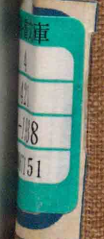
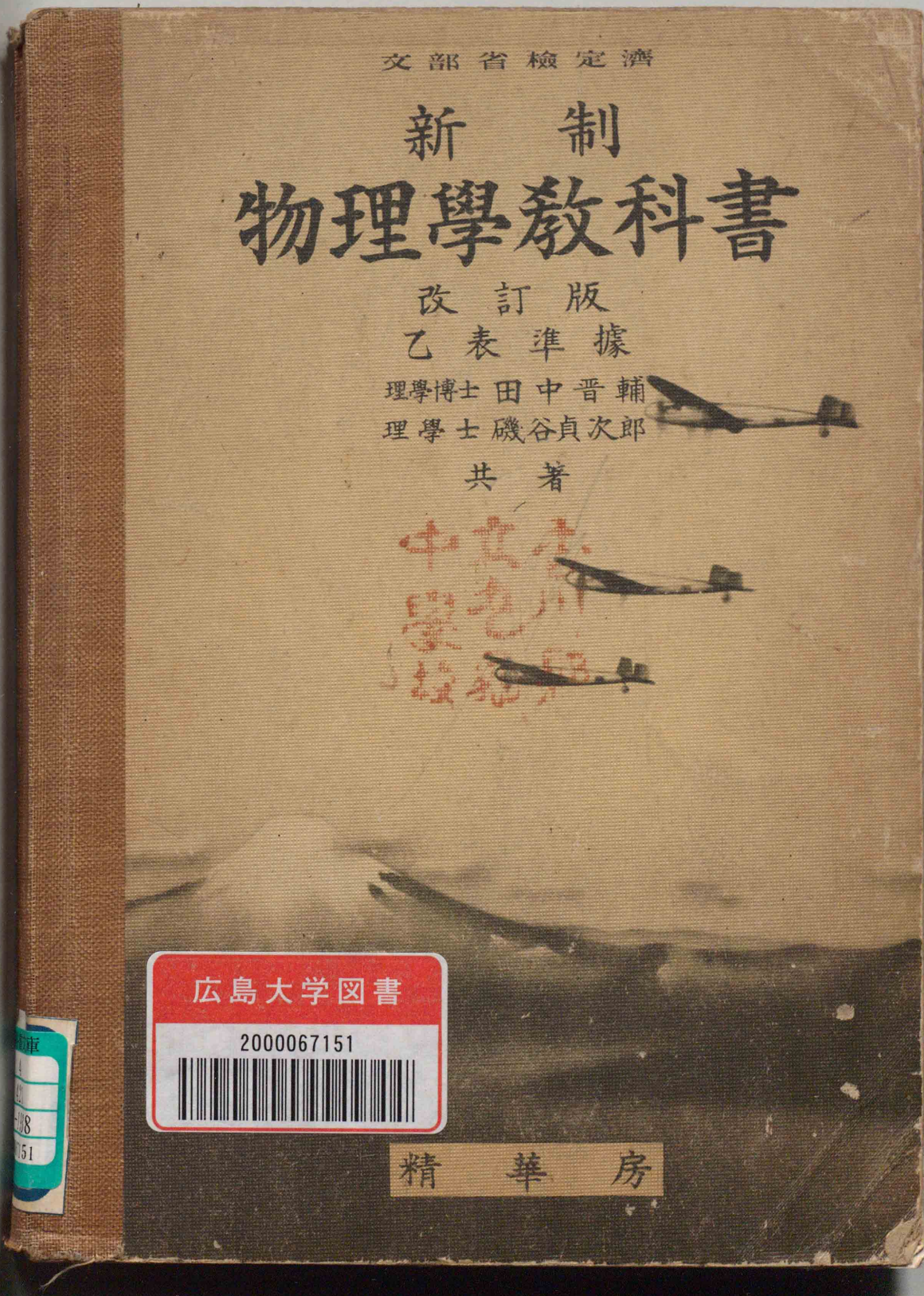
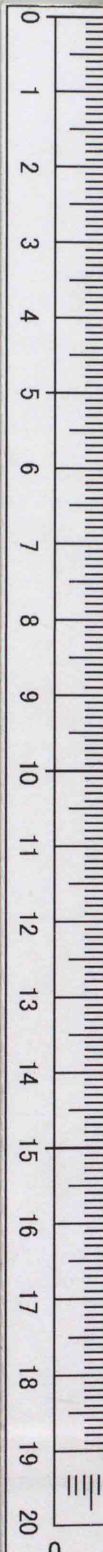
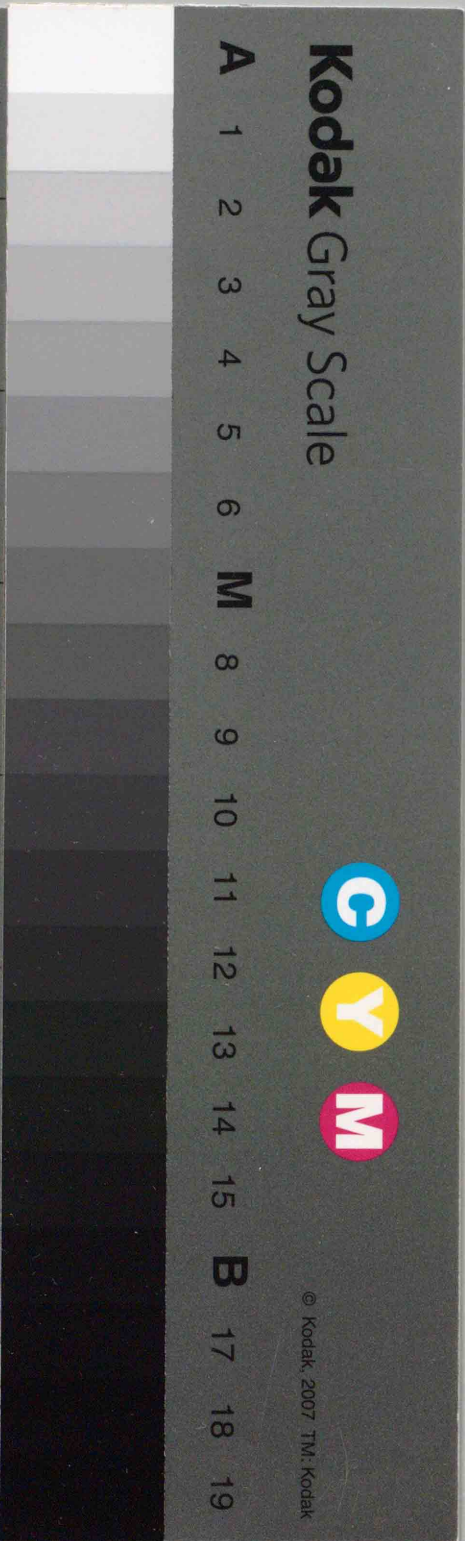
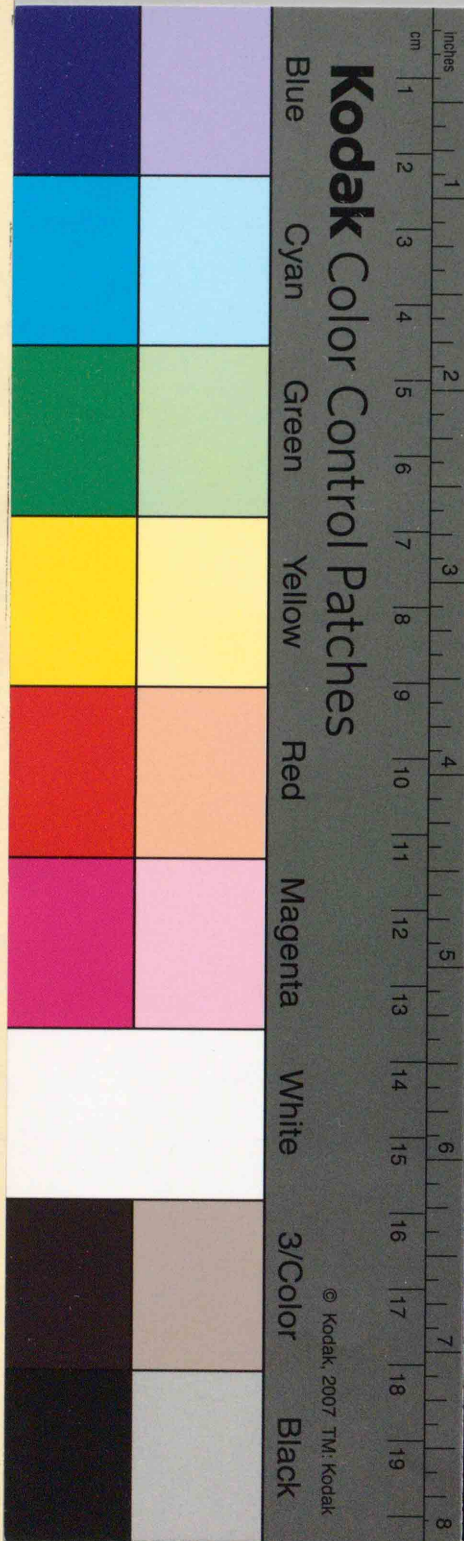


40342

教科書文庫

4
421
41-1938
20000 67151



精華房



42
421
册13

教科書文庫

4

421

41-1938

2000067151

資料室

昭和十三年一月二十日

文部省檢定済

中學校理科用

広島大学図書

2000067151



新制
物理學教科書

改訂版

乙表準據

理學博士 田中晋輔

理學士 磯谷貞次郎

共著



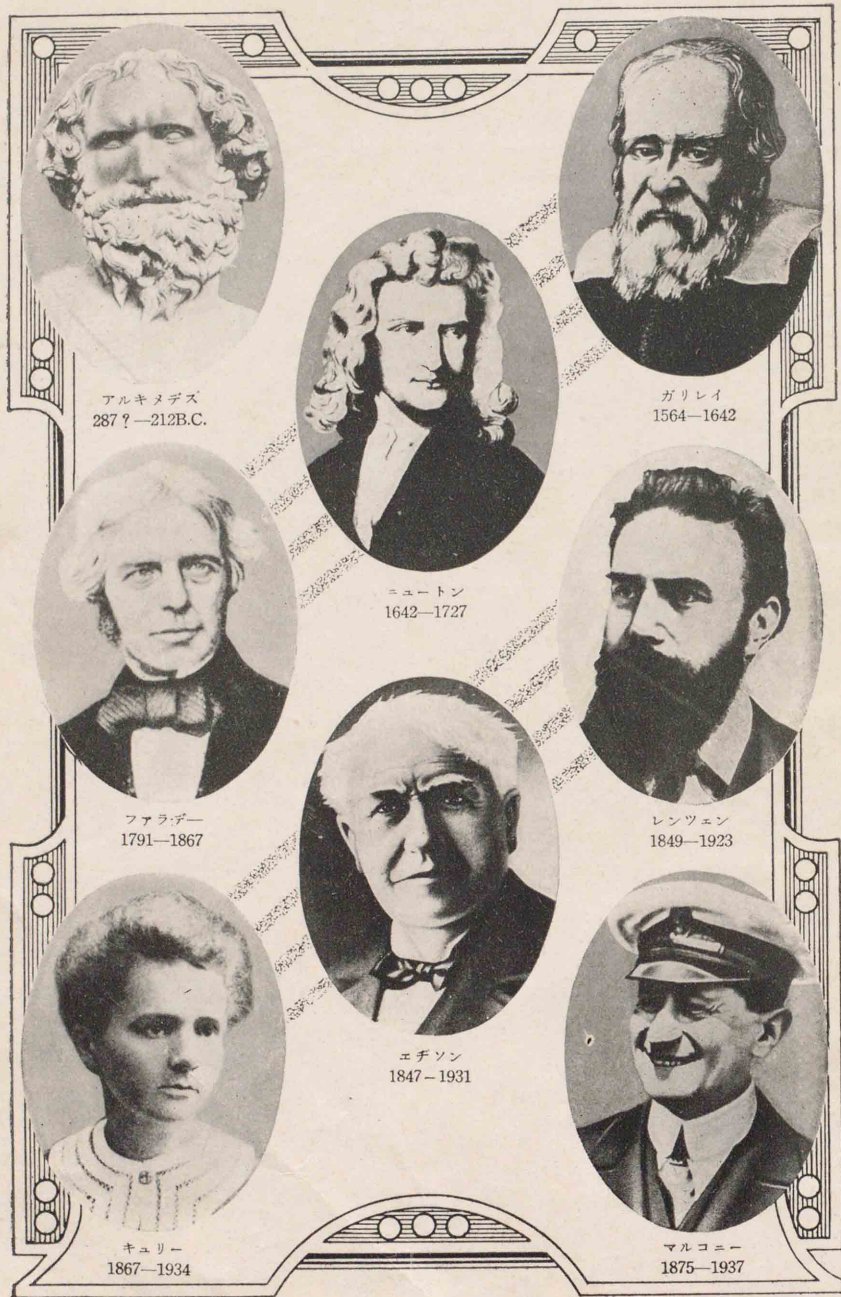
大阪精華房藏版

飛行機
飛行機

飛行機
飛行機



飛行機の上から見た虹



緒 言

本書は昭和六年に改正された文部省の教授要目(理科乙表)に據り、中學校の物理教科書として著したものであります。

編纂にあたり特に注意を拂つたのは次の諸點であります。

- (1) 日本國民としての物理常識を養ひ、物理學に對する興味を起させるやう努めました。
- (2) 日常生活への應用に力を注ぎ、實際に役立つ物理學教科書たらしめようと思つました。
- (3) 最近發達の事項を豊富にとり入れ、今日の物理學教科書たらしめようと思つました。
- (4) 出来る限り挿繪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思つました。
- (5) 一般理科及び小學校理科教材との聯絡を緊密にし、その一手段として豫習事項を設けました。

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たのは、上記の點に留意して、以て中學校物理教授法の改善に微力を致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りません。

終りに臨み、著者は本書の編纂に對して懇切な忠言を寄せられた諸賢、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。

昭和八年十月

著 者 識

改訂版に就て

昭和八年発行の初版は豫期以上の歓迎を受け、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、更に最近發達の事項をとり入れ、挿畫は殆んど全部を新たにし、興味あるものを増加し、一層時代に即した中學物理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。

尙用語は資源局の標準用語案を採用しました。

著者は本書の改訂に當り参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。

昭和十二年十一月

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……………4 |
| 5. 質 量……………6 | 6. 重力・重量……………6 |
| 7. 單 位……………7 | 8. 密度・比重……………8 |
| 9. 力の釣合……………9 | 10. 作用と反作用……………10 |
| 11. 弾力・彈性……………12 | |

第二章 液 體

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 12. 液體の自由表面……………14 | 13. 液體による壓力の傳達……………15 |
| 14. 重力による液體の壓力……………16 | 15. 連 通 器……………19 |
| 16. アルキメデスの原理……………20 | 17. 物體の浮沈……………21 |
| 18. 比重の測定……………23 | |

第三章 氣 體

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 19. 大氣の壓力……………24 | 20. 空氣の浮力……………25 |
| 21. サイフォン……………27 | 22. ボイルの法則……………28 |
| 23. 壓 力 計……………29 | 24. 水ポンプ……………30 |
| 25. 排氣ポンプ……………31 | 26. 壓縮ポンプ……………32 |
| 27. 流體の吸入作用……………33 | |

第四章 分子現象

28. 分子力……………35 29. 分子の集合状態……………35
30. 表面張力……………36 31. 毛管現象……………37

第二篇 熱 學

第一章 熱 量

32. 熱 量……………39 33. 熱容量・比熱……………10
34. 比熱の測定……………41

第二章 膨 脹

35. 固體の膨脹……………42 36. 液體の膨脹……………44
37. 氣體の膨脹……………45

第三章 状態の變化

38. 融解と凝固……………47 39. 寒 劑……………49
40. 氣 化……………50 41. 大氣中への蒸發・乾燥……………52
42. 沸 騰……………53 43. 氣 化 熱……………56
44. 液 化……………58

第四章 大氣の乾濕

45. 濕 度……………60 46. 大氣中の水蒸氣……………63

第三篇 光

第一章 光の直進

47. 光の直進……………65 48. 影……………66

第二章 光の反射

49. 光の反射……………67 50. 平面鏡……………69
51. 球面鏡……………70 52. 球面鏡のつくる像……………72

第三章 光の屈折

53. 光の屈折……………75 54. 全反射……………77
55. レンズのつくる像……………79

第四章 光學機械

56. 寫真機……………81 57. 映寫機……………82
58. 眼……………84 59. 眼鏡……………85
60. 蟲眼鏡……………86 61. 顯微鏡……………87
62. 望遠鏡……………87 63. 雙眼鏡……………89

第五章 光の分散

64. 光の分散……………90 65. 分光器……………91
66. スペクトルの種類……………92 67. 虹……………94
68. 物體の色……………95 69. 繪具の混合……………96

第六章 照 明

70. 照 度……………97 71. 光度・配光曲線……………98
72. 照 明……………101

第四篇 磁氣及び電氣

第一章 磁 氣

- | | |
|--------------------|------------------|
| 73. 磁 石…………… 103 | 74. 磁 力…………… 103 |
| 75. 磁氣の感應…………… 104 | 76. 磁 場…………… 105 |
| 77. 地 磁 氣…………… 106 | |

第二章 電 流

- | | |
|------------------|--------------------|
| 78. 電 流…………… 108 | 79. 電位・電壓…………… 109 |
| 80. 電 池…………… 109 | |

第三章 電氣抵抗

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 81. 電氣抵抗…………… 112 | 82. オームの法則…………… 113 |
| 83. 導線の連結…………… 114 | 84. 電池の内抵抗…………… 116 |

第四章 電流の化學作用

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 85. 電氣分解…………… 117 | 86. 電解の應用…………… 119 |
| 87. 蓄 電 池…………… 120 | |

第五章 電流の熱作用

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 88. 電流の熱作用…………… 122 | 89. 電 熱 器…………… 123 |
| 90. 白熱電燈…………… 123 | 91. アーク燈・電氣爐…………… 125 |

第六章 電流の磁氣作用

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 92. 電流の磁氣作用…………… 126 | 93. コ イ ル…………… 128 |
|----------------------|--------------------|

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 94. 電 流 計…………… 129 | 95. 電 壓 計…………… 130 |
| 96. 電 磁 石…………… 130 | 97. 電 信 機…………… 131 |

第七章 感應電流

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 98. 感應電流…………… 134 | 99. 發 電 機…………… 137 |
| 100. 交流の強さ及び電壓…………… 139 | 101. 電動機(モーター)…………… 139 |
| 102. 變 壓 機…………… 142 | 103. 感應コイル…………… 144 |
| 104. 電 話 機…………… 145 | |

第八章 眞空放電・放射能

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 105. 眞空放電…………… 147 | 106. 陰 極 線…………… 148 |
| 107. X 線…………… 148 | 108. 放 射 能…………… 150 |
| 109. 原子の構造…………… 152 | |

第五篇 力と運動

第一章 力

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 110. 力の三要素…………… 155 | 111. 力の能率…………… 155 |
| 112. 槌 子…………… 157 | 113. 秤…………… 158 |
| 114. 輪 軸…………… 159 | 115. 滑 車…………… 160 |
| 116. 合力と分力…………… 161 | 117. 平行力の合成…………… 163 |
| 118. 斜 面…………… 164 | 119. ね ぢ…………… 166 |
| 120. 廻轉の移動…………… 168 | 121. 重 心…………… 169 |
| 122. 物體の坐り…………… 169 | 123. 浮體の釣合…………… 172 |

第二章 運動と力

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 124. 速度…………… 174 | 125. 加速度・等加速度運動… 176 |
| 126. 運動の法則…………… 177 | 127. 打撃・衝突…………… 178 |
| 128. 落下運動…………… 180 | 129. 抛射體…………… 181 |
| 130. 圓運動…………… 184 | 131. 万有引力…………… 187 |
| 132. 廻轉運動…………… 189 | |

第三章 運動に対する抵抗

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 133. 固體の摩擦力…………… 191 | 134. 流體の抵抗…………… 194 |
| 135. 推進機と舵…………… 196 | 136. 飛行機…………… 197 |

第四章 仕事・エネルギー

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 137. 仕事…………… 198 | 138. 仕事の原理…………… 199 |
| 139. エネルギー…………… 200 | 140. 機械的エネルギー…………… 201 |
| 141. 熱エネルギー…………… 203 | 142. エネルギー不滅の法則… 204 |
| 143. 機械の有効率・工率… 205 | 144. 電力…………… 206 |
| 145. 風車及び水車…………… 208 | 146. 蒸気機關…………… 209 |
| 147. 内燃機關…………… 211 | |

第六篇 振動と波動

第一章 振動及び波動

- | | |
|------------------|----------------------|
| 148. 振子…………… 215 | 149. 弾性體の振動…………… 216 |
| 150. 波動…………… 217 | |

第二章 音 波

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 151. 音の傳播…………… 220 | 152. 音の反射…………… 221 |
| 153. 音の干渉…………… 224 | 154. 定常波…………… 226 |
| 155. 絃…………… 226 | 156. 共鳴…………… 228 |
| 157. 氣柱の振動…………… 228 | |

第三章 光 波

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 158. 光の本質…………… 230 | 159. 光の干渉…………… 232 |
| 160. 偏光…………… 233 | 161. 輻射線…………… 235 |

第四章 電 磁 波

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 162. 電氣振動…………… 238 | 163. 電磁波(電波)…………… 239 |
| 164. 無線電信…………… 241 | 165. 三極管…………… 244 |
| 166. 無線電話…………… 245 | |

第五章 光電管及びその應用

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 167. 光電管…………… 248 | 168. 電寫(電送寫眞)…………… 250 |
| 169. 發聲活動寫眞(トーキー) 251 | 170. 電視(テレヴィジョン) … 252 |

練習問題

新 制
物 理 學 教 科 書

改 訂 版

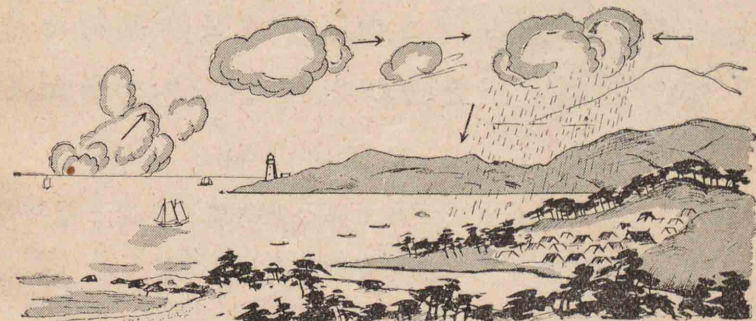
乙 表 準 據

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ゐる。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。

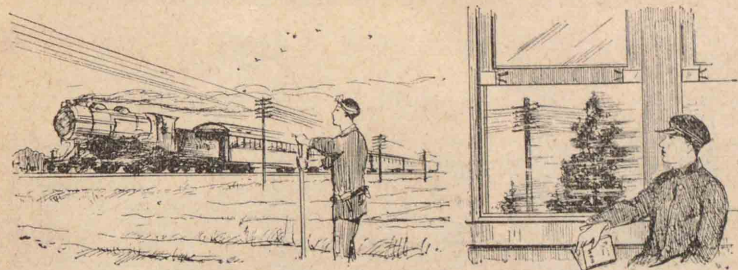
2. 物體物質 机は木でつくり、書物は紙でつくる。この場合、机や書物のやうに、空間の一部を占め、一定の形を有し、吾々の感覺によつて、その存在を認めることの出来るものを物體といひ、木や紙のやうに、その實質をなすものを物質といふ。凡て物質はその特質を失はないて、細分し得べき最小の微粒子である分子よりなり、分子は更に小さい原子といふ微粒子の一種、又は數種よりなる。この原子は又陰電氣を帯びた電子と、陽電氣を帯びた核とよりなると考へられてゐる。

問題 同じ物質から出来てゐる異つた物體、及び同じ種類の物體をなしてゐる異なる物質の例をあげよ。

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。

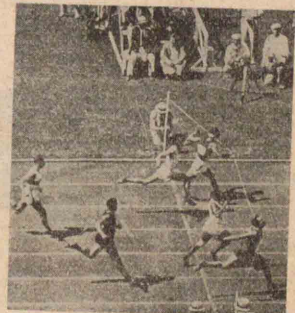
しかし物體の位置は標準になる他の物體に對して定まるもので、それ自身だけでは定められない。普通

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、車中には窓外の物體が走るやうに見える

物體の動く速さは單位時間に通過する距離によつて測る。例へば100米を10秒で走つた場合には、その速さは毎秒10米で、これを又10秒米、 $10 \frac{\text{米}}{\text{秒}}$, 10m/sec の様にも記す。



(圖3) 疾 走

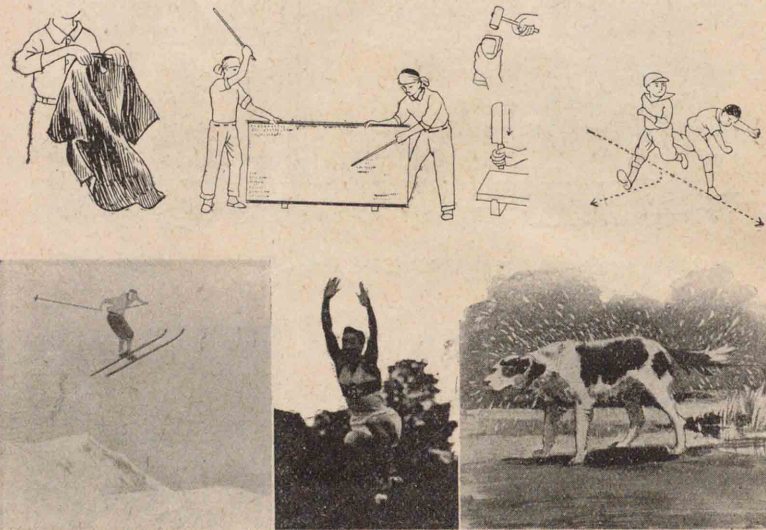
速 さ の 表 (秒 米)	歩	行	1—2	疾	走	10		
	市	内	電	車	飛	行	機	50
	自	轉	車	3.5—5.5	風(本邦地上最大)	50		
	自	動	車(平均)	13	燕	40—70		
	汽	車(普通)	14	汽	船	10—13		
	汽	車(超特急)	19	真	空	中	の	光

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

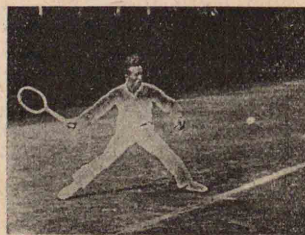
豫習事項 1 慣性とは何か。

2 慣性で説明できる日常の出来事をあげよ。



(圖4) 慣性の利用

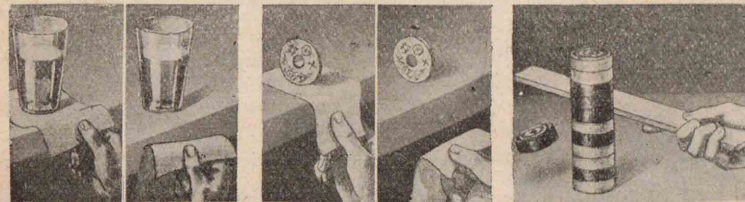
凡て物體は、他の物體からの作用を受けないで、静止してゐるものが、ひとりてに運動を始めたり、運動してゐるものが、自分だけで運動の速さや方向を變へる事は出来ない。 物體の運動又は静止の状態を變へる原因を力といふ。 言ひかへれば、



(圖5)

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續け、運動してゐる物體は同じ速さで一直線上に運動を續ける。 (慣性の法則又は運動の第一法則)

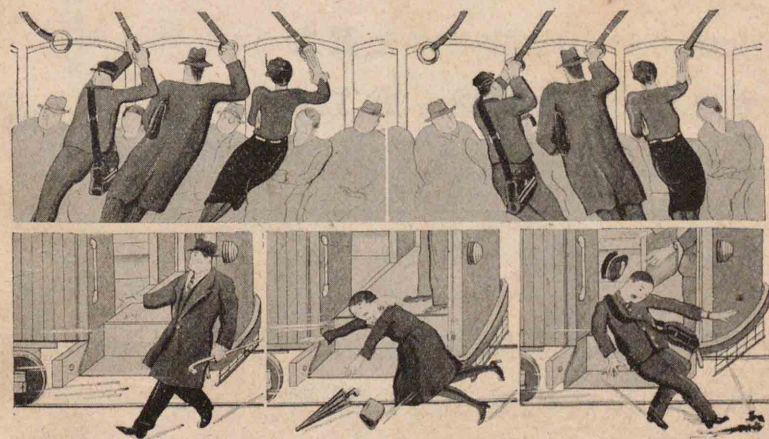
このやうに物體が現在の状態を持続しようとする性質を慣性(又は惰性)といふ。



(圖6) 慣性の實驗

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 下圖(圖7)の理由を説明せよ。



(圖7) 電車は左方に進む。上左は急な發車。上右は急停車。下は飛び下り。

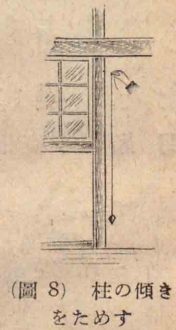
5. 質 量 大人は小人よりも押動かし難く、又同じ大きさであつても、石は木よりも動かし難い。かやうに物體を動かすのに難易の差のあること、言ひかへれば慣性に大小のあるのは、物體の質量が違ふからであると考へ、大人は子供よりも、石は同大の木よりも質量が大であるといふ。即ち、

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**重量**)といふ。



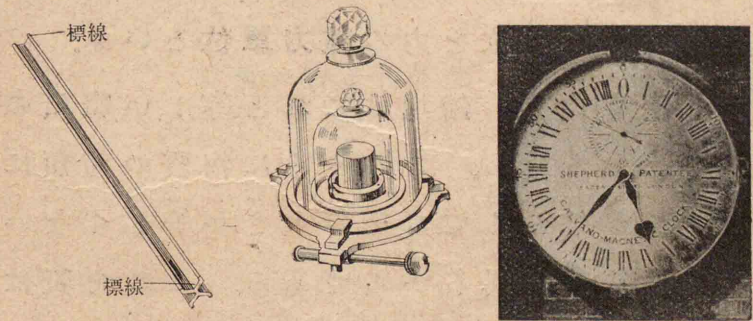
重さ = 力(重力)の大きさ

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。實驗によると、

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

- 豫習事項** 1 米原器及び砵原器を説明せよ。(算術で既習)
 2 物尺及び秤の檢定済とはどういふ意味か。
 3 時の單位のきめ方。



(圖 9) 米原器と砵原器及びグリニツチ天文臺の標準時計

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ので、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・質量・時間の單位にも色々あるが、これらの單位として夫々**1 厘(1cm)**、**1 瓦(1g)**、**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。

面積の単位1平方糎(1cm²), 體積の単位1立方糎(1cm³), は長さの単位より, 速さの単位毎秒1糎は, 長さとの単位より導き出された誘導単位である。

力の単位 重さが質量に比例することを利用して, 質量1瓦の物體に働く重力の大きさを力の単位にとり, これを**1瓦重**の力と名づける。かやうな力の単位を力の**重力単位**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。このやうに物質の種類により體積が等しくてもその重さが等しくないのはその質量が異なるからである。これを表はす一方法として単位體積中の質量をとり, これをその**密度**といふ。即ち,

$$\text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{體積}} \quad d = \frac{m}{v} \quad \begin{matrix} m: \text{質量(瓦)} \\ v: \text{體積(立方糎)} \dots \dots (1) \\ d: \text{密度} \end{matrix}$$

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

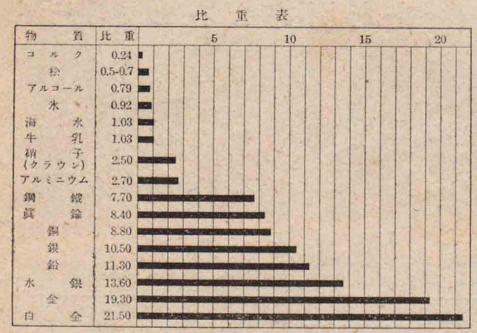
等體積の物質の重さの違ひを表はす他の方法として, その物質の重さと, 之と同體積の溫度

攝氏4度の水の重さとの比をとり, これをその物質の**比重**といふ。(比重は不名數である)

$$\text{比重} = \frac{\text{物體の重さ}}{\text{等體積の水の重さ}}$$

重さの比は質量の比に等しく, 且攝氏4度の水1立方糎の質量は1瓦であるから,

$$\text{C.G.S. 制では} \quad \text{比重} = \text{密度の數値}$$

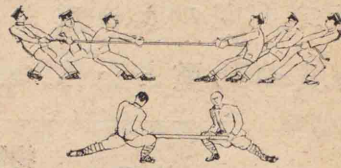


問題 1 長さ50糎, 幅15糎, 厚さ40糎の木片があつて, その質量は21疋である。この木片の密度は幾らか。

問題 2 水銀76立方糎は幾瓦あるか。金1疋は幾立方糎あるか。

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。これは綱の兩端の力が, 互にその働きを打消し合つてゐるので, 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。

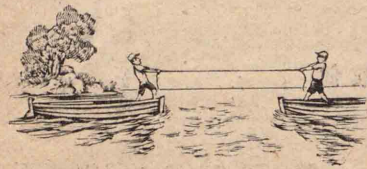


(圖10) 綱引と棒押

二力が釣合ふ場合には、必ず同一の一物體に働いて居らねばならぬ。

10. 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。



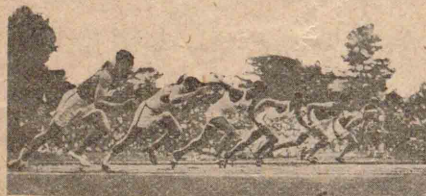
(圖11) 小舟に於ける作用と反作用

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。

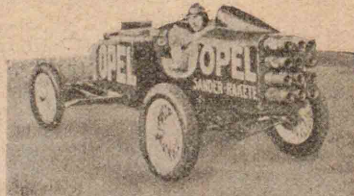
このやうに、すべて甲物體が乙物體に力を加へると、乙物體はまた甲物體に力を加へる。前者を作用といひ、後者を反作用といふ。實驗によると、

作用と反作用とは、大きさが相等しく方向が相反する。

(反作用の法則又は運動の第三法則)

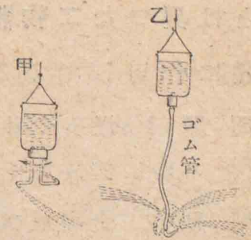


(圖12) 競争のスタート

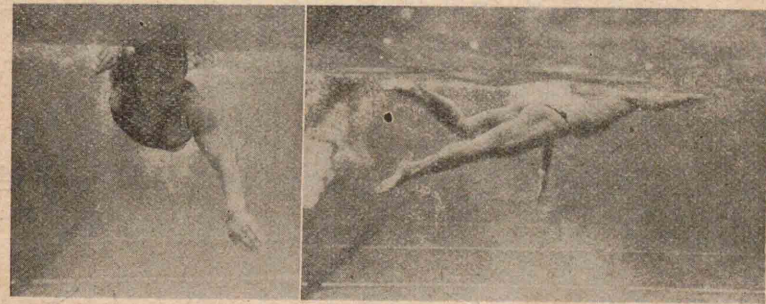


(圖13) ロケット自動車

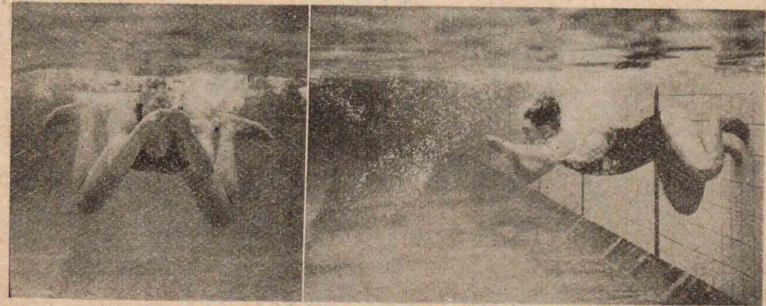
魚はヒレの運動で水を後方へ押し、水が反作用を魚に及ぼすから前進する。吾々が歩むのも、一步毎に足で地面を後方へ押し、その反作用で體が前へ押出されるからである。汽船や飛行機も推進器が水或は空氣を後方へ押し、その反作用で動く。



(圖14) 反作用の實驗



(圖15) クロール



(圖16) 平泳とターン

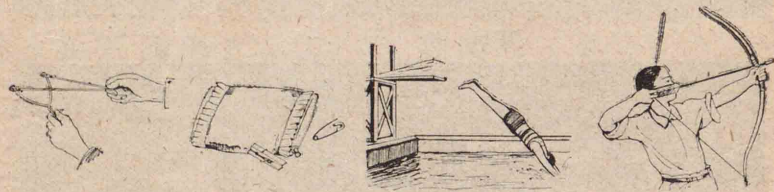
釣合つてゐる二力と、作用と反作用の二力とを混同してはならぬ。作用の働く物體と、反作用の働く物體

とは異つた二物體であつて、これらの二力は同一の物體に作用してゐるのでないから釣合ふ筈がない。

問題 1 泥田や砂濱などで、前方へ進むのに非常に骨が折れるのは何故か。

問題 2 走高飛びや走幅飛びで「踏切り」は如何なる意義をもつか。

11. 弾力・弾性 物體に外力を加へて、引伸ばしたり、壓縮したり、撓めたり、或は振つたりなどして、形や體積の變化、即ち歪を生ぜしめると、これを元にもどさうとする弾力が現はれ、外力をとり去ると、この弾力のために原形に復する。この性質を弾性といひ、弾性をもつ物體を弾性體といふ。



(圖17) 弾性の應用

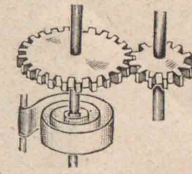
固體には形狀及び體積の弾性があるが、流體では體積の弾性だけがある。

歪が一定の大いさを越すと、外力を去つてもはや原形に復さなくなる。このやうな境目

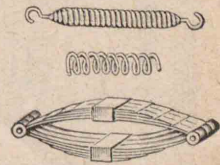
を弾性の際限といふ。

通常ゴムやばね等が弾性に富んでゐるといふのは、弾性の際限の大きいことを意味するのである。

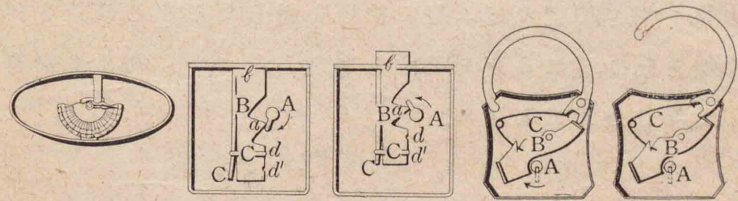
焼入した鋼は弾力が強く、且つ弾性の際限が大きいから、時計のゼンマイや諸種のばねを作るに適する。



(圖18) 時計のゼンマイ



(圖19) 種々のばね



(圖20) 握力計

(圖21) 筆筒の錠

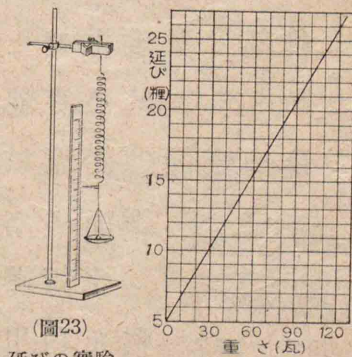
(圖22) 南京錠

アルミニウム鍋や貨幣の紋章を打出したり、針金や箔を作るのは、弾性の際限の小さい金屬に、際限以上の歪を與へたものである。

實驗の結果によると、

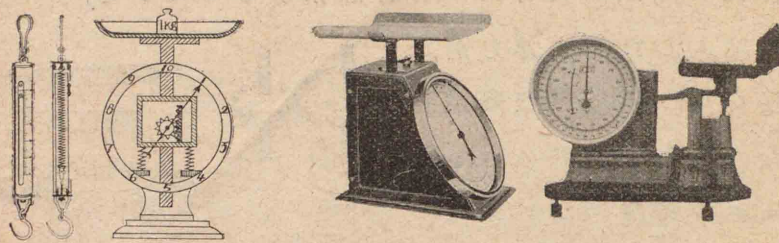
弾性の際限内では、物體の歪は外力に比例する。

(フツクの法則)



(圖23) 伸びの實驗

ばね秤は、この法則を應用して、物體の重さ又は力の
大いさを測る装置である。

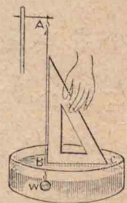


(圖24) ば ね 秤

問 題 長さ10糎のゴム紐で物體を吊したとき、その長さが20
糎となり、更に2瓦を増すと24糎となつた。初めの物體の
質量は幾瓦であるか。

第二章 液 體

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25) 水 平 面

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みる装置である。

(圖26) 水 準 器

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。
(パスカルの原理)

この原理は、自由に曲つた途に
沿ふて壓力を傳へ、小さい力で大
きな壓力を生じさせるために種
々應用される。

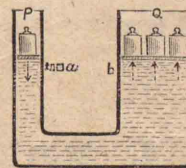


(圖27) 壓力の傳達

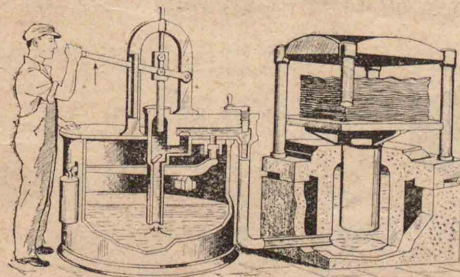
次圖のやうに、大小二個の圓筒を連
ねた器に水を入れ、大小の活塞に重さ
P、及びQの錘を載せて釣合はせると、二つの活塞で壓
力の強さは相等しいから、活塞の面積をa及びbとす
れば、

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

小活塞での 大活塞での
壓力の強さ 壓力の強さ



(圖28) 壓力の傳達



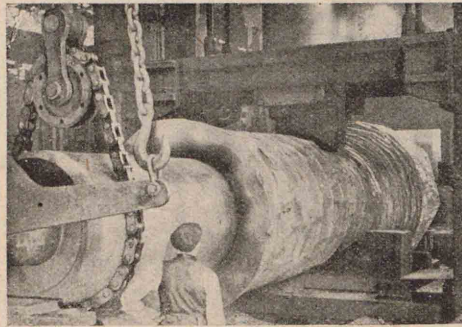
(圖29) 水 壓 機



(圖30) 水壓機應用の椅子

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

水壓機はこの原理に基づいて、大きな力を生



(圖31) 水壓機で砲身を鍛へる

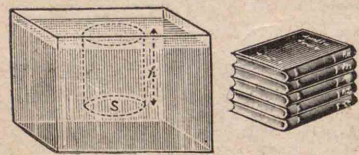
ずる装置で、絲・紙・綿などを壓縮し、鐵板を打抜き、砲身を鍛へ、種油や大豆油を搾るなどに使用せられる。

問題 圖32のやうな装置でゴム管より水を注ぎ入れると、少年は上に押し上げられる、何故か。又少年の重さ40瓦重、下の板の面積が800平方糎であるとき、ゴム管内の水が及ぼす壓力の強さ幾何のとき少年と釣合ふか。



(圖32)

14. 重力による液體の壓力 机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

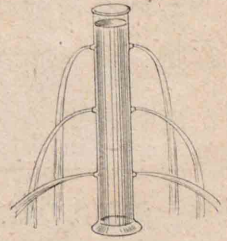


(圖33) 重力による壓力

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糎のところにある面積s平方糎の水平面に及ぶ全壓力は、液の密度をd^瓦/立方糎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p^{瓦重}/平方糎とすると、



(圖34) 壓力は深さに比例する

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

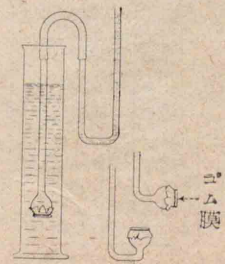
即ち

- ▲▲静止してゐる液體內では
- (1) 壓力の強さは深さに比例する。
 - (2) 同一水平面上の各點の受ける壓力の強さは相等しい。

また實驗によれば、

静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。

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。

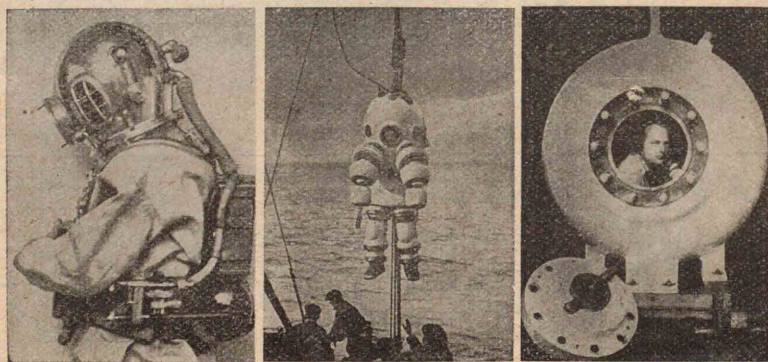


(圖35) 一點の受ける壓力の強さはどの方向にも等しい

この外液體には、表面に加はる壓力があつて、これはパスカルの原理により液體の内部に一様に傳はるから、液體内部の實際の壓力は、

液體内の壓力 = 表面に働く外壓 + 重力に基く壓力
(どこでも一樣) (深さに比例)

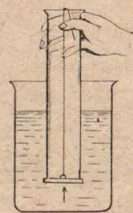
潜水艦や潜水服は、潜水の深さに従つて、そこでの壓力に堪へる様に造つたものでなくてはならない。



(圖36) 潜水服及び潜水球

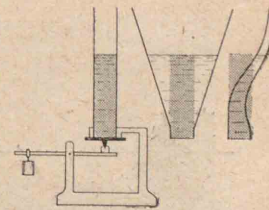
問題 1 堤防の下部を堅固にするのは何故か。

問題 2 兩端の開いた硝子圓筒の下端に圓板を當てて、これを水中に沈めると圓板は落ちない。次に圓筒に水を入れ、内外の水面が殆ど等しくなれば、圓板は落ちる。これを説明せよ。



(圖37) 水の壓力の實驗

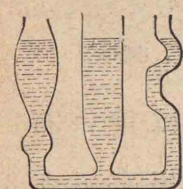
問題 3 底面積の等しい色々の形の器に、同じ深さに水を入れるとき、底面の受ける全壓力の相違は如何。



(圖38)

15. 連通器 互に下部で連

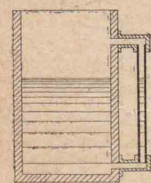
結してゐる器、即ち連通器に液を入れると、液は



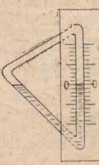
(圖39) 連通器

どの器にも同じ高さまで昇つて止まる。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面計は連通器の應用である。また上水道、掘抜井戸、噴



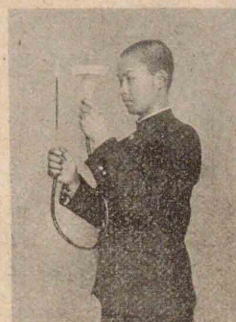
(圖40) 水面計



(圖41) 飛行機用傾斜計



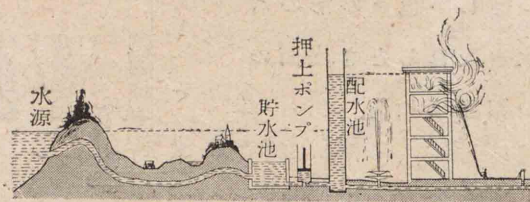
(圖42) 湯沸しの水面計



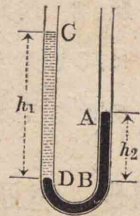
(圖43) 左右の手を上り下りしても、兩水面は常に同一水平面上にある

水に於て水の出るのも、皆この連通器の理による。

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



(圖44) 水道



(圖45)

て釣合はせた時、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 $h_1 d_1 = h_2 d_2$ の関係あることを説明せよ。(圖45)

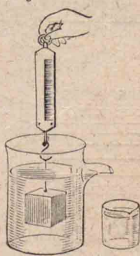
16. アルキメデスの原理 水中では重い石



(圖46)

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。

實驗 ばね秤を用ひて物體の重さを、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。



(圖47)

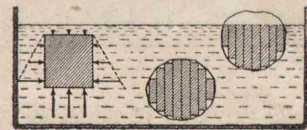
すべて液體中に全部若しくは一部浸けられた物體は、その排除した液體の重さだけ軽くなる。

(アルキメデスの原理)



(圖48) アルキメデスが王冠の純金であるか否かを検す

問題 液體中にある物體の浮力は物體が受ける上壓と下壓との差に相等する力である。圖についてアルキメデスの原理を説明してみよ。

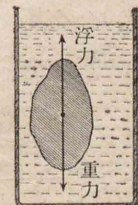


(圖49)

アルキメデスの原理の説明

17. 物體の浮沈 液體中にある物體は、下向の重力と上向の浮力を受け

るから、物體の重さと、浮力即ち同體積の液體の重さとを比べると、その浮沈がわかる。



(圖50)

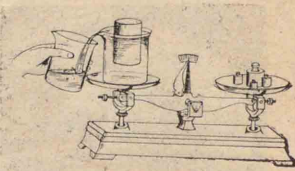
- 物體の重さ > 浮力 沈む
- 物體の重さ = 浮力 浮沈せず
- 物體の重さ < 浮力 浮上る

その場合の浮力と物體の重さが等しくなつて釣合ふ

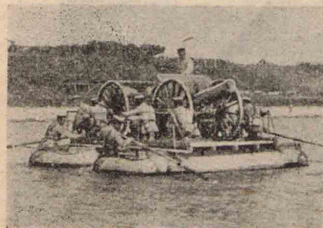


(圖51) 浮沈の實驗

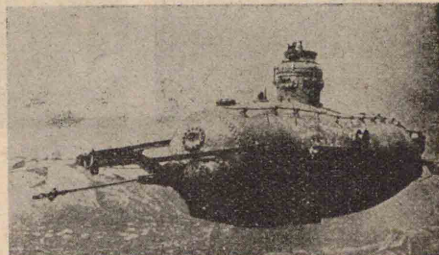
實驗 天秤の一方の皿に錘を載せ、水を溢れるばかりに盛つて天秤を平均させ、木片をこの水の中に入れると、水はこぼれるが天秤の釣合は破れない。



(圖52) 浮體の實驗



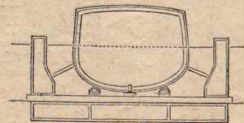
(圖53) 浮渡舟による他車の渡河



(圖54) 西村式深海作業船

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。



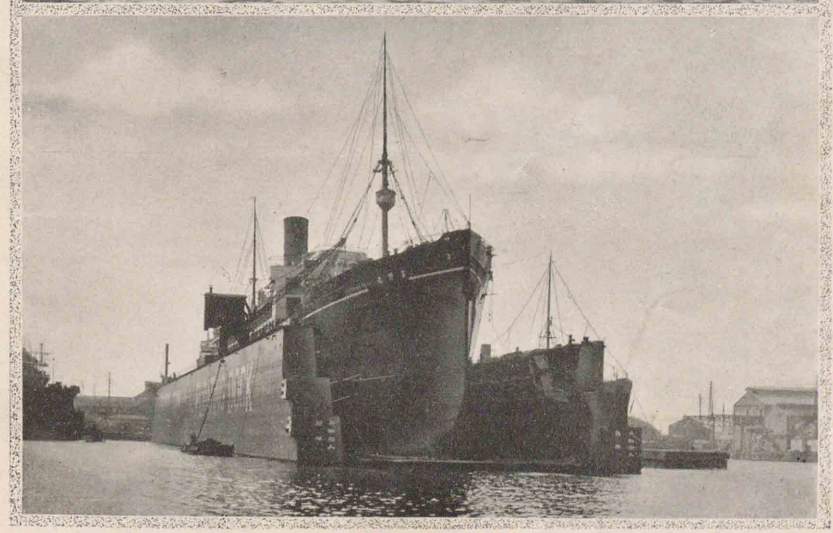
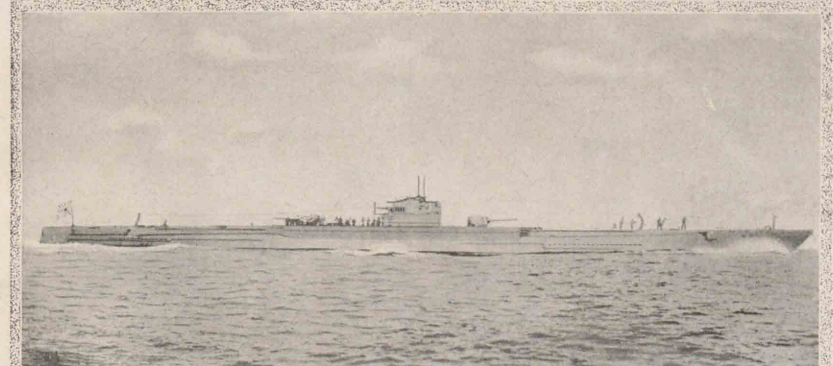
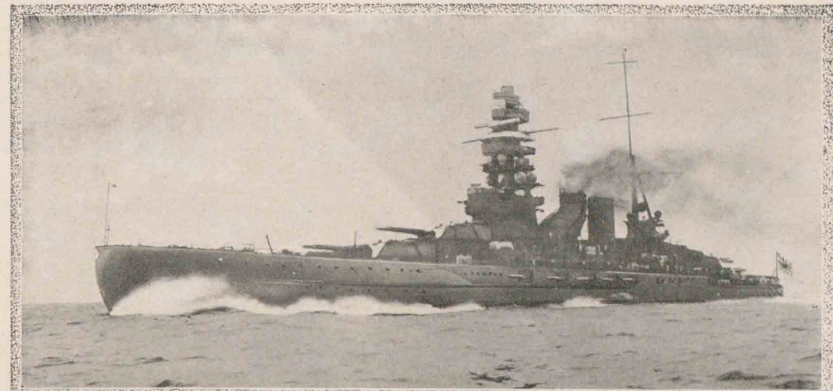
(圖55) 浮船渠の斷面

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。

次の關係は問題を解くに用ひて便利である。

沈んであるとき 物體の重さ - 液の浮力 = 液中での重さ
 浮んであるとき 物體の重さ = 液の浮力

問題 1 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。



(上) 戦艦長門 (中) 潜水艦伊號 (下) 浮船渠 (神戸三菱造船所)

