



(圖171) 雪の結晶

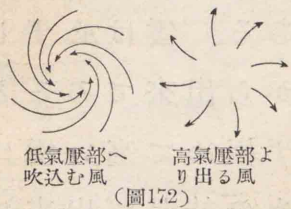
雲の水滴が集り、大きくなつて落下するものが雨で、結氷の細片が集つて落下するものが雪

である。氷片が落下の際、これに水滴の凍結したものが霰である。

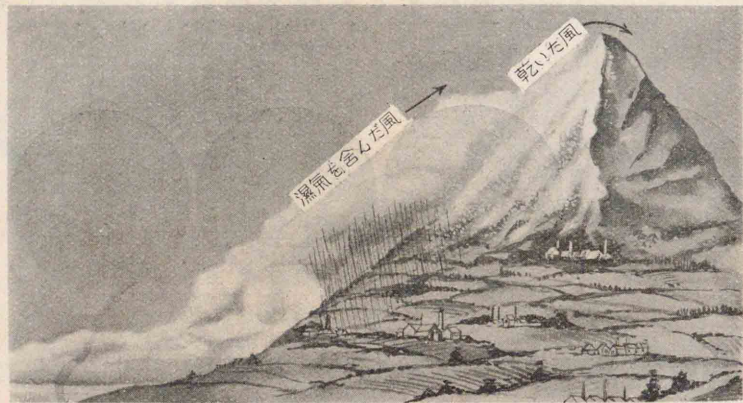
51. 天 氣 氣壓に高低の差があると、その高い所から低い所へ風が吹く。即ち低氣壓部には周圍より風が吹込み、高氣壓部よりは風が吹出る。

本邦では、冬期は高氣壓が支那大陸に、低氣壓が太平洋上にあるので、北西の風が吹き、夏季は氣壓の配置が反對であるので南東の風が吹く。

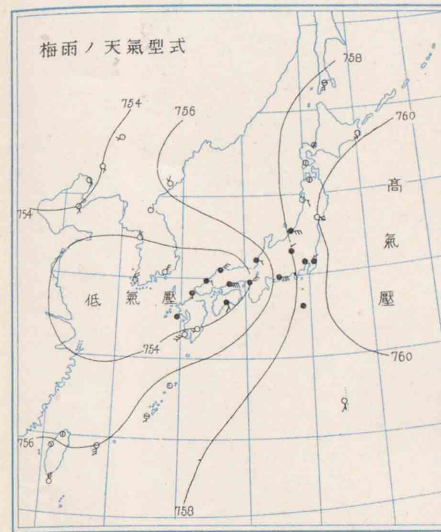
低氣壓は多くの場合一箇所に止まらずに何れかへ移動する。二百十日頃本邦を襲ふ颱風は、南洋



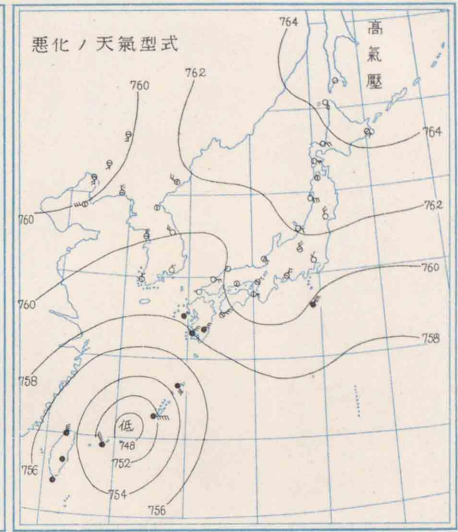
方面に出來た著しい低氣壓の中心が漸次本邦に来るものである。低氣壓部へ風が吹込む場合には多く激



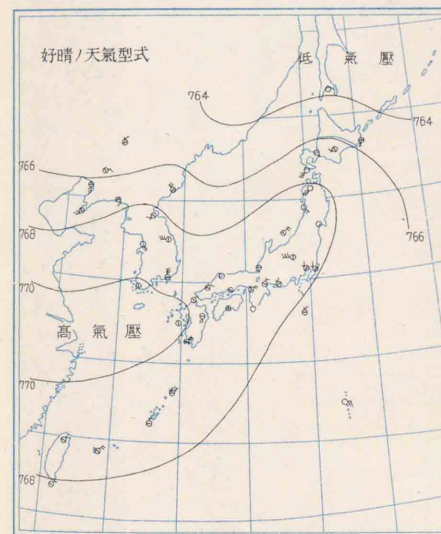
(圖173) 冬期日本海沿岸に雪や雨の多い理



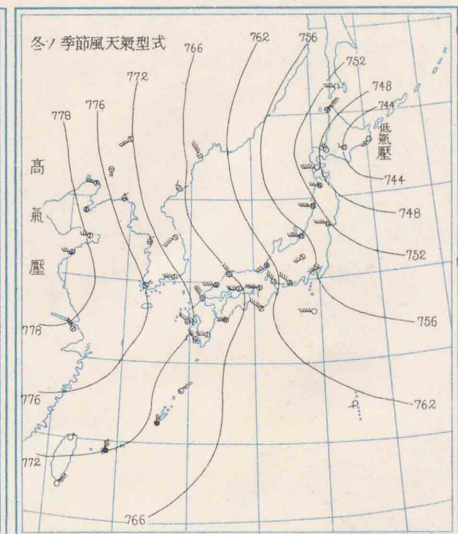
○ 暴風
 ○ 烈風
 ○ 強風
 ○ 疾風
 ○ 和風
 ○ 軟風
 ○ 同壓線
 ○ 雲
 ○ 雨
 ○ 霽
 ○ 晴
 ○ 連日
 ○ 霧



○ 暴風
 ○ 烈風
 ○ 強風
 ○ 疾風
 ○ 和風
 ○ 軟風
 ○ 同壓線
 ○ 雲
 ○ 雨
 ○ 霽
 ○ 晴
 ○ 連日
 ○ 霧



○ 暴風
 ○ 烈風
 ○ 強風
 ○ 疾風
 ○ 和風
 ○ 軟風
 ○ 同壓線
 ○ 雲
 ○ 雨
 ○ 霽
 ○ 晴
 ○ 連日
 ○ 霧



○ 暴風
 ○ 烈風
 ○ 強風
 ○ 疾風
 ○ 和風
 ○ 軟風
 ○ 同壓線
 ○ 雲
 ○ 雨
 ○ 霽
 ○ 晴
 ○ 連日
 ○ 霧

(雲ノ種類)

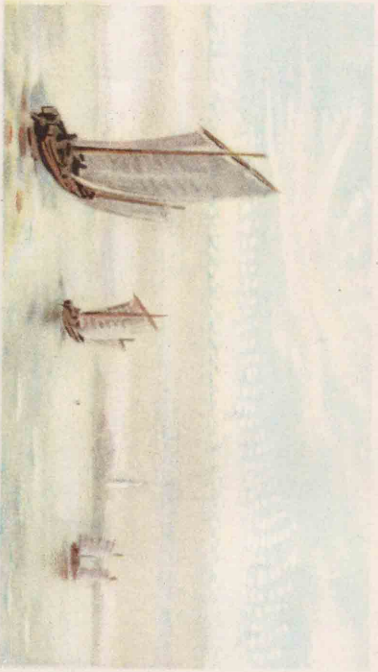
巻層雲(スチ雲)



巻層雲(スチ雲)



巻積雲(まだら雲)



高積雲(むら雲)



高層雲(おほく雲)



層積雲(たもり雲)



亂



積



雲(あま雲)



雲(すはみ雲)



積亂雲(たぢ雲)

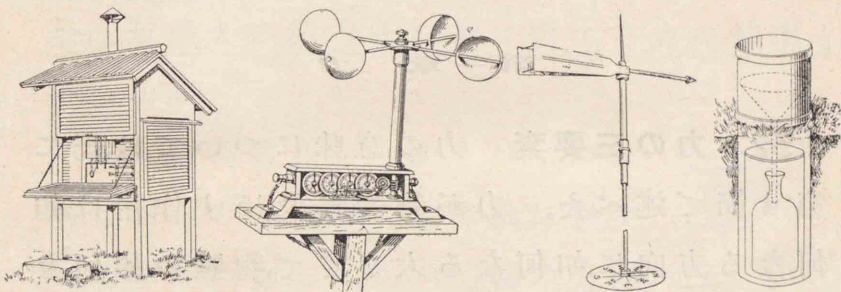


層雲(さり雲)



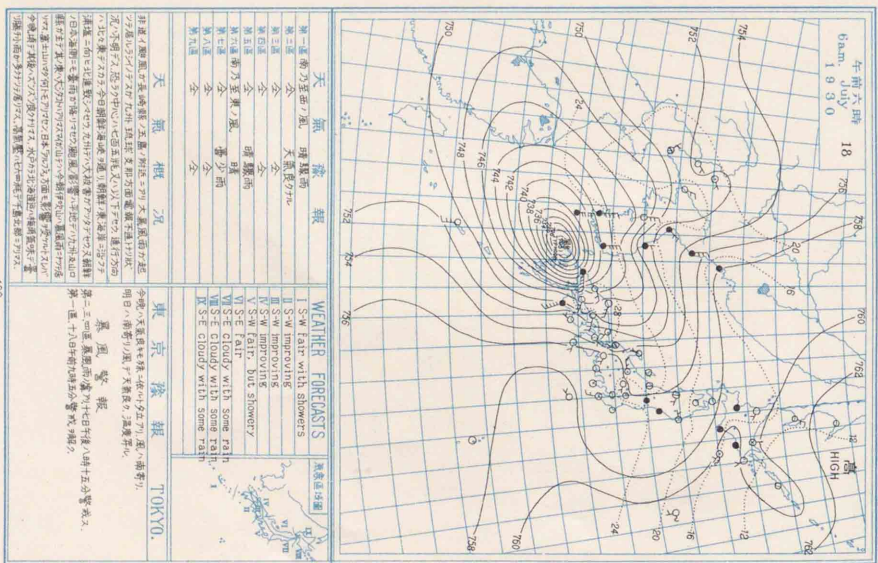
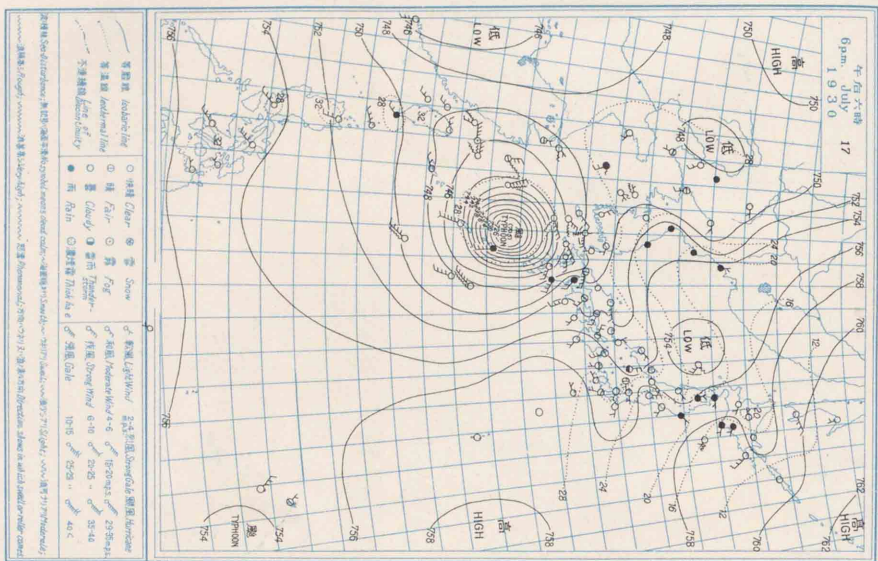
しい雨を作ふ。

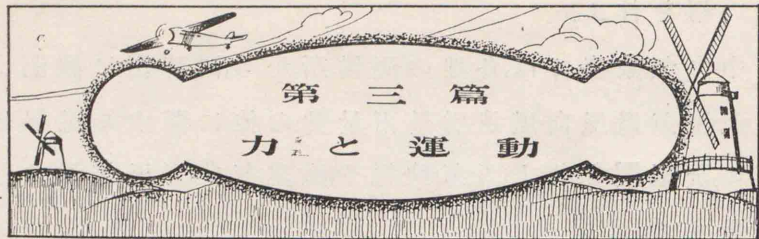
中央氣象臺では、各地の測候所から、同時刻に観測した氣壓・氣温・風向・風速・雲量・雨量其の他に關する電報を集め、天氣圖を作り、天氣豫報や、漁業氣象、暴風警報などを發する。



(圖174) 百葉箱 (圖175) 風測計 (圖176) 風信器 (圖177) 雨量計

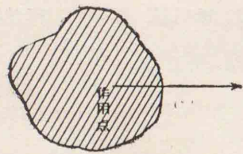
低氣壓部へ風が吹込む場合に、南方から吹いて來る暖かい軽い風が、北方からの冷たく重い風の上へ吹上つて冷却し、其の中に含まれてゐる水蒸氣が雨となつて降る。冬期日本海沿岸に雨や雪の多いのは支那大陸からの風が本洲の中央山脈に衝突して上昇冷却し、雨や雪を降らせるからである。中央山脈で水蒸氣を殆ど失つた風が、山脈を越えて太平洋沿岸に來たときには、乾いたいはゆるカラッ風になつてしまふ。夕立の雨は夏期太陽の日射が強いために、地面近くの空氣が暖められ、對流を起して高いところへ昇つて冷える結果である。





第一章 力

52. 力の三要素 力の意味については既に第4節で述べた。力が物體に及ぼす作用は、如何なる方向に、如何なる大きさで、物體の如何なる點に作用するかで定まる。



(圖178) 力の圖示

方向・大きさ・作用點がその三要素である。故に力は、その作用點から働く方向に一直線を

引き、その長さを力の大きさに比例するやうに取つたもので示すことが出来る。

53. 力の能率 開き戸を開閉するとき、力を加へる點が、迴轉軸になつてゐる蝶番から遠い程、戸を動かすことが容易である。これによつて力の迴轉作用は、加へ

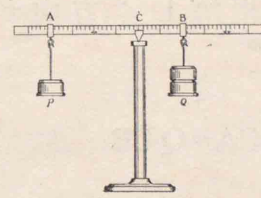


(圖179) 力の能率を示す

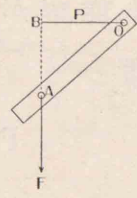
第一章 力

る力の他に、軸よりの距離に關係することがわかる。

力の大きさと、軸から力の作用線までの垂直距離との積を、その軸に對する力の能率といふ。

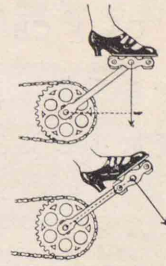


$P \cdot CA = Q \cdot CB$
(圖180) 力の能率の實驗



能率 = $F \cdot OB$
(圖181) 力の能率

物體を迴轉させる働きは、この能率で測るのである。故に軸に對する能率が相等しく、かつ迴轉の方向が反對である時は、力の作用は釣合つて迴轉は起らない。

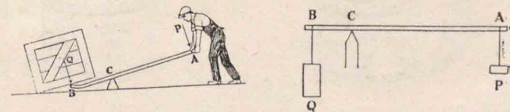


(圖182) (上)能率の悪い踏み方 (下)能率の良い踏み方

54. 槌子

- 豫習事項 1. てこの利點は何か。その理由を説明せよ。
2. てこを應用した器具をあげよ。

槌子は支點のまはりを自由に迴轉する棒である。槌子の作用は、力の能率で説明出来る。Cを支點とし、A點に力Pを加へて、B點の重さQなる物體を支へるとき、この二力のC點に對す



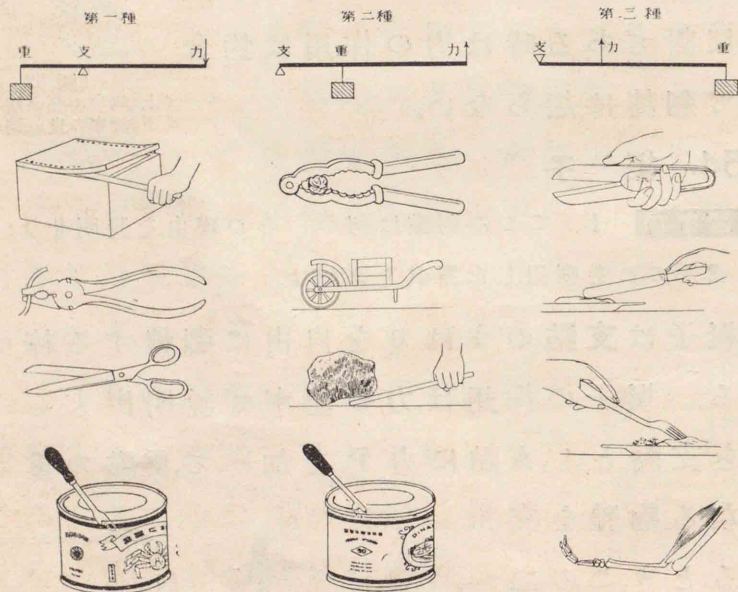
(圖183) 槌子

る能率が相等しく、方向が反対であると釣合ふ。即ち

$$P \cdot CA = Q \cdot CB \quad P = Q \cdot \frac{CB}{CA} \dots\dots(9)$$

それで CB に比して CA が大きい程、即ち力 P が Q よりも支點から遠い程、小さい力で重い物を支へることが出来る。

CA と CB とを槌子の臂といふ。槌子では重力のかかる點即ち重點と、力の作用點即ち力點と、支點との位置によつて三つの種類が出来る。



(圖184) 槌子の應用

問題 圖185の各場合は、それぞれ第何種の槌子の應用であるか。



(圖185)

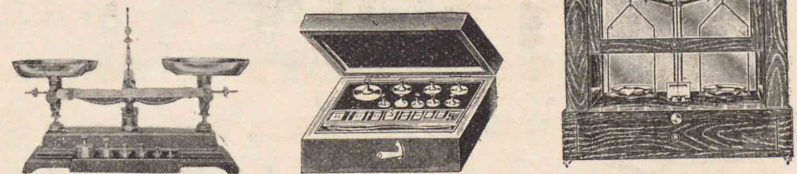
55. 秤

豫習事項 1. 天秤や桿秤の用法及びその原理。

2. 天秤や桿秤は何を測るのか。

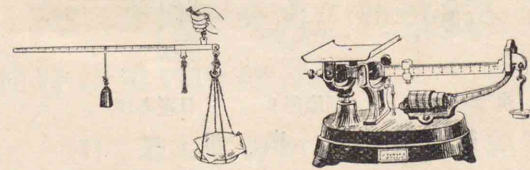
天秤や桿秤は槌子の理を應用した物質の質量を測る器械である。

(第68節参照)



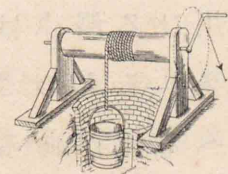
(圖186) 天 秤

問題 桿秤の取緒が二つあるのは何の爲か。



(圖187) 桿秤 (圖188) 上皿秤

56. 輪軸 輪軸は車の輪と、それに固定した軸とから出来てゐる。半径 r の軸に捲きつけた綱の端に、重さ Q なる物體をつる

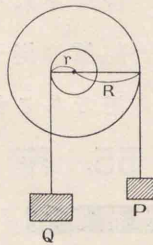


(圖189) 輪軸

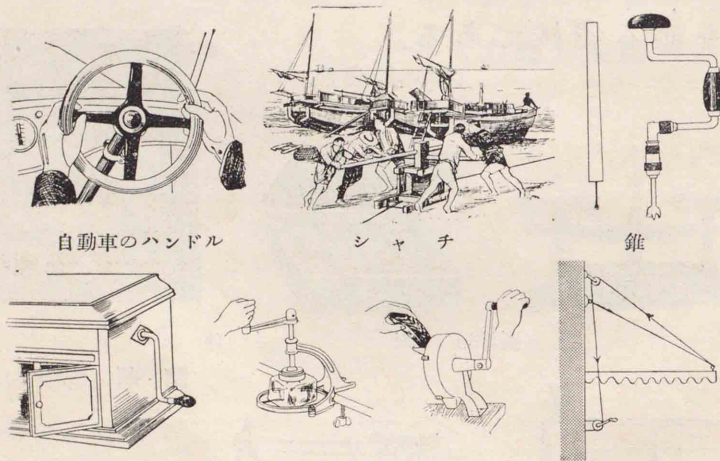
し、半徑 R の輪に反對の向に捲いた綱を、力 P で引いて釣合つたとすれば、輪と軸との半徑をそれぞれ臂とする槌子と見做されるから、

$$P \times R = Q \times r \quad P = Q \frac{r}{R} \dots\dots (10)$$

即ち輪の半徑が大きい程、力を利用することが多い。



(圖190) 輪軸の原理



自動車のハンドル

シャチ

鉋

蓄音器のハンドル

氷かき

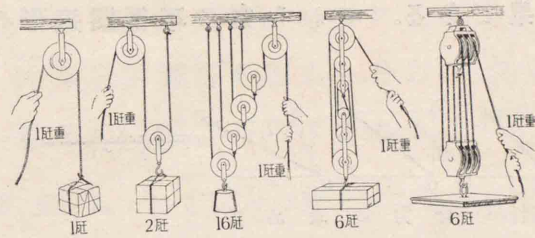
鯨節削り

日覆あげ

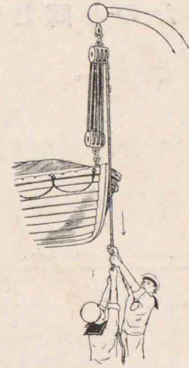
(圖191) 輪軸の應用

57. 滑車 井戸の水を汲上げる時などに用ひる滑車は、兩臂の長さが等しい槌子と見做されるもので、力には益がないが、力の方向を變へる便がある。

このやうに軸の位置の定まつた滑車を定滑



(圖192) 定滑車、動滑車、複滑車



(圖193) 複滑車の利用

車といふ。また滑車の軸に物體をつるし、綱の一端を固定して、他端を引上げる時は、一方の臂の長さが他方の臂の長さの2倍の第二種の槌子と見られるから、力は物體の重さの $\frac{1}{2}$ で釣合ふ。

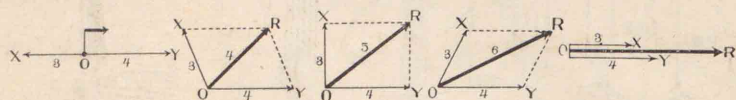
この様にして用ひる滑車を動滑車といふ。數個の動滑車と定滑車とを組合せた複滑車は、大いに力を益する事が出来る。

58. 合力と分力 物體の一點に二つの力が同時に働いた時は

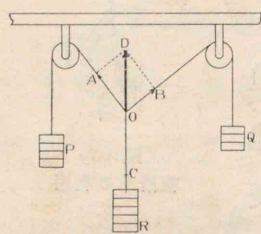
(1) 若し二力が同一直線上に働けば、この二力の代數和に等しい一つの力が働いたのと同じ効果であり、

(2) 若し二力がある角をなして働けば、この二力をあらはす二直線を二邊とした平行四邊形の對角線の方に、その長さであらはされる一つの力が働

いたのと同じ効果である。これを力の平行四邊形の法といふ。



(圖194) 合力の求め方



(圖195) 合力の實驗

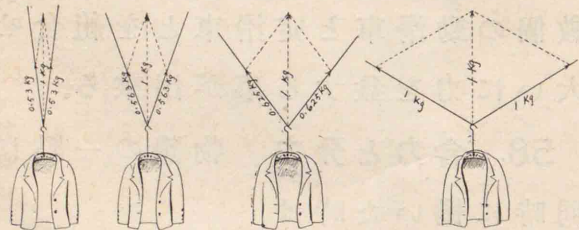
このやうに二力と同一の作用をする一つの力を二力の合力といひ、合力を求めることを力の合成といふ。

二つ以上の力を合成するには、まづその内の二力を合成し、次にその合力と第三の力とを合



(圖196) 合力の例

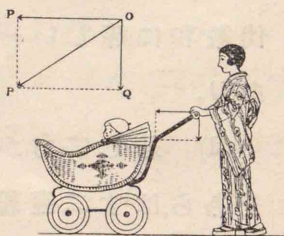
成し、順次このやうにして進む。



(圖197) 合力の例

反對に一つの力と同

じ効果を生ずる數力を求めることを力の分解といひ、求められた力をその分力といふ。一つの力を二力に分解するには、



(圖198) 分力の例

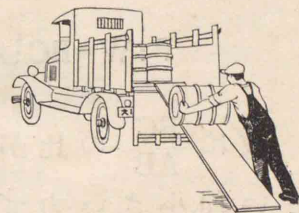
その力を對角線にもつやうな平行四邊形を作ると、分力はその二邊であらはされる。



(圖199)

問題 重い物を二人で持上げる場合に、圖199に於て右の如くするのと、左の如くするのと何れが力に利あるか。

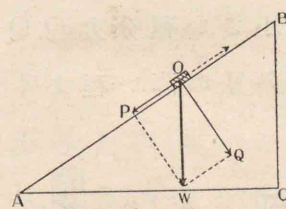
59. 斜面 荷車に重い物體を積込むとき、板を斜にかけ渡し、それに沿うて上げると、下から眞直に上げるのより樂である。このやうな、



(圖200) 斜面の利用

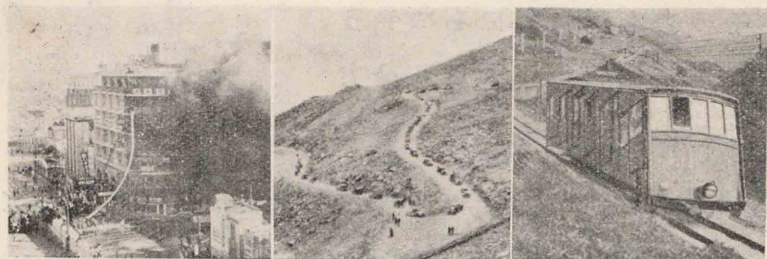
水平面とある傾きをなす面を斜面といふ。滑かな斜面 AB 上に物體がある場合を考へる。

物體に働く重さ W を、斜面に平行及び垂直な二



(圖201) 斜面の理

力 P, Q に分解すると、Q は斜面が物體を支へようとする力と釣合ふから、物體を斜面に沿うて下げようとするのは P だけである。故に P に等しい力を反對の向に加へる時は、物體は斜面上に支へられ、これより少し大きな力を加へれば、物體は押上げられる。幾何學により

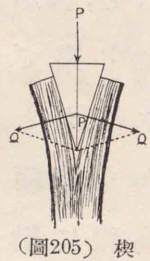


(202) 救命装置 (203) 登山路 (204) 登山電車

$$P:W=BC:AB \quad P=W \frac{BC}{AB} \dots\dots (11)$$

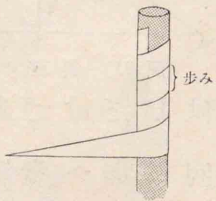
故に $\frac{BC}{AB}$ の比が小さい程、勾配即ち傾斜の小さい程、小さい力で物体を斜面上に支へることが出来る。

楔 材木を割る時などに用ひる楔は、これをPなる力で打込むとき現れる楔の面に垂直な分力Q、Qを利用するもので、圖からわかるやうに、その頂角が小さい程分力Q、Qが大きくなつて有効である。刃物の刃の薄い程よく切れるのはこの理である。



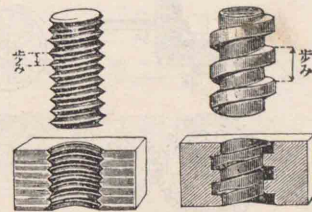
(205) 楔

60. ね ぢ 直角三角形の紙をとり、直角を挟む二邊の一を圓筒の軸に平行にして捲附けると、斜邊は螺線を作る。この螺線に沿うて刻んだものを雄ねぢといひ、またこの雄

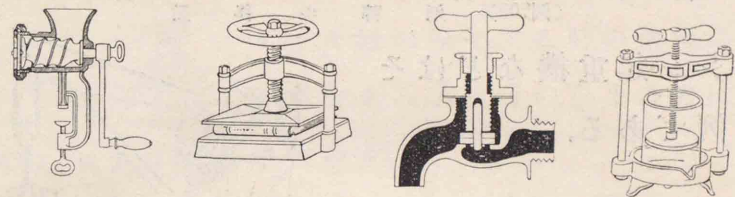


(206) ねぢの原理

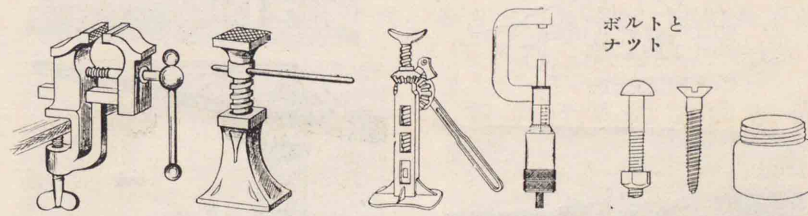
ねぢが丁度はまるやうに刻んだものを雌ねぢといふ。通常ねぢは右廻しにすると進み、左廻しにすると抜出る。



(207) ね ぢ



肉ひき 壓搾器 水道カラン 果物潰し

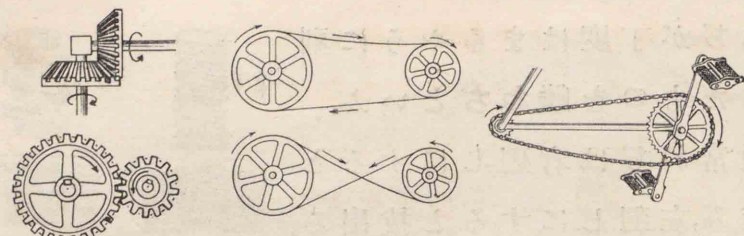


萬力 ジャック 自動車ジャック ねぢ測微尺 ボルトとナット ねぢ釘 瓶の蓋

(208) ね ぢ の 應 用

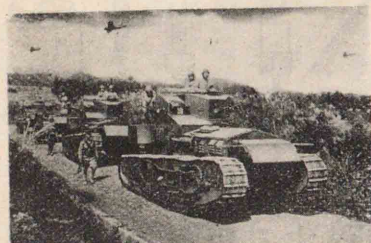
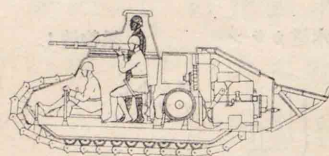
かやうに一廻りして進退する距離を、ねぢの歩みといふ。この歩みの小さい程、斜面の勾配が小さい場合に相当し、力を得ることが多い。

61. 廻轉の移動 一つの軸の廻轉を、他の軸の廻轉に傳へるには、調革鎖又は齒車などを用ひる。機械はこれらの方法で、槌子や滑車斜面ねぢなどの簡単なものを種々組合せたもので、

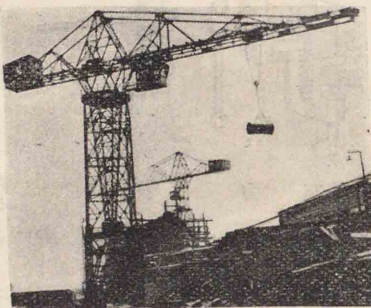
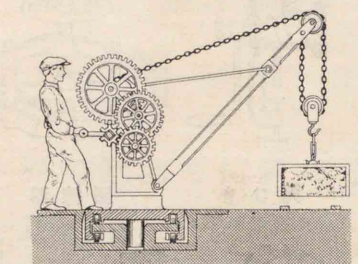


齒車 (圖209) 調廻轉の移動鎖

ミシン・起重機などはその例である。



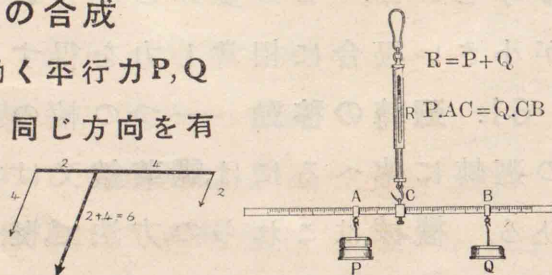
(圖210) タンク



(圖211) 起重機

62. 平行力の合成

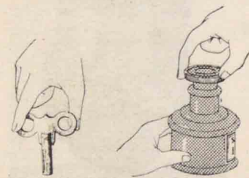
二點A,Bに働く平行力P,Qの合力はP,Qと同じ方向を有し、大きさは二力の和に等しく、AB間をP,Q



(圖212) 平行力の合力の實驗

に反比例して分ける點に働く。

偶力 大きさが相等しく、方向相反する二つの平行力が、同時に一物體に働く時は、その物體は廻轉する。これは二力と同一の効果をもつ一つの力がない爲で、



(圖213) 偶力の例

かやうな一對の力を**偶力**といふ。

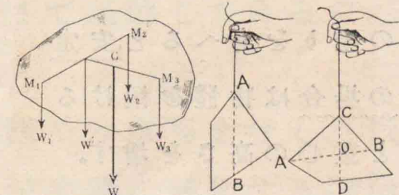
インキ壺の栓をする時の兩指の力や、錐をもみ込む時の兩手の力は偶力である。

63. 重心

豫習事項 固體を重心で支へるとどうなるか。重心外では如何。

物體の各部に作用する重力は、その方向が皆鉛直である。これらの

平行力の合力は、物體をどのやうな位置に置いても常に一定點を過ぎる。この定點をその物

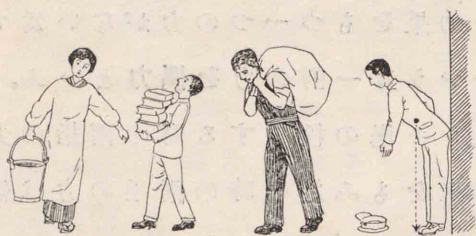


(圖214) 重心 (圖215) 重心の求め方

體の**重心**といひ、この點に物體の全重量が作用するものと考へてよい。

64. 物體の坐り 机・地面などの上に置かれた物體が顛倒しない爲には、その重心を通る鉛直線が、物體の基底内を過ぎる事が必要である。

物體の坐りには三様ある。物體をその基底の邊上の一^レ點、若しくは一直線のまはりに少しく傾けて手を放すと、直ぐに元の位置に歸るものと、



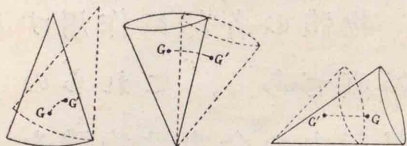
(圖216) 重心を通る鉛直線が基底を通るやうに このやうにして拾ふことは出來ない



(圖217) コロラドの天秤岩(高さ23米)

倒れるものと、その位置で靜止するものとある。これらをそれぞれ安定・不安定及び中立の坐りにあるといふ。

重心の位置から三つの坐りを考へると、安定の場合には物體を傾けると重心の高さを増す。

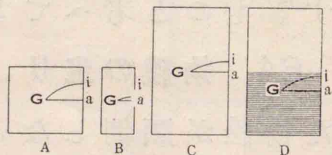


安定 不安定 中立

(圖218) 三様の坐り

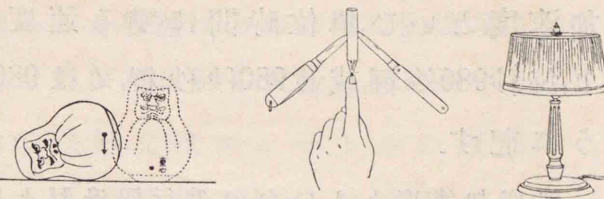
即ち重心が最低位にある。不安定の場合は重心はその高さを減ずる。即ち重心が最高位にある。中立の場合は重心の位置は變らない。また傾けた爲に重心が基底外へ出る場合は、必ず重心の位置が前より下つてゐる。

そして物體の基底の廣い程、重心が低い程、重さが大である程、



(圖219) 坐りの安定度の説明

坐りの安定度は大である。



問題 圖220

を説明せよ。(圖220) 不倒翁 ナイフで拵へた彌治郎兵衛 電氣スタンド

第二章 運動と力

65. 速度と加速度 運動の速さとその方向を併せ考へたものを速度といふ。その速さが等しくても、方向が變れば速度は變つてゐる。故に速度が一定な所謂等速度運動のときは、物體は直線上に一定の速さで運動してゐるのである。

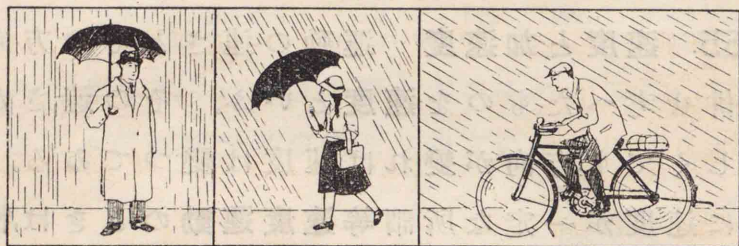
高所から落下する物體や、停車場を發した汽車の運動のやうに、速度が次第に變化する運動を不等速度運動といひ、このとき物體のある瞬間の速度の大きさは、その瞬間の運動を單位時間續けたとした場合に通過する距離であらはし、その方向は、その瞬間に於ける運動の方向で示す。

不等速度運動に於て、その速度の變る割合を

加速度といひ、単位時間に變る速度でこれを測り、毎秒980秒糎、或は980秒秒糎、又は 980 cm/sec^2 のやうに記す。

速度・加速度ともに力の平行四邊形と同様の方法でその合成及び分解が出来る。

問題 靜かに降る雨もこれを見る人によつては傾いて見える。その理由を説明せよ。



(圖221)

66. 運動の法則 靜止してゐる物體に力が働くときは、その物體は動き出し、力の作用が續く間は、次第にその速さが増す。また運動してゐる物體に力が働くときは、速さが増したり(運動と同方向の場合)、減つたり(運動の方向と反對の場合)、方向を變へたりする。

即ち力が働くと、力の方向に加速度を生ずるのである。この加速度は、力が大きい程大きく、質量が大きい程小さい。

物體に力を加へると、物體は力の方向に加速度を生じ、その大きさは力に正比例し、質量に反比例する。

これを運動の法則、又はニュートンの運動の第二法則といひ、この法則と、慣性の法則と、作用及び反作用の法則とは、いづれも物體の運動に關する法則であるから、これをニュートンの運動の三法則といふ。

力の絶對單位 質量1瓦の物體に働いて、毎秒1秒糎の加速度を與へる力を1ダインといひ、この單位を力の重力單位に對して絶對單位といふ。

一般に質量 m 瓦の物體に働いて、毎秒 a 秒糎の加速度を與へる力を f ダインとすれば、運動の法則は、

$$f=ma \dots\dots\dots (12)$$

であらはされる。

67. 打撃衝突 質量 m 、速度 v_0 である物體に、力 f が t 秒間働いた爲に、速度が v になつたとすると、加速度 a は

$$a = \frac{v-v_0}{t} \dots\dots\dots (13)$$

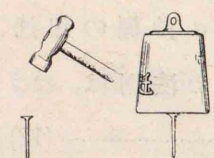
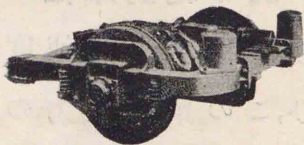
これを運動の法則を表はす公式 $f=ma$ に入れると次のやうになる。

$$ft = mv - mv_0 \dots\dots\dots (14)$$

物體の質量と、その速度との積を運動量といひ、これに働く力 f と、働いた時間 t との積を力積といふ。故に上式から、力が働けば運動量が變化し、この變化の量はその力積に等しいことがわかる。上式で $v=0$ 、即ち力の作用をうけて静止した場合は、

$$ft = -mv_0 \dots\dots\dots (15)$$

となる。此式から運動してゐる物體を静止せしめるには、運動の方向に反對の力を加へ、物體の質量の大なる程、及び速度の大きい程、大なる力か、若しくは長い時間を要するこ



(圖223) 打撃の實驗

とがわかる。打撃・衝突などの際に大きな力の現れるのは、その作用する時間が極めて短いからで、車體をバネで支へ、又は空氣入りのゴム輪を使用するのは、その時間を長くして激動を緩和させるためである。

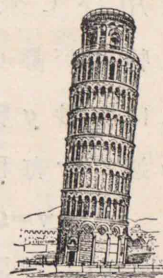
問題 1. 釘に重い錘を載せても板に這入り込まぬが、小鐵槌で打てば容易に這入るのは何故か。

問題 2. 破れ易い物の荷造りは如何にするか。

68. 落下運動 地球上の物體には絶えず重力が働いてゐるから、落下する物體は常に下む

きの加速度をもつてゐる。

ガリレイは、ピサの斜塔の頂から色々な物體を落し、それが殆ど同時に地面に達することを實驗し、若し空氣の抵抗がなければ、この加速度は落下物體の物質・質量・體積の如何に關係なく、同一場所では一定であることを確めた。この加速度を重力による加速度といひ、 g で表はす。



(圖224) ピサの斜塔

正確な實驗によると、 g の値は處によつて多少違ふが、略、

$$g = \text{每秒980秒糎}$$

である。したがつて、

$$1 \text{ 瓦の重さ} = 980 \text{ ダイ}$$

一般に質量 m 瓦の物體の重量 w は、

$$w = mg \text{ ダイ} \dots\dots\dots (16)$$

である。この關係は、同一場所では、物體に働く重力はその質量に比例することを示す。吾々は既に天秤での質量測定に、この事實



(圖225) 管内を眞空にすると、羽毛と金屬片とは同時に底に達する

g の表

場所	秒秒糎
赤道	978.0
東京	979.8
京都	979.7
大阪	979.7
富士山頂	978.8
極	983.2

1 ダインは約 $\frac{1}{980}$ 瓦の重さ、即ち約 1 厘の分銅の重さに等しいのである。

を用ひて来たところである。

物体が静止の状態から落ちると、その速度は1秒後には毎秒 g 種、2秒後には毎秒 $2g$ 種になるから、 t 秒後の速度を毎秒 v 種とすると、

$$v = gt \dots\dots\dots (17)$$

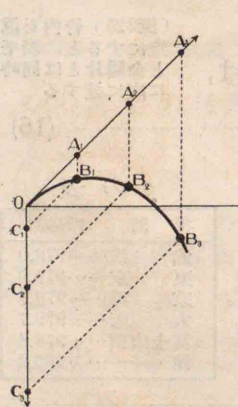
この t 秒間に落ちた距離を求めるには、この間の平均速度 $\frac{gt}{2}$ 秒種で、 t 秒間等速度運動をしたとして計算すればよい。その距離を s 種とすれば、

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (18)$$

となる。

問題 ビルディングの屋上から小石を落したところ、3秒で地上に達した。ビルディングの高さは何程か。

69. 抛射體 斜に物体を抛げると、一つの曲線を書いて落下する。もし重力の影響がなければ、物体は OA_1A_2 の方向に等速度運動をするのであるが、同時に

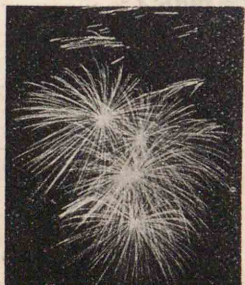


(圖226) 抛射體の畫く路



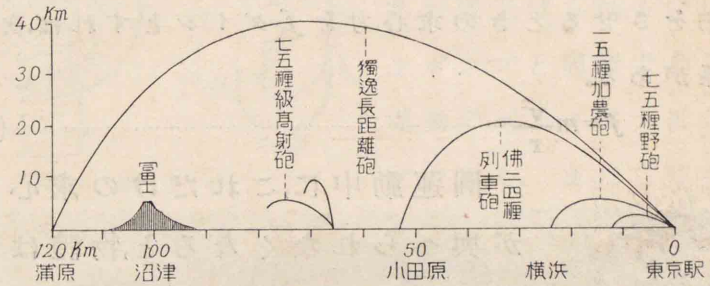
(圖227) 噴水

重力の作用をうけて落下運動をするから、等速度運動と落下運動との合成と見る事が出来る結局 OB_1B_2 の



(圖228) 花火

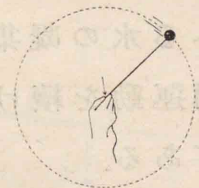
様な路をとる事になる。この曲線を拋物線といふ。噴水や花火の散る時畫く曲線は殆ど拋物線である。



(圖229) 砲彈の彈道

70. 圓運動 絲の一端に錘をつけ、他端を手

にもつて振廻して、錘に手を中心とする圓運動をさせると、手は絲によつて絶えず



(圖230) 圓運動



(圖231) 鐵鎚投

錘を引いて居り、若し絲を放すときは、錘はそのときの運動の方向である切線の方に飛去る。

このやうに物体に圓運動をさせるには、その方向を變へるために、常に中心に向ふ力を加へねばならぬ。この力を求心力といふ。この求心力は圓運動の速さが増せば著しく大になり、

圓が大きくなれば小になる。

一般に質量 m 瓦の物體に、速さが v 秒糧で、半径 r の圓運動をさせるときの求心力を f ダイーンとすれば、次の關係がある。

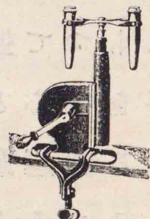
$$f = m \frac{v^2}{r} \dots \dots \dots (19)$$



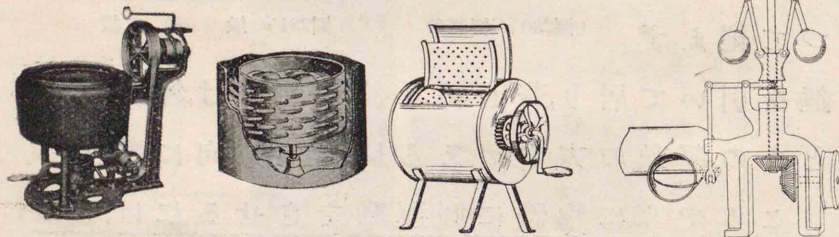
(圖232)

圓運動中に、これだけの求心力が與へられなくなると、物體はもはやその圓運動を續ける事が出來ず、その時に持つてゐる速度で切線の方に飛去る。

濡れた傘を速かに廻すと、水滴が飛散るのは、求心力を與へる水の凝集力が弱いために、その圓運動を續ける事が出來ないからである。



沈澱器



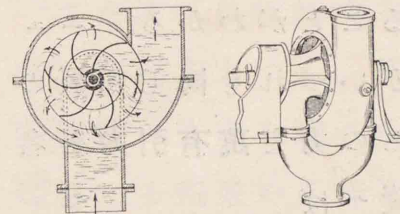
脱水機及び断面圖 洗濯機 ワットの調整機

(圖233) 圓運動を應用した機械

圓運動を應用した機械はいろいろある。

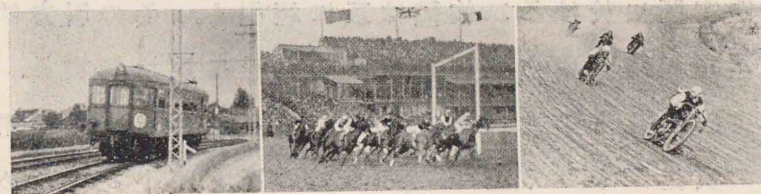
渦卷ポンプ 廻轉部分が廻轉すれば、水は圓運動を

續けることが出來ず振飛ばされ、廻轉部の中心近くに



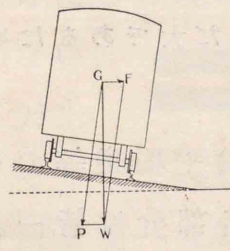
(圖234) 渦卷ポンプ

真空が出来る。その爲に水が吸上げられるのは、吸上ポンプと同様である。電動のポンプは大抵此の式である。また自轉車に



(圖235) レールの曲り角及び競走に於ける曲り角

乗つて走る人が曲り角で車體を内方へ傾け、汽車・電車などのレールが



(圖236) レールの曲り角

曲り目で外側を高く内側を低くしてあるのは、重力の水平分力によつて求心力を與へようとしたものである。



(圖237) バケツが倒になつても水がこぼれない。何故か

71. 萬有引力 月は地球の周圍を廻り、地球は太陽の周圍を廻る。地球はこのために月に求心力を與へ、太陽は亦地球に求心力を與へて

ゐるのである。即ち月と地球、地球と太陽との間には引力が働いてゐることがわかる。ニュートンはこれ等の引力が、いづれも同じ種類の力であることを確めて、この力を**萬有引力**と名づけた。ニュートンに従へば

宇宙間に於ける二物體は互に相引く。その引力は質量の相乗積に比例し、距離の二乗に反比例する。

書物と机との間に萬有引力が認められないのは、兩者の質量が小さく、随つてその間の引力が小さいためであり、書物と地球間の引力は、書物の重さであつて、此の場合は地球の質量が甚だ大であるため、大きな値になるのである。

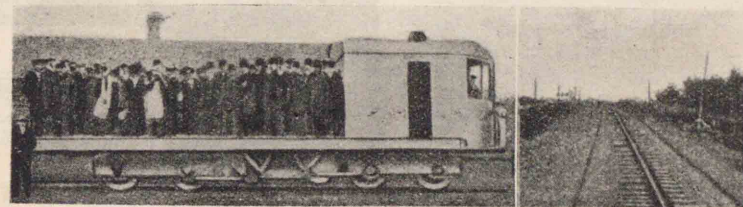
72. 廻轉運動 車輪や獨樂等のやうに、廻轉運動をする物體では、各部分はいずれも一定の廻轉軸の周りに圓運動をなし、その速さは軸より離れる程大きい。それで質量が大きく、それが軸より遠い所にあつて廻轉すると、大きな運動量を有するから、その運動を止めることはむづかしい。熱機關で廻轉の速さを平均するために用ひるはずみ車(フライホイール)はこの理を應用した



(圖238) 獨樂

ものである。

また速かに廻轉する物體は、常にその軸の方向を保たうとする。即ち小さい外力では、その廻轉軸の方向を變へることが不可能である。廻轉する獨樂の心棒を傾けようとするとき、抵



(圖239) 單軌鐵道

抗を感ずるのはこの理による。走つてゐる自転車の倒れない



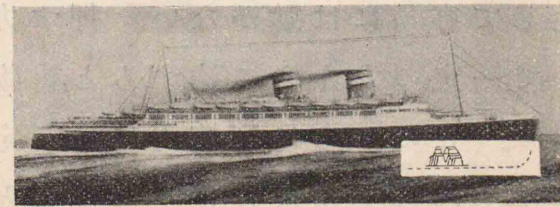
(圖240) 砲身内には螺旋狀の腔を付けて、砲彈に廻轉運動を與へて一定の姿勢を保たせる。

のも、地球が天空にかゝつて、その

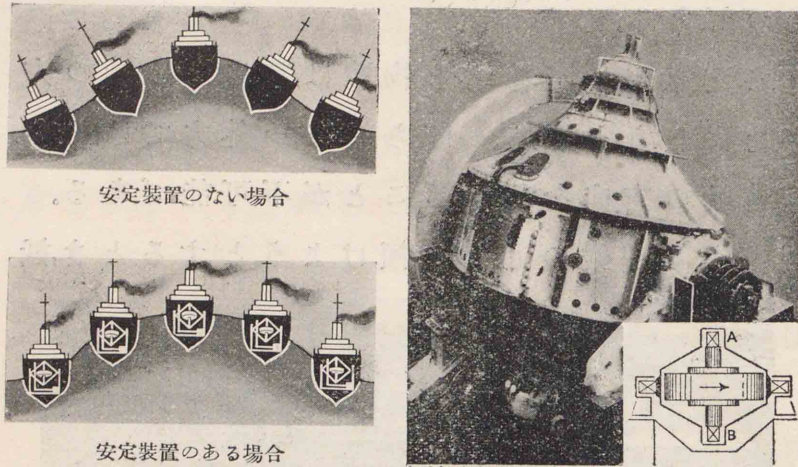
廻轉軸の方向を變へないのも、同じ理による。この原理の應用も亦廣い。



(圖241) ジャイロコンパス



(圖242) 安定装置の据附位置



(圖243) 汽船の安定装置

第三章 運動に對する抵抗

73. 固体の摩擦力

豫習事項 1. 摩擦を少なくするにはどうするか。

2. どんなところに摩擦を利用してゐるか。

机上の書物を水平に押すと、書物と机との接觸面に沿うて運動に反對する力、即ち**摩擦力**が生じて容易には動かない。押す力を次第に増して、一定の大きさに達すると、書物は遂に滑り出す。このやうに摩擦力には、一定の極限があつて、それ以上には大きくなることが出来ない。この極限を**最大摩擦力**といふ。實驗によると、

二物体間の最大摩擦力は、接觸面に垂直な全壓力に比例し、接觸面の大小には關係しない。

滑り出してから後も、最大摩擦力よりやゝ小さいが、やはり摩擦力が働いて運動を妨げる。これを**滑り摩擦**といふ。

機械の各部の接觸面に、脂油や石墨などを塗り、敷居に油や蠟をぬるのは摩擦を少なくするためである。



(圖244) スケート

また車や丸棒などが滑ることなく板面上に轉がる場合にも、なほ一種の



(圖245) 滑り摩擦

(圖246) コロ

(圖247) 滑り摩擦と轉がり摩擦の實驗

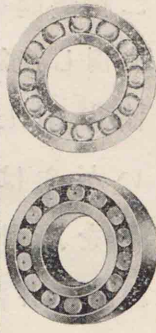
摩擦力が生ずる。これを**轉がり摩擦**といふ。

轉がり摩擦は、滑り摩擦に比べて著しく小さい。

重い物体を引動かすにコロを使ひ、雨戸に小さい車をつけるのはこの理による。また自轉車・自動車などの車軸と軸承との間に用ひるボールベアリングやローラーベアリングもこの應用である。



(圖248) 古代エジプトにてコロを用ひて大彫像を運搬する圖



(圖249) (上)ボールベアリング (下)ローラーベアリング

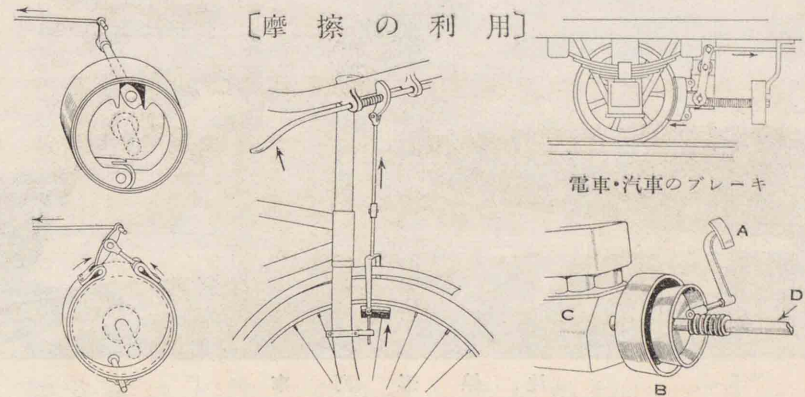
しかしこの摩擦を利用することもまた少くない。

74. 流體の抵抗 物體が空氣や水のやうな流體の中で運動するときは、運動の方向と反對に、流體の抵抗を受ける。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、流體の密度に比例し、且物體の速度の大きい程大きい。

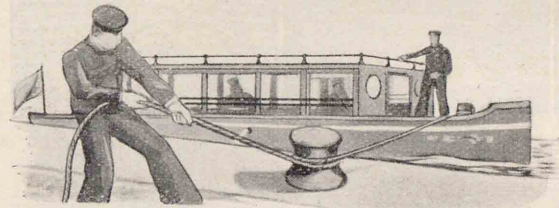
抵抗はまた物體の形にも關係する。流體の流れる模様を示す線を**流線**といひ、丁度その流線で圍まれるやうな所謂**流線形**をなす物體が抵抗を受けることが最も少い。それで高速度

この法則は自然界に於て最も忠實に守られてゐて、速く飛ぶ鳩や燕は理想に近い流線形を惠まれてゐる。また魚が鳥ほど速くないのに、概して鳥よりも見事な流線形を持つてゐるのは、水の密度が空氣の約800倍であること、即ち水の抵抗は空氣の抵抗の約800倍であることによる。

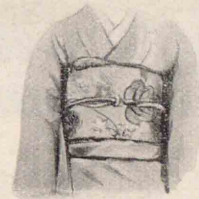
〔摩擦の利用〕



自動車のブレーキ 自轉車のブレーキ 自動車クラッチ

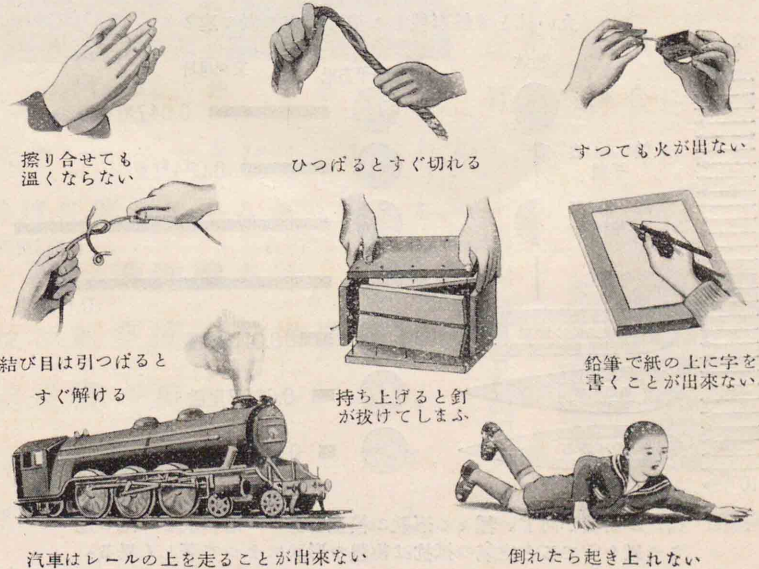


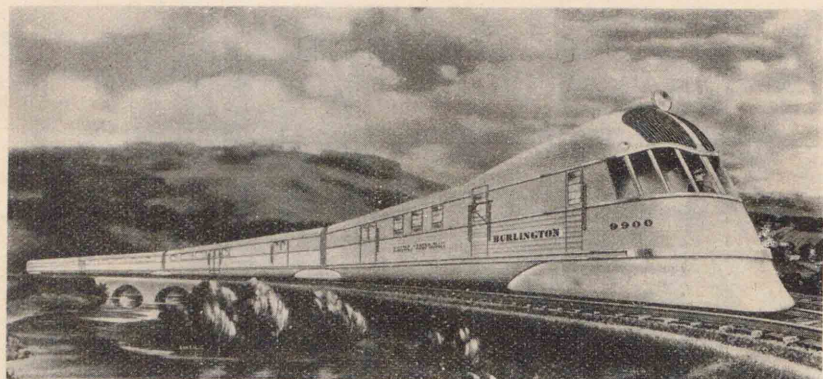
船



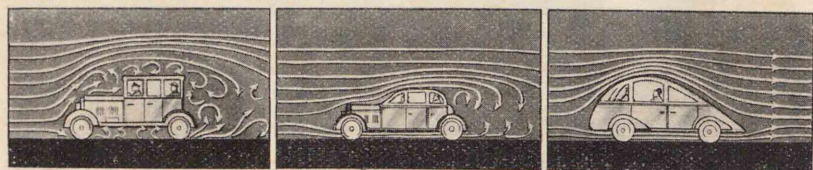
オビ

〔摩擦のない場合には〕





流線形列車



自動車の型の發達



丸い柱と流線形柱との後に出来る渦の違い

物体	0.016平方米	空氣抵抗
球		0.047 疋重
後のあいた半球		0.034 疋重
前のあいた半球		0.133 疋重
板		0.111 疋重
機生ツエバリン翼の形		0.0119 疋重
機式飛行機の形		0.0067 疋重
最少抵抗の形		0.00057 疋重

氣流

10 米/秒

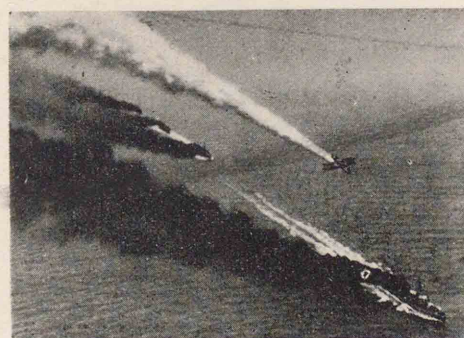
切口の面積が同じ種々の形状の模型を作り、之に或る一定の速さの風を當ると空氣の抵抗は物體の形状によつて著しく異なる。

て飛ぶ航空機や、競争用自動車等は、各部分が出来ただけ流線形に近づけてある。

物體が空氣中を落下する際には、その速さが増すにつれて、空氣の抵抗力も次第に増し、遂にその物體に働く重さと等しくなる。それから



(圖250) 落下傘



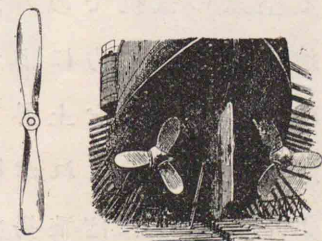
(圖251) 煙幕

先は、その時の速さで等速度運動をする。雨滴は地面近くでは、この様にして等速度運動をしてゐるのである。

雲霧や煙や塵埃が空中に浮遊するのは、質量の割合に表面が

大きいから、大きな抵抗を受け、少しく落下すれば忽ち等速度運動をするからである。

75. 推進機と舵 船舶及び航空機等の推進機は、扇風機の翼のやうに、翼面はその廻轉軸に對してネジのやうによぢれてゐる。



(圖252) プロペラ

(圖253) 船の推進機と舵

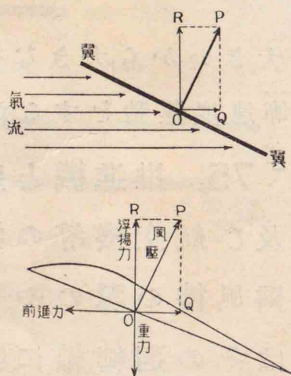
これを水中及び空中で急に廻轉する時は、翼は水又は空気を後方に押し、その反作用で翼は前方に押される。

舵は船體が前進するとき、これに水又は空気が衝突して生ずる力を (圖254) 舵を利用して進行の方向を變ずる。

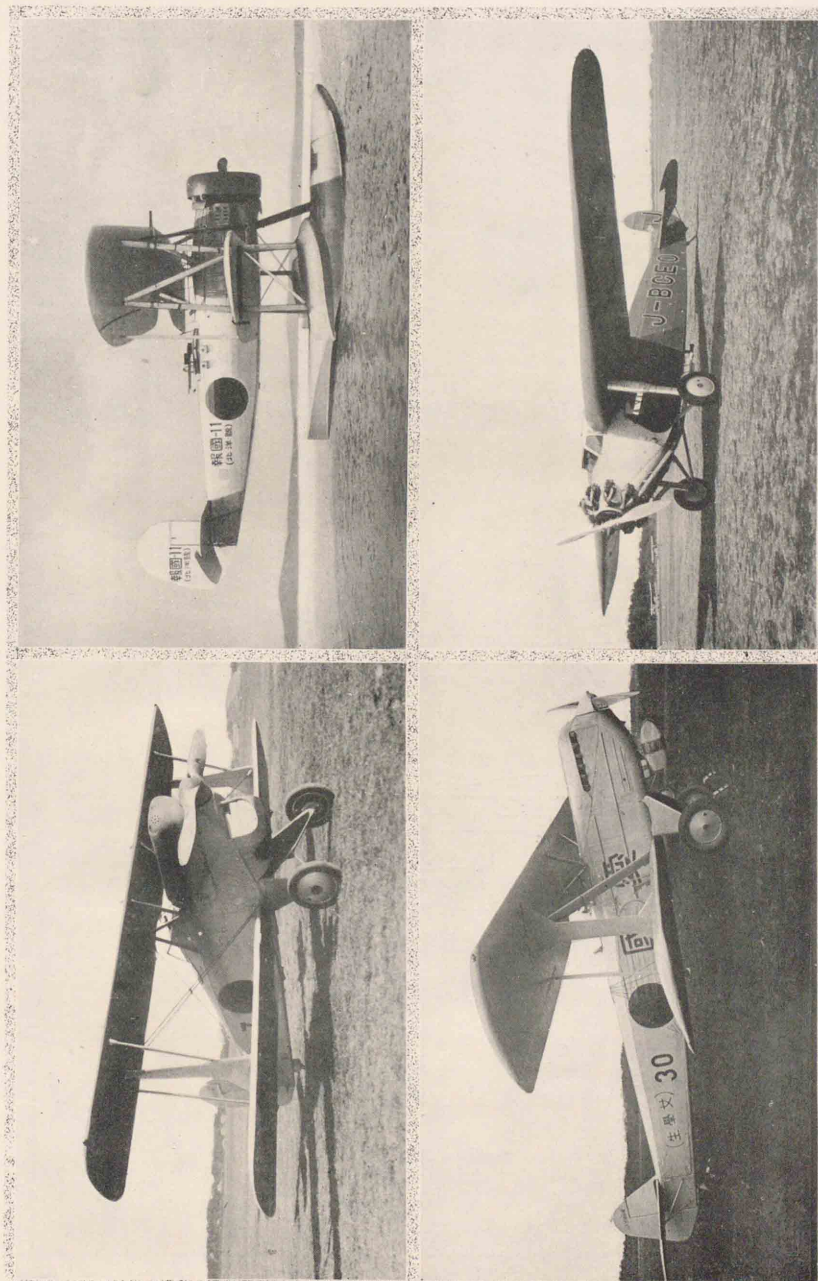
76. 飛行機 飛行機は鳥のやうに空氣の抵抗を利用して空中を飛ぶ装置である。

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。

發動機によつて推進機を廻轉せしめ、機體を滑走させると、翼は空氣を前方へ押し、自らはその反作用のために翼面に直角な壓力 OP を受ける。この壓力を水平・鉛直二方向の力、 OQ 、 OR に分解して考へると、 OQ は前進に對する空氣の抵抗であるが、これは推進機の前進の力によつて打克たれ、 OR は機體を上昇させる所謂浮揚力となり、これが機體の重さより大となれば、飛揚するにいたる。

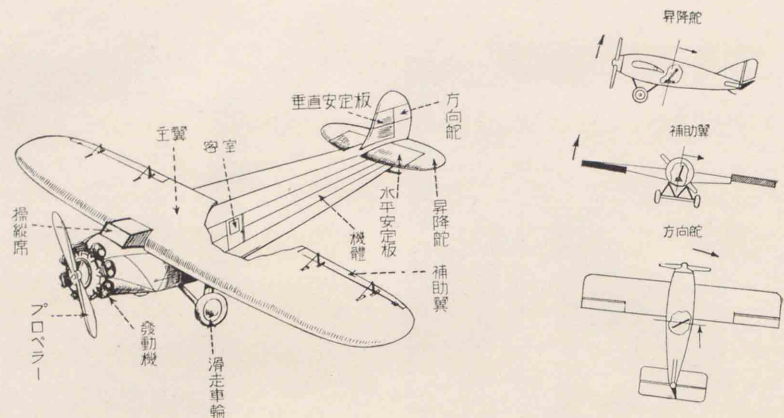


(圖255) 飛行機の原理

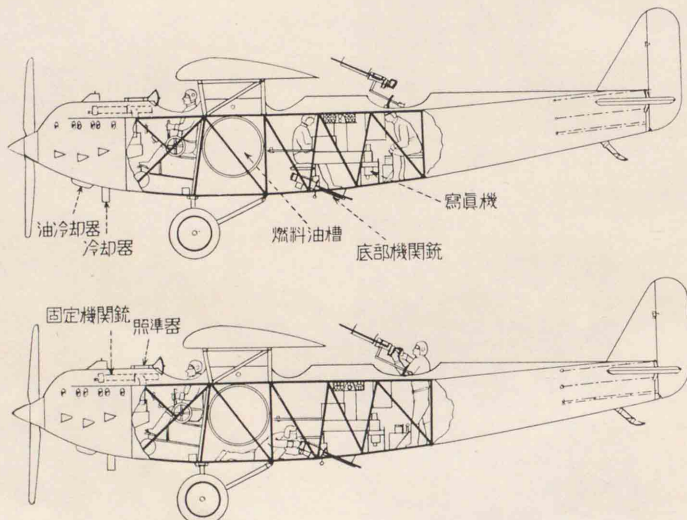


(上右) 九〇式水上偵察機
(下右) 日本空輸フオッカー六人乗旅客機

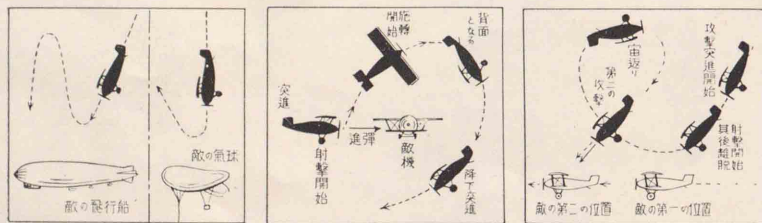
(上左) 九二式戰鬥機
(下左) 八八式偵察機(愛國女學生號)



飛行機（旅客機）の構造及び舵の作用



偵察機（上は偵察中 下は空中戦闘中）



空中戦闘術



(圖256) オートジャイロ

飛行機が空中に飛揚してゐるのは、それが前進の速さを有するからで、機關の運轉を止めると直に落下しはじめる。機の後尾には機を昇降させる昇降舵と、左右に廻轉させる方向舵とがあり、又機體を左右に傾ける補助翼がある。

第四章 仕事・エネルギー

77. 仕事 荷物を持ち上げたり、車を押動かす時のやうに、力が物體に働いて、物體がその力の方向に動く時は、力がその物體に仕事をしたといふ。

仕事の大きさ 仕事の大きさ(w)は、働いた力(f)と、その力を受けながら力の方向に動いた距離(s)との積で測られる。即ち

$$w = fs \dots \dots \dots (20)$$

それで仕事の單位は、力と長さとの單位の選び方によつてかはつてくる。

仕事の絶対單位 1ダインの力を働かして1糎動かす場合の仕事、即ち1ダイン糎の仕事

を1エルグといひ、その 10^7 倍を1ジュールといふ。

仕事の重力単位 力に重力単位を用いたもので1瓦糶、1疋米、1呎封度等がある。

78. 仕事の原理 梃子・斜面・ねぢなどの簡単な機械や、これを組合せた複雑な機械で、小さな力を加へて重い物を上げたり、大きな力を出させたりする。しかし力の方で得をしても、距離に於て損をしてゐるので、力と距離の積であらされる仕事には損得はないのである。

機械を用ひても仕事に於て損得がない。これを仕事の原理といふ。

79. エネルギー 高所にある水は、落下に際し水車を廻して仕事をなすことが出来る。飛來る弾丸も鐵板に穴をあける等の仕事をする。かやうに物體が仕事をなし得る状態にあるとき、その物體はエネルギーを有するといふ。即ち物體が仕事をなし得る能をエネルギーといふのであるから、物體の有するエネルギーの量は、物體が



(圖257) 大エネルギーを有する瀑布

仕事をなし得る能を失ふまでになし得る仕事の量で測ることが出来る。従つてエネルギーの単位は仕事の単位と同じである。高温の水蒸氣も、空吹く風も、引きしぼられた弓も皆同様にエネルギーをもつてゐる。

80. 機械的エネルギー

運動のエネルギー 飛行する弾丸はエネルギーをもつてゐるが、静止の状態ではエネルギーはない。このやうに運動するために有するエネルギーを、運動のエネルギーといふ。

質量 m 瓦の物體が、速度 v 秒糶で運動してゐるとき有する運動のエネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ エルグである。即ち静止するまでにこれだけの仕事をなし得るのである。

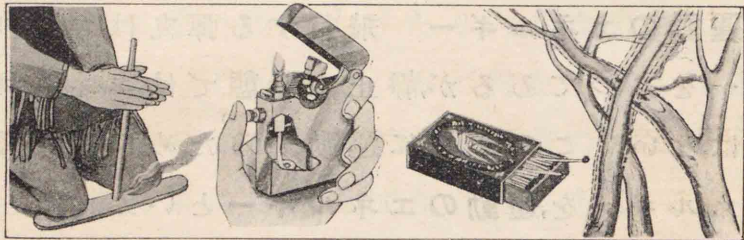
位置のエネルギー 高所にある水が仕事をなし得るのは、その高所にあるがためであつて、落下の餘地のないところであれば、何等エネルギーを有しない。このやうにその位置のために有するエネルギーを、位置のエネルギーといふ。

地上 h 糶のところにある質量 m 瓦の物體が有する位置のエネルギーは mgh エルグである。重力によつて

落下するとき、他の物體に對してこれだけの仕事をなすことが出来るのである。

運動のエネルギー及び位置のエネルギーを併せて機械的エネルギーといふ。

81. 熱エネルギー 錐を木材にもみ込むときは熱を生じ、鐵槌で金屬片を強くたゞけば、金

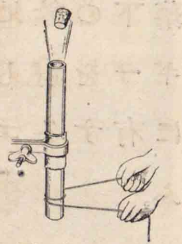


(圖258) 摩擦で火を起す

屬片は熱くなる。このやうに仕事を費して熱を得ることが出来る。また逆に、煮たぎつた鐵瓶の蓋が押しあげられるやうに、熱を費して仕事をすることが出来る。これによつて熱はエネルギーの一態であることがわかる。これを熱エネルギーといふ。詳しく言へば、熱エネルギーは、物體分子の無秩序な運動のエネルギーであるとされてゐる。

熱の仕事當量 熱もエネルギー

エーテルを入れた
金屬の筒にコルク
栓をする



(圖259) 仕事を費して熱を得、再び仕事をさせる實驗

である以上、これは仕事の單位で測れる筈である。

ジュールは始めてこれを測定した。1カロリーの熱は4.2ジュールに相當する。これを熱の仕事當量といふ。

$$1 \text{ カロリー} = 4.2 \times 10^7 \text{ エルグ} \\ = 4.2 \text{ ジュール}$$

エネルギーにはこれらの外、電氣のエネルギー、化學的エネルギー、光のエネルギーなどいろいろある。

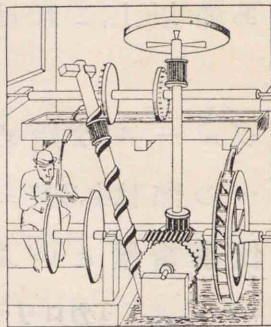
82. エネルギー不滅の法則 高所にある物體が落下するときは、位置のエネルギーが減るに従つて、運動のエネルギーが増し、遂に地上に衝突するときは、運動のエネルギーを失つて熱を生ずる。このやうにエネルギーは一態から他態に變じ、一物體から他の物體に移るが、精密な實驗の結果によれば、この場合新にエネルギーを生ずることもなく、また最初にあつたエネルギーを失ふこともない。

エネルギーは一物體より他物體に移り、一態から他態に變る。けれども、その總量は常に一定に保たれ

る。

これをエネルギー不減の法則といふ。

永久運動 古來他より仕事を加へずに、永久に運動し、仕事をする永久運動の機械が考案されようとした。其の不可能な事は明かである。



(圖260) 永久運動の機械の例

83. 機械の有効率・工率 機械は仕事の原理により、仕事を利することはない。その上、摩擦その他の抵抗があるため、加へられた仕事の一部は、そのために費されるので、機械のなす有効な仕事は、加へた仕事より遙に少ない。

機械のなす有効な仕事と、機械を動かすに要する全仕事との百分比を、その機械の有効率といふ。

機械の種類	有効率%
槌子	100
斜面	90-100
滑車の組合せ	40-60
ジャック	25
上射式水車	80-90
下射式水車	25-30
ベルト水車	83
水タービン	90

機関の種類	熱効率%
蒸気機関	10-15
蒸気タービン	18-23
石油機関	15-20
瓦斯機関	20-25
ディーゼル機関	30-35

熱機関の有効率は有用な仕事にな

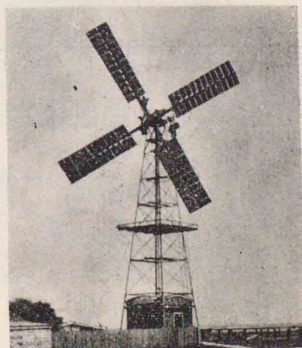
つた熱量と、消費された全熱量の百分比で表はされ、特に熱効

率といふ。

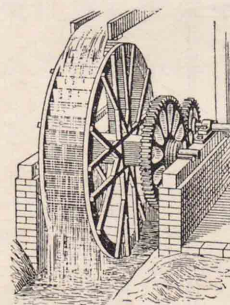
機械が単位時間になし得る仕事の量即ち仕事の速さを工率又は工程といふ。

工率の単位には普通ワット又は馬力を用ひる。1ワットは毎秒1ジュールの工率であり、その1000倍を1キロワットといふ。1馬力は746ワットに當る。

84. 風車及び水車 風車は風に仕事をさせる装置である。我が國では小規模の灌漑に用ひられる位で、あまり利用されないが、オランダに最も廣く用ひられてゐる。



(圖261) 風車

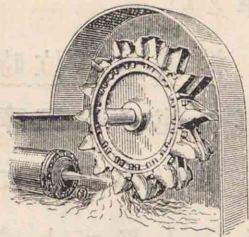


(圖262) 上射水車

流れる水

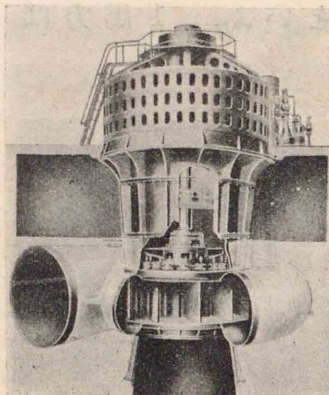
に仕事をさせる水車は、古來廣く用ひられて米など搗かせた。水車に水を供給するのに、水を水車の上部から落して、水の重さ即ち位置のエネルギーを利用する場合と、流水を下部に衝突させて、その運動のエネルギーを利用する場合とがある。

ペルトン水車は、非常な高速で孔から噴出する水を水車の羽根に吹きつけて、これを速かに廻轉させるものである。



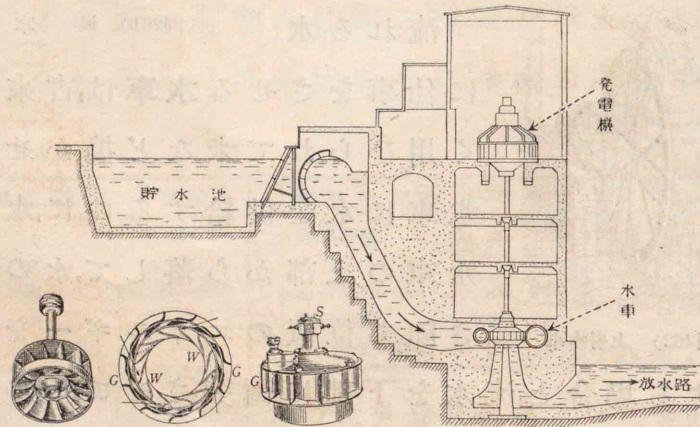
(圖263) ペルトン水車

近時一般に使用される水ター



(圖264) 發電用水タービン

ピンは、發電所等で高壓の下に送り出る水を、渦狀の固定翼Gを通して、その中にある渦狀の向の異なる廻轉翼Wに衝突させ、これを廻轉させるもので、その有効率は90%に達する。



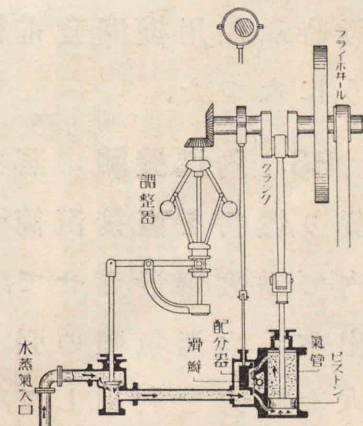
(圖265) 水ターピンの分解

(圖266) 發電所縦断面

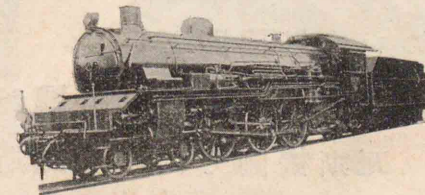
85. 蒸氣機關 熱エネルギーを運動のエネルギーに變ずる機械を熱機關といふ。蒸氣機關は石炭其の他の燃料の燃焼で生じた熱で高壓蒸氣を作り、之を膨脹せしめて仕事をさせる装置である。其の主要部は汽罐・汽筒・ピストン・配分器・滑り瓣である。

汽罐には安全弁・壓力計を具へ、此處で燃料の燃焼によつて生じた熱エネルギーは、水に傳はり、高壓水蒸氣を生ずる。この高壓水蒸氣は配分器に送られ、滑り瓣の作用によつて、交互に汽筒のピストンの兩側に這入り、これに往復運動を起させるのである。汽筒より出た排氣は、直に大氣中に噴出するか或は凝結器に導かれる。

ピストンの往復運動は、クランクにより廻轉運動に變へられる。この廻轉運動を一様にするために重いフライホキールを用ひ、廻轉を一定にするためには蒸氣量を加減



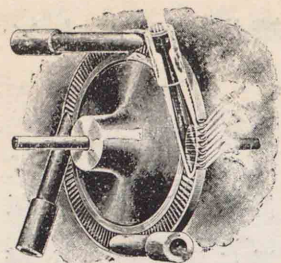
(圖267) 蒸氣機關の要部



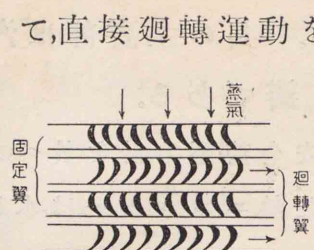
(圖268) 超特急機關車

する調整器を具へる。

蒸気タービンは車體に多くの翼を固定し、これに高圧蒸氣を吹きつけて廻轉させる装置である。蒸気タービンは普通の蒸氣機關と違つて、直接廻轉運動を生ずる便



(圖269) ドラバルタービン



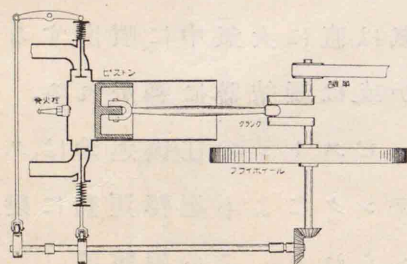
(圖270) 蒸気タービンの原理

があるのと、速い廻轉が得られるので、

近時船舶用機關・發電機等に盛に使用されるやうになつた。

86. 内燃機關 蒸氣機關や蒸気タービンと

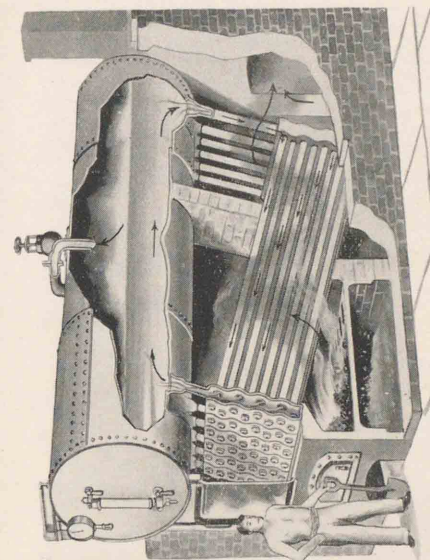
異り、燃料を直接汽筒内で點火爆發させて、出來た高温氣體の強大な壓力を利用して、ピストンを動かすものを内燃機關といひ、