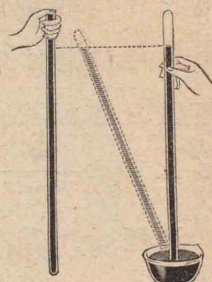
入れると、比重が大である程、管が多く液面に出るから、液面の位置を、管につけてある目盛で読んで、その液の比重を知るのである。糖蜜用・硫酸用・酒精用など、その用途に応じて種類がある。

第三章 氣 體

19. 大氣の壓力

豫習事項 1 大氣の壓力の大である實例をあげよ。

2 圖59によつてトリチェリーの實驗を説明せよ。



(圖59) トリチェリーの實驗

トリチェリーの實驗では、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等しいから、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、

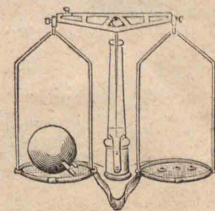
$$1 \text{ 氣壓} = 76 \text{ 糎 (水銀柱)} = 13.6 \times 76 \frac{\text{瓦重}}{\text{平方糎}} = 1033.6 \frac{\text{瓦重}}{\text{平方糎}}$$

氣壓を正確に測るには**水銀氣壓計**を用ひ、携帶用として**アネロイド氣壓計**を用ひることは、既に一般理科によつて知れるところである。

問題 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。

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さだけ軽くなる。空氣の密度は小さく水の約 $\frac{1}{800}$ であるから、浮力も



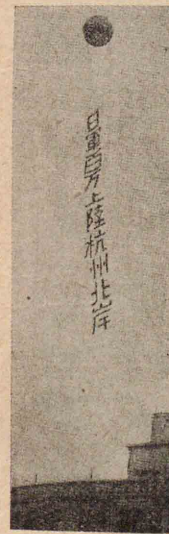
(圖60) 空氣の重さを測る

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。

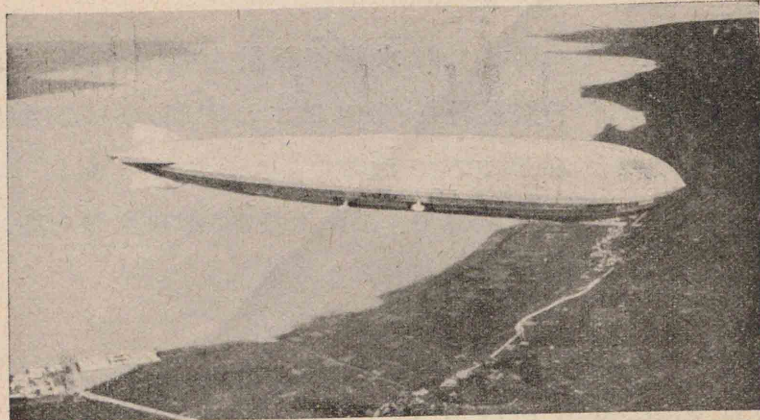
氣體の密度 0°C, 1氣壓		瓦/立
空 氣	1.293	
水 素	0.0899	
酸 素	1.439	
ヘリウム	0.179	

氣球や**飛行船**は、大氣の浮力を利用したもので、その要部は軽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。

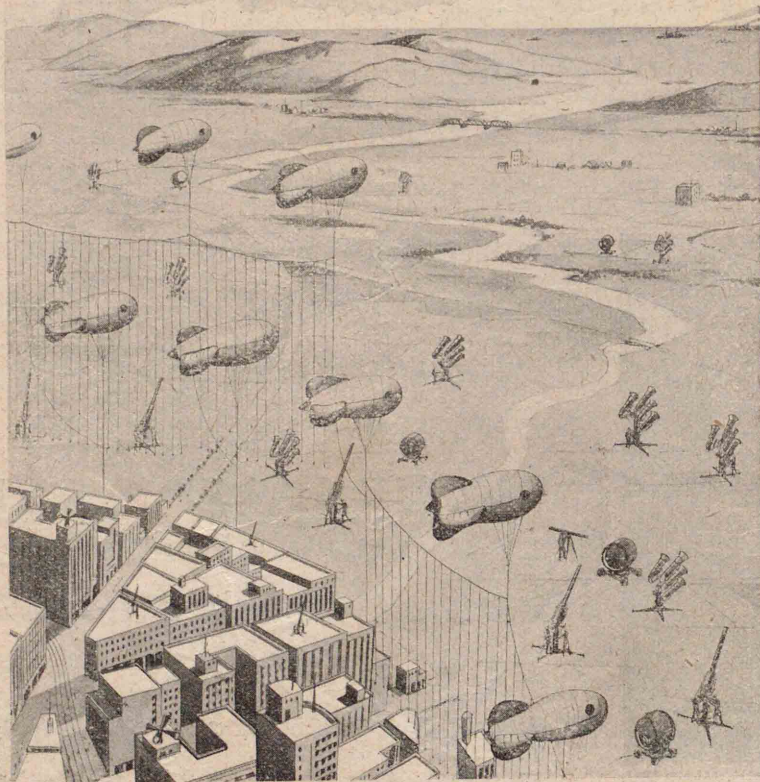
大氣は上方に行くにつれて稀薄となり、浮力は次第に減ずるから、氣球・飛行船



(圖61) 空氣の浮力



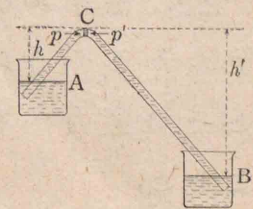
(圖62) 霞ヶ浦上空のツェツペリン飛行船(昭和4年8月19日)



(圖63) 防 塞 氣 球

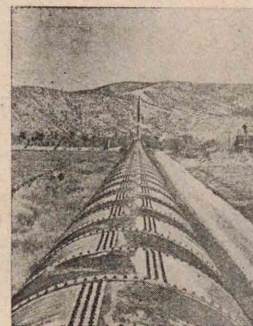
はある高度に達すると、もはや上昇しなくなる。

21. サイホン 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、水は絶えず長脚から流れ出る。これを**サイホン**といふ。



(圖64) サイホンの理

圖64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、かくて水はAの方からBの方に流れるのである。



(圖65) ロスアンゼルスで湖水の水をサイホンを利用して市街に供給する

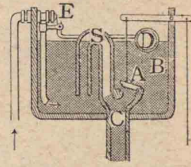


(圖66) サイホンを利用して生花の水をかへる



(圖67) 金魚鉢の水をかへる

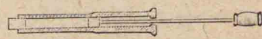
問題 圖68は多量の水を一時に供給する
水洗便所用の給水タンクの一様である。
圖についてその作用を説明せよ。



(圖68) 水洗便所の給水タンク

22. ボイルの法則 空氣鐵砲

でわかるやうに、空氣は壓縮するとその壓力が増す。實驗によると、



(圖69) 空氣鐵砲

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。(ボイルの法則)

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、

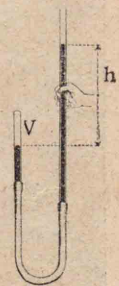
$$\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'} \quad PV = P'V' \dots\dots\dots (4)$$

又一定質量の氣體の密度はその體積に逆比例するから、

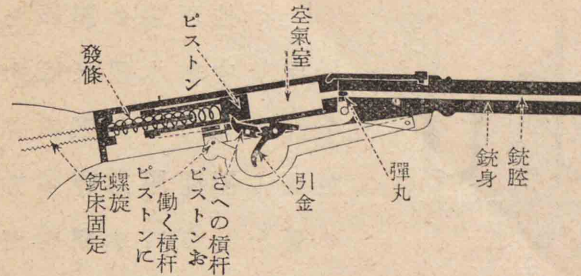
一定溫度の氣體では、その壓力と密度とは互に正比例する。

實驗 圖70のやうな装置で閉管内水銀の上に空氣を封じ、その容積を V とする。今開管を上下したとき兩管水銀面の差 h が h' になり、 V が V' になつたとすると、

$$V(h+P) = V'(h'+P)$$



(圖70) ボイルの法則の實驗



(圖71) 空氣銃



(圖72) 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73) 吸込式萬年筆とスポイト

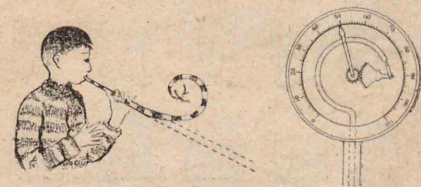
問題 3 氣壓計の高さ72糎のとき、

649 立方糎の體積を有する氣體は、2 氣壓のとき何程の體積を有するか。

23. 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。

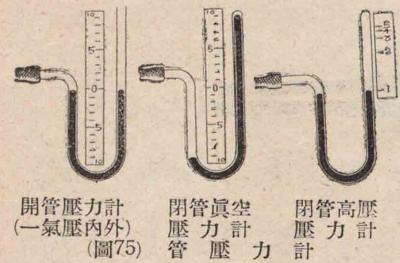
圖74に示したものは、蒸氣罐や壓力釜中の壓力や、壓縮空氣の壓力のやうな強い壓力を測るに用ひる金屬壓力計である。その要

部は、一端の閉ぢた金屬の曲管で、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



(圖74) 金屬壓力計

らうとしてその閉端が動き、これが指針に傳はつて壓力を示す。



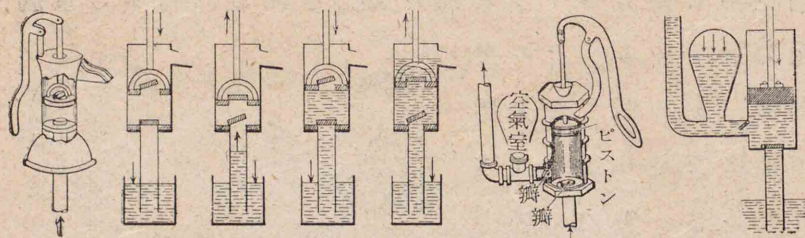
その他、兩端の開いたU字管中に水銀又は水を充たして一氣壓内外を測る開管壓力計、一方の管を閉ぢて水銀を充

たした低壓用の真空壓力計、及び閉管内に空気を残して水銀を入れた閉管高壓壓力計がある。

問題 水を用いた開管壓力計の一端を瓦斯管に連ねると、大氣に接する水面の方が瓦斯に接する水面より12糎高くなつた。瓦斯の壓力の強さは幾らか。但しこの際の氣壓は75.6糎(水銀柱)とする。

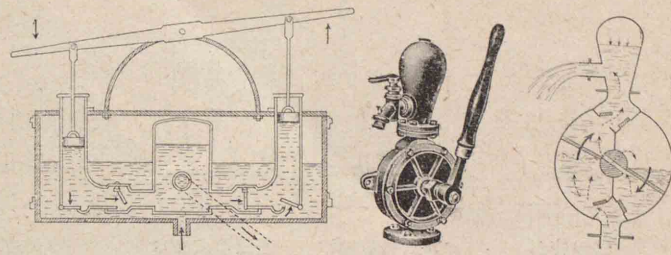
24. 水ポンプ

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。



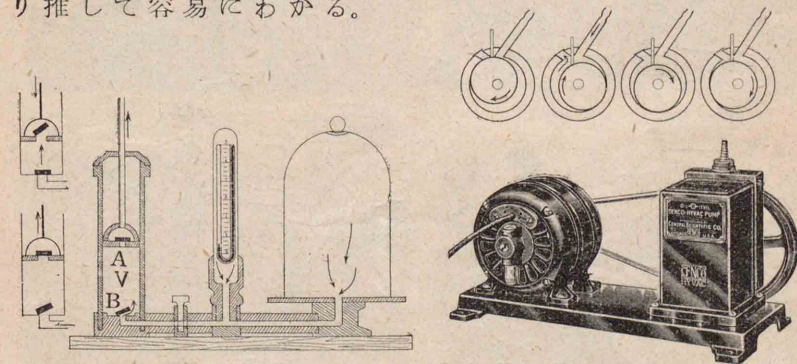
消防ポンプ(手押)は二つの押上ポンプと一つの空氣室からなつてゐる。

羽根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。



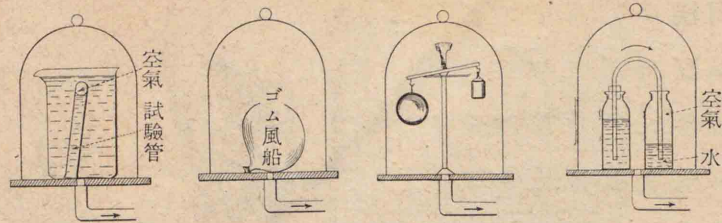
25. 真空ポンプ 真空ポンプは、密閉した器の中の空気を稀薄にする器械である。

圖80に示すやうな構造のものゝ原理は、水ポンプより推して容易にわかる。



高度の真空を得る爲には、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ポンプである。

真空ポンプは、工業上では電球やラヂオ用真



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

(圖82) 真空ポンプで鐘内を排氣すると

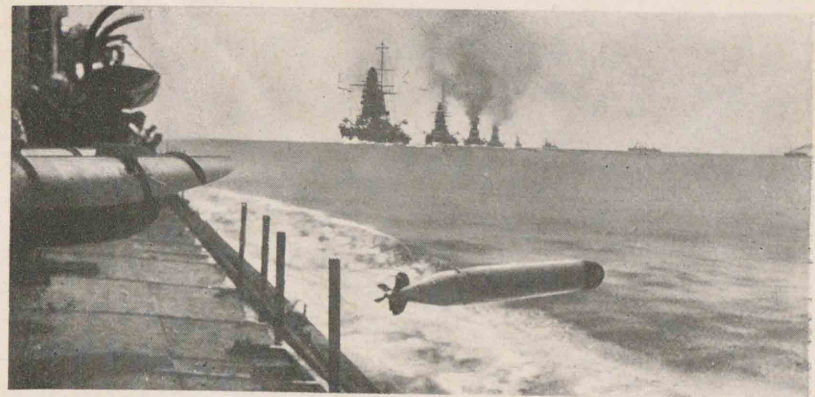
空管などの排氣に、家庭では真空掃除器に用ひられる。



(圖83) 真空掃除器とその利用

26. 壓縮ポンプ 真空ポンプの瓣を、二つとも反対の方向に開くやうにしてポンプを運轉すると、空氣は鐘内に押込められる。このやうに、外から空氣を取入れて、これをある器中に押

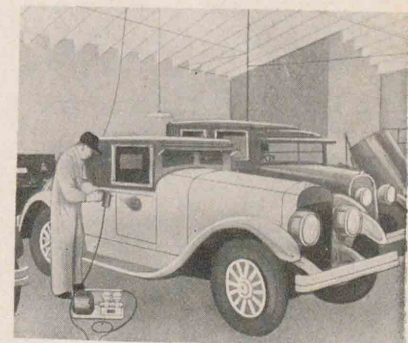
壓縮空氣の應用



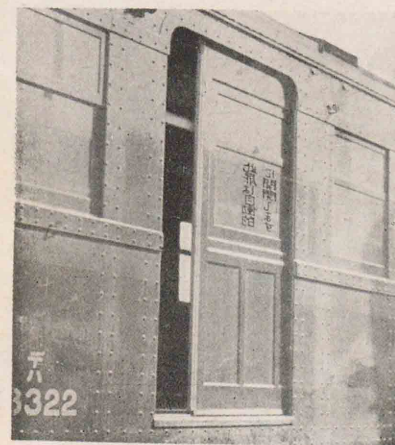
水雷の發射



鉄打機



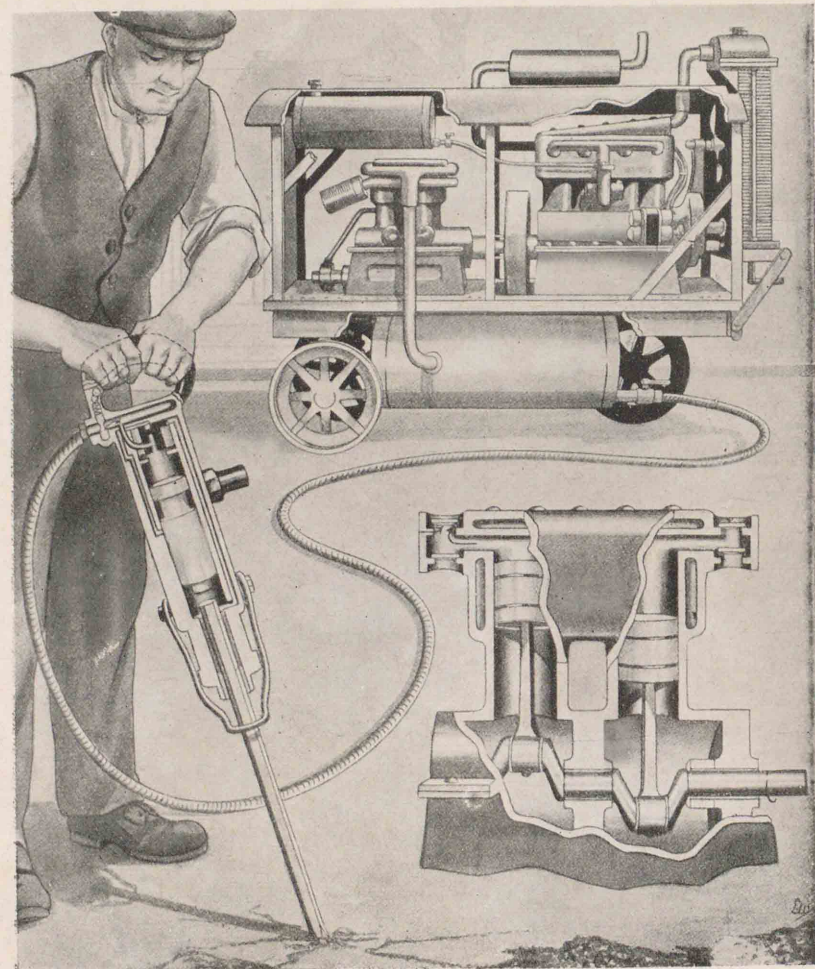
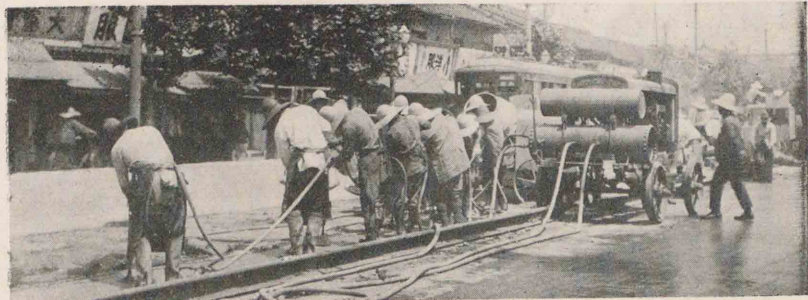
噴霧塗裝機



扉自動開閉裝置

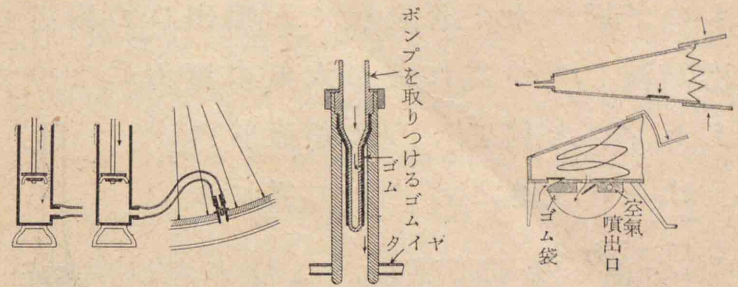


鑿岩機



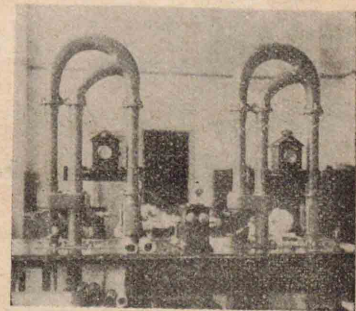
穿孔機 (右下は空氣壓縮機の構造)

込める機械を壓縮ポンプといふ。



(圖84) 自転車用壓縮ポンプ (圖85) 手ふいご(上)足踏ふいご(下)

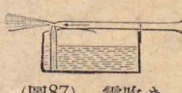
壓縮空氣は、その弾力を利用して、鋏を打込む槌や、土地や石などを掘る穿孔機を動かし、電車の車輪の運動を止め、金屬管を通して郵便物を急送し、沈没船を浮揚させ、魚形水雷を走



(圖86) 氣 送 管

らせたり發射したりするなど、その應用は頗る廣い。

27. 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



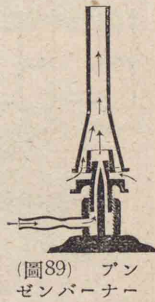
(圖87) 霧吹き



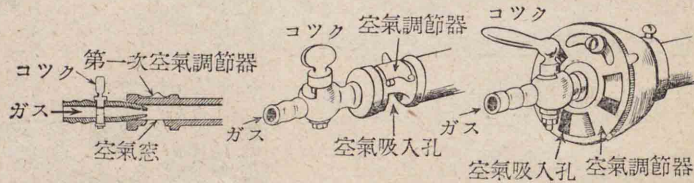
(圖88) 吸入器

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、吸上ポンプと同じやうに鉛直管に押し上げられ、吹きとばされて霧になるものである。

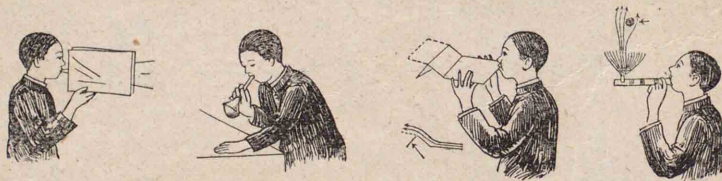
瓦斯器具で石炭瓦斯に空氣を混ざるのに、この理が應用されてゐる。



(圖89) ブンゼンバーナー



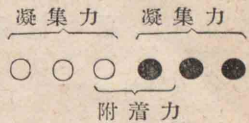
(圖90) ガスの出口



(圖91) 氣體の吸入作用の實驗

第四章 分子現象

28. 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、見ることが出來ないけれども、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。また物質を壓縮出來る點より見ると、分子の間には多少の空隙があることがわかる。



(圖92) 凝集力と附着力

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で、水銀が硝子を潤さないのは、兩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。

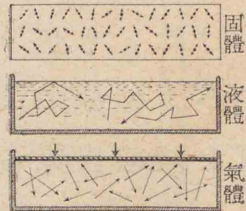
29. 分子の集合状態

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。

固體では、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。固體が一定の體積と形狀とを保つのはこのためである。



(圖93) 分子の集合状態

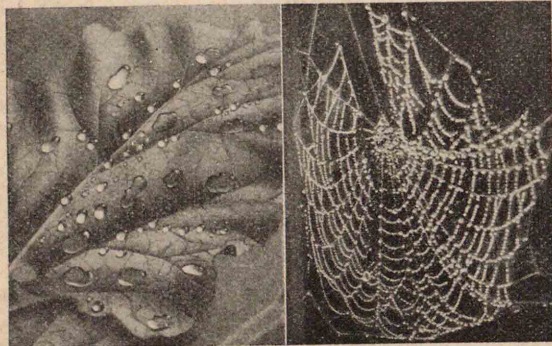
液體では凝集力が弱いから、容易に分子相互の位置を變へることは出来ない。

氣體では分子間の距離が大きく、凝集力が殆どな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。

30. 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。



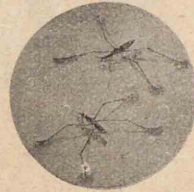
(圖94) 表面張力の實驗



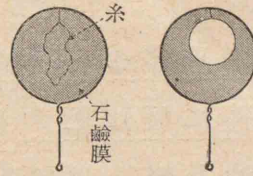
(圖95) 葉上及び蜘蛛の巣の露

また板上の水銀の小粒、葉上の露の玉、雨滴等は略球形をなしてゐる。

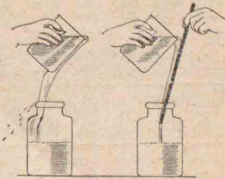
これ等は液體が凝集力によつて一塊となり、最小の表面積を取らうとするため、かやうに液



(圖96) 水上を走る水すまし



(圖97) 針の先で糸の中の一筋を破ると、は圓形にひろがる



(圖98)

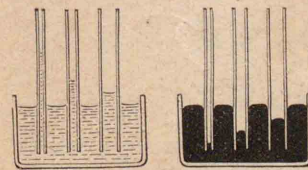
體の表面に沿うて働く收縮しようとする力を表面張力といふ。

表面張力は液體によつて異り、水銀は水よりも強く、石油・アルコールは水より弱い。

問題 1 水面に落した石油の一滴がその表面にひろがる理由如何。

問題 2 圖98の現象を明せよ。

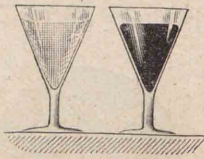
31. 毛管現象



(圖99) 水銀 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。



水 水銀
(圖100) コップに
入れた水と水銀

毛管現象による液體の上昇或は下降は管の半徑に反比例する。

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101) 万年筆

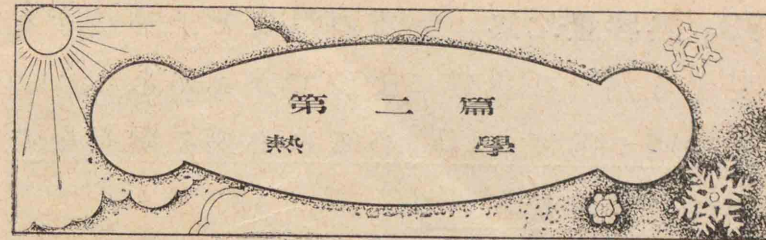


(圖102) 防水マント



(圖103) 羽毛に脂肪を塗る水鳥

問題 脱脂綿には水が浸み込み易く、普通の綿には浸み込み難いのは何故か。



第二篇 熱 學

第一章 溫度・熱・熱量

32. 熱 量

豫習事項 攝氏の溫度はどうしてきめるか。

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**瓦カロリー**、或は**小カロリー**)といひ、この1000倍を**珎カロリー**(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。

食物の營養價を示すカロリー

は、珎カロリーである。

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

	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
石炭瓦斯	4800000 (1立方米につき)

33. 熱容量・比熱 物質の溫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。ある物體の溫度を 1°C 高めるに必要な熱量を、その物體の**熱容量**といひ、1瓦の物質の溫度を 1°C 高めるに要する熱量を、カロリーてあらはした數値を、そのものの比熱といふ。

比熱 c 、質量 m 瓦の物體の熱容量は、 cm カロリーで、これを溫度 $t_0^{\circ}\text{C}$ より $t^{\circ}\text{C}$ に高めるに要する熱量は

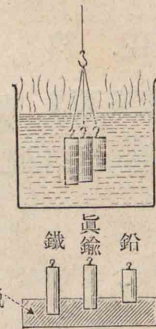
$cm(t-t_0)$ カロリー 比熱 \times 質量 \times 昇降溫度である。

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。

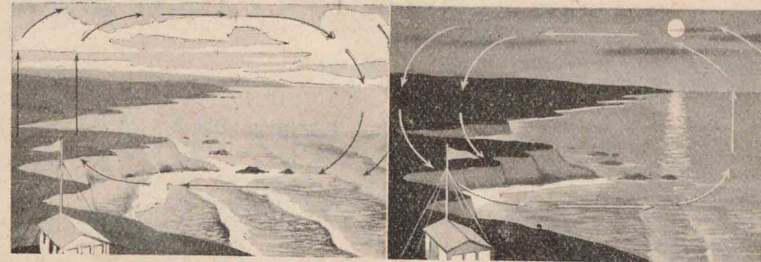
水が物を温めるにも冷やすにも用ひられるのはこのためである。

問題 夏海邊では晝は海から陸に、夜は反対に風が吹くのは何故か。又夕風と稱して夕方無風状態になるのは何故か。



(圖104) 比熱の實驗

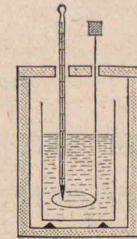
比 熱 表	
水	1.00
アルコール	0.58
氷	0.50
アルミニウム	0.22
鐵	0.11
銅	0.09
銀	0.06
キャベツ	0.93
牛 乳	0.90
芋	0.80
牛 肉	0.75



(圖105) 陸 風 と 海 風

34. 比熱の測定

比熱を測る普通の方法は混合法である。今比熱 c 、質量 m 瓦の物質を $t^{\circ}\text{C}$ に熱し、これを比熱 c' 、質量 m' 瓦、溫度 $t'^{\circ}\text{C}$ ($t > t'$) の液の中に入れて攪拌した結果、両者が平均の溫度 $T^{\circ}\text{C}$ になつたとする。この際、物質の失つた熱量と液の得た熱量とは等しい筈であるから、次の關係式が得られる。



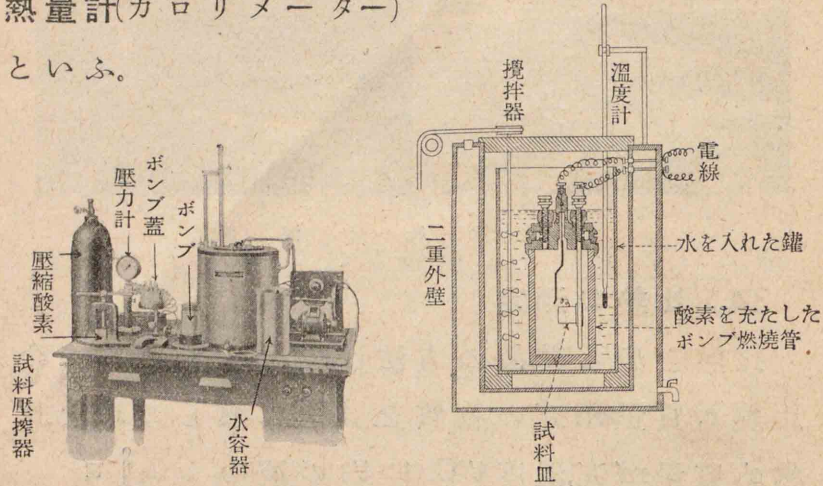
(圖106) 熱量計

$$\frac{cm(t-T)\text{カロリー}}{\text{物質の失つた熱量}} = \frac{c'm'(T-t')\text{カロリー}}{\text{液の得た熱量}} \dots\dots\dots (5)$$

故に c, c' のいづれか一方が知られて居ると、他方を求めることが出来る。普通には $c'=1$ の場合、即ち水を用ひる。

実際には液の容器・攪拌器・溫度計等にも熱を奪はれるから相當の補正をしなければならぬ。

このやうな、熱量の測定に用ひられる容器を
熱量計(カロリメーター)
といふ。



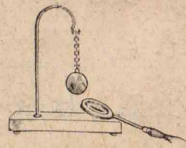
(圖107) 物質の燃焼熱量を測るボンブカロリメーター

問題 温度98°C, 質量9瓦のアルミニウムを15°C, 質量50瓦の水
中に投じたとき、水の温度が18°Cになつた。このアルミ
ニウムの比熱を計算せよ。

第二章 膨 脹

35. 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、
体積の増加を體膨脹といふ。

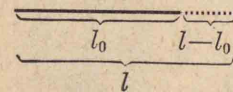


(圖108) 膨脹の實驗

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 °Cに於て長さ l_0 の固体が、 t °Cに於て l に伸びたとすれば、
線膨脹係數 a は

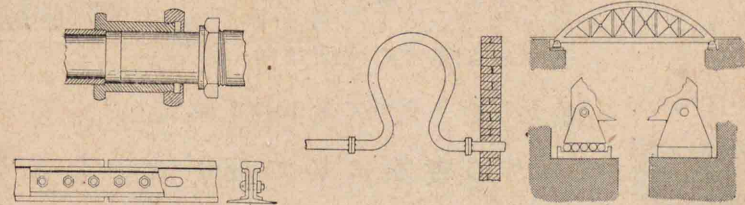
$$a = \frac{l - l_0}{l_0(t - t_0)} \quad l = l_0\{1 + a(t - t_0)\} \dots \dots (6)$$



物 質	線膨脹係數	線 膨 脹 係 數		
		0.00001	0.00002	0.00003
亞 鉛	0.000029	[Bar chart showing expansion values]		
黃 鉛	0.000019	[Bar chart showing expansion values]		
銅	0.000018	[Bar chart showing expansion values]		
鐵	0.000012	[Bar chart showing expansion values]		
白金	0.000009	[Bar chart showing expansion values]		
硝子	0.000009	[Bar chart showing expansion values]		
ニッケル銅金	0.000009	[Bar chart showing expansion values]		
銀ノ合金	0.000009	[Bar chart showing expansion values]		
インバール	0.000005	[Bar chart showing expansion values]		
石英硝子	0.000005	[Bar chart showing expansion values]		

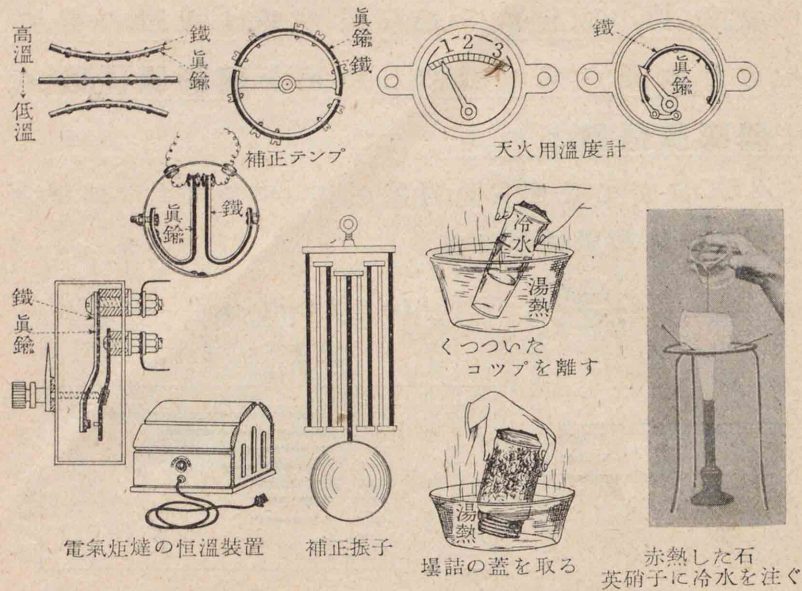
體膨脹係數は線膨脹係數の3倍である。

- 問題 1 エナメル引の鍋で焦げつかせると、
剝落ちることがあるのは何故か。
- 問題 2 熱湯を注入する時、肉の厚いコップはよく
毀れるが、肉の薄いビーカーが毀れないのは何故か。



レールの継目 膨脹環 鐵橋の膨脹に對する設備
(圖109) 固体の膨脹に對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は、インバールよりも遙かに膨脹係數が小さい。



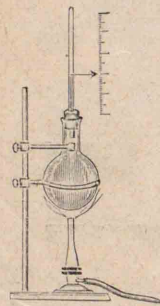
(圖110) 固體の膨脹の利用

36. 液體の膨脹 液體の體

膨脹は固體に比べて大きい。

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。



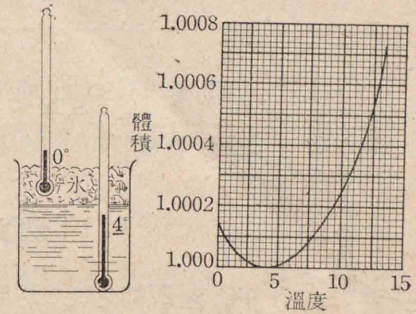
(圖111) 見掛けの膨脹の實驗

この實驗に於て、液が管中を昇るのは、液體の膨脹が容器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

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

脹といふ。水銀・酒精溫度計は水銀又は酒精のガラスに對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。實驗によると0°Cから4°Cに至る間は溫度が昇るにつれて收縮するが、4°C以上に於ては膨脹する。



(圖112) 水は4°Cで最大密度を有することを示す實驗及びグラフ

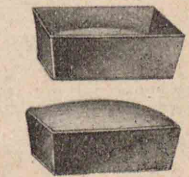
水は4°Cに於て最大の密度を有する。

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。

37. 氣體の膨脹

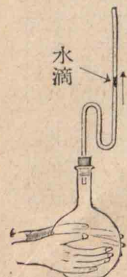
豫習事項 ゴムまりを熱するとだんだん張つて來るのは何故か。

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。實驗によると、



(圖113) パンの膨脹

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。
(シャルルの法則)



(圖114) 氣體の膨脹を示す實驗



(圖115) ガリレイの始めて作った空氣溫度計

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、

$$v = v_0 \left(1 + \frac{t}{273} \right) \dots\dots\dots (7)$$

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。

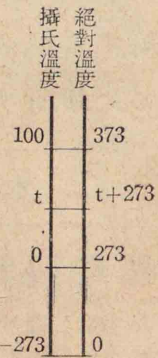
一定壓力の下では、氣體の體積はその絶対温度に正比例する。

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

$$\frac{v'}{v} = \frac{273+t'}{273+t} \quad \frac{v'}{273+t'} = \frac{v}{273+t} \dots\dots\dots (8)$$

氣體の壓力、體積及び温度の關係。

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22節のボイルの法則が適用さ



れて次のやうになる。

今一定量の氣體の體積・壓力・温度をそれぞれ V, P, t とし、それが V', P', t' の狀態にかはつたとすれば

$$\frac{V'}{V} = \frac{P}{P'} \times \frac{273+t'}{273+t} \quad \frac{VP'}{273+t'} = \frac{VP}{273+t} \dots\dots\dots (9)$$

即ち

一定量の氣體の體積は壓力に反比例し、絶対温度に比例する。
(ボイル・シャルルの法則)

問題 壓力750托、温度 3°C のとき體積1100立方糎の空氣は、標準狀態(760托、 0°C)に於て幾何の體積を占めるか。

第三章 狀態の變化

38. 融解と凝固 固體に熱を加へると、常に

その固體に特有な温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温度は昇ら

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 蠟	185
蔗 糖	160
パラフィン	{ 52 38
水	0
水 銀	-39
酒 精	-114

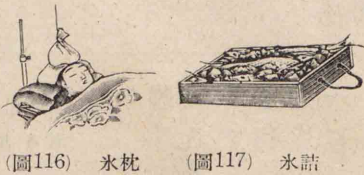
ない。この温度を融解点といひ、

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。

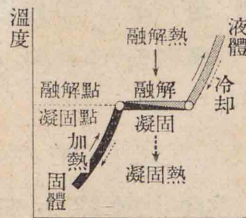
水の融解熱は最大で80カロリーである。故に氷は氷枕や氷詰または冷蔵函などに用ひられる。

逆に液体を冷やすと固体になる、これを凝固

といふ。凝固を始める
と全部固体になるまで温度は
變らない。この温度を凝固点
といふ。これはその物質の融
解点に等しく、また凝固しつ
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。



(圖116) 氷枕 (圖117) 氷詰



(圖118) 融解と凝固

一般に融解点 $T^{\circ}\text{C}$ 、融解熱 L 、融解前後の比熱がそれぞれ c_1, c_2 である物質 m 瓦を、 $t_1^{\circ}\text{C}$ より $t_2^{\circ}\text{C}$ に熱するに要する熱量(逆に冷すとき放出する熱量)は

$$c_1 m (T - t_1) + Lm + c_2 m (t_2 - T) \text{ カロリー}$$

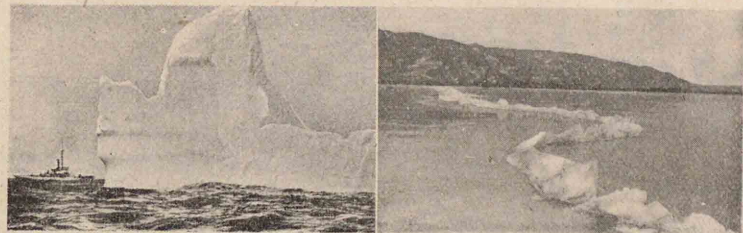
(融解点まで昇すに要する熱量) (融解させるに要する熱量) (融解後 $t_2^{\circ}\text{C}$ まで昇すに要する熱量)

一つの物質に、他の物質が融け込むと、一般にその融解点降る。例へば海水の凝固点は約 -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点が高い。

多数の物質は融解に際し膨脹し、凝固の時に収縮するものであるが、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。

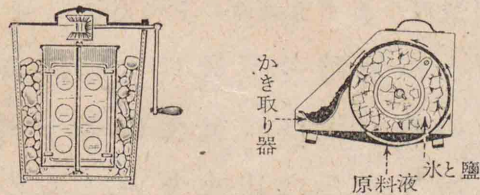


(圖119) 氷 山 (圖120) 諏訪湖の神渡り

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 -5°C の氷100瓦を 50°C の水にするには幾何の熱量を加へねばならぬか。氷の比熱は0.5とする。

39. 寒 劑 アイスクリームを製する時のやうに、氷と食鹽との混合物を造ると、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121) アイスクリーム機

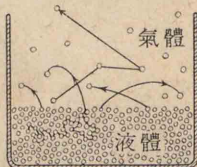


(圖122) 食鹽を水に投ずると温度が下る

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。

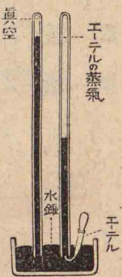
混合物	重さの割合	最低温度
食鹽・氷	1 : 3	-22°C
鹽化アンモニウム・氷	1 : 4	-15.5

40. 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。



(圖123) 氣化

實驗 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、或る所まで下るとこれ以上は下らず、送り込んだエ



(圖124)

ーテルは液體の儘で水銀面の上にたまる。



(圖125)

かやうに液體の蒸發には際限があつて、その時の温度に於ては、ある壓力以上に増すことは出来ない。この壓力をその温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、まだ最大壓力に達しない蒸氣を不飽和蒸氣といふ。

同じ物質では最大壓力は温度が昇るとともに急に増す。

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、冷蔵用に賣出されてゐる固形炭酸も昇華する。

温度	水の最大壓力
-20°C	0.1種
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

鮮魚の汽車輸送

(圖126) ドライアイスの利用

問題 1 七分通り這



(圖127)

入つてゐた湯タンポや、麥茶冷しが、冷えて圖127の如く破壊したといふ。何



(圖128)

故か。また圖128の如く、冷めるとお椀の蓋

のとり難いことがある。何故か。

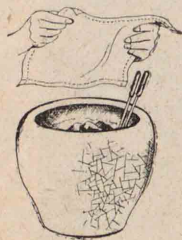
問題 2 揮発油の壺や、アルコールの壺にかたく栓をする必要があるのは何故か。

41. 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、空氣其の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



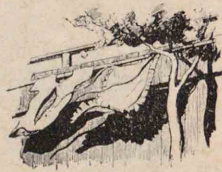
(圖129) 空氣中への蒸發を示す實驗



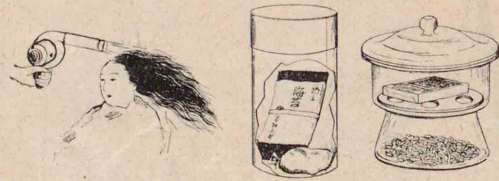
(圖130) 炭火による乾燥(温度を高める)

(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) 温度を上げる。(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131) 乾燥空氣による乾燥

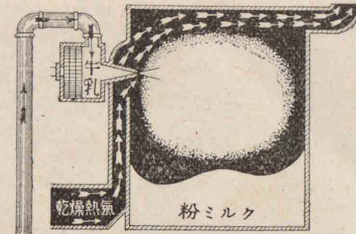


(圖132) 吸濕劑(アドソール)による乾燥

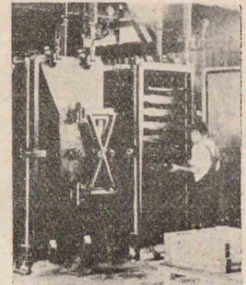
(3) 密閉器中に入れてポンプで

減壓し、中の空氣及び水蒸氣をのぞく。

(眞空乾燥)



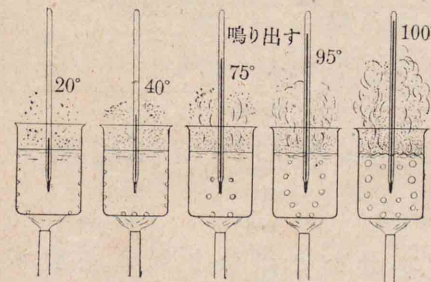
(圖133) 粉ミルクの製造



(圖134) 製薬に用ひる眞空乾燥

42. 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。

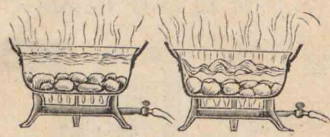
液が沸騰しつゝある間は温度が一定で、いくら熱を加へても之以上昇らない。このとき加へられた熱は、全部液を蒸氣に變へるために用ひられるのである。この温度を沸騰點といふ。



(圖135) 水の沸騰

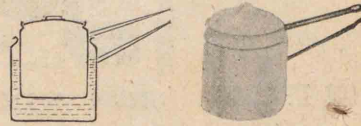
1 氣壓に於ける沸騰點		
水	銀	357.°C
	水	100.
アルコール		78.3
エーテル		34.5
アンモニア		-33.5

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。

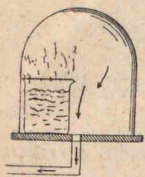


(圖136) 沸騰の實驗

また焦げつかさないやうに料理する湯煎もこの應用である。



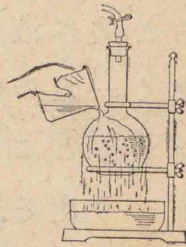
(圖137) 二重鍋



(圖138) 壓力と沸騰との實驗

實驗 フラスコに約半分水を入れこれを沸騰させた後、火を除去して栓をし、これに水を注ぐ時は再び盛に沸騰する。又沸騰の止んだビーカーを排氣鐘に入れて

排氣しても同様である。



(圖139) 壓力と沸騰との實驗

上の實驗からわかるやうに、液體の沸騰はその上加はる壓力に關係し、

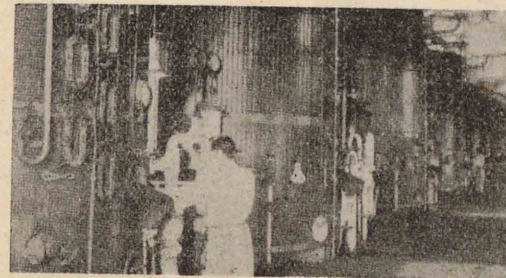
沸騰點は液の表面に加はる壓力が増す程上昇する。

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

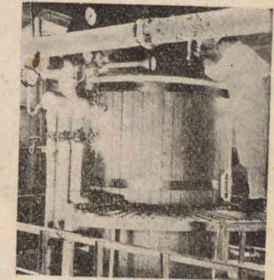
それで普通は大氣壓が一氣壓の時の沸騰點を單に沸騰點といつてゐる。

眞空罐(減壓釜) 糖蜜から水分をとつたり、煉乳を製するときのやうに、低溫度で液體を沸騰させたいときは、

減壓しながら密閉した罐で煮つめる。



(圖140) 砂糖の減壓蒸留



(圖141) 煉乳蒸發用眞空罐

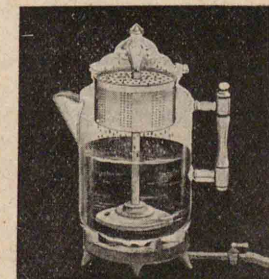
壓力釜(加壓鍋) 壓力釜を用ひると、著しく沸騰點をあげ得るから速く煮え、堅い纖維も大變柔かに、魚などは骨まで食べられるやうになる。

これはまた高山で食物を煮る時にも、ゼラチンを骨



(圖142) 家庭用壓力釜

品名	加熱時間表	
	普通鍋による	家庭用壓力釜による(加壓1氣壓)
ハム	4時間	50分
スープ	2時間	30分
塩詰殺菌豆	15-2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143) 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 普通の煮方では、富士山頂では米がよく煮えないといふ。何故か。但し富士山上では沸騰點は約 78°C である。

問題 2 湯で煮るより、油でいためる方がよく煮えるのは何故か。

43. 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。



(圖144) 熱帯地方に於ける飲料水冷却用の素焼の甕

氣化は液體の温度の如何にかか

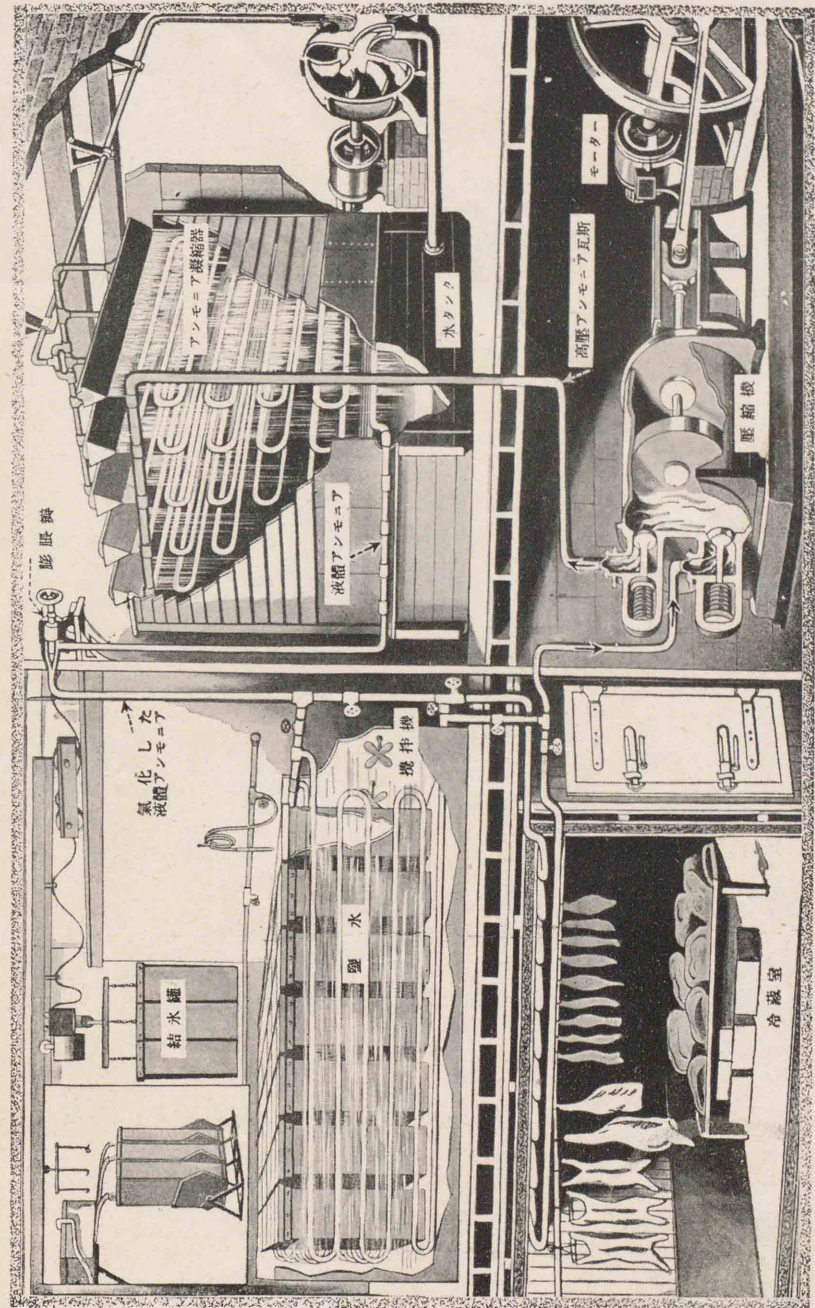
はず常に行はれて居り、氣化熱は温度によつて異なるが、普通氣化熱と呼んでゐるのは沸騰點に於ける氣化熱である。

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

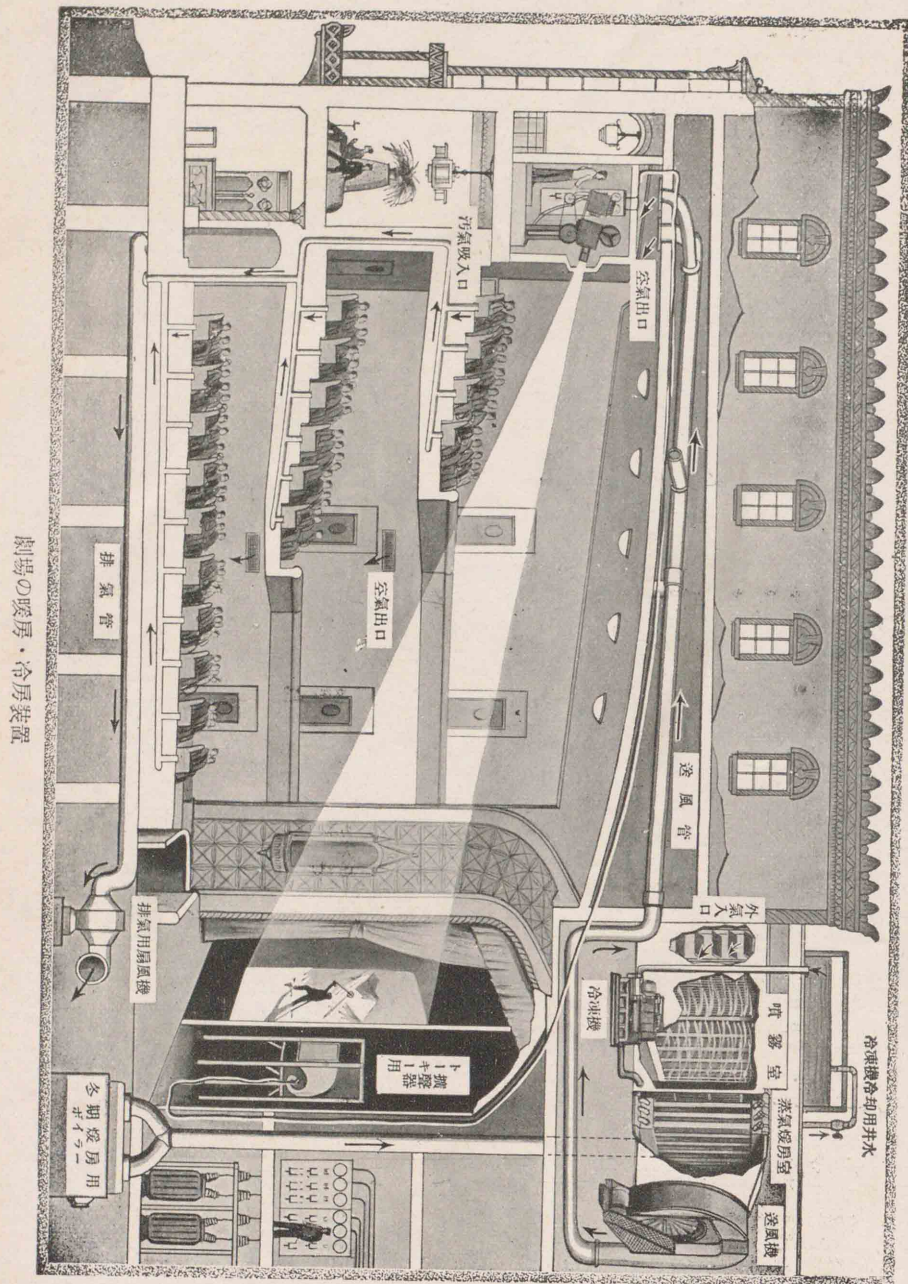
一般に t°C の液體 m 瓦に熱を加へて全部氣化させるに要する熱量は、沸騰點を T°C、氣化熱を L、比熱を c とすれば、

$$cm(T-t) + Lm \text{ カロリー}$$

(沸騰點まで昇すに要する熱量) (蒸發させるに要する熱量)