(圖271) 瓦斯機關の要部

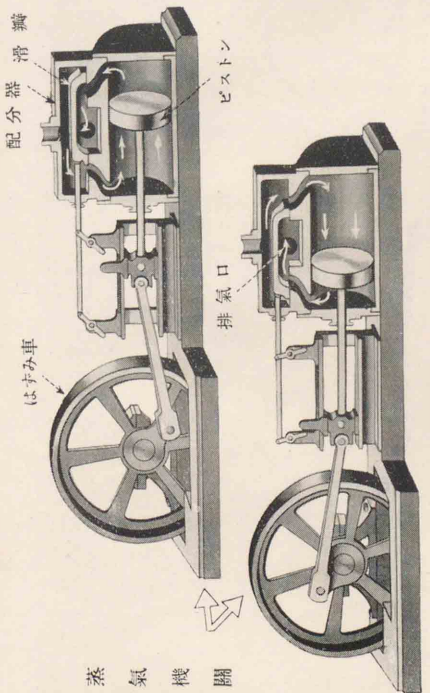
瓦斯機關及び石油機關がこれに屬する。

瓦斯機關では石炭瓦斯を、石油機關では石油又は輕油を、噴霧器で霧狀にしたものに適當の

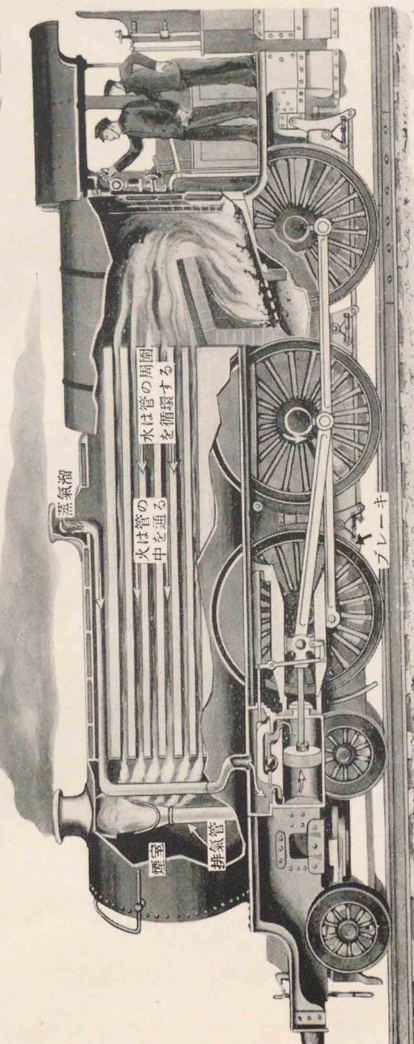


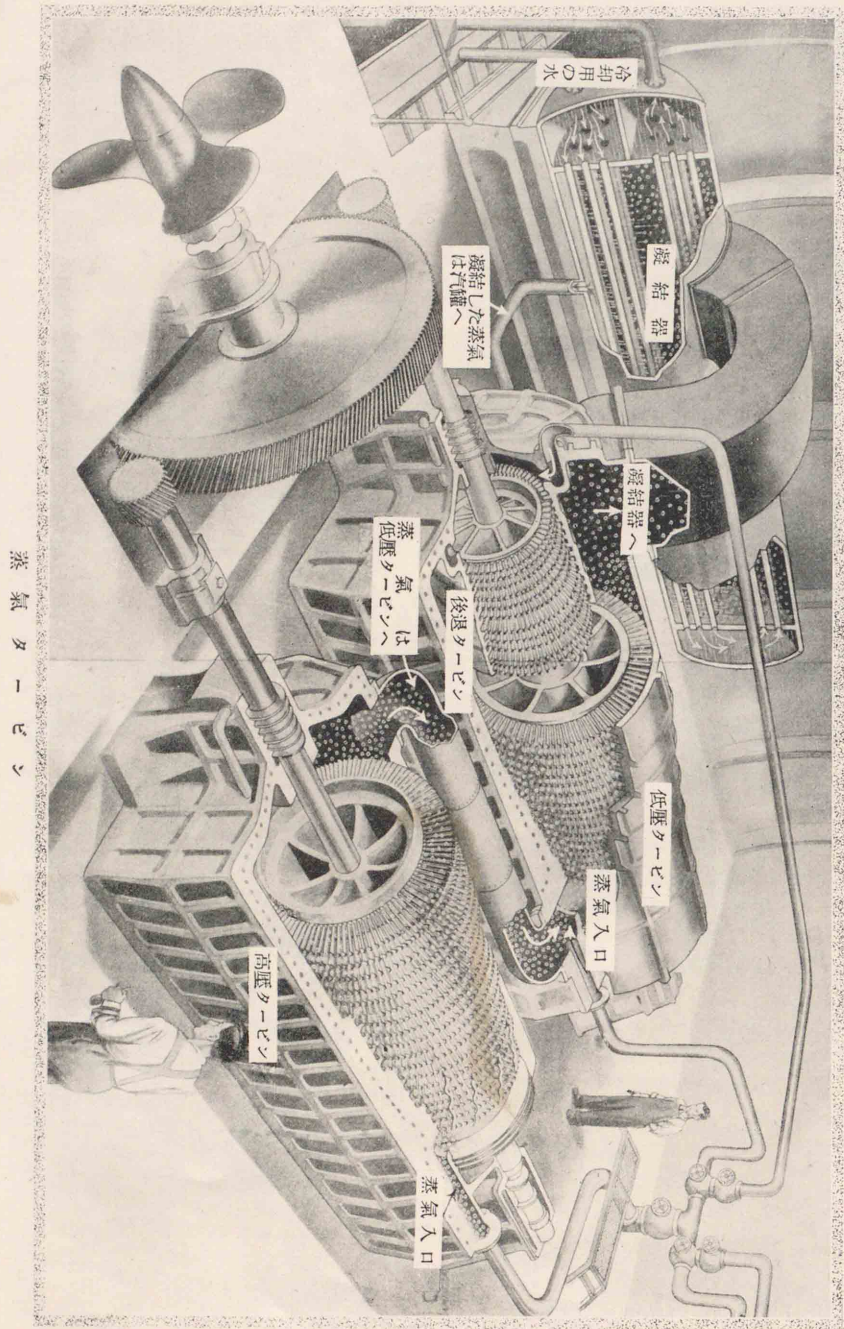
汽 罐

蒸氣機關の切斷面

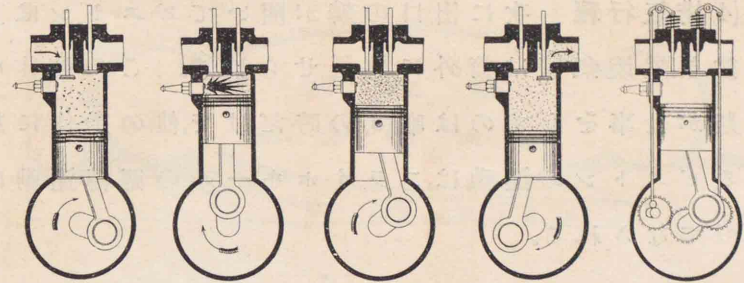


蒸 氣 機 關





蒸気タービン



(圖272) 内 燃 機 關 の 動 作

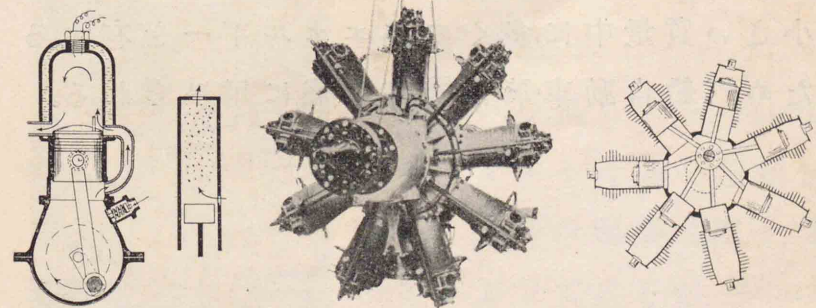
空気を混じり、汽筒内に導き、点火(普通は電気火花で)爆発させてピストンを動かすのである。

内燃機関の動作は、普通四段よりなる。

(1) 吸入行程 先づピストンを下に動かし、混合気体を汽筒内に吸入する。

(2) 圧縮行程 次に吸入弁を閉ぢると同時に、ピストンが上に動いて混合気体を圧縮する。

(3) 爆発行程 此處で電気火花又は赤熱した物體に觸れて爆発し、ピストンを下方へ向つて押す。



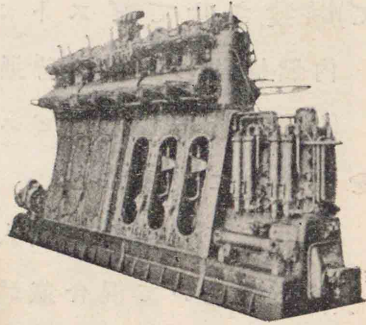
(圖273) 二衝程内燃機関

(圖274) 飛行機用内燃機関

(4)排氣行程 次に出口の弁が開いてピストンは上へ動き、燃焼氣體は筒外に驅逐せられる。この動作中瓦斯が仕事をなすのは唯(3)の時だけで、他の動作に於けるピストンの運動は、フライホイールの廻轉運動によつてなされる。

ディーゼル機関 汽筒内にピストンで40気圧ほどに壓縮した高壓空氣を造ると、空氣の溫度が600度以上に昇る。

この中に重油を噴霧状にして噴出させると、高温空氣のために、他の装置で點火しなくとも、重油が燃焼し仕事を生ずるのである。



(圖275) ディーゼル機関

内燃機関は、蒸氣機関の如く汽罐を要せず、且小さい質量中に、多くの熱エネルギーを有するため、汽船・自動車・飛行機等に盛んに用ひられる。



第一章 振動及び波動

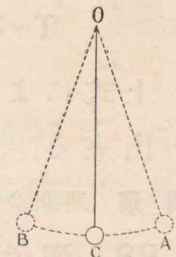
87. 振子

豫習事項 1 ふりが時計に用ひられる理由。

2 ふりこ時計を説明せよ。

錘を細い絲で吊したものを**振子**といひ、絲の長さを**振子の長さ**といふ。

今圖276のやうに、錘をAにかたよらせて之を放すときは、錘は重力の作用によつて、圓弧ABを描いて左右に振動する。



(圖276) 振子



(圖277) ピサ斜塔内で吊りランプの等時性振動を注視せるガリレイ

弧の半ばAC,若しくはBCを**振幅**といひ、弧ABを一往復するに要する時間を**週期**といふ。振動の週期は振子の長さによつて異なるが、一つの振子では、振幅があまり大き

くない場合には、振幅の大小には関係なく週期は一定である。

これを振子の等時性といふ。

長さ l 糧の振子の週期 T 秒は、重力の加速度を g 秒秒糧とすると、次の式によつて與へられる。

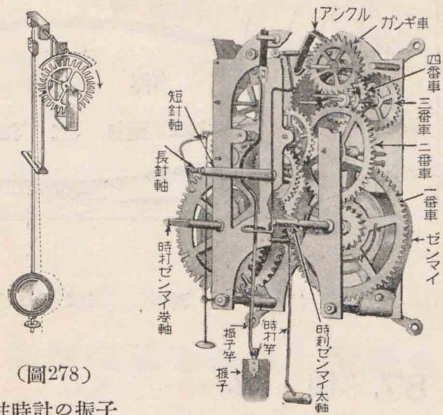
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \dots\dots\dots (21)$$

上式により T と l を測定して g を知ることが出来る。

問題 週期 2 秒の振子の長さを求めよ。

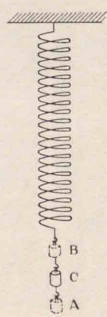
88. 弾性體の振動 螺旋狀のバネに錘をつけ、これを静止の位置から引きさげて放すと、静止の位置を中心として、等時性の振動をする。

また渦卷狀のゼンマイの一端を固定し、他端を小さなハズミ車の軸につけ、車を少しまはして放すときは、渦卷



(圖278) 柱時計の振子

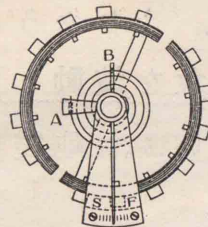
(圖279) 柱時計



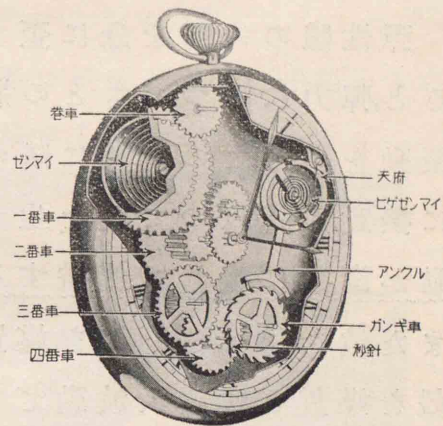
(圖280) 螺旋バネ

線は伸縮し、静止の位置を中心として、等時性の廻轉振動をする。

懐中時計はテンブの等時性廻轉振動によつて、齒車の運動を制御する。



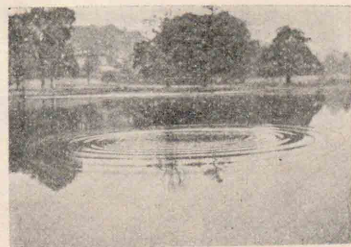
(圖281) 懐中時計のテンブ



(圖282) 懐中時計

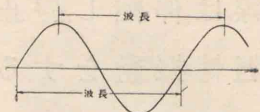
問題 懐中時計が遅れたとき調整用の針を F の方へ寄せるのは何故か。

89. 波動 静かな水面に小石を投げると、その點を中心として、高所即ち山と、低所即ち谷とが、交互に等しい速さで輪狀をなして四方に擴がつてゆき、水波を生ずる。山と次の山谷と次の谷との距離は等しく、これを波長といふ。この時水面に浮んだ木の葉を見ると、同じ場所に止つて上下してゐるだけで前進



(圖283) 水波

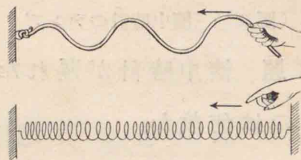
しない。振動だけがだんだん前に傳播するのである。



(圖284) 波長

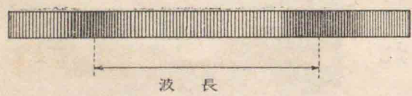
彈性體の一部を急に歪ませると、弾力によつて、もとの状態に戻らうとして振動を生じ、このために隣の部分を歪ませ、次第に振動が傳はつて波を生ずる。このやうに振動が漸次に後れて傳播する現象を波動といふ。また波を傳へる物質を媒質といふ。地震は地殻を媒質とする大波動である。

圖285のゴム管の波のやうに、媒質の各部の振動が、波の進行方向と直角であるときは、これを



(圖285) ゴム管に起つた横波(上) ゼンマイに起つた縦波(下)

横波といひ、またゼンマイの波のやうに、媒質の各部の振動が波の進行の方向と一致するときは縦波或は疎密波といふ。



(圖286) 縦波の波長

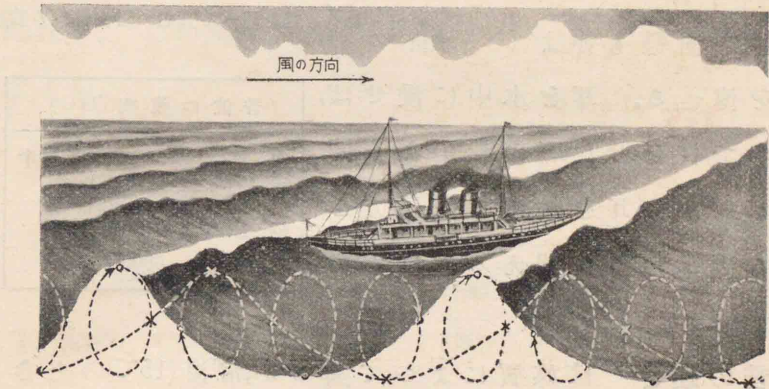
この場合の波長は、密部と次の密部間、或は、疎部と次の疎部間の距離である。

横波・縦波いづれに於ても、媒質が一振動する間に、一

波長だけ前進するから、 v を速度、 n を振動數、 T を週期、 l を波長とすれば次の關係がある。

$$v = n l = \frac{l}{T} \dots\dots\dots(22)$$

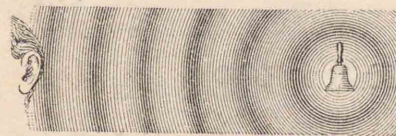
水の波 水の波は、實際は横波と縦波の中間のもので、水の各部は圓運動を繰返してゐるのである。



(圖287) 水 波

第二章 音 波

90. 音 波 音は物體の速かな振動に基づく。發音體が空氣中で振動する時は、振動面に接する空氣が、かはるがはる密になり疎になり、



(圖288) 音 波

その疎密波が四方に傳はる。これが音波である。

この音波が耳の中

に入り、鼓膜を振動させて音の感覚を起させる。

音を傳へるものは空気ばかりではない。液体も固体も亦よく

音を傳へる。耳を水中に浸せば、水中で打合せた石の音がよく聞え、レールに耳を附けると、遠方を走る汽車の音が聞えるのはその例である。

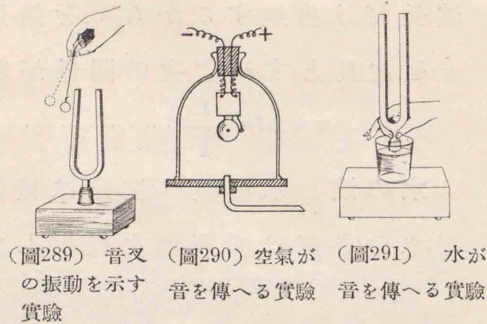
音の速さ は媒質によつて異なるが、常温(15°C)のとき約340秒米で、温度1°Cの昇降によつて約0.6秒米の増減がある。

- 問題1. 糸でつくつた玩具通話装置を説明せよ。
 問題2. 4キロメートルの遠方で正午のサイレンを聞いた時、自分の時計は何時を示して居れば正しいか。

91. 音の反射

豫習事項 山彦の起る理由。

音波が物體に當つて反射するのを**反響**といふ。反響が元の音と合すると強く聞え、これが元の音にお



(圖289) 音叉の振動を示す實驗 (圖290) 空気が音を傳へる實驗 (圖291) 水が音を傳へる實驗

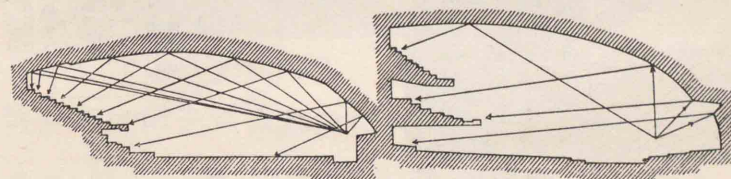
音波の速度(0°C)	
空気	331秒米
水	1400
鋼鐵	1700—5200
硝子	5000—5300



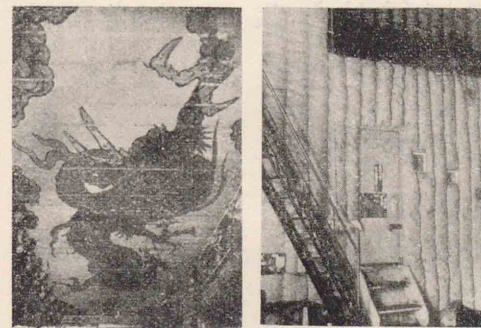
(圖292) 音の反射の實驗

くると話聲を不明瞭にする。これには室の大きさ、反射面の形、反射面の性質等が影響する。

一般に狭い室では、反響がもとの音に合するから、話聲がよく聴取れるのであるが、音をよく反射するコンクリート壁の狭い室では、數度反射してかへつて聴取れない。この場合には音を吸収する物質で壁を覆へばよい。



(圖293) 理想的な議事堂の断面 國際聯盟會館議事堂 (圖294) 理想的な音樂堂の断面 プレイエル音樂堂



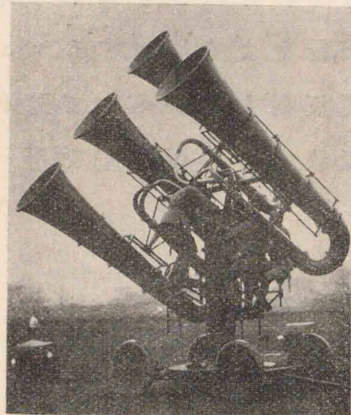
(圖295) 特別な反射の例 日光藥師堂天井の鳴龍 (圖296) トーキー錄音室の壁

材料による吸音率	
開方窓	1.00
カーテン (褶のあるもの)	0.4—0.75
毛フェルト(厚さ3種)	0.58
コルク板	0.30
絨氈	0.20
木(生地のみ)	0.06
木(ニス塗り)	0.03
リノリウム	0.03
硝子	0.027
コンクリート	0.015
大理石	0.01

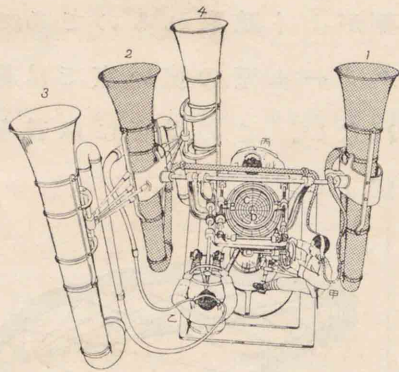
ラジオ放送室やレコード吹込室等は、送話器に反射音が混入すると不明瞭になるので、壁はフェルトや、幕張りにし、床は絨氈などを敷きつめて、音を出るだけ

吸収して、反射を少くしてゐる。

問題 弱い音を聞くとき、手を耳にかざす事のあるのは何故か。また聴音機の理を問ふ。



(圖297) 聴音機



92. 音の三要素 音が與へる感覺には強さ・高さ(調子)及び音色の三種がある。これを音の三要素といふ。

音の強さは振幅の大小による。

太鼓を強く打ち、或は琴糸を強く弾けば、革又は糸の振幅が大きく、空氣中の音波の振幅も亦大きく、随つて鼓膜に強い振動を與へ、強い音を感じさせる。

普通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面狀に擴がり、その振幅が減ずるからである。

メガフォン・聴診器・通話管などは音波を擴がらせ



(圖298) メガフォン (圖299) 聴診器

ないやうにして、振幅の減少を防いだものである。



(圖300) 通話管

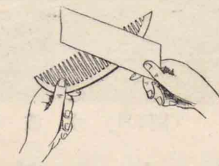
音の高さ(調子)は振動數による。

人の聴くことの出来る音の振動數は每秒約16乃至40000

である。

男聲は

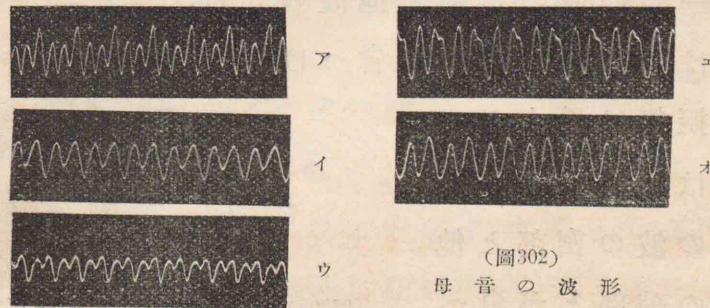
普通每秒



(圖301) 音の調子の實驗 厚紙を早く動かす程音の調子が高くなる

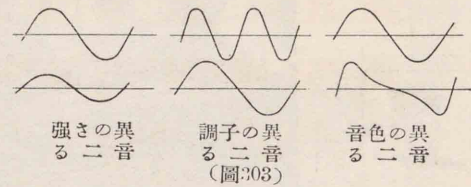
歌の聲		振動數
男聲	バス	81—90
	テノール	163—488
女聲	アルト	194—870
	ソプラノ	259—1035

90乃至140、女聲は270乃至500の振動數である。



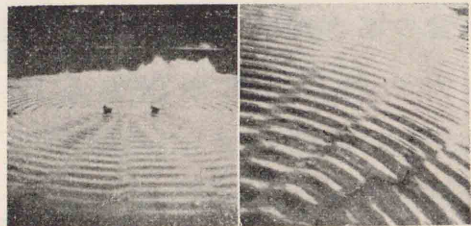
強さと調子の等しい音でも、ピアノの音とヴァイオリンの音とは聴分け得られるし、同じ強さ、同じ調子で發聲しても、口形を變へると、變つた音が出る。之らは**音色**が異なるからである。

音色の違いは音波の波形の違いによる。



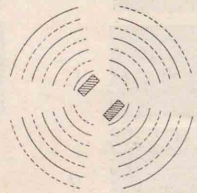
93. 音の干渉

一つの場所に二つの水波が同時に來るとき、山と山と、谷と谷とが會へば、たすけ合つて山や谷は一層大になる



(圖304) 水波の干渉

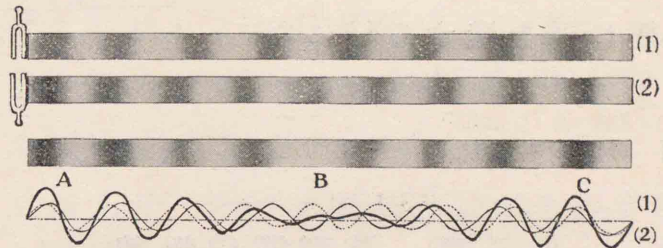
が、山と谷とが會へば、消し合つて波は小さくなる。これと同じやうに、二つの音波が會するとき、一つの波の密部と他波の密部、或は疎部と疎部とが會へば、音波の振幅は増大して音は強くなるが、一つの波の密部と他波の疎部とが會へ



(圖305) 鳴りつゝある音叉を耳のそばで廻すと一廻りのうち四回音の弱い所がある

ば、音波の振幅は小さくなる。このやうな現象を音の**干渉**といふ。

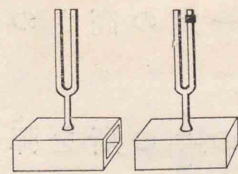
唸り 振動数の僅かに異なる二つの音波が干



(圖306) 唸り

渉すると、週期的に強弱が出来る。これを**唸り**といふ。

一秒間の唸りの数は、二音波の振動数の差に等しい。



(圖307) 唸りの實驗

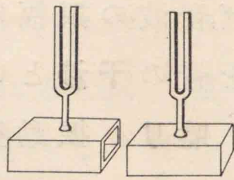
釣鐘の餘韻に唸りを聞くのは、釣鐘が均質でなく、場所によつて少しく振動数が異なるからである。



(圖308) 鐘樓

94. **共鳴** 振動数の相等しい發音體を對立させて、一方を鳴らすと、暫くして他方も共に鳴出す、これを音の**共鳴**といふ。これは一方の發音體から出た音波が、これと同

じ振動数を有する發音體に、同週期の微動を與へるから、これが重なつて次第にその振幅を増し、遂に音を發する様になるのである。



(圖309) 共鳴の實驗

問題 音叉の共鳴箱の理を説明せよ。

第三章 發音體の振動

95. 絃

豫習事項 絃の振動をはやくするにはどうすればよいか。

琴やピアノのやうに絃を張つて、その中點を弾く時は、絃は全體として振動し、一定の高さの音を出す。これを原音といふ。

次に絃の中央を軽く抑へ、全長の 1/4 の所を弾けば、絃の各半は別々に振動して、原音の二倍の振動数の音を出す。同様に絃の 1/3, 1/4 などの所を抑へて弾けば、絃は 3 區、4 區に分れて振動し、原音の 3 倍、4 倍の振動数の音を出す。このやうな音を倍音といふ。

圖 310 の N のやうに、常に靜止する點を節といひ、節と節との中央の振幅の最大な點を腹と

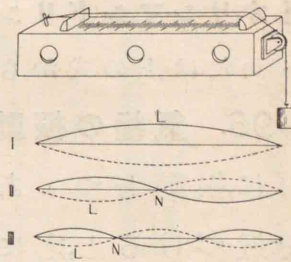
いふ。

一般に絃上の一點を弾くと、原音の他に種々の倍音が伴つてあらはれ、これらが合成されて波形の差、即ち音色の差を生ずる。これはひとり絃に限らず、すべての樂器に於て、その音色は倍音の數と強さによつて變るのである。

倍音が加はる程、豊饒な感じを與へ、これなき音は單純な感じを與へる。

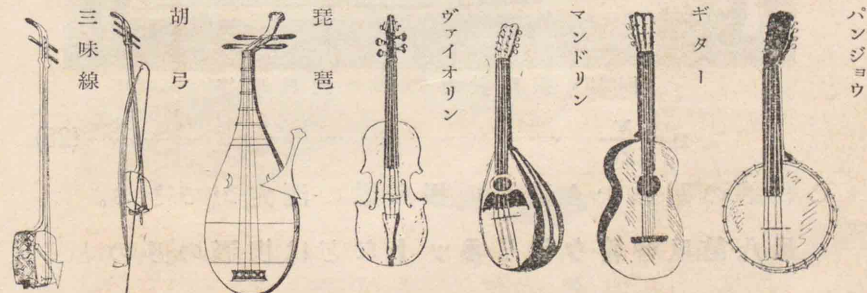
實驗によれば、絃の原音の振動數 n は (1) 絃の長さ (l 厘) (2) 單位の長さの質量 (m 瓦) (3) これを張る力 (F ダイソ) によつてきまり、次の關係が成立する。

n = 1/2l * sqrt(F/m) (23)



(圖310) 絃の振動の實驗

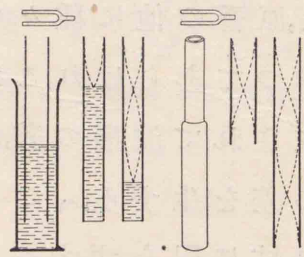
琴・三味線・琵琶・ピアノ・ヴァ



(圖311) 絃樂器

イオリン・マンドリン・ギターなどの絃楽器で、調子の變へかたは上の式から容易にわかる。

96. 氣柱の振動 管の口に振動しつつある音叉を近づけると、之に共鳴する時、管内の空氣柱は最も盛に振動して強い音を發する。



(圖312) 氣柱の振動の實驗 (左) 閉管 (右) 開管

一端の閉じた管を閉管といひ、長さ l なる閉管内の空氣柱の發する原音の振動數 n は、

$$n = \frac{v}{4l} \dots\dots\dots (24)$$

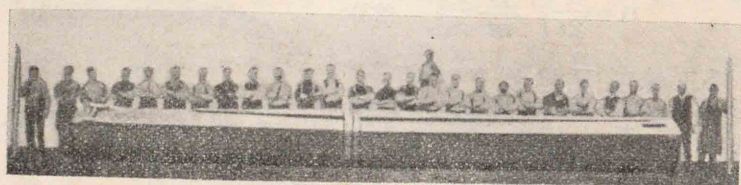
である。但し v は音波の速さをあらはす。

兩端の開いてある管を開管といふ。開管では空氣柱の發する原音の振動數は次式であらはされる。

$$n = \frac{v}{2l} \dots\dots\dots (25)$$

これ等の關係から音叉の振動數の測定ができる。

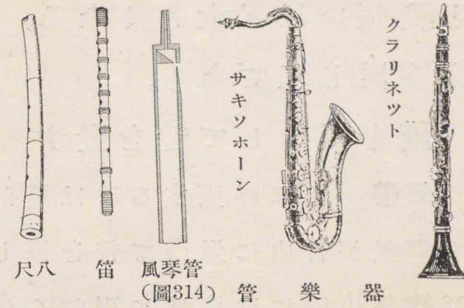
尺八・笛・風琴管・クラリネットなどは楔形の刃のところに吹きつけた呼氣が氣柱を振動させる。色々の調



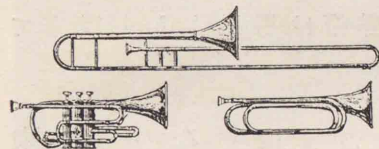
(圖313) 振動數毎秒16の大風琴管

子の音を出すには、管側の孔を開閉し、即ち l を加減してする。

ラッパ・コルネット・トロンボンなどは吹奏者の唇の振動が管



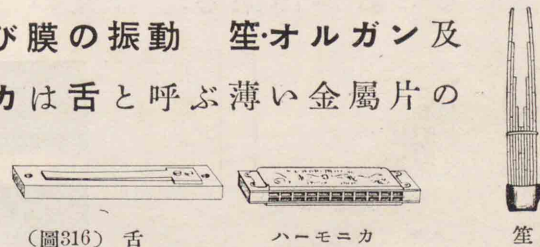
内の氣柱を振動させる。調子の加減は瓣を開閉したり、管を抜きさししてする。



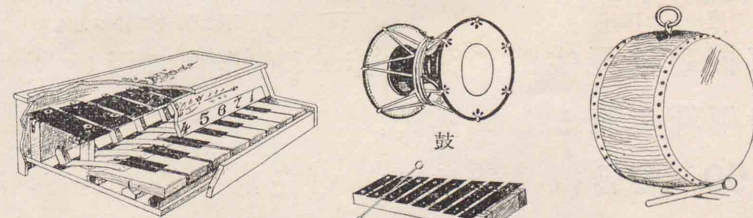
(圖315) 管楽器

問題 深い壺に水を注ぎ入れるとき、充つるにつれて調子の高い音を發するのは何故か。

97. 板及び膜の振動 笙・オルガン及びハーモニカは舌と呼ぶ薄い金屬片の振動により、

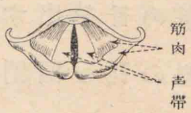


氣流が斷續せられて音を發する。舌の振動數は(1)厚いほ



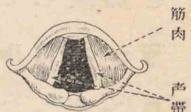
(圖317) 打楽器

ど、(2)短いほど、大きくなる。鐵琴も亦同じ理である。



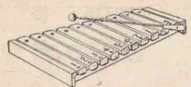
膜も振動して音を發する。

聲帶 單に呼吸する時は、膜が弛んで空氣が自由に通つて音を發しないが、發聲の時には適度に引張られ、呼氣によつて振動する。女子の聲帶は男子よりも短くて薄い。

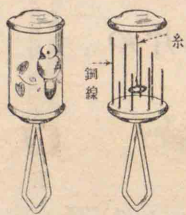


(上) 發聲のとき
(下) 呼吸のとき
(圖318) 聲帶

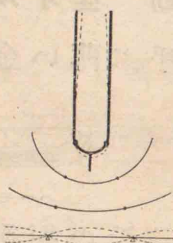
98. 棒の振動 木琴や音叉に見るやうに、棒にも振動が起り、これによつて發音させることが出来る。音叉の



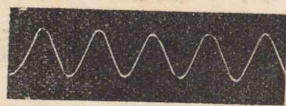
(圖319) 木琴



(圖320) 棒の振動を應用した玩具



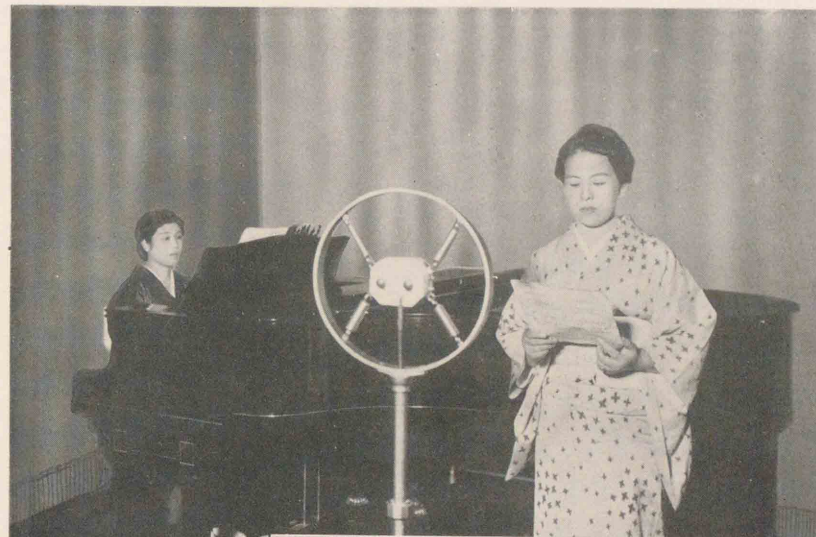
(圖321) 音叉の振動



(圖322) 音叉の振動
下は倍音の伴つたもの

原振動はU字形の鋼鐵棒の下部、柄に近い所を節、兩端を腹としてゐる。

99. 蓄音機 音はこれを記録することが出来る。蓄音機は音を記録して置き、隨時これを再現させる器械で、エヂソンの發明したもので



レコードの電氣吹込



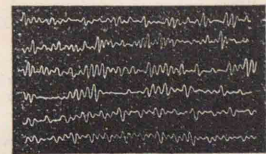
ラッパ吹込(舊式)



ラッパ吹込(舊式)

ある。主な部分は、レコード・これを廻轉させる装置(ゼンマイ式と電動式と二つある)發音函・ラッパ(近頃のは箱の中にある)である。

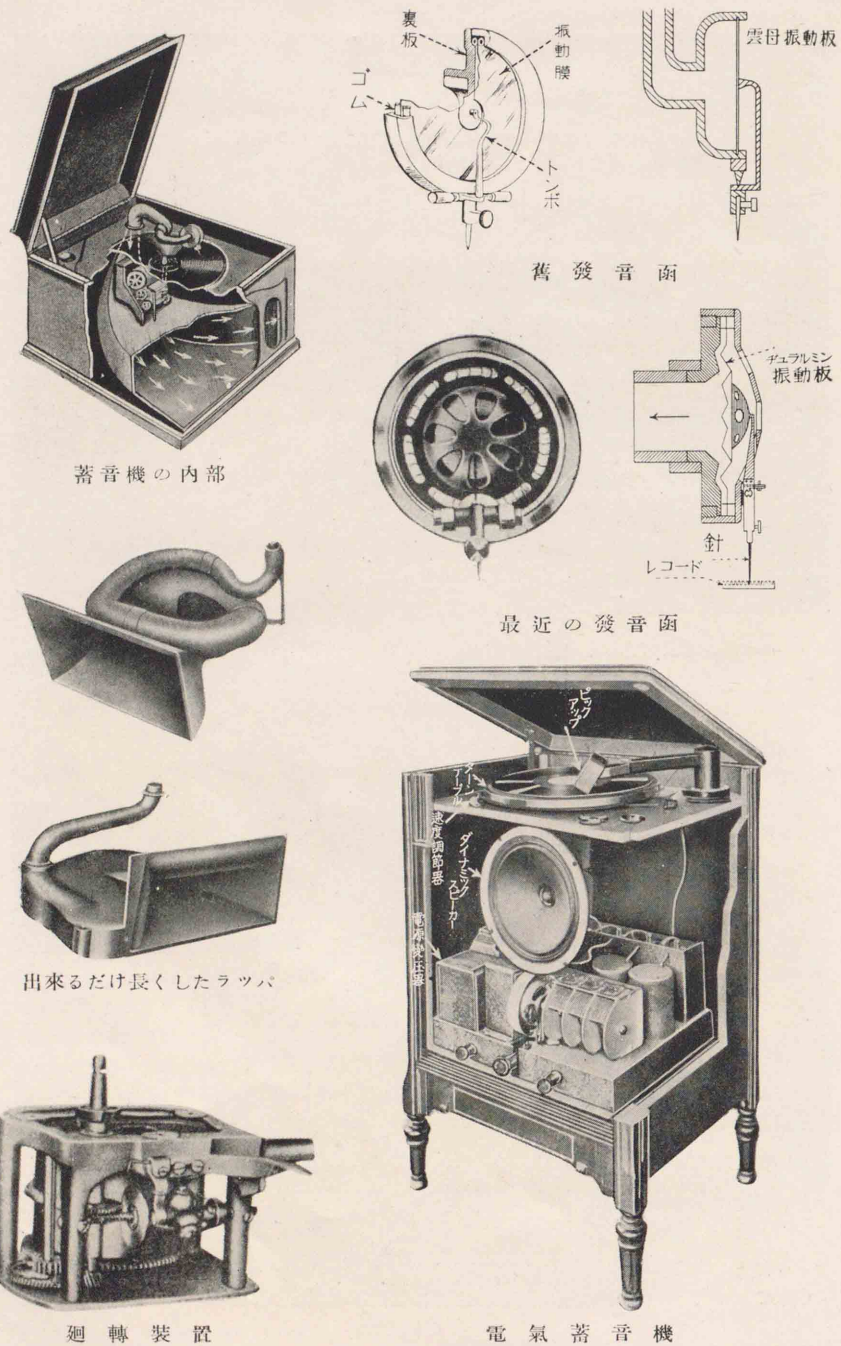
吹込法 ラッパを發音函に付け、これに向つて發聲すると、振動板が聲に應じて振動する。この振動を針によつて、廻轉せる蠟板上に描かせる。これを原型として練物製の圓盤に複寫したものが所謂レコードである。この吹込法は不完全であるので、近頃は電氣吹込と稱して、マイクロホンによつて、音聲を電流の強弱にかへ、これによつて針を振動させて吹込む。

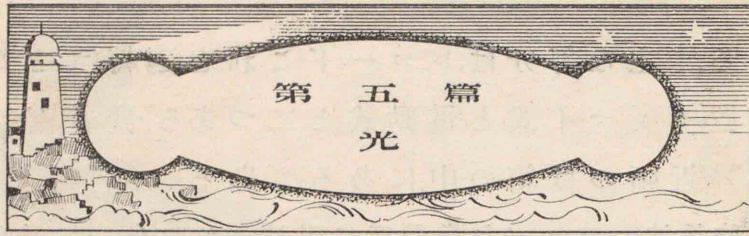


(圖323)レコードに記録された波形の擴大

音を再現させるには發音函に別の針をさし、廻轉せるレコードの上に載せて、針にレコード面の渦狀曲線を辿らせると、針の運動につれて發音函の振動板が振動し、吹込んだ音を出す。

- 問題 1. 吹込の時よりレコードの廻轉の速さを大にすれば再現の音は如何に變るか。速さが小になれば如何。
- 問題 2. 長い針と短い針とどちらが強音を發するか。



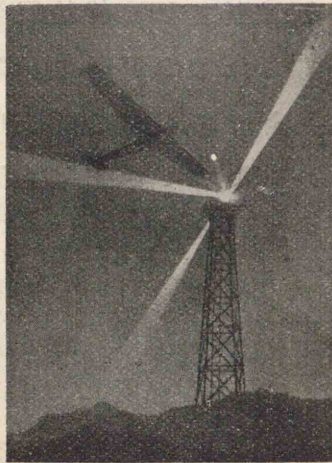


100. 光の直進

豫習事項 1 暗い所で見えるものと見えぬものとある理由。

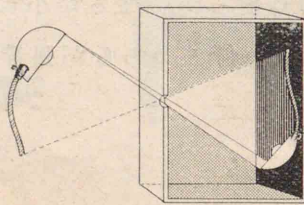
2 光がまっすぐに進む例をあげよ。

物體が見えるのは、その物體から来る光が眼の中に入り、視覚を刺戟するからであつて、たとへ眼の直前を横ぎる光でも、それが眼の中に入らなければ、之を認めることは出来ない。



(圖324) 航空燈臺(箱根)

光は組織一様な物體中では、直線状に進行する。それで光の進む徑を直線で示し、之を**光線**



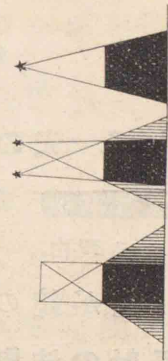
(圖325) 光の直進の實驗



(圖326) 針孔寫眞

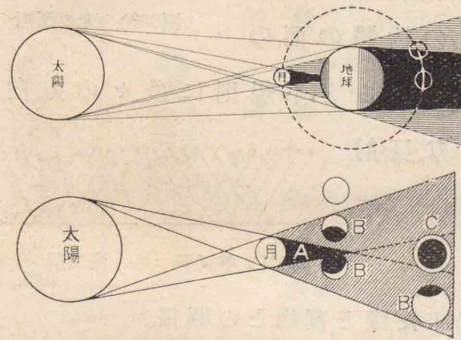
といふ。

101. 影 光は直進するから、これを不透明體で遮ると影が出来る。光源が小さくて光點である時は影は暗黒で、その境界がはつきりするが、光源に大きさがある時は、影には全く光の達しない**本影**と、光源の一部分から光を受ける**半影**とが出来る。

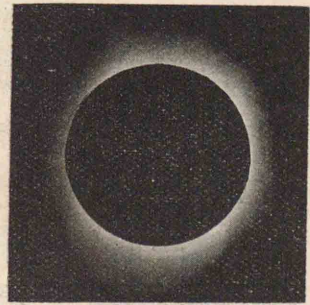


(圖327)

日食は地球が太陽による月の影の中に入ったとき起るもので、圖328に示すやうに、地球上の觀測者が月



(圖328) 日食と月食の原理



(圖329) 昭和9年2月14日
ローソツブ島に於ける日食の寫眞

の本影Aに入ると**皆既食**,半影Bに入ると**部分食**,半影Cに入ると**金環食**を見る。

月食は太陽による地球の本影内に、月が入つたとき起る。

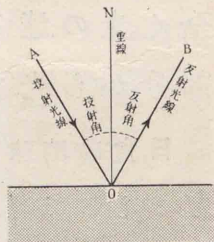
第二章 光の反射

102. 光の反射

豫習事項 普通の物が光をうけるとき種々の方向から見える理由。

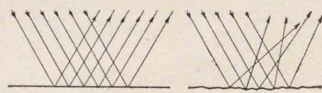
光が鏡の様な平滑な面に當る時は、光は次の**反射の法則**に従つて反射する。

- (1) 投射光線と反射光線とは、投射点で反射面への垂線の兩側にあ
り、且三直線は同一平面上にある。
- (2) 投射角と反射角とは相等しい。



(圖330) 光の反射

光が紙や木など普通の物體の面のやうに凹凸のある面にあると、不規則に色々な方向に反射する。このやうな反射を**亂反射**といふ。

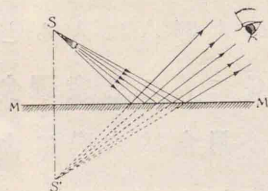


(圖331) 整反射 亂反射

103. 平面鏡

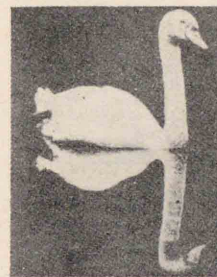
豫習事項 鏡によつて出來た像と實物との關係。

平面鏡の前に光點Sを置くとき、その鏡面による反射光線の方向を逆に延長すると、鏡面に對するSの對稱點S'に集り、反射光線はあたかもS'より發せられた光線の

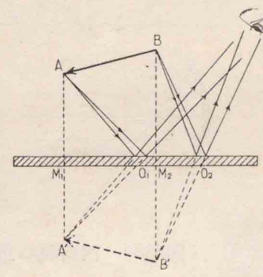


(圖332) 平面鏡による像

やうに進む。吾々がこの反射光線の一部を眼に受けると、光點SがS'にあるやうに見える。S'には實際に光點がないのであるから、これを**虚像**といふ。



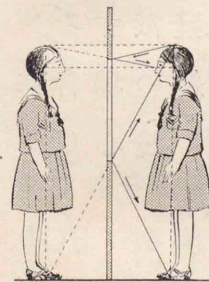
(圖333) 水鏡



(圖334) 平面鏡による像

大いさのある物體の平面鏡による虚像は、鏡に對して對稱の位置にあつて、物體と等大である。

問題1. 自己の全身を映すことの出来る鏡の大きさを圖335より決定せよ。

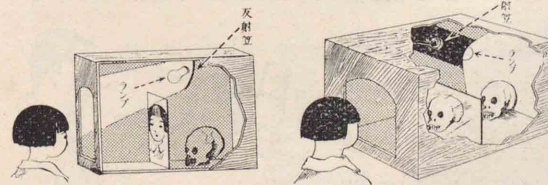


(圖335)

問題2. 硝子戸の外から内をうかがふと、自己の姿が映るが室内より外に向へば見えない。何故か。



(圖337) 百人鏡

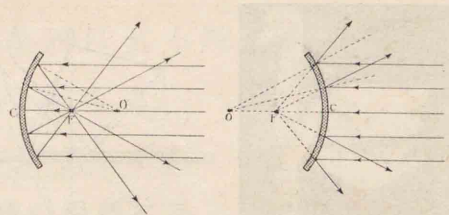


(圖336) 上の問題の原理を應用した娛樂裝置

104. 球面鏡 反射面が球面の一部である鏡

を**球面鏡**といふ。球面鏡には二種類あつて、球面の内面を鏡にしたものを**凹面鏡**、外面を鏡にしたものを**凸面鏡**といふ。鏡の中央即ち鏡心Cと球の中心Oとを結ぶ直線を**鏡軸**といふ。

鏡面があまり廣くないとき、鏡軸に平行な光線がこれに當ると、反射されて、凹面鏡では鏡軸上

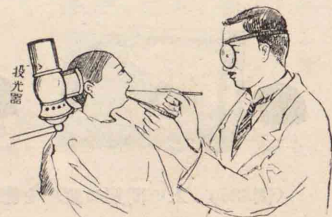


(圖338) 凹面鏡の焦點と凸面鏡の虚焦點

の一點Fに集り、凸面鏡では、その背後の鏡軸上の一點Fから出たかの如き方向に發散する。このFを凹面鏡の**焦點**といひ、凸面鏡の場合には光が集らないから**虚焦點**といふ。鏡心Cと焦點Fとの距離を**焦點距離**といふ。

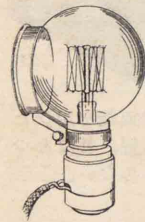
焦點距離は球の半徑の半分に等しい。

反射鏡 凹面鏡の光を集めることを利用したものに、口腔の検査用又は顯微鏡の反射鏡がある。また凹面鏡の焦點に光源を置くと、反射の後鏡軸に平行になるから、その強さが弱まること少く遠方まで達する故、いろいろの反射鏡と

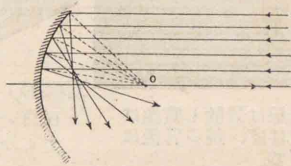


(圖339) 凹面鏡で光を集める

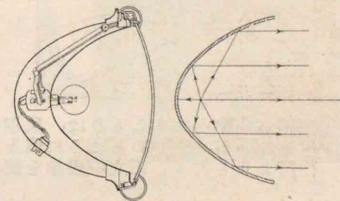
して用ひられる。然し鏡面を廣くすると、平行投射光線は焦點に集らず、随つて焦點に光源を置いても、反射後平行光線にならなくなる。反射面が**迴轉拋物面**で



(圖340) 反射鏡



(圖341圖)



(圖342) 自動車の前燈

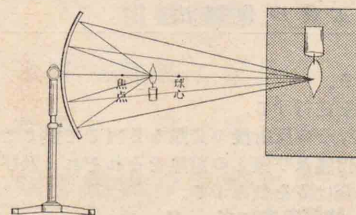
ある凹面鏡であると、この缺點が除かれ、遠方迄強大な光を送る事が出来る。探照燈や、燈臺の照明燈、電車・自動車の前燈等の反射鏡は皆之を用ひる。



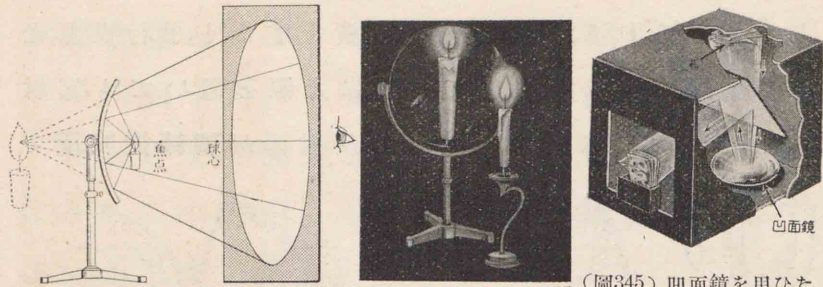
(圖343) 探照燈

105. 球面鏡のつくる像 凹面鏡のつくる像は發光體の位置によつて種々の場合がある。

(圖344) 凹面鏡の作る像



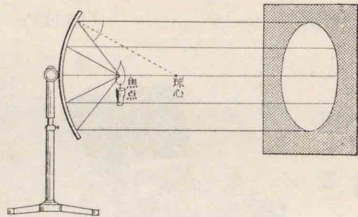
物體が焦點外にあるときは、適當の位置に衛立をおくと倒立の實像が出来る。物體が球心内であれば像は物體より大きく、球心外であれば小さい。



(圖345) 凹面鏡を用いた
物體が焦點内にあるときは、反射光線は発散し實像は出来ませんが、衝立のところに眼を置けば、鏡の背後に物體よりも大きい正立の虚像を認める。

(圖345) 凹面鏡を用いた
面白い装置、札はあつてもつかめない。

凸面鏡
は光を發散するから、これによつて生

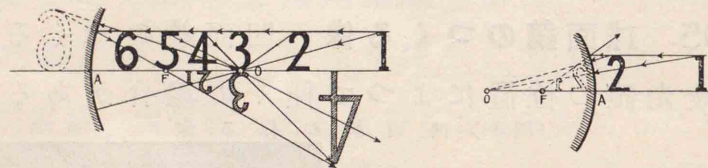


物體が焦點にあるときは反射光は平行光線となつて像は出来ません。



(圖346) ラヂオの真空管(凸面鏡代用)に顔を寫す

ずる物體の像は、常に物體よりも小さい正立の虚像である。



(圖347) 球面鏡の作る像の作圖法

球面鏡のつくる物體の像は、

(1) 鏡軸に平行な光線は、反射後焦點を過ぎる。

(2) 球の中心を過ぎる光線は、反射後同一線を逆行する。

この規則により、各点より出る上の二光線をと、その反射後の交点を見出して畫くことが出来る。凹面鏡の半径を r 、焦點距離を f 、鏡と物體及び像との距離をそれぞれ a 及び b とすれば、その間に次の關係がある。虚像の場合は b を負とする。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f} \dots\dots(26)$$

$$\frac{\text{物體の大きさ}}{\text{像の大きさ}} = \frac{a}{b} \dots\dots(27)$$

問題 1. 圖 348 のやうに伸びたり縮んだりして見える鏡がある。この理由を説明せよ。

問題 2. 凸面鏡の鏡軸に垂直に立つ物體の長さ、その像の長さとの比は鏡と物體及び鏡と像との距離の比に等しいことを證せよ。

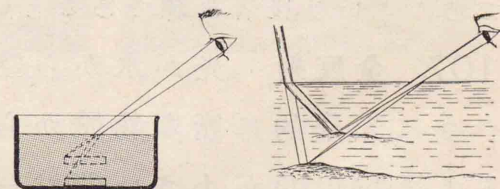


(圖348) 滑稽に寫る鏡

106. 光の屈折

豫習事項 水中にある物體を水上より見れば浮上つて見え、水中へ斜に入れた棒が水面で折れて見える理由。

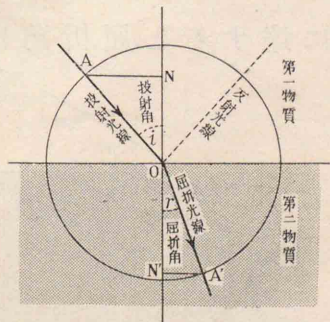
光がある透明體から、他の透明體にはいるときは、その境の面で



(圖349) 水による光の屈折

折れる。これを光の屈折といふ。實驗の結果によると、

- (1) 投射光線と屈折光線とは、投射点で境界面に立てた垂線と同一の平面内にあつて、垂線の兩側にある。



(圖350) 屈折光線

- (2) 投射点 O を中心とし

て描いた任意の圓と、投射光線及び屈折光線との交点A及びA'より、境界面への垂線へ下した垂線ANとA'N'との比は、投射角の大小にかかはらず一定である。

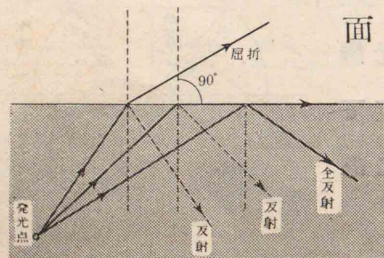
即ち $\frac{AN}{A'N'} = n$

このnを第二物質の第一物質に対する屈折率といふ。普通單に屈折率といふのは、空氣に対する屈折率である。

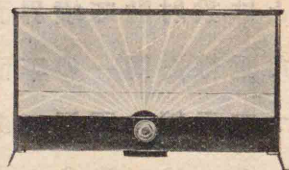
屈折率の大きい物質を、小さい物質に比べたとき、前者を光學的に密であるといひ、後者を疎であるといふ。

屈折率の表	
金剛石	2.4
普通ガラス	1.5
氷	1.31
水	1.33
アルコール	1.36

107. 全反射 光が水から空氣へ進むときのやうに、光學的に密な物體から疎な物體に這入るとき、投射角が小さい間は、一部は境界面で反射し、他は屈折するのであるが、投射角がある値に達すると、屈折角は90°に達し、屈折光線は境界面に沿うて進むやうにな



(圖351) 全反射



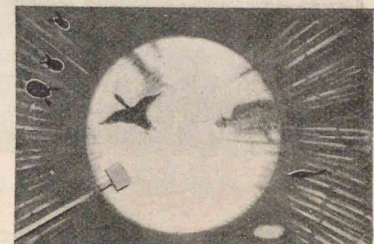
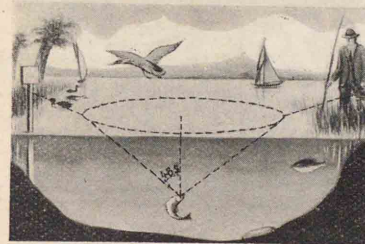
(圖352) 全反射の實驗

る。投射角がこれより大きくなると、投射光線の全部が反射される。これを全反射といひ、屈折角が90°になるときの投射角を臨界角といふ。

光が水から空氣に出るときの臨界角は48.5°であり、硝子から空氣への臨界角は凡そ41.5°である。

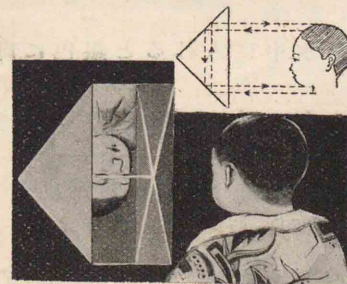


(圖353) 空の試験管が銀色に輝く

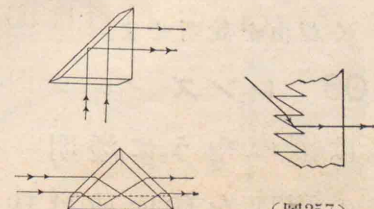


(圖354) 水中の魚の見る世界

直角プリズム 全反射を利用して、光の方向を變へる爲に光學器械によく用ひられる。反射光線は普通の鏡より著しく強大である。



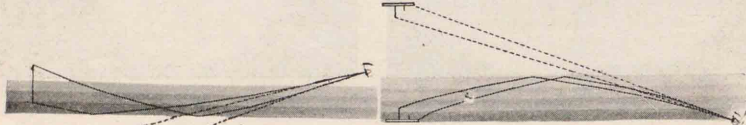
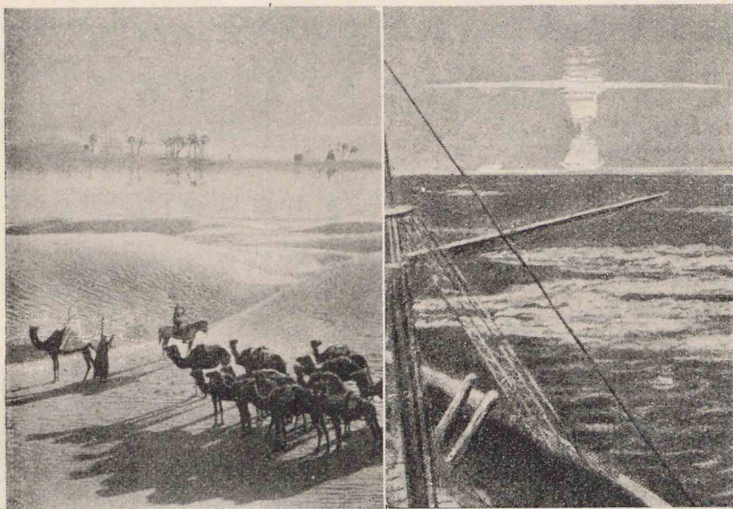
(圖355) 直角プリズムによる像



(圖356) 直角プリズム プリズム窓硝子

層氣樓は大氣の密度が次第に變化して上層から下層にさがるに従つて、密度が大或は小になつてゐる場

合に、光線の屈折と全反射によつて起る現象である。

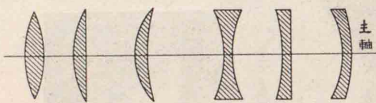


(圖358) 沙漠にあらはれた蜃気楼

(圖359) 海上にあらはれた蜃気楼

問題 圖353のやうに、空の試験管を水中に入れると銀色に輝く理由を説明せよ。

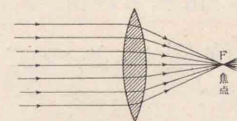
103. レンズ



(圖360) 凸レンズと凹レンズ

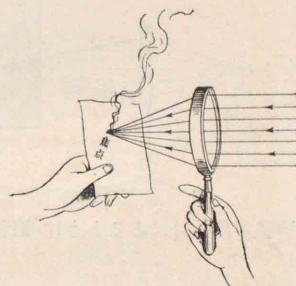
ズは圖のやうに、透明體の兩面を球面、或は球面と平面とにしたもので、中央が縁よりも厚いのを凸レンズといひ、薄いのを凹レンズといふ。兩球面の中心を結ぶ

直線をレンズの軸といふ。軸に平行な光線を凸レンズに当てると、光線は屈折の後、軸上の一 F に集る。



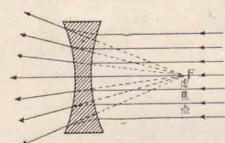
(圖361) 凸レンズの焦點 この點を凸レンズの焦點といひ、レンズと焦點との距離を焦點距離といふ。

凹レンズでは、光線は屈折の後、レンズの前方軸上の一 F から出たかのごとく發散する。この點を凹レンズの虚焦點といふ。虚焦點とレンズとの距離を焦點距離



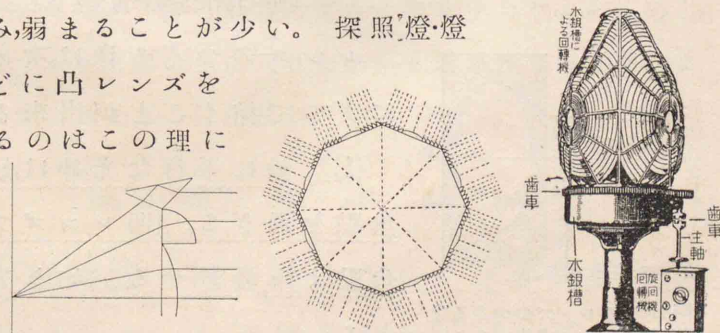
(圖362) 凹レンズの虚焦點

といふことは、凸レンズの場合と同じである。



(圖363) 凹レンズの虚焦點 光はレンズを通過して後、軸に平行

に進み、弱まること少い。探照燈、燈臺などに凸レンズを用ひるのはこの理による。



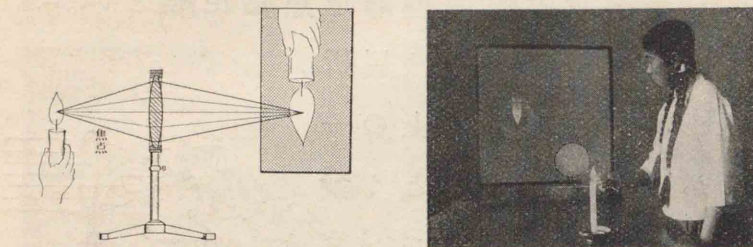
(圖364) 燈臺用レンズ

109. レンズのつくる像

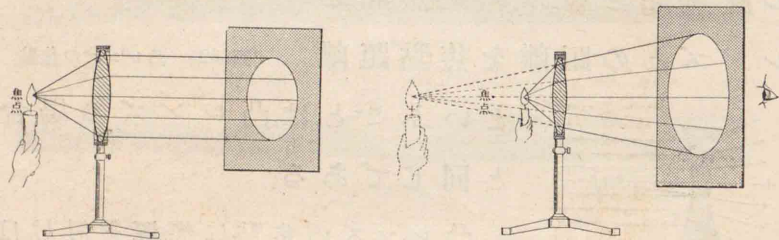
豫習事項 凸レンズによつて發光體の像の出来る理由。

レンズのつくる像は、發光體の位置によつて種々の場合がある。

(圖365) 凸レンズのつくる像

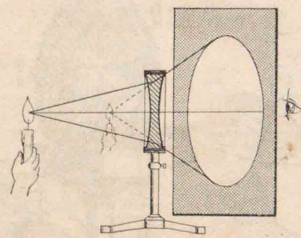


物體が焦點外にあるときは、適當な位置に衝立をおくと、その上に倒立の實像を結ぶ



物體が焦點にあるときは、屈折光線は平行になつて像は出来ない

物體が焦點内にあるときは、屈折光線は發散して實像は出来ないが、衝立のところにおいて發散光を受けると、物體の側に正立の虚像を認める

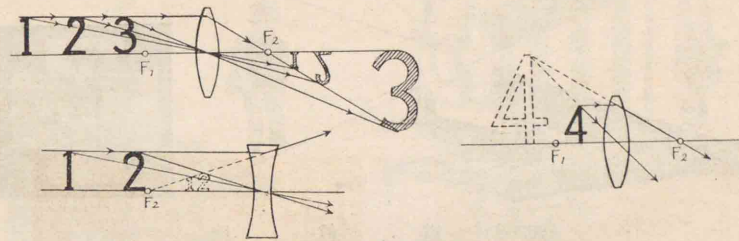


(圖366) 凹レンズのつくる像は常に正立の虚像である

レンズのつくる像は、次の規則によつて描くことが出来る。

- (1) 軸に平行な光線は、屈折後焦點を過ぎる。(凹レンズでは、虚焦點より發散せるが如き方向をとる)

- (2) レンズの中心を過ぎる光線はその方向を變へない。



(圖367) レンズの作る像の作圖法

物體とレンズとの距離を a 、レンズと像との距離を b 、焦點距離を f とすれば、次の関係がある。

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (28) \text{凸レンズ}$$

但し虚像の時は b を負とする。

$$-\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (29) \text{凹レンズ}$$

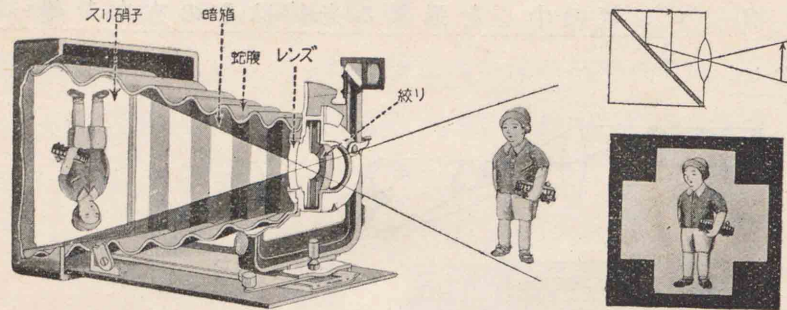
また

$$\frac{\text{物體の長さ}}{\text{像の長さ}} = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (30) \text{凸凹兩方}$$

問題1. 焦點距離50厘のレンズの左側25厘の處に、軸に直角に置いた長さ5厘の物體の、像の位置及び大きさを求めよ。

問題2. ガラス器の中に入れた金魚を横から見ると、實物より大きく見えるのは何故か。

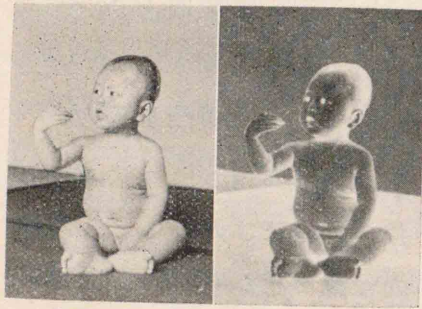
110. 寫眞機 寫眞機は凸レンズが物體の實像を生ずることを利用したもので、伸縮自在な



(圖368) 寫 眞 機

蛇腹を有する暗箱の前面にレンズ、後面に艶消硝子を具へたものである。

撮影には先づ蛇腹を伸縮して、鮮明な倒像を艶消硝子上に生じさせ、次に艶消硝子を除いて、乾板又はフィルムを置き、露出・感光させる。この乾板を適当な薬品



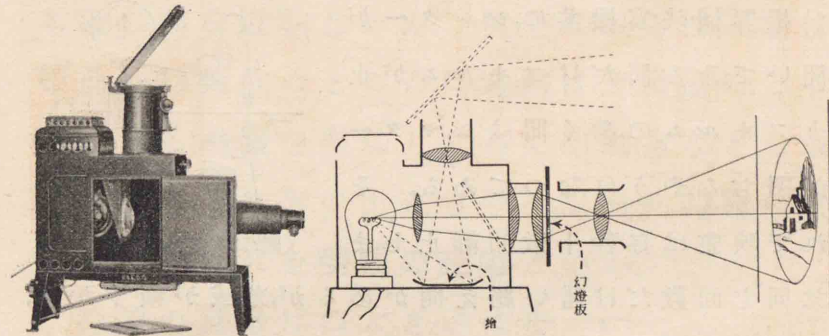
(圖369) 陽畫(左)と陰畫(右)

で現像・定着すると、實物と明暗の反対な陰畫が出来る。この下に感光紙を置き光にさらすと、普通の寫眞即ち陽畫が得られる。

寫眞の應用は甚だ廣く、學術研究上にも極めて重要な役目をしてゐる。

111. 映寫機 幻燈機械は、反射鏡及び凸レンズで強い光源よりの光を集めて、透明な畫を照

し、凸レンズによつて擴大して、その實像を映寫

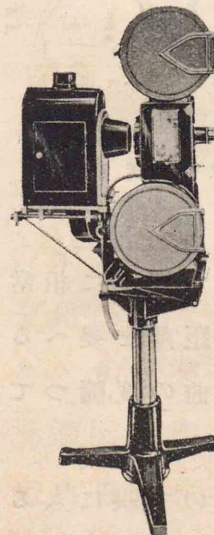


(圖370) 幻燈機械

(圖371) 幻燈機械の原理

幕上に映す機械である。

實物幻燈(又は反射幻燈)は實物又は繪葉書などを強い光線で照し、凸レンズで擴大してその實像を映す装置である。通常幻燈と反射幻燈との二つを組合せたものが多い。



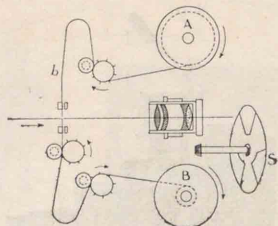
(圖372) 活動寫眞機

活動寫眞 マッチの燃えさしを急に振廻すと、連続した火の輪が見える。之は刺戟が去つても、約 $\frac{1}{10}$ 秒間は光の感覺が消えないからである。活動寫眞はこれを應用した幻燈であつて、これに用ひるフィルムは、動いてゐる物體を短時間を隔てて、毎秒十數回の割合で連続撮影したものである。

映寫機は特殊の幻燈で、フィルムを

撮影した時と同じ順序同じ速さで映寫するのである。

撮影機・映寫機共に、シャッターが開いてゐる間だけフィルムが止り、フィルムの動く間はシャッターが閉ぢるやうになつてゐる。それで映畫は毎秒十數回靜止し、ま

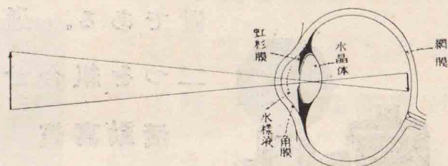


(圖273) 活動寫眞機の原理

た同じ回数だけ暗い絶え間があるが、光感が續くから、觀る人は畫が切れたことは感じないで、活動してゐるやうに見るのである。

112. 眼 眼の構造は寫眞機とよく似てゐる。瞳孔から入つた光は、レンズの役目をする水晶體によつて屈折し、

艶消硝子に相當する網膜の上に倒立の實像を結び、そこに分布せる神經を刺戟するのである。



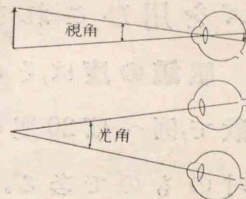
(圖374) 眼球の構造

眼の調節作用 眼は寫眞機械と違つて、蛇腹に相當するものが無いから、水晶體と網膜との距離を變へる事が出来ないが、そのかはり水晶體の彎曲の度、随つて焦點距離を調節し網膜の像を鮮明にする。

虹彩は寫眞機のシボリに相當するもので、眼に入る光の量を調節する。

調節作用のきく範圍で最も遠い點を**遠點**、最も近い點を**近點**といふ。健全な眼では、近點は眼前約14糎位のところに、遠點は無窮遠のところにあるが、眼を樂にしてゐて印刷物などを最も明瞭に見る事の出来るのは、眼前約**25糎**の所である。これを**明視の距離**といふ。

物體の見掛けの大きさは物體が眼に作る**視角**の大小によるものである。また物體の遠近を識別するのは、物體の一點と兩眼とを結ぶ角の大きさによる。この角を**光角**といふ。

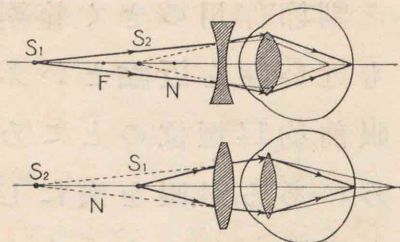


(圖375) 視角と光角

113. 眼鏡 近眼では眼底が深過ぎるか、または水晶體の彎曲が甚だしい爲に、遠點より遠い所の物を視ると、調節をしてもその像が網膜の前方に出來て不鮮明になる。故に凹レンズを用ひて、その像を網膜の上に作り、これを見ることが出来るやうにする。

遠眼は眼底が淺過ぎるか、又は水晶體が扁平である爲に、近點が健眼のそれよりも遠く、調節をしても近點内の物體の像が網膜の後方に出

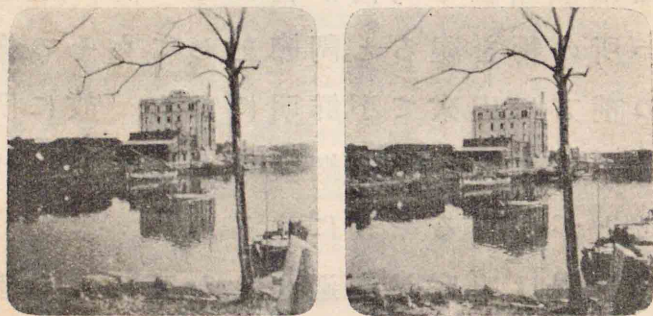
来て不鮮明になる。また老眼は老年の爲に、水晶體の調節作用が衰弱して、遠眼と同じやうになつたものである。故に遠眼・老眼共に凸レンズを用ひこれを補ふやうにする。



(圖376) 近眼(上)と遠眼(下)
Fは遠點，Nは近點

眼鏡の度は、そのレンズの焦點距離を吋で表はした數で、例へば20度の眼鏡といふのは、その焦點距離が20吋のものである。しかし近頃は焦點距離をメートルで測つた數の逆數であらはず**チオプトリー**が用ひられるやうになつて來た。

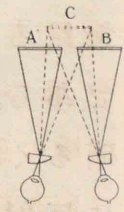
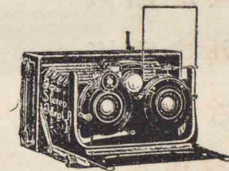
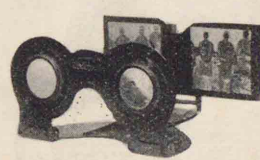
114. 實體鏡 兩眼が離れてゐる爲に、同じ物體を見ても、左眼で見た時の像と、右眼で見た時の像とは少しく異つてゐる。その差異は物體が近い程甚だしい。



(圖377) 實體寫眞

左右の寫眞の間に厚紙のやうなもので仕切を立て、顔の正面20程程の所に置いて見つめると見事に浮上つて見える。

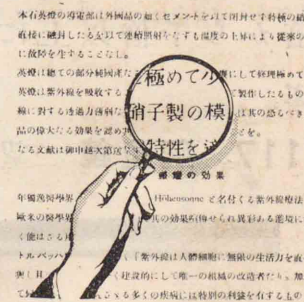
吾々が物體の遠近を判別し、立體的に見得るのはこの爲である。實體鏡はこの理によるもので、左右の眼で見たと同様に畫いた繪や寫眞を、それぞれ眼の前に置き、各、の眼で別々に見つめると、二つが合して立體的に浮上つて見えて來る。凸レンズを通してその虚像を見ると一層効果がある。



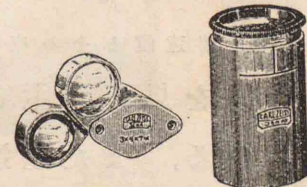
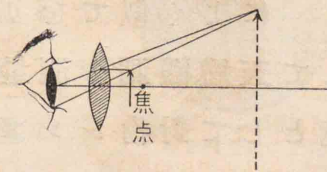
(圖379) 實體鏡の原理

(圖378) 實體鏡と實體寫眞機

115. 蟲眼鏡 蟲眼鏡は焦點距離の短い凸レンズであつて、物體を焦點内に置き、擴大された正立の虚像を、眼から明視の距離に生じさせる。物體と像との長さの比を**蟲眼鏡の倍率**といふ。

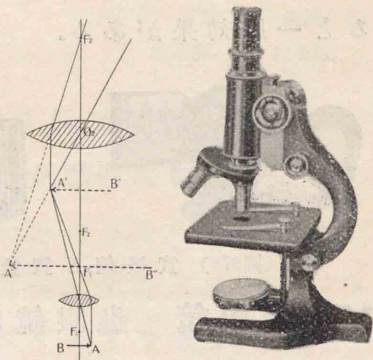


(圖380) 蟲眼鏡による擴大



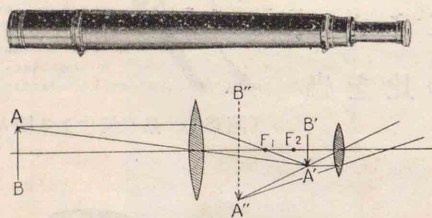
(圖381) 蟲眼鏡の原理と蟲眼鏡

116. 顕微鏡 對物レンズと名附ける焦點距離の短い凸レンズの焦點の少し外に物體を置き、これによつて出來た倒立の擴大された實像を、對眼レンズと名附ける焦點距離の長い蟲眼鏡で、更に擴大した虚像を見る装置が顕微鏡である。なほ視野を明るくする爲に、下方に反射鏡を具へる。顕微鏡の倍率は數百倍から千倍以上に及ぶ。



(圖382) 顕微鏡とその原理

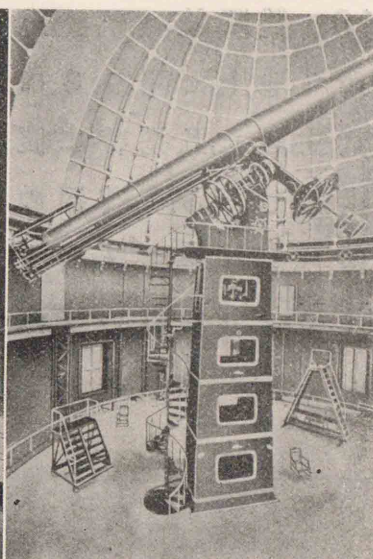
117. 望遠鏡 望遠鏡は焦點距離の長い對物レンズと、焦點距離の短い對眼レンズとを備へたもので、その原理は顕微鏡によく似てをり、倒立の虚像を見る。主として天體觀測や測量などに用ひる。また望遠鏡として對物レンズのかはりに、凹面鏡を使用することも出来る。こ



(圖383) 望遠鏡とその原理

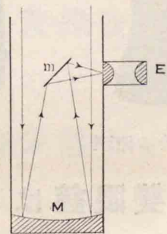


(圖384) 米國ウイソン山にある100吋(254種)反射望遠鏡

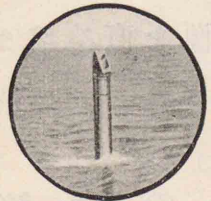


(圖385) 米國ヤークス天文臺にある40吋(100種)屈折望遠鏡

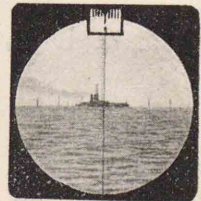
れを**反射望遠鏡**といふ。潜水艦用の**潜望鏡**は、直角プリズムによる全反射を二回利用して、海上の物體の直立像が見えるやうにした一種の望遠鏡である。



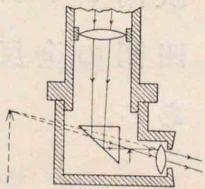
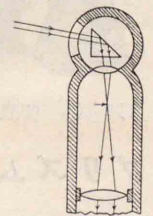
(圖386) 反射望遠鏡



(圖387) 海面に出てゐる潜望鏡の上端

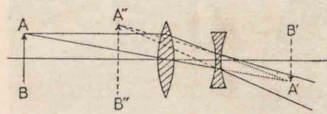


(圖388) 潜望鏡に映じた軍艦の像



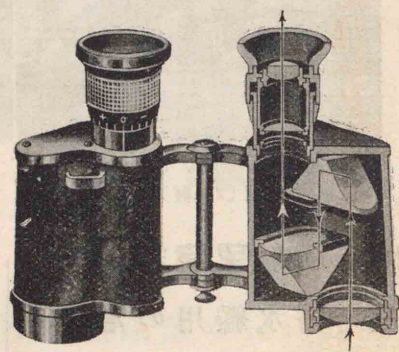
(圖389) 潜望鏡

118. 雙眼鏡 望遠鏡では像が倒立して見えるから、地上で用ひるには不便である。この像を直立させ、且携帯に便利なやうにしたものが**雙眼鏡**である。普通の雙眼鏡では、對眼レンズに凹レンズを用ひ、對物レンズによる實像を結ぶ前にこれを置いて、直立の虚像を得るのである。



(圖390) 雙眼鏡とその原理

プリズム入雙眼鏡は普通の望遠鏡の對物・對眼兩レンズの間に、二個の直角プリズムを入れ、四回の全反射をなして、像を直立させたものである。

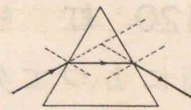


(圖391) プリズム入雙眼鏡

第五章 光の分散

119. 光の分散 透明體の側面が相交はる二

平面であるものを**プリズム**といふ。普通、ガラスで造られた三角柱の形をしてゐる。圖392のやうに、光がプリズムに投射すると、その厚い方に振れて空氣中へ出る。



(圖392)

プリズムの断面

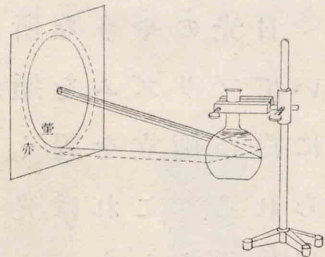
日光のやうな所謂白光を、細隙から暗室へ導いてプリズムを通過させ、その屈折光線の通路に白い衝立を置くと、その上に美しい色帯が見られる。これは、光がその色によつて屈折率を異にするからである。色帯は連続的な無数の色からなつてゐるが、これを大別すると、屈折率の小さいものから、赤・橙・黄・緑・青・藍・堇の順序に配列した七色となる。このやうに、光が多くの色光に分れる現象を**光の分散**といひ、分散して出來た色帯を**スペクトル**といふ。

二種の色光を混ぜて白光となる時は、二つの色光は互に**餘色**であるといふ。赤と青・緑・黄と青・緑・黄と堇とは互に餘色である。ヤング及びヘルムホルツの説によると、赤・緑・青の三色光を種々の割合に混ぜると、殆ど總ての色光が得られる。故にこの三色を**光の三原色**といふ。

120. 虹 虹は日光が大氣中に浮ぶ無数の水滴によつて分散されて生ずる現象である。

日光が水滴に當ると、その一部が屈折分散して水滴内に入り、反射の後更に屈折分散して空氣中に出で、赤色光は投射光線と42°、靑色光は40°の角をなす。それで

太陽を背にしてこれを見たとき、太陽と眼とを連ねた直線と42°の角をなす方向にある水滴は何れも赤く見え、40°の角をなす方向にある水滴は何れも靑色に見える。この間に約2°の幅のスペクトル即ち虹が見えるのである。