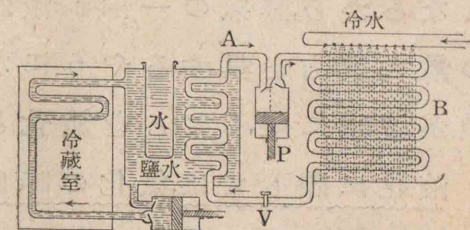
製氷機の原理



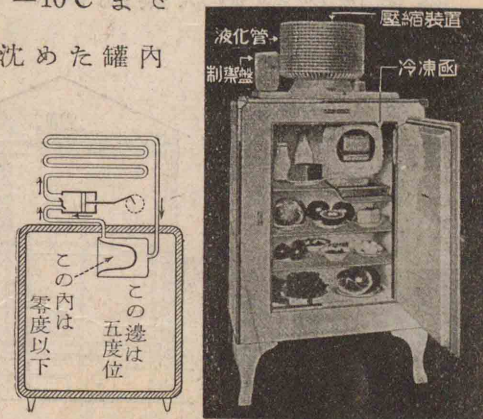
(圖145) 氣化熱の實驗

(圖146) 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、弁Vを経て蒸發室Aの蛇管に送つて蒸發させる。この際、鹽水より氣化熱を採るので鹽水は -10°C まで冷却し、この鹽水中に沈め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147) 製氷機械の原理



(圖148) 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、又扇子であふぐと涼しく感じる

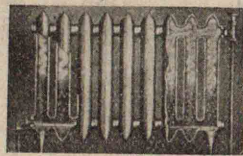
のは何故か。

問題 3 0°Cの水 530瓦を悉く100°Cの蒸氣にするには少くとも幾何の熱量を要するか。

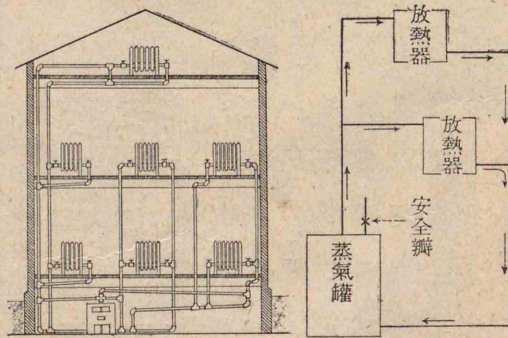
44. 液 化 飽和蒸氣を壓縮すると、蒸氣の一部は液體になる。又これを冷却しても、その壓力は冷却した溫度に相當する最大壓力以上となるから、蒸氣の一部が液體となり、残りがこの最大壓力を呈するやうになる。かやうに氣體が液體に變ることを**液化**といふ。

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するのである。

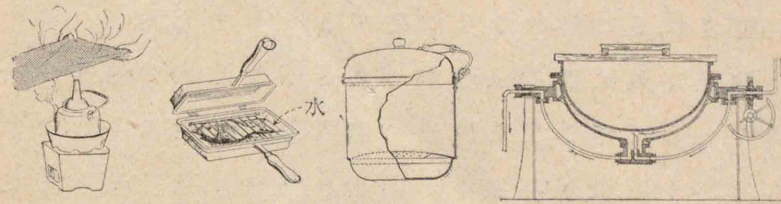


(圖149) 放熱器内の蒸氣



(圖150) 蒸氣暖房

臨界溫度 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



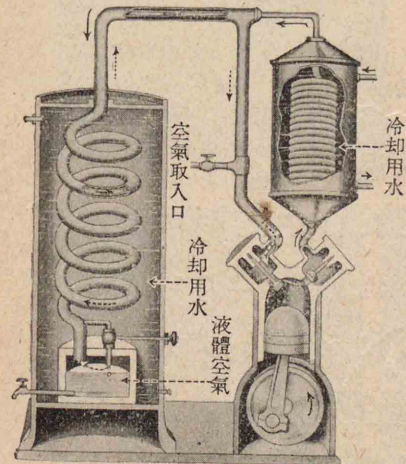
(圖151) ゆのし (圖152) 蒸焼き器 (圖153) 蒸し鍋 (圖154) 蒸氣釜

溫度以上では、どんなに壓縮しても液化しない。この溫度をその氣體の**臨界溫度**といふ。それで液化するには、先づ臨界溫度以下に冷却して置くことが必要である。

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

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

液體空氣 空氣は臨界溫度が非常に低くて、寒劑を用ひても達し得られない溫度であるから、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



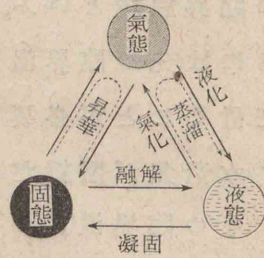
(圖155) 空氣液化機械の原理

強壓されることになり、液化するやうになる。

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。この窒素は人造肥料に、酸素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。

問題 1 右の圖により、状態の變化の現象を説明してみよ。

問題 2 固態の比熱 C_1 、液態の比熱 C_2 、融解點 T_1 、沸騰點 T_2 、融解熱 L_1 、氣化熱 L_2 なる $t^\circ C$ の固體 m 瓦を全部氣化させるに要する熱量を表はす式を記せ。

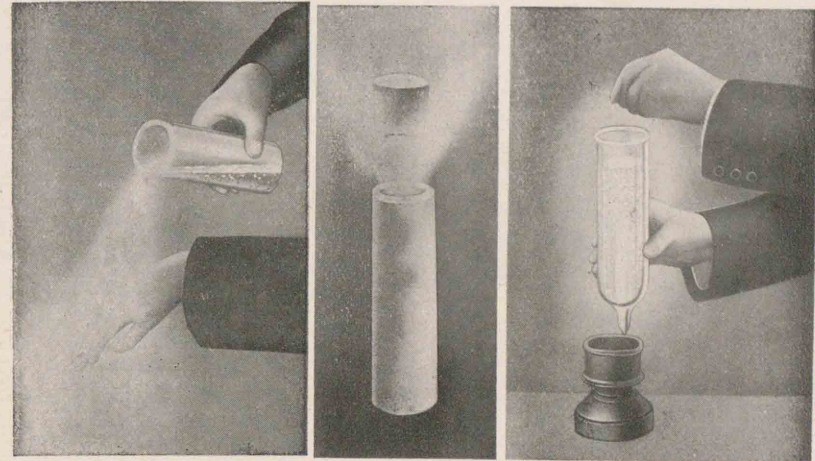


(圖156) 状態の變化

第四章 大氣の乾濕

45. 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、飽和状態に遠いか、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

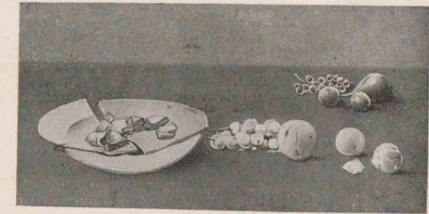
液體空氣の實驗



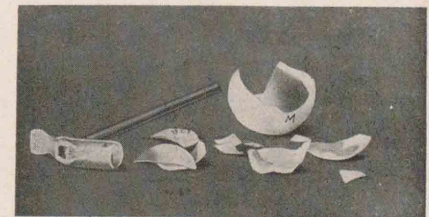
手に注ぎかける(左)容器に密閉すると爆發する(中)物を投入すると激しく沸騰する(右)



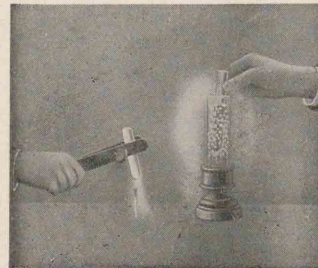
氷の上でも沸騰する



液體空氣で凍つた果物と牛肉



ゴムマリも弾力を失つて脆くなる



水銀も凍つて堅い金屬のやうになる



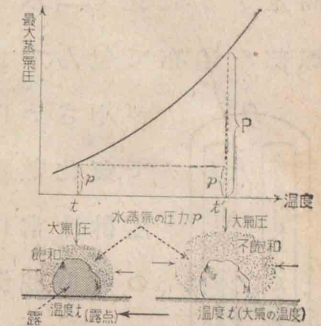
卷煙草にしませて點火

比を以てし、これを濕度(H)といふ。即ち

$$H = \frac{p}{P} \times 100 \dots\dots\dots(10)$$

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溫度も共に降り、中に含まれてゐる水蒸氣は遂に飽



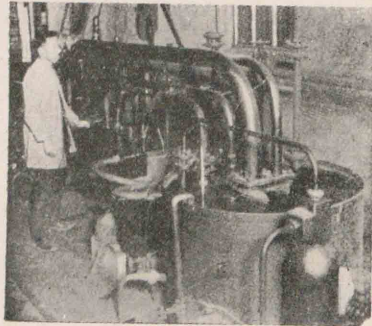
(圖157) 露點の説明

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。この溫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溫度を、その空氣の露點といふ。

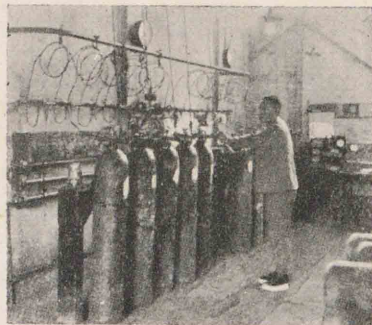
故に

濕度は大氣の溫度と露點とから求められる。

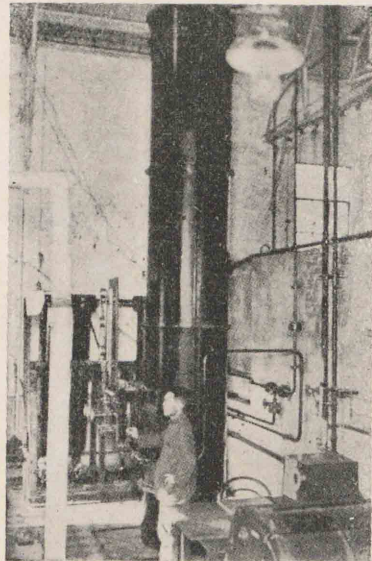
その目的には露點濕度計が用ひられる。



空氣壓縮機

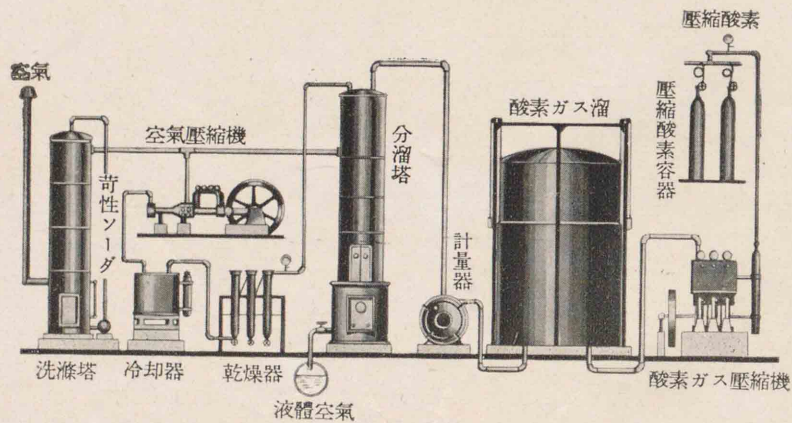


壓縮酸素の充填



分溜塔

(保土ヶ谷曹達株式會社)



壓縮酸素の製造順序(ハイラント式)

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

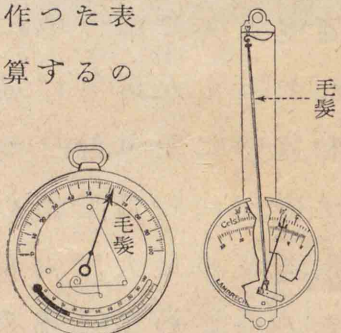
乾濕球湿度計 これは簡便に湿度を測定する装置で、二本の溫度計の一方の球部を濕布で包んである。空氣の湿度が小さいほど水の蒸發は盛



(圖159) 乾濕球湿度計

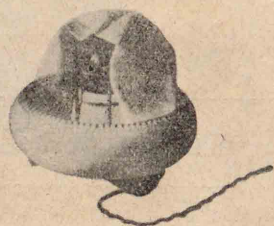
湿度が大きいほど、毛髪が多く伸びることを利用したものである。

毛髪湿度計

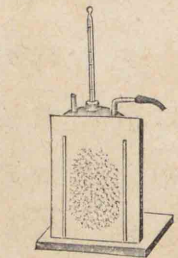


(圖160) 毛髪湿度計

適度の湿度 吾々が心地よく感ずるときは、湿度と溫度との關係が適當なときであつて、單に何%の湿度が適當であるとするこ

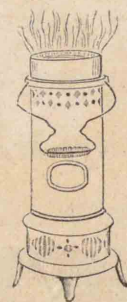


(圖161) 濕潤器

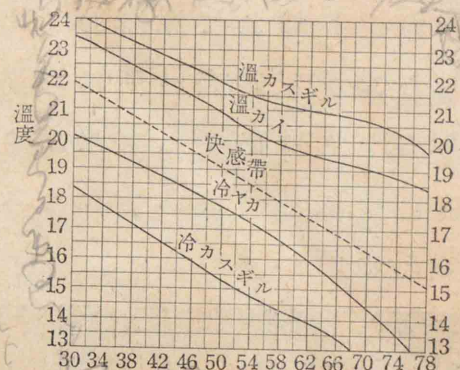


(圖158) 露點湿度計

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湿度を計算するのである。



(圖162) 溫度の調節



(圖163) セル氏快感帶 湿度(%)

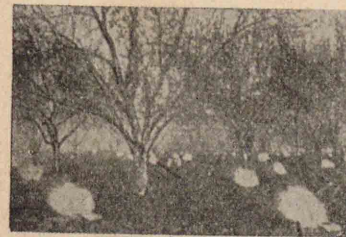
問題 1 室内を温めると何故空氣は乾燥するか。

問題 2 大氣の溫度が

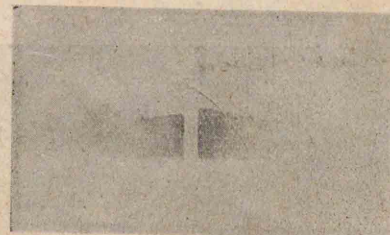
33.7°Cで、露點が20.4°Cであるとき、その湿度を右表を用ひて計算せよ。

溫度	20°	21°	33°	34°
水蒸氣の最大壓力(耗)	17.4	18.5	37.4	39.6

46. 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

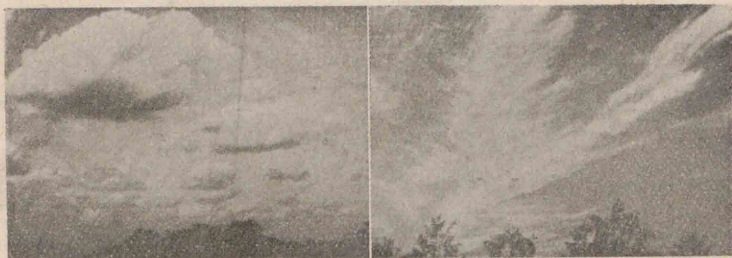


(圖164) 霜害豫防



(圖165) 濃霧の害

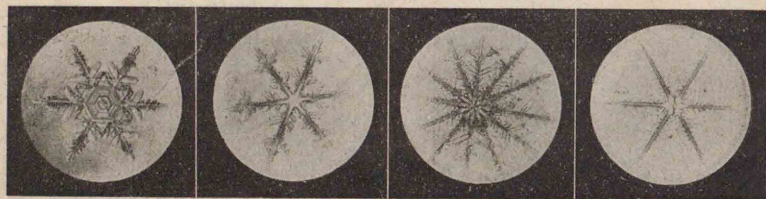
の水蒸氣が凝結して浮游してゐるものであり、凝結した水蒸氣が高い所に浮游してゐるのが雲である。雲は必ずしも水球から出来てゐるとは限らず、極めて高い雲になると、氷の結晶で出来てゐるのが多い。



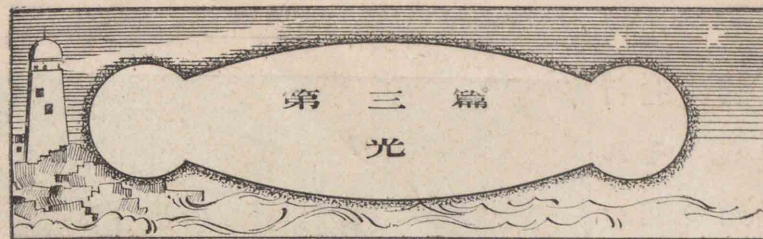
(圖166) 雲の圖 積雲(平均高さ1400米)巻雲(平均高さ9000米)

雲が出来るのは、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。

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、これに水滴が凍結したものが霰である。



(圖167) 雪の結晶



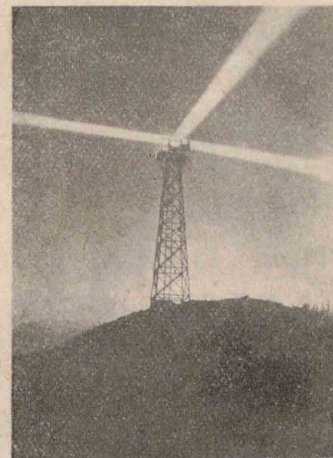
第一章 光の直進

47. 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。

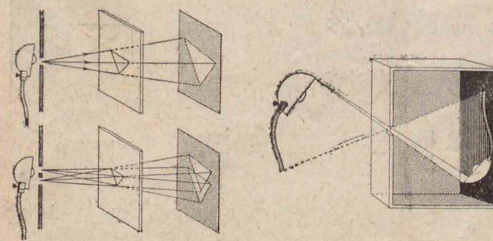
2 光がまっすぐに進む例をあげよ。

物體が見えるのは、その物體から来る光が眼の中に入り、視覺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168) 航空燈臺(箱根)

光は組織一様な物體中では、直

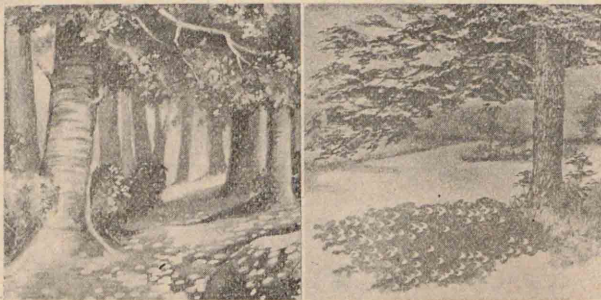


(圖169) 光の直進の實驗(小孔による像)



(圖170) 針孔寫眞

線状に進行する。それで光の進む徑を直線で示し、之を光線といふ。



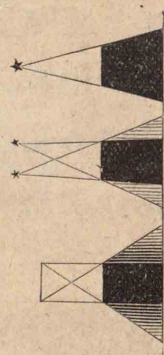
(圖171) 木の間もる日光は地上に圓形の斑點を生ずる
右圖は部分食の時

光の速さは甚だ大で、真空中では毎秒30萬浬(毎秒3億米)である。

空氣中では真空中より僅に遅く、水中では真空中の速さの約 $\frac{3}{4}$ である。

問題 森の茂みから漏れる光が地上に幾多の圓い明るい斑點を生ずるは何故か。

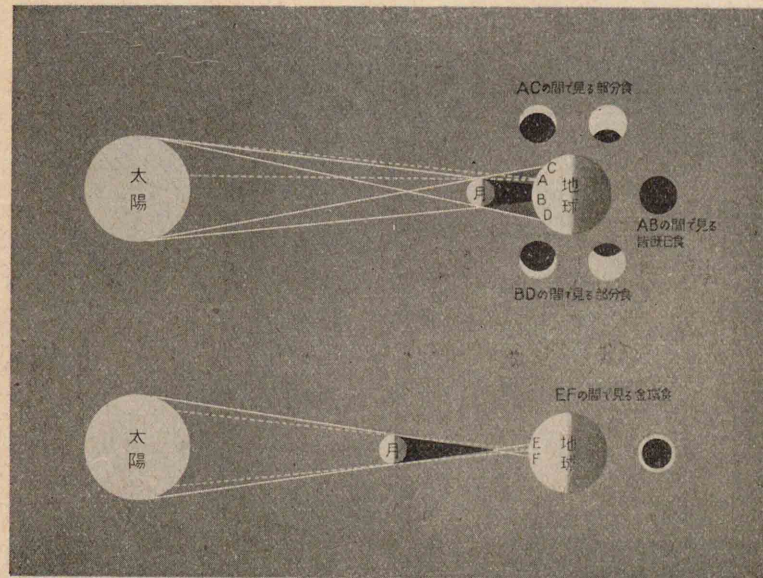
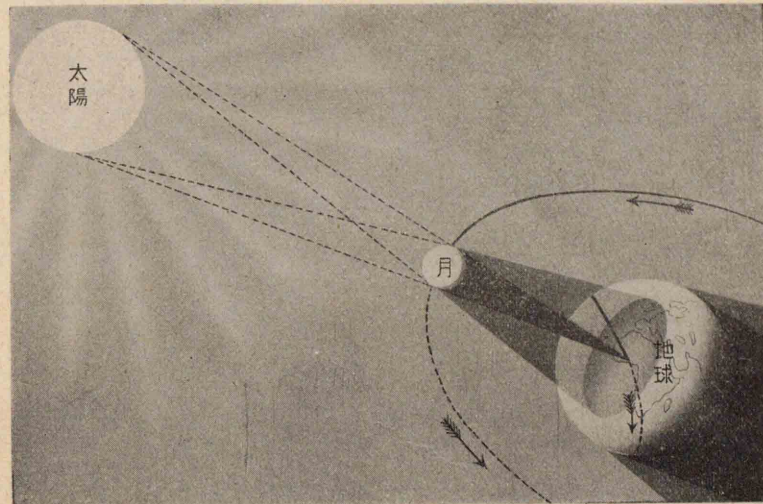
48. 影 光は直進するから、之を不透明體で遮ると影が出来る。光源が小さくて光點である時は、影は暗黒で、その境界がはつきりするが、光源に大きさがある時は、影には全く光の達しない**本影**と、光源の一部分から光を受ける**半影**とが出来る。



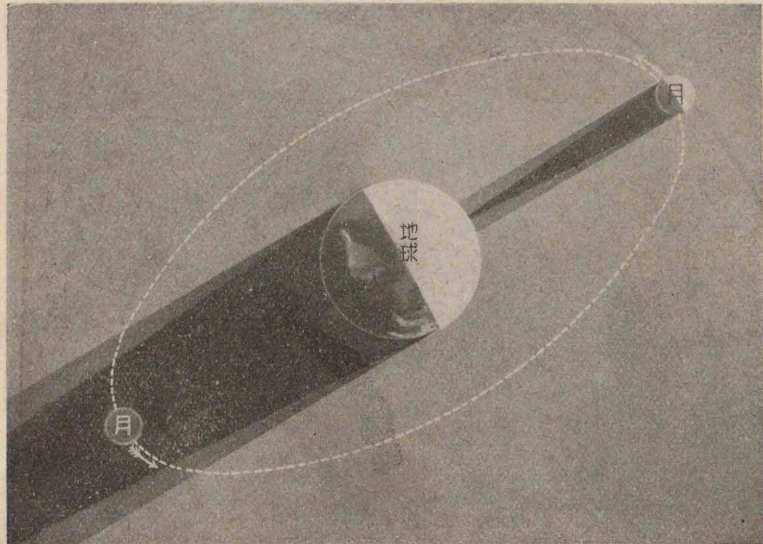
(圖172)

日食は地球が太陽による月の影の中に入つたとき起るもので、別刷の圖に示すやうに、地球上の觀測者が

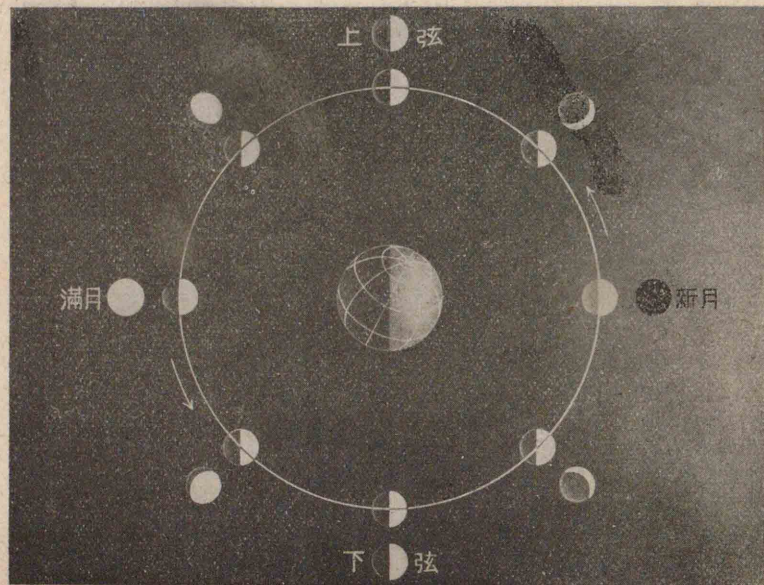
日食の原理



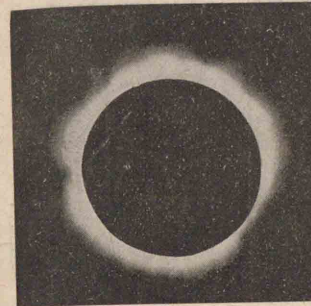
月食の原理



月の盈虚



第二章 光の反射



(圖173) 昭和11年6月19日
北海道に於ける日食の寫眞



(圖174) 生徒の觀測

月の本影 AB に入ると皆既食,半影 AC, BDに入ると部分食,半影 EF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。

問題 電柱の影は地上に明かに出来るが,電線の影は殆ど出来ないのは何故か。

第二章 光の反射

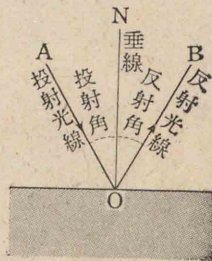
49. 光の反射

豫習事項 1 反射の法則を述べよ。

2 普通の物が光を受ける時種々の方向から見える理由。

既に一般理科で學んだ通り,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。

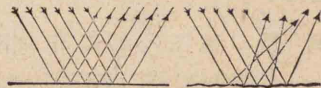
- (1) 投射光線と反射光線とは、投射點で反射面への垂線の兩側にあり、且三直線は同一平面上にあり。
- (2) 投射角と反射角とは相等的い。



(圖175) 光の反射

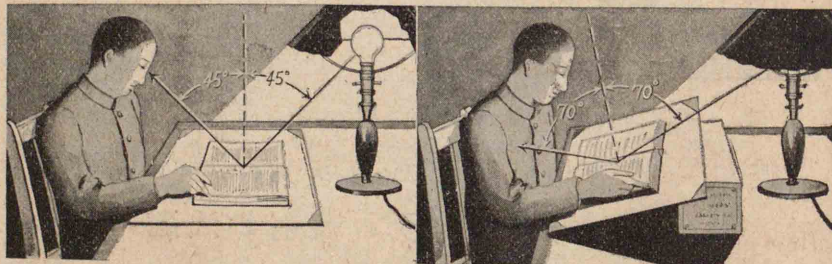
光が紙や木など普通の物體の面のやうに凹凸のある面にあたると、不規則に色々の方向に反射する。このやうな反射を**亂反射**と稱し、之に對して規則正しい反射を**正反射**といふ。

この亂反射のために、眼がどこにあつても、反射光を受けるから、その物體を認めることが出来るのである。



(圖176)

一般に投射角が大きくなる程、正反射の量が増すから、紙の面でも斜に見ると鏡のやうに光つてぼんやりした像が見える。故に燈下で讀書をするとき電燈の位置によつては紙面が正反射に近い反射をなし、電燈



(圖177) 紙面の正反射を防ぐ(右)

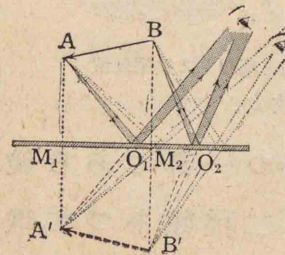
の輝きが見えて邪魔になることがある。

50. 平面鏡

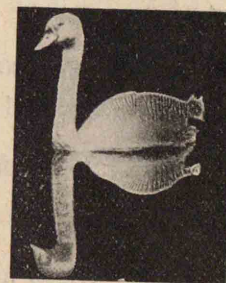
豫習事項 鏡によつて出來た像と實物との關係。

平面鏡の前に物體を置くと、鏡の後に**虚像**を生ずる。

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



(圖178) 平面鏡による像

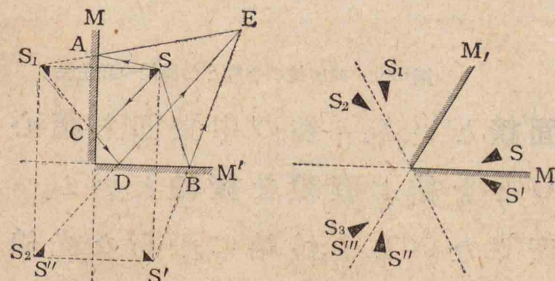


(圖179) 水鏡



(圖180) 鏡の利用

ことを圖178について説明してみよ。



(圖181) 直角及び60°に置いた二枚の平面鏡の累次反射



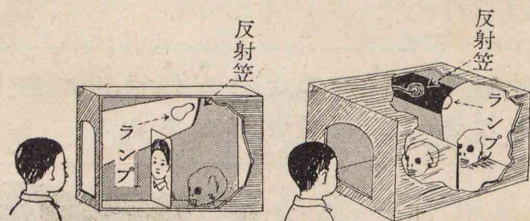
(圖182) 百人鏡

問題 1 自己の全身を映すことの出る鏡の大きさを決定せよ。



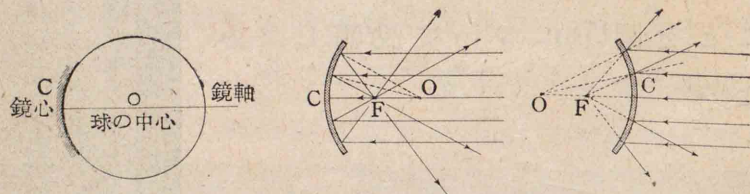
(圖183) 百色眼鏡による模様

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184) 問題2の原理を應用した娯樂装置

51. 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



(圖185) 球面鏡

(圖186) 凹面鏡の焦點と凸面鏡の虚焦點

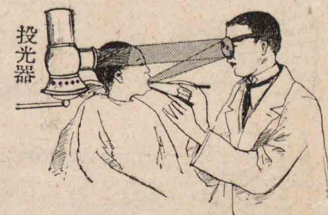
したものを凸面鏡といふ。鏡の中央即ち鏡心Cと、球の中心Oとを結ぶ直線を鏡軸といふ。鏡面があまり廣くないとき、鏡軸に平行な光線がこれに當ると、反射されて、凹面鏡では鏡軸上

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。

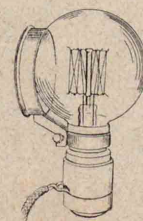
鏡心Cと焦點Fとの距離を焦點距離といふ。焦點距離は球の半径の半分に等しい。

$$f = \frac{r}{2} \dots\dots\dots(11)$$

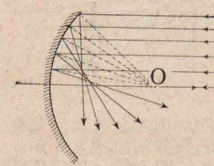
反射鏡 凹面鏡の光を集めることを利用したものに、口腔の検査用又は顯微鏡の反射鏡がある。また凹面鏡の焦點に光源を置くと、反射の後、鏡軸に平行に進むから、その強さが弱まること少く遠方まで達する故、いろいろの反射鏡として用ひられる。然し鏡面を廣くすると、平行投射光線は焦點に集らず、随つて焦點に光源を置いても、反射後平行光線



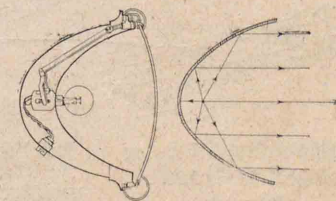
(圖187) 凹面鏡で光を集める



(圖188) 反射鏡



(圖189)



(圖190) 自動車の前燈

にならなくなる。反射面が**廻轉抛物面**である凹面鏡である、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。

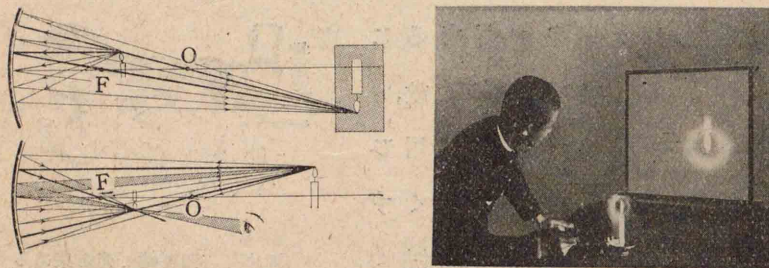


(圖191) 探照燈

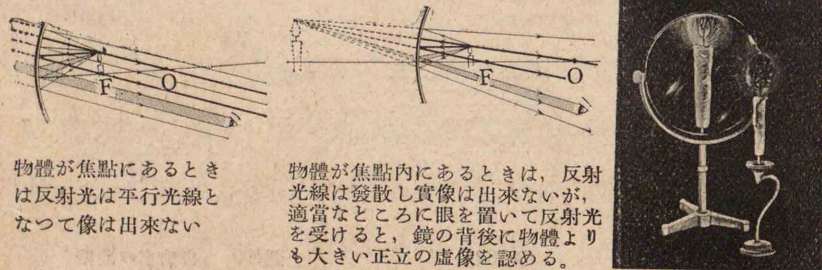
52. 球面鏡のつくる像 凹面鏡のつくる像

は發光體の位置によつて種々の場合がある。

(圖192) 凹面鏡の作る像



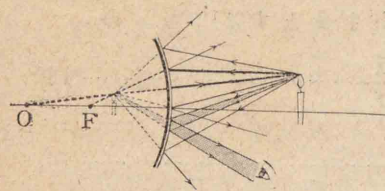
物體が焦點外にあるときは、適當の位置に衝立をおくと倒立の實像が出来る。
物體が球心内であれば像は物體より大きく、球心外であれば小さい。



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ない

物體が焦點内にあるときは、反射光線は發散し實像は出来ないが、適當なところに眼を置いて反射光を受けると、鏡の背後に物體よりも大きい正立の虚像を認める。

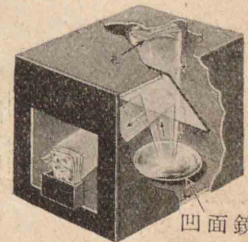
凸面鏡は光を發散するから、これによつて生ずる物體の像は、常に物體よりも小さい正立の虚像である。



(圖193) 凸面鏡の作る像



(圖194) ラヂオの真空管(凸面鏡代用)に顔を寫す

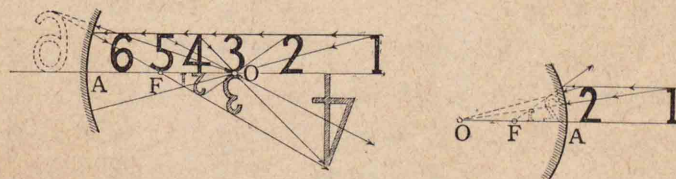


(圖195) 凹面鏡を用ひた面白い装置、札はあつてもつかめない。

球面鏡のつくる物體の像は、次の規則によつて畫くことが出来る。

- (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。

即ちこの規則により、各點より出る上の二光線をと、その反射後の交點を見出して像を畫けばよい。



(圖196) 球面鏡の作る像の作圖法

また凹面鏡の半徑を 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、その間に次の関係がある。

(凹面鏡では) $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$ (12)

(虚像の場合は b を負とする)

(凸面鏡では) $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$ (13)

(凹凸両方) $\frac{\text{物体の長さ}}{\text{像の長さ}} = \frac{a}{b}$ (14)

問題 1 球面鏡の鏡軸に垂直に立つ物体の長さ、その像の長さとの比は a:b なることを證せよ。

問題 2 凹面鏡の前方120 糎の所に、長さ4 糎の物体を置くと、鏡の前方40 糎の所に像が出来る。像の長さ及び鏡の焦点距離を求めよ。

問題 3 圖197のやうに長くなつたり縮んだりして見える鏡がある。この理由を説明せよ。



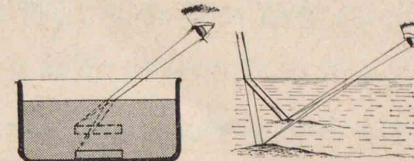
(圖197) 滑稽に寫る鏡

第三章 光の屈折

53. 光の屈折

豫習事項 水中にある

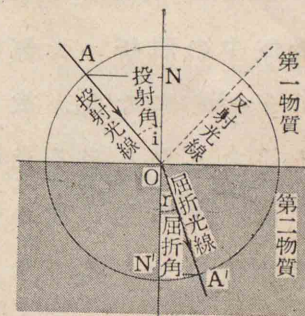
物体を水上より見れば、浮上つて見え、水中へ斜に入れた棒が水



(圖198) 水による光の屈折

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、その境の面で折れる。これを光の屈折といふ。實驗の結果によると



(圖199) 屈折光線

(1) 投射光線と屈折光線とは、投射點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。

(2) 投射點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點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、即ち投射角の正弦と屈折角の正弦との比は、投射角の大小にかゝらず一定である。

即ち $\frac{AN}{A'N'} = n$ 或は $\frac{\sin i}{\sin r} = n$ (15)

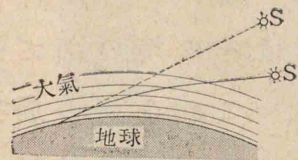
この n を第二物質の第一物質に対する屈折率といふ。普通單に屈折率といふのは、空氣に対する屈折率である。

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
水	1.31
水	1.33
アルコール	1.36

大氣中の屈折 大氣は上層にゆくほど稀薄になり、

屈折率が小になる。故に太陽や星などから来る光は次第に曲り、その見かけの位置は眞の位置より高くなる。

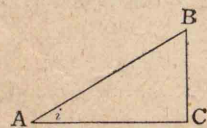


(圖200) 大氣中の屈折

ストーブや炭火の上などの、熱せられた空氣を通して物體をみると、ちらついて見えるのや、のどかな春の日に立つ陽炎は、いづれも空氣の密度が絶えずかはり、それにつれて物體から来る光の屈折の様子が變るからである。

角 i の正弦とは直角三角形 ABC に於て $\frac{BC}{AB}$ を言ひ、これを $\sin i$ と書く。

故に (圖199) に於て

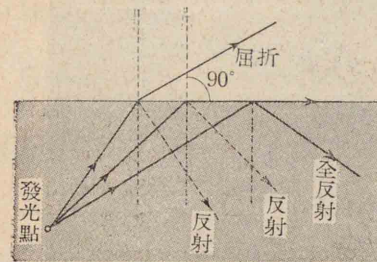


$$\frac{AN}{A'N} = \frac{AO}{A'O} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

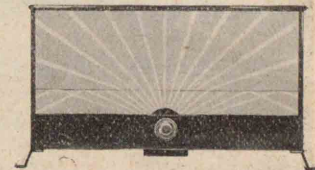
問題 1 太陽が少し地平線下にあつても、見えるのは何故か。

問題 2 澄んだ水底は斜に見る程淺く見えるのは何故か。

54. 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°



(圖201) 全反射

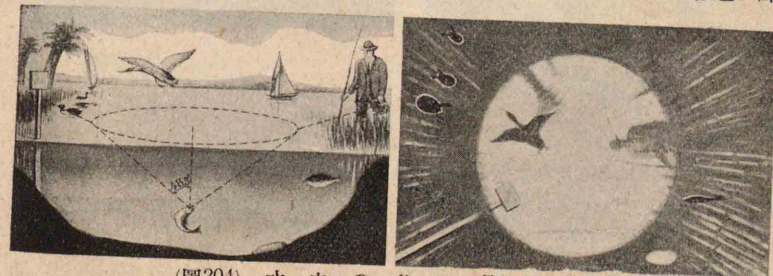


(圖202) 全反射の實驗

に達し、屈折光線は境界面に沿うて進むやうになる。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。



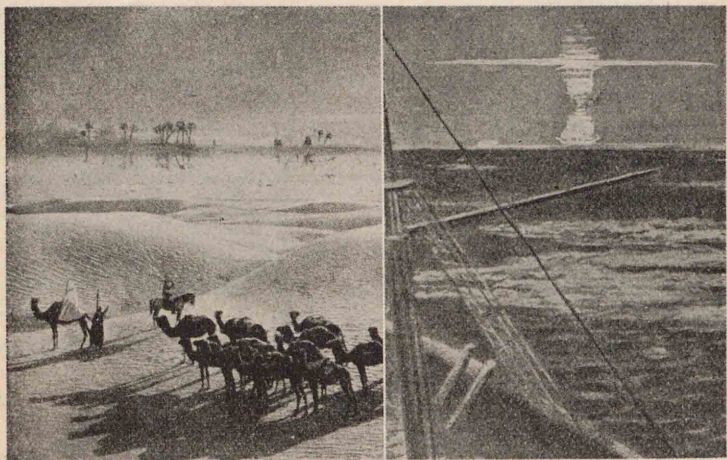
(圖203) 空の試験管が銀色に輝く



(圖204) 水中の魚の見る世界

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

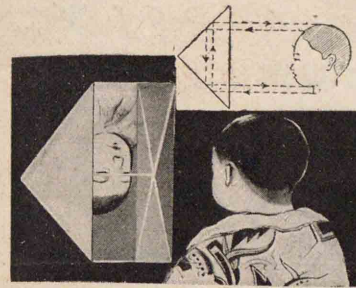
蜃気楼は大気の密度が次第に變化して上層から下層にさがるに従つて、密度が大、或は小になつてゐる場合に、光線の屈折と全反射によつて起る現象である。



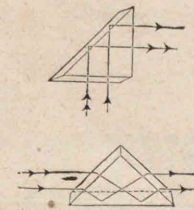
(圖205) 沙漠にあらはれた蜃気楼

(圖206) 海上にあらはれた蜃気楼

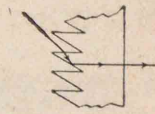
直角プリズム 全反射を利用して、光の方向を變へる爲に光學器械によく用ひられる。反射光線は普通



(圖207) 直角プリズムによる像



(圖208) 直角プリズム



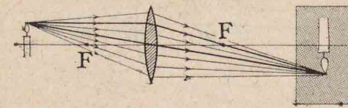
プリズム窓硝子の鏡より著しく強大である。

55. レンズのつくる像

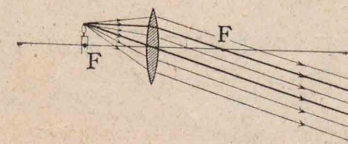
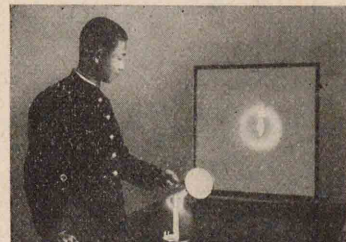
豫習事項 凸レンズによつて發光體の像の出来る理由。

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。

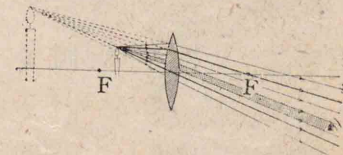
(圖210) 凸レンズのつくる像



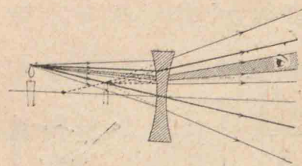
物体が焦点外にあるときは適当な位置に衝立をおくと、その上に倒立の實像を結ぶ



物体が焦点にあるときは、屈折光線は平行になつて像は出来ない



物体が焦点内にあるときは、屈折光線は發散して實像は出来ないが、適當なところに眼をおいて發散光を受けると物体の側に正立の虚像を認める



(圖211) 凹レンズのつくる像は常に正立の虚像である

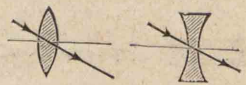
レンズのつくる像は、次の規則によつて描くことが出来る。

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

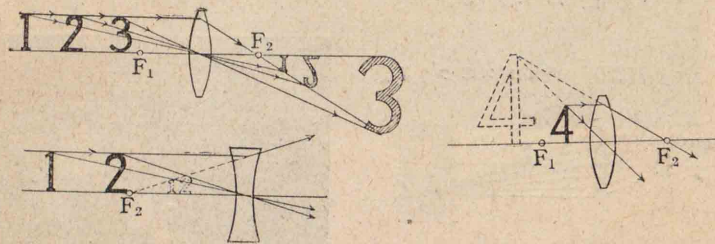


(圖212)

(2) レンズの中心を過ぎる光線はその方向を變へない。



(圖213)



(圖214) 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, 焦点距離をfとすれば次の関係がある。

$$(凸レンズ) \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (16)$$

(虚像の時はbを負とする)

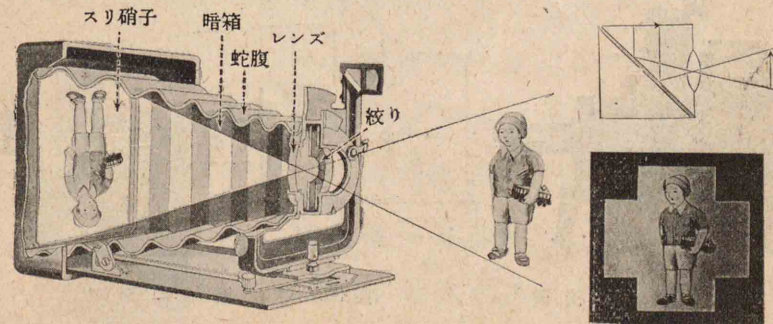
$$(凹レンズ) \quad -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (17)$$

$$(凸凹兩方) \quad \frac{\text{物體の長さ}}{\text{像の長さ}} = \frac{a}{b} \dots\dots\dots (18)$$

問題 1 焦点距離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 硝子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。

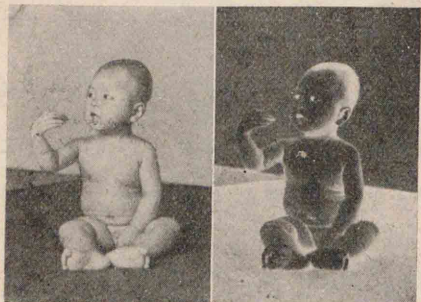
56. 寫眞機 寫眞機は凸レンズが物體の實像を生ずることを利用したもので、伸縮自在な蛇腹を有する暗箱の前面にレンズ、後面に艶消硝子を具へたものである。



(圖215) 寫眞機

撮影には先づ蛇腹を伸縮して、鮮明な倒像を艶消硝

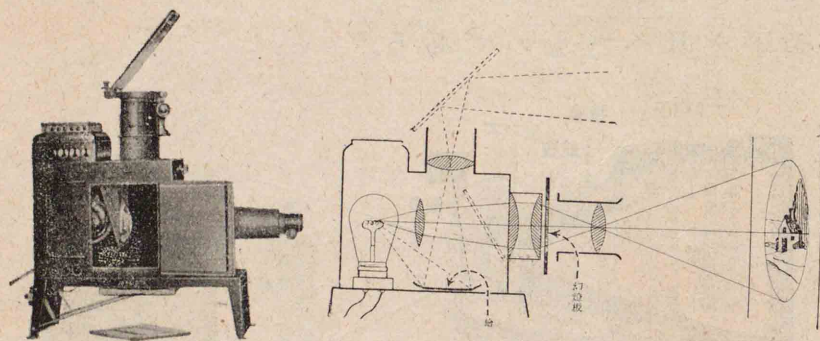
子上に生じさせ、次に艶消硝子を除いて、乾板又はフィルムを置き、露出・感光させる。この乾板を適当な薬品で現像・定着すると、實物と明暗の反対な陰畫が出来る。この下に感光紙を置き光にさらすと普通の寫眞即ち陽畫が得られる。



(圖216) 陽畫(左)と陰畫(右)

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。

57. 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



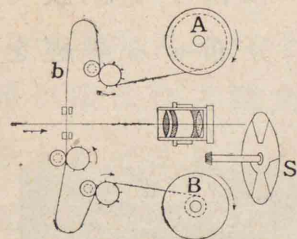
(圖217) 幻燈機械

(圖218) 幻燈機械の原理

し、凸レンズによつて擴大して、その實像を映寫幕上に映す機械である。

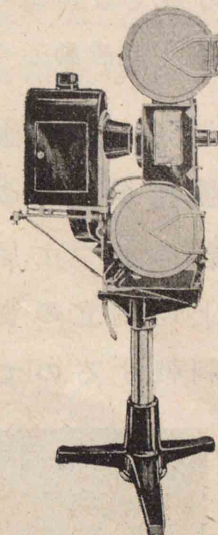
實物幻燈(又は反射幻燈)は實物又は繪葉書などを強い光線で照し、凸レンズで擴大してその實像を映す装置である。通常幻燈と反射幻燈との二つを組合せたものが多い。

活動寫眞 マッチの燃えさしを急に振廻すと、連續した火の輪が見える。之は刺戟が去つても約 $\frac{1}{10}$ 秒間



(圖219) 活動寫眞機の原理

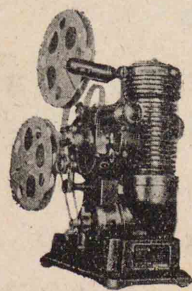
は光の感覺が消えないからである。(圖220) 活動寫眞機 活動寫眞はこれを應用した幻燈であつて、これに用ひるフィルムは、動いてゐる物體を短時間を隔てて、毎秒十數回の割合で連續撮影したものである。



(圖220) 活動寫眞機

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。

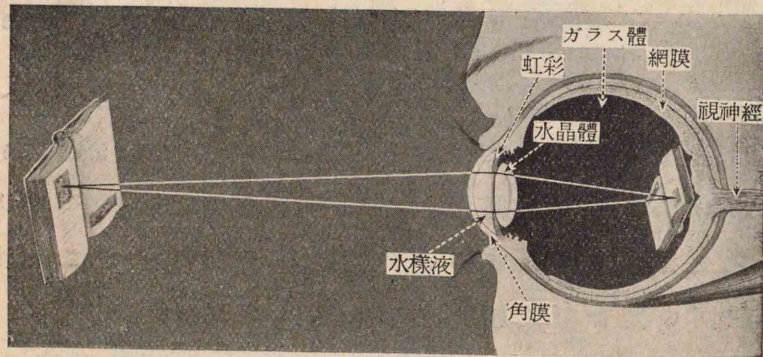
撮影機・映寫機共に、シャッターが開いてゐる間だけフィルムが止まり、フィルムの動く間はシャッターが閉ぢるやうになつてゐる。それで映畫は



(圖221) 庭用16ミリ映寫機

毎秒十數回静止し、ま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。

58. 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、そこに分布せる神経を刺戟するのである。



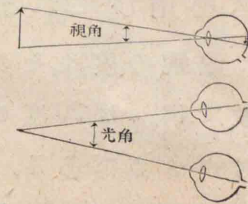
(圖222) 眼 球 の 構 造

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、遠點は無遠のところにあるが、眼を樂にしてみても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。

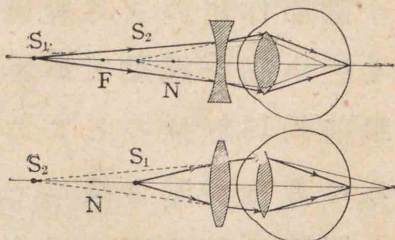


(圖223) 視角と光角

59. 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

來て不鮮明になる。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。



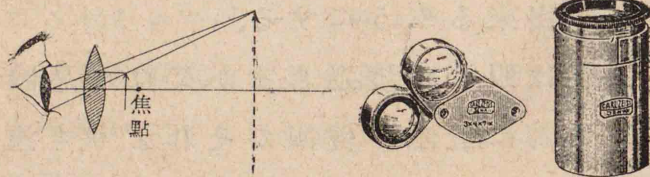
(圖224) 近眼(上)と遠眼(下)
Fは遠點, Nは近點

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。

60. 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。

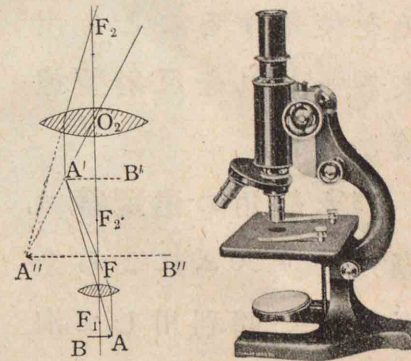
本右表の両面は外側は細くセメントを以て用ひて各種の物に直接に照射したるを以て光線照射するも温度の上昇により僅かの熱を生ずることなし。
虫眼鏡は總ての部分純銅製にして極めて少くして修理極めて容易に業外に照射するに製作したるもの線に對する透過力強しは其の熱に耐え得る品物大なる効果を得る特性を有するなる文獻は御申越え願ひます。

(圖225) 蟲眼鏡による擴大



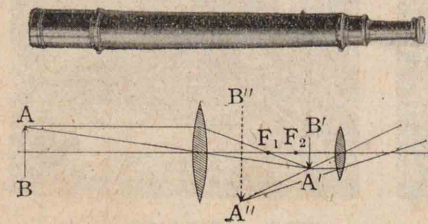
(圖226) 蟲眼鏡の原理と蟲眼鏡

61. 顯微鏡 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顯微鏡である。なほ視野を明るくする爲に、下方に反射鏡を備へる。顯微鏡の倍率は數百倍から千倍以上に及ぶ。