(圖393) 水球による光の分散

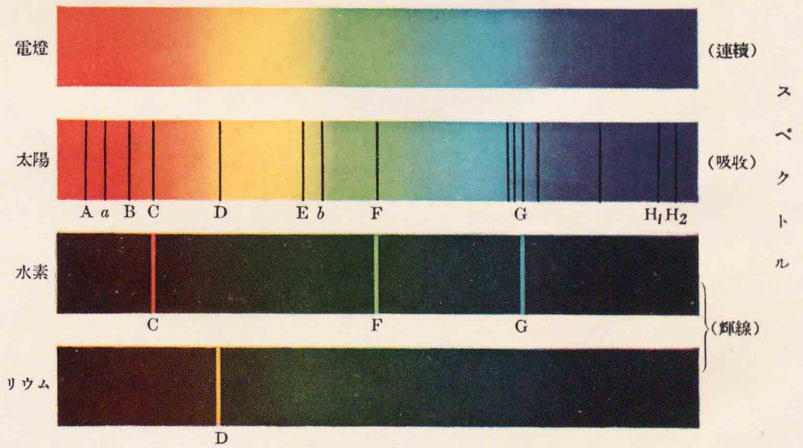
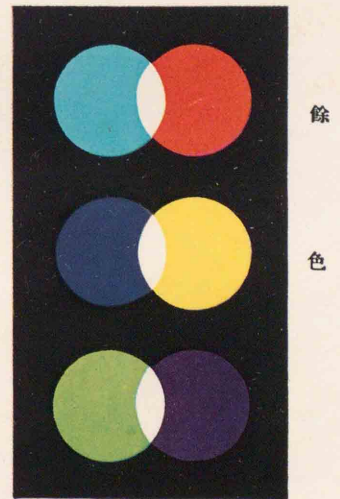
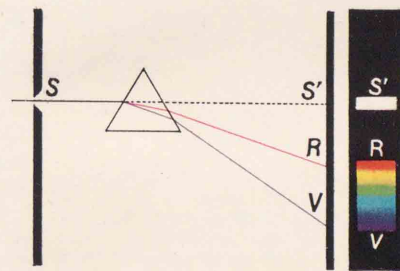
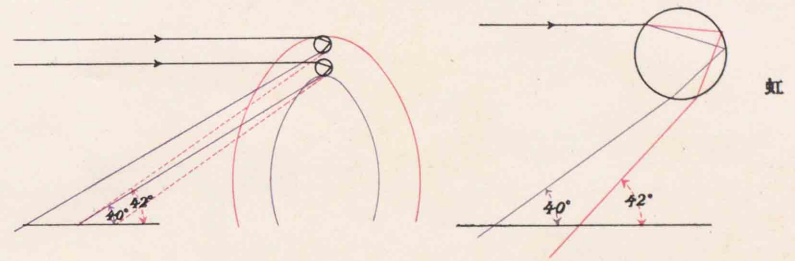
吾々が地上で見る虹は、土地で遮られる爲に圓弧の一部であるが、飛行機などに乗つて上空より眺めると、完全な圓形の虹を見ることが出来る。



(圖394) 飛行機の上から見た雲上の虹

問題1. 露が彩られて見えるのは何故か。

問題2. 地上で見る虹の形は、時刻によつて異なるか。



121. 物体の色

豫習事項 物の色はどうして現はれるか、白は？黒は？

物体の色はこれを照す光の色と、照す光に対するその物体特有の吸収、反射及び透過によつてきまる。

不透明體の色は、これを照す光のうち特殊な色だけを吸収して他を反射するによるもので、例へば緑の葉は、白光中主として緑色だけを反射して、他を悉く吸収するから緑に見えるのである。白いものはすべての色光を反射し、黒いものはすべての色光を吸収する。

照す光が日光と種類の違ふ色光である時は、違つた色に見える。例へば黄色の光で照すと、黄色の物体も白色の物体も共に黄色見え、他の色の物体は黒く見える。

透明體の色は、これを通過する光によるもので、例へば赤硝子は主として赤色だけを通過させ、他の色光を吸収するので赤く見える。

問題 黒い紙に赤インキで書いた文字は殆ど讀まれないが朱で書けばよく讀まれる。何故か。

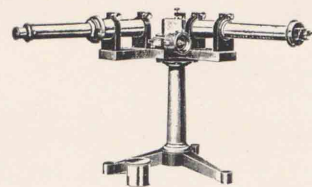
電燈の光は日光に較べると、黄・藍の部が少く、黄・橙の部に富んでゐるから、同一の色彩でも電燈で見ると、日光で見るとは餘程感じが違ふ。故に夜間布地などを選択するには、この點を注意しなければならぬ。(口繪参照)

圖のやうな分光器で檢すると、スペクトルはその光源の種類によつて異なる。

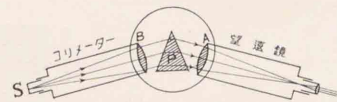
連続スペクトル 電燈のやうに白熱した固体、又は熔融した金属の發する光のスペクトルで、赤から堇まで連続してゐる。

吸収スペクトル 連続スペクトルの一部を缺いたもので太陽のスペクトルも**フラウンホーヘル線**といふ多数の黒線が認められるから、一種の吸収スペクトルである。フラウンホーヘル線の著しいものには、A、B、C等の名がついて居り、これは太陽の實質から出る光が、周囲の比較的低温度の氣體を通過する際に吸収作用を受けて生じたものである。

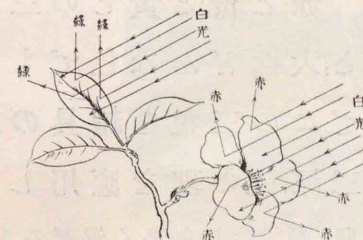
輝線スペクトル 氣體の發する光のスペクトルで、一般に多数の輝いた線から成り、この輝線の數及び位置は各元素によつて一定してゐる。それで逆に光源から發する光のスペクトルを、各元素のスペクトルに比較して、光源にある元素が何であるかを知ることが出来る。これを**スペクトル分析**といふ。



分光器



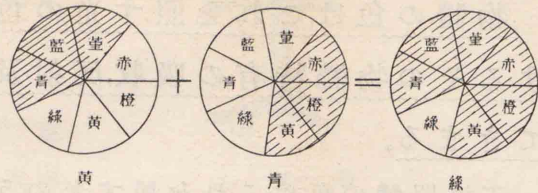
分光器の原理



(圖395) 物体の色

122. 繪具の混合 黄色の繪具と青色の繪具とを混ぜると、緑色の繪具が出来る。これは黄色の繪具は、白

光中、主に青・藍・莖の色光を吸収して他を反射し、青色の繪



(圖396) 繪具の混合の原理

具は赤・橙・黄の色光を吸収して他を反射するから、兩者を混ぜると共通に反射されるのは緑色だけになつて、他は全部吸収されるためである。

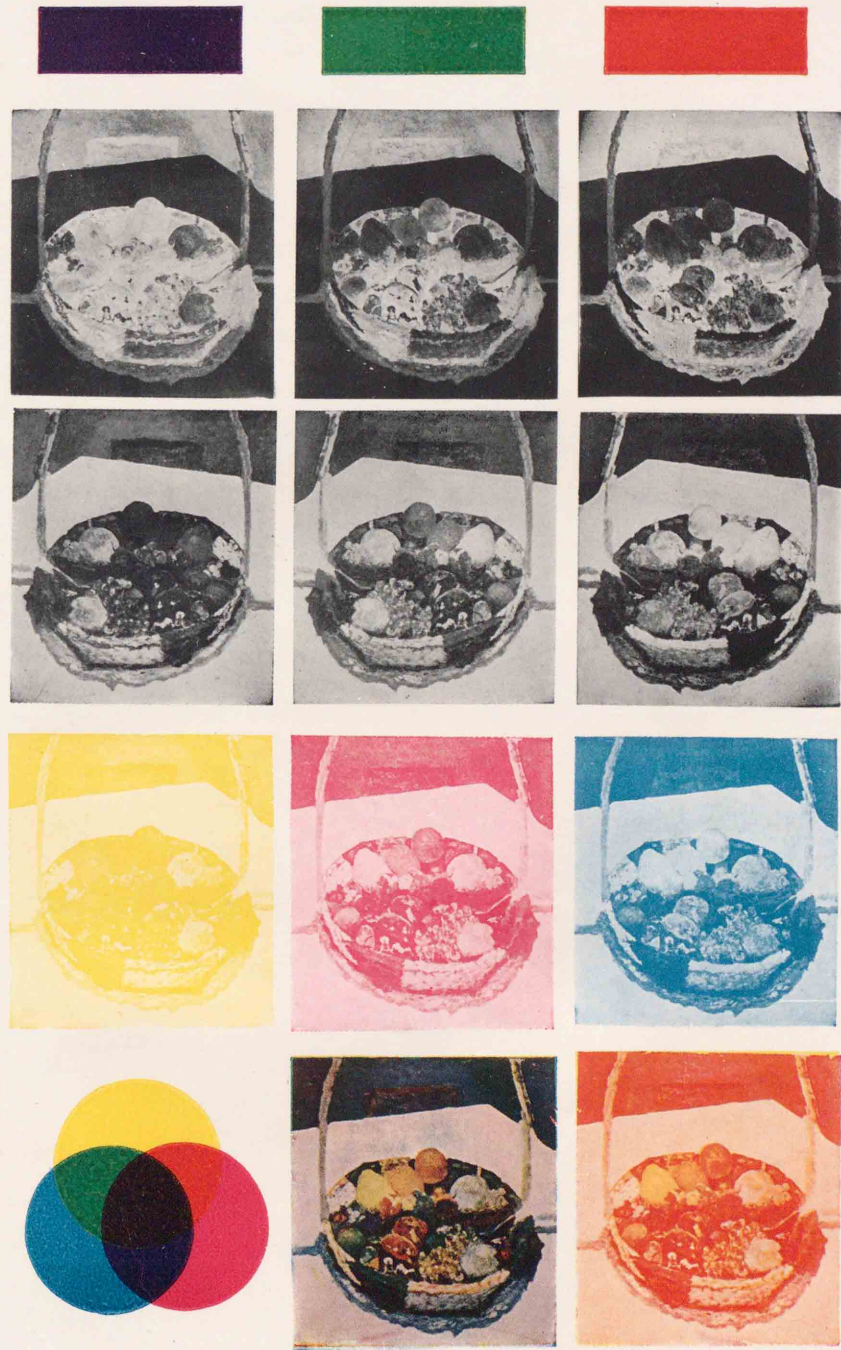
赤と青と黄との三色の繪具を適當に混ぜると、大抵どんな色でも出すことが出来る。それでこの三色を繪具の三原色といふ。三色版は三原色の理を應用して印刷したものである。

問題 繪具を多く混ぜると黒色に近づくのは何故か。

第六章 照 明

123. 照 度 光が或物體を照すとき、その單位面積が單位時間に受ける光の量を、その面の照度といふ。

一つの發光點より發する光は、遠く進むにつ

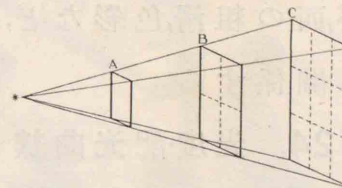


三色版の製り方

明るく照した原畫を、それぞれ青堇・緑・赤色の三枚の濾光板(フィルター)を透して撮影して、三枚の陰畫を作る。この三枚の陰畫をもとにして、青堇色の濾光板を用いたものより黄色版を、緑色の濾光板を用いたものより赤色版を、赤色の濾光板を用いたものより青色版を製するのである。何れも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。

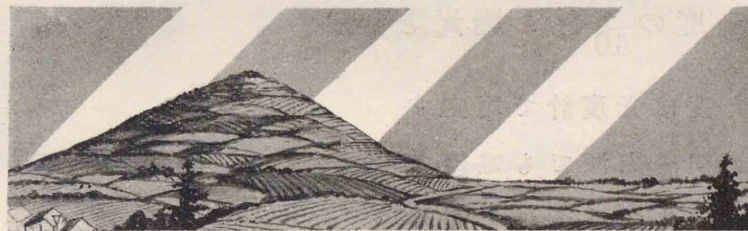
黄色インキは最も不透明であるから、黄色版で始めに印刷し、その上に赤色版、最後に青色版で印刷する。

れて擴がる。この面積は光源からの距離の自乗に比例するから、照度は光源からの距離の自乗に逆比例する。また



(圖397) 照度は光源からの距離の自乗に逆比例する

光を受ける面が、光線に対して傾く時は、その傾

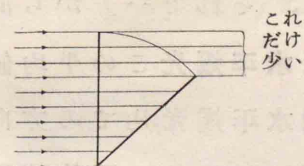


(圖398) 南に面した傾斜面は平地よりも暖かい

各物質の反射率

整反射	
銀	92%
鏡面(硝子)	85
亂反射	
白色エナメル	70
白ペンキ	60
濃鼠ペンキ	20—30
黒ペンキ	10
漆喰壁(白)	60
砂壁(焦茶)	6
同上(黒)	3
油 煙	0.5—3

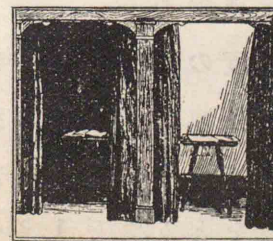
きが多い程、照度は小さくなる。



これだけ少い

(圖399) 傾いた面の照度

一つの面の明るさは、照度の大きい程明るい

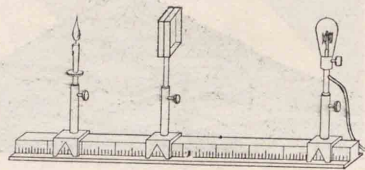


(圖400) 壁の色によつて明るさが違ふ

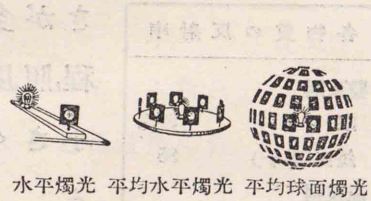
が、面の粗滑、色彩など、その面の性質と大きさとに關係する。

124. 光度・配光曲線 光源の光の強さをその光度といふ。これは標準として定めた光源に比較して定めることが出来る。我が國では光度の單位に國際燭光を用ひ、標準ペンテーン燈の光度の $\frac{1}{10}$ を1燭光といふ。

光度は光度計で測定するが、同一光源でも電燈のやうなものは、これを測る方向によつてその値が異なる。それで一方から測つた水平燭光、この平均値の平均水平燭光、凡ての方向の光度の平均値の平均球面燭光の三種がある。



(圖401) ジョリーの光度計



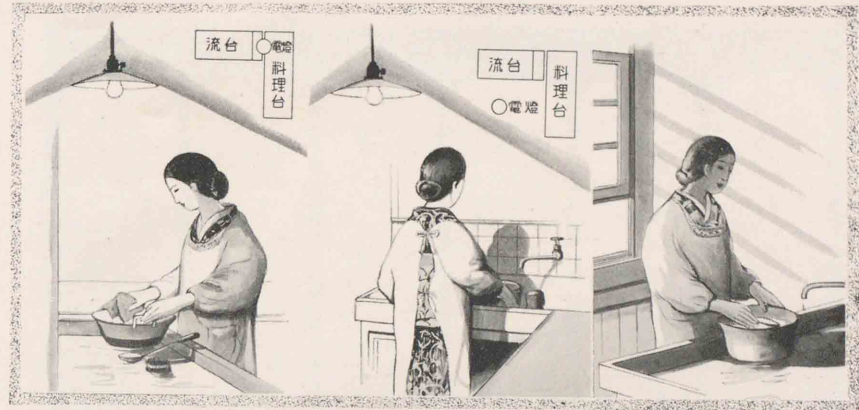
水平燭光 平均水平燭光 平均球面燭光

(圖402)

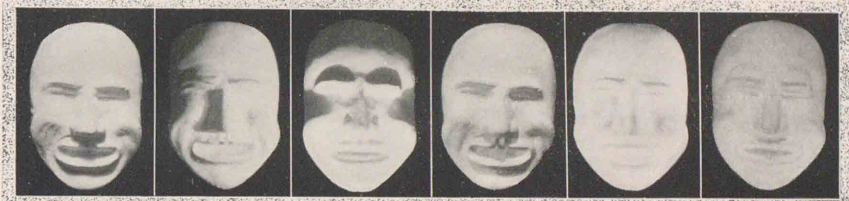
照度の單位としては1燭光の光源より1米の距離にあつて光線に直角な表面の照度をと、之を1メートル燭光といふ。

必要な照度		メートル燭光
玄關		5—10
居間、臺所など		30—60
書齋(机上)		50—120

〔採光法〕



良 不良 不良



上 右 下 上左右 下左右 上下左右

○電燈

〔光源の位置による照明の變化〕

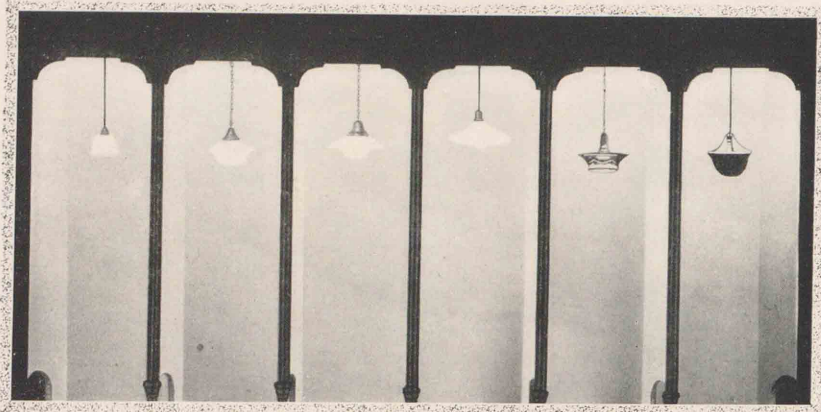


電燈が鏡の上にある場合(不良)

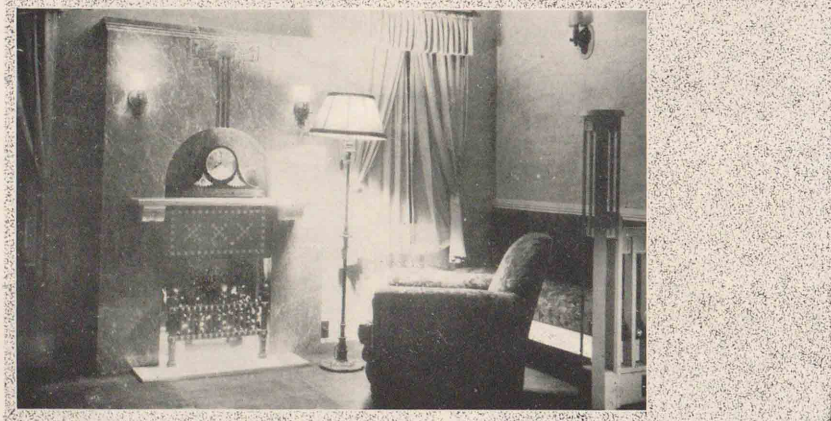
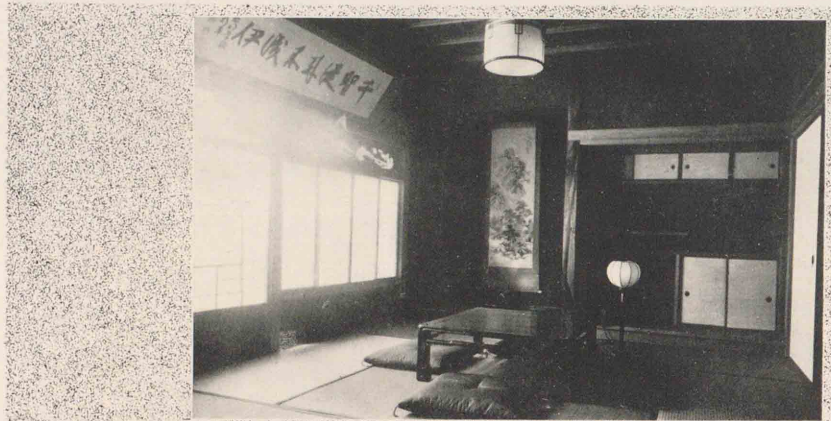


電燈が鏡の左右にある場合(良)

各種の照明

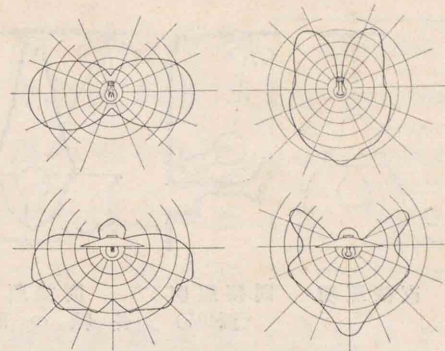


直接(硝子笠) 直接(外球) 直接(外球) 半間接(密閉式) 半間接間接

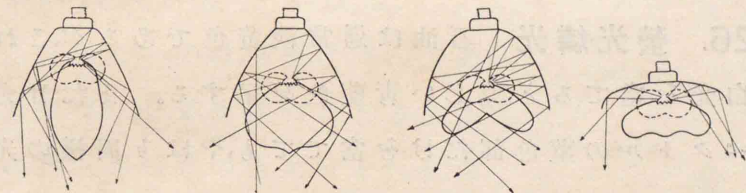


(中) 晝間の気分を出す障子越しの照明
(下) 清楚なる洋風居間の照明 (マツダ照明學校)

光源の各方面に對する光度配布の有様を配光といひ、或平面上に於ける配光をあらはした曲線を配光曲線といふ。



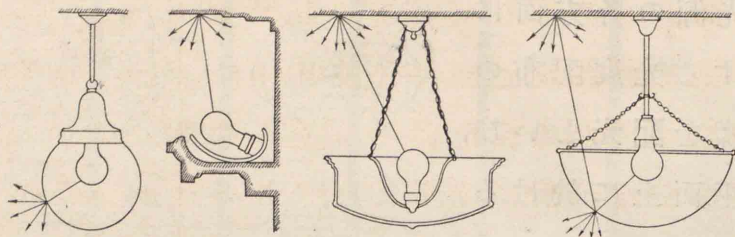
タングステン電球 (圖403) 配光曲線
ガス入電球



(圖404) 反 射 笠 の 配 光

125. 照 明 電燈などによる室内照明の方法には、光源からの光を直接用ひる**直接照明**と、適當の方法によつて光源からの光を一旦壁・天井などに投射し、それからの亂反射による**間接照明**と、二つを組合せた**半間接照明**とがある。

直接照明は光力を損すること少く、最も普通に用ひられて居る。間接照明は眼に對する刺戟少く、影も柔く、溫和な晝の室内と同様な感じを與へるが、經費は大である。



直接照明 間接照明 間接照明 半間接照明
各種の照明法 (圖405)

第七章 輻射

126. 螢光燐光 石油は通常淡黄色であるが、これに白光を当てると、美しい青藍色を呈する。また日光スペクトルの堇色部だけを当てても、やはり同様の光を出す。このやうに或光を当てると、その間これと異つた光を出すとき、これを螢光といふ。シアン化白金バリウムやウラニウム硝子や、フルオレシンの溶液などは著しく螢光を放つ。

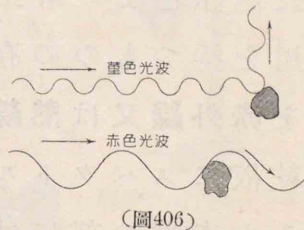
またバリウム・カルシウムなどの硫化物を白光に当てた後、暗室内に入れると、暫くの間各、その特有の美しい光を發する。このやうに或光を当てた後、他の種の光を發する現象を燐光といふ。

127. 光の本質 光の本質については、ニュートンの放射説があるが、ホイゲンスの唱へた波動説が有力である。これに従へば、光は宇宙間

に瀰漫してゐるエーテルと稱する媒質の横波であり、音波が耳に達して音の感覺を與へるやうに、この光波が眼に達すれば、光の感覺を生ずる。それで光の色は音の調子に相當し、光波の振動數或は波長によつて定まり、赤から堇の方へスペクトルの順に次第に波長が小さくなる。

標準色の波長	
赤	0.000063 μ
橙	0.000061
黄	0.000058
綠	0.000052
青	0.000047
堇	0.000042

空の青いのは、空中に浮んでゐる塵埃に日光が當つたとき、波長の長い赤・橙等の色光はそれを乗り越えて來るが、波長の短かい青・紫等の色光は塵埃のために散亂せられるからである。



(圖406)

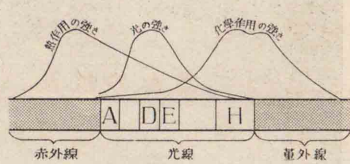


(圖407) 空高く昇ると空は暗黒になり、太陽と月とを同時に見る事が出來、諸の星が輝いてゐる。下には明るい青空を透して地球の山河を望む。

128. 輻射線 太陽スペクトル各部の作用は

一様でない。眼に最も強い光の感ぜるものは黄色部で、赤色部及び堇色部の兩方に至るに随つて、次第に弱くなる。次に鋭敏な溫度計によつて、スペクトル各部の熱作用を検すると、堇色部より赤色部に至るに随つて次第にその強さを増し、なほ赤色部を越えても、稍、遠い所迄この作用が認められる。故に赤色以外に、波長が赤色よりも長くて、眼には見えないが、熱作用を持つものの存在することがわかる。これを**赤外線**又は**熱線**といふ。また普通の寫眞の乾板にスペクトルを受け、その化學作用を検すると、赤・橙の部には殆どなく、青・堇の部が最も鋭敏であり、なほ堇以外の部にもこの作用を認め

る。これにより堇以外にも、波長がこれより短くて化學作用を持つものゝあることが知られ



(圖403) 輻射線の作用

る。これを**堇外線**又は**化學線**といふ。赤外線と堇外線とに對し、光線を**可視光線**といふことがある。赤外線及び堇外線は、その波長が可視光線の範圍外にある爲に、吾々の眼には感じな

いが、直進・反射・屈折などにして光線と全く同一の法則に従ひ、その本性は光と同一である。故に赤外線・堇外線及び可視光線を合せて**輻射線**といふ。

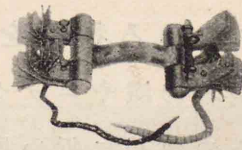
赤外線は普通の乾板には感じないが、特別の乾板を用ひ、他の輻射線を遮斷して、赤外線のみによつて寫眞を撮ると、霧や雲を通して明瞭に遠方の寫眞を撮ることが出来るので、航空寫眞などに應用する。

赤外線はまた生理作用を有するので醫療に用ひられる。



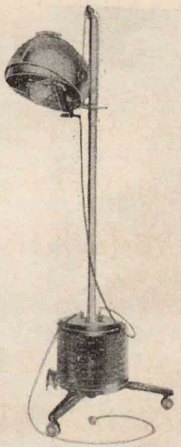
(圖409) 赤外線ランプ

堇外線は化學作用の外に螢光及び生理作用を有する。堇外線を當てるとその物



(圖410) 人工太陽燈の發光管

質によつて螢光の色及び強さが異なるので、これを應用して寶玉類の眞偽の判別、天然絹絲と人造絹絲の區別、有價證券の改竄、贋造の發見等を行うことが出来る。日光浴や日光消毒は、主として日光中の堇外線の生理作用を利用するもので、強い堇外線を生ずる人工太陽燈は、醫療や殺菌などに盛に用ひられるやうになつた。



(圖411) 人工太陽燈

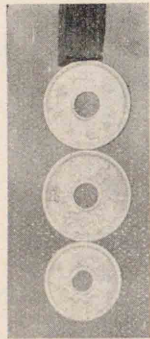


第一章 磁 氣

129. 磁石

豫習事項 磁石の極とは何か。

天然に産する磁鐵礦は、自然に鐵やニッケル片を引く性質がある。このやうに鐵やニッケルを引くのは、**磁氣**を有する爲であると考へ、凡て磁氣を持つてゐる物體を**磁石**といふ。

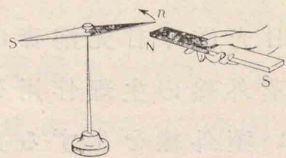


(圖412) 磁石に引きつけられたニッケル貨

磁石の鐵やニッケルを引きつける作用は、その兩端に近い所が最も強く、中央部には殆どその作用がない。この磁氣作用の最も強い所を**磁極**といふ。磁針は常に略、南北の方向を指して靜止する。その北へ向く極を**北極(N極)**といひ、南へ向く極を**南極(S極)**といふ。

130. 磁力 磁針

と棒磁石とて檢してみると、同名の極は相斥け、異名の極



(圖413) 磁石の實驗

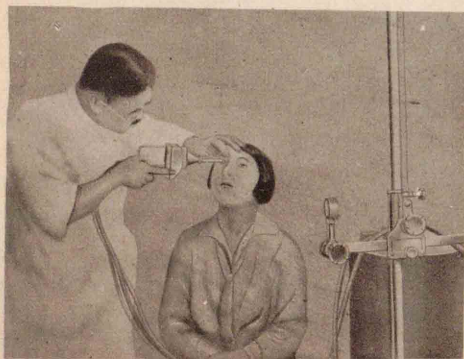
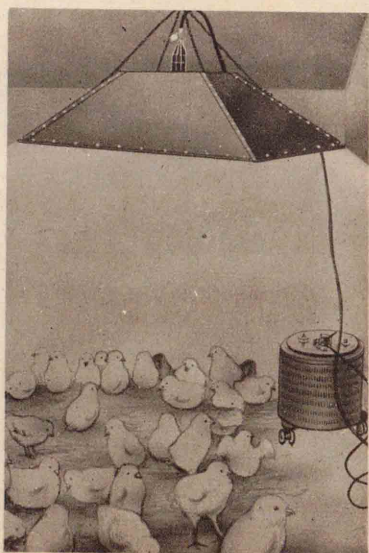
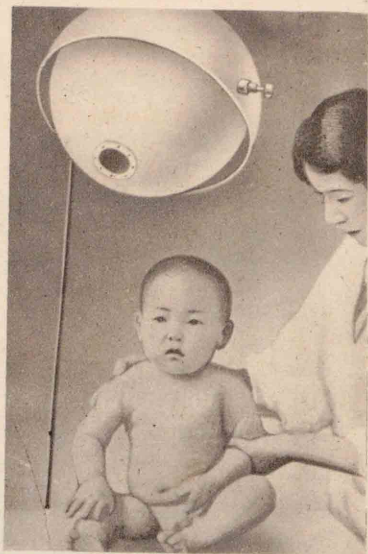
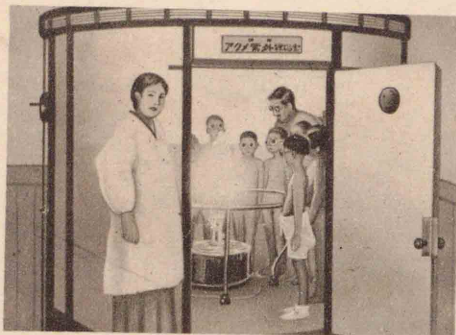
赤外線 の 應 用



普通寫眞



赤外線寫眞

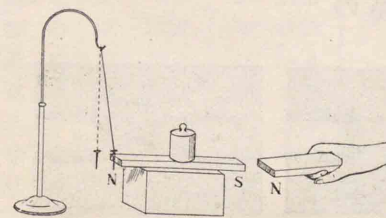


は相引くことがわかる。また一つの磁石の兩極は強さが相等しい。この磁極相互間の斥力及び引力を**磁力**といふ。

クーロンは實驗の結果次の法則を發見した。二つの磁極間の磁力は、兩極の強さの相乗積に比例し、距離の自乗に反比例する。

これを**クーロンの法則**といふ。

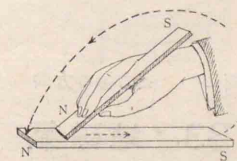
131. 磁氣の感應 磁石の一極に鐵片を近づけると、極に近い鐵片の端に異名の極を生じ、遠



(圖414) 磁氣感應の實驗

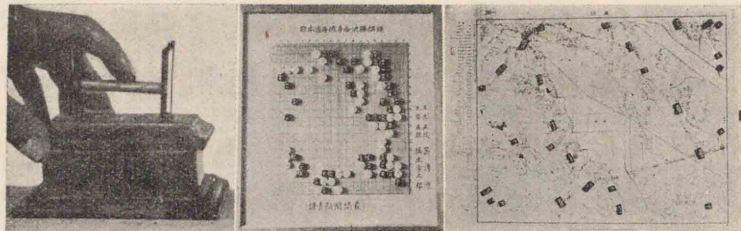
い他の端に同名の極を生じて、鐵片は一つの磁石となる。これを**磁氣の感應**といふ。

軟鐵は感應により、一時磁氣を得るが、磁石を遠ざけると、直にその磁氣を失ふ。しかし鋼鐵は容易に磁氣を失はない。それで前者を**一時磁石**といひ、後者を**永久磁石**といふ。人工磁石はこのことを利用して、總て鋼鐵を用ひて作られ、各方面に利用されてゐる。



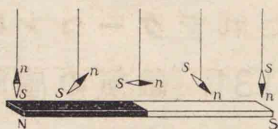
(圖415) 磁石の作り方

本多博士等の發明にかゝるKS鋼は人工磁石用として海外にも名聲を博してゐる。

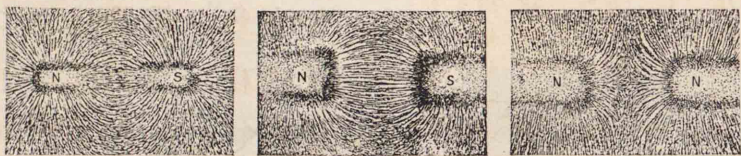


(圖416) KS 鋼人工磁石 (圖417) 磁石の一つの利用

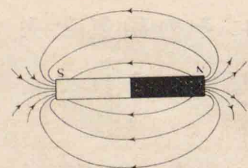
132. 磁場 磁石の周圍のやうに、磁力の作用してゐる場所を磁場といふ。磁場に小さい磁石を置く時、その北極の指す方向を磁場の方向といひ、各點の磁場の



(圖418) 磁場の方向



(圖419) 磁力線の實驗



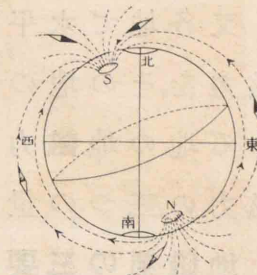
(圖420) 磁力線の方向

方向を示す曲線を磁力線といふ。

されば、磁力線は常に磁石の北極より出て南極に終る。

133. 地磁氣 地球上の各地で、磁針が略南北に向くのは、地球が一つの大きな磁石であつて、地表はその磁場であることを示すものである。

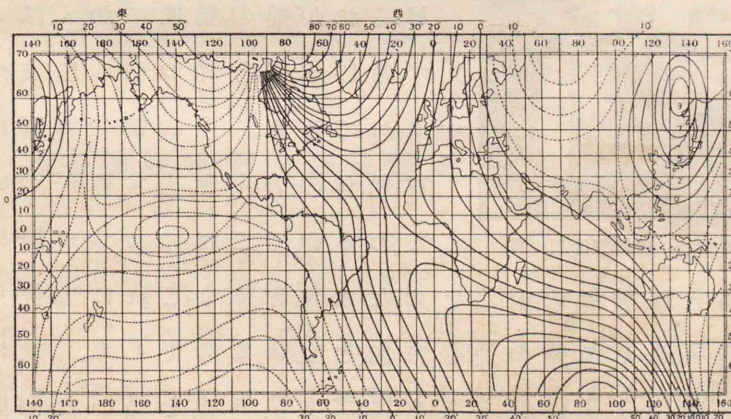
實測によれば、地理學上の北極の近くに地磁氣の南極があり、地理學上の南極の近くに地磁氣の北極があることが知られてゐる。磁針の北極が、真北よりふれる角を方位角といひ、我



(圖421) 地磁氣

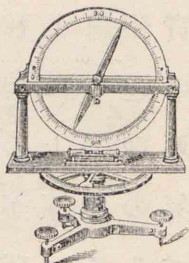
が國では西へ1度から7度位である。また一般に北半球では磁針の北極が下へ、南半球では南極が下へ傾く。それが水平面となす角を伏角といひ、我が國では30度から60度である。

方位角・伏角の表		
地名	方位角(西偏)	伏角
臺北	2° 8'.6	35° 25'.5
釜山	5° 21'.6	49° 41'.0
廣島	5° 20'.3	48° 15'.4
京都	5° 33'.1	48° 40'.9
八王寺	5° 28'.2	48° 41'.9
仙臺	6° 8'.1	51° 51'.2
札幌	7° 30'.6	57° 3'.9

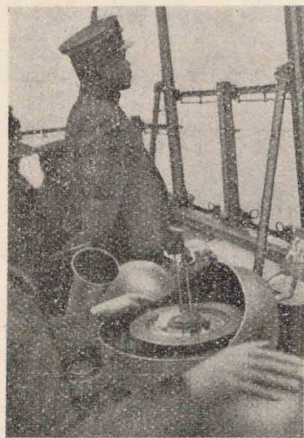


(圖422) 等方位角線圖

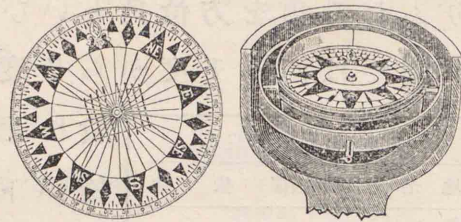
又各地で水平面上に現はれる地磁力を、その地の水平磁力といふ。ある地の地磁力は、方位角・伏角・水平磁力の三つの量できまるからこれを地磁氣の三要素といふ。



(圖423) 伏角計



(圖425) 羅針盤使用の圖



(圖424) 羅針盤

航海に用ひる羅針盤は、地磁氣を應用したもので、方位盤の裏に數本の軽い磁針を取りつけ、これが船の動搖にかゝはらず、常に水平を保つやうに支へられてゐる。その盤の容器には、船首の方向を指す標がついてゐるので、これによつて船の

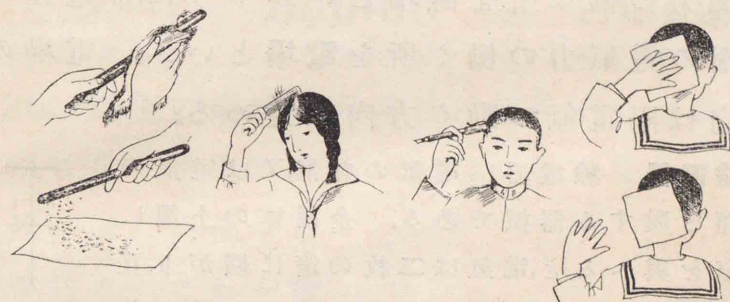
進路と地磁氣の南北とのなす角を知り、これに方位角を考へ合せて、船の進む方向を定めるのである。故に航海者には、羅針盤とともに、等方位角線を描いた海圖が大切なものである。

第二章 電 氣

134. 電氣・電氣力

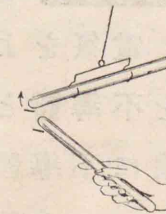
豫習事項 1 電氣の起し方。

2 電氣に二種類あることがどうしてわかるか。



(圖426) 電氣の色々な起し方

電氣には二種あつて、同種の電氣は互に相斥け、異種の電氣は相引く。絹で摩擦したガラスに起る電氣と同種の電氣を陽電氣又は正電氣と名づけ、毛皮で摩擦したエボナイト棒に起る電氣と同種の電氣を陰電氣又は負電氣と名づける。



(圖327)

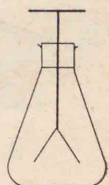
實驗によると、如何なる方法で起した電氣でも、この正負二種の電氣の何れかである。また二物體を摩擦するとき、電氣はその二物體に同時に起り、一方が正であれば、他は必ず負でしかも等量である。

帶電體間に働く引斥の力を電氣力といひ、磁氣の場合と同様に、次のクーロンの法則に従ふ。

二つの帶電體間の電氣力は、その電氣量の相乗積に比例し、その距離の自乗に反比例する。

磁力の働く所を磁場といふやうに、帶電體の周囲の電氣力の働く所を電場といふ。電場の方向は陽電氣の動く方向で定める。

驗電器 驗電器は電氣の有無、又は電氣の種類を驗する器械である。金屬棒の上端に電氣を與へると、電氣は二枚の箔に擴がり、互に反撥して開くから、これによつて帶電の状態を知ることが出来る。

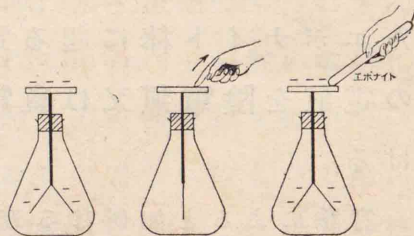


(圖428) 驗電器

135. 電氣の傳導

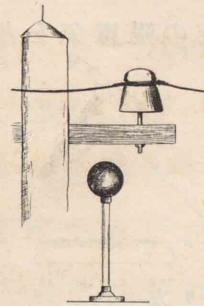
豫習事項 電氣を傳へやすいもの、傳へにくいものは何々か。

電氣をよく導く物を**導體**、電氣を導かない物を**不導體**といふ。導體に不導體の臺や柄のやうな物をつけて、電氣が外に逃げないやうにすることを**絶縁**するといふ。

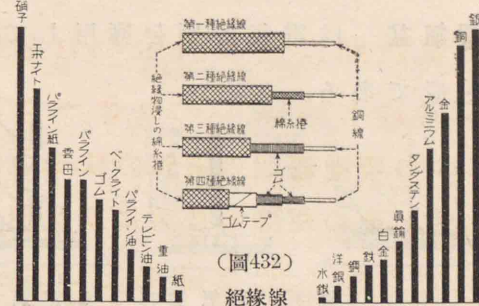


(圖429) 電氣の傳導の實驗

随つて不導體を**絶縁體**ともいふ。



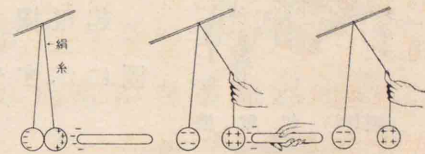
(圖430) 絶縁體



(圖431) 絶縁線の比較

(圖433) 傳導の比較

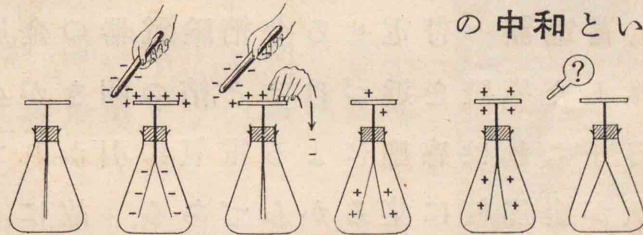
136. 電氣の感應 帶電體に絶縁した導體を近づけると、帶電體に近い部に異種の電氣が起り、遠い部に同種の電氣が起る。これを**電氣感應**といふ。感應によつて起つた兩種