(圖227) 顯微鏡とその原理

62. 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、その原理は顯微鏡によく似



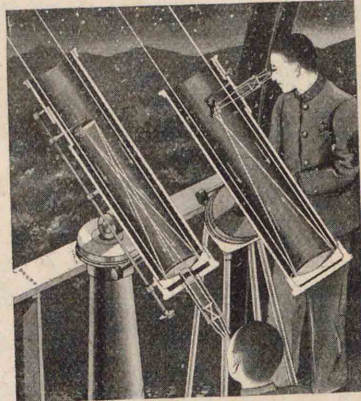
(圖228) 望遠鏡とその原理



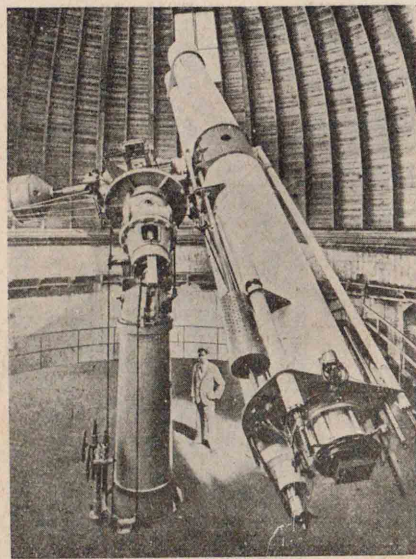
(圖229) 望遠鏡の發明

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。

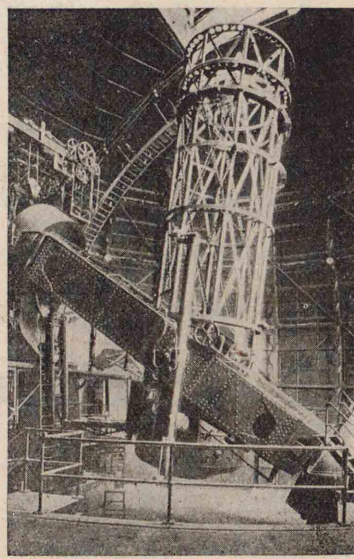
潜水艦用の潜望鏡は、直角プリズムによる全反射を二回利用して、海上の物體の直立像が見



(圖230) 反射望遠鏡

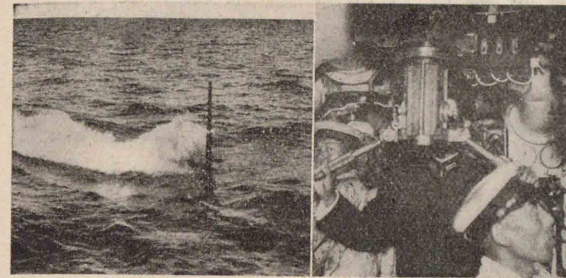


(圖231) 東京天文臺にある63呎屈折望遠鏡

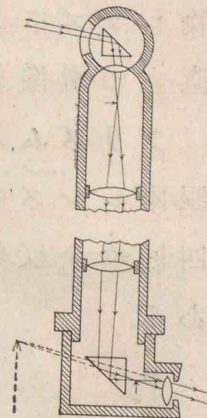


(圖232) 米國ウイルソン山にある100呎(254呎)反射望遠鏡

えるやうにした一種の望遠鏡である。

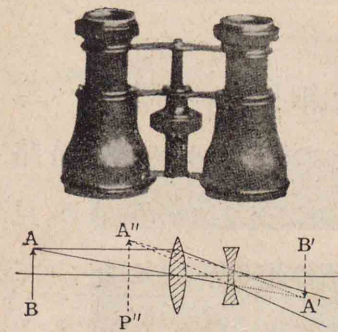


(233) 潜航中の潜水艦の潜望鏡 (圖234) 中央士官が覗いてゐるのが潜望鏡

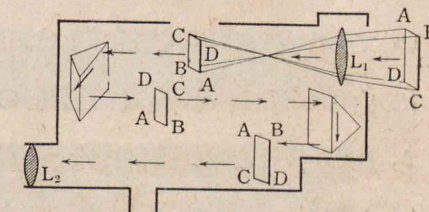
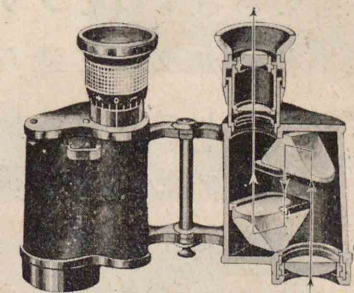


(圖235) 潜望鏡

63. 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、且つ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



(圖236) 雙眼鏡とその原理



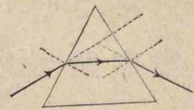
(圖237) プリズム入雙眼鏡とその原理

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。

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。

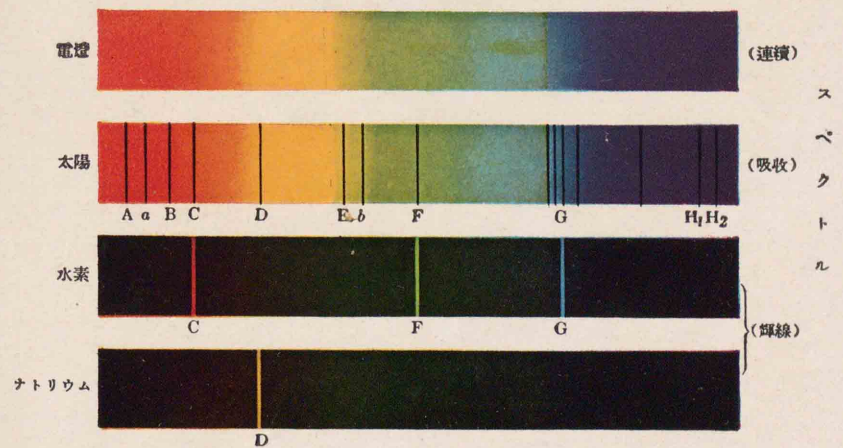
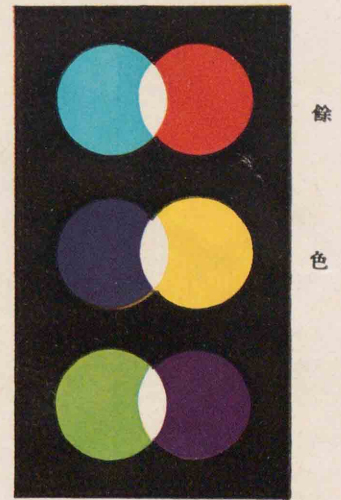
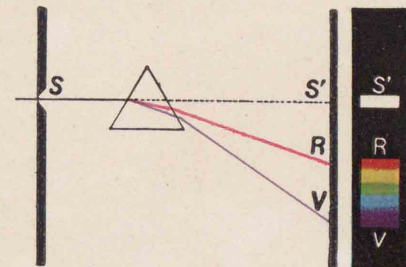
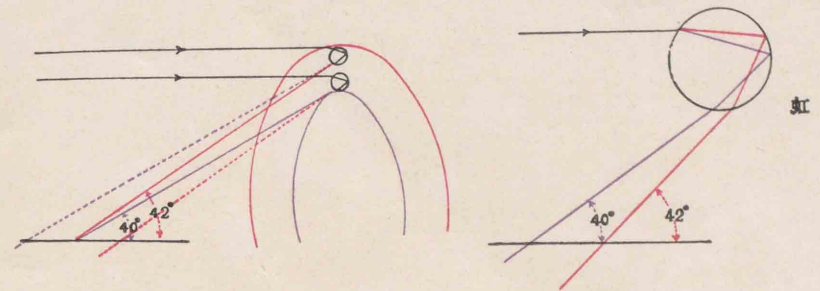
第五章 光の分散

64. 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238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238) プリズムの斷面

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、日光が種々の色光よりなつて居り、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、分散して出来た色帯をスペクトルといふ。

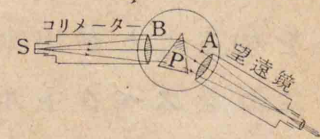
二種の色光を混ぜて白光となる時は、二つの色光は互に餘色であるといふ。赤と青、緑黄と青緑、黄と堇とは互に餘色である。

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。

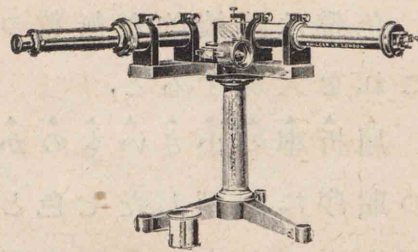
65. 分光器 分光器は種々の光源のスペクトルを明瞭に検する器械である。その要部はプリズムと、その周圍を廻轉し得るやうに取りつけられたコリメーターと、望遠鏡とである。



(圖239) 分光器の原理

光源からの光はコリメーターの一端にある細隙 S から入り、凸レンズにより平行光線とな

り、プリズムで分散される。これによつて生ずるスペクトルの各部を、望遠鏡で観察するのである。



(圖240) 分光器

66. **スペクトルの種類** 分光器で検すると、光源の種類によつてそのスペクトルが異なる。電燈のやうに白熱した固體、又は融解した金屬のスペクトルは、赤から堇まで連続してゐる。これを**連続スペクトル**といふ。

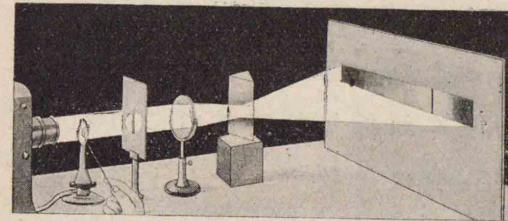
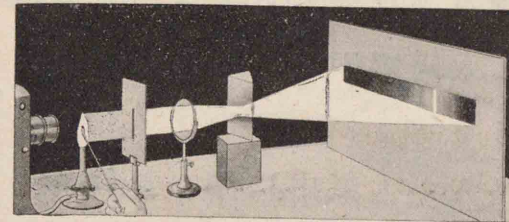
氣體の發する光のスペクトルは、一般に數多の輝いた線から成立つてゐるから、これを**輝線スペクトル**といふ。この輝線の數及び位置は各元素に依つて一定してゐる。それで逆に光源から發する光のスペクトルを、各元素のスペクトルに比較して、光源にある元素が何であるかを知ることが出来る。

これを**スペクトル分析**といふ。

分光器の細隙の前に色ガラスを置いて、電燈のスペクトルを調べると、スペクトルの一部が暗くなる。これは或種の光が、色ガラスに吸収

されるからであつて、このやうなスペクトルを**吸収スペクトル**といふ。

實驗 強い電燈と分光器の間に、ナトリウム[[]の焰を置き、此の



(圖241) ナトリウムの吸収スペクトル 實驗

焰を通過した電燈の光を検すると、其のスペクトルにはナトリウム蒸氣の輝線の位置に暗黒な線が現れる。

これはナトリウム蒸氣が、白光中より自ら發する黄色の光を吸収するためである。

キルヒホッフの說に従へば、

すべての氣體は、それが高溫度に於て出す光と等しい色の光を、低溫度に於て吸収する。

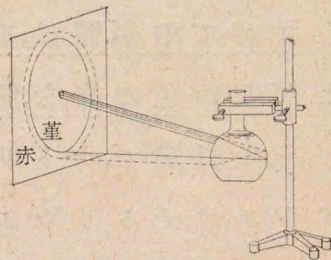
上の實驗で、ナトリウム蒸氣による吸収スペクトルは、ナトリウム蒸氣の溫度が、電燈纖維の溫度よりも低いために出来たのである。太陽のスペクトルを仔細に觀察すると、數多の黒線を認める。この黒線を**フラウンホーヘル線**と

いひ、その主な線に A, B, C……などの名がつけられてある。これは太陽から發する光が、これを圍繞する比較的低温度の氣體を通過する際に、氣體固有の吸収を受けるためであつて、此の黒線群を調べると、太陽雰圍氣中にある元素がわかる。

67. 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、その一部が屈折して水滴内に入り、内面で反射の後、更に屈折して空氣中に出る。この際光は分散するが、一般に發散するから、水滴を遠ざかるにつれて光は弱くなる。しかし入射光線に對し或特別な方向に出てゆく光線は平行に進むので、遠くへ進んでもその強さは減ぜず、それを眼に受けると色が認められる。この角の大きさは色光によつて異なり、赤色光は投射光線と約42°、靑色光は約40°である。それで太陽を背にしてこれを見たとき、太陽と連

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



(圖242) 水球による光の分散

スペクトル即ち虹が見えるのである。

問題 地上で見る虹の形は時刻によつて異なるか。

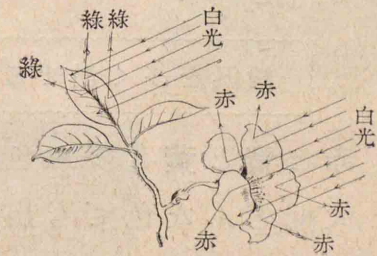
68. 物體の色

豫習事項 物の色はどうして現れるか。白は？黒は？

物體の色は、これを照らす光の色と照らす光に對するその物體特有の吸収、反射及び透過によつてきまる。

不透明體の色は、これを照らす光のうち、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、白光中主として綠色だけを反射して、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。

照ら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らすと、黄色の物體も白色の物體も共に黄色に見え、他の色の物體は黒く見える。



(圖243) 物體の色

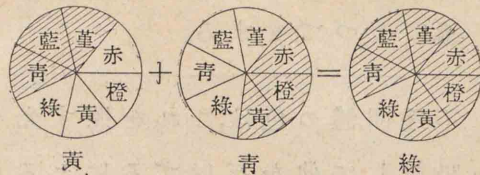
透明體の色は、これを通

電燈の光は日光に較べると、靑・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。

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読まれないが朱で書けばよく読まれる。何故か。

69. 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・堇の色光を吸収して他を反射し、青色



(圖244) 繪具の混合の原理

の繪具は赤・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。従つて

繪具を多く混ぜると黒色に近づく

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。



第六章 照 明

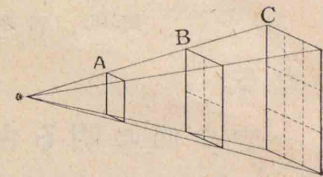
三色版の製り方

明るく照した原畫を、それぞれ青・黄・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・黄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、黄色版で最初に印刷し、その上に赤色版、最後に青色版で印刷する。

70. 照 度 光が或物體を照らすとき、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。

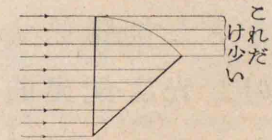
一つの發光點より發する光は、遠く進むにつれて擴がる。この面積は光源からの距離の自乗に比例するから、



(圖245) 照度は光源からの距離の自乗に逆比例する

照度は光源からの距離の自乗に逆比例する。

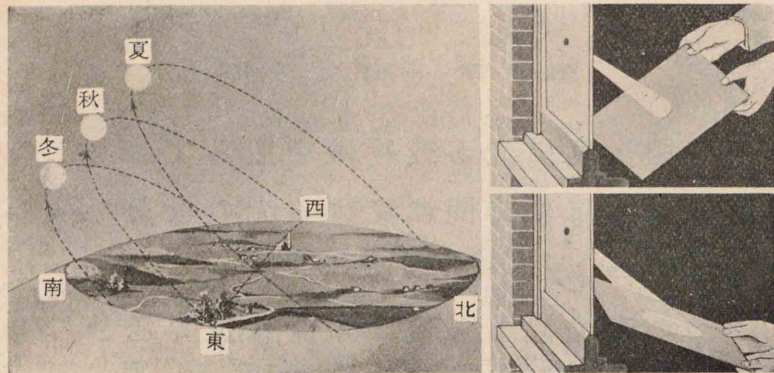
また光を受ける面が、光線に對して傾く時は、その傾きが多い程、照度は小さ



(圖246) 傾いた面の照度



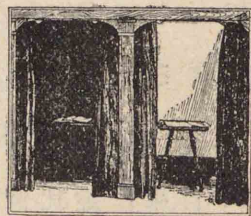
(圖247) 南に面した傾斜面は平地よりも暖かい



(圖248) 四季によつて異なる日射

くなる。

一つの面の明るさは、照度の大きい程明るい、面の粗滑、色彩など、その面の性質と大きさとに關係する。

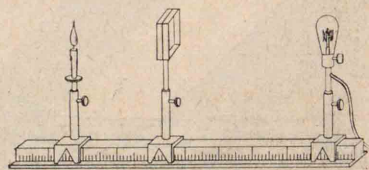


(圖249) 壁の色によつて明るさが違ふ

71. 光度・配光曲線 光源のある方向の光の強さを、その方向に於ける光度といふ。光度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1/10を1燭光といふ。

光度は光度計で測定する。



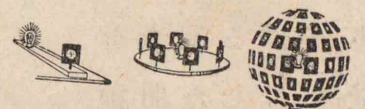
(圖250) ジョリーの光度計

ジョリーの光度計では、兩光源の間に、厚さ一様な二枚のパラフィン片の間に錫箔を挟んだものを立て、これの位置を適當に加減して、光度I₁、I₂の兩光源よりの距離がそれぞれr₁、r₂のところ、兩パラフィンの明るさが等しくなつたとすれば、兩光源による照度が等しいのであるから、次の關係が成立する。

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \dots\dots\dots(19)$$

故に一方の光源の光度がわかつて居れば、他の光源の光度を測ることが出来る。

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。それで水平面上の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。

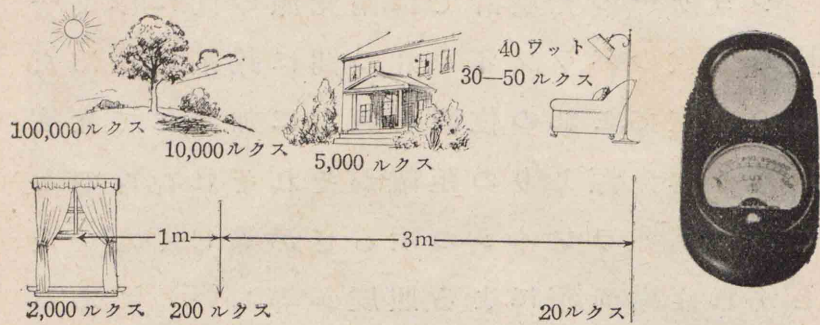


水平燭光 平均水平燭光 平均球面燭光 (圖251)

必要な新標準照度(ルクス)	
普通の讀書	100—200
細かい活字を長時間讀む	200—500
暗い生地、細かい裁縫	1000以上
明るい生地、普通の裁縫	100—200
子供の勉強机	200—500
臺所(一般)	50—100

照度の單位としては、

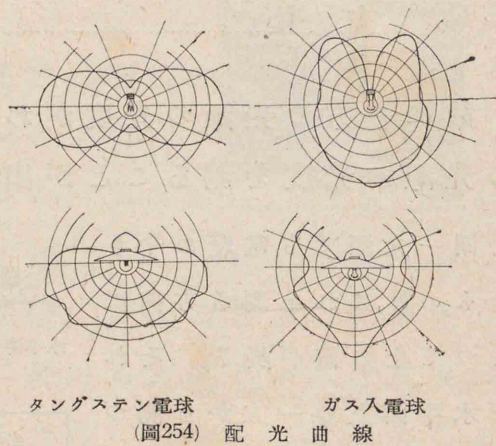
1燭光の光源より1米の距離にあつて光線に直角な表面の照度をと、之を1ルクス(メートル燭光)といふ。



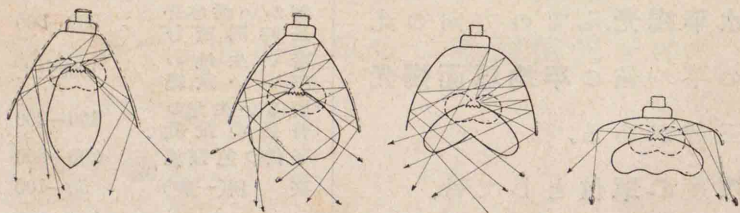
(圖252) 種々の場所に於ける照度

(圖253) 照度計

光源の各方向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。

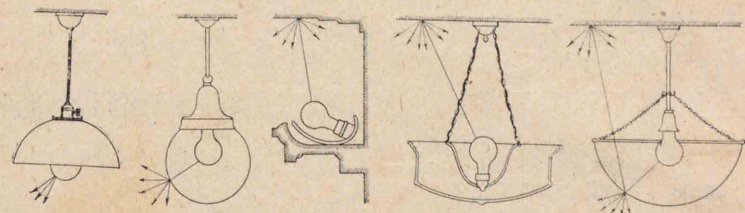


(圖254) 配光曲線



(圖255) 反射笠の配光

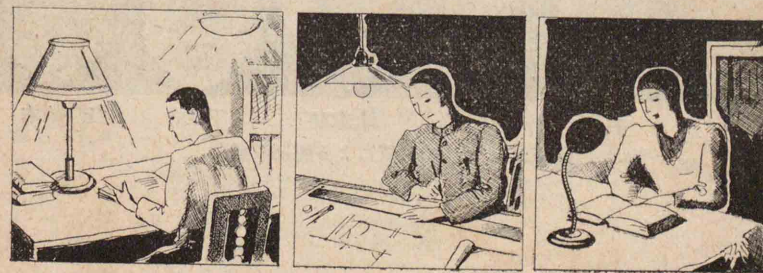
72. 照明 電燈などによる室内照明の方法には、光源からの光を直接用ひる直接照明と、適當の方法によつて光源からの光を一旦壁・天井などに投射し、それからの亂反射による間接照明と、二つを組合せた半間接照明とがある。



直接照明 間接照明 間接照明 半間接照明

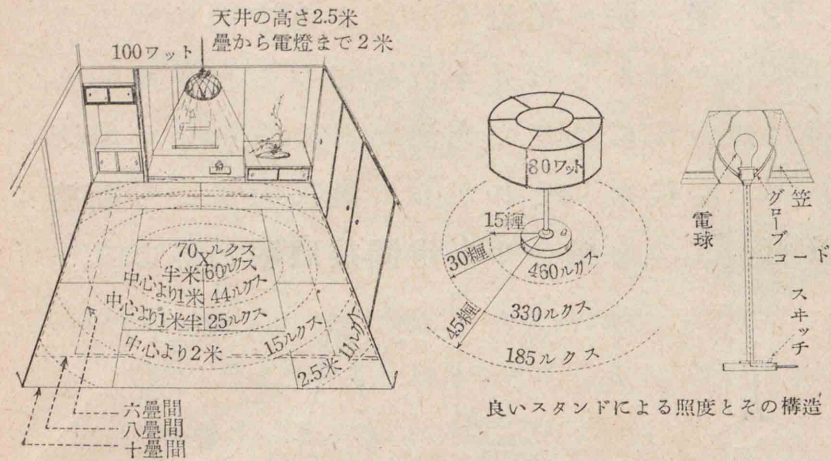
(圖256) 各種の照明法

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激少く、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。外球による直接照明が發達したので、半間接照明はあまり用ひられなくなつた。



(圖257) 良い照明

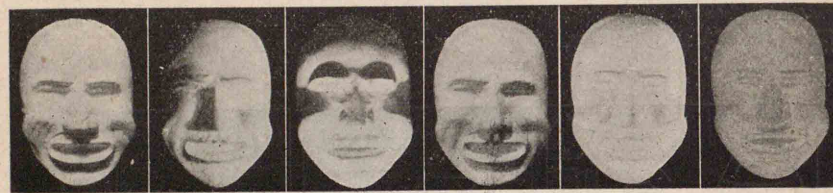
明暗の對比が甚しいのでよくない



良いスタンドによる照度とその構造

(圖258) 天井燈による照度

標準照度表に掲げたやうに、良照明には十分な照度が必要であり、しかも明暗の對比が甚しくないことが必要であるから、讀書などには天井燈と良いスタンドとの併用、即ち一般照明と局部照明との併用が望ましい。



上 右 下 上左右 下左右 上下左右

(圖259) 光源の位置による照明の變化

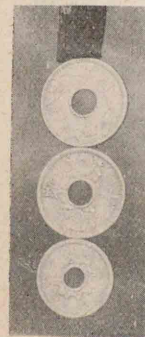


第一章 磁 氣

73. 磁 石

豫習事項 磁石の極とは何か。

天然に産する磁鐵鑛は、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260)

磁石に引きつけられたニッケル貨

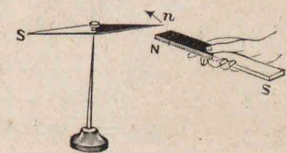
磁石が鐵やニッケルを引きつける作用は、その兩端に近い所が最も強く、中央部には殆どその作用がない。この磁氣作用の最も強い所を磁極といふ。

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。

74. 磁力 磁針と棒磁石

とて檢してみると、



(圖261) 磁石の實驗

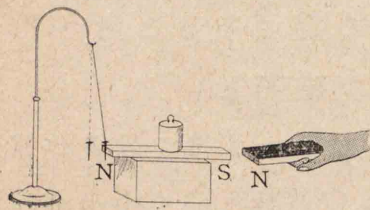
同名の極は相斥け、異名の極は相引くことがわかる。

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**といひ、

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。

(クーロンの法則)

75. 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。



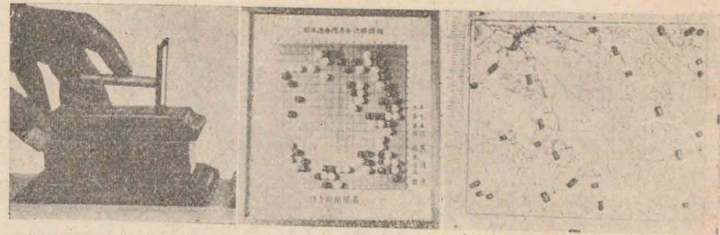
(圖262) 磁氣感應の實驗

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。



(圖263) 磁氣感應

本多博士等の發明にかゝるK.S鋼は人工磁石用として海外に名聲を博してゐる。其後また三島博士のM.K鋼、加藤博士のO.P磁石等が發明され我國の磁石は歐米に先んじてゐる。



(圖264) K.S鋼人工磁石

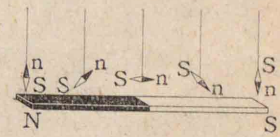
(圖265) 磁石の一つの利用

總て鋼鐵を用ひて作られ、各方面に利用されてゐる。

磁氣感應はニッケル及びコバルトにも現れるが、鐵に較べるとずつと弱い。

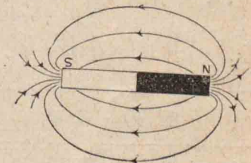
問題 鐵片が磁石に引きつけられるのは何故か。

76. 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、各點の磁場の方向を示す曲線を**磁力線**といふ。されば

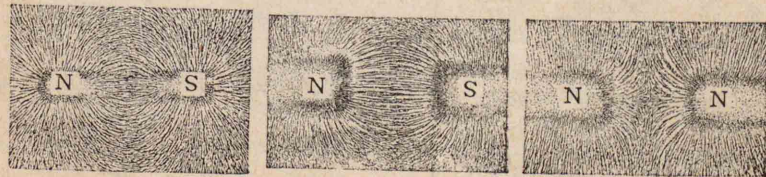


(圖266) 磁場の方向

磁力線は磁石の北極より出て南極に終る。

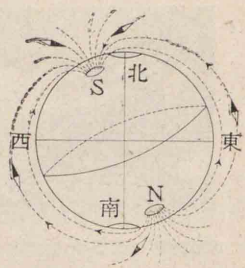


(圖267) 磁力線の方向



(圖268) 磁力線の實驗

77. 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。



(圖269) 地磁氣

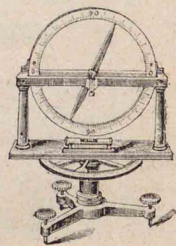
實測によれば、地理學上の北極の近くに地磁氣の南極があり、地理學上の南極の近くに地磁氣の北極があることが知られてゐる。

磁針の北極が眞北よりふれる角を方位角といひ、我が國では西へ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。

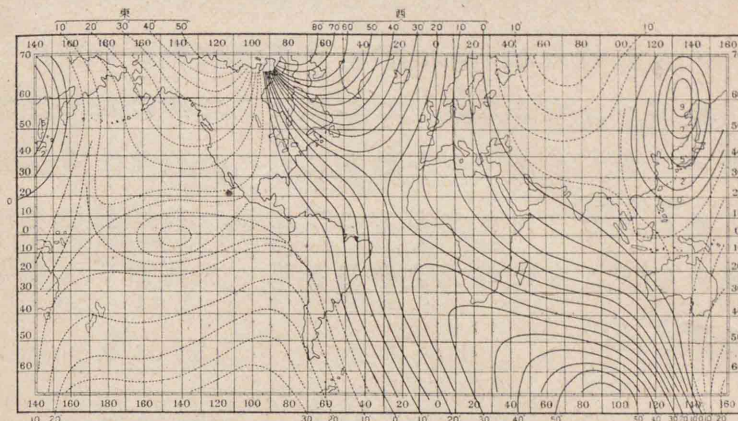
傾いた磁針が水平面となす角を伏角といひ、我が國では30度から60度である。

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

又各地で水平面上に現れる地磁力を、その地の水平磁力といふ。ある地の



(圖270) 伏角計



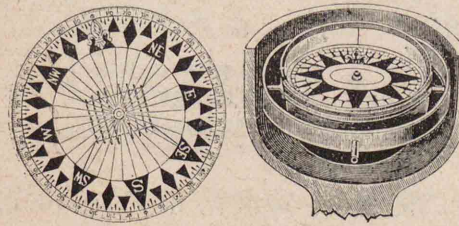
(圖271) 等方位角線圖

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。

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



(圖273) 羅針盤使用の圖



(圖272) 羅針盤

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 流

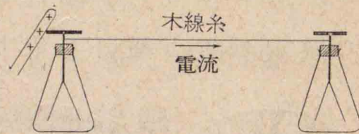
78. 電 流

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、その路を**回路**といふ。そして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

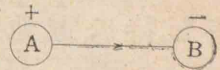
生じ、導線を熱し、或は酸・鹽類の水溶液などに化學作用を起すから、これらの諸作用から、間接に



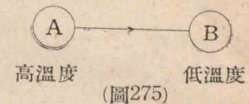
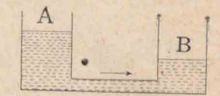
(圖274) 電流の實驗
一方の驗電器に電氣を與へると他方の驗電器は徐々に開く

電流の流れてゐることがわかる。

79. 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。



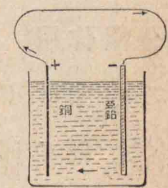
これと同じやうに、陽電氣がAからBに流れるのは、AはBより状態が變つてゐると考へ、AはBより**電位が高い**といふ。



(圖275)

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。これは電壓計で測ることが出来る。

80. 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、稀硫酸中に銅板と亞鉛板とを對立



(圖276)

ボルタの電池

させたもので、銅板は亞鉛板より電位が高く、兩板を針金で連ねると、銅板より亞鉛板の方へ電

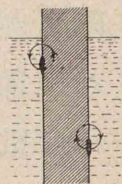
流が流れる。電位の高い方の板を陽極、低い方の板を陰極といふ。

また電池の兩極を連ねない時の兩極の電位差を、特に電池の動電力といふ。

ボルタの電池を續けて使用すると、時間と共に回路を流れる電流の強さが著しく衰へる。

これは局部電流と分極作用との二つの原因による。

局部電流 陰極用の亞鉛板が鐵や炭素等の不純物を含んである時は、それ等の不純物が陽極となり、局部的に電流が流れ、亞鉛板を徒費すると共に動電力を弱める。この電流を局部電流と言ひ、これを防ぐには、通常亞鉛板を水銀浸にする。

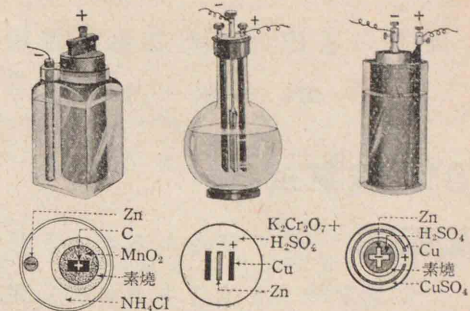


(圖277)

分極作用 ボルタ電池を使用すると、陽極板に發生する水素は、不導體であるから電流を妨げるばかりでなく、反對の向の動電力を生ぜんとする傾向があるので、電流は次第に弱くなる。これを分極作用といふ。分極作用を防ぐには酸化劑等を用ひて水素の發生を防げばよい。この時の酸化劑を特に消極劑といふ。

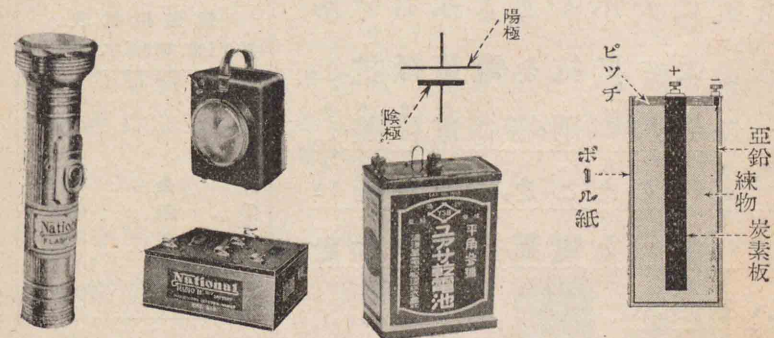
實用電池 實用の電池には色々の種類があ

るが、いづれも分極作用及び局部電流の起らぬやうに工夫したもので、圖278にその普通に用ひられてゐるものを示す。



ルクランシェ 重クロム酸 ダニエル
(圖278) 各種の電池

乾電池 乾電池はルクランシェ電池の變形で、ルクランシェ電池の内容物を綿のやうなものに浸ませている、その起電力は1.5ボルトである。



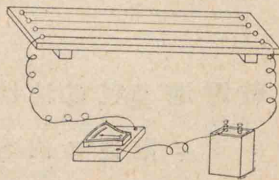
(圖279) 種々の乾電池及びその利用

第三章 電氣抵抗

81. 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。



(圖280) 電氣抵抗の實驗

電氣抵抗表		オーム
長さ1米、切口1平方耗、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 平方耗の水銀柱の 0°C の時の抵抗である。

實測によると、

同じ物質で出來た導線の抵抗は、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。

問題 與へられた針金を5倍の長さに引延ばせばその電氣抵抗は如何に變化するか。

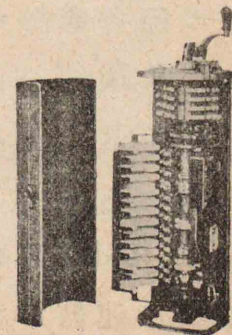
82. オームの法則 實驗によると、抵抗 R オームなる導體の兩端に、V ボルトの電壓を與へて電流を流した時、その電流の強さを i アンペアとすれば、それ等の間には次の關係がある。

$$i = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (20)$$

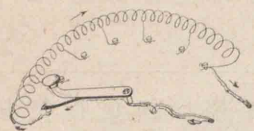
即ち

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。(オームの法則)

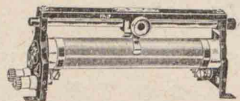
導線を流れる電流の強さを變へる簡便な方法は、その導線の抵抗を變へることである。この目的に用ひられる裝置を抵抗器といふ。抵抗器にはその長さを變へてその抵抗を變へるものが多い。



(圖281) 電車の制禦器



(圖282) 抵抗器の原理



(圖283) 抵抗器



(圖284) 同ラヂオ用

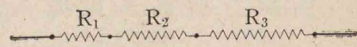
電圧の単位 電圧の単位ボルトは、抵抗1オームの導線に、1アンペアの電流を流すに要する電圧である。

問題 通常、家庭に引込んである電流の電圧は100ボルトである。(イ) 電気アイロンの抵抗が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、電燈の抵抗は幾何か。

83. 導線の連結

(1) 行連結 導線を順次に圖のやうに繋ぐことを行連結或は直列連結といふ。

この際各導線の抵抗を夫々R1, R2, R3...とし、全體の抵抗をRとすると、次の關係がある。



(圖285) 抵抗の行連結

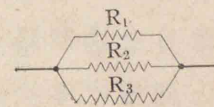
R = R1 + R2 + R3 + (21)

即ち行に連結した導線の全抵抗は、各導線の抵抗の和に等しい。

(2) 列連結 多くの導線を次の圖のやうに並べその兩端を一括した繋ぎ方を列連結或は並列連結といふ。

この場合には各導線の抵抗R1, R2, R3...と全體の抵抗Rとの間には次の關係がある。

1/R = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + (22)



(圖286) 抵抗の列連結

即ち列に連結した導線の全抵抗の逆数が、各導線の抵抗の逆数の和に等しい。

問題 1 電気抵抗が夫々2オーム、3オーム、5オームである三本の針金を行連結にしたとき、及び列連結にした時の全抵抗はいくらか。

問題 2 8アンペアの電流を途中で20オーム及び80オーム

行連結、導線に流れる電流の強さをi、各導線の兩端の電位差をV1, V2, V3...、全導線の兩端の電位差をVとすれば、オームの法則に従ひ

V1 = iR1, V2 = iR2, V3 = iR3,

V = V1 + V2 + V3 + 又 V = iR

∴ R = R1 + R2 + R3 +

列連結、全電流の強さをi、各分れた電流の強さをi1, i2, i3...とすると、

i = i1 + i2 + i3 +

導線の兩端の電位差をVとすると

i1 = V/R1, i2 = V/R2, i3 = V/R3,, 又 i = V/R

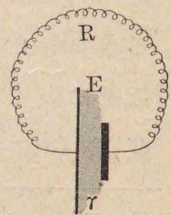
∴ 1/R = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 +

の二本の導線に分けて流すときは、各導線を通れる電流は夫々幾アンペアか。

84. 電池の内抵抗 電池の兩極を導線で連ねると、電池は陽極板から導線を通して陰極板に至り、電池内では陰極板から陽極板へ液を通つて流れる。即ち電池自身は回路の一部をなして居るのであるから、導線と同様に、多少の抵抗がある。これを電池の**内抵抗**といひ、これに對して兩極を連ねた導線の抵抗を**外抵抗**といふ。

兩極板の面積が大になるとこの内抵抗は小さくなる。今動電力 V なる電池の回路を閉じた場合、その外抵抗を R 、内抵抗を r とし、且つ導線を通れる電流の強さを i とすると、次の關係がある。

$$i = \frac{V}{R+r} \dots\dots\dots (23)$$



(圖287) 電池の内抵抗

電池の連結法 電池の連結の仕方には、圖288のやう

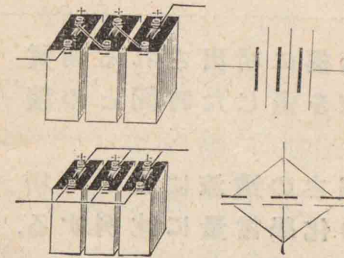
行連結 動電力 V 、内抵抗 r の電池 n 箇を、抵抗 R の導線で行連結する場合には、全體の動電力は nV で、全内抵抗は nr となるから電流の強さ i は次式で與へられる。

$$i = \frac{nV}{R+nr}$$

列連結 この場合には動電力は變化なく、内抵抗は $\frac{r}{n}$ となるから

$$i = \frac{V}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nV}{nR+r}$$

に行(直列)連結法と列(並列)連結法の二種がある。前者

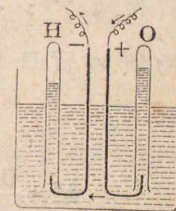


(圖288) 電池の行連結(上)と列連結法(下)

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。

第四章 電流の化學作用

85. 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** 又は **電解** といひ、分解される物質を **電解質** といふ。鹽基及び鹽の水溶液は電解質である。



(圖289) 電氣分解の實驗

このやうな電氣分解が起るのは、電解質の電離によつて出來たイオンが、兩極板間の電壓のために、陽イオンは陰極に、陰イオンは陽極に移動して極板の電氣を中和し、イオンの性質を失つてそこに析出するからである。

實驗の結果によると、

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

(2) 同じ時間内に、同じ強さの電流によつて析出される物質の質量は、その化學當量に比例する。

(ファラデーの法則)

1 アンペアの電流は、硝酸銀の溶液から毎秒0.001118瓦の銀を析出する。故に實際的にはこれによつてアンペアを定義してゐる。

銀の化學當量は約107.9であるから、化學當量 m なる物質に、 i アンペアの電流を t 秒間通じた時析出される物質の質量を M 瓦とすると、それは次の式から求められる。

$$M = \frac{0.001118}{107.9} \times mit \dots\dots\dots (24)$$

問題 硫酸銅を2時間電氣分解したのに1.423瓦の銅を析出した。電流の強さは何アンペアか。但し銅の化學當量は31.8である。

ファラデーの法則から比例の常数を k とすると

$$M = kmit$$

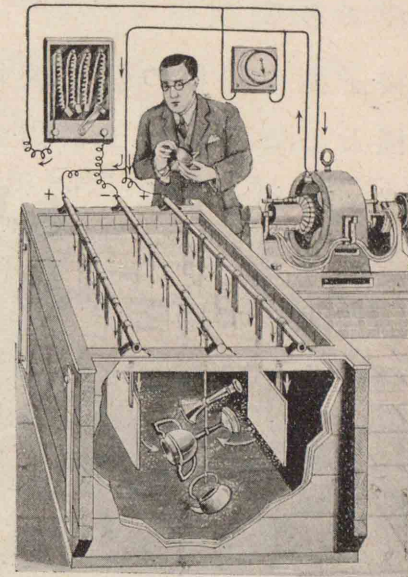
これに硝酸銀の場合をあてはめると

$$0.001118 = k \times 107.9 \quad \therefore k = \frac{0.001118}{107.9}$$

86. 電解の應用

電解の應用は頗る廣い。

電鍍 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290) 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。これによつて原形と凹凸の全く同じい物が得られる。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。

87. 蓄電池 蓄電池は電氣分解を應用した電池である。

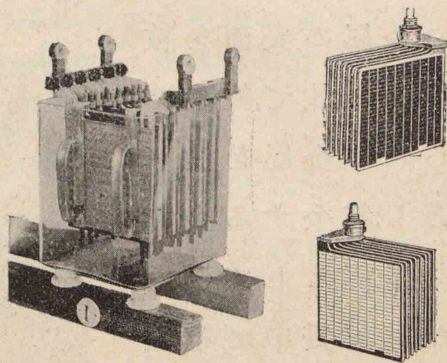
格子型の鉛板の目に、酸化鉛を填めたものを兩極とし、これを硝子器内の稀硫酸中

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。

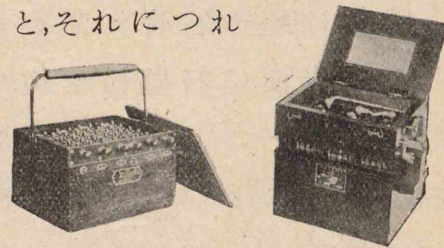
これが蓄電池であつて、その動電力は

約2ボルトである。蓄電池の兩極を導線で繋いで、電流を使用すると、それにつれ

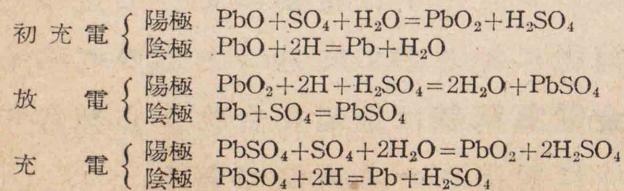
て化學變化が起り、兩極共に硫酸鉛に變じて動電力が減ずる。之を放電と



(圖291) 蓄電池とその極板



(圖292) ラジオ用蓄電池



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、且つ内抵抗が極めて小さいから強い電流が得られるので、電信電話・ラヂオ・列車點燈・潜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。



(圖293) 蓄電池を使用した電氣車と電氣自動車

自動車用のガソリンが、殆ど輸入によつて居る現狀に鑑み、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。

蓄電池はまた**二次電池**と呼ばれることがある。

第五章 電流の熱作用

88. 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

導線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。
(ジュールの法則)

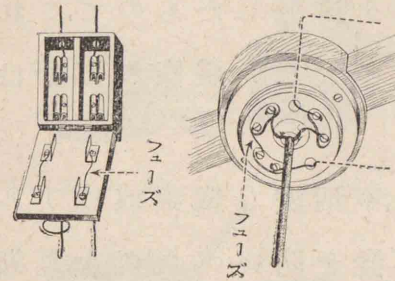
實驗によると、1アンペアの電流を、1秒間、1オームの抵抗の導線に流す時、發生する熱量は0.24カロリーである。故にRオームの抵抗の導線に、iアンペアの電流が流れて、t秒間に生ずる熱量Hは、次の式で表はされる。

$H=0.24i^2Rt$ カロリー(25)

導線の兩端の電位差が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。

$H=0.24iVt$ カロリー(26)

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、このフューズが忽ち融切れて回路が開き、使用器具の破損を防ぐ。

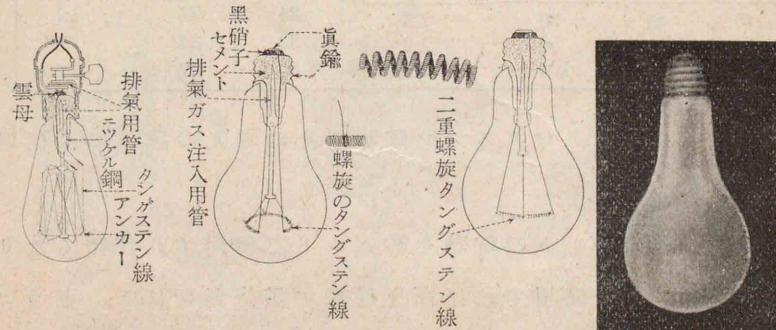


(圖294) フューズの使用

問題 抵抗20オームの電氣湯沸して、1立の水を80°C上昇させるには何分を要するか。但し電壓は100ボルトで、發生熱量の70%が利用されるものとする。

89. 電熱器 電熱器は抵抗が大で、且つ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、有毒ガスを發生しないので、種々の方面に用ひられてゐる。

90. 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



(圖295) タングステン電球

ガス入電球 内面艶消ガス入電球

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には、白熱されて光を放つ。

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。

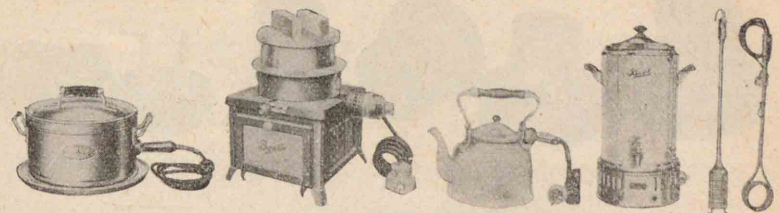
電球に記してある100—16の記號は、纖維の兩端の電壓100ボルト、その光度が16燭光(平均水平燭光)であることを表はし、真空タングステン電球に用ひる。また100—20wは、纖維の兩端の電壓100ボルト、その電力が20ワットであることを示し、内面艶消電球に用ひる。燭光とワットとの關係は大體次表の通りである。

	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)	燭光當り ワット	燭光 (平均水平)	ワット	燭光當り ワット
眞空	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

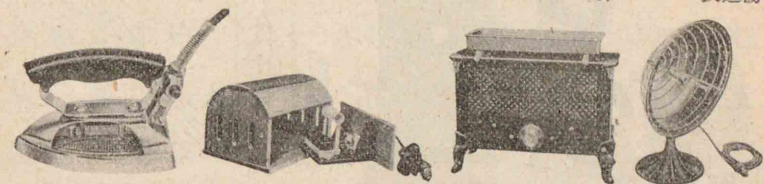
問題 1 同じタングステン電球で、その燭光の違ふのは何處が違ふのか。

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。

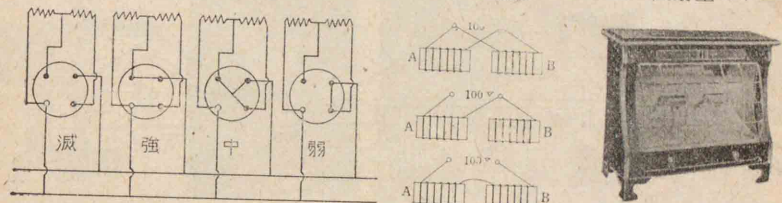
[電熱器具及びその用ひ方]



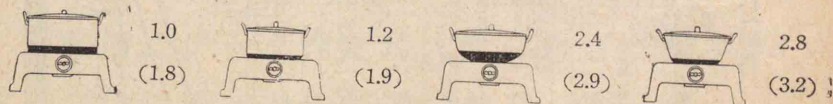
飯炊鍋 萬能七輪 湯沸 投込湯沸



アイロン 炬燵 對流型ストーブ 反射型ストーブ

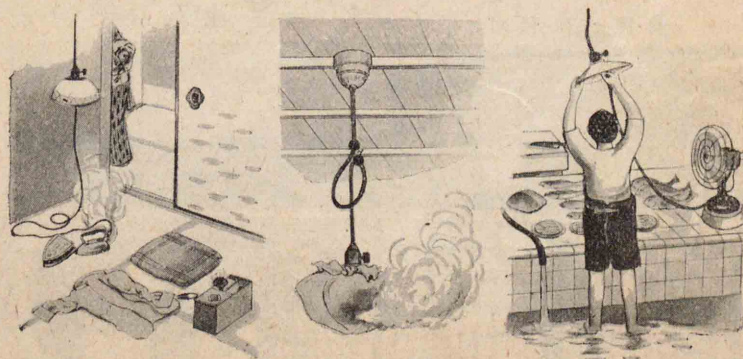


三段切替スイッチの原理 反射型ストーブ



鍋の恰好と底の塗料の有無の燃料費比較(數字、上は黒く塗つた場合、下は塗らない場合)

[電氣に對する注意]



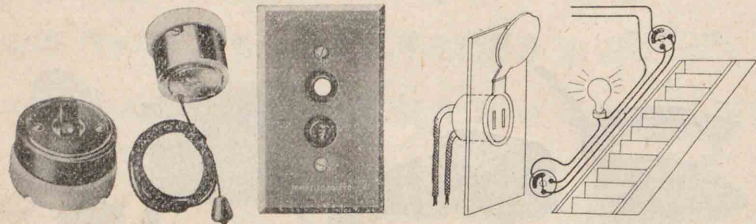
アイロンは必ず臺の上に 風呂敷などで包まぬこと 濡れた手で觸れぬこと

[配線器具及び配線]



レセプテークル

セパラルアタッチメントプラグ



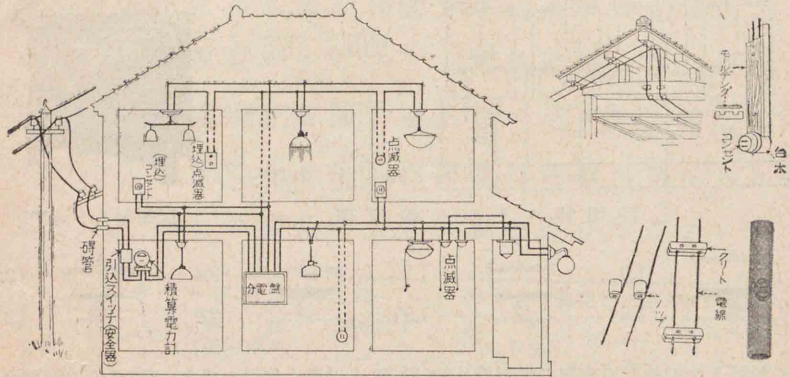
ダンブラー スイッチ

プール スイッチ

プッシュボタン スイッチ

アウトレット スイッチ

二箇所より 點滅する配線

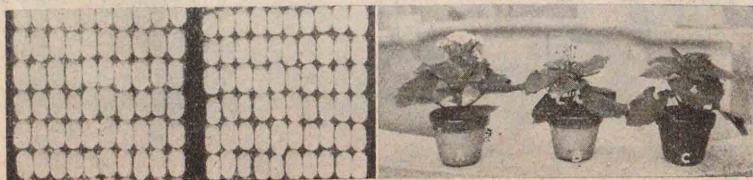
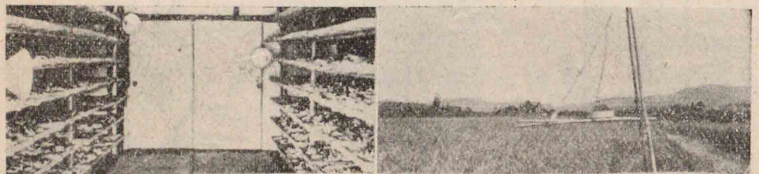


屋内配線の一例

[電燈の利用]

養蠶への利用

誘蛾燈

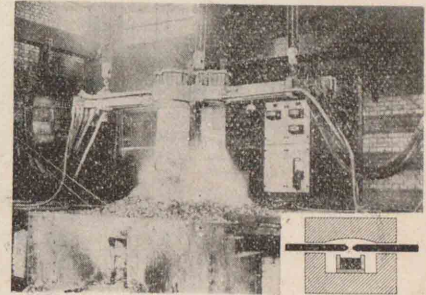
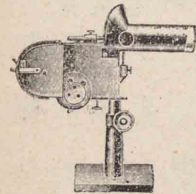


無照射

照射したもの

植物へ照射すると成育開花を早める。

91. アーク燈・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温度に熱せられて、強い白光を放つ。これがアーク燈である。アーク燈は數千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。

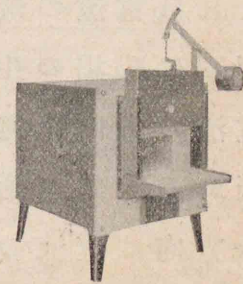


(圖296) アーク燈

(圖297) 電氣爐

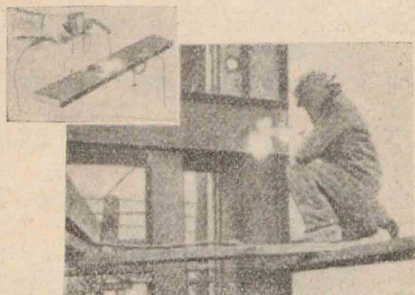
電氣爐はアーク燈を耐火性の物質で圍み、非常に高い温度を得る装置である。カーバイド、カーボランダム、の製造、鐵の精鍊等、高温度を要する化學工業に廣く用ひられる。