(圖434) 感應電氣の實驗

の電氣の量は相等しい。上の實驗で帶電體を遠ざけてから、兩球を引離しても、電氣が起らないことからわかるやうに、等量の陰陽の電氣が混ざる時は、その作用は消失する。これを電氣

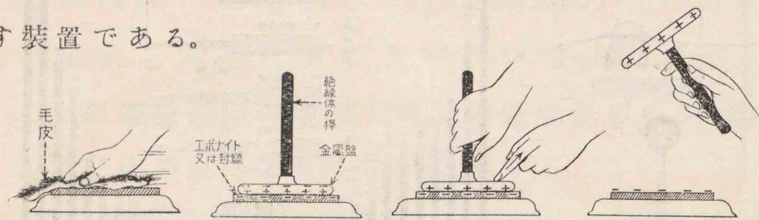
の**中和**といふ。



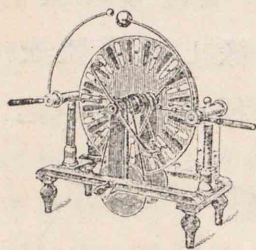
(圖435) 感應によつて驗電器に電氣を與へる

(圖436) 正負何れの電氣を近づけたか

電氣盆 は電氣感應を應用して、少量の陽電氣を起す装置である。



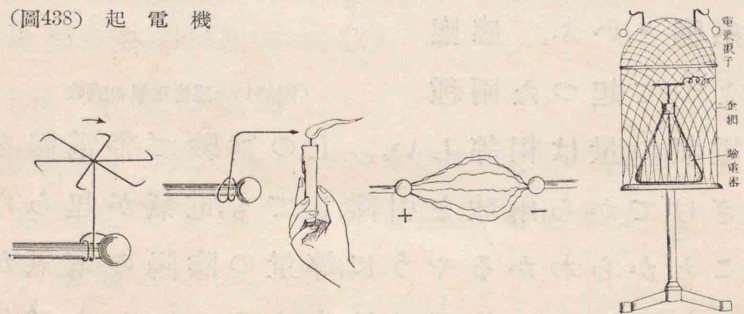
(圖437) 電氣盆による電氣のとり方



(圖438) 起電機

左圖はウイムスハーストの起電機といはれるもので、感應によつて多量の電氣を起す機械である。

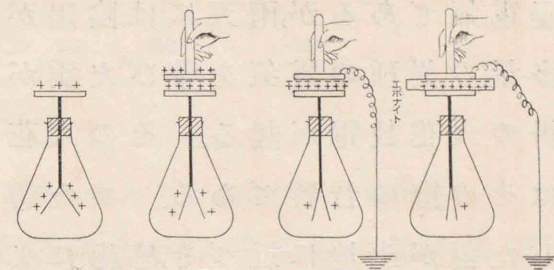
起電機で起した電氣によつて次圖に示すやうな實驗が出来る。



(圖439) 尖端放電 (圖440) 火花放電 (圖441) 電氣の配布の實驗

137. 蓄電器 帶電せる金箔驗電器の金屬板に、絶縁した導體を近づけると、箔の開きが小さくなる。これは感應による電氣に引かれて、箔の電氣が金屬板に集るからである。故にもとのやうに箔を開かず迄には、なほ多量の電氣を

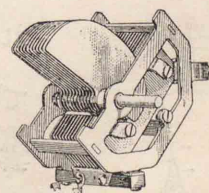
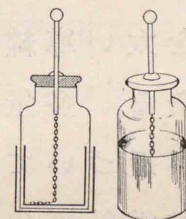
與へることが出来る。近づけた金屬板を接地すれば、箔の開きは更に減じ、兩金屬板



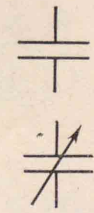
(圖442) 蓄電器の原理

の間にガラス板、或はエボナイト板などの絶縁體を挿入すれば、其の開きは更に著しく減ずる。即ち電氣容量が更に増す。この理を應用して電氣を蓄めるやうにしたものを蓄電器といふ。

ラジオや無線電話に用ひられる可變蓄電器は、相對せる金屬板の面積を變じて、その容量を變へるやうにしたものである。

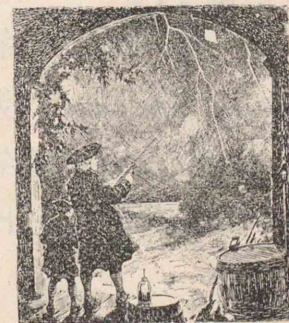


(圖444) 可變蓄電器



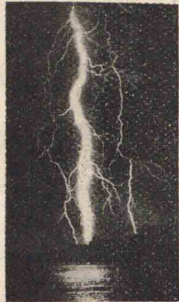
(圖445) 蓄電器の記號

138. 雷 電 フランクリンは風を黒雲中へあげて、雷電の放電作用であることを證明した。大氣は常に多少の電氣を帶び、晴天には通常

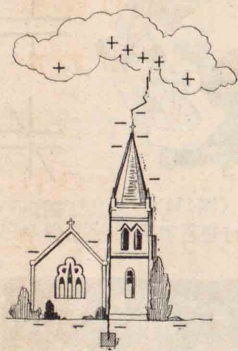


(圖446) フランクリンの實驗

陽電氣であるが、雨天には陰陽が一定しない。多量の異種の電氣を帯びた雲が近づくと、大仕掛の火花放電が起る。その火花が電光で、雷鳴はその際の音響である。また帯電した雲が土地に近づき、感應によつて地上の物體に異種の電氣を起し、その間に放電が起る時は落雷である。落雷の災害を避ける爲に**避雷針**を用ひる。これは屋上に高く、錆びないやうに尖端を鍍金した金屬棒を立て、これを太い導線で接地したものである。



(圖447) 落雷



(圖448) 避雷針の原理

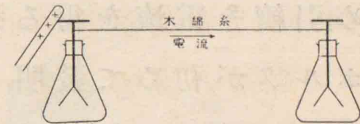
多量の電氣を帯びた雲が近づいても、その感應電氣は、避雷針の尖端から徐々に放電して中和するから、多量の電氣の蓄積することなく、落雷の災害を蒙ることが少い。たとへ落雷しても、電氣は導線を傳はり地中に去るから、建築物などは害を受けない。

139. 電 流

豫習事項 電流の流れてゐることはどうしてわかるか。

電氣の流れを**電流**といひ、陽電氣の流れる方向を電流の方向と定める。電流の流れてゐる

ことは直接にはわからないけれども、電流はその周圍に磁場を生じ、導線を熱し、或は酸・鹽類の水溶液などに化學作用を起すから、これらの諸作用から、間接に電流の流れてゐることがわかる。



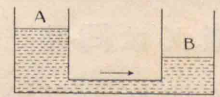
(圖449) 電流の實驗
一方の驗電器に電氣を與へると他方の驗電器は徐々に開く

ことは直接にはわからないけれども、電流はその周圍に磁場を生じ、導線を熱し、或は酸・鹽類の水溶液などに化學作用を起すから、これらの諸作用から、間接に電流の流れてゐることがわかる。

140. 電位・電壓 水がAからBに流れるのは、BよりもAの水位が高いからである。熱がAからBに流れるのは、AはBより高温度であるからである。



これと同じやうに、陽電氣がAからBに流れるのは、AはBより状態が變つてゐると考へ、AはBより**電位が高い**といふ。

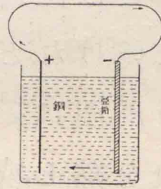


(圖450)

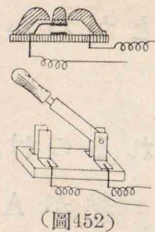
その差を電位差又は電壓といひ、この電壓の爲に電氣が流れると考へ、これをまた動電力ともいふ。電壓の實用單位にはボルトを用ひる。これはボルトメーターで測ることが出来る。

141. 電池 電流を生ずる方法には種々あるが、電池は化學作用によつて電位差を生ぜしめ、引續き電流を得る装置である。

ボルタが初めて發明した所謂ボルタの電池は、稀硫酸中に銅板と亜鉛板とを對立させたもので、銅板は亜鉛板より電位が高く、兩板

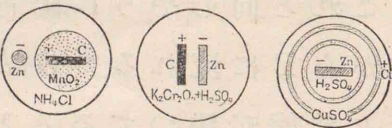
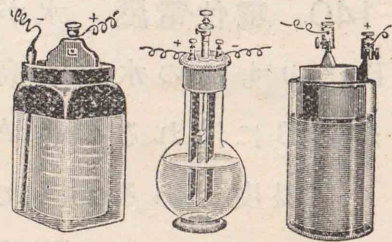


(圖451) ボルタの電池



(圖452)

を針金で連ねると、銅板より亜鉛板の方へ電氣が流れる。電位の高い方の板を陽極、低い方の板を陰極といふ。一般に電氣の流れる道を輪道又は回路といひ、電池の兩極を針金でつなぐ時のやうに、電氣を通ずることを輪道を開ける



ダニエル 重クロム酸 ル克蘭シエ (圖453) 各種の電池

といひ、電氣を斷つことを輪道を開くといふ。

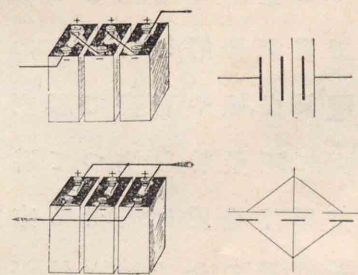
電池には色々の種類がある。圖453に示すものはその普通に用ひられるものである。

乾電池 乾電池はルクランシエ電池の變形で、ルクランシエ電池の内容物を、綿のやうなものに浸ませたもので、その動電力は1.5ボルトである。



(圖454) 種々の乾電池及びその利用

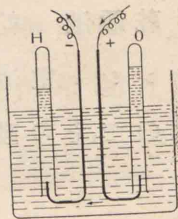
電池の連結法 電池の連結の仕方には、圖455のやうに直列連結法と並列連結法の二種がある。前者では全體の動電力は各電池の動電力の和になるが、後者では一個の電池の動電力に等しく、一つの大きな電池になつたのと同様である。



(圖455) 電池の直列連結法(上)と並列連結法(下)

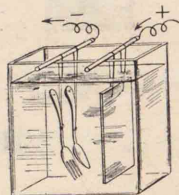
第四章 電流の化學作用

142. 電氣分解 稀硫酸中に二枚の白金片を立ててこれに電流を通ずると、陽極からは酸素、陰極からは水素を生ずる。このやうに、物質が電流の爲に化學變化を起して分解することを、**電氣分解**といひ、分解される物質を**電解質**といふ。一般に酸類や鹽類の水溶液は電解質である。



(圖456) 電氣分解の實驗

電鍍は電氣分解によつて、金銀などのやうな金屬で、他の金屬の表面を被覆する法で、鍍金せられる金屬を陰極とし、鍍金する金屬を陽極として、適當な電解質中で電氣分解を行ふものである。



(圖457) 電鍍

電鑄は、蠟や石膏で彫刻や木版などの型をとり、その表面に石墨粉を塗つて導體とし、これに電鍍をほどこして、厚く金屬を着せる方法である。これによつて原型と凹凸の全く同じ物が得られる。銅像もこれによつて造られる。また蓄音機のレコードは電鑄によつて造つた銅の型を、練物に押しあてて造つたものである。

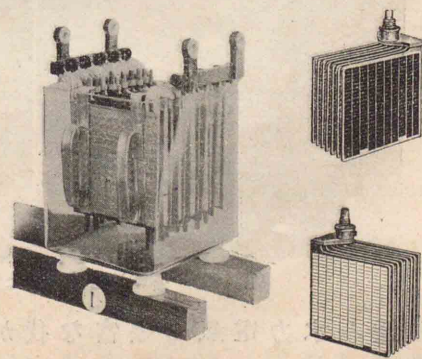
電氣冶金・電氣精鍊は金屬化合物から、純粹の金屬を陰極に析出させる方法である。

143. 電流の強さ 導線を通る電流の強さは、その切口を單位時間に通る電氣の量で測り、その實用單位を**アンペア**といふ。1アンペアの電流は、1秒間に硝酸銀の溶液から0.001118瓦の銀を析出する電流である。

實際に測定するにはアンメーターを用ひる。

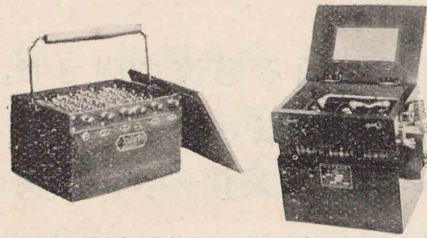
144. 蓄電池 蓄電池は電氣的エネルギーを、化學的エネルギーとして蓄へ置き、必要に應じて再び電氣的エネルギーとして使用させるものである。

格子形の鉛板の目に、酸化鉛を填めたものを兩極とし、これを稀硫酸中に立て、外部から電流を通ずると、電氣分解によつて陽極は過酸化鉛、陰極は海綿狀鉛となる。これが**蓄電池**であつて、その動電力は約2ボルトである。蓄電池の兩極を



(圖458) 蓄電池とその極板

導線で繋いで、電流を使用すると、それにつれて化學變化



(圖459) ラヂオ用蓄電池

化が起り、兩極共に硫酸鉛に變じて動電力が減ずる。之を**放電**といふ。此の時再び外部から電流を通ずると、前と逆の化學變化

が起つて、再び兩極は前の物質に變ずる。これを**充電**といふ。

蓄電池はこのやうに繰返して使用することが出来、且強い電流が得られるので、電信・電話・ラヂオ・列車點燈・潛水艦の潛水中の動力・電氣自動車などその利用の途は頗る廣い。

自動車用のガソリンが、殆ど輸入によつてゐる現状



(圖460) 蓄電池を使用した電氣車と電氣自動車

に鑑み、水力電氣の豊富な我が國では、最近この電氣自動車の發達が注目されてゐる。

第五章 電氣抵抗

145. 電氣抵抗

豫習事項 一つの電池から、太さと長さの同じ銅線と鐵線とに電流を流すとき、どちらに強い電流が流れるか。

同じ電池の兩極を導線で連ねると、その種類・長さ・太さや溫度によつて電流の強さが異なる。

これは物體がその中を流れる電流に對して、邪魔をする程度、即ち抵抗に大小があるからである。

この抵抗を**電氣抵抗**といひ、導線の兩端の電位差を一定にしたとき、電流の弱い方の導線を電氣抵抗が大きいといふ。

電氣抵抗表	
長さ1米、切口1平方糎、0°C	
銀	0.015
銅	0.016
鐵	0.096
白金	0.090
洋銀	0.26
水銀	0.941
ニクロム線	10.56
炭素	70.000

電氣抵抗の單位を**オーム**

といふ。1オームは長さ106.3糎、切口1平方糎の水銀柱の0°Cの時の抵抗である。

實測によると、

同じ物質で出来た導線の抵抗は、その長さに比例し、斷面積に反比例する。

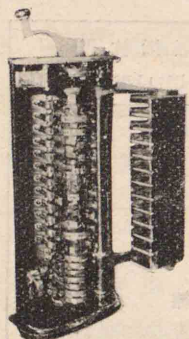
また溫度の上昇につれて、普通の金屬は電氣抵抗を増すが、炭素は減ずる。

146. オームの法則 實驗によると、抵抗 R オームなる導體の兩端に、V ボルトの電壓を與へて電流を流した時、その電流の強さを C アンペアとすれば、それ等の間には次の關係がある。

$$C = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(31)$$

即ち

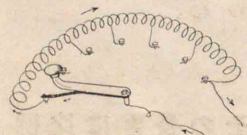
同一の導線を流れる電流の強さは、その兩端の間の電壓に正比例し、その電氣抵抗に反比例する。



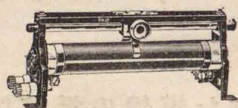
(圖461) 電車の制禦器 時には、圖 465 に示すやうに直列連結と

電流の強さを變へる簡便な方法は、その導線の抵抗を變へることである。この目的に用ひられる装置を抵抗器といふ。抵抗器にはその長さを變へて、その抵抗を變へるものが多い。

抵抗の連結 數條の導線を連結する



(圖462) 抵抗器の原理



(圖463) 抵抗器



(圖464) 同ラジオ用

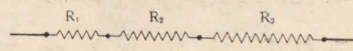
並列連結との二つの仕方がある。

各導線の抵抗をそれぞれ $R_1, R_2, R_3 \dots$ 等とし、全體の

抵抗を R とすると、

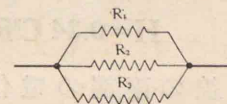
前者では

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots(32)$$



後者では

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots(33)$$



(圖465) 抵抗の直列連結法(上)と並列連結法(下)

となる。

電壓の單位 電壓の單位ボルトは、抵抗 1 オームの導線に、1 アンペアの電流を流すに要する電壓である。

問題 通常、家庭に引込んである電流の電壓は 100 ボルトである。(イ)電氣アイロンの抵抗が 300 オームであるとき、幾アンペアの電流が流れるか。(ロ)或電燈の中を流れる電流の強さが 0.45 アンペアであれば、燈條の抵抗は幾何か。

147. 電流の熱作用 電熱器で知つてゐる様に、導線に電流を流すと熱を發生する。そして輪道の一部に毎秒生ずる熱量は、電流の強さの自乗と、その部分の電氣抵抗との相乗積に比例する。

これをジュールの法則といふ。

實驗によると、1 アンペアの電流を、1 秒間、1 オームの抵抗の導線に流す時、發生する熱量は 0.24 カロリー

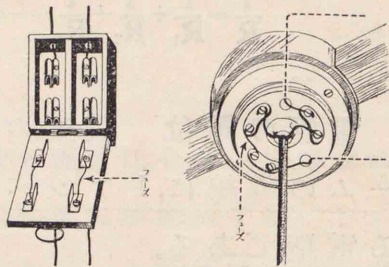
である。故にRオームの抵抗の導線に,Cアンペアの電流が流れて,t秒間に生ずる熱量Hは,次の式で表はされる。

$H=0.24 C^2 R t$ カロリー(34)

導線の両端の電位差がVボルトであるとする、オームの法則から次の式が得られる。

$H=0.24 C V t$ カロリー(35)

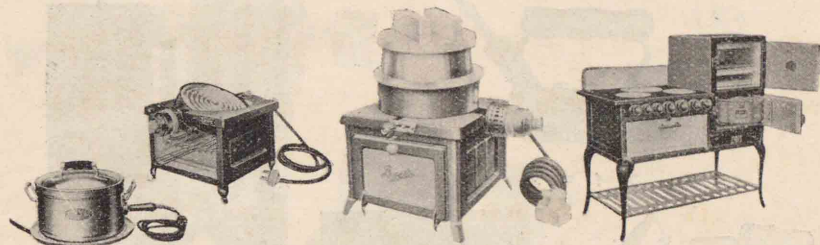
過大の電流の通るのを防ぐ爲に、融解點の極めて低い**フューズ**といふ合金の針金を回路に入れて置く。ある程度以上の強さの電流が通ると、忽ち融切れて回路が開き、使用器具の破損を防ぐ。



(圖466) フューズの使用

148. 電力 導線を流れる電流は、その磁氣作用によつて機械的工作をなし、或は熱を生ずるから、電流はエネルギーを有する。1ボルト、1アンペアの電流が毎秒生ずる熱量0.24カロリーは、1ジュールの仕事に當るから、その工率は1ワットで、その1000倍を1キロワットといふことは、既に知れることである。電流の工率を**電力**といふ。故にCアンペア、Vボルトの電

[電熱器具]



飯炊鍋 萬能七輪 割烹臺



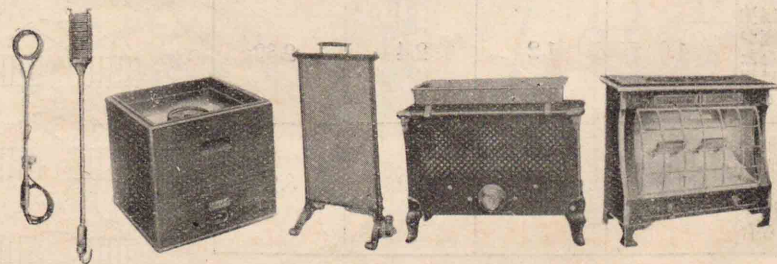
スキヤキ七輪 コーヒ沸し 湯沸し 反射型ストーブ



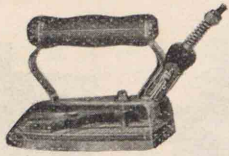
湯タンポ コテ 鋳焼爐



炬燵 足温器 座布團



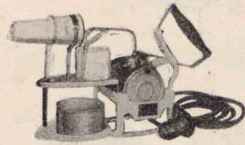
投込み湯沸し 火鉢 モルガナイトヒーター 対流型ストーブ 反射型ストーブ



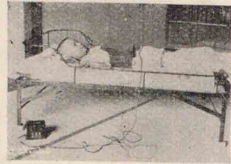
アイロン



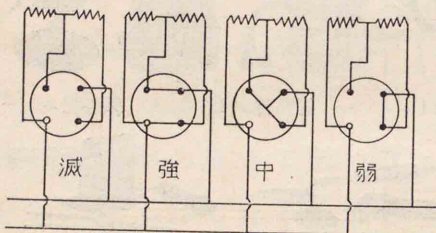
アイロナー



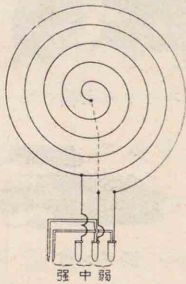
吸入器



温湿布



三段切替スイッチの原理

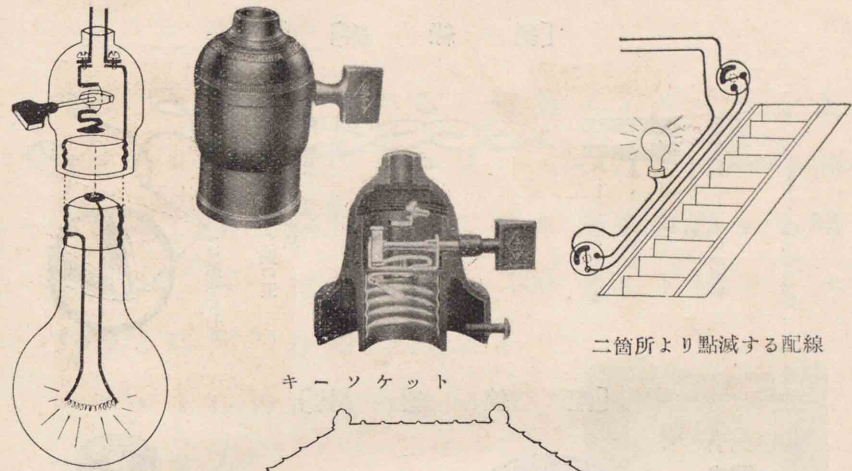
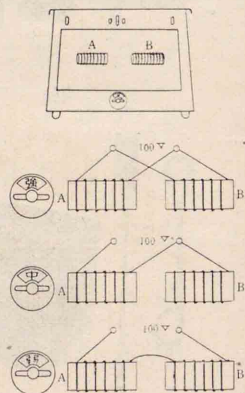


強中弱

鍋の恰好と底の塗料の有無の燃料費の比較

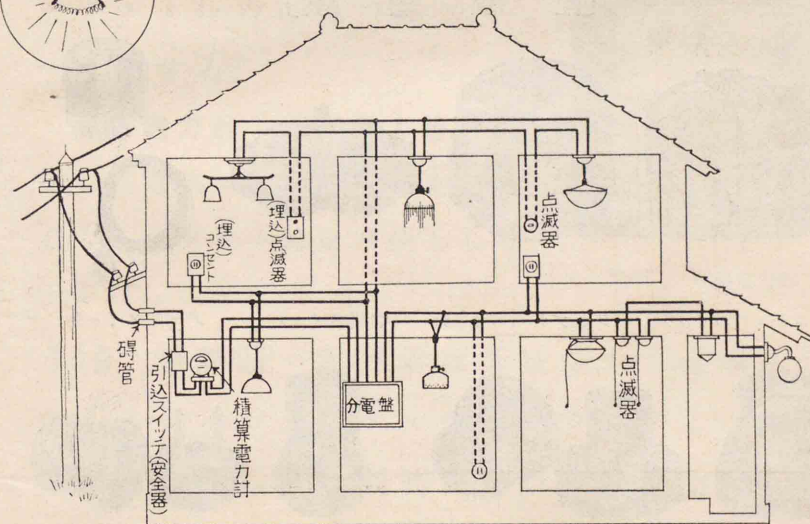
鍋の恰好				
料金を黒く場合	1.0	1.2	2.4	2.82
比較 鍋底を塗ら	1.8	1.9	2.9	3.2

此の表は同じ量の水を沸かすに黒い底の鍋を他の鍋と比較したものである。

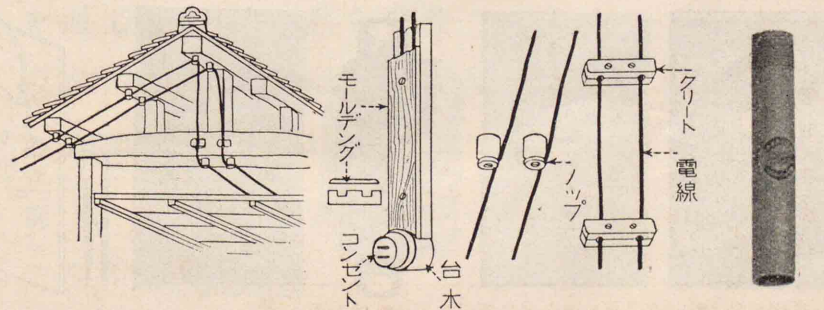


キーソケット

二箇所より點滅する配線



屋内配線の一例



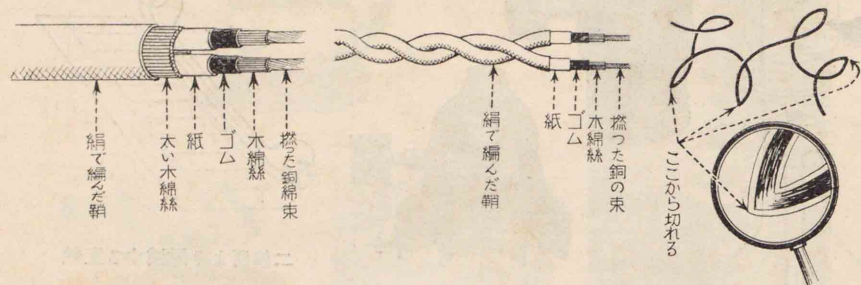
隠蔽工事

木製線樋工事

露出工事

金属管工事

〔絶 縁 線〕



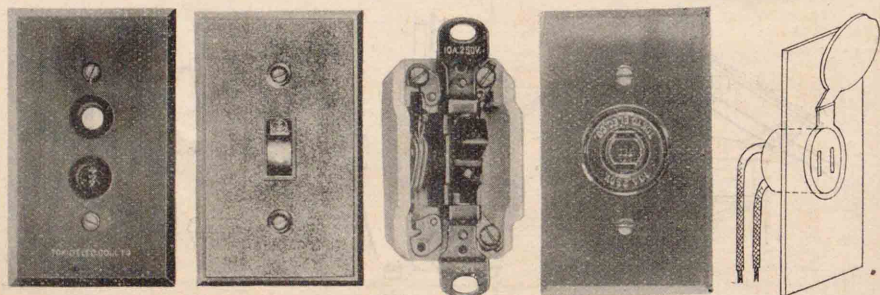
〔配 線 器 具〕



スナップスイッチ タンブラースイッチ 中間スイッチ プールスイッチ



耐熱性レセップテークル セパラブル アタッチメント プラグ



プッシュボタンスイッチ タンブラースイッチ アウトレットスイッチ

力は CV ワットである。電気エネルギーを賣買するのに普通 1 キロワットの電力で、1 時間にする仕事を単位として、これを **キロワット時** といふ。例へば電熱器を、100 ボルト 10 アンペアで 2 時間用ひる時は、2 キロワット時の電気エネルギーを要する。



(圖467) 積算電力計

積算電力計 積算電力計は消費した電気エネルギーの測定器で、1 キロワット時を単位として目盛がしてある。

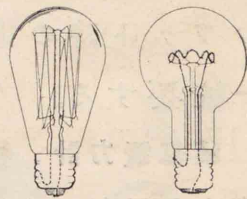
149. 電熱器 電熱器は抵抗が大で、且耐久性のあるニクロム線(ニッケルとクロームとの合金)を耐火性粘土の圓筒に捲附け、或は雲母・石綿のやうな耐火性絶縁物中に入れて、これに電流を通じて多量の熱を發生させるものである。取扱が簡便で、有毒瓦斯を發生しないので、種々の方面に用ひられてゐる。

問題 一箇月の使用電力量 109.5 キロワット時であるとき、その料金を計算せよ。

但し電力 1 キロワット時 4 錢 5 厘 設備容量 2 キロワツ

トの一箇月最抵料金は4圓とし、尙計器損料として50錢支拂ふものとする。

150. 白熱電燈 白熱電燈の一つである**タングステン真空電球**は、タングステンの纖維を硝子球の中に封入し、球内を排氣したもので、これに電流を通ずると、抵抗の大きい纖維の部分は、白熱されて光を放つ。



(圖468) タングステン電球 瓦斯入電球

球内の空氣を排除し、不活潑な窒素或はアルゴンを入れて、纖維の蒸發を防いだものを**瓦斯入電球**といふ。

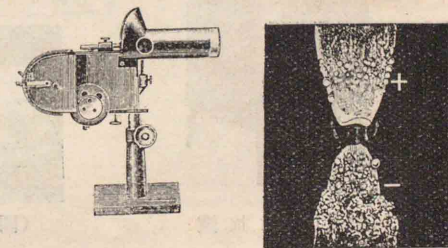
電球に記してある100-16の記號は、纖維の兩端の電壓100ボルト、その光度が16燭光(平均水平燭光)であることを表はし、真空タングステン電球に用ひる。また100-20wは、纖維の兩端の電壓100ボルト、その電力が20ワットであることを示し、内面艶消電球に用ひる。燭光とワットとの關係は次表の通りである。

	100ボルト内面艶消電球			100ボルト真空タングステン電球		
	ワット	燭光 (平均水平)	燭光當リ ワット	燭光 (平均水平)	ワット	燭光當リ ワット
真空	20	16	1.25	10	12.7	1.3
	30	24	1.25	16	19	1.2
ガス入	40	30	1.3	24	27	1.1
	60	50	1.2	32	34	1.05
	100	100	1.1	50	52	1.03

- 問題1.** 同じタングステン電球で、その燭光の違ふのは何處が違ふのか。
- 問題2.** 100ボルトの電球を80ボルトで使用すれば暗くなり、200ボルトで使用すれば輝き過ぎて纖維が切れる。どういふ譯か。
- 問題3.** 100ボルト16燭光の真空タングステン電球6個を、毎日4時間宛點燈する家庭の一箇月の電燈料を計算せよ。但し1キロワット時11錢とし、尙この外準備料として一燈につき20錢宛計器損料として30錢支拂ふものとする。

151. 弧燈電氣爐 二本の炭素棒の先端を接觸させ、これに電流を通じて引離すと、その間に

弧狀の火花が飛び、棒の兩端、殊に陽極が高溫度に熱せられて、強い白光を放つ。これが**弧燈**である。弧燈は數千



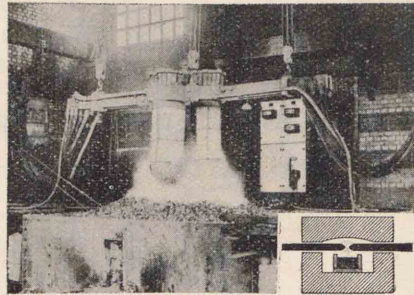
(圖469) 弧燈

燭光以上の光を放つ事が出来るので、活動寫眞や探照燈などの光源に用ひられる。

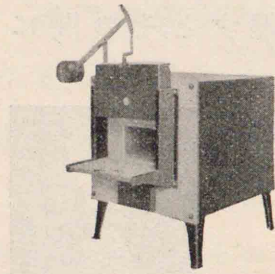
電氣爐は弧燈を耐火性の物質で圍み、非常に高い溫度を得る装置である。カーバイド・カーボランダムCarbide-Carbideの製造、鐵の精鍊等、高溫度を要する化學工業に廣く用ひられる。

電氣爐の一種に、電熱器と同じく抵抗線に電流を流し、その熱を利用した**抵抗爐**と稱するものがある。

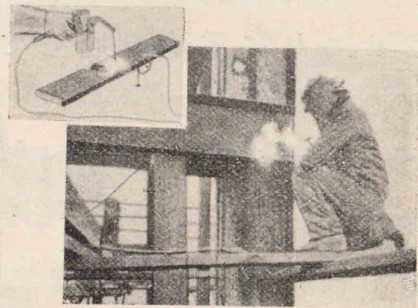
電氣熔接 弧燈の高熱を利用して鐵板・鐵管・鐵筋・鐵骨などを熔接するもので、近時鋸止にかはつて盛に用ひられるやうになつて來た。



(圖470) 電氣爐



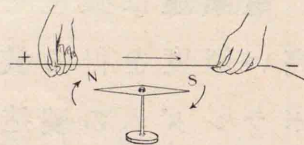
(圖471) 抵抗爐



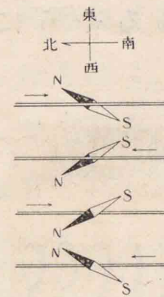
(圖472) 電氣熔接

第七章 電流の磁氣作用

152. 電流の磁氣作用 磁針の上に平行に導線を置き、これに電流を通ざると、磁針は一方へ振れる。これは電流の流れてゐる導線の周圍に、磁場の生ずること

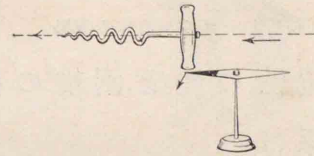


(圖473) 電流の磁氣作用の實驗



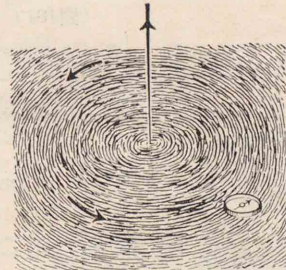
(圖474) 電流の方向と磁場の方向との實驗

とを示す。電流の方向を逆にすると、磁針の振れる方向も逆になるから、磁場の方向は電流の方向によつて變ることがわかる。

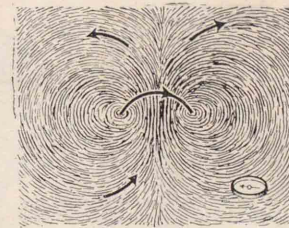


(圖475)

導線に沿つて、電流の方向に右廻りのネ手をねぢ込むとすれば、ネ手を廻す方向に磁針の北極が偏る。



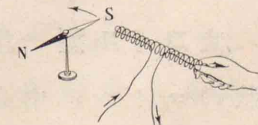
(圖476) 直線電流による磁場



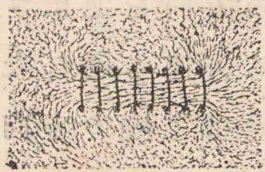
(圖477) 圓形電流による磁場

そして電流の流れてゐる導線の周圍の磁場の強さは、電流の強さに比例する。

153. コイル 導線を幾回も螺旋狀に捲いたものを**コイル**といふ。通常接觸するのを防ぐ爲に絶縁線を用ひる。コイルに電流を通じ、磁針で驗して見ると、一本の磁石と同様で、その



(圖478) コイルの實驗

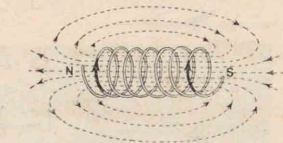


(圖479) コイルの作る磁場

両端に南北極があるやうに見える。

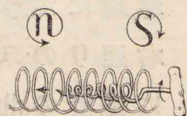
コイルを流れる

電流の向と、両端の極との關係は、



(圖480) コイルは磁石と同様の作用をなす

右廻りのネジをコイルの中に挿入し、これを電流の方向に廻すと、ネジの進み出る端が北極である。

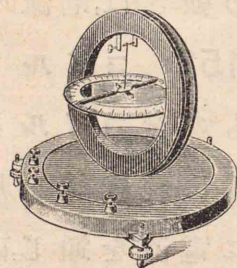


(圖481)

154. 電流計 コイルの極の強さは、その捲數と、電流の強さとの相乗積に比例するから、捲數を一定にすると、コイルの極の強さは、コイルを流れる電流の強さに比例する。電流計は、この理を應用して電流の強さを測る機械である。

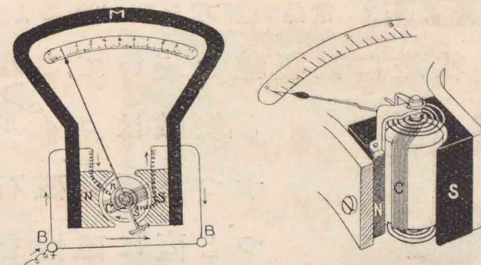
またアンペアを知り得るやうに、電流計の目盛にアンペアの數を記したものをアンメーターといふ。電流計には次の二種がある。

定コイル型 絹捲線で作つた環状のコイルの中心に磁針を支へたもの。



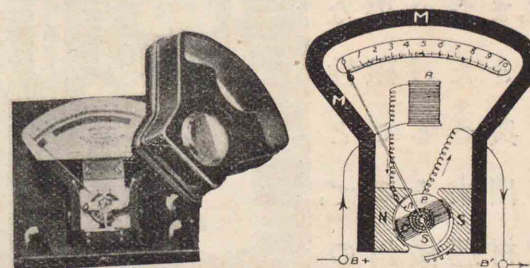
(圖482) 定コイル型電流計

可動コイル型 永久磁石の兩極の間にコイルを吊したもので、コイルに電流を通ずると、磁石と同一の作用をするから、固定磁石との相互作用によつて廻轉する。



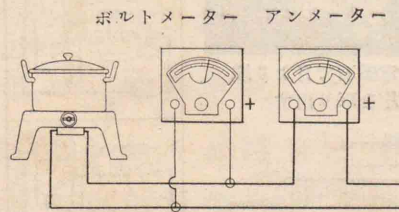
(圖483) 可動コイル型電流計

155. 電壓計 オームの法則からわかるやうに、導線の抵抗がきまつて居れば、その電流の強さを測つて、導線の兩端の電壓を知ることが出来る。電壓計はこの理



(圖484) 電流計

によつた抵抗の大きい一種の電流計で、電流の代りに直接電壓の目盛がしてある。目盛がボルトであらばしてあるものをボルトメーターといふ。



(圖485) 電壓計、電流計の接續法

156. 電磁石

豫習事項 電鈴の原理を圖 490 によつて説明して見よ。



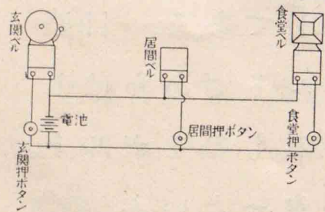
(圖486) 電磁石

軟鐵に被覆線を捲いて、これに電流を通ずると、軟鐵はコイルだけのときよりずつと強い磁石になり、電流を斷つと直に磁性を失ふ。このやうな装置を電磁石といひ、その強さは電流の強さと捲數により、自由に加減出來、また必要なときだけ磁性を與へることが出来るので、鐵材運搬用の大磁石から、電鈴や精密器械中の小磁石に

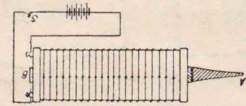
と、軟鐵はコイルだけのときよりずつと強い磁石になり、電流を斷つと直に磁性を失ふ。このやうな装置を電磁石といひ、その強さは電流の強さと捲數により、自由に加減出



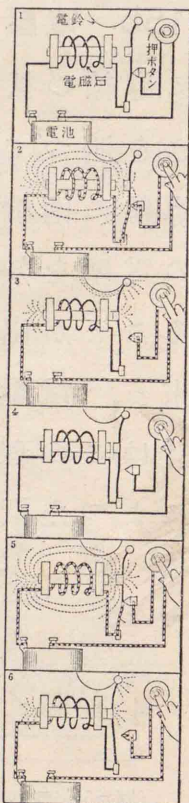
(圖487) 電磁石で目より鐵片を取り出す



(圖488) 電鈴の配線圖

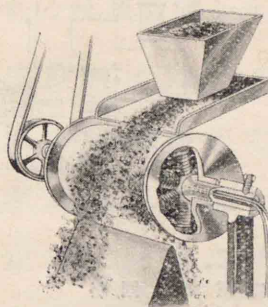


(圖489) 上圖の原理



(圖490) 電鈴

いたるまでその應用は頗る廣い。



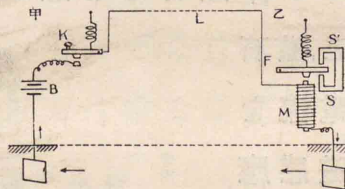
(圖491) 電磁石選鐵機



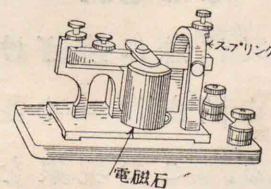
(圖492) バイブレーター

157. 電信機 電信機も電磁石を應用したもので、その要部は發信機受信機及び架空線である。

電信機の電鍵 K を押すと電流が通じ、受信機の電磁石は鐵片を引付け、槌子を動かして音響



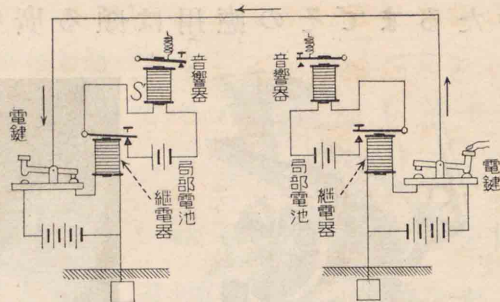
(圖493) 電信機の説明



(圖494) 音響器

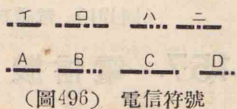
器の一端 S を撃つて音を發する。K を離せば電流が斷たれ、鐵片はバネによつて離れ、音響器の他端 S' を撃つてまた音を發する。この二音間の長短を組合せて通信をするのである。

二局を連結する導線は一本でよい。他の一本は地面が代りをする。實際は雙方の局に發信機と受信機とを備



(圖495) 電信機の回路

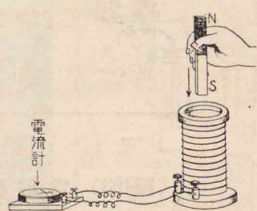
へ、雙方から通信が出来るやうに連結してあり、最近是一本の架空線で兩局から同時に二重通信、四重通信なども出来るやうになつた。



(圖496) 電信符號

第八章 感應電流

158. 感應電流 コイルと棒磁石とを急に近づけ、又は急に遠ざけると、磁石の動く間だけコイルに電流を生ずる。この現象を電磁感應といひ、コイルに生じた電流を感應電流といふ。

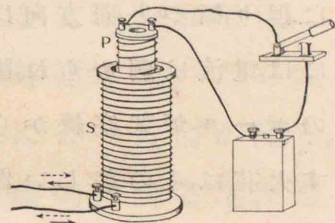


(497圖) 感應電流の實驗

感應電流はまた棒磁石の代りに、電流を通じたコイルを用ひても起る。またコイルS(二次コイルといふ)の中に、他のコイルP(一次コイル)を入れて、これに通ず

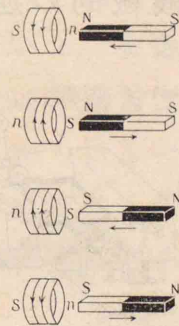
る電流を斷續しても、二次コイルSに感應電流を生ずる。

感應電流は、コイル中に磁場の變化が起る間だけ生ずるもので、磁場の變化が止めば同時に消える。そして感應電流の動力は、コイル中の磁場の變化の急な程大きく、その方向は實驗してみると、



(圖498) 感應電流の實驗

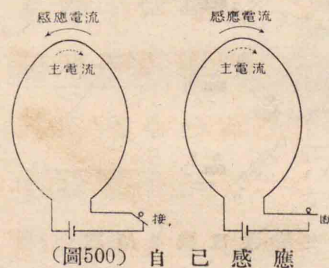
感應電流は、コイル中の磁場の變化を妨げんとするやうな方向に生ずることがわかる。これをレンツの法則といふ。



(圖499) 感應電流の方向

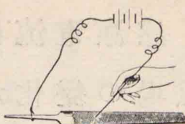
感應電流はファラデーの發見によるもので、今日その應用されてゐる方面は頗る廣範圍にわたつてゐる。

自己感應 一つのコイルに電流を通じ、或は斷つ時にも、自己の作る感應電流が起るわけである。これを自己感應といふ。自己感應電流の方向も、レンツの法則に従ひ、電流を通ずると、これと反對の方向



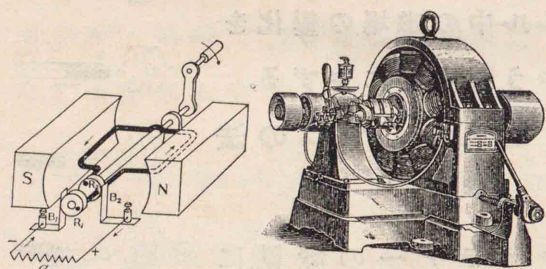
(圖500) 自己感應

に起り、斷つと同方向に起る。故に回路を閉ぢる瞬間には、電流は弱められ、斷つ瞬間には強められる。電車のポールが架空線から外れる時に出す火花は、その著しい例である。この自己感應に對してコイルとコイルとの間の電磁感應を**相互感應**といふ。



(圖501) 自己感應の實驗

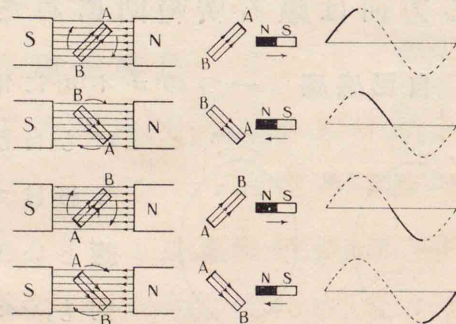
159. 發電機 發電機は電磁感應を應用して機械的の運動から電流を得る装置で、水力又は



(圖502) 交流發電機

火力により**場磁石**といふ強い磁石の兩極の間に、軟鐵心にコイルを捲

いた**發電子**を廻轉して感應電流を起し、大仕掛に電流をとり出すのである。コイルに生ずる感應電流は、半廻轉ごとにその方向を

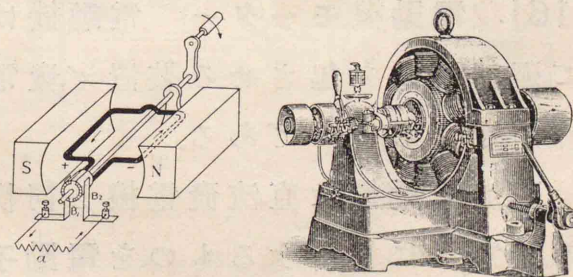


(圖503) 交流發電機の原理

變へるから、コイルの兩端に金屬環を取附け、これに接觸してある刷子から、外部に繋いだ導線を通る電流は、半廻轉ごとにその方向が變る。このやうに、絶えず方向の振動的に變る電流を**交流(A.C.)**といひ、この發電機を**交流發電機**といふ。

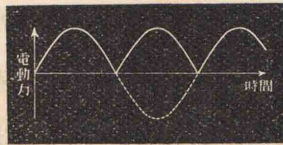
交流で一秒間の振動數(方向の變る度數の $\frac{1}{2}$)を**周波數**或は**サイクル**といひ、周波數の大なる交流を**高周波電流**、周波數の小なるものを**低周波電流**といふ。普通、發電所より送り出す電流は**50**(關東方面)或は**60**(關西方面)サイクルである。コイル一つの發電子から出る交流を**單相交流**といひ、三組のコイルを特殊の方法で連結して造つた發電子から出る交流を**三相交流**といふ。通常の交流發電機は三相交流である。

直流發電機は交流發電機の二つの環の代りに、圖のやうに二つの金屬の半圓環(**整流子**)が附けてあるので、發電子が半廻轉するごとに、刷子の接觸が反對になり、外



(圖504) 直流發電機

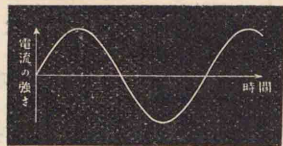
部へつないだ導線には、方向の一定な電流即ち直流(D.C.)が流れる。



(圖505) 整流子の作用

160. 交流の強さ及び電壓

交流の電壓及び強さは、圖 506 に示すやうに刻々變化する。故にその値をあらはすのには如何にすべきかといふに、次のやうに規約する。交流が導線を通じて、やはり熱を生ずる。故に直流 i アンペアと同じ熱効果を生ずる交流の強さは、 i アンペアであると規約し、またコイルになつてゐない R オームの針金に、 i アンペアの交流が流れるとき、その電壓を Ri ボルトと規約する。



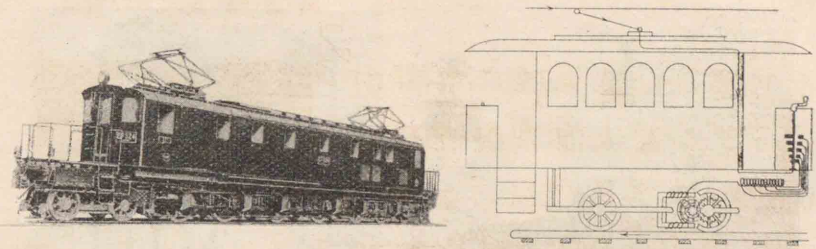
(圖506) 交流

直流用と交流用のメーターは異なる。故に A.C. 及び D.C. の記號に注意を要する。

161. 電動機(モーター) 電動機は、電流によつて廻轉運動を起させる装置で、發電機と反對の作用をするものである。

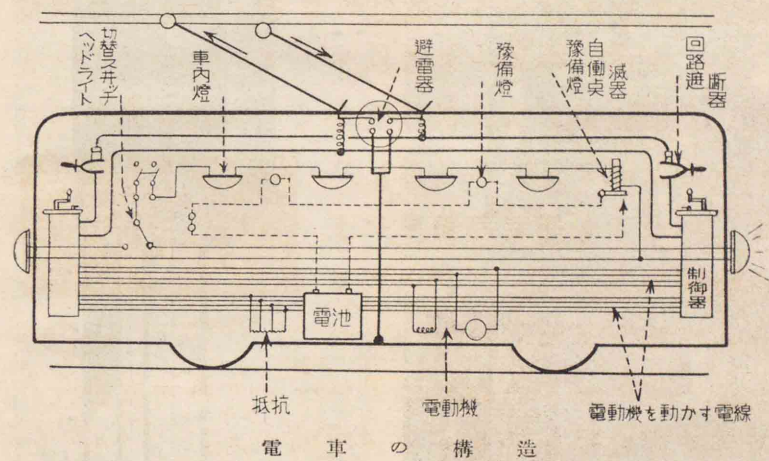
直流電動機は直流發電機と同様の構造で、その發電子に相當するものを電動子といふ。

今圖507のやうに、外部から電動子に直流を通ずると、軟鐵心を有する電動子は電磁石となり、

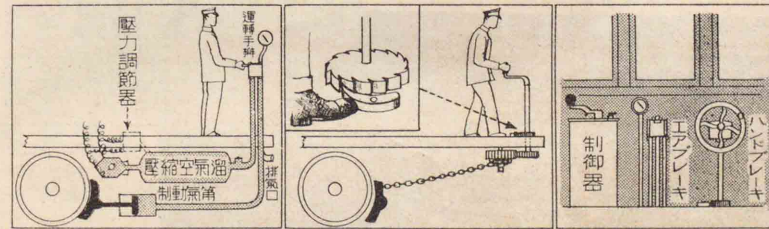


電氣機關車

電車の構造

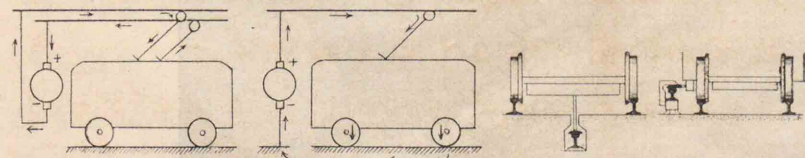


電車の構造

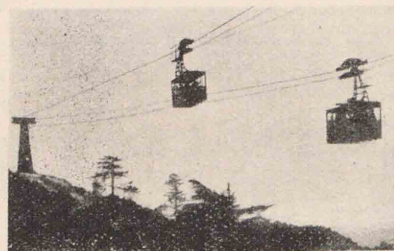


制動装置

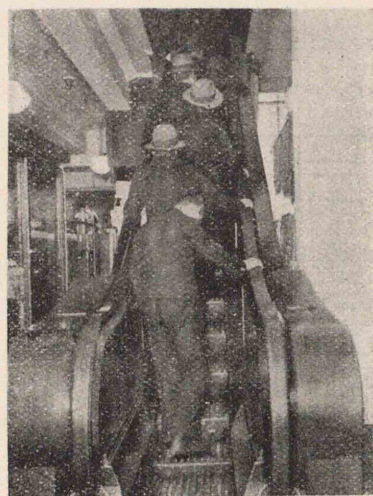
運轉臺



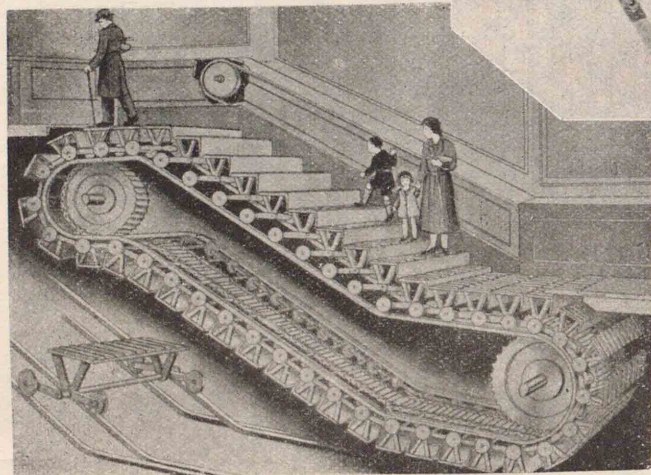
電車への送電法式



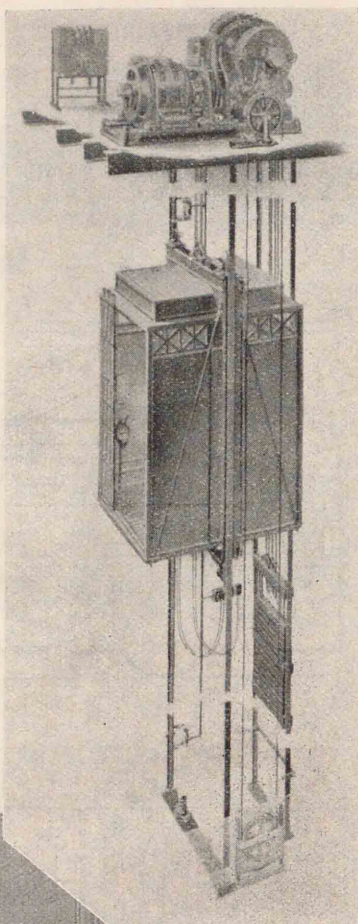
空中ケーブル



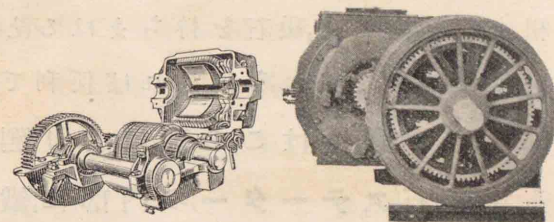
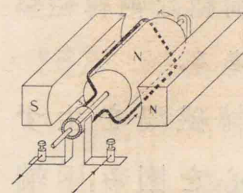
エスカレーター



エスカレーターの原理



エレベーター



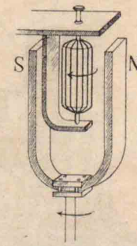
(圖507) 直流電動機の原理 (圖508) 電车用直流電動機 (圖509) 電車の電動機と車輪

そのN極は場磁石のN極に、S極はS極に反撥をうけて廻轉する。電動子が半廻轉すると、整流子によつてコイルを流れる電流の方向が變り、はじめと同様な状態になり、このやうにして廻轉をつゞける。

直流電動機は交流電動機に比べて、廻轉の速さを自由に調節することが出来るので、電車や紡績機の運轉に使用される。

交流電動機 交流電動機の内、工場其の他動力用として、最も普通に用ひられてゐるのは、誘導電動機である。

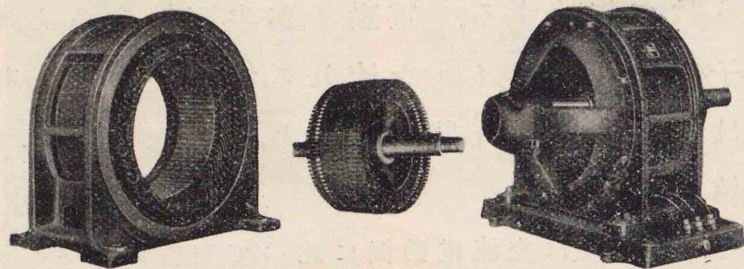
廻轉し得る銅の圓筒のまはりに、これに接近して棒磁石を速かに持ちまはると、圓筒に感應電流を起し、遂に磁石について圓筒がまはるやうになる。磁石を持ちまはるかはりに、鐵心に捲かれた三つのコイルを適當に連結して、これに三



(圖510) 誘導電動機の原理

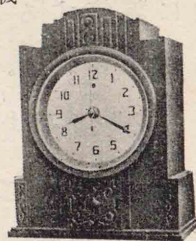
相交流を送ると、磁石を持ちまはると同様な廻轉磁場が生ずるので、これを用ひれば便利である。

誘導電動機はこの理により、廻轉磁場を生ずる場磁石(ステーター)の内部に、鐵心を圍み、兩端にある銅環に固着した多くの被覆銅棒からなる廻轉體(ローター)を備へたものである。



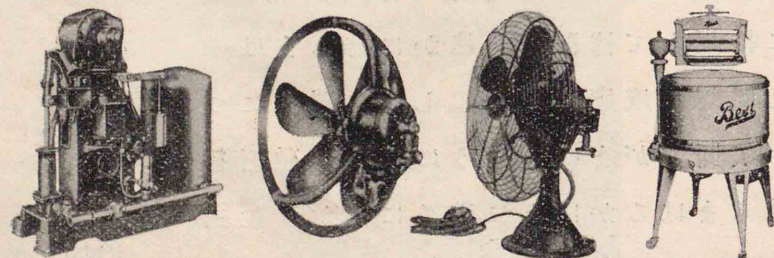
(圖511) 誘導電動機

電燈線に接續して使ふ扇風機や、家庭用小型電動機は、單相交流を用ひるものであるが、單相交流でもステーターに特殊の裝置を施すと、不完全ではあるが一種の廻轉磁場を生ずるので



(圖512) 電氣時計

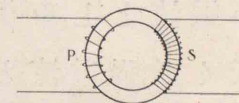
(圖513) 單相電動機の利用



家庭水汲ポンプ用電動機 換氣扇 扇風機 洗濯機

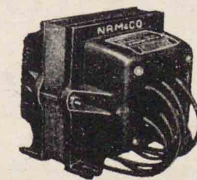
ある。但し起動困難で、大きな動力用には適しない。

162. 變壓器 壓變器は電磁感應を利用して、交流の電壓を昇降する装置である。

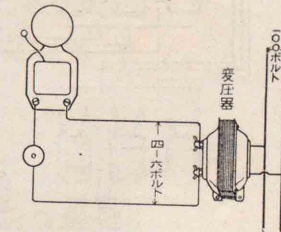


(圖514) 變壓器の原理

軟鐵環に捲數の異なる一次コイルPと、二次コイルSとを捲き、Pに交流を通ずると、Sにそれと等しい周波數の感應電流を生ずる。この時PとSとの電壓の比は、兩コイルの捲數の比に等しい。故に電壓を上げるときには、二次コイルの捲數を一次コイルよりも多くし、下げるときには少くする。

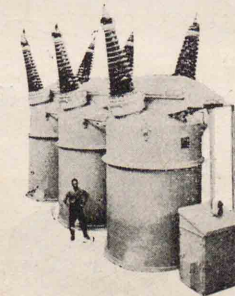


(圖515) ラジオ用電源變壓器

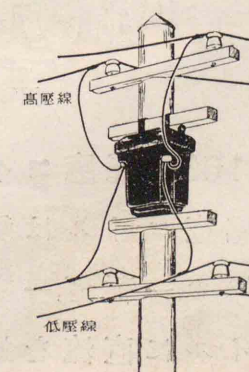


(圖516) 豆變壓器を用いたベル回路

電力輸送 山間の水力發電所から、遠隔の市街へ電流を送る場合には、輸送の途中、導線の抵抗の爲に、電流の一部が熱となつて無益に消失する

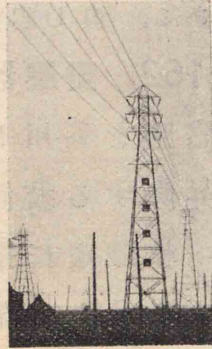


(圖517) 送電用大變壓器

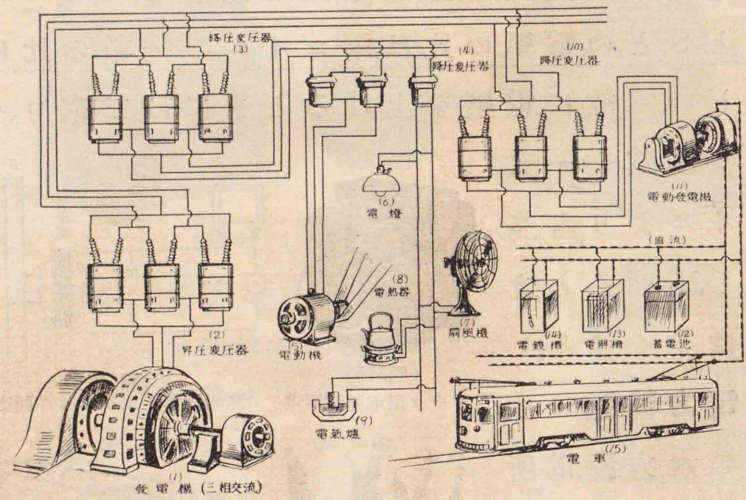


(圖518) 電柱上の變壓器

ことを防ぐ爲に、電壓を高めて弱い電流とし、市街の近くで電壓を低くし、強電流として使用するのである。高壓の電流は危険であるから、通常電柱の碍子又は腕木を赤くして警戒する。



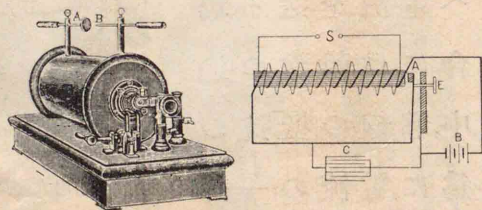
(圖519) 高壓線



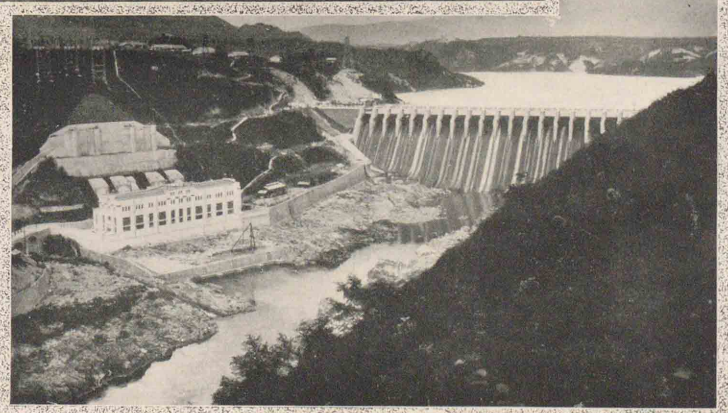
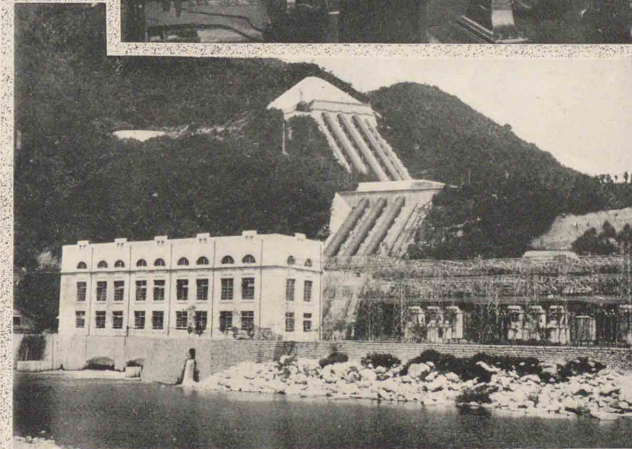
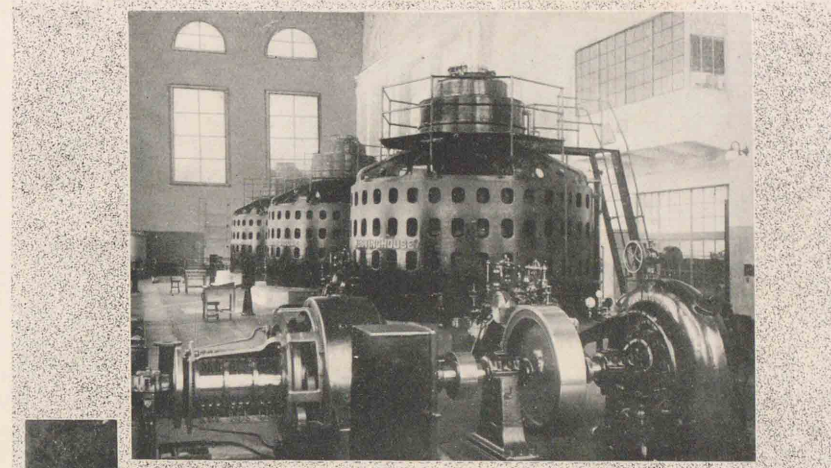
(圖520) 電力輸送

163. 感應コイル

感應コイルは變壓器の一種で、一次コイルに直流を通じ、電鈴の場合と同じ



(圖521) 感應コイル



(上) 發電機の勵磁機 (長野縣西筑摩郡讀書村・讀書内部) 發電所
 (中) 發電所 (長野縣西筑摩郡讀書村)
 (下) 發電所 (岐阜縣惠那郡蛭川村) (大同電力株式會社)

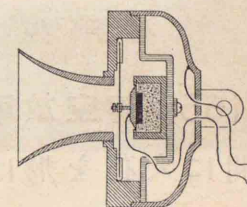
やうに自身で斷續すると、捲數の非常に多い二次コイルに極めて高い電壓が生ずる。

164. 電話機

豫習事項 電話機の原理の説明を圖 522 及び圖 523 について試みよ。

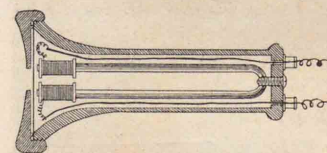
電話機は、送話器によつて音聲を電流の強弱に變へ、受話器によつてこれを再び音聲に變へて通話する装置である。

送話器は軽く接觸する炭素粒の抵抗が、壓力の増減によつて非常に變化することを利用したもので、薄い炭素板の振動板に接して、炭素粒



(圖522) 送話器

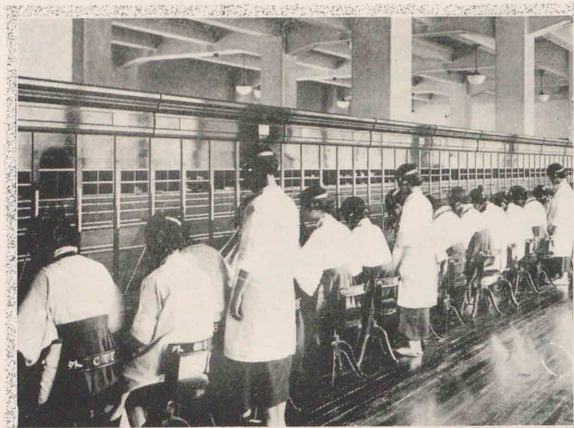
をゆるく詰めた炭素函がある。電流は振動板から炭素粒を経て受話器に流れる。



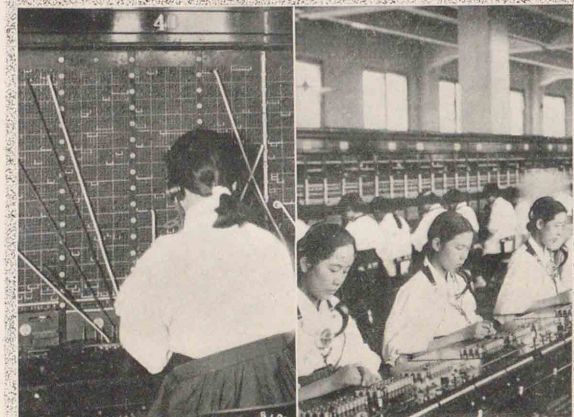
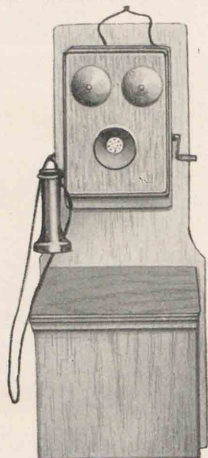
(圖523) 受話機

受話器は電磁石を應用したものであつて、馬蹄形磁石の兩脚の端にコイルを捲き、その前に接近して薄い鐵板がある。

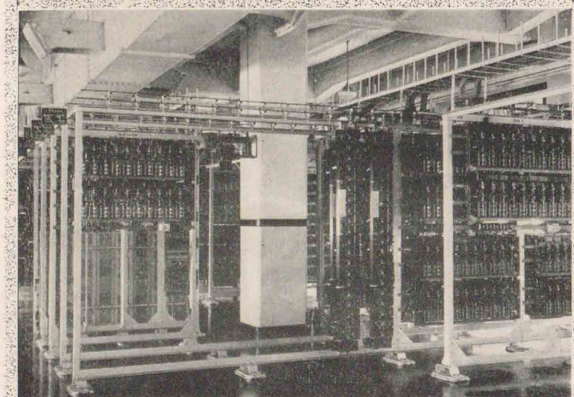
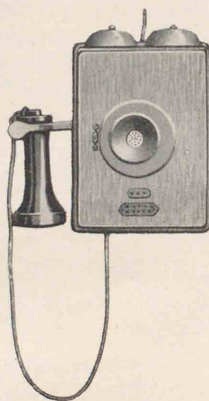
送話器・受話器を電池の回路に入れ、送話器に向つて發聲すると、音波に應じて振動板は振動し、その爲に炭素粒の抵抗が變り、隨つて電流の強さはこれに應じて變化する。この電流が受話器内に流れると、その電磁



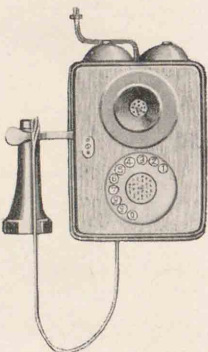
磁石式電話機



共電式電話機

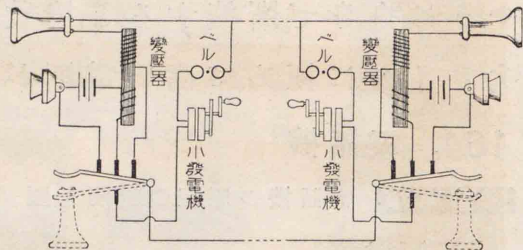


自動式電話機



(上)及び(中左) 手働式(共電式)交換臺 (中右) 自動手働連絡交換臺
(下) 自動式交換機

石の磁力は増減し、
鐵板を引附ける度
合を異にするから、
鐵板は振動し音聲
を再現するのであ
る。



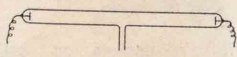
(圖524) 電話機の回路

實際の電話機の連結には變壓器を挿入する。

第九章 真空放電・放射能

165. 真空放電 常壓の氣體中で、二つの導體
間に火花を飛ばすには、大なる電壓を要するが、
氣體を稀薄にすると、放電が容易になる。かや
うに稀薄な氣體中に於ける放電を真空放電と
いふ。しかし尙一層稀薄にすると、放電は再び
困難になる。

真空放電は、圖のやうな硝子管の
兩端に電極を封じ込み、これに感應
コイルの兩極を連結し、排氣ポンプ

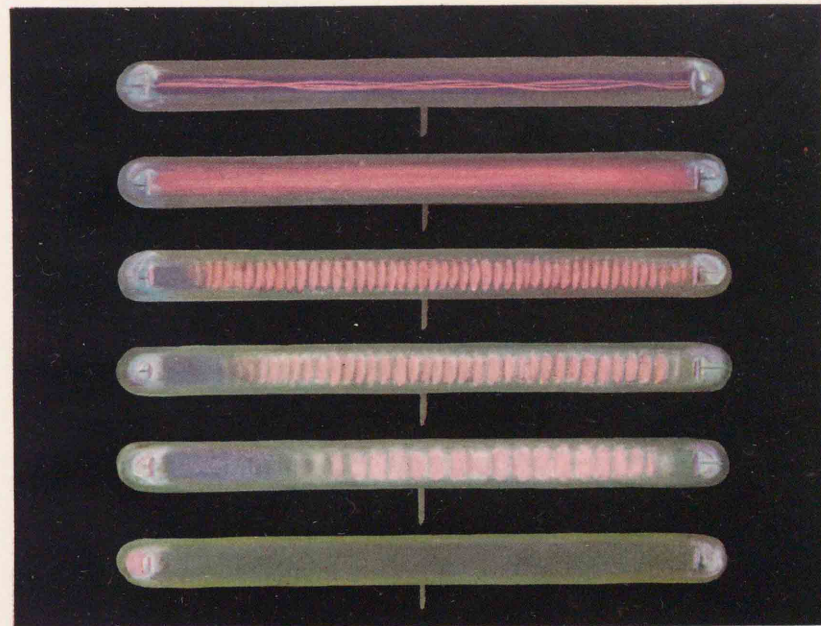


(圖525) 真空放電用管

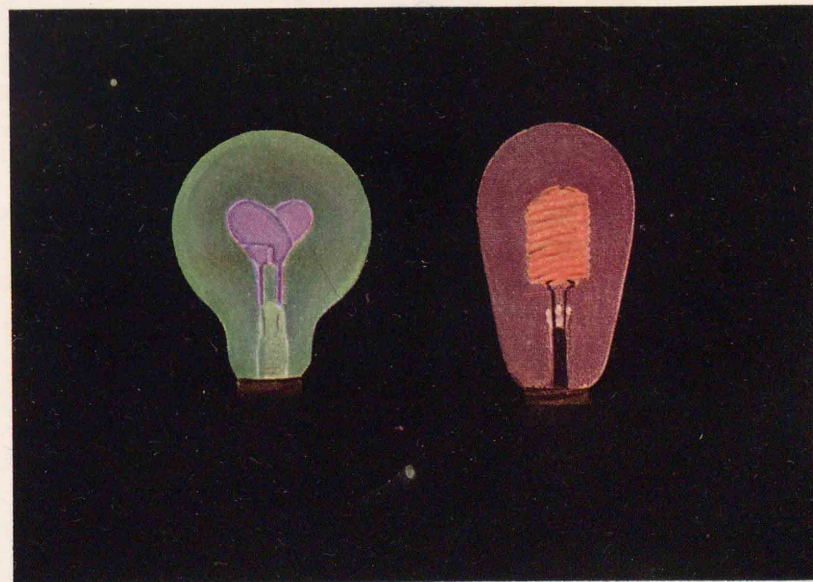
圖524 は磁石式と稱せられるもので、相手呼び出すには受話機を鈎にかけたまま、把
手によつて小さい磁石發電機を廻轉して電流を起し、相手方の電鈴をならす。

共電式では加入者の電話機には電池及び小發電機を備へず、交換局に備へた蓄電池を
共通に利用する。

以上はいづれも交換局で相手方へ中繼するのであるが、近年自動式が追々採用される
やうになつた。この式ではダイヤルを廻轉すれば交換局内の装置を機械的に働かせて、
相手方へ中繼するやうになつてゐる。



真空放電

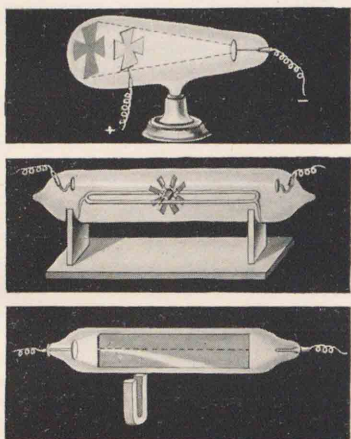


ネオンランプ

クルックス等は圖のやうな實驗の結果、

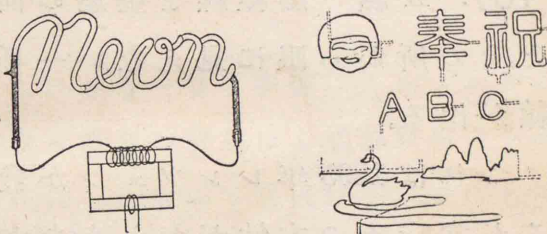
陰極線は、

- (1) 直進する。
- (2) 物體に機械的作用を及ぼす。
- (3) 物體を熱する。
- (4) 電場磁場をうけてその方向を變ずる。



- (5) これ等の性質は管内氣體及び電極金屬の種類に無關係であることを知り、これ等の事實から陰極線は陰極の表面から、高速度で射出する陰電氣を帶びた微粒子であるとした。

で排氣しながら感應コイルを働かせて實驗する。その模様は別圖の通りであるが、管全體が一様な色を呈する程度の真空管を**ガイスレル管**といふ。この光は氣體の種類によつて異り、ネオンガスでは紅色を呈する。近來は**ネオンサイン**として、店先や航空標識に用ひられる。またネオンランプと稱して寢室や便所などの燈火に用ひられる。



(圖526) ネオンサイン

166. 陰極線 ガイスレル管内の空氣をなほ稀薄にして、氣壓が水銀柱の $\frac{1}{1000}$ 耗位になると、管内は暗黒となり、たゞ陰極に對する管壁が螢光を放つて黄綠色に光る。これは陰極から**陰極線**といふものが發せられ、これが管壁に當るからである。

陰極線は、トムソン等の研究により、陰極の面から高速度で射出される**電子**であることがわかつた。この電子は、陰電氣を帶び水素原子の約 $\frac{1}{1800}$ の質量をもつ微粒子で、現今知られてゐるものゝ中で最小質量、最小電氣量をもつもの

である。

また凡て金屬は白熱すると、その表面から電子を放射する。この場合には、この電子を特に**熱電子**と名づける。

167. X線 陰極線を金屬の面で急に止めると、その所から眼に見えない一種の新しい放射線が出る。

これは1895年レントンが發見したのであるが、當時その本性がわからなかつたので**X線**と名づけた。

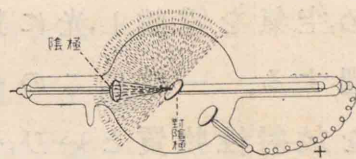
X線は直接眼に感じないが、(1)寫眞作用を呈し、(2)シアン白金バリウムのやうな螢光物質を光らせ、(3)空氣を電離して導體化し、(4)光の通過しない木や肉をも通過する。

その透過度は、略、物質の密度に逆比例するから、例へば螢光板上に手を置き、これにX線を當てると、板上に骨の陰影が見える。また螢光板の代りに寫眞乾板を置けば、骨の陰影の寫眞が得られる。これが人體や工業用材料の内部診断に用ひられる所以である。

(5)人體に對して特殊の生理作用を呈する。

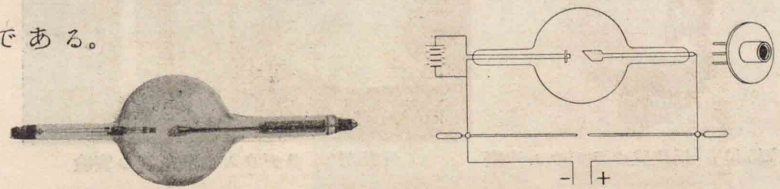
など種々の特性をもつてゐる。

X線を發生させる**X線管**は、圖527のやうに凹形をしたアルミニウム板の陰極から、高速度で射出する陰極線を、タングステン・白金などで造つた**對陰極**で止めるやうにしたものである。



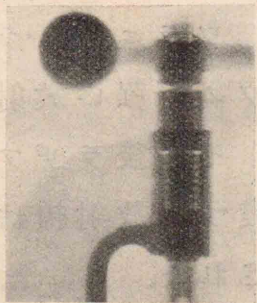
(圖527) X線管

近頃よく用ひられる**クーリッチ管**は、クーリッチの發明にかゝり、管内を高度の眞空にし、螺旋狀のタングステン纖維を陰極にしたもので、陰極に別に電流を通ずると、白熱された纖維から熱電子が出で、高電壓のため高速度で對陰極に衝突して強いX線を發生するのである。



(圖528) クーリッチ管

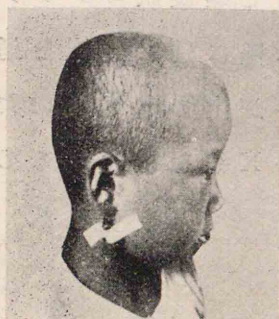
168. 放射能 X線發見の翌年、1896年ベクレルは、ウラニウム及びその化合物が、眼に見えない**放射線**を出すことを發見した。即ち寫眞乾板を黒紙に包み、その上にウラニウムの化合物をのせて置くと、寫眞乾板に感光する。こ



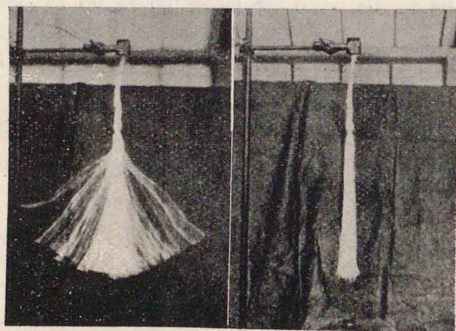
(圖529)
ラヂウムによる寫眞

の放射線はこの外、X線のやうに螢光を發せしめ、空氣を電離し、光に對して不透明な物質を通過する。一般にこのやうな放射線を出す物質を放射能物質といひ、その性質を放射能といふ。

その後1898年キュリー夫人は、ピッチブレンドと稱する鑛石から、ウラニウムよりも遙かに放射能の強いラヂウムといふ新元素を發見し



(圖530) 扁桃腺のラヂウム治療



(圖531) ラヂウムの放射能の實驗

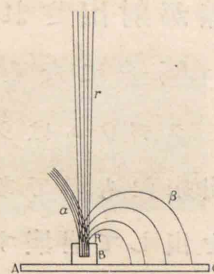
た。ラヂウムは、X線と同じく醫療に盛に用ひられてゐる。

ウラニウム・ラヂウムの外、アクチニウム・トリウムも強い放射能を有する。

その後ラザフォードによつて、放射性物質の發する放射線は、 α β γ の三種あることが明かにされた。

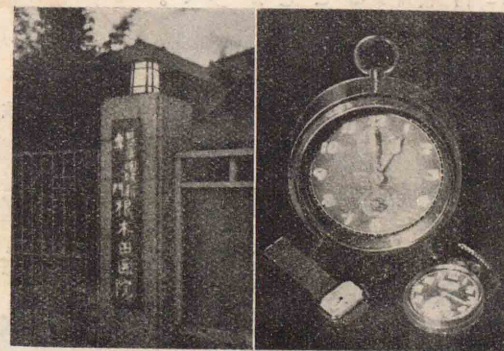
α 線は電子の帶電の二倍の陽電氣をもつた

ヘリウム原子が射出されるものであり、 β 線は陰極線に相當するもので、電子の放射である。 γ 線はX線に似たもので、 α 線、 β 線のやうに電氣を帶びた微粒子でない。故に磁石を用ひて圖532のやうに、これ等の三放射線を分けることが出来る。