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。

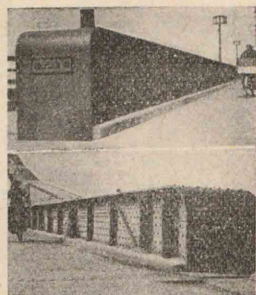


電氣熔接 アーク燈の高熱を利

(圖298) 抵抗爐



(圖299) 電氣熔接



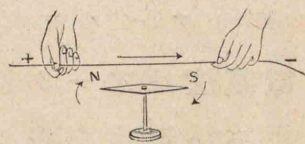
(圖300) 電氣熔接(上)と銲止(下)

用して鐵板・鐵管・鐵筋・鐵骨などを熔接するもので、近時銲止にかはつて盛に用ひられるやうになつて來た。

第六章 電流の磁氣作用

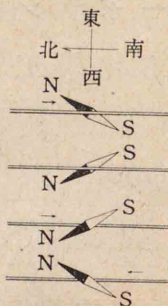
92. 電流の磁氣作用

磁針の上に平行に導線を置き、これに電流を通ずると、磁針は一方へ振れる。



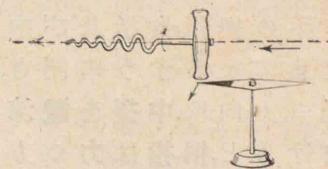
(圖301) 電流の磁氣作用の實驗

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。



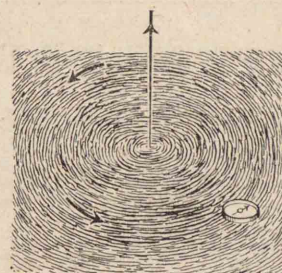
(圖302) 電流の方向と磁場の方向との實驗

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

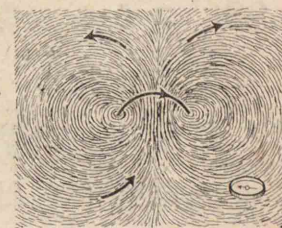


(圖303)

そして電流の流れてゐる導線の周圍の磁場



(圖304) 直線電流による磁場



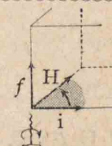
(圖305) 圓形電流による磁場の強さは、電流の強さに比例する。

の強さは、電流の強さに比例する。

電磁力 上のやうに電流の周圍には磁場を生ずるが、磁場の中に電流の通じた導線を置くときは力を受け、導線が動き得る状態にあれば力の方向に動く。この力を電磁力といひ、電流、磁場、力の方向の間には次の關係がある。

電流(i)から磁場(H)の方に右ネヂを廻すと、その進む方向が力(f)の方向である。

(iH右ネヂの法則)



(圖306)

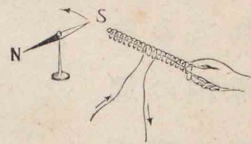
又は

左手の拇指、食指及び中指を互に直角になるやうに開き、食指を磁場の方向に、中指を電流の方向に向けると、拇指は力の方向を示す。
(フレミングの左手の法則)

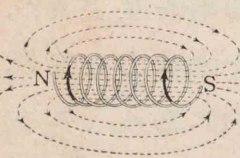


(圖307)

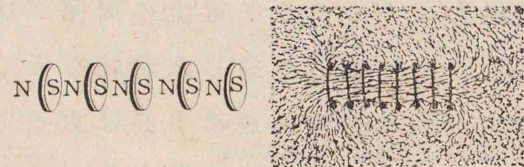
93. コイル 導線を幾回も螺旋状に捲いたものをコイルといふ。通常接觸するのを防ぐ爲に絶縁線を用ひる。コイルに電流を通じ、磁針で験して見ると、一本の磁石と同様で、その



(圖308) コイルの實驗



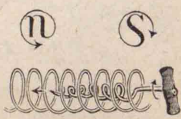
(圖309) コイルは磁石と同様の作用をなす



(圖310) コイルの作る磁場

コイルを流れる電流の向と、兩端の極との關係は、

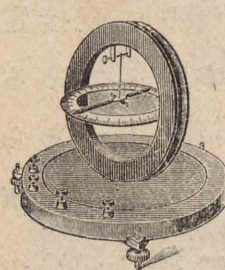
右廻りのネヂをコイルの中に挿入し、これを電流の方向に廻すと、ネヂの進み出る端が北極である。



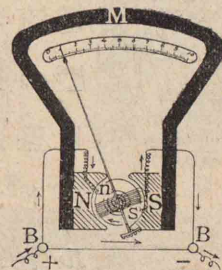
(圖311)

94. 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。

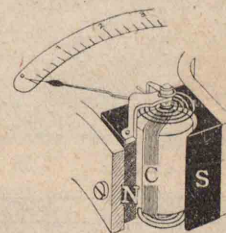
定コイル型 絹捲線で作つた環状のコイルの中心に磁針を支へたもの。



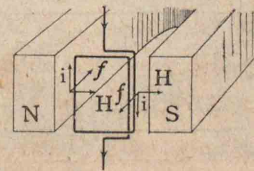
(圖312) 定コイル型電流計



(圖313) 可動コイル型電流型



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り力をうけ、圖 313 に示すものではコイルの軸についた鬚ゼンマイの彈力と釣合ふ位置

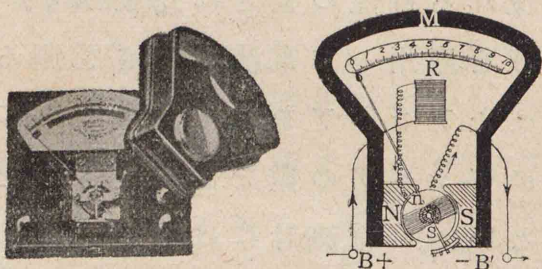


(圖314) 電流計の原理

までコイルが廻轉して止まる。

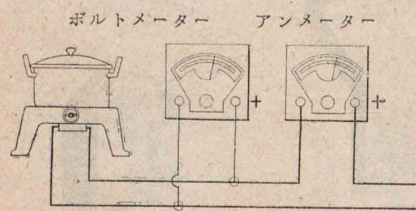
問題 電流計の原理を電磁力によつて説明してみよ。(圖314)

95. 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



(圖315) 電 壓 計

ことが出来る。電壓計はこの理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

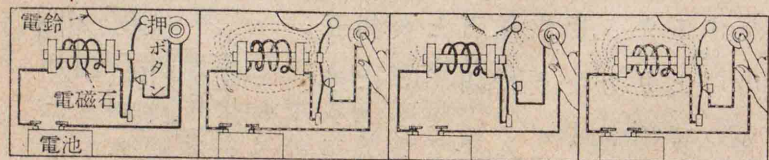


(圖316) 電壓計、電流計の接續法

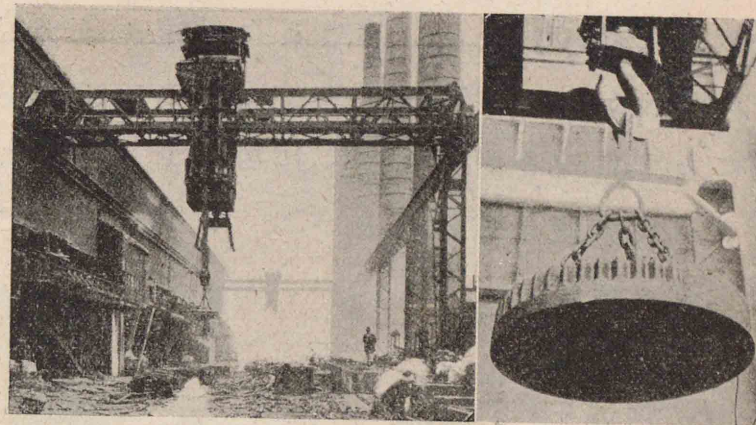
圧の目盛がしてある、目盛がボルトであればあるものをボルトメーターといふ。

96. 電磁石

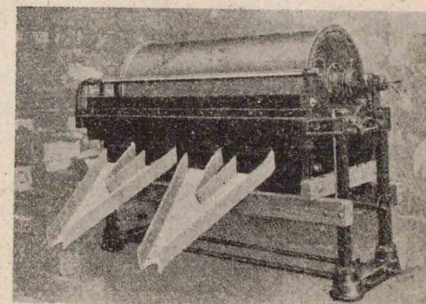
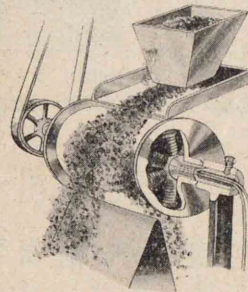
豫習事項 電鈴の原理を圖317によつて説明して見よ。



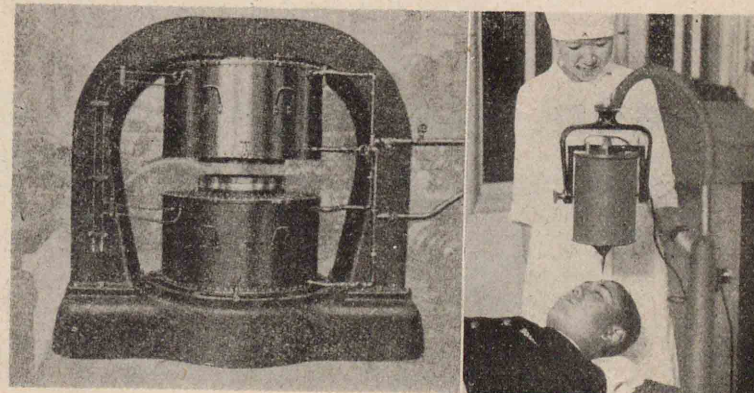
(圖317) 電 鈴 の 理



鐵材運搬用電磁石



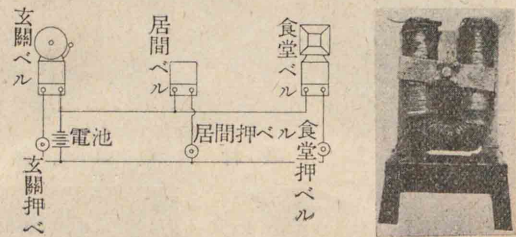
電 磁 分 離 機



人工ラヂウム發生用電磁石 電磁石で眼より鐵片をとり出す (圖318)

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、電流を斷つと直ぐに磁性を失ふ。このやうな装置を**電磁石**といふ。電磁石の強さは電流の強さと捲數により、自由に加減出來、また電流の斷續により必要なときだけ、

しかも遠隔の地よりこれを働かすことが出来るので、鐵材運搬用の大磁石から、電鈴や精密器械中の小磁石にいたるまで、その應用は頗る廣い。

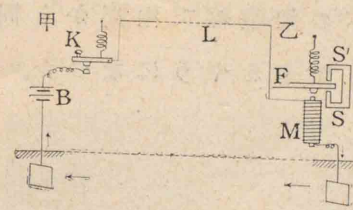


(圖319) 電鈴の配線圖

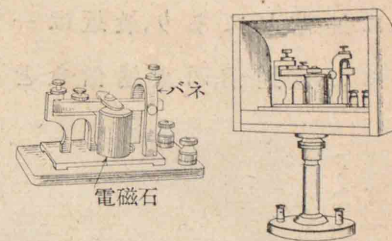


(圖320) フェラデーの用いた電磁石

97. 電信機 電信機も電磁石を應用したもので、**發信機**の電鍵Kを押すと發信機・架空線・受信機の間電流が通じ、**受信機**の電磁石は鐵片を引附け、挺子を動かして音響器の一端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



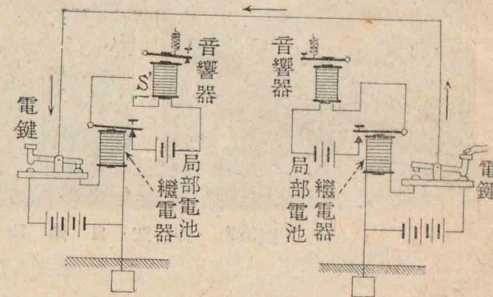
(圖321) 電信機の説明



(圖322) 音響器

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。

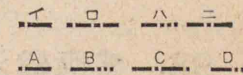
二局を連結する導線は一本でよい。



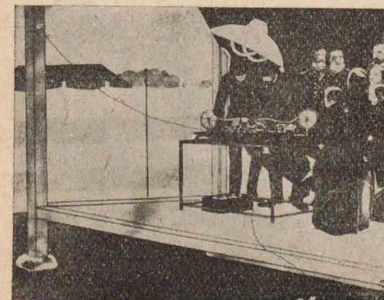
(圖323) 電信機の回路

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へ、雙方から通信が出来るや



(圖324) 電信符號

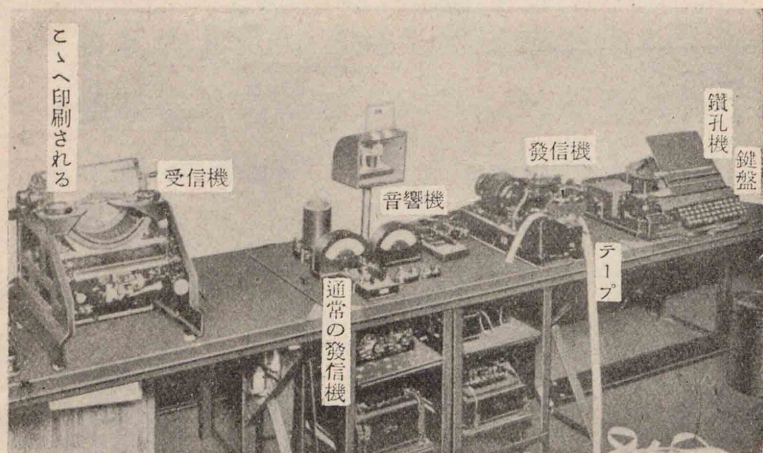


(圖325) 安政元年ペリリ提督一行が横濱で電信實驗



(圖326) 明治初年創設當時に於ける電信取扱の狀況

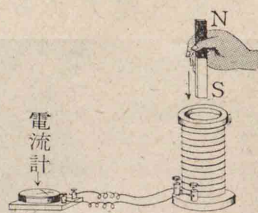
うに連結してあり、最近是一本の架空線で兩局から同時に二重通信、四重通信なども出来るやうになつた。



(圖327) 和文自動印刷機

第七章 電磁感應

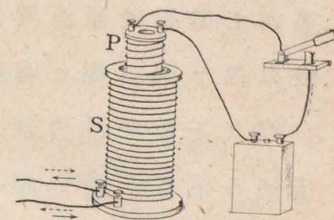
98. 感應電流 コイルと棒磁石とを急に近づけ、又は急に遠ざけると、磁石の動く間だけコイルに電流を生ずる。この現象を電磁感應といひ、コイルに生じた電流を感應電流といふ。



(圖328) 感應電流の實驗

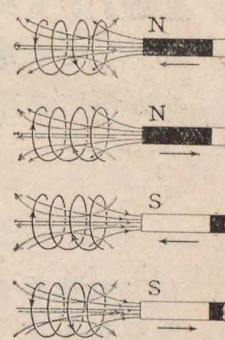
感應電流はまた棒磁石の代りに、電流を通じたコイルを用ひても起る。またコイルS(二次コイルといふ)

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。



(圖329) 感應電流の實驗

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電力は、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、

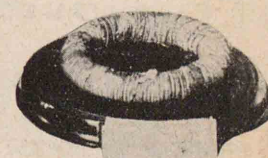


(圖330) 感應電流の方向

感應電流の方向は、これを生じた原因である磁場の變化を妨げるやうな方向をとる (レンツの法則)

ことがわかる。

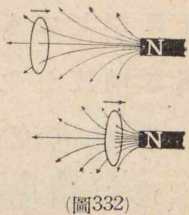
感應電流はファラデーの發見によるもので、今日その應用されてゐる方面は頗る廣範圍にわたつてゐる。



(圖331) ファラデーが用ひたコイル

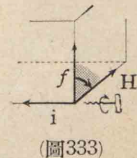
ファラデーは、磁場にある導線に電流を通すと、電磁力を受けて導線が動くから、逆に磁場内で導線に力を加へて動かせば、導線に電流が起らないかといふ疑問に

基いて電磁感應を發見したのである。従つて導線が磁力線を横切ると、導線が動いてゐる間だけ感應電流が起り、その動電力は導線が磁力線を横切る速さが速い程大である。



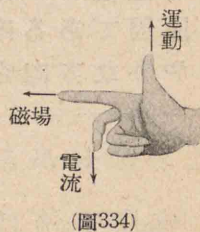
と述べてもよい。また感應電流の方向に關しては次の様に言へる。

運動(v)から磁場(H)の方に右ネヂを廻すと、その進む方向が感應電流(i)の方向である。(fH右ネヂの法則)

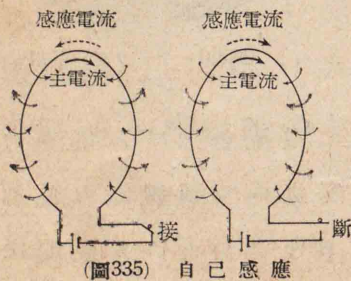


又は

右手の拇指・食指及び中指を互に直角になるやうに開き、食指を磁力線の方向、拇指を導線の運動の方向に向けると、中指は感應電流の方向を示す。(フレミング右手の法則)

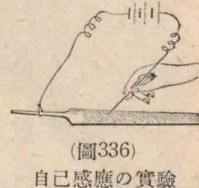


自己感應 一つのコイルに電流を通じ、或は斷つ時

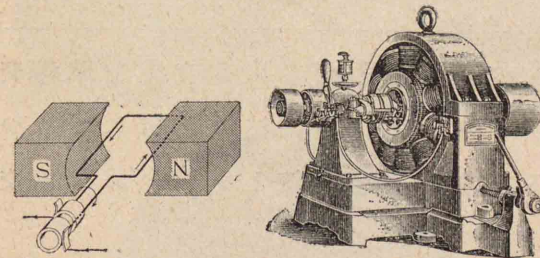


にも、自己の作る感應電流が起るわけである。これを自己感應といふ。自己感應電流の方向も、レンツの法則に従ひ、電流を通ずると、これと

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。電車のボ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。



99. 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。

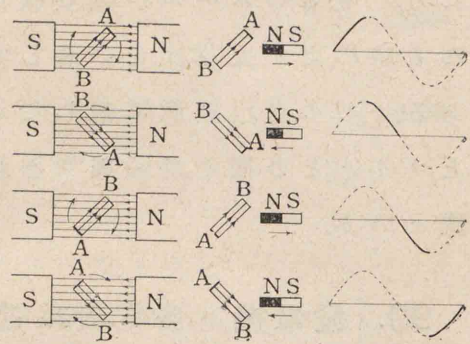


(圖337) 交流發電機

コイルに生ずる感應電流は、半廻轉ごとにその方向を變へるから、コイルの兩端に金屬環を取付け、これに接觸してゐる刷子から、外部に繋いだ導線を通れる電流は、半廻轉ごとにその方向が變る。

この様に、絶えず方向が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、

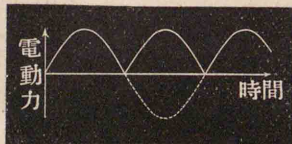


(圖338) 交流發電機の原理

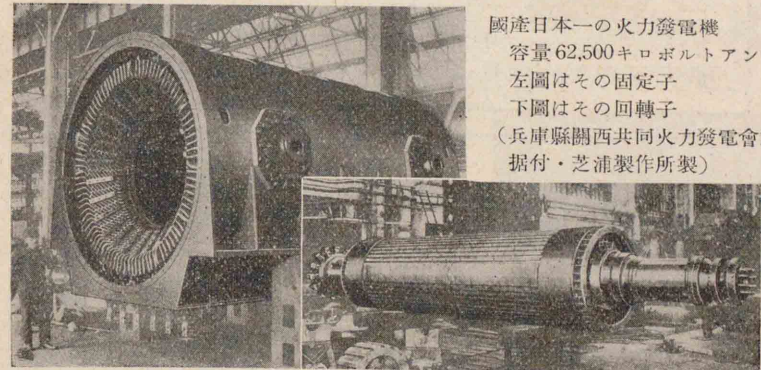
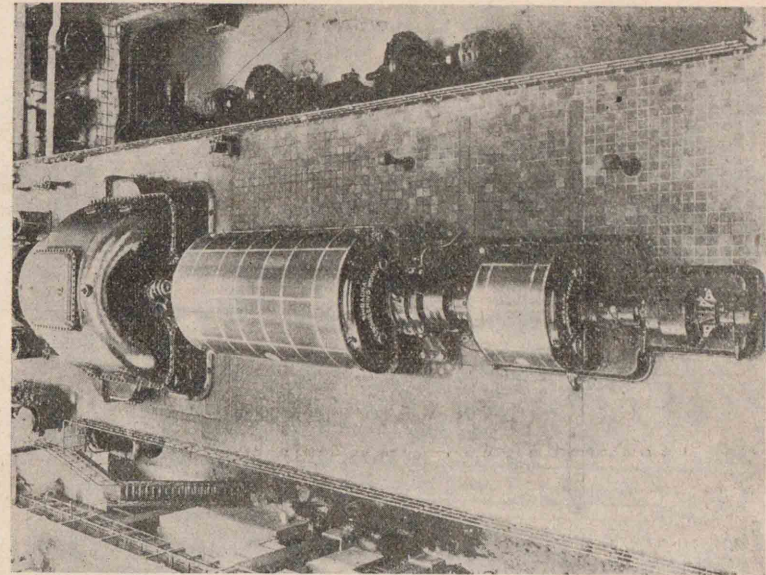
關東・九州北部・滿洲	50 サイクル
關西地方	60 サイクル

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。

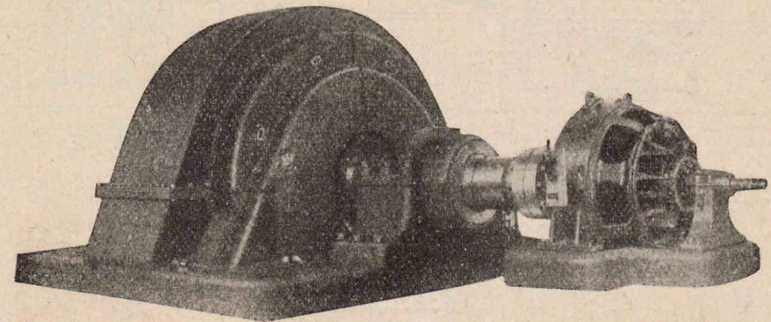
直流發電機は交流發電機の二つの環の代りに、圖340のやうに二つの金屬の半圓環(整流子)が附けてあるので、發電子が半廻轉する



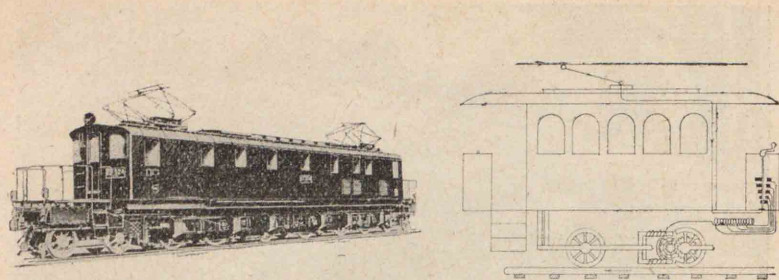
(圖339) 整流子の作用



國産日本一の火力發電機
容量62,500キロボルトアンペア
左圖はその固定子
下圖はその回轉子
(兵庫縣關西共同火力發電會社
据付・芝浦製作所製)

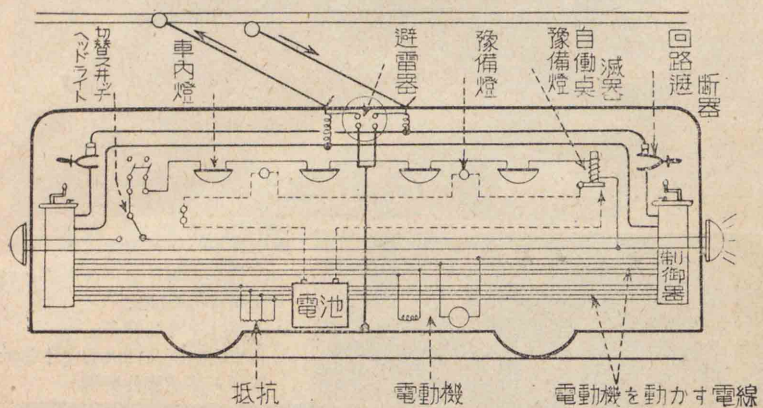


國産 東洋一の水力大發電機
容量 40,000キロボルトアンペア
(朝鮮長津江發電所据付・芝浦製作所製)

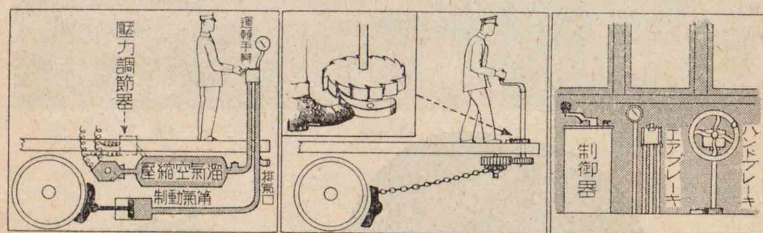


電氣機關車

電車の構造

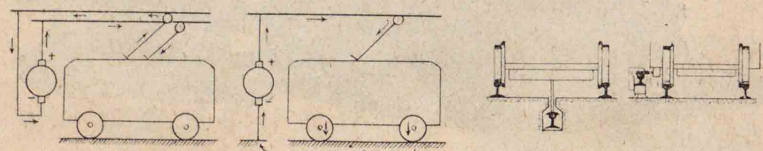


電車の構造



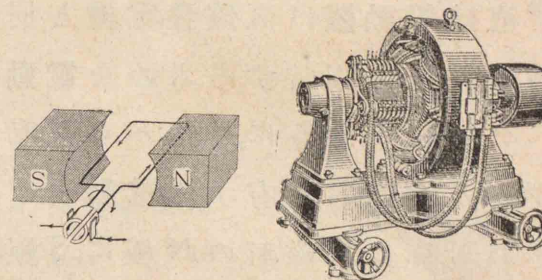
制動装置

運転臺



電車への送電法

ごとに、刷子の接觸が反對になり、外部へつないだ導線には、方向の一定

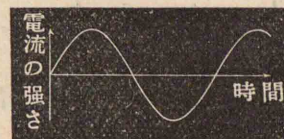


(圖340) 直流發電機

な電流、即ち直流(D. C.)が流れる。

100. 交流の強さ及び電壓

交流の電壓及び強さは、圖341に示すやうに刻々變化する。故にその値をあらはすのは如何にすべきかといふに、次のやうに規約する。交流が導線を流れても、やはり熱を生ずる。故に



(圖341) 交流

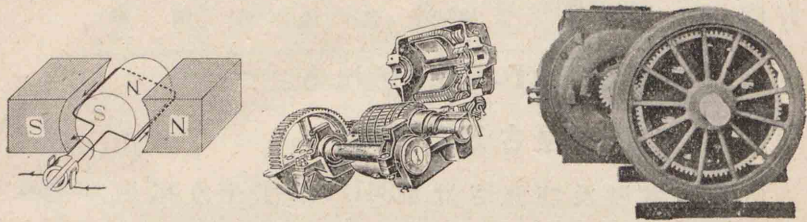
直流 i アンペアと同じ熱効果を生ずる交流の強さは、 i アンペアであると規約し、またコイルになつてゐない R オームの針金に、 i アンペアの交流が流れるとき、その電壓を Ri ボルトと規約する。

直流用と交流用のメーターは異なる。故にメーターに記してある **D.C.** 及び **A.C.** の記號に注意を要する。

101. 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342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、そのN極は場磁石のN極に、S極はS極に反撥



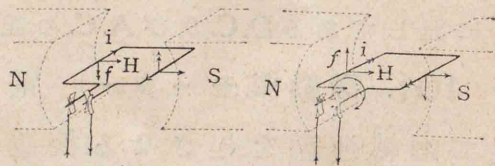
(圖342) 直流電動機の原理 (圖343) 電车用直流電動機 (圖344) 電車の電動機と車輪

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。

問題 iH 右ネヂの法

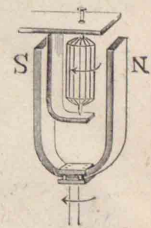
則及び fH 右ネヂの法則によつて、直流電動機及び發電機を説明してみよ。



(圖345) 直流電動機(左)、直流發電機

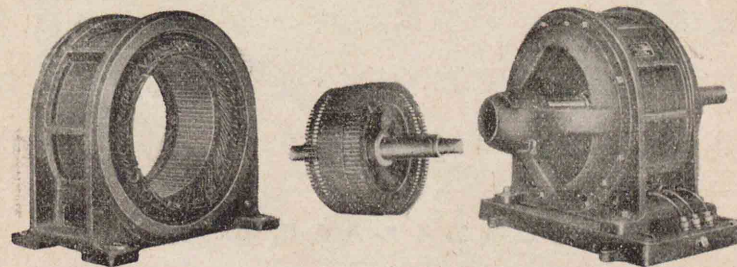
交流電動機 交流電動機の内て、工場其の他動力用として、最も普通に用ひられてゐるのは、誘導電動機である。

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。



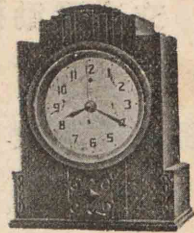
(圖346) 誘導電動機の原理

誘導電動機はこの理により、廻轉磁場を生ずる固定子(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。

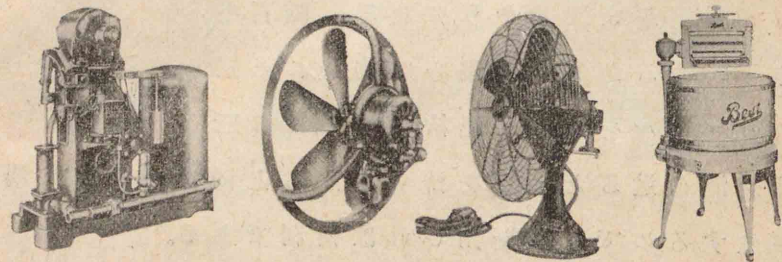


(圖347) 誘導電動機

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装置を施すと、不完全ではあるが一種の廻轉磁場を生ずるのである。但し起動困難で、大きな動力用には適しない。

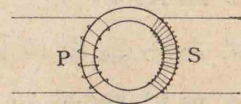


(圖348) 電氣時計



家庭水汲ポンプ用電動機 換氣扇 扇風機 洗濯機
(圖349) 單相電動機の利用

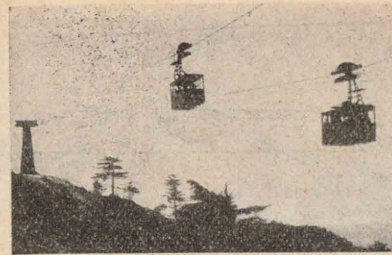
102. 變壓器 變壓器は電磁感應を利用して、交流の電壓を昇降する装置である。



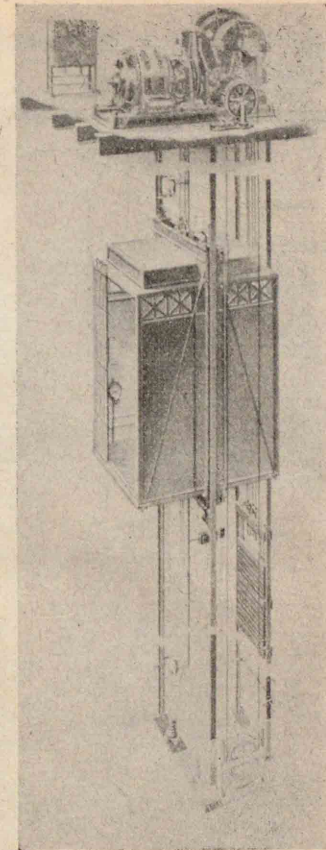
(圖350) 變壓器の原理

軟鐵環に捲數の異なる一次コイルPと、二次コイルSとを巻き、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

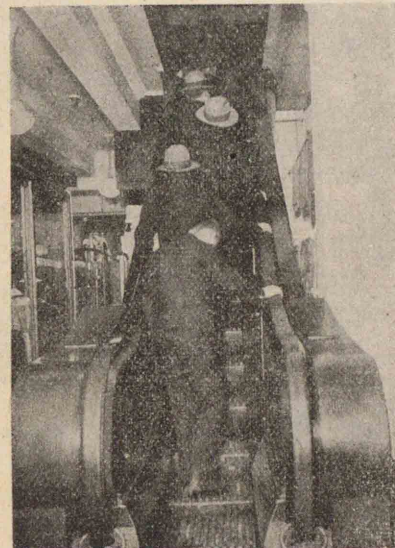
一次コイルと二次コイルとの電壓の比は、兩コイルの捲數の比に等しい。



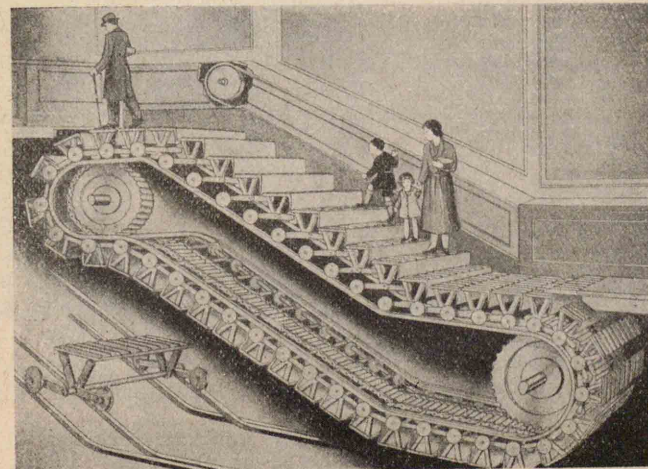
空中ケーブル



エレベーター

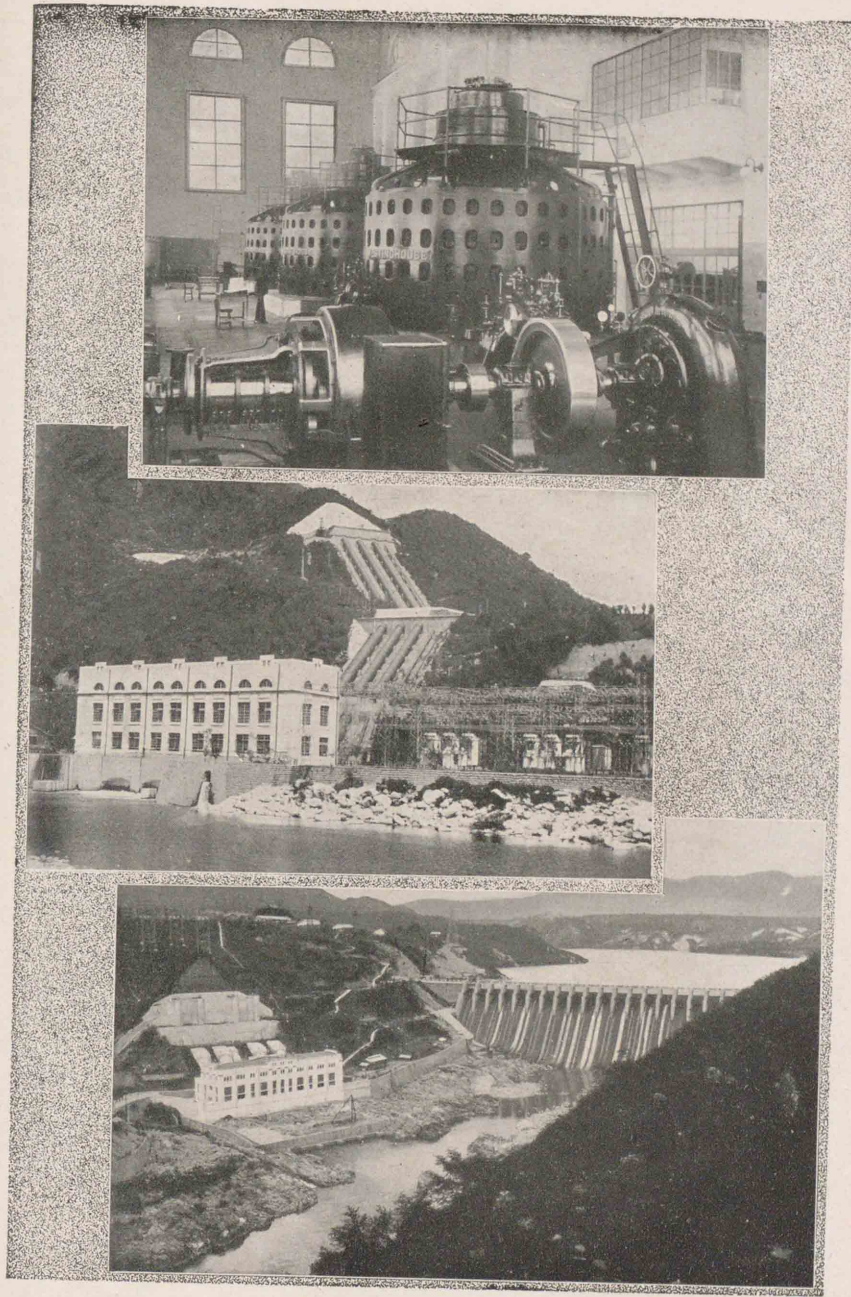
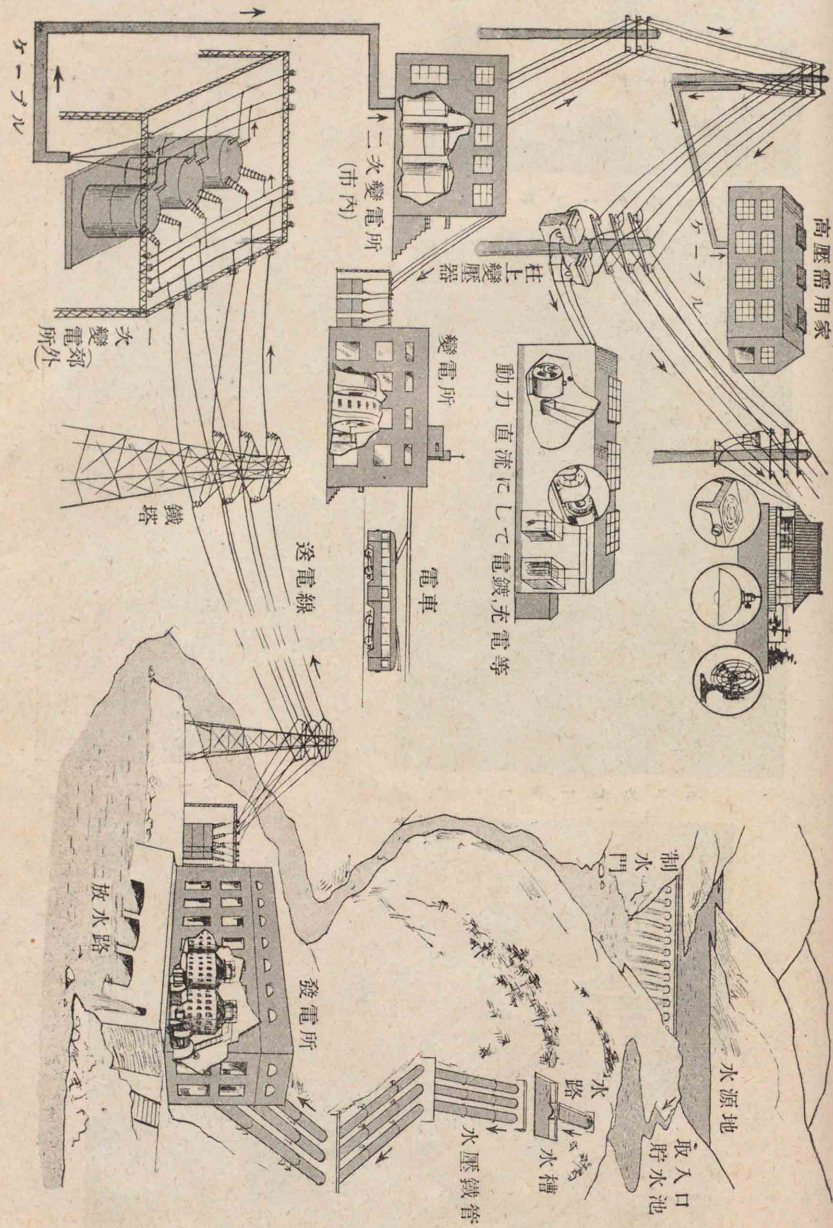


エスカレーター

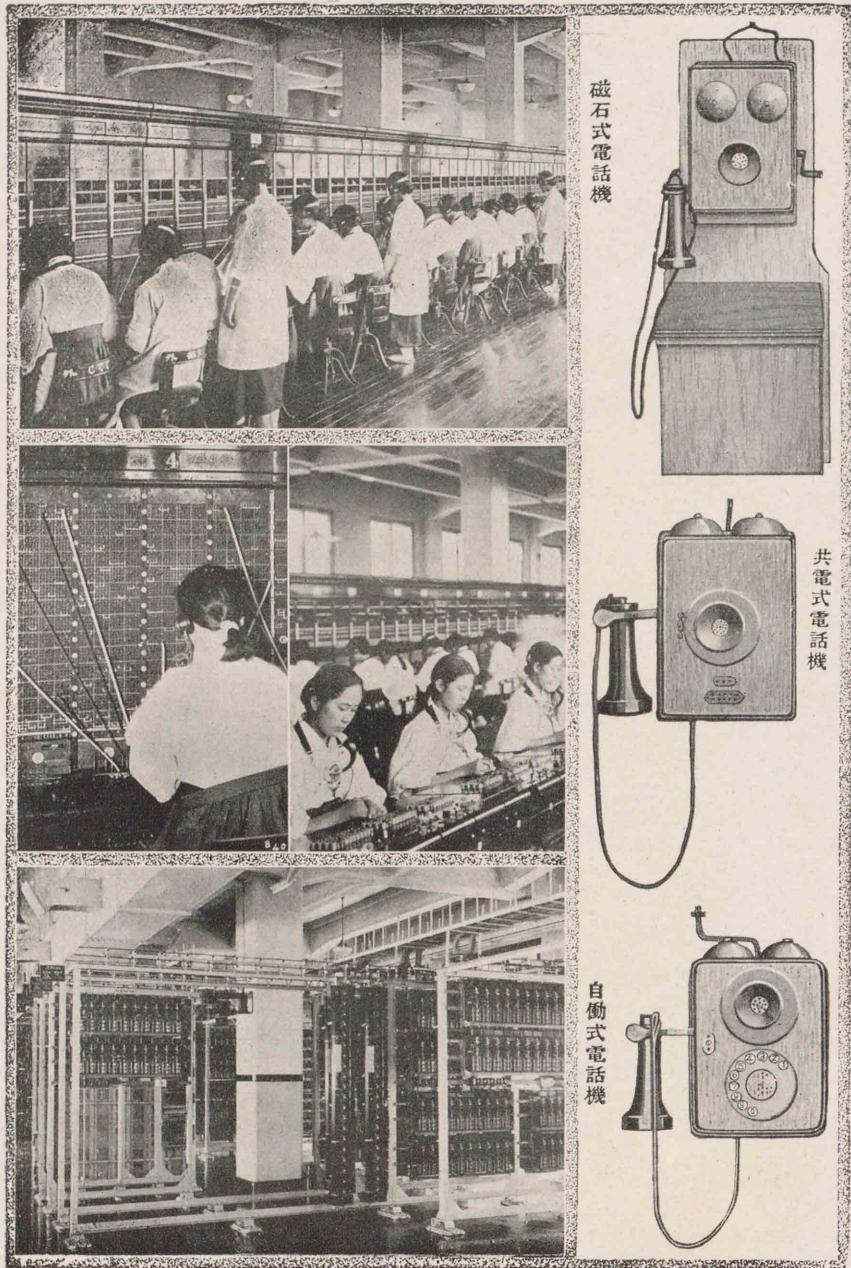


エスカレーターの原理

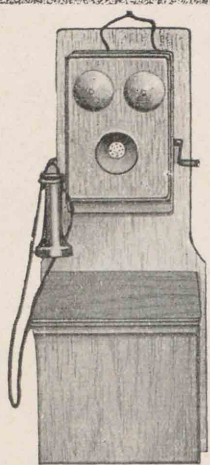
送 電 力 輸 送



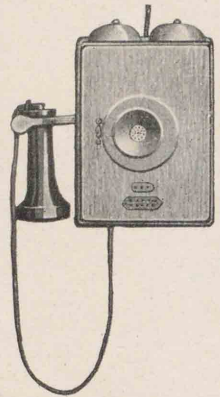
(上) 發電機の勵磁機 (長野縣西筑摩郡讀書村・讀書内部) 發電所
 (中) 發電所 (長野縣西筑摩郡讀書村)
 (下) 發電所 (岐阜縣惠那郡蛭川村) (大同電力株式會社)



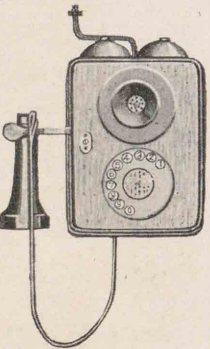
磁石式電話機



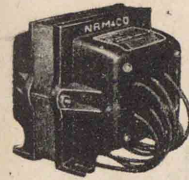
共電式電話機



自動式電話機

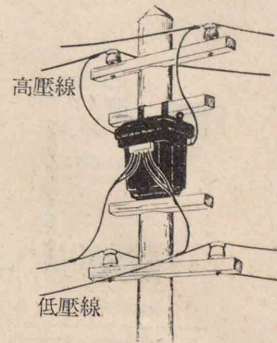
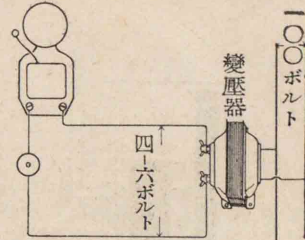


(上)及び(中左) 手動式(共電式)交換機 (中右) 自動手動連絡交換機
(下) 自動式交換機



(圖351)

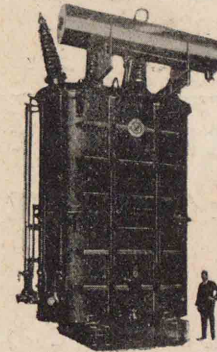
ラジオ用電源變壓器 (圖352) 豆變壓器を用いたベル回路



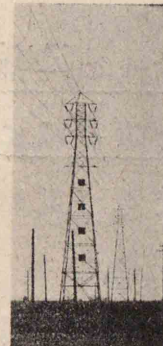
(圖353) 電柱上の變壓器

故に電壓を上げるときには、二次コイルの捲数を一次コイルよりも多くし、下げるときには少くする。

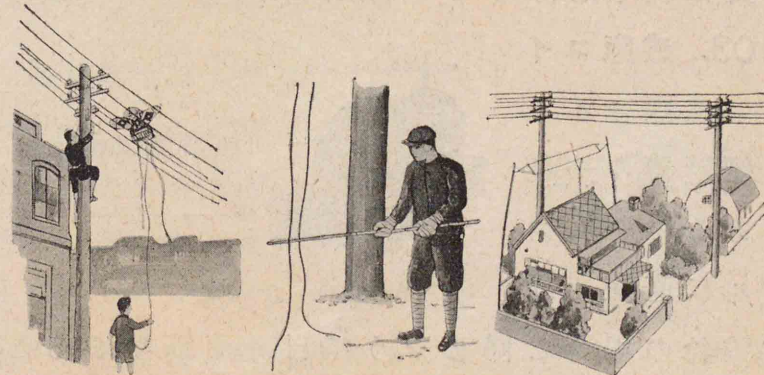
電力輸送 山間の水力発電所から、遠隔の市街へ電流を送る場合には、輸送の途中、導線の抵抗の爲に、



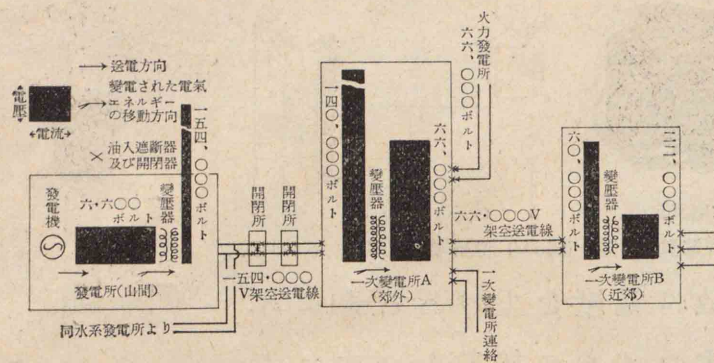
(圖354) 送電用大變壓器



(圖355) 高圧線



(圖356) 高圧線に對する注意



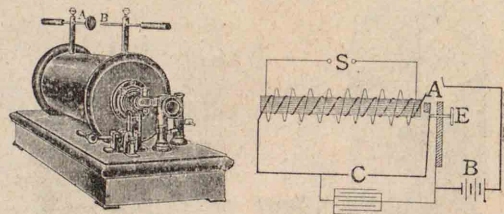
(圖357) 送電系統圖

電流の一部が熱となつて無益に消失することを防ぐ爲に、電圧を高めて弱い電流とし、市街の近くで電圧を低くし、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。

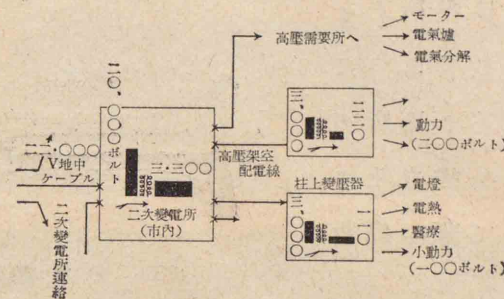
103. 感應コイル

感應コイルは變壓器の一種である。一次コイルに直流を通



(圖358) 感應コイル

じ、電鈴の場合と同じ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



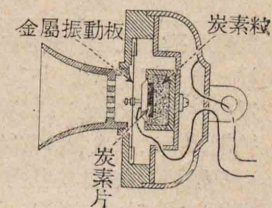
壓が生ずる。

104. 電話機

豫習事項 電話機の原理の説明を圖359及び圖360について試みよ。

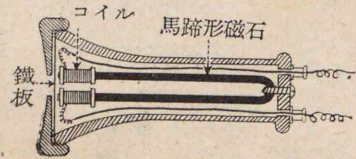
電話機は、送話器によつて音聲を電流の強弱に變へ、受話器によつてこれを再び音聲に變へて通話する装置である。

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。



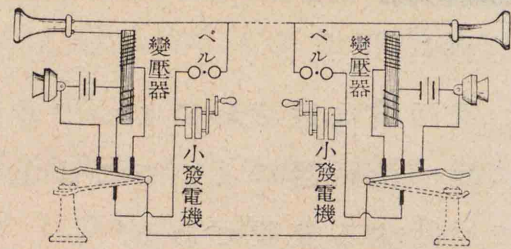
(圖359) 送話器

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



(360) 受話器

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、随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
 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。



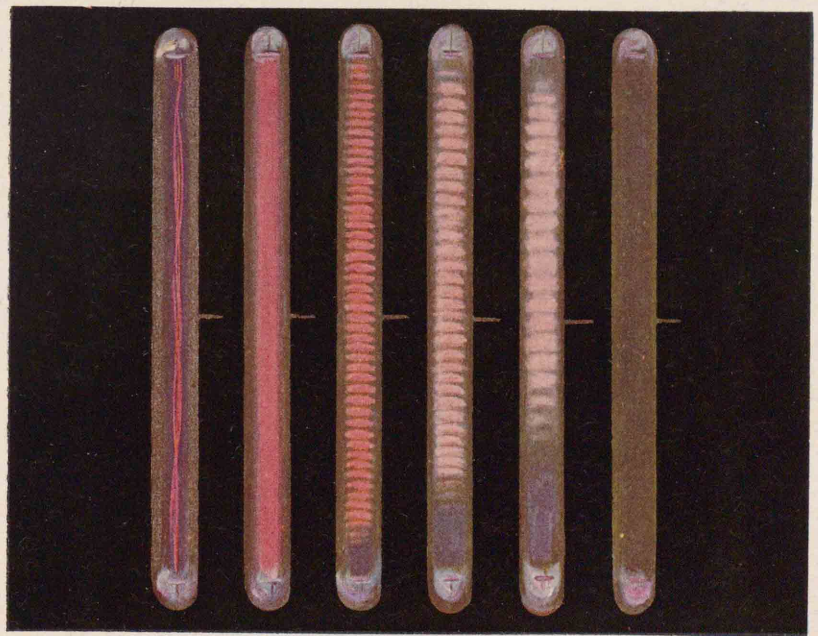
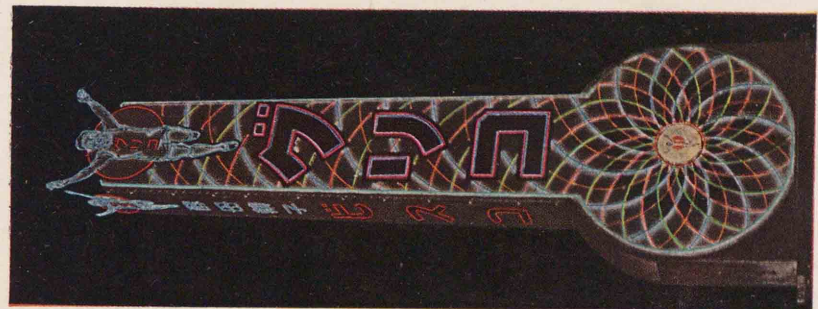
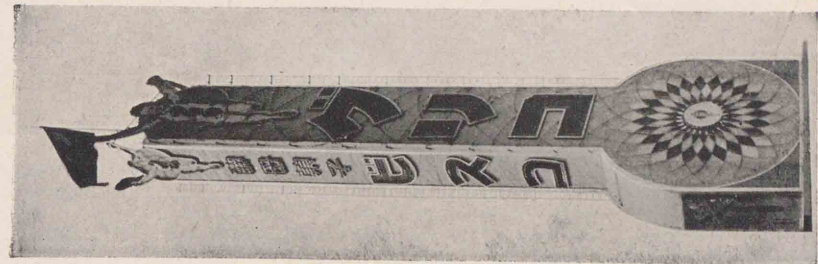
(圖361) 電話機の回路

實際の電話機の連結には變壓器を挿入する。

別圖で磁石式と稱せられるものでは、相手を呼び出すには受話器を鉤に
 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。



ネオオオオオオオ

電 放 空 眞

第八章 真空放電・放射能

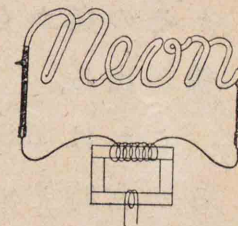
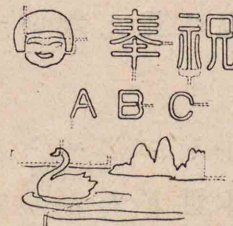
105. 真空放電 常壓の氣體中で、二つの導體間に火花を飛ばすには、大なる電壓を要するが、氣體を稀薄にすると、放電が容易になる。かやうに稀薄な氣體中に於ける放電を真空放電といふ。しかし尙一層稀薄にすると、放電は再び困難になる。

真空放電は、圖のやうな硝子管の両端に電極を封じ込み、これに感應 (圖362) 真空放電用管コイルの兩極を連結し、排氣ポンプ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。又ネオンランプ

と稱して寢室や便所などの燈火に用ひられる。



(圖363) ネオンランプ

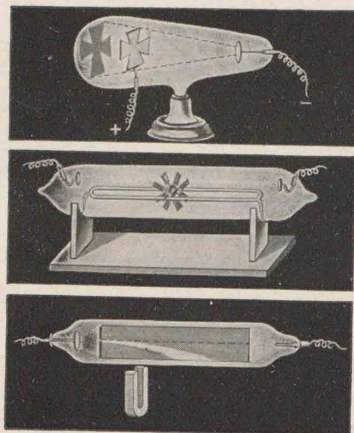


(圖364) ネオンサイン

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。

106. 陰極線 ガイスレル管内の空気をなほ稀薄にして、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。

107. 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輻射線が出る。

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。

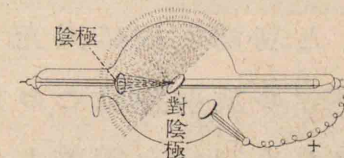
X線は直接眼に感じないが、(1)寫眞作用を呈し、(2)白金シアンバリウムのやうな螢光物質を光らせ、(3)空気を電離して導體化し、(4)光の通過しない木や肉をも通過する。

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

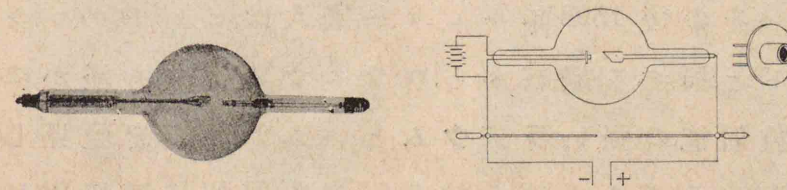
は、圖365のやうに凹形をしたアルミニウム板の陰極から高速度で射出する陰極線を、



(圖365) X線管

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。

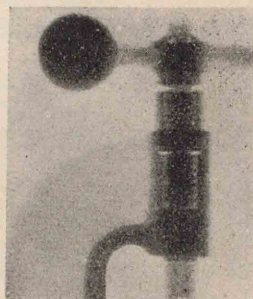
近頃よく用ひられるクーリッチ管は、クーリッチの



(圖366) クーリッチ管

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物で、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て、高電壓のため高速度で對陰極に衝突し、強いX線を發生するのである。

108. 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。



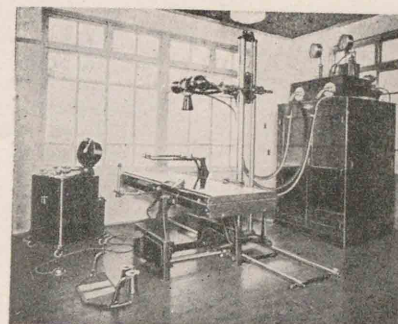
(圖367) ラヂウムによる寫眞

この放射線はこの外、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た。ラヂウムは、X線と同じく醫療に盛に用ひ

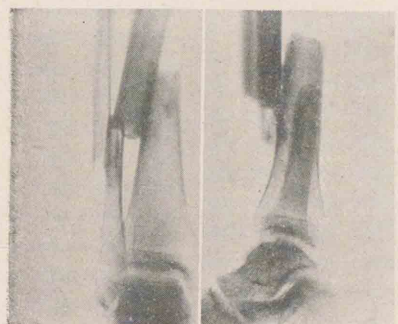
X線の應用



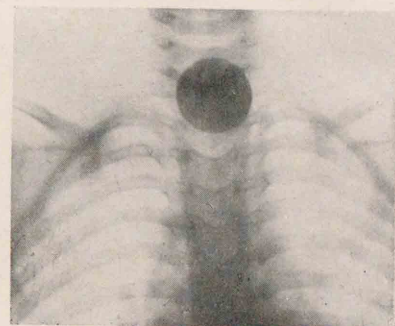
X線診断治療装置



肺疾患者のX線寫眞



骨折のX線寫眞



咽喉中の異物のX線寫眞

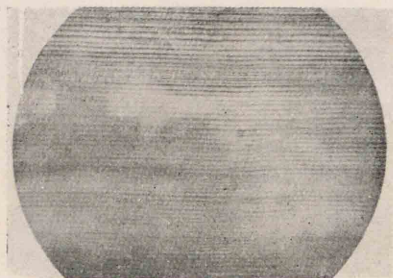


X線透趾鏡(靴の適否を調べる)

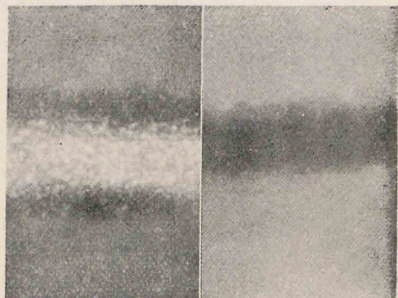


携帶用X線診断治療装置

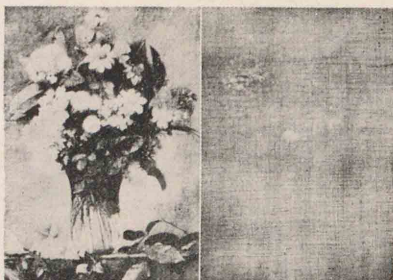
X 線 の 應 用



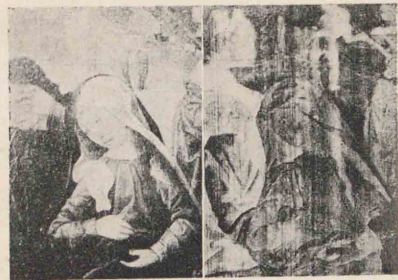
木 材 の 内 部 診 断



電 氣 熔 接 の 検 査 左 は 不 良

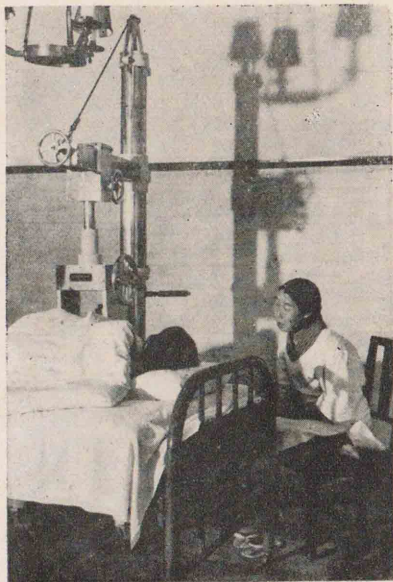


X 線 による 古 畫 の 鑑 別

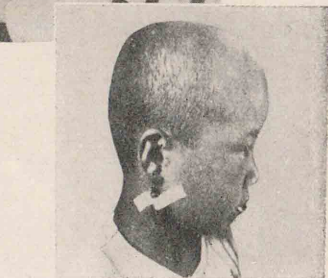


X 線 による 古 畫 の 鑑 別

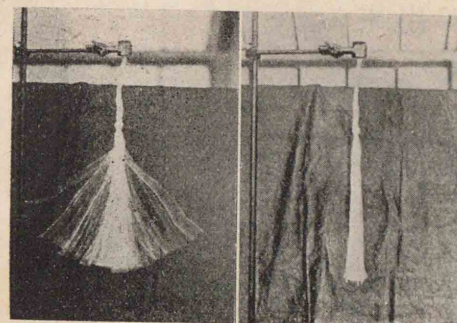
ラ チ ウ ム の 應 用



患 者 が 2.5 瓦 の 大 量 ラ チ ウ ム の 遠 距 離 照 射 を 受 け て ゐ る と ころ



ラ チ ウ ム を 取 扱 ふ 看 護 婦 (上)
扁 桃 線 の 治 療 (下)



(圖 368) ラ チ ウ ム の 放 射 能 の 實 験



(圖 369) 放 射 能 驗 電 器

ら れ て ゐ る。

ウ ラ ニ ウ ム ・ ラ チ ウ ム の 外、ア ク チ ニ ウ ム ・ ト リ ウ ム も 強 い 放 射 能 を 有 す る。

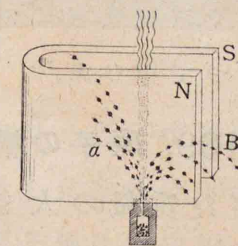
そ の 後 ラ ザ フ ォ ー ド に よ つ て、放 射 性 物 質 の 發 す る 放 射 線 は、 α 、 β 、 γ の 三 種 あ る こ と が 明 か に さ れ た。

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。

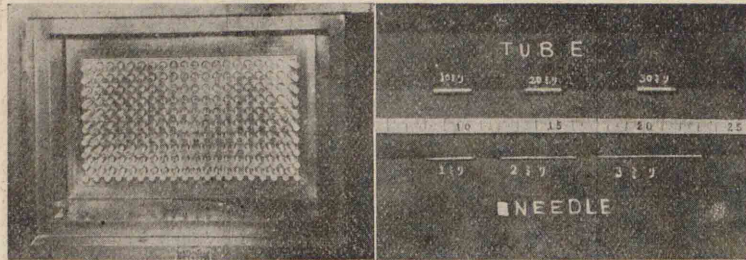
γ 線 は X 線 に 似 た も の で、 α 線、 β 線 の や ら に 電 氣 を 帶 び た 微 粒 子 で ない。

故 に 磁 石 を 用 ひ て 圖 370 の や ら に、こ れ 等 の 三 放



(圖 370)

射線を分けることが出来る。

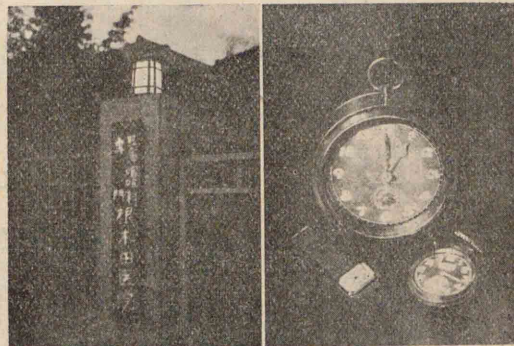


(圖371) ラヂウム貯藏金庫内部とラヂウムを封入せる管及び針

夜光塗料は磷光を發する物質に、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。

時計の針や、文字や、表札などに塗つて用ひる。



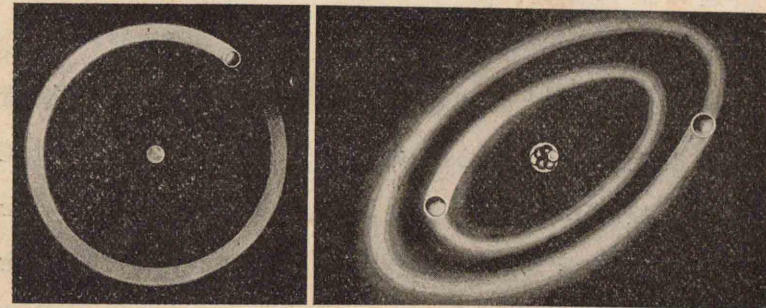
(圖372) 夜光塗料の利用

109. 原子の構造 物質の原子は、陽電氣を帯びた質量の大きな陽核の周圍に、陰電氣を帯びた質量の遙かに小さい數多の電子が廻轉してゐると考へられてゐる。この電子を遊星電子といふ。

原子中で構造の最も簡単な水素は、一個の電子が陽核の周圍を廻轉してゐる。この水素の陽核を陽子と

いふ。水素に次いで簡単なヘリウムの陽核は、四個の陽子と二個の電子とよりなり、その遊星電子は二個である。

このやうに原子の種類が週期表の順にかはると、遊星電子の數は一つ宛増し、陽子と電子とよりなる陽核は漸次複雑となるが、遊星電子のもつ陰電氣の量は、陽核の陽電氣の量と等しく、全體として原子は中性になつてゐる。



(圖373) 原子の構造 (左)水素 (右)ヘリウム

週期表で、水素を一として順次に數へた原子番號は各原子の遊星電子の數と等しく、原子の化學的性質はこの遊星電子の配列状態できまり、原子量は陽核内の陽子の數できまる。

放射能を有する物質は、原子量の大きな原子で、その陽核の結合が不安定であるから、自然に 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。

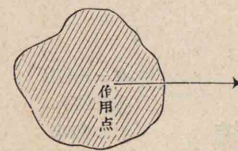
ラヂウムはウラニウム原子が數段の崩壊をなして出来たものであり、ラヂウム原子が更に一個の α 粒子を出して崩壊すると、ラヂウムエマナチオン(又はラドン)と稱する放射性氣體元素になり、更に數段の崩壊の後に遂に鉛に變る。ラヂウムエマナチオンは鑛泉中に含まれることが多い。

普通の原子が放射線を放出しないのは、陽核の構造が堅固安定であるからである。しかし近頃原子番號の小さい原子に、 α 粒子等を突入させ、**人工的に**原子を崩壊させることに成功した。それ等の中には衝撃を加へることを止めてからも、放射線を出して次の崩壊をするものが發見された。俗にこれを**人工ラヂウム**と言つてゐる。



第一章 力

110. 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、如何なる大きさを、物體の如何なる點に作用するかできまる。



(圖374) 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。

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

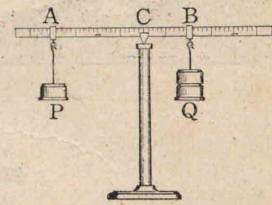


(圖375) 力の能率を示す

る力の他に、軸よりの距離に關係することがわかる。

實驗 圖376のやうに、太さの一樣な、目盛のある棒の中點Cを

支へて水平にし、左方の任意の點Aに錘Pをかけると棒はCを中心として左へ廻る。この時他の錘Qを右方にかけて棒に沿うて動かすと、棒が水平になつて靜止す



(圖376) 力の能率の實驗

る點Bが見つかる。この時P、Qの重さ並にCA、CBの長さを測るとその間に

$$CA:CB=Q:P \text{ 即ち } P \cdot CA=Q \cdot CB$$

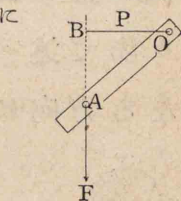
なる關係のあることがわかる。

この $P \times CA$ 又は $Q \times CB$ のやうに、

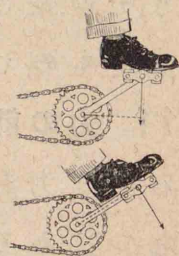
力の大きさと、軸から力の作用線

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。

物體を廻轉させる働きは、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、かつ廻轉の方向が反對である時は、力の作用は釣合つて廻轉は起らない。



能率 = $F \cdot OB$
(圖377)
力の能率



(圖378)
(上) 能率の悪い踏み方
(下) 能率の良い踏み方

112. 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廻轉する棒である。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點に對する能率が相等しく方向が反對であると釣合ふ。即ち



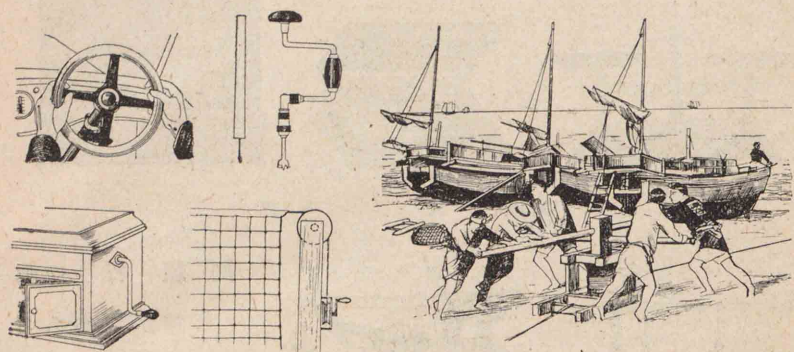
(圖379) 槌子

$$P \cdot CA = Q \cdot CB \quad P = Q \cdot \frac{CB}{CA} \dots\dots\dots(27)$$

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。

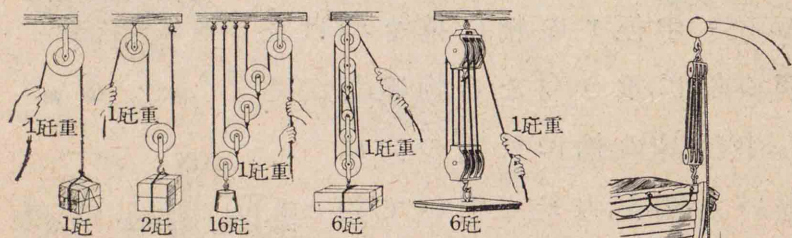
CAとCBとを槌子の臂といふ。槌子では重力のかかる點即ち重點と、力の作用點即ち力點と、支點との位置によつて三つの種類が出来る。

即ち輪の半徑が大きい程力を利することが多い。



(圖387) 輪軸の應用

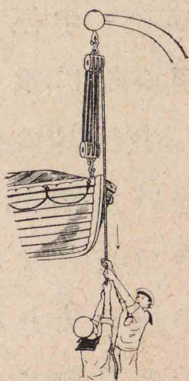
115. 滑車 井戸の水を汲上げる時などに用ひる滑車は、兩臂の長さが等しい槌子と見做されるもので、力には益がないが、力の方向を變



定滑車 動滑車 複滑車 (圖388)

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車といふ。また滑



(圖389) 複滑車の利用

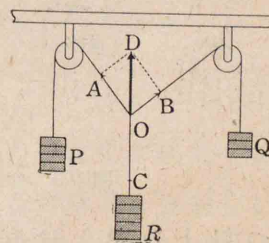
車の軸に物體をつるし、綱の一端を固定して、他端を引上げる時は、一方の臂の長さが他方の臂の長さの2倍の第二種の槌子と見られるから、力は物體の重さの $\frac{1}{2}$ で釣合ふ。

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。

問題 圖388の複滑車で、加へる力とこれと釣合ふ重さとの關係を説明せよ。

116. 合力と分力

實驗 圖390のやうに、二つの滑車に一本の絲をかけ、その兩端に錘P及びQを吊し、その中間の一點Oに別の絲を結び錘Rをつけると、三本の絲は或位置をとつて静止する。この絲の方向を白紙に寫しとり、OA、OB、OCをそれぞれP、Q、Rの重さに比例してとり、OA、OBを二邊として平行四邊形をつく



(圖390) 合力の實驗

ると、その對角線ODはOCと長さ等しく、反對の方向を指す。即ちOAとOBで表はされる二力は、ODで表はされる一つの力と同一の作用をなし、OCで表はされる力と釣合ふのである。

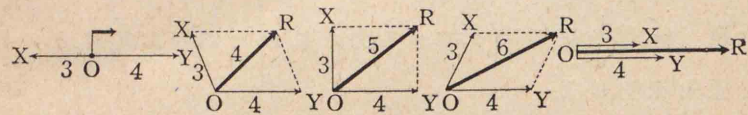
このやうに、二力と同一の作用をする一つの

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。

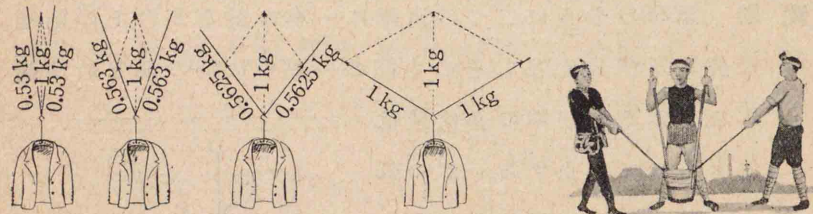
そして上のやうな実験の結果から

二力をあらず二直線を二邊とした平行四邊形を畫けばその對角線は合力の大きさと方向とをあらはす。

(力の平行四邊形の法)

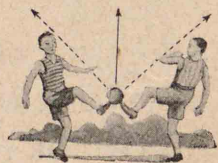


(圖391) 合力の求め方



(圖392) 合力の例

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成し、順次このやうにして進む。

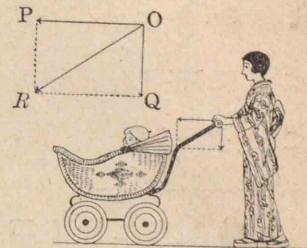


(圖393) 合力の例

反対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

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394) 分力の例

問題 1 3 疋重と 4 疋重の力が一

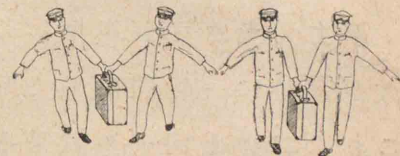
點に働くとき、次の各場合について合力を求めよ。(a) 二

力が同じ向のとき、(b)

反対の向のとき、(c) 二

力の間の角が直角である

とき。



(圖395) 何れが力に利あるか

問題 2 重い物を二人で持上げる場合に、圖395に於て右の如

くすると、左の如くすると何れが力に利あるか。

117. 平行力の合成

實驗 太さの一樣な、目盛のある棒の中點 C に絲をつけて、之

をゼンマイ秤で吊し、棒の兩側にある錘 P, Q を適當な位置

にかけて棒を水平にする。このとき秤は棒の重量の外に

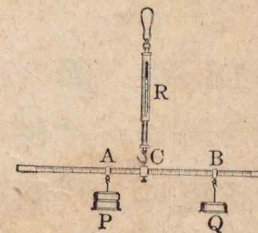
P, Q の和 R だけの力で棒を支へて

ゐることを示す。即ち

$$R = P + Q$$

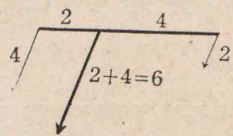
$$P \times AC = Q \times CB$$

の關係がある。



(圖396)

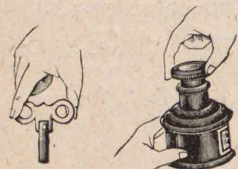
この実験に於て、三力P, Q, Rは釣合ふからP, Qの合力はRに等しく、その方向はRに反対である。それで



(圖397) 平行力の合力

二点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、

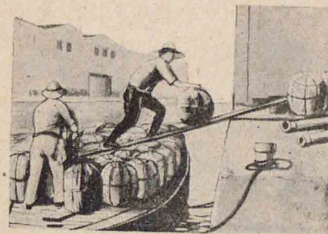
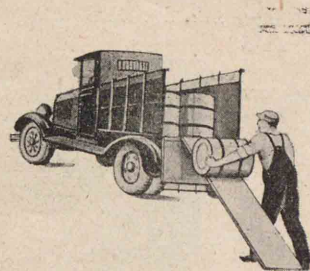


(圖398) 偶力の例

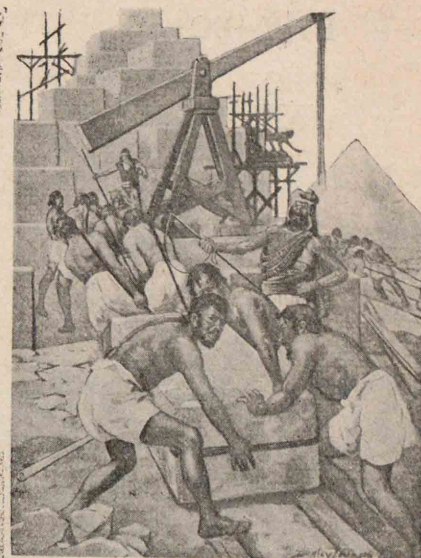
かやうな一對の力を**偶力**といふ。インキ壘の栓をする時の兩指の力や、錐をもみ込む時の兩手の力は偶力である。

問題 長さ2米の棒の一端より40厘の所に、ある重さの物體をかけ二人で棒の兩端を擔ふとき、二人の肩にかゝる重さの比如何。

118. 斜面 荷車に重い物體を積込む場合、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、水平面とある傾きをなす面を**斜面**といふ。



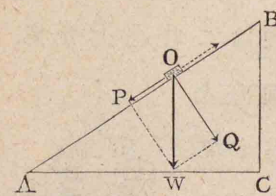
(圖399) 斜面の利用



(圖400) 古代エジプトでは既に斜面や槌子を利用してゐた

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401) 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に等しい力を反対の

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

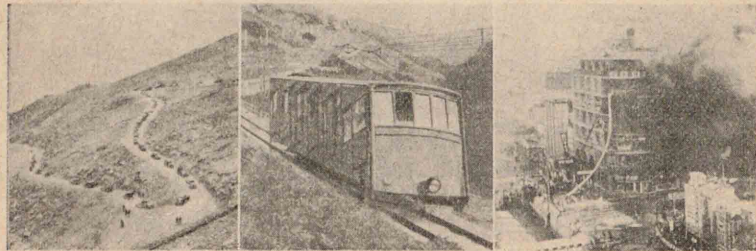
れる。幾何學により

$$P:W=BC:AB \quad P=W \frac{BC}{AB} \dots\dots\dots(29)$$

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



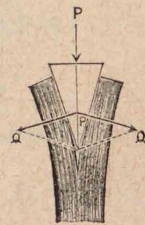
(圖402) 滑り臺



(圖403) 登山路 (圖404) 登山電車 (圖405) 救命装置

問題 坂路に車を引上げる時など、うねうねと曲りながら登るは何故か。

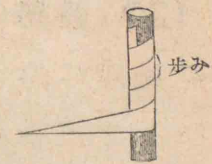
楔 材木を割る時などに用ひる楔は、これを P なる力で打込むとき現はれる楔の面に垂直な分力 Q, Q を利用するもので、圖からわかるやうに、その頂角が小さい程分力 Q, Q が大きくなつて有効である。刃物の刃の薄い程よく切れるのはこの理である。



(圖406) 楔

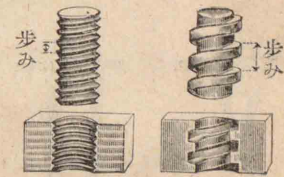
119. ね ぢ 直角三角形の紙をとり、直角を挟む二邊の一を圓筒の軸に平行にして捲附け

ると、斜邊は螺旋を作る。この螺旋に沿うて刻んだものををねぢといひ、またこのをねぢが丁度ハマるやうに刻んだものをめねぢといふ。通常ねぢは右廻しにすると進み、左廻しにすると抜出る。

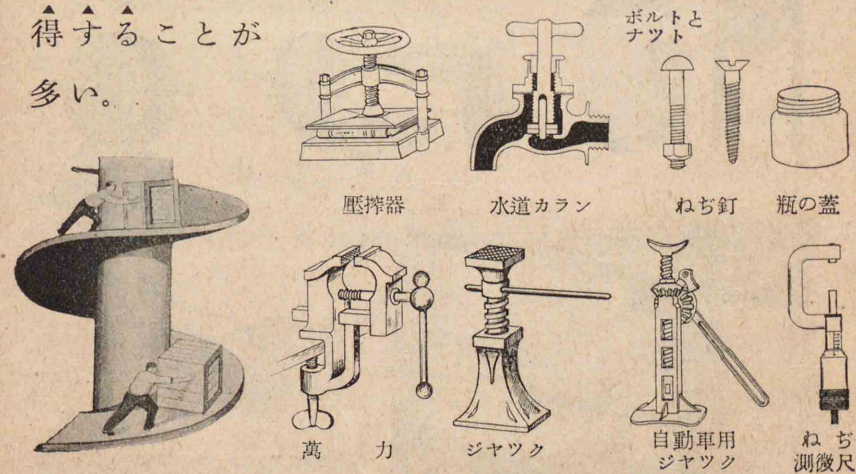


(圖407) ねぢの原理

かやうに一廻りして進退する距離を、ねぢの歩みといふ。ねぢをねぢ込むのは斜面を利用して物體を押上げる作用に類する。故に歩みの小さい程、斜面の勾配が小さい場合に相當し、力を得ることが多い。



(圖408) ね ぢ

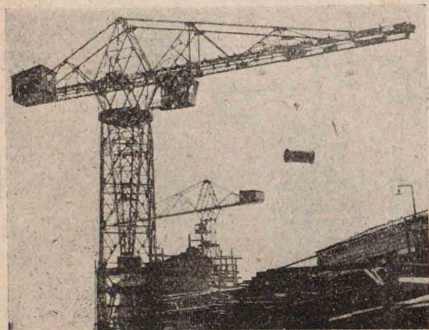
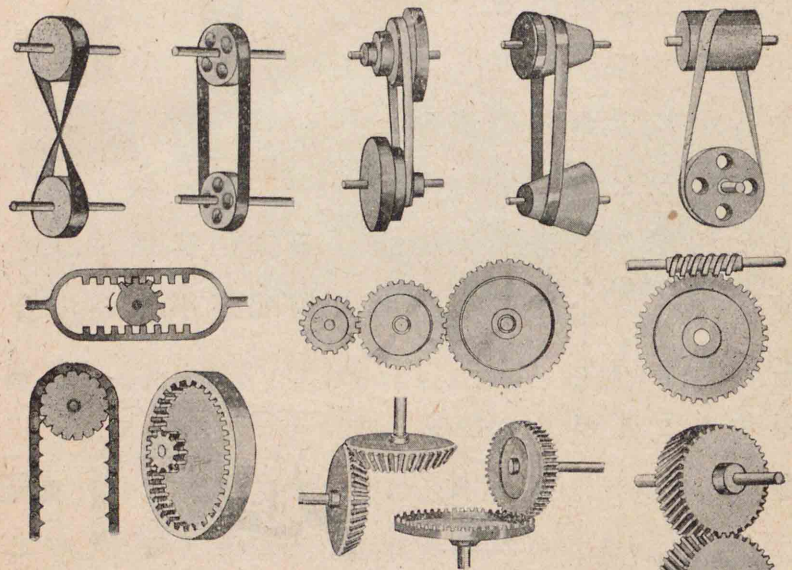


(圖409) ねぢの原理

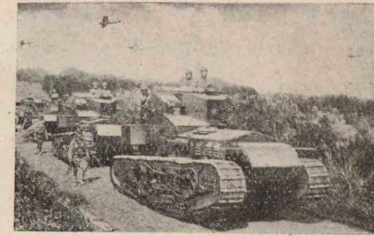
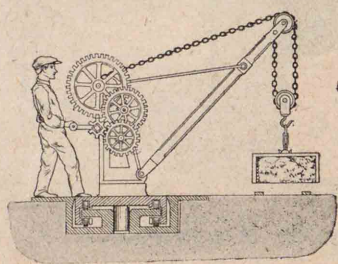
(圖410) ね ぢ の 應 用

120. 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。複雑精密な或は大仕掛の機械でも、これらの方法で、挺子や滑車・斜面・ねぢなどの簡単なものを種々組合せたものである。

(圖411) 廻轉の移動, 機械



起重機

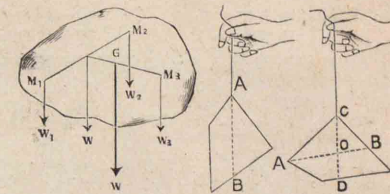


タンク

121. 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。

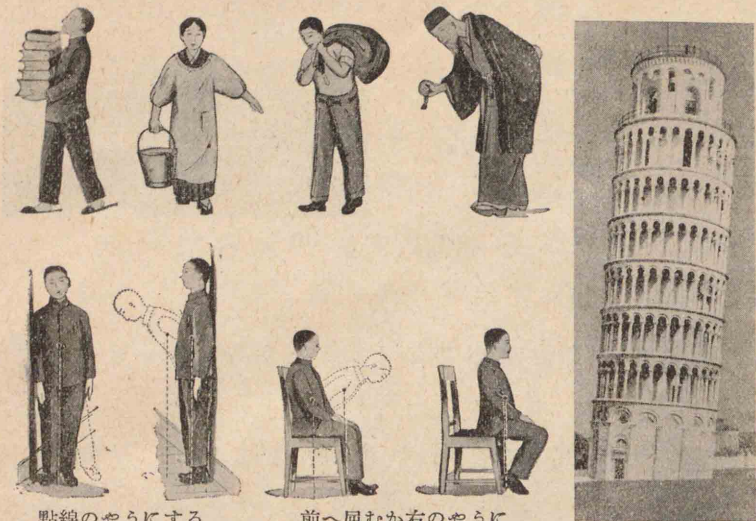


(圖412) 重心 (圖413) 重心の求め方

問題 等質で厚さの一樣な三角形板・正方形板及び圓板の重心を求めよ。

122. 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



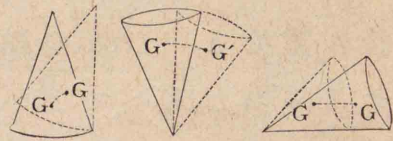
点線のやうにすることは出来ない
 前へ屈むか右のやうに腰かけないと立てない
 (圖414) 重心を通る鉛直線が基底を通るやうに

ピサの斜塔

の一点、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、倒れるものと、その位置で靜止するものがある。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。

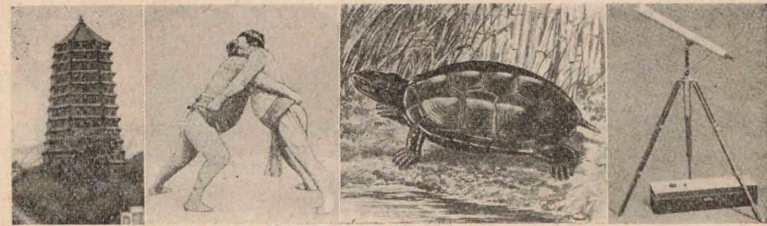
重心の位置から三つの坐りを考へると、



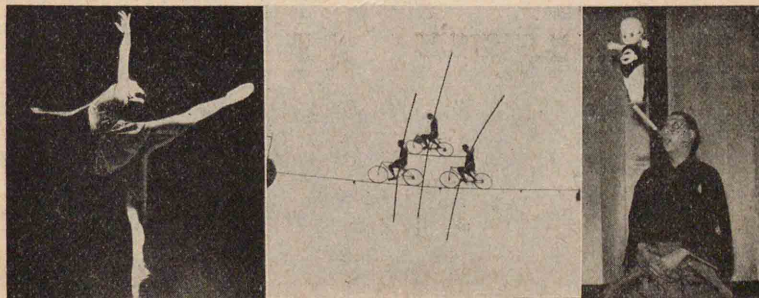
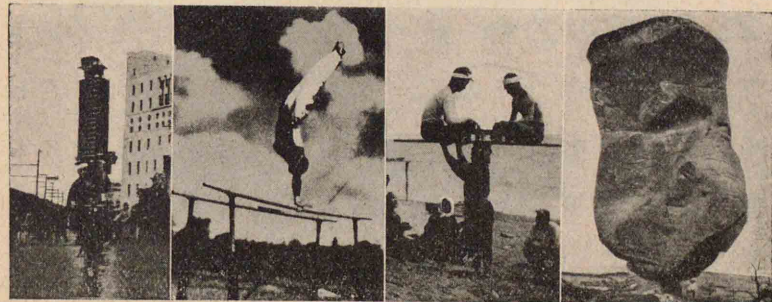
安定 不安定 中立
 (圖415) 三様の坐り

安定の場合は物體を傾けると重心は高さを増す。即ち重心が最低位にある。

不安定の場合は物體を傾けると重心はその高さを減ずる。即ち重心が最高位にある。



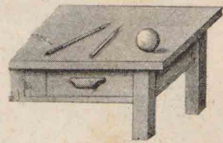
(圖416) 安定の坐り



(圖417) 不安定の坐り

中立の場合は物体を傾けると重心の位置は^{▲▲}変らない。

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。



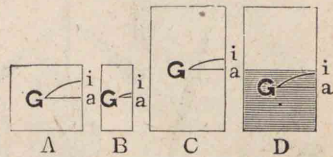
(圖418) 中立の坐り

そして物体の

基底の広い程、

重心が低い程、

重さが大である程、

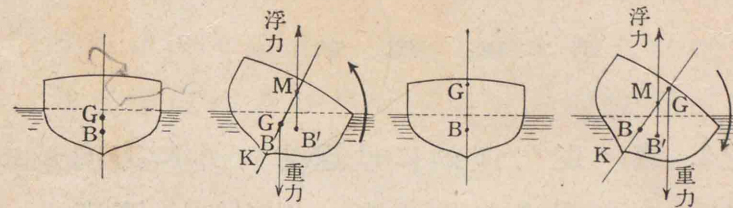


(圖419) 坐りの安定度の説明

坐りの安定度は大である。

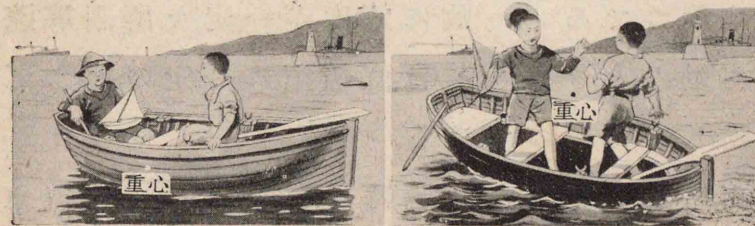
123. 浮體の釣合 船のやうな浮體では、その重さと浮力とが釣合つてゐる。この場合、浮力の大きさは船の排除した水の重さに等しいのであるから、その作用點は船が排除した部分を占めてゐた水の重心Bと一致する。この點を浮心といふ。故に船が靜止してゐるときは、この浮心Bと船の重心Gとが同一鉛直線上にある。

船が少し傾くと、排除される水の形が變り、従つて浮心がB'に移る。このときB'を過る鉛直線とBGとの交點、即ち傾心MがGより上にあれば、Gに働く重さと浮心B'に働く浮力とが偶力をなして船をもとの位置にかへすから安定であるが、MがGより下にあると、船



(圖420) 安定な船

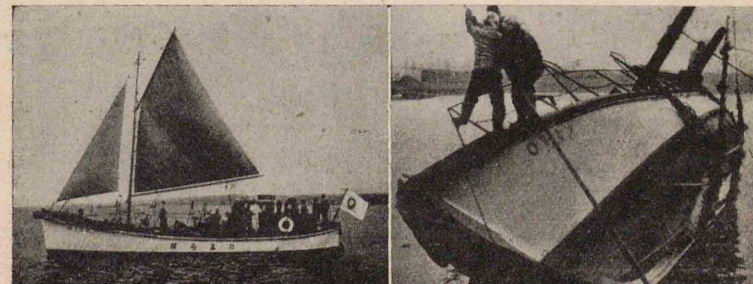
不安定な船



(圖421) 安定

不安定

はますます傾き、遂には顛覆する。船の底になるべく重い荷物を積むのは、重心を低くして安定度を増すためである。

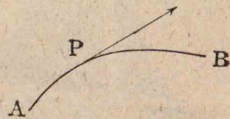


(圖422) 覆らぬ救命艇 りょうは號 どんなに傾けても決して覆没しない

第二章 運動と力

124. 速度 運動には速さの外に方向があるから、この兩者を併せ考へたものを速度といふ。従つて速さが等しくても、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、停車場を出た汽車の運動のやうに、速さと方向との一方或は兩方が變る運動を不等速度運動といひ、この時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ばし、その方向はその瞬間に於ける運動の方向で示す。運動の筋路が曲線である場合には、各點に於ける切線の方がその點に於ける速度の方向である。



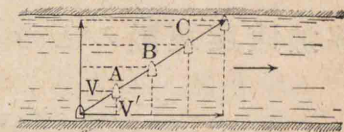
(圖423)

速度は大きさと方向とをもつてゐるから、これを圖示するには、力の場合と

同様に、その方向に直線を引き、その長さを速さに比例させ、その先に方向を示す矢を附ける。

また速度は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。

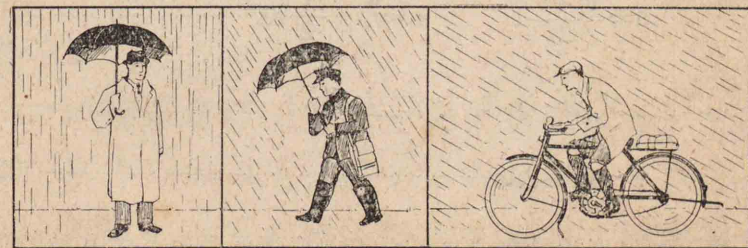
例へば靜水では毎分 v 米をゆく船が、水流の速さ毎分 v' 米の河を横斷しようとするとき、毎分後の位置は平行四邊形の法則によつて求められ、次々に A, B, C 等の位置をとる。



(圖424) 速度の合成

問題 1 上の場合と、川幅と同じ距離の靜水をゆくときと何れが早く到着するか。

問題 2 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425)

125. 加速度・等加速度運動 不等速度運動に於て、時間 \hat{t} に對してその速度 \hat{v} の變る割合を**加速度**といひ、單位時間に變る速度でこれを測る。

加速度を表はすには例へば毎秒980 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ づゝ、速さが増せばこれを毎秒980秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ 、980秒秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ 或は980 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ 、980 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}$ のやうに時間の單位と速さの單位とを併せ用ひる。

直線運動に於て、初めの速度を v_0 秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ 、 t 秒後の速度を v 秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ とすると、始終加速度の等しい**等加速度運動**のときは加速度 a は

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad v = v_0 + at \quad \dots\dots\dots (30)$$

この時物體が t 秒間に進む距離 s は、初速度と終速度との平均速度で t 秒間進んだ距離に等しいから

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \dots\dots\dots (31)$$

(30) (31) 二式から t を消去すると

$$v^2 - v_0^2 = 2as \quad \dots\dots\dots (32)$$

問題 初速度10秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ の物體が、等加速度運動をして5秒後に50秒 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ の速度をもつやうになつた。その加速度は何程か。

126. 運動の法則 静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。即ち

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。
(運動の法則又は運動の第二法則)

この法則と、慣性の法則と、反作用の法則とは、いづれもニュートンの發見した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 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ 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 秒糧の加速度を與へる力を f ダインとすれば、運動の法則は、

$$f = ma \quad \text{力} = \text{質量} \times \text{加速度} \dots (33)$$

(ダイン) (瓦) (糧/秒²)

てあらはされる。

問題 石は地球に引かれて落下するが、石に引かれて地球の昇ることなきは何故か。

127. 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

$$a = \frac{v - v_0}{t} \dots (34)$$

であるから、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。

$$f = m \left(\frac{v - v_0}{t} \right) = \frac{mv - mv_0}{t} \dots (35)$$

この式に含まれた mv, mv_0 即ち物體の質量と速度との積を運動量と名づける。さうすると

力は単位時間中の運動量の變化に等しい

といふことが出来る。

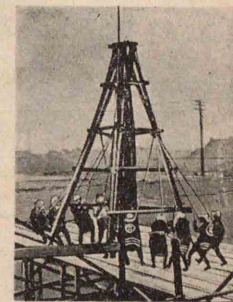
物體が力の作用を受けて静止した場合は、上式で $v = 0$ であるから

$$f = - \frac{mv_0}{t} \dots (36)$$

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
物體の質量の大きい程
速度の大きい程 } 大きな力を要する。
力の働く時間の短い程

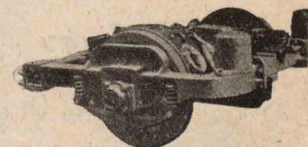
打撃衝突などの際に大きな力の現はれるのは、その作用する時間が極めて短いからである。



(圖426) 杭を打込む

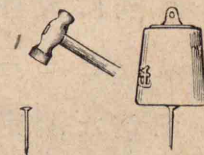
錘を落下させて杭を打込むのは、錘を短時間に止めるために、杭は大きな力を錘に作用させ、その反作用をうけて杭が打込まれるのである。

野球にミットを用ひ、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、力の働く時間を長くして衝激を緩和させるためである。



(圖427) 車體の激動を緩和さす装置

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。

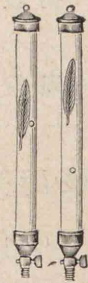


(圖428) 打撃の實驗

問題 2 破れ易い物の荷造りは如何にするか。

128. 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向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の物體を落し、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、普通 g で表はす。



(圖429) 管内を真空にすると、羽毛と金屬片とは同時に底に達する

それでは一般に質量 m 瓦の物體の重さ w は、

$$w = mg \text{ ダイン} \dots\dots\dots (37)$$

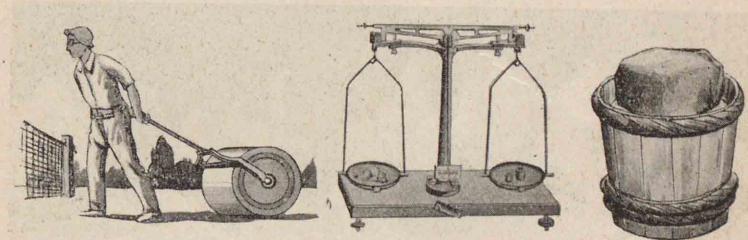
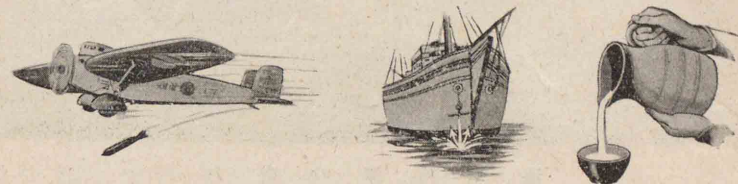
である。この關係は、同一場所では、物體に働く重力はその質量に比例することを示すので、吾等は既に天秤での質量測定に、この事實を用ひて來たところである。

正確な測定によると、 g の値は處によつて多少違ふが、略、

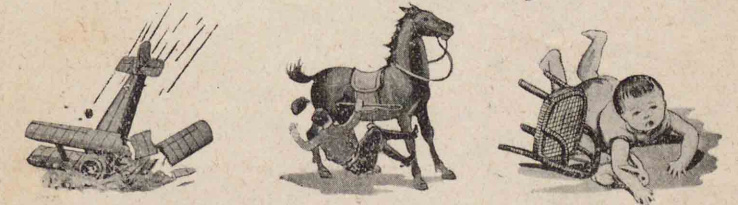


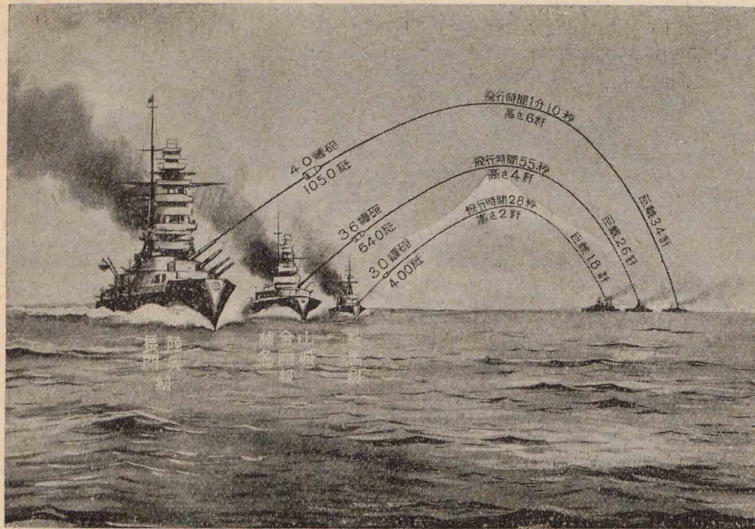
ガリレイが斜面を使つて落體の實驗を行つてゐるところ、中央後方に立つてゐるのがガリレイである。跪いた僧が脈搏で時間を測つてゐる。

[重力の利用]

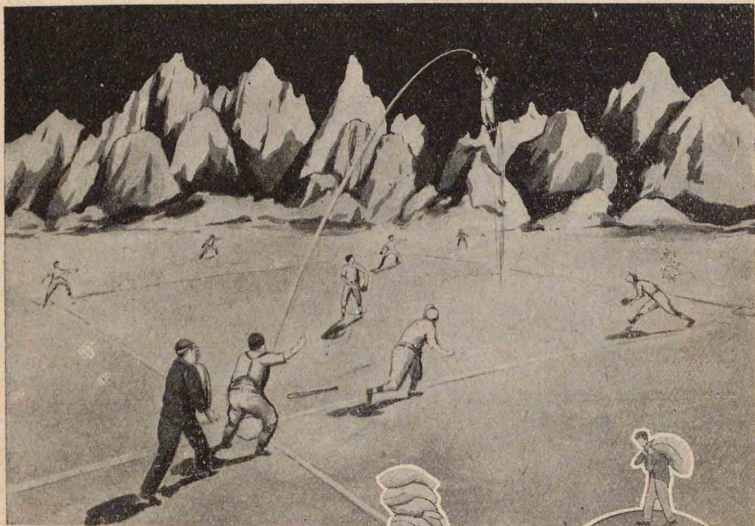


[重力があるため困ること]





海軍砲弾の威力



月で野球が出来るとしたら
月では6倍の質量の荷物が
擔げる筈

$g = \text{毎秒}980 \text{ 秒糎}$

である。したがって、

$$1 \text{ 瓦重} = 980 \text{ ダイン}$$

g の表

場所	秒糎種
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

物体が静止の状態から落ちるとき、 t 秒後の速度を v 秒糎、その間に通過した距離を s 糎とすると、第125節に述べた等加速度の運動の式に於て、 a の代りに g を用ひてそれ等の関係を表はすことが出来る。即ち

$$v = gt \dots\dots\dots (38)$$

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (39)$$

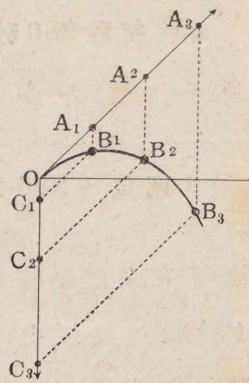
$$v^2 = 2gs \dots\dots\dots (40)$$

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。

129. 抛射體 斜に物体を抛げると、一つの曲線を畫いて落下する。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、同時に重力の作用をうけて落下運

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

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、結局 OB_1B_2 の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。



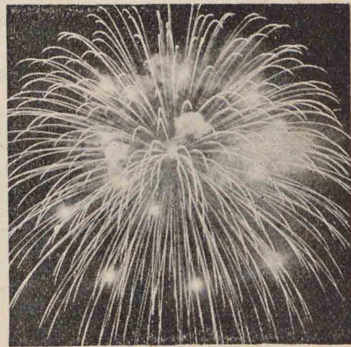
(圖430) 拋射體の畫く路



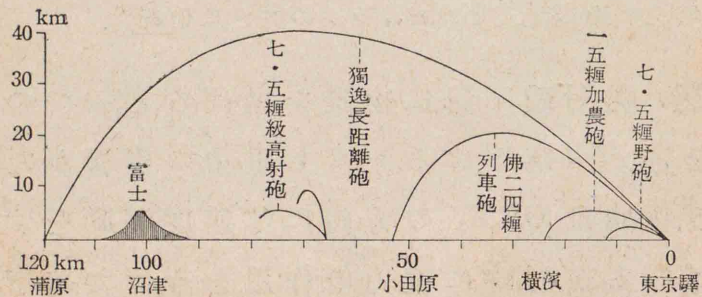
(圖431) プラツセルの小便小僧



(圖432) 噴水



(圖433) 花火



(圖434) 砲彈の彈道

物體を速さ v_0 秒糧で眞上に投げ上げるときは、加速

度は $-g$ 秒糧糧であるから、 t 秒後の速さを a 秒糧、その間に通過した距離を s 糧とすると、

$$v = v_0 - gt \quad \dots\dots\dots (41)$$

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 \quad \dots\dots\dots (42)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gs \quad \dots\dots\dots (43)$$

上り得る最高點では $v=0$ であるから、その高さは

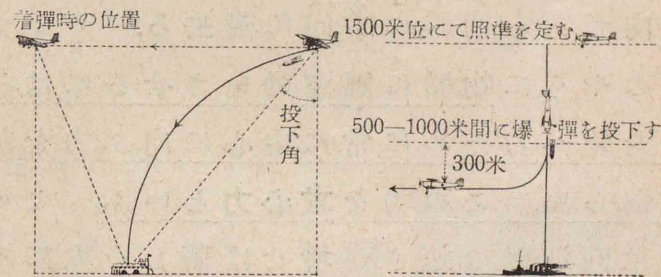
$$s = \frac{v_0^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (44)$$

物體を速さ v_0 秒糧で眞下に投げ下すときは

$$v = v_0 + gt \quad \dots\dots\dots (45)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \quad \dots\dots\dots (46)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gs \quad \dots\dots\dots (47)$$



空氣の抵抗のため後れる

(圖435) 爆彈の彈道と急降下爆撃法

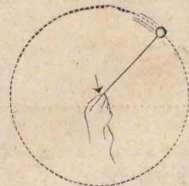
問題 1 高塔から一つの球を落とし、同時に他の球を水平に投げるとき、どちらの球が先に地面につくか。(空氣の抵抗は考へない)

問題 2 500米の上空を25秒糧の速さで水平に飛ぶ飛行機から、地上の目的物を爆撃しようとするとき、如何なる地點に向つて爆彈を落せばよいか。

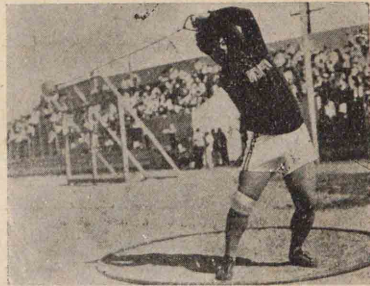
問題 3 花火を打上げた瞬間から4秒間の後その爆発を見たといふ。その上昇した高さ、並びに最初の速度を計算せよ。但し花火は最高點に達して爆発したものとする。

130. 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



(圖436) 圓運動



(圖437) 鐵 錘 投

をさせると、手は絲によつて絶えず錘を引いて居り、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向に飛去る。