(圖532)

夜光塗料は燐光を發する物質に、極微量の放射性物質を混じたもので、暗中でもこれを認めることが出来る。



(圖533) 夜光塗料の利用

時計の針や、文字や、表札などに塗つて用ひる。

169. 原子の構造 物質の原子は陽電氣を帶びた質量の大きな陽核と、陰電氣を帶びた質量の遙かに小さい數多の電子とからなつてゐる。

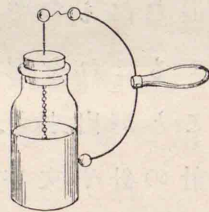
放射能を有する物質は、原子量の大きな原子で、この結合が不安定であるから、 α 粒子や電子が脱出する。これが放射線である。故に放射

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。これを**原子の崩壊**といふ。

ラヂウムはウラニウム原子が數段の崩壊をなして出来たものであり、ラヂウム原子が更に一個の α 粒子を出して崩壊すると、**ラヂウムエマナチオン**(又は**ラドン**)と稱する放射性氣體元素になり、更に數段の崩壊の後に遂に鉛に變る。ラヂウムエマナチオンは鑛泉中に含まれることが多い。

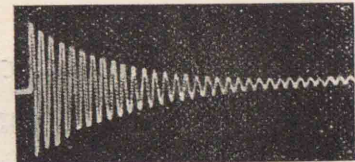
第十章 電 磁 波

170. 電氣振動 蓄電したライデン壺の内外の箔に放電叉を近づけると、その間に火花が飛ぶ。この時火花はたゞ一回飛ぶやうに見えるが、實は一秒間に幾百萬回その方向を變へる火花の連続であり、この火花を傳つて、振動數の非常に大きな一種の交流が流れてゐるのである。このやうな交流を**電氣振動**といひ、蓄電器が放電叉で連結されたときのやうに、振動を起す回路を**振動回路**といふ。



(圖534) ライデン壺の放電

この際の電氣振動の波形は下圖に示すやうに、振幅の次第に減少する**減衰振動**であるが、これに對して振幅の減少しない**非減衰振動**がある。

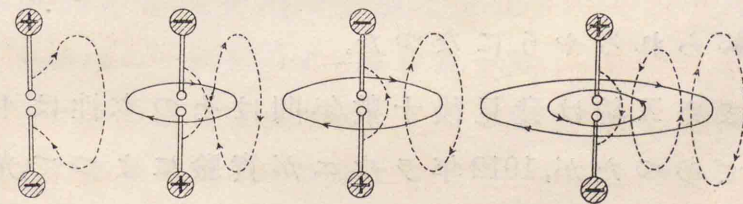


(圖535) 減衰振動

電氣振動の振動數は、振動回路の有する電氣容量と自己感應によつてきまる。故に振動回路には發音體の固有振動のやうに、**固有振動**をもつてゐる。

またその振動數は電氣容量と自己感應の大きい程大である。

171. 電磁波(電波) 發音體が振動すると、その周圍の空氣に音波を生じて四方に傳播するのと同じやうに、振動回路に電氣振動が起ると、周圍にエーテルの波が生じ、四方に波及する。これを**電磁波**又は**電波**といふ。



(圖536) 電 磁 波 の 發 生

二つの電極間に放電させると、電氣振動の結果、兩極が交互に陰陽に帶電され、それにつれて電場が週期的

に變化し、この變化が四方に傳播する。これが電波である。

また振動電流につれて、周圍の磁場が週期的に變化し、この變化が四方に傳播するのが磁波である。

電場の變化と磁場の變化は同時に起るから、電波と磁波は相伴つて傳播するので、二つを合はせて電磁波といふのである。

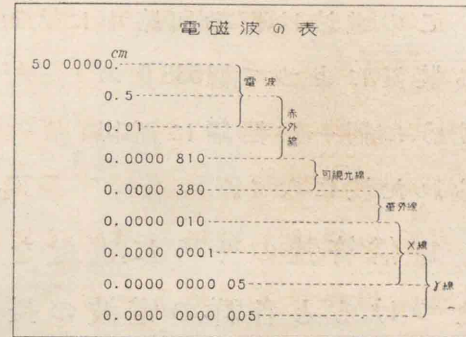
1864年マックスウエルはこの電磁波を豫想し、理論上からその速度が毎秒30萬軒であることを算出し、この値が光の速度と同じであることから、光波は一種の波長の短い電磁波であると推論した。これを光の電磁論といふ。

その後1888年にヘルツは實驗的に電磁波の存在を證明し、且電磁波は光波のやうに反射・屈折・干涉することも示したので、この説は一般に認められるやうになつた。

またX線は發見後十數年間はその本性は不明であつたが、1912年ラウエが實驗によつて、光よりも波長の遙に短い電磁波であることを確めた。

それで次の表に示すごとく、無線用電波より、

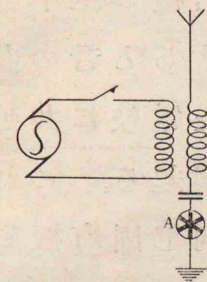
赤外線・可視光線・堇外線・X線・γ線に至るまで、各名稱もその作用も異にしてはゐるが皆同じ電磁波であつて、ただその波長を異にするだけである。



172. 無線電信 無線電信は1897年マルコニーによつて發明せられ、その後數多の改良が加へられて今日に至つた、電波を應用した通信法である。

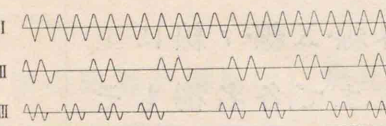
發信機 現今主として用ひられて、ゐる發信機は普通の電信符號に應じて、長短の時間を隔てて非減衰の電波を出す装置である。

發信機の一例を示すと、毎秒數十萬サイクルの高周波發電機によつて發生した振動電流を、感應によつて空中に移し、四方に電波を射出する。



(圖537) 發信機

最近盛に研究されてゐる宇宙線は、宇宙の未知の源から發せられて、地球に微量しか達しない放射線であるが、その本性は尙未解で、γ線よりもつと波長の短い電磁波であるとする學者と、非常にエネルギーの大きな帶電粒子若しくは中性の粒子であるとする學者とがある。

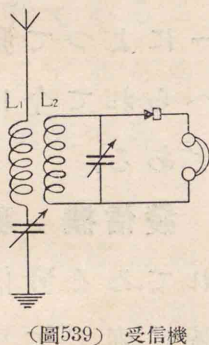
この電波は、振動回路中に入れて毎秒數百回斷續する装置によつて、圖538Ⅱの  のやうに、同一の intervals に區切られた波になる。

(圖538) 無線電信の電波

電信符號のやうに、電鍵を押へる時間に長短をつけると各群の電波の長さに長短が出來(圖538Ⅲ)、これによつて通信する。

我が國の無線局は 13000—20000 米の長波長と 15—70 米の短波長の電波を用ひて、對歐・對米の通信をしてゐる。

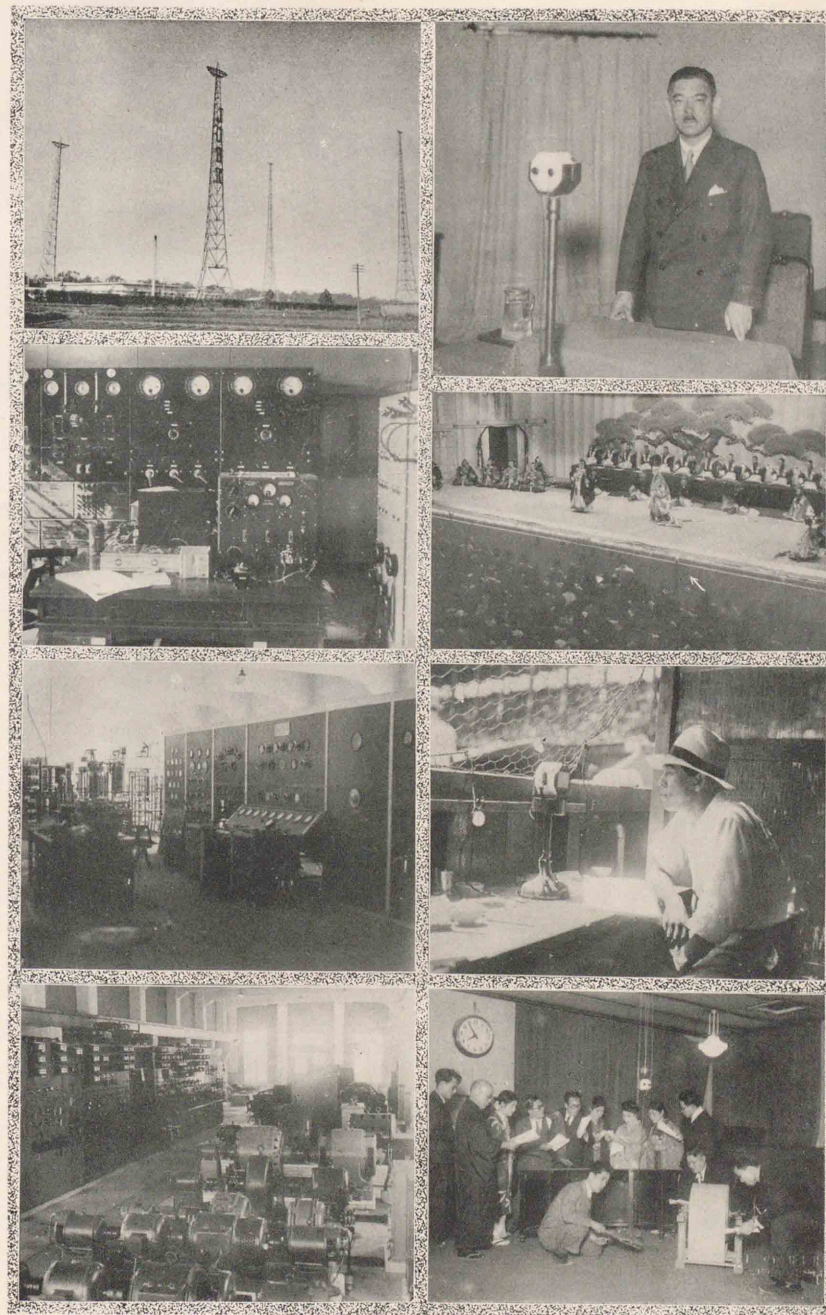
受信機 受信機の空中線を發信機の空中線と同じ固有振動にすると音の共鳴と同様に、當來した電波に共鳴して、強い電氣振動が起る。これがコイル L_1 と L_2 の感應によつて、同じ固有振動を有する回路に移つて、こゝに振動電流が流れる。しかしこゝに受話器を入れても、周波數が非常に大であるから、その鐵板はこれに伴つて振動することが出來ない。それで鑛石檢波器を入れると、振動電流の一方向の



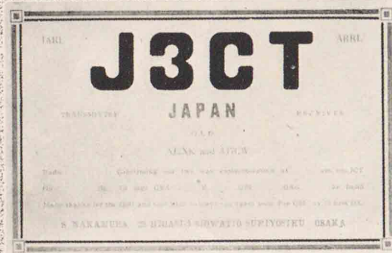
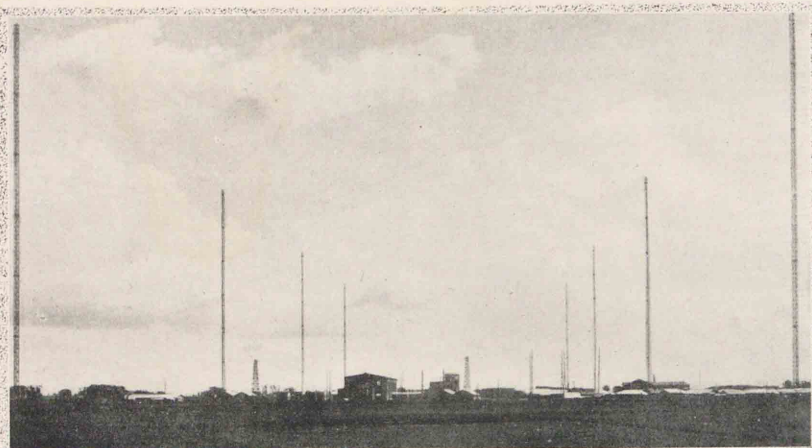
(圖539) 受信機

最近は眞空管を用ひた發信機を多く用ひてゐる。

ラヂオ放送装置 (JOBK)

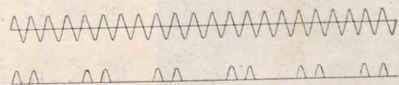


(左上ヨリ) 千里山放送所外觀・音量調節機・放送機・發電機
 (右上ヨリ) 講演・舞臺中繼・野球中繼・ラヂオドラマ



(上) 名古屋無線電信局 (依佐美送信所)
(中) アマチュアの短波長J3CT (卓上は受信機・棚上は発信機)
(下) QSLカード(交信者間に交換する受信完受を証明するカード)

電流だけが通るやうになり、振動電流の一切ごとに鐵板を引き

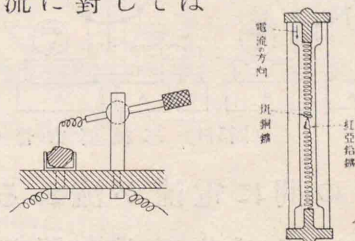


(圖540) 整流された振動電流

つけて音を出す。故に切れ切れの電波が続いて來る時間の長短で、長短の音が聞え、これで受信することが出来る。

鑽石檢波器は、特別な二種の異なる鑽石、或は金屬の針と鑽石とを軽く接觸させたものである。これを振動回路に入れると一方向の電流に對しては

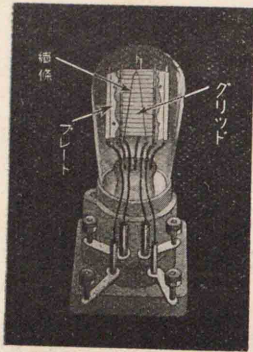
抵抗が少く、反對の方向の電流に對しては抵抗が大となるため、整流作用即ち檢波作用が生ずるのである。



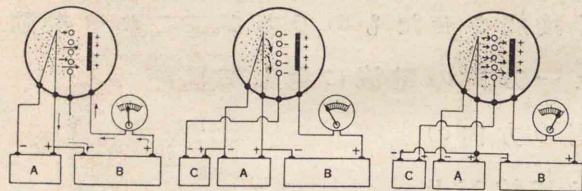
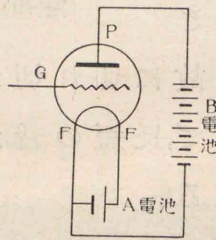
(圖541) 鑽石檢波器 (圖542) 固定鑽石

173. 三極真空管 電波の檢波作用は、熱電子の現象を利用した三極真空管により、更に鋭敏に行ふことが出来る。三極真空管は、高度の眞空内に織條Fと、これに對して金屬板(プレート)Pとを對置し、その間に網狀の導體(グリッド)G

鑽石檢波器 普通には斑銅鍍と紅亞鉛鍍、洋銀と黃銅鍍などが用ひられる。この檢波器は、感度のよい接觸點を探し出すのであるが、固定鑽石と稱して、適當に接觸させてこれを固定し、調節不用のものが多く用ひられてゐる。



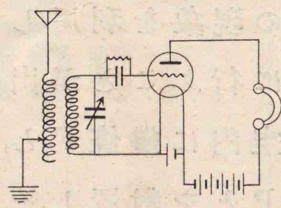
(圖543) 三極真空管及びその配線



(圖544) 三極真空管の作用

を設けたものである。圖543の如く電池Aで織條を熱すると熱電子が放出される。このとき電池Bの陽極をプレートに、陰極を織條につなぐと、熱電子は織條よりプレートに達し、この間に電流が流れる。

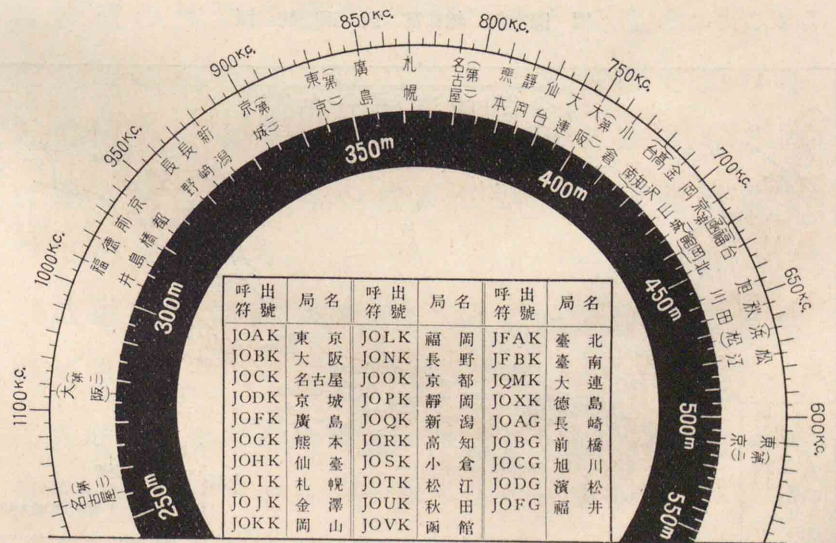
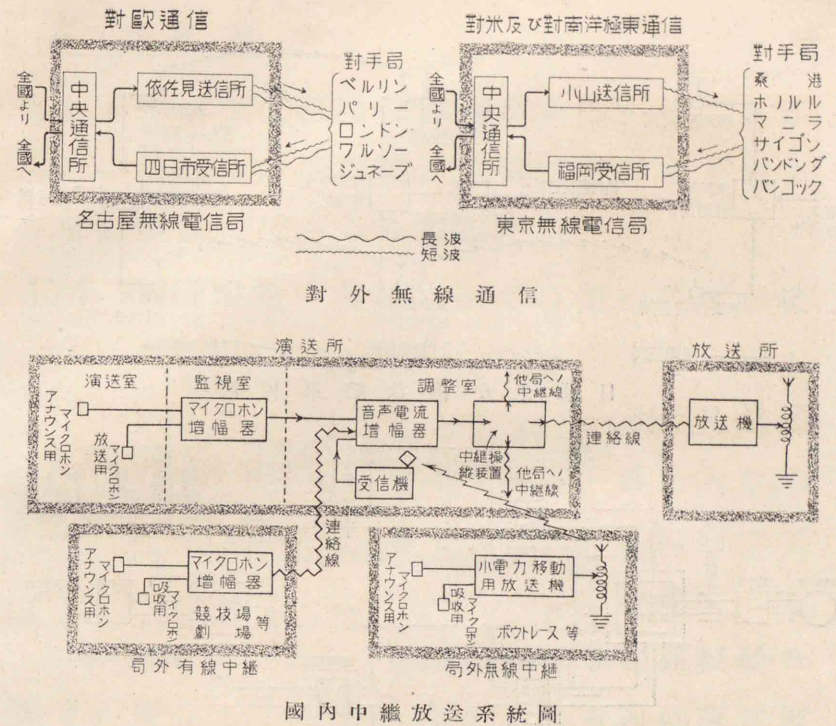
いまグリッドを陽に帯電させると、織條より電子を多く引出すから、プレート電流は増加し、陰に帯電させると、電子のプレートに達するのを妨げるから殆どプレート電流が流れない。故にこれを圖545のやうに受信機の回路に入れると、檢波作用を行ふのである。



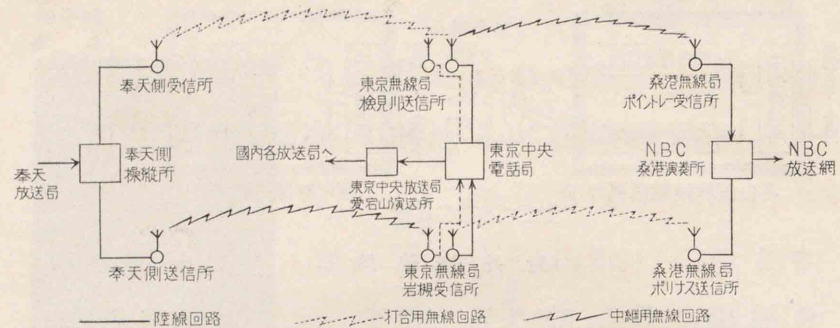
(圖545)

三極真空管を用いた受信回路

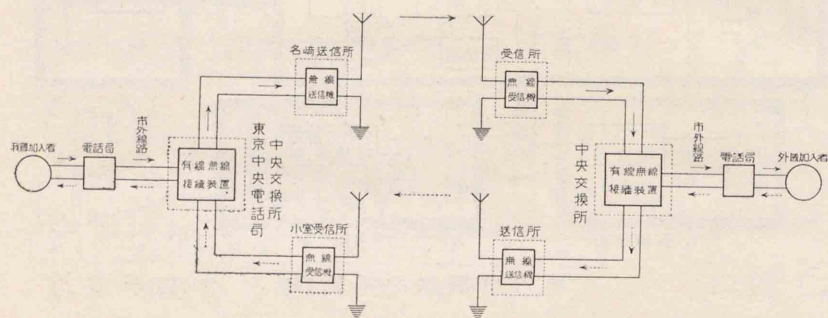
三極真空管は檢波作用の外に、弱い電流の變



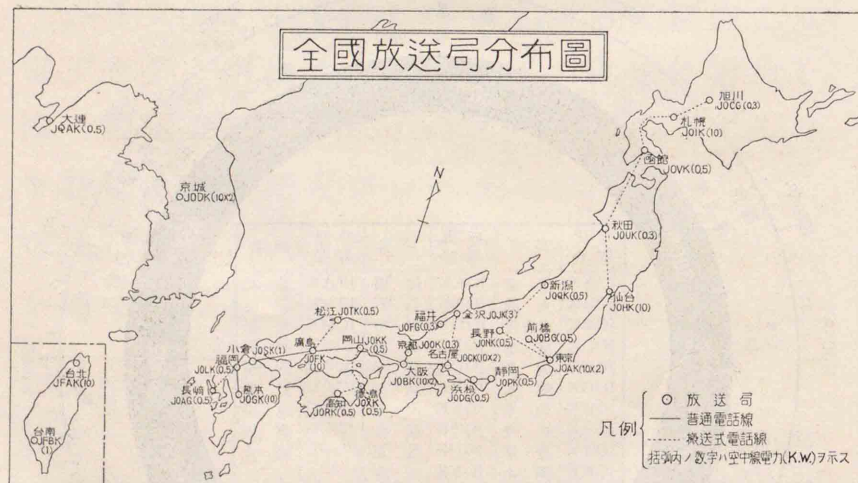
本邦放送局一覽



日滿米中繼放送系統圖

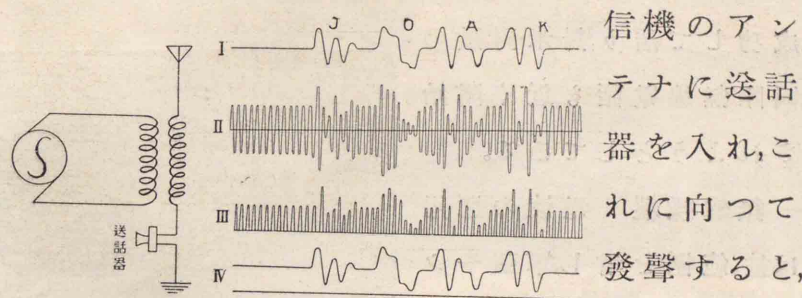


國際無線電話系統圖



化を強くする所謂**増幅作用**があるので、これがラヂオ受信器の擴聲装置、電氣蓄音器など、種々の増幅装置に用ひられてゐる。

174. 無線電話 無線電話では、無線電信の發



(圖546) 發信機

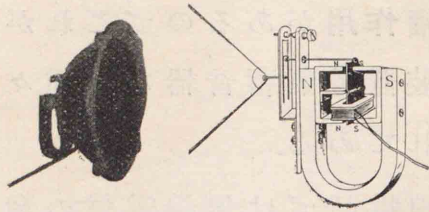
(圖547) 無線電話の電波

信機のアンテナに送話器を入れ、これに向つて發聲すると、電氣振動の強さが變化し、アンテナ(I)より出る非減衰電波は音波の波形に随つて(II)のやうになる。これを無線電信の時と同じやうな受信機で受けると、整流して(III)のやうな振動電流となり、もとの音聲と同じ波形(IV)の音が受話器や擴聲器によつて再現される。

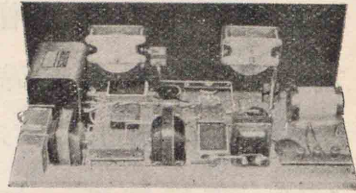
放送無線電話(ラヂオ)はこの原理によるものである。

我が國の放送局は現在では大小約30ヶ所で、その使用波長は250米から500米のものが多い。

また歐洲及び米國よりの短波長による中繼放送も



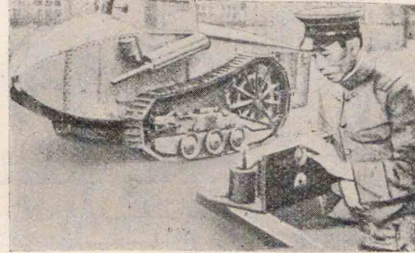
(圖548) 擴聲器



(圖549) 受信機

成功して居り、對米對歐の國際無線電話も近く開始されようとしてゐる。

無線操縦 電波の應用は益、範圍を増し、軍艦や坦克の無線操縦に成功するに到つた。



(圖550) タンクの無線操縦

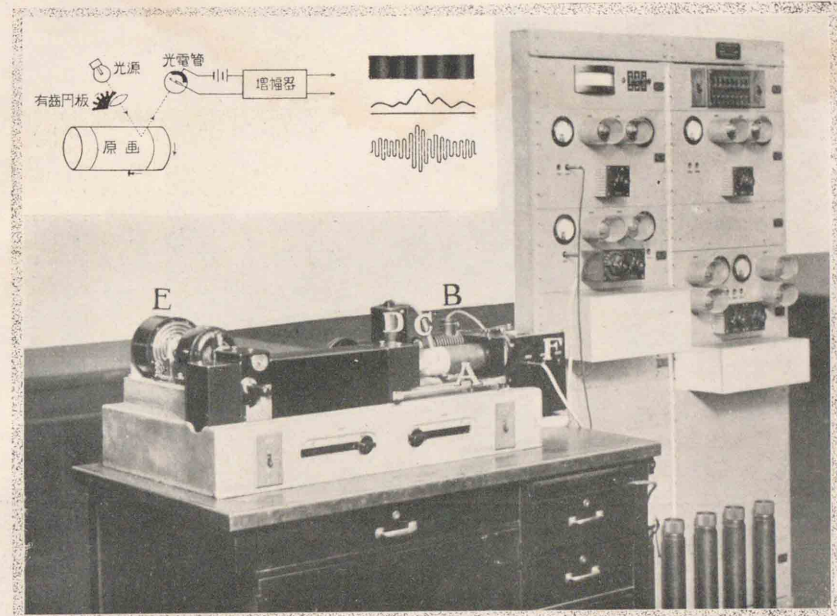
羅針局 航海・航空中の船舶や飛行機の依頼により、それらから電波を發射させて、その位置を決定し、無線にて通知する。

第十一章 光電管及びその應用

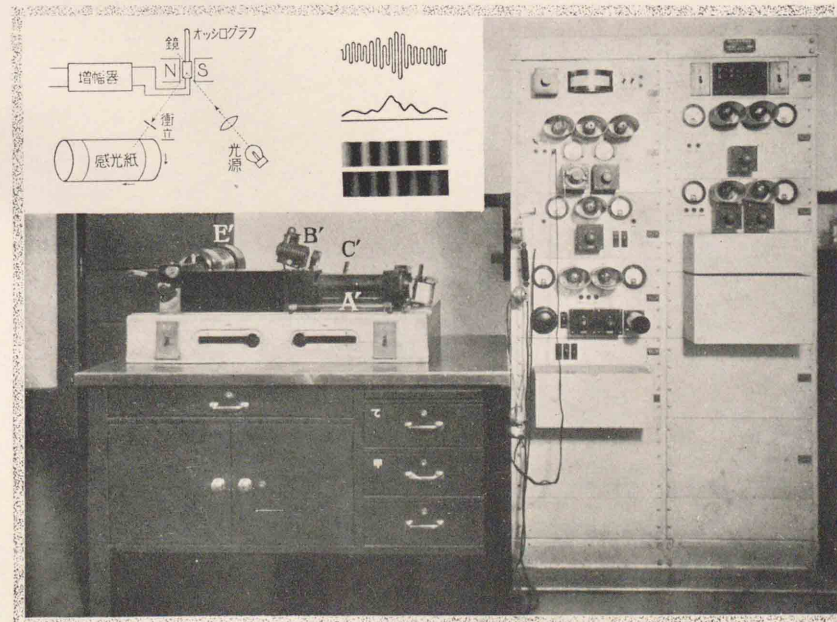
175. 光電管 金屬の表面に光を當てると、その表面から電子が射出せられる。この現象を光電効果といひ、この電子を特に光電子といふ。

光電管(又は光電電池) は光電効果を應用して、光の變化を電氣的變化に變へる一種の二極

寫眞電信の送受信機



送信機 A. 原畫捲付圓筒 B. 光源 C. レンズ D. 光源管 E. 電動機 F. 光電管電流增幅機



受信機 A'. 感應光膜捲付圓筒 B'. 光源 C'. レンズ E'. 電動機

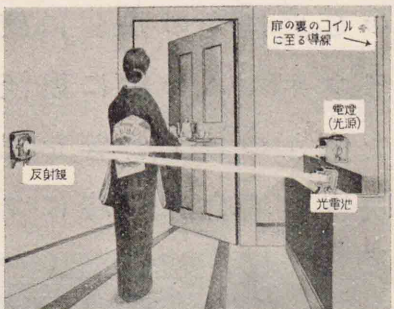
真空管である。圖551は光電管の作用を説明



(圖551) 光電管とその接続

するもので、真空の硝子球の中に金属製輪の陽極と、アルカリ金属即ちナトリウム・カリウム・セシウムなどの薄膜の陰極とがある。兩極から

出ている導線に、電流計と電池とを連絡して置き、硝子球の外部から光線を当てると、陰極から光電子が出て陽極に至り、随つて回路には矢の方向に電流が流れて、電流計が振れる。この際回路を流れる電流の強さは光の強さに比例する。この性質は、電送寫真・發聲活動寫真・テレビ



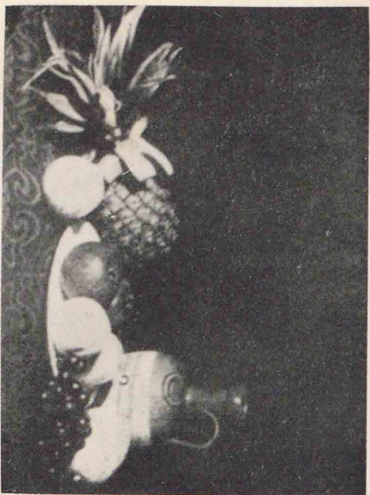
(圖552) 光電管の利用

ジョンなどで、光の強さの變化を電流の強さの變化に變へる時に用ひられる。

176. 電送寫真 發信装置は、原寫眞の各部分へ順次に光をあてると、その濃淡に應じて膜の透過光又は反射光の強さが變化するから、これ

電 報 電 報 電 報

東京大阪間
電報
取投開始

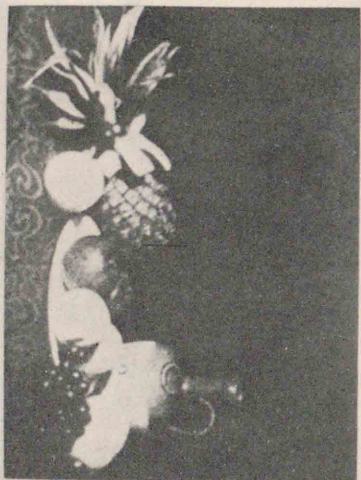


電報電報は寫眞・繪畫・指紋・商品見本の様式・統計其の他數字の多い電報も電送するのに便利であります
このリーフレットは電報電報通信機甲號の寫物大で表面は寫眞電報の原畫・裏面は電送されたものです。御封筒下さい
原畫の赤の文字は黒く表はれ、輪郭の青は表はれ、まきん文線・紫・黄の如き色も表はれなかつたり、極めて濃く表はれますから御注意下さい

省 信 遞 信 省

昭和五年八月から東京大阪間に開始された寫眞電報

東京大阪間
電報
取投開始



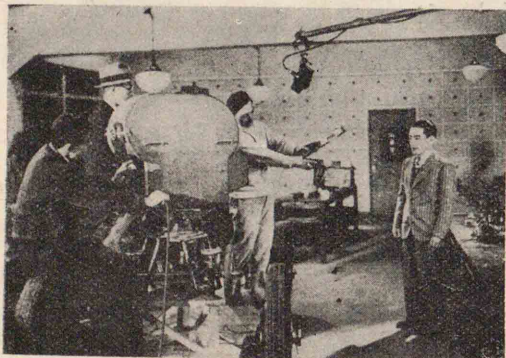
電報電報は寫眞・繪畫・指紋・商品見本の様式・統計其の他數字の多い電報も電送するのに便利であります
このリーフレットは電報電報通信機甲號の寫物大で表面は寫眞電報の原畫・裏面は電送されたものです。御封筒下さい
原畫の赤の文字は黒く表はれ、輪郭の青は表はれ、まきん文線・紫・黄の如き色も表はれなかつたり、極めて濃く表はれますから御注意下さい

省 信 遞 信 省

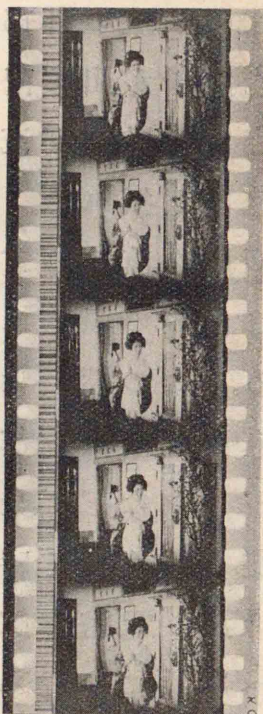
を光電管に受け、電流の強さの變化に變へて送るのである。

受信装置は濃淡に應じて送られた變化のある電流を、種々の仕掛で再び光の強さの變化に變へ、これを發信の時と同じやうに動きつゝある寫眞乾板に當て、原畫と同様の寫眞を得るのである。

177. 發聲活動寫眞(トーキー) 活動寫眞を撮影すると同時に、微音器を通して音響を電流の強弱にしたものを、更に光の強弱に變へて、同じフィルムに濃淡の細線を焼きつけて、音響を記録する。映寫の場合は同時にフィルム



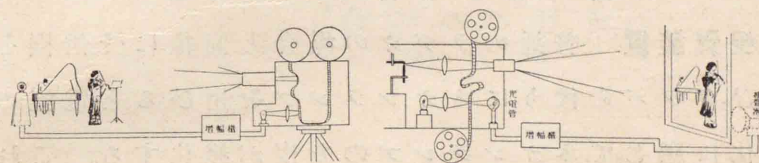
(圖553) トーキー撮影機



(圖554) トーキーフィルム

の縁に光を當て、フィルムを透過した光の強弱を、光電管により電流の強弱に變へ、これを擴聲装置に入れて音響を再現させるのである。

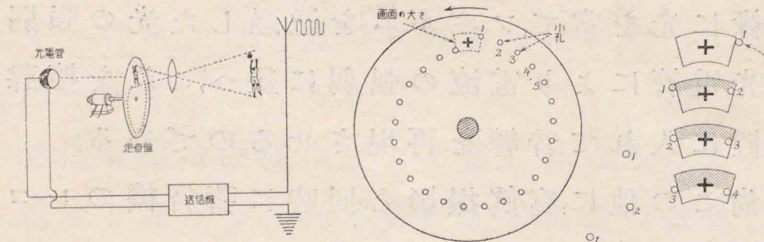
尙この他に、寫眞撮影と同時に蓄音機のレコードをとる方法もある。



(圖555) トーキーの原理

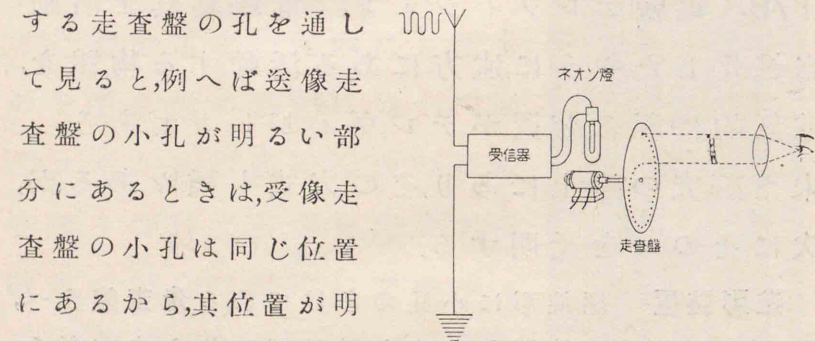
178. 電視(テレヴィジョン) 電送寫眞を活動寫眞化したやうに、遠方にある活動する物體を、電氣的に視る装置がテレヴィジョンである。未だ研究の途上にあり、その方式も種々あるが、次にその一を説明する。

送影装置 螺旋形に小孔のあけてある走査盤上へ、レンズを用ひて物體を映寫し、電動機に依り走査盤を回轉させると、第一の小孔が像の上端を右から左へたどり終ると、第二の小孔が次の行をたどり、かくして最後の孔が下端をたどり終ると、また第一の孔からと云ふ様にして、像を圓盤の小孔の數だけの細い部分に分ち、小孔を通して、毎秒十數回の割合で光電管に送る。光電管はその都度受ける光の強弱に應じて電流を生じこの電流の變化が無線送信機によつて送られる。



(圖556) 送影装置及び走査盤

受影装置 普通のラジオの場合と同様に受信機を用ひ、ラツパの代りにネオンランプを用ひると電流の變化に應じてネオンランプの光度が變化する。これを送影装置の走査盤と同様の孔を有し週期的に廻轉する走査盤の孔を通して見ると、例へば送像走査盤の小孔が明るい部分にあるときは、受像走査盤の小孔は同じ位置にあるから、其位置が明るく感ぜられる様に、送



(圖557) 受信装置

像の明暗と同明暗が受像走査盤から順次に眼に感ぜられる。しかも毎秒十數回以上の速さで走査盤が回轉してゐるから、順次に光が眼に這入つても一時に各部の光を受けたと同じ感がし、また活動寫眞と同様に動いたものも見得るのである。

——(終)——

昭和九年十一月十二日
文 部 省 檢 定 濟
 高等女學校理科用

昭和5年12月30日印	刷	昭和6年1月5日發	行
昭和6年2月15日訂正再版印刷		昭和6年2月20日訂正再版發行	
昭和9年9月15日訂正三版印刷		昭和9年9月19日訂正三版發行	
昭和9年11月2日訂正四版印刷		昭和9年11月5日訂正四版發行	

女 子
 物 理 學 教 科 書
 改 訂 版

〔本書原圖禁轉載〕

不 許 複 製

定 價 金 九 拾 五 錢

著 作 者 田 中 晋 輔
 磯 谷 貞 次 郎
 發 行 兼 者 田 口 繁 藏
 大 阪 市 西 區 京 町 堀 上 通 一 丁 目 十 六 番 地

發 行 所

精 華 房

大 阪 市 西 區 京 町 堀 上 通 一 丁 目
 電 話 土 佐 堀 二 八 七 八 番
 振 替 大 阪 二 一 九 四 五 番

公 式

密度	$d = \frac{m}{v}$ 7	音波	$v = \lambda n = \frac{\lambda}{T}$ 109
パスカルの原理	$\frac{P}{a} = \frac{Q}{b}$ 12	弦の振動	$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{m}}$ 117
液体の壓力	$p = hd$ 14	氣柱の振動	$\begin{cases} n = \frac{v}{4l} \text{(閉管)} \\ n = \frac{v}{2l} \text{(開管)} \end{cases}$ 118
連通器	$h_1 d_1 = h_2 d_2$ 16	四面鏡	$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f} \\ \text{物體の大きいさ} = \frac{a}{b} \\ \text{像の大きいさ} = \frac{a}{b} \end{cases}$ 128
ボイルの法則	$pv = p'v'$ 24	レンズ	$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{(凸)} \\ -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{(凹)} \end{cases}$ 135
固体の膨脹	$l = l_0 \{1 + \alpha(t - t_0)\}$ 38	オームの法則	$C = \frac{V}{R}$ 174
シャルルの法則	$v = v_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ 41	導線の抵抗	$\begin{cases} R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \text{(直列)} \\ \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \text{(並列)} \end{cases}$ 175
湿度	$H = \frac{p}{P} \times 100$ 59	ジュールの法則	$\begin{cases} H = 0.24C^{\circ}Rt \\ H = 0.24CV \end{cases}$ 176
挺子	$P \cdot CA = Q \cdot CB$ 63		
輪軸	$P \cdot R = Q \cdot r$ 68		
斜面	$P \cdot W = BC : AB$ 72		
力と加速度	$f = ma$ 79		
力積と運動量	$ft = mv - mv_0$ 80		
自由落下の速度	$v = gt$ 82		
同 通過距離	$s = \frac{1}{2}gt^2$ 82		
求心力	$f = m \frac{v^2}{r}$ 84		
仕事	$W = fs$ 93		
運動のエネルギー	$\frac{1}{2}mv^2$ 95		
振子の週期	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 106		

單 位

氣 壓	1氣 壓 = 0°Cの水銀柱760耗 = 毎平方糎1033.6瓦
力の重力單位	1瓦 重 = 質量1瓦の物體の重さに等しい力
力の絶對單位	1ダイン = 質量1瓦の物體に働いて毎秒1秒種の加速度を與へる力
仕事の單位	1珓 米 = 1珓重の力が、力の方向に1米だけ物體を動かした時の仕事
仕事の絶對單位	1エルグ = 1ダインの力が、力の方向に1糎だけ物體を動かした時の仕事
	1ジュール = 10 ⁷ エルグ
工 率	1ワット = 毎秒1ジュール = 1アンペア × 1ボルト
	1馬力 = 毎秒550呎封度 = 毎秒76(珓米) = 746ワット
熱の仕事當量	1カロリ = 4.2ジュール

精華房