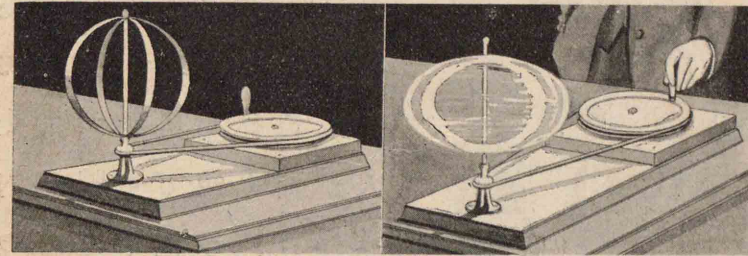
このやうに物體に圓運動をさせるには、その方向を變へるために常に、中心に向ふ力を加へねばならぬ。この力を求心力といふ。この求心力は圓運動の速さが増せば著しく大になり、圓が大きくなれば小になる。

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 ダイソとすれば、次の關係がある。

$$f = m \frac{v^2}{r} \dots \dots \dots (48)$$

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



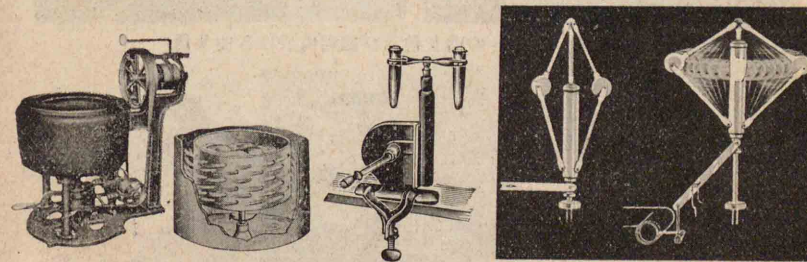
(圖438) 圓 運 動 の 實 験



(圖439)

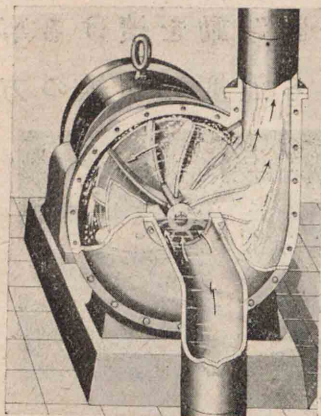
向に飛去る。濡れた傘を速かに廻すと、水滴が飛散るのは、求心力を與へる水の凝集力が弱いために、その圓運動を續ける事が出來ないからである。

圓運動を應用した機械は色々ある。



脱水機及びその斷面圖 沈 澱 器 ワットの調速機 (圖440) 圓運動を應用した機械

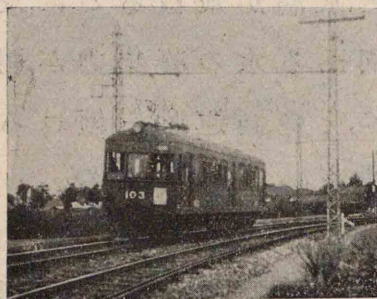
渦卷ポンプ 廻轉部分が廻轉すれば、水は圓運動を續けることが出來ず振飛ばされ、廻轉部の中心近くに



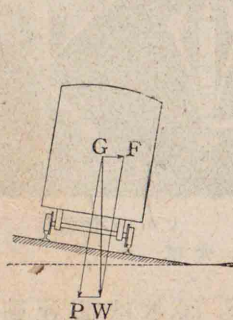
(圖441) 渦巻ポンプ

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



(圖442) レールの曲り角及び競走に於ける曲り角



(圖443) レールの曲り角



(圖444)



(圖445)

によつて求心力を與へようとしたものである。

問題 1 圖445のごとくバケツに水を入れて振りまはすとき、バケツが倒になつても水がこぼれないのは何故か。

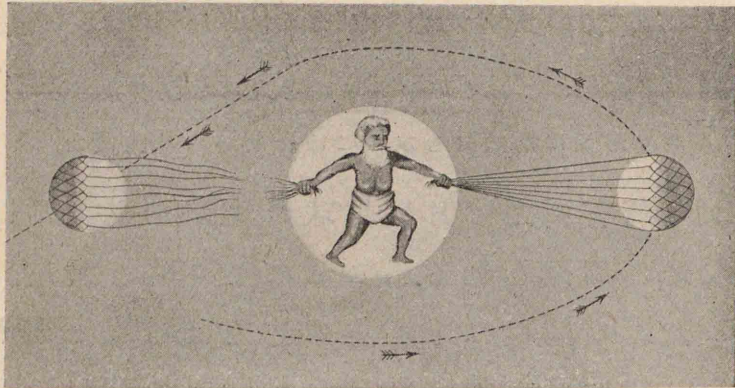
131. 萬有引力 月は地球の周圍を廻り、地球は太陽の周圍を廻る。これにより月と地球、地球と太陽の間には求心力の作用せることがわかる。即ち月と地球、地球と太陽の間には引力が働いてゐることがわかる。ニュートンはこれ等の引力が、いづれも同じ種類の力であることを確めて、この力を萬有引力と名づけた。ニュートンに従へば

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。

r 程を隔てる質量 m, m' 瓦の二物體の間に作用する萬有引力 f は次の式で表はされる。

$$f = \frac{1}{15 \times 10^6} \times \frac{mm'}{r^2} \dots \dots \dots (49)$$

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



(圖446) 萬有引力が俄になくなつたら

の場合は地球の質量が甚だ大であるため、かなりの値になるのである。

132. 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、各部分は皆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。即ち廻轉の慣性を有する。熱機關で廻轉の速さを平均するために用ひるはずみ車はこの理を應用したものである。



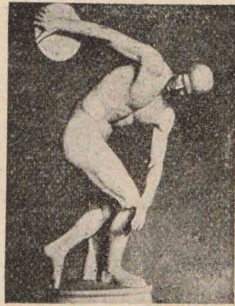
(圖447) 獨樂

尙廻轉體の各部の圓運動に必要な求心力は、分子力によつて供給されてゐるが、廻轉が急速になつて分子力では足りなくなると變形破損するから、發電機等、廻轉速度の極めて大きい機械は十分頑丈に造らねばならない。

また速かに廻轉する物體は、常にその軸の方向を一定に保たうとする。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、抵抗を感ずるのはこの理による。

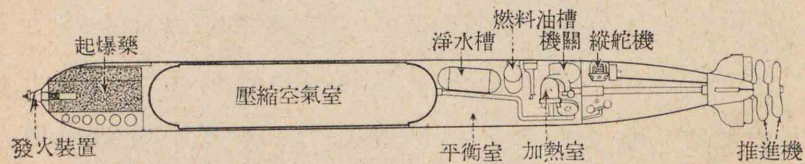
走つてゐる自轉車の倒れないのも、地球が天

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く、單軌鐵道・船舶の安定裝置・魚形水雷の操舵機や飛行機の自動安定裝置にも利用されてゐる。



(圖448) 圓盤投

また鐵材や方位角の影響をうけない正確な羅針盤として、近來艦船、特に潜水艦などで使用されるやうになつたジャイロコンパスもこの理に基づいて作られたものである。



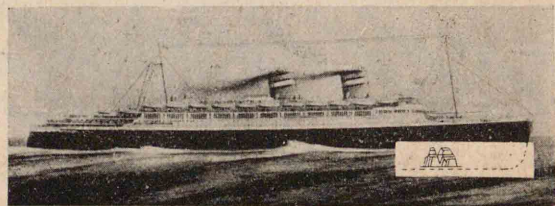
(圖449) 魚形水雷の操舵機



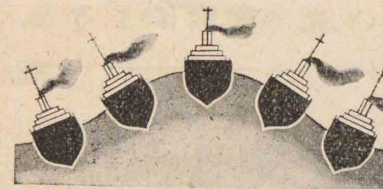
(圖451) ジャイロコンパス



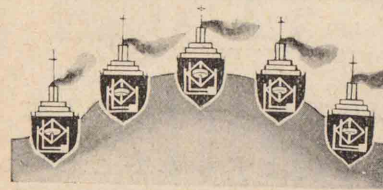
(圖450) 砲身内には螺旋狀の腔を付けて、砲彈に廻轉運動を與へて一定の姿勢を保たせる。



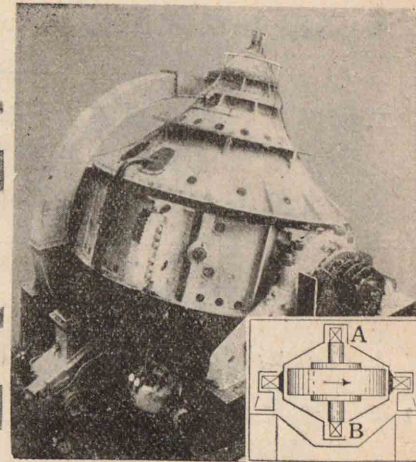
安定裝置の据附位置



安定裝置のない場合



安定裝置のある場合



(圖452) 汽船の安定裝置

133. 固體の摩擦力

豫習事項 1 摩擦を少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を妨げる力、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出来ない。

この極限を最大摩擦力といふ。実験によると、

二物体間の最大摩擦力 F は、
 接触面に垂直な全圧力 P に比例し、
 接触面の面積には関係しない。

即ち $F = kP$ (50)

上式の比例常数 k は接触面の種類によつて異り、これによつて接触面の粗滑の度を表はすもので、これを摩擦係数といふ。

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。

機械の各部の接触面に、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。

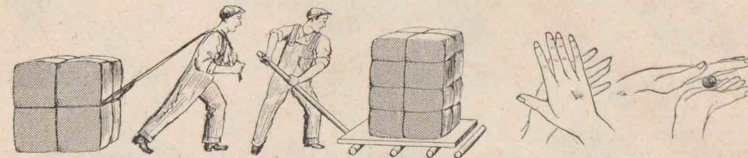
また車や丸棒などが、滑ることなく板面上に轉がる場合にもなほ一種の摩擦力が生ずる。



(圖453) 油注し

(圖454) スキーとスケート

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。

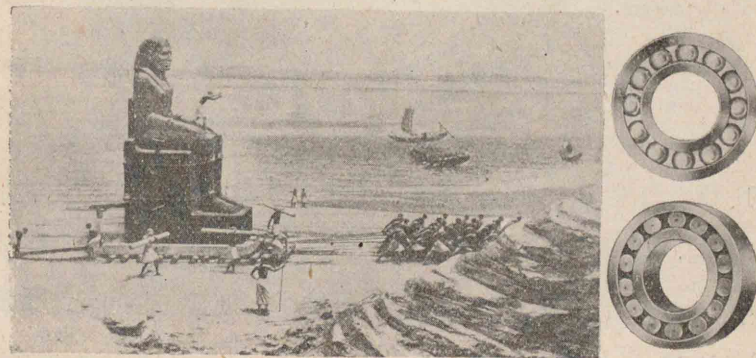


(圖455) 滑り摩擦

(圖456) コロ

(圖457) 滑り摩擦と轉がり摩擦の實驗

重い物体を引動かずにコロを使い、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。



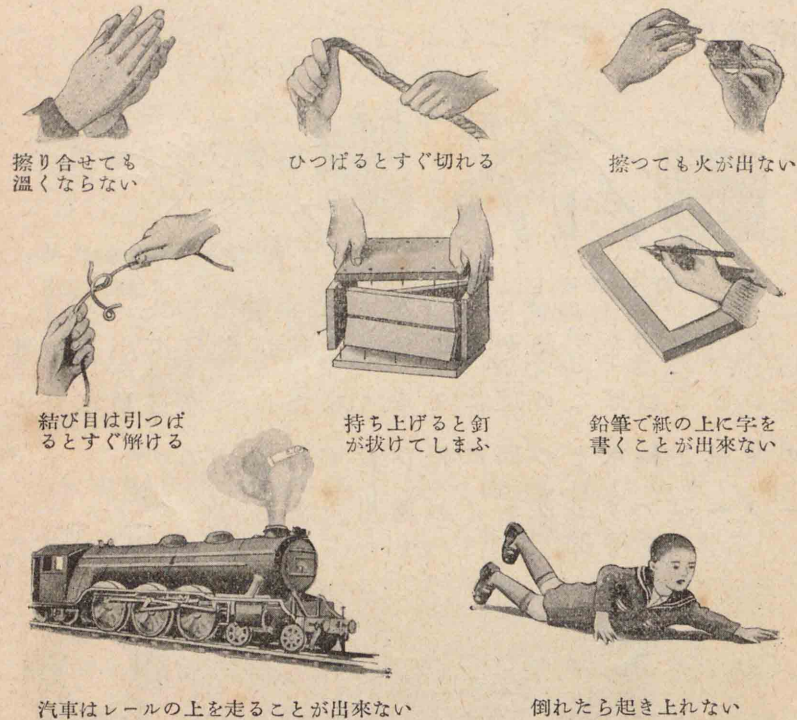
(圖458) 古代エジプトにてコロを用ひて大彫像を運搬する圖

(圖459)

(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ない。

(圖460) 摩擦のない場合には



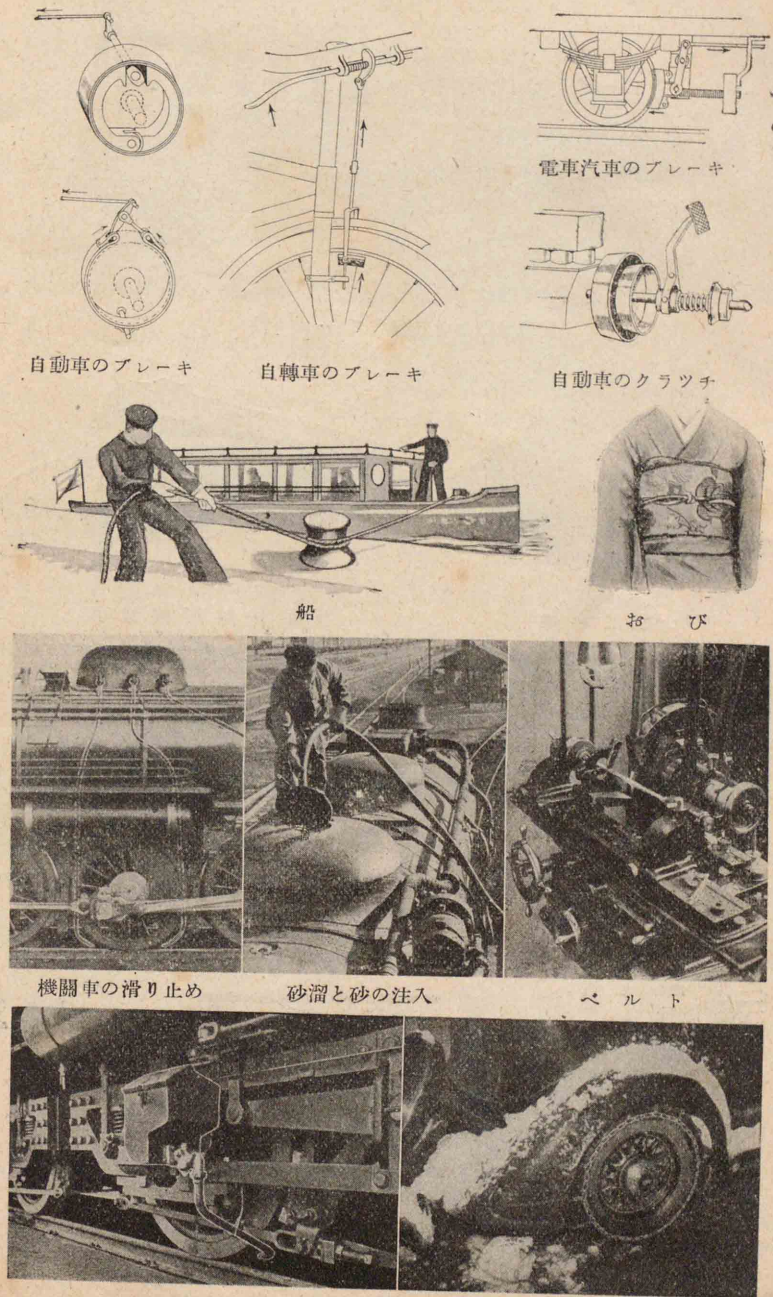
問題 自動車のタイヤの面は何故に凸凹がついてあるか。

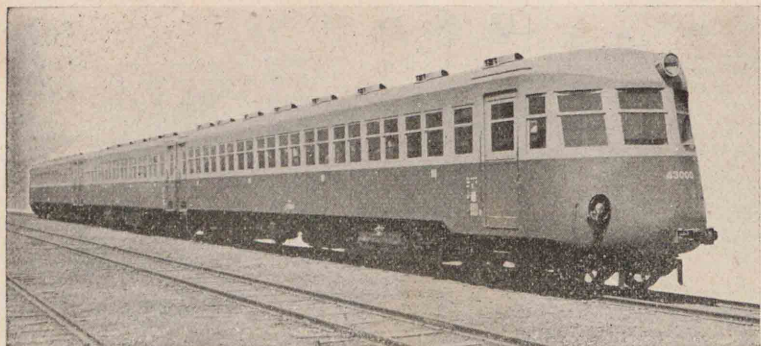
134. 流體の抵抗 物體が空氣や水のやうな流體の中で運動するときは、運動の方向と反對に流體の抵抗を受ける。

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、且つ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

[摩擦の利用]

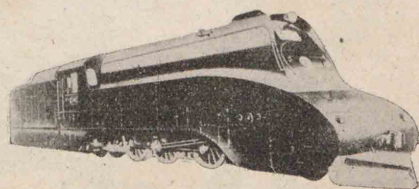




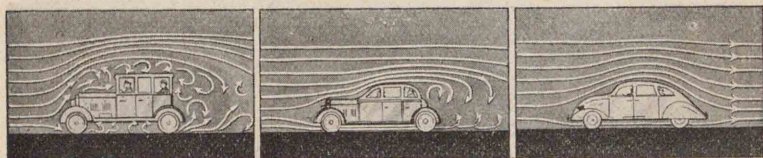
國鐵流線形3輛編成ディーゼル動車



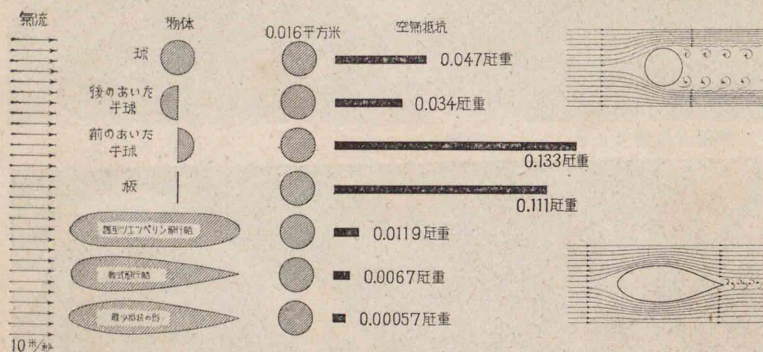
滿鐵 あじあ號



國鐵 流線形機關車



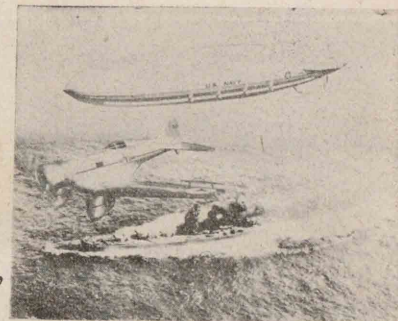
自動車の型の發達



切口の面積が同じ種々の形状の模型を作り、之に或一定の速さの風を當ると空氣の抵抗は物体の形状によって著しく異なる。

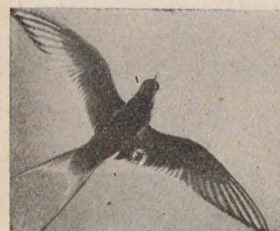
丸い柱と流線形との後に出来る渦の違ひ

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体が抵抗を受けることが最も少い。それで高速度で飛ぶ航空機や、軍艦や、競走用自動車等は、各部分を出來るだけ流線形に近づけてある。



(圖461) 流線形

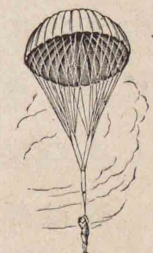
この法則は自然界に於て最も忠實に守られてゐて、速く飛ぶ鳩や燕は理想に近い流線形を恵まれてゐる。



(圖462) つばめ

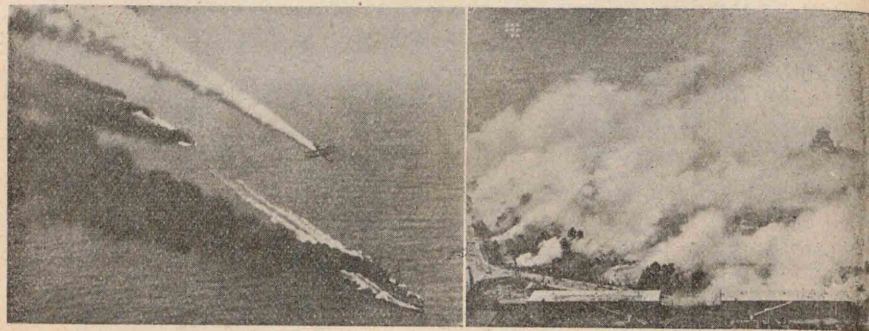
また魚が鳥ほど速くはないのに、概して鳥よりも見事な流線形を持つてゐるのは、水の密度が空氣の約800倍であること、即ち水の抵抗は空氣の抵抗の約800倍であることによる。

物体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、遂にその物体に働く重さと等しくなる。それから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



(圖463) 落下傘

てゐるのである。



(圖464) 煙幕 (右圖は煙幕に覆はれた大阪城天守閣)

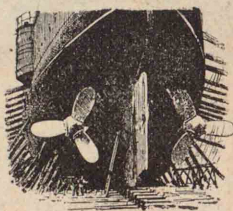
雲霧や煙や塵埃が空中に浮遊するのは、質量の割合に表面が大きいから、大きな抵抗を受け、少しく落下すれば忽ち等速度運動をするからである。

135. 推進器と舵 船舶及び航空機等の推進器

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



(圖465) プロペラ



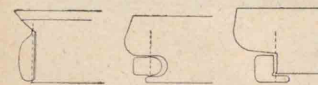
(圖466) 船の推進器と舵

舵は船體が前進するとき、これに水又は空氣が衝突して生ずる力を

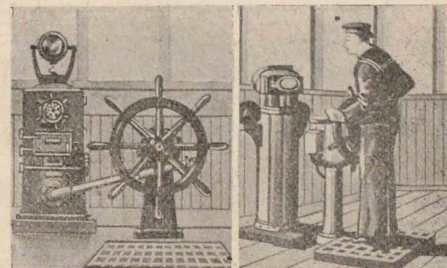


(圖467) 舵

利用して進行の方向を變ずる。



(圖468) 種々な舵

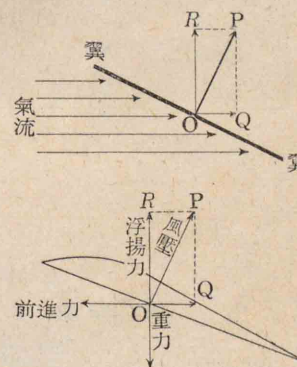


(圖469) 操舵法

136. 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・推進器・ガソリン機關で、翼の前方は、後方より稍、高くなつてゐる。

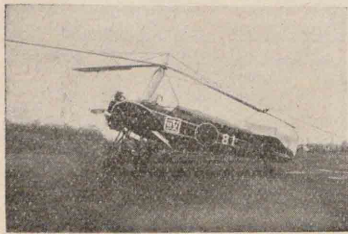
發動機によつて推進器を廻轉せしめ、機體を滑走させると、翼は空氣を前方へ押し、自らはその反作用のために翼面に直角な壓力 OP を受ける。この壓力を水平・鉛直二方向の力 OQ, OR に分解して考へると、 OQ は前進に對する空氣の抵抗であるが、これは推進器の前進の力によつて打克たれ、 OR は機體を上昇させる所謂浮揚力となり、これが機體の重さより大となれば、飛揚するやうになる。



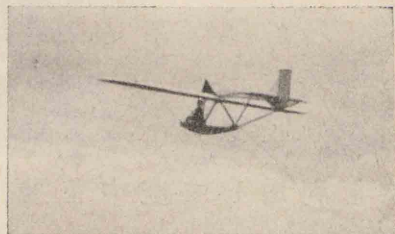
(圖470) 飛行機の原理

飛行機が空中に飛揚してゐるのは、それが前進の速

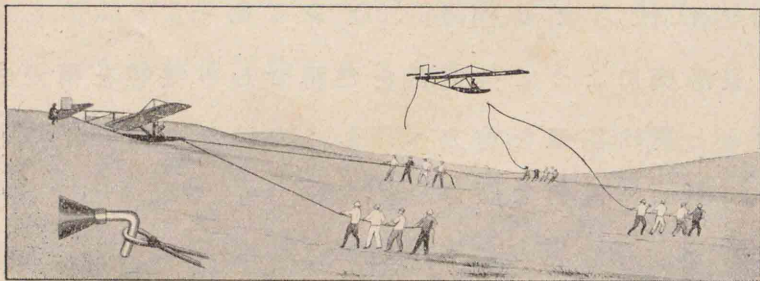
さを有するからで、機關の運轉を止めると直に落下しはじめる。機の後尾には機を昇降させる昇降舵と、左右に廻轉させる方向舵とがあり、又機體を左右に傾ける補助翼がある。



(圖471) オートジャイロ



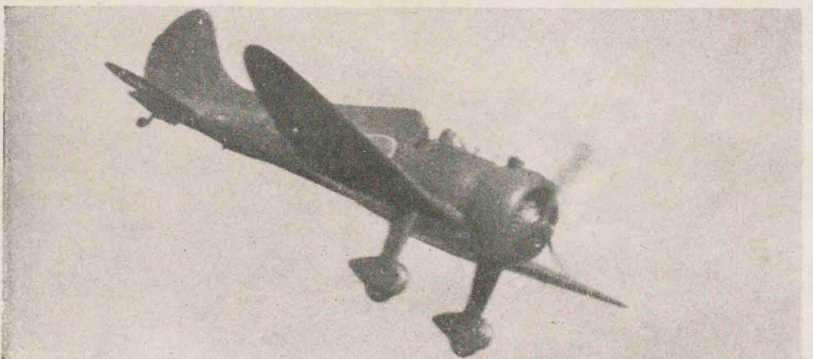
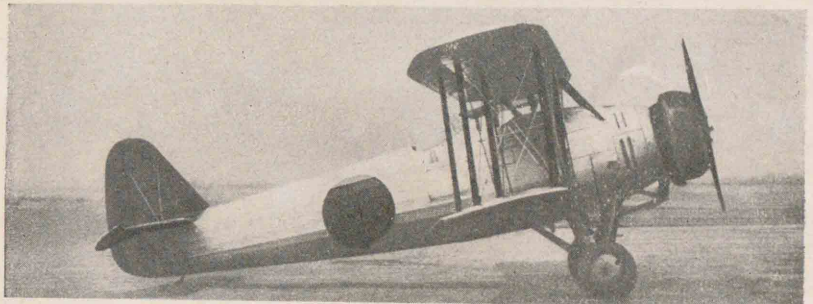
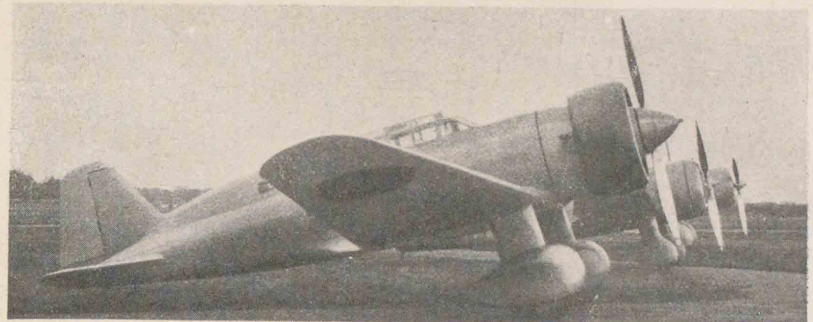
飛翔中のグライダー



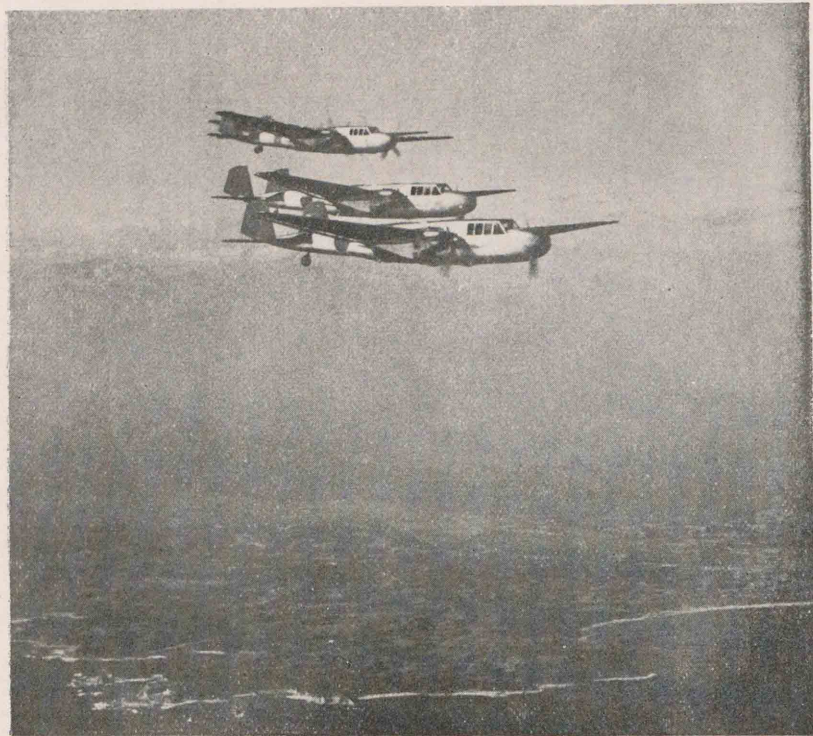
(圖472) グライダー (左) 出發準備 (右) 離陸完了

第四章 仕事・エネルギー

137. 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



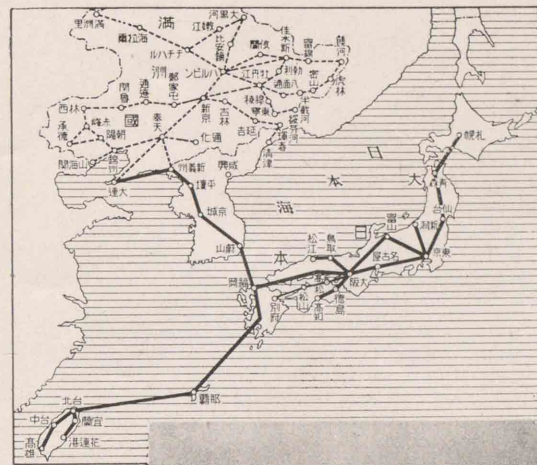
上より 九三式双發輕爆撃機(陸軍) 九五式戦闘機(陸軍)
九四式艦上爆撃機(海軍) 九六式艦上戦闘機(海軍)



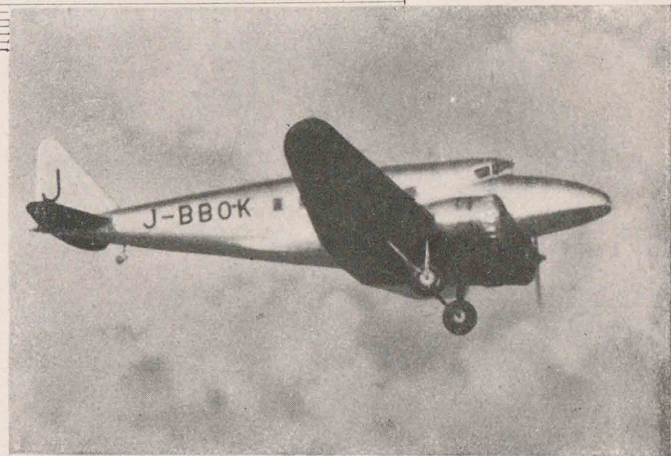
海軍魚雷型爆撃機の編隊



陸軍軽爆撃機と偵察機の編隊



日滿航空路圖



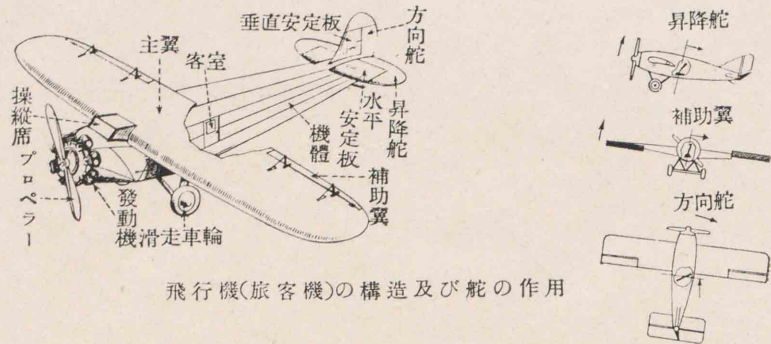
中島AT型旅客機

最大速度365軒/時、巡航速度304軒/時、乗員は乗務員2名、旅客8名、現在「はこぎき」「かとり」「かしま」「かすが」の四機が東京・新京、東京・天津の二線急行便に使用されてゐる

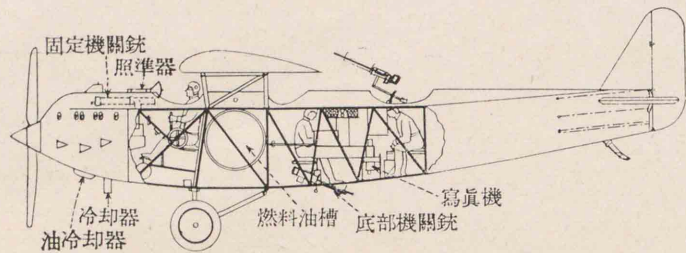


航空研究所試作長距離機

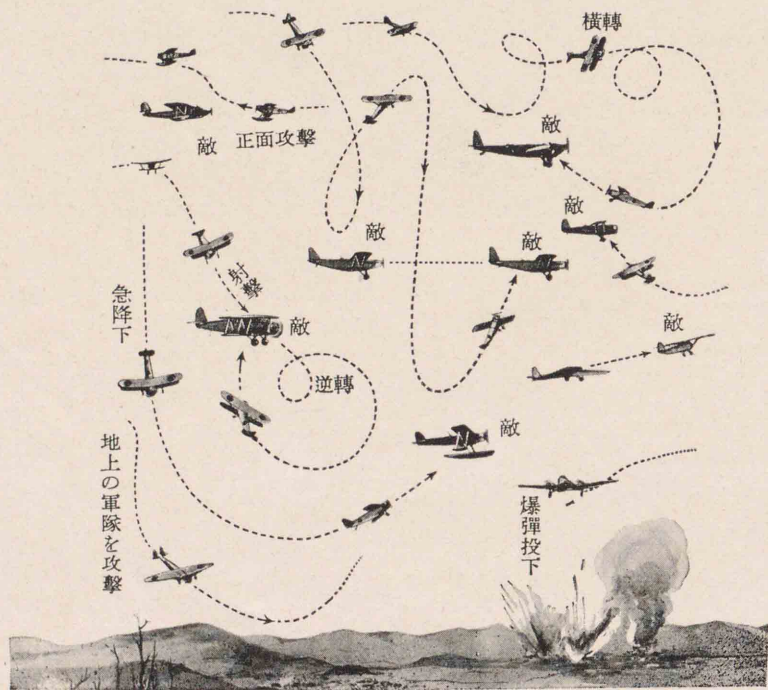
最大速度280軒/時、巡航速度200軒/時、航続距離14,000軒



飛行機(旅客機)の構造及び舵の作用



偵察機 (Reconnaissance aircraft)



空中戦闘法 (Aerial combat tactics)

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

$$w = fs \dots\dots\dots \text{仕事} = \text{力} \times \text{距離} \dots\dots\dots (51)$$

それで仕事の単位は、力と長さとの単位の選び方によつてかはつてくる。

仕事の絶対単位 1ダインの力を働かしながら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10⁷倍を1ジュールといふ。

仕事の重力単位 力に重力単位を用ひたもので、1瓦糎、1疋米、1呎封度等がある。

問題 質量50瓦の物体を3米の高さに上げるに要する仕事は幾エルグか。

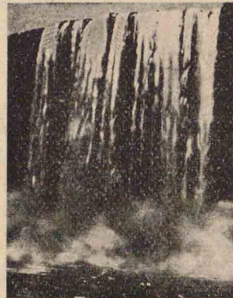
138. 仕事の原理 梘子・斜面・ねぢなどの簡単な機械や、これを組合せた複雑な機械で、小さな力を加へて重い物を上げたり、大きな力を出させたりする。これ等の場合、力の方で得をしても、距離に於て損をしてゐるので、力と距離の積であらばされる仕事には損得はないのである。

例へば斜面(第118節)に於て、 W の重さの物を、水平面より B に鉛直に上げる場合、これに加へる仕事は $W \times BC$ である。斜面に沿うて水平面より B に上げる時、これに加へる力 P は、 $P = W \frac{BC}{AB}$ で W より小さいが、距離 AB が大になり、その仕事は $W \frac{BC}{AB} \times AB = W \cdot BC$ で、前の場合と等しい。即ち、

機械を用ひても仕事に於て損得がない。

(仕事の原理)

139. 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。飛來る彈丸も鐵板に穴をあける等の仕事をす。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、



(圖473) 大エネルギーを有する瀑布

物體の有するエネルギーの量は、物體が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

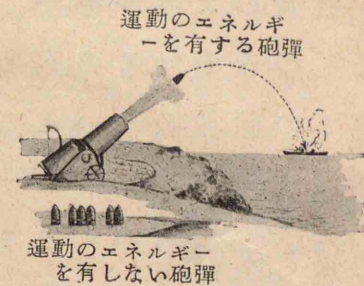
ことが出来る。

従つてエネルギーの單位は仕事の單位と同じである。高温の水蒸氣も、空吹く風も、引き絞られた弓も皆同様にエネルギーをもつてゐる。

140. 機械的エネルギー

運動のエネルギー

飛行する彈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。



(圖474) 運動のエネルギー

今 v 秒種の速度で運動してゐる質量 m 瓦の物體が静止するまでになす仕事を計算して見る。この時 f ダインの力に作用されて、次第に速度を減じ、 s 種だけ進んで静止したとすると、物體がこの力に抗した仕事 w エルグは

$$w = f \cdot s$$

しかるに $f = ma$

$$v^2 = 2as$$

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

故に質量 m 瓦の物體が、速度 v 秒糧で運動してゐるときに有する運動のエネルギーは、

$$\text{運動のエネルギー} = \frac{1}{2}mv^2 \text{エルグ} \dots\dots (52)$$

で與へられる。

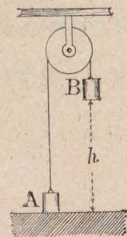
位置のエネルギー 高所にある水が仕事をなし得るのは、その高所にあるがためであつて、

落下の餘地のないところにあれば、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。



(圖475) 位置のエネルギー

地上 h 糧のところにある質量 m 瓦の物體が落下するときは、他の物體に對して mgh エルグの仕事がなすことが出来る。例へば定滑車を用ひると、落下と同時に同じ質量の他の物體を同じ高さだけ揚げ得られる。



(圖476)

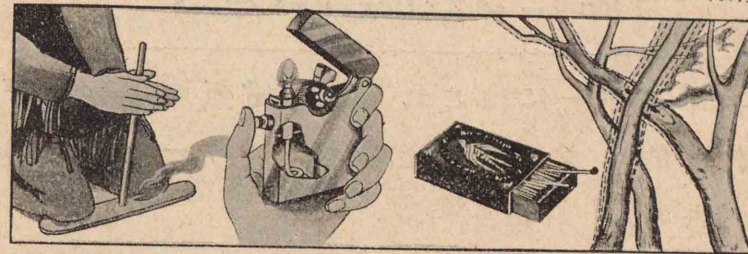
故に地上 h 糧のところにある質量 m 瓦の物體が有する位置のエネルギーは

$$\text{位置のエネルギー} = mgh \text{エルグ} \dots\dots (53)$$

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。

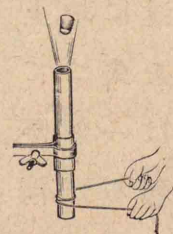
問題 200秒米の速度で地面から眞上に打揚げられた3疋の彈丸が、發射後10秒の時に有する位置のエネルギー及び運動のエネルギーを求めよ。

141. 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477) 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、煮えたぎつた鐵瓶の蓋が押し上げられるやうに、**熱を費して仕事を得る**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。



(圖478) 仕事を費して熱を得、再び仕事をさせる實驗 (エーテルを入れ、た金屬の筒にコルク栓をする)

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。

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

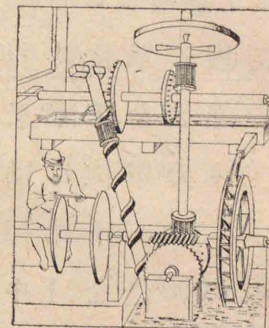
エネルギーにはこれらの外、電氣のエネルギー、化學的エネルギー、光のエネルギーなどいろいろある。

142. 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ずるに従つて、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。即ち

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が、その總量は常に一定に保たれてゐる。
(エネルギー不滅の法則)

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。

問題 物體が落下するとき、その運動のエネルギーと位置のエネルギーとの和が常に一定なることを示せ。



(圖479) 永久運動の機械の例

143. 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、一般に機械のなす有効な仕事は、加へた仕事より遙に少い。

機械のなす^{▲▲▲▲}有効な仕事

機械の種類	有効率%
梃子	100
斜面	90—100
滑車の組合せ	40—60
ジャック	25
上掛式水車	80—90
下掛式水車	25—30
ペルトン水車	83
水タービン	90

機関の種類	熱効率%
蒸氣機関	10—15
蒸氣タービン	18—23
石油機関	15—20
瓦斯機関	20—25
ディーゼル機関	30—35

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。

熱機関の有効率是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。

問題 流量毎秒75立方米、落差30米の水力がある。これによつて有効率90%の水力発電機を運轉するときは幾キロワットの電力が得られるか。

144. 電力 導線を通る電流は、その磁気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ボルトの電圧のもとに流れる1アンペアの電流が、毎秒生ずる熱量は0.24カロリーであるから、これは1ジュールの仕事に當る。故にその工率は

ワットをW, キロワットをK.W. と略記することがある。

馬力は工率の重力単位で、550呎・封度である。H.P. と略記することがある。

1ワットである。

電流の工率を特に**電力**と名づける。故にVボルトの電圧で、iアンペアの電流が流れるときその電力は*iV*ワットである。

$$\text{電力} = i V \text{ワット}$$

(アンペア) (ボルト)

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。

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。



(圖480) 積算電力計

問題 1 100ボルト、16燭光(19ワット)

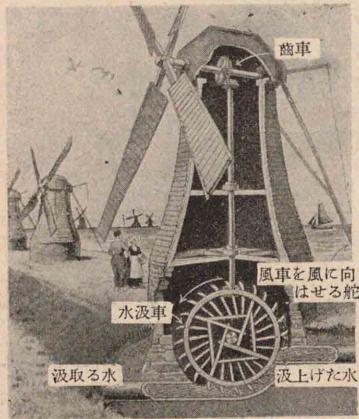
の真空タングステン電球6個を、

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。

問題 2 電気七輪を使用して一ヶ月109.5キロワット時を消費した。その料金を計算せよ。但し1キロワット時4

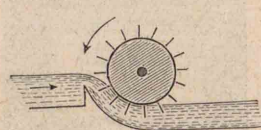
錢5厘設備容量2キロワットの一箇月最低料金は4圓とし、尙計器損料として50錢支拂ふものとする。

145. 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。

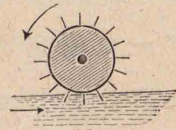


(圖481) 風車

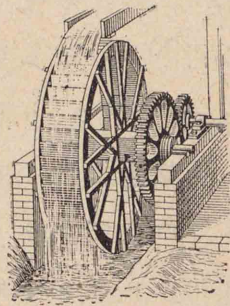
流れる水に仕事をさせる



(圖482) 胸掛式



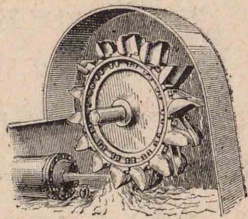
下掛式



(圖483) 上掛式水車

水車は、古來廣く用ひられて米などを搗かせた。

ペルトン水車は、非常な高速度でノズル(噴出孔)から噴出する水をバケツ(水受)に吹きつけて、これを速かに廻轉させるものである。

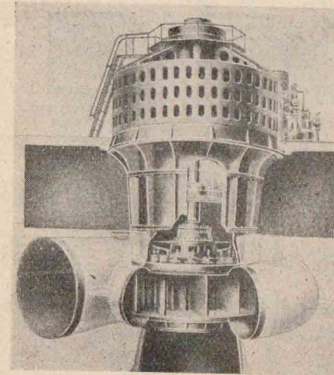


(圖484) ペルトン水車

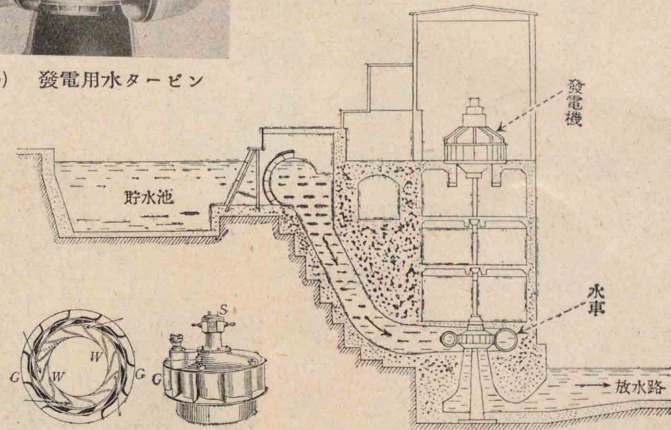
近時一般に使用される水タ

ーピンは、發電所等で高壓の下に迸り出る水を、

固定した導き羽根を通して、その中にある動き羽根に入れ、これを廻轉させるもので、その有効率は90%に達する。



(圖485) 發電用水タービン



(圖486) 發電所縦断面

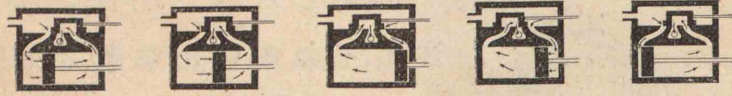


(圖487) 水タービンの分解

146. 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、其の主要部は蒸氣罐・蒸氣シリ

ンダ・ピストン・配分器・滑り瓣である。

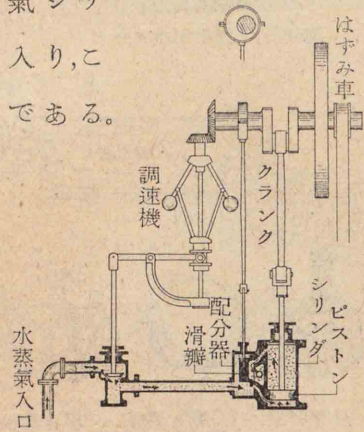


(圖488) 配分器の原理

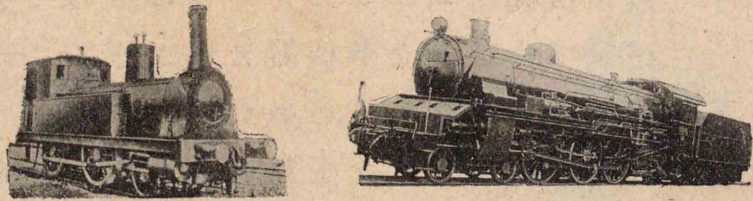
蒸気罐には安全弁・壓力計を具へ、此處で燃料の燃焼によつて生じた熱エネルギーは水に傳はり、高壓水蒸氣を生ずる。この高壓水蒸氣は配分器に送られ、滑り瓣の作用によつて、交互に蒸気シリンダのピストンの兩側に這入り、これに往復運動を起させるのである。

蒸気シリンダより出た排氣は直ちに大氣中に噴出するか或は復水器に導かれる。

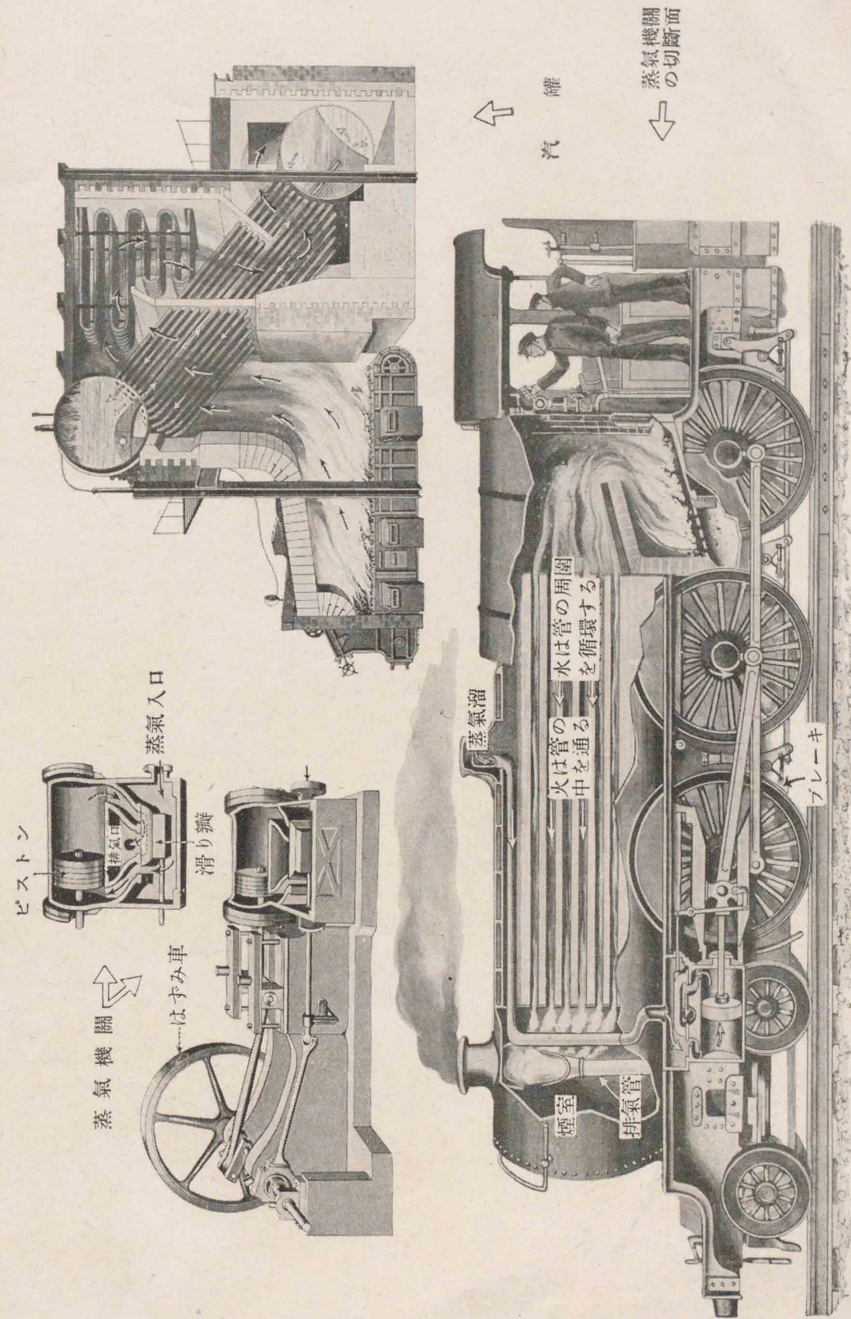
ピストンの往復運動は、クランクにより廻轉運動に變へられる。この廻轉運動を一様にするために重



(圖489) 蒸気機關の要部



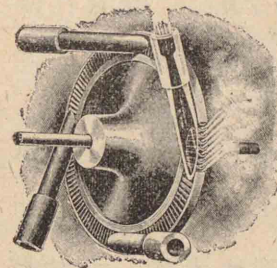
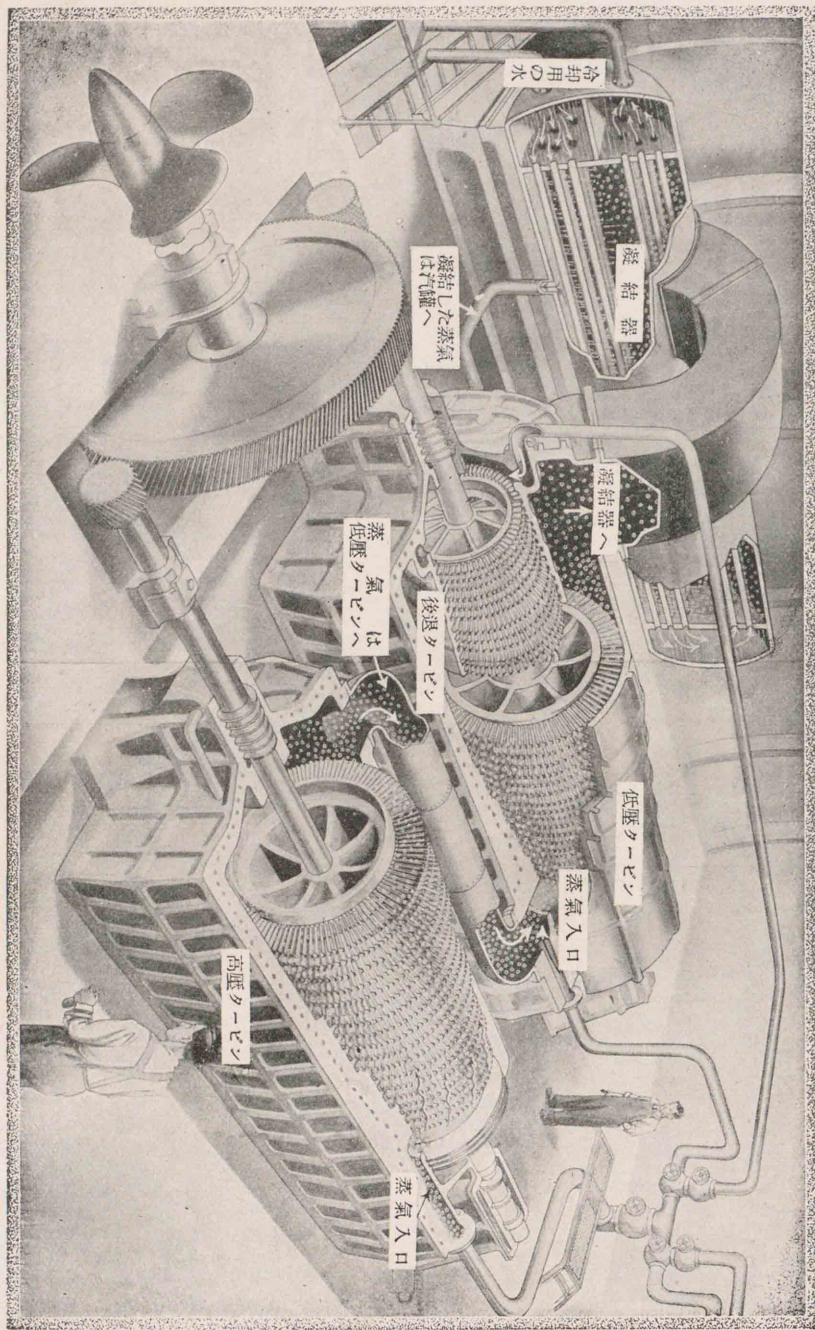
(圖490) 我邦國有鐵道最初の機關車と超特急機關車



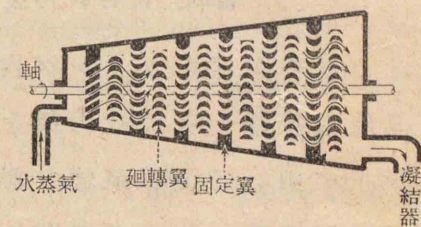
いはずみ車を用ひ、廻轉を一定にするためには蒸氣量を加減する調速機を備へる。

蒸氣タービンは羽根車(多數の羽根を備へた廻轉車)に高壓蒸氣を吹きつけて廻轉させる装置である。蒸氣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。

蒸氣タービン

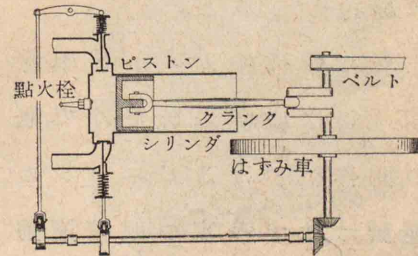


(圖491) ドラベルタービン



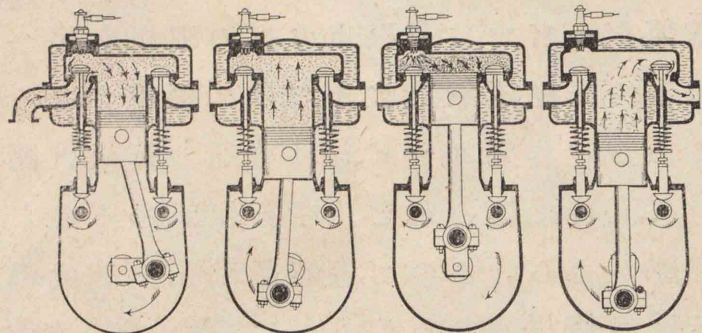
(圖492) 蒸氣タービンの原理

147. 内燃機關 内燃機關は燃料と空氣との混合氣體を直接シリンダ内に導き、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であつて、その動作は普通四段よりなる。



(圖493) 内燃機關の要部

(1) 吸入行程 先づピストンを下に動かし、燃料と空



吸入行程 壓縮行程 爆發行程 排氣行程 (圖494) 四行程内燃機關の動作

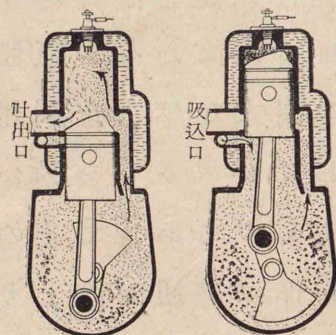
氣との混合氣體をシリンダ内に吸入する。

(2) 壓縮行程 次に吸入瓣を閉ぢると同時に、ピストンが上に動いて混合氣體を壓縮する。

(3) 爆發行程 此處で電氣火花又は赤熱した物體に觸れて爆發し、ピストンを下方へ向つて押す。

(4) 排氣行程 次に吐出瓣が開いてピストンは上へ動き、燃燒氣體はシリンダ外に驅逐せられる。

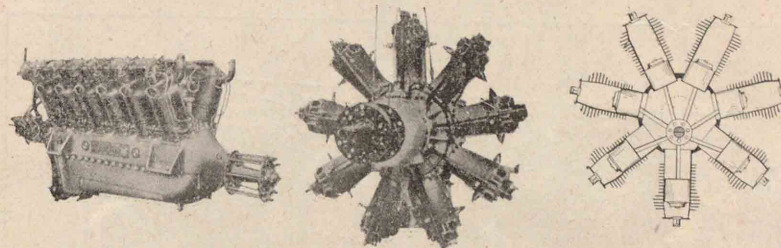
この動作中ガスが仕事をするのは唯(3)の時だけで、他の動作に於けるピストンの運動は、はずみ車の廻轉運動によつてなされる。



(圖495) 二行程内燃機關

内燃機關には、使用する燃料によりガス機關・ガソリン機關・石油機關・ディーゼル機關等がある。

ガソリン機關は空氣を吸入し、噴霧器の理によつてガソリンを氣化させて適當な混合氣體とし、これをシ

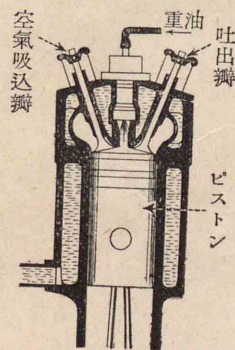


(圖496) 飛行機用水冷式V型發動機及び空冷式星型發動機

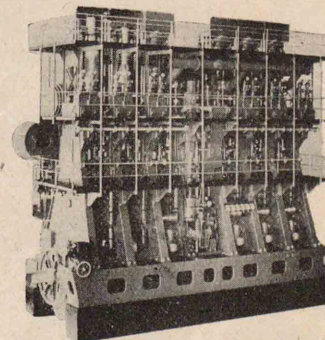
リンダ内に送つて爆發させるもので、主として自動車及び飛行機等に用ひられる。

石油機關は石油を氣化させ、これに空氣を混じて點火爆發させるもので、漁船・小型發動機船及び農業用の動力として用ひられる。

ディーゼル機關は、シリンダ内にピストンで40氣壓ほどに壓縮した高壓

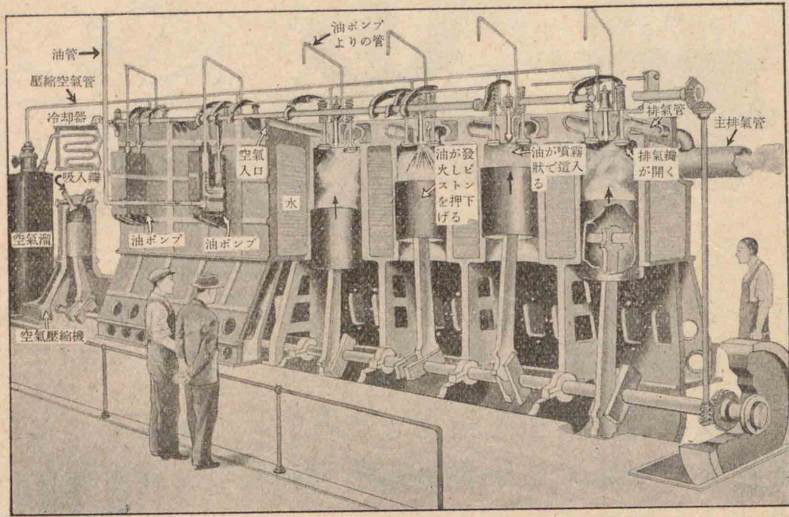


(圖497) 四行程ディーゼル機關のシリンダ

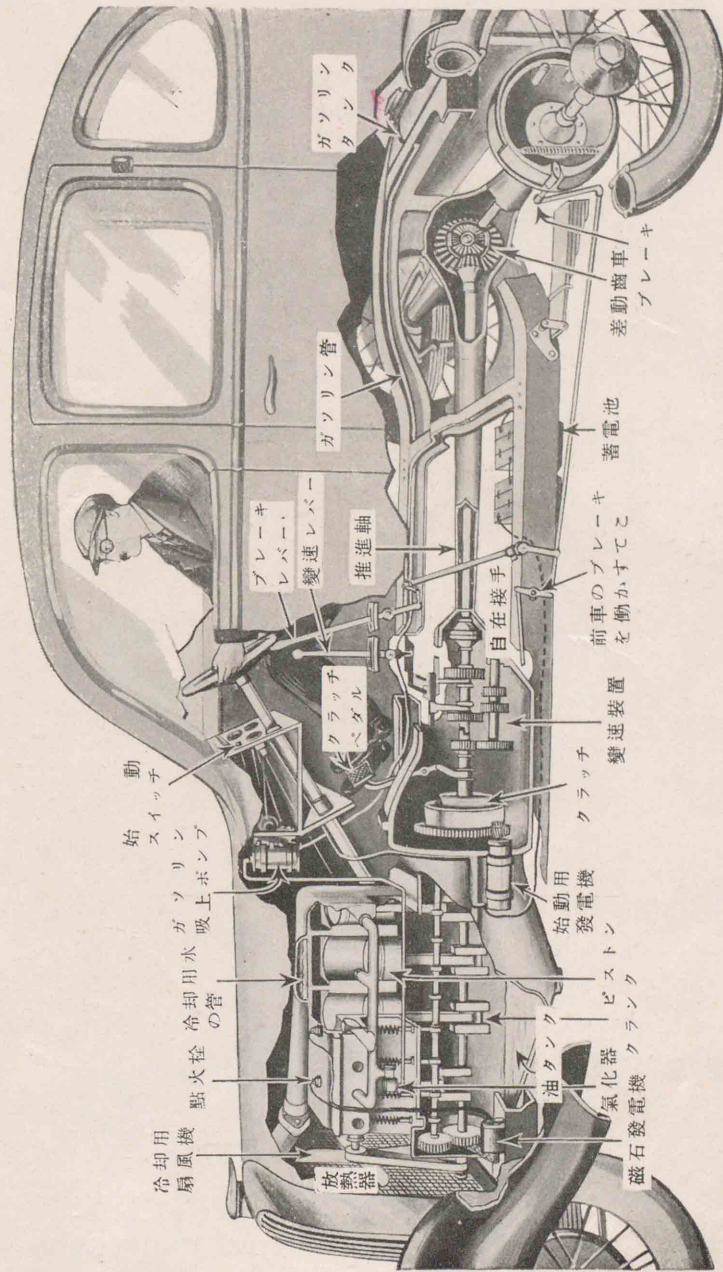


(圖498) ディーゼル機關

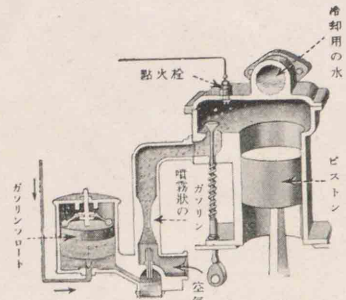
空気を造ると、空気の温度が600度以上に昇るから、その中に重油を噴霧状にして噴出させると、高温空気のために自然に重油が發火爆發し、ピストンを動かす理を應用したもので、主として船舶に用ひられる。



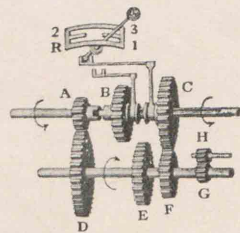
(圖499) デイゼル機関



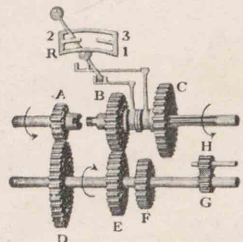
自動車



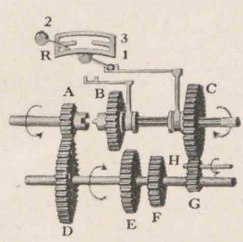
〔氣化器〕



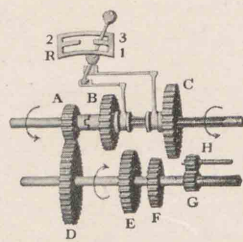
低速度の場合



中速度の場合

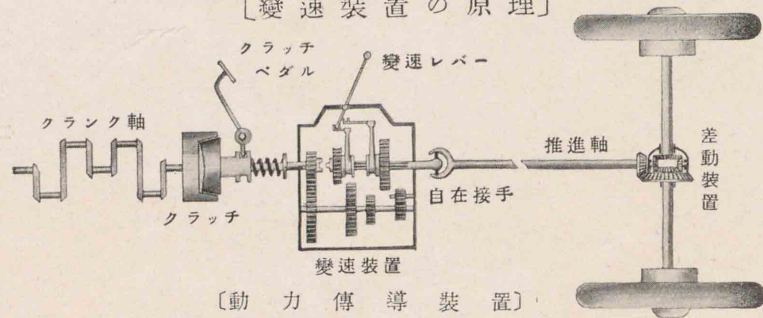


高速度の場合

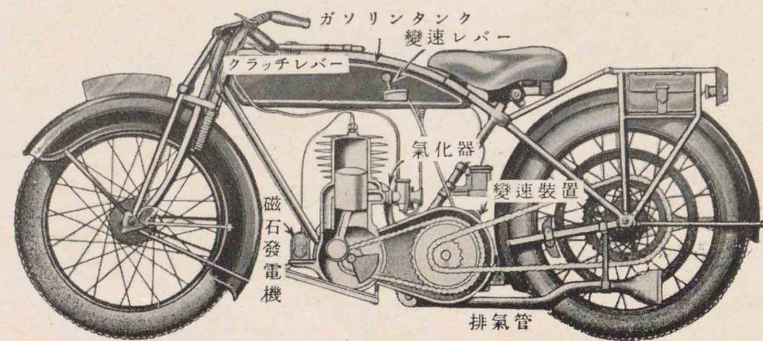


逆行の場合

〔變速装置の原理〕



〔動力傳導装置〕



〔オートバイ〕



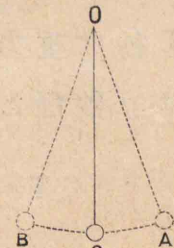
第一章 振動及び波動

148. 振子

豫習事項 1 ふりがが時計に用ひられる理由。

2 ふりが時計を説明せよ。

錘を細い糸で吊したものを振子といひ、糸の長さを振子の長さといふ。



(圖500) 振子

今圖500のやうに、錘をAにかたよ



(圖501) 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

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。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 厘の振子の週期 T 秒は、重力の加速度を毎秒 g 秒厘とすると、次の式によつて與へられる。

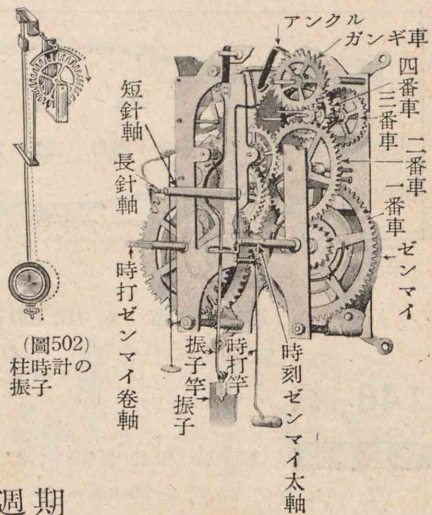
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \dots\dots\dots(54)$$

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。

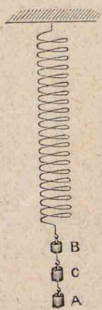
149. 弾性體の振動 螺旋状のバネに錘をつけ、これを静止の位置から引きさげて放すと、静止の位置を中心として、等時性の振動をする。

また渦巻状のバネの一端を固定し、



(圖503) 柱時計

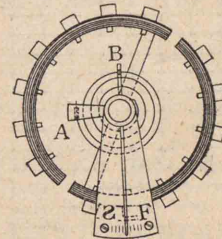
(圖502) 柱時計の振子



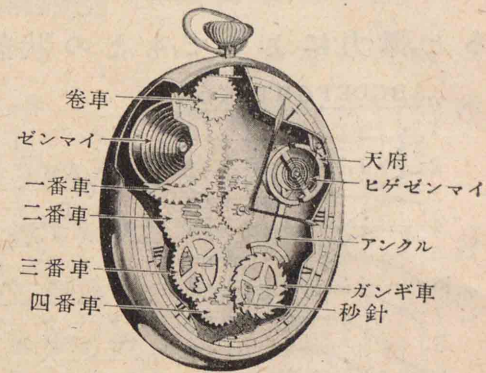
(圖504) 螺旋バネ

他端を小さなはずみ車の軸につけ、車を少しまはして放すときは、渦巻線は伸縮し、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。



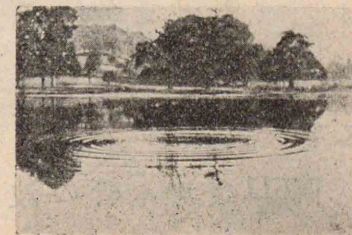
(圖505) 懐中時計のテンブ



(圖506) 懐中時計

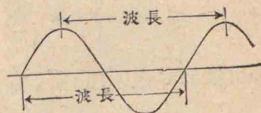
問題 懐中時計が遅れたとき、調整用の針を F の方へ寄せるのは何故か。

150. 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状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



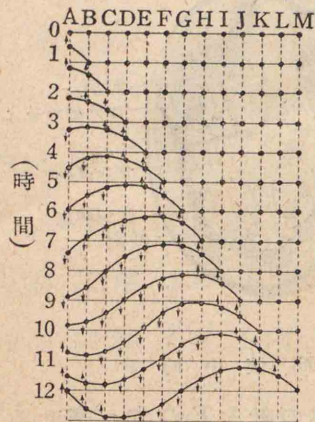
(圖507) 水波

と、同じ場所に止まつて上下してゐるだけで前進しない。振動だけがだんだん前に傳播するのである。

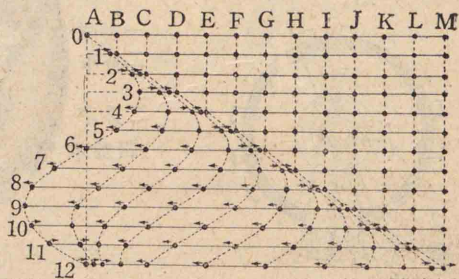


弾性體の一部を急に歪ませると、弾力によつて、もとの状態に戻らうとして

(圖508) 波長



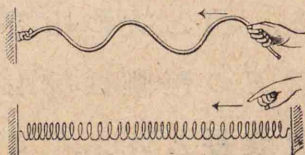
(圖509) 横波



(圖510) 縦波

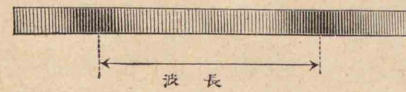
振動を生じ、このために隣の部分を歪ませ、次第に振動が傳はつて波を生ずる。このやうに振動が順次に後れて傳播する現象を波動といふ。また波を傳へる物質を媒質といふ。地震は地殻を媒質とする大波動である。

圖511のゴム管の波のやうに、媒質の各部の振動が波の



(圖511) ゴム管に起つた横波(上) ゼンマイに起つた縦波(下)

進行方向と直角であるときは、これを横波といひ、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512) 縦波の波長

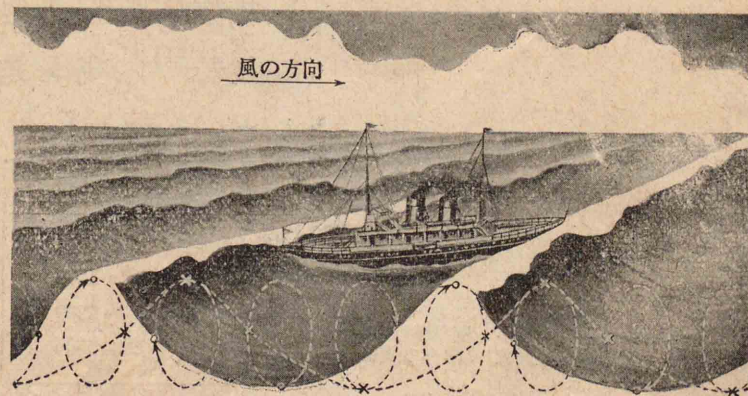
この場合の波長は、密部と次の密部間、或

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、質點の一振動ごとに、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。

$$v = n l = \frac{l}{T} \dots\dots\dots (55)$$

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。



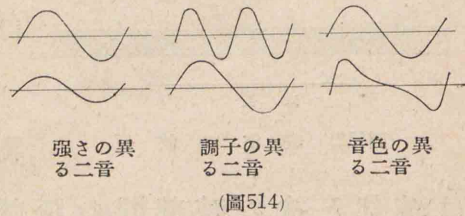
(圖513) 水波

第二章 音 波

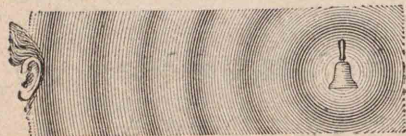
151. 音の傳播

豫習事項 1 音は何
うして起るか。

2 圖514によつて
音の強さ、調子、音色を
説明せよ。



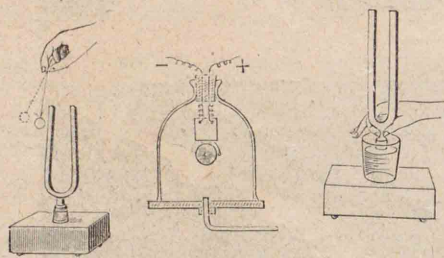
音は物體の速かな振動に基づく。發音體が
空氣中で振動する時は、振動面に接する空氣が、
かはるがはる密になり疎になり、その疎密波が



(圖515) 音 波

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
せて音の感覺を起
させる。



(圖516) 音叉の振動を示す實驗
(圖517) 空氣が音を傳へる實驗
(圖518) 水が音を傳へる實驗

音波の速度 (0°C)	
空氣	331秒米
水	1400
鋼 鐵	1700—5200
硝 子	5000—5300

音を傳へるものは空氣ばかりではない。液

體も固體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、レールに耳を付けると、遠方を走る汽車の音が聞えるのはその例である。



(圖519) 敵襲を聞く
レッドインディアン

音の速さは媒質によつ

て異なるが、空氣中では常溫(15°C)のとき約340秒米で、溫度1°Cの昇降によつて約0.6秒米の増減がある。

問題 1 絲でつくつた玩具通話裝置を説明せよ。

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。

152. 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



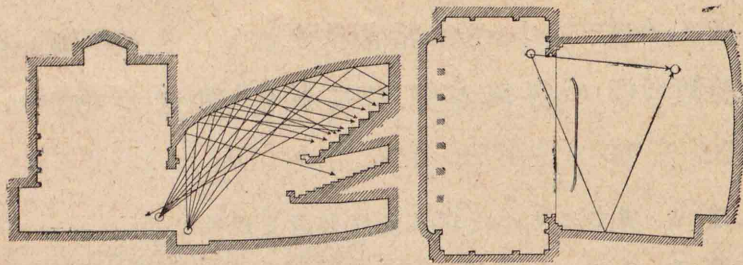
(圖520) 音の反射の實驗

すると強く聞え、これが元の音にお
くると話聲が不明瞭になる。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。

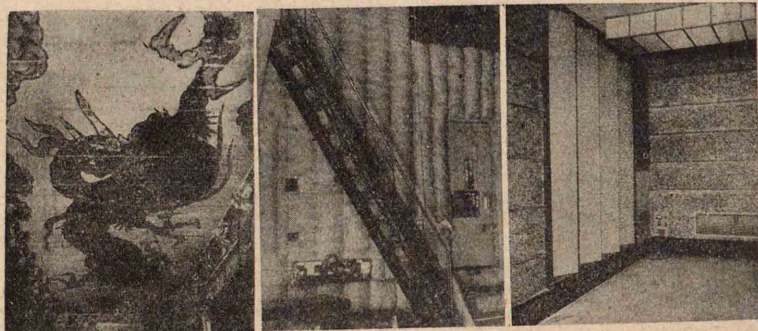
一般に狭い室では、反響がもとの音に合するから、話

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、数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。

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(生地のまま)	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



(圖521) 寶塚大劇場の壁面の反射



(圖522) 特別な反射の例
日光薬師堂天井の鳴龍

(圖523) トーキー録音室の壁

(圖524) ラヂオ放送室

ラヂオ放送室やレコード吹込室等は、送話器に反射音が混入しすぎ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、音を吸収させ、反射を適度に調節してある。

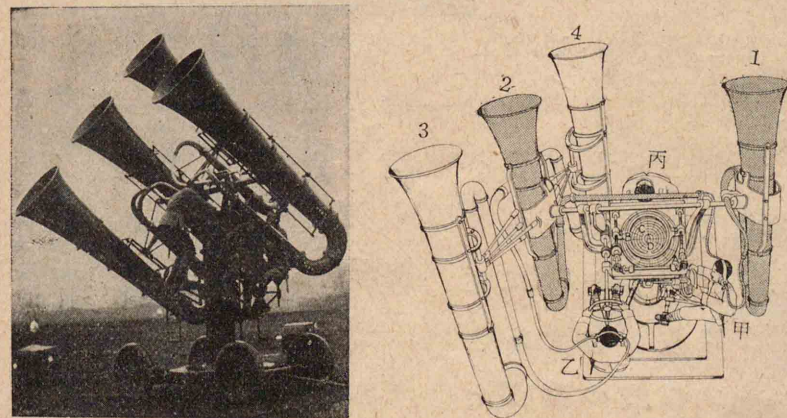
メガフォン・聴診器・通話管等は、反射を利用し



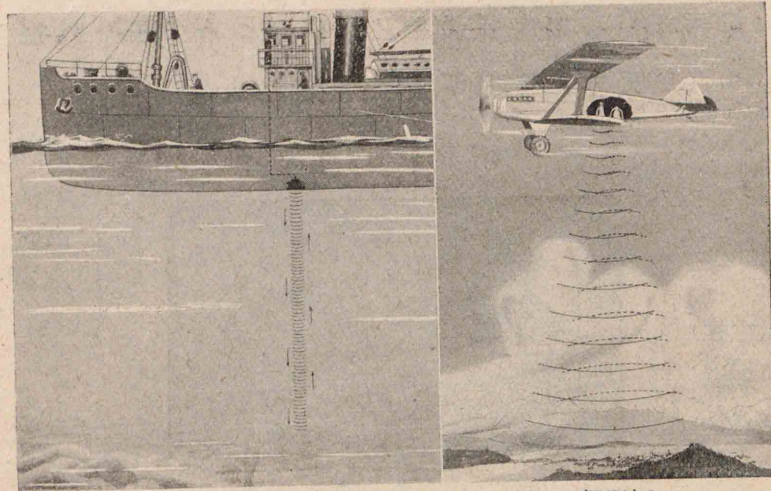
(圖525) 通話管

て音波を擴がらせないやうにし、その弱るのを防いだものである。

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。



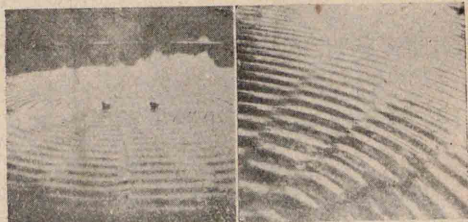
(圖526) 聴音機



(圖527) 聽える音波より振動数の大きい聽えぬ超音波を利用した測高機と測深機

153. 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



(圖528) 水波の干渉

すけ合つて山や谷は一層大になるが、山と谷とが會へば、消し合つて波は小さくなる。

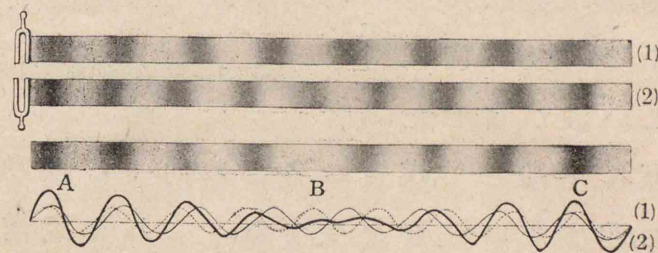
これと同じやうに、二つの音波が會するとき、一つの波の密部と他波の密部、或は疎部



(圖529) 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

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

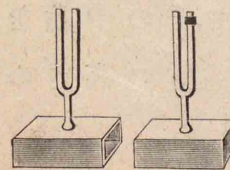


(圖530) 唸り

渉すると、週期的に強弱が出来る。これを唸りといひ、

一秒間の唸りの數は二音波の振動数の差に等しい。

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。



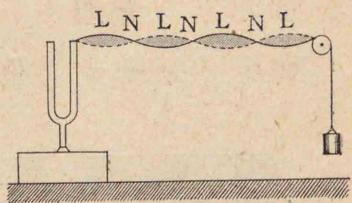
(圖531) 唸りの實驗



(圖532) 鐘樓

154. 定常波

實驗 圖533のごとく、軽く張つた長い糸の端に音叉をつけ、これを鳴らすと、連続して出る波は糸の端で反射され、後から進む波と重なり合ひ、干渉の結果、糸の各部は同じ振動を繰返して波形は進まない。



(圖533)

このやうな方向反對な相等しい波が會した場合には、互に干渉して、媒質の各部は同一の振動を繰返し、進まない波形を生ずる。これを**定常波**といふ。定常波で振幅の最大な點を**腹**といひ、常に靜止する點を**節**といふ。

また相隣つてゐる二つの腹、若しくは節の間の距離は元の波の半波長に等しい。

155. 絃

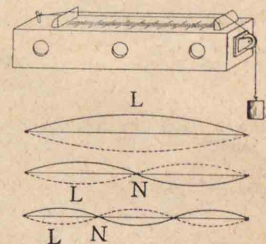
豫習事項 絃の振動をはやくするにはどうすればよいか。

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 $\frac{1}{4}$ の所を弾けば、絃の各半は別々に振動して、原音の二倍の

振動數の音を出す。同様に絃の $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ 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倍の振動數の音を出す。このやうな音を**倍音**といふ。

圖534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の點を**腹**といふ。



(圖534) 絃の振動の實驗

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。

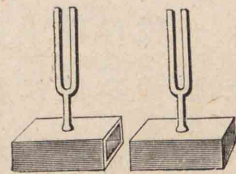
實驗によれば、絃の原音の振動數nは (1) 絃の長さ(l 厘) (2) 單位の長さの質量(m 瓦) (3) これを張る力(F ダイン)によつてきまり、次の關係が成立する。

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{m}} \dots \dots \dots (56)$$

琴・三味線・琵琶・ピアノ・ヴァイオリン・マンドリン・ギタ

一などの**絃楽器**の、調子の變へかたは前の式から容易にわかる。

156. 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。



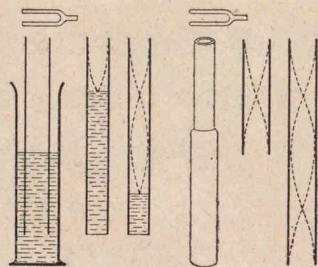
(圖535) 共鳴の實驗

二個の發音體の振動数が等しくない場合でも、一方の振動によつて、他方が振動することがある。これを**強制振動**といひ、共鳴の場合に較べて振動はずつと弱い。

問題 音叉の共鳴箱の理を説明せよ。

157. 氣柱の振動

實驗 圖536のやうな装置で、管の口に鳴つてゐる音叉を近づけ、管の長さをいろいろ變へると、一定の長さのとき管内の氣柱が共鳴して強い音を出す。



(圖536)

このやうに、總て管内の空氣はそれと等しい

振動の音波を受けると共鳴を起す。

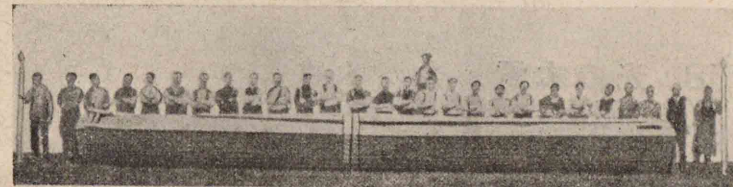
一端の閉ぢた管を**閉管**といふ。閉管では、閉端が節、開端が腹になる定常波を生ずるから、長さ l 糧なる閉管内の空氣柱の發する原音の振動數 n (毎秒) は、音波の速度を v 秒糧とすると、次式で與へられる。

$$n = \frac{v}{4l} \dots\dots\dots (57)$$



(圖537) 風琴管

また兩端の開いた**開管**では、兩開端が腹、中が節になる定常波を生ずるから、その



(圖538) 振動數毎秒16の大風琴管

發する原音の振動數は

$$n = \frac{v}{2l} \dots\dots\dots (58)$$

音叉の共鳴箱、琴・ヴァイオリン等の胴、及び尺八・笛・風琴管・ラツバなど、管樂器はこの氣柱の共鳴を利用したものである。

管樂器では、吹き込む空氣の衝き當る部分に複雑な

振動を起すが、管内の空気は自己の振動に適する振動のみに共鳴して、一定の調子の音を發するのである。

大抵の管樂器は開管に屬し、その調子は、管側の穴や瓣を開閉して管の長さ l を加減して變へる。

固有振動 絃や氣柱の振動からわかるやうに、一般に物體を振動させると、その物體に特有な振動數の振動を生ずる。これをその物體の固有振動といふ。

問題 1 深い壺に水を注ぎ入れるとき、充ちるにつれて調子の高い音を發するのは何故か。

問題 2 音叉の振動數の測定法を考案せよ。

第三章 光 波

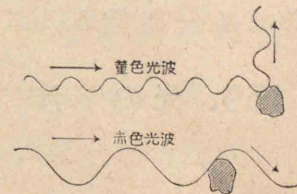
158. 光の本質 光の本質については、ニュートンの放射説があるが、ホイゲンスの唱へた波動説が有力である。これに従へば、光は宇宙間に瀰漫してゐるエーテルと稱する媒質の横波であり、音波が耳に達して音の感覺を與へるやうに、この光波が眼に達すれば、光の感覺を生ずる。それで光の色は音の調子に相當し、光波の振動數或は波長によつて定まり、赤から堇の方へスペク

光波の波長の表

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

トルの順に次第に波長が小さくなる。

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進むが、波長の短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539)

波動説では初め光の直進の説明が不完全であつたので、ニュートン(1712)は、光を**光素**



(圖540) 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来、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。

と稱する微粒子の放射であるといふ放射説を採用して勢力があつた。

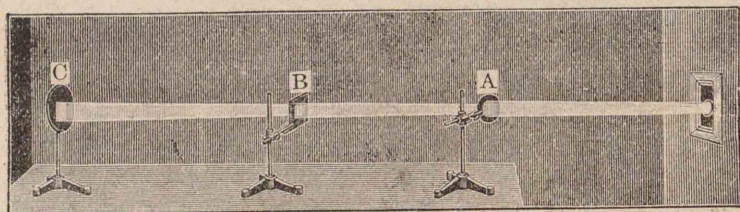
しかしその後、波動説でのみ巧みに説明し得る光の干渉なる現象をヤング(1801)が發見し、フレネル(1815)は光の直進を波動説から完全に説明し、また偏光の現象によつて光波の横波であることが明かにされ、波動説は

益、堅固のものとなつた。

その後更にマックスウェル(1864)によつて光波は電磁波の一種であることが明かにされた。

159. 光の干渉 光が波動である以上、音波が干渉によつて強いところや弱いところを生ずるやうに、光波も干渉によつて明るいところや暗いところが生ずる筈である。この考に基づきヤングは干渉縞を見る実験に成功し、光の波動説に有力な根拠を與へたのである。

圖で細隙Aを通つた光を、極めて接近した平行な二つの細隙Bに當てると、この二つの細隙を中心とする二つの光波は干渉して衝立C上に明暗の干渉縞を生ずる。



(圖541) 光の干渉の実験

即ちC上の一とBの二つの細隙との距離の差が半波長の奇数倍であると打ち消し合つて暗

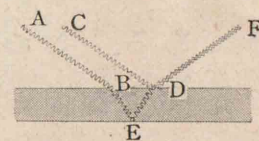


(圖542) 干渉縞

くなり、偶数倍であると強め合つて明るくなるのである。

光源が白光であると、各色の光はそれぞれ波長がちがふから、各色について少しづつ異つた位置に明暗の縞が出来るから、美しい七色の縞が現はれる。

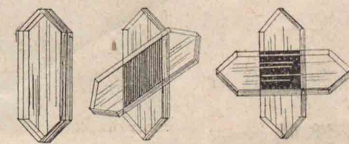
薄い石鹼球や水面に擴がつた油の膜などが、美しい色を現はすのも光の干渉の結果である。これは薄膜の表面で直接反射する光波と、一旦層内に入りその下面で反射して再び表面より出る光波とが干渉し、ある色の光波が消えると、膜はその餘色を現はすからである。



(圖543)

薄膜による光の干渉

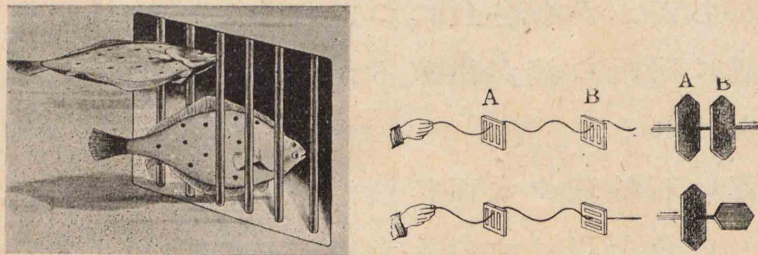
160. 偏 光 電氣石をその結晶軸に平行に薄く切つて作つた二枚の板を合せて光を透視すると、兩板の結晶軸が平行の時に最も明るく、一方の板を廻轉すると次第に明るさが減り、兩軸が直交したときは、遂に光が通らなくなつて



(圖544) 電氣石

真暗になる。

これは電氣石が光の振動中その結晶軸に平行なもののみを通し、直角なものを吸収するか

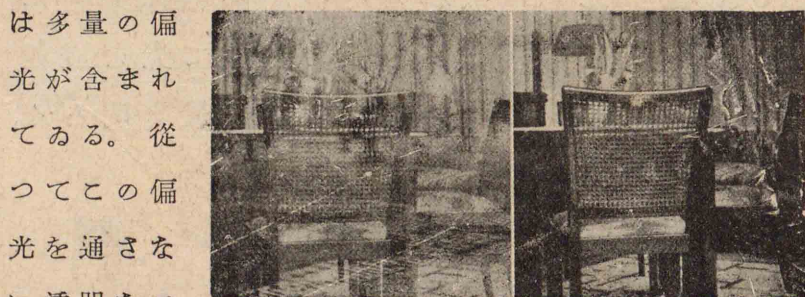


(圖545) 偏光の説明

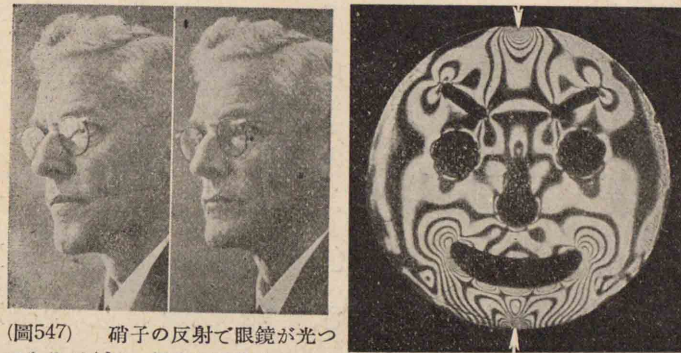
らである。この電氣石を通つた光のやうに、その振動する面が一定してゐる光を偏光といふ。

偏光の現象は光が横波であることを示すもので、若し光波が音波のやうに縦波であるとすればこの現象を説明することが出来ない。

硝子で反射された光又は硝子を通した光の中には多量の偏光が含まれてゐる。従つてこの偏光を通さない透明なフィルターを



(圖546) 硝子窓を通して撮影した寫眞、左は普通、右は偏光を通さないフィルター使用

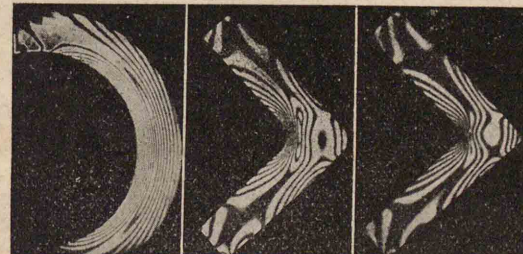


(圖547) 硝子の反射で眼鏡が光つてゐるが(左)、偏光を吸収するフィルターを使用して、撮影すればその弊がなくなる(右)

(圖548) 顔の形に切抜いたフェノライトを上下から壓した場合の寫眞

用ひると硝子窓の内部などよく見える。

偏光の干渉を利用すると、外力が加へられた透明な硝子、ペークライト、及びフェノライト板の内部に作用する力の状態を見ることが出来るので、これ等で種々の模型を作り、その内部に於ける力の分布状態を研究する。



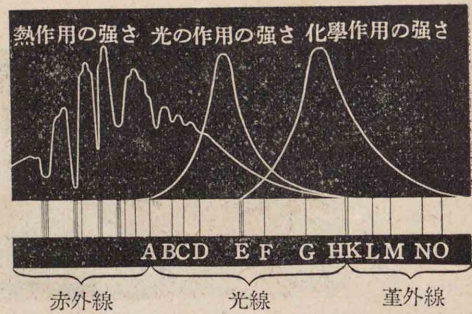
(圖549) アングルとアーチ型を上下から壓した場合、曲り角の鋭いアングルは隅に非常な力が集中してゐるが、隅に丸みをつけたものでは大分これが緩和され、アーチ型にすると力は平均に擴がり理想的分布状態を示す

161. 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、赤色部及び莖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、莖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・莖の部が最も鋭敏であり、なほ莖以外の部にもこの作用を認

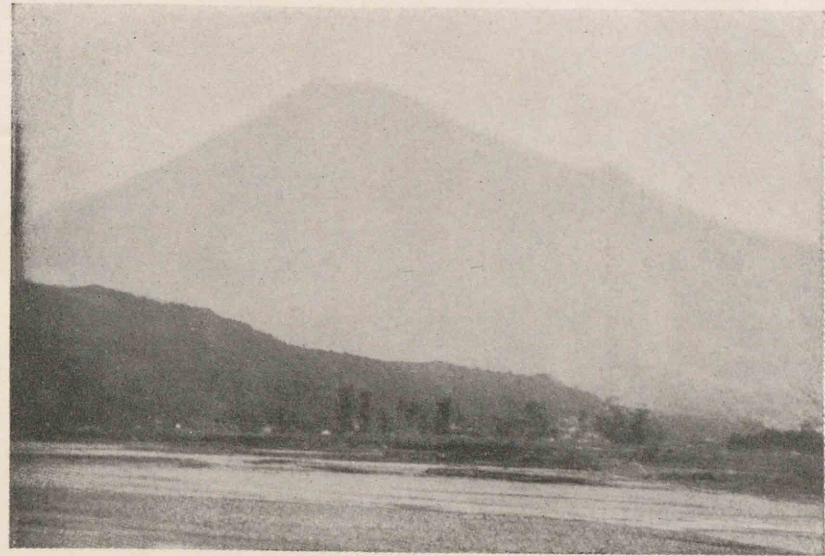
める。これにより莖以外にも、波長がこれより短くて化學作用を持つものがあることが知られる。これを莖外線又は化學線といふ。



(圖550) 輻射線の作用

これを莖外線又は化學線といふ。

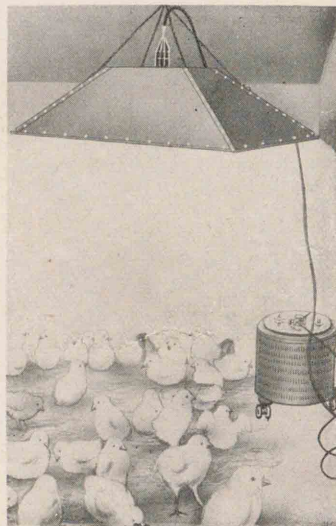
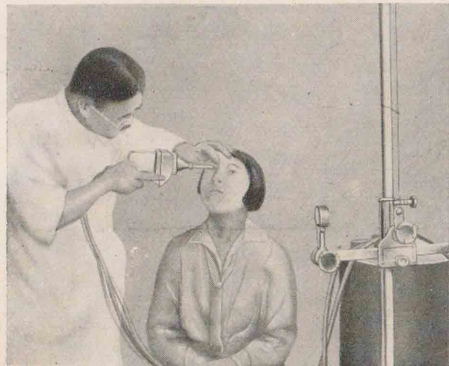
赤外線 の 應用



普通寫眞



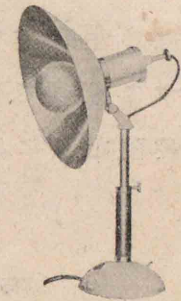
赤外線寫眞



赤外線と莖外線とに對し、光線を可視光線といふことがある。

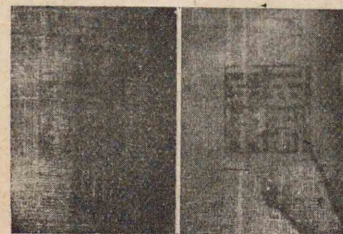
赤外線及び莖外線は、その波長が可視光線の範圍外にある爲に、吾々の眼には感じないが、直進・反射・屈折などに関して光線と全く同一の法則に従ひ、その本性は光と同一である。故に赤外線・莖外線及び可視光線を合せて輻射線といふ。

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。



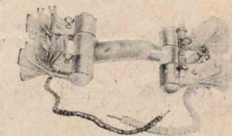
(圖551) 赤外線ランプ

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552) 肉眼と同様な普通寫眞(右)では讀めぬ印文が赤外寫眞(左)では讀める

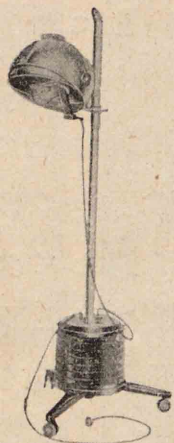
莖外線は化學作



(圖553) 人工太陽燈の發光管

用の外に螢光及び生理作用を有する。莖外線を當てるとその物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、天然絹絲と人造纖維の區別、有價證券の改竄、贗造の發見等を行うことが出来る。日光浴や日光消毒は、主として日光中の莖



(圖554) 人工太陽燈

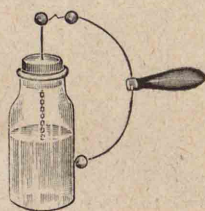


(圖555) 變造證書の紫外線鑒定の例

外線の生理作用を利用するもので、強い莖外線を生ずる人工太陽燈は、醫療や殺菌などに盛んに用ひられるやうになつた。

第四章 電 磁 波

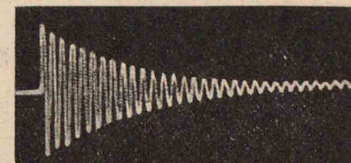
162. 電氣振動 蓄電したライデン壺の内外の箔に放電叉を近づけると、その間に火花が飛ぶ。この時火花はたゞ一回飛ぶやうに見えるが、實は一秒間に幾百萬回もその方向を變へる火花の連続であり、この火花を傳つて、振動數の非常に大きな一種の交流が流れてゐるのである。このや



(圖556) ライデン壺の放電

うな交流を電氣振動といひ、蓄電器が放電又は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。

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。

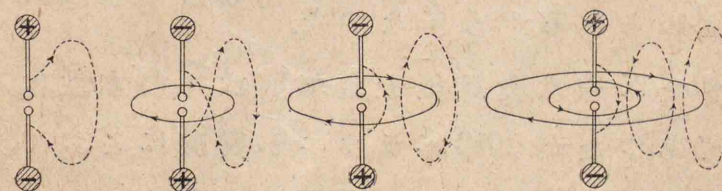


(圖557) 減衰振動

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小である。

163. 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558) 電 磁 波 の 發 生

二つの電極間に放電させると、電気振動の結果、兩極が交互に陰陽に帯電され、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。

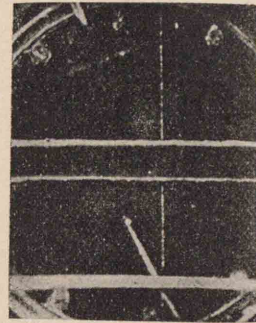
電場の變化と磁場の變化は同時に起るから、電波と磁波は相伴つて傳播するので、二つを合せて電磁波といふのである。

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。

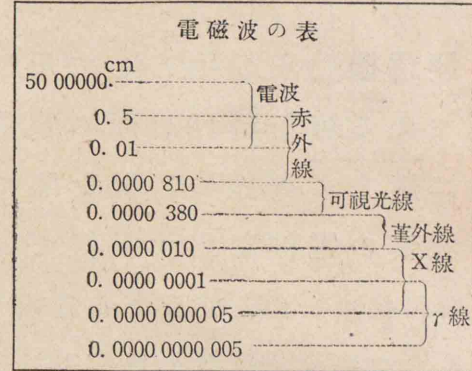
その後1888年にヘルツは實驗的に電磁波の存在を證明し、且つ電磁波は光波のやうに反射・屈折・干涉することも示したので、この説は一般に認められるやうになつた。

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

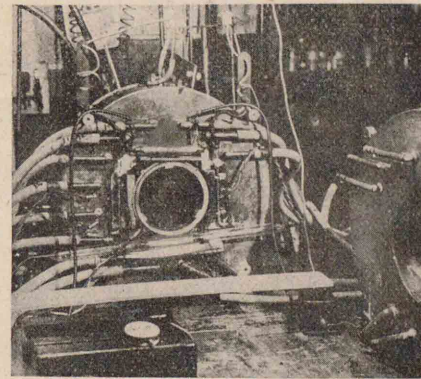
めた。それで次の表に示すごとく、無線用電波より、赤外線・可視



(圖559) 宇宙線の經路



光線・紫外線・X線・r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、たゞその波長を異にするだけである。



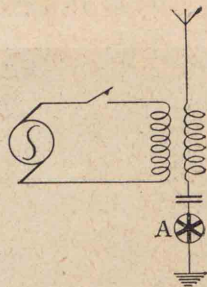
(560) 理化學研究所の宇宙線撮影装置

164. 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

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透過度の非常に強い放射線であるが、その本性は尙未解で、X線よりもつと波長の短い電磁波と、非常にエネルギーの大きな帶電粒子及び中性の粒子の混ざつたものでないかと考へられてゐる。

へられて今日に至つた、電波を應用した通信法である。

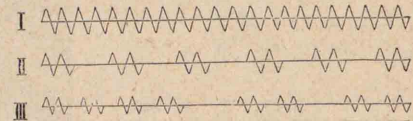
發信機 現今主として用ひられてゐる發信機は普通の電信符號に應じて、長短の時間を隔てて非減衰の電波を出す装置である。



(圖561) 發信機

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。

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562Ⅱのやうに、同一の intervals に區切られる波になる。



(圖562) 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562Ⅲ), これによつて通信する。

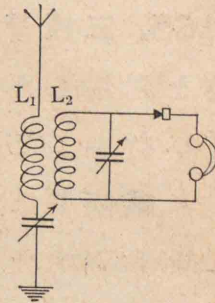
我が國の無線局は 13000—20000 米の長波長と 15—70 米の短波長の電波を用ひて、對歐對米の通信をしてゐる。

受信機 受信機の空中線を發信機の空中線

最近は真空管を用ひた發信機を多く用ひてゐる。

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



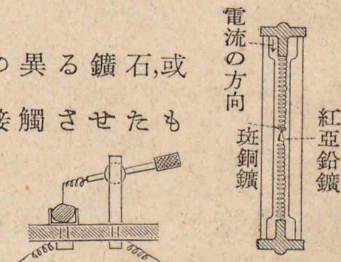
(圖563) 受信機

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、振動電流の一方の電流だけが通るや

(圖564) 整流された振動電流

うになり振動電流の一切ごとに鐵板を引きつけて音を出す。故にきれぎれの電波が續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。

鑛石檢波器は、特別な二種の異なる鑛石、或は金屬の針と鑛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

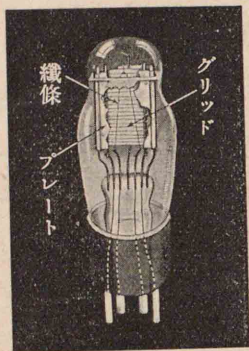


(圖565) 鑛石檢波器 (圖566) 固定鑛石

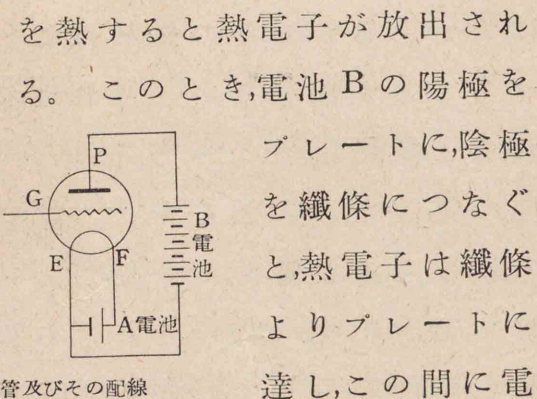
方向の電流に對しては抵抗が大となるため、整流作用

即ち検波作用が生ずるのである。

165. 三極管 電波の検波作用は熱電子の現象を利用した三極管(三極真空管)により、更に鋭敏に行ふことが出来る。三極管は、高度の真空内に繊維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を設けたものである。圖567の如く電池Aで繊維を熱すると熱電子が放出される。



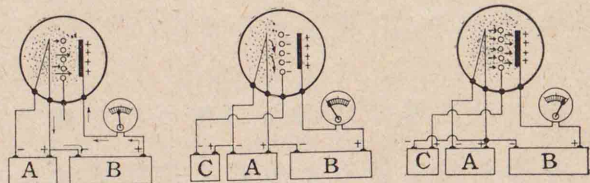
(圖567) 三極管及びその配線



流が流れる。

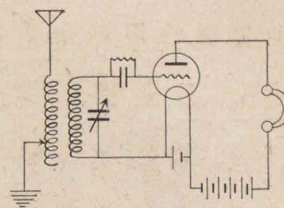
いまグリッドを

陽に帯電させると、繊維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



(圖568) 三極管の作用

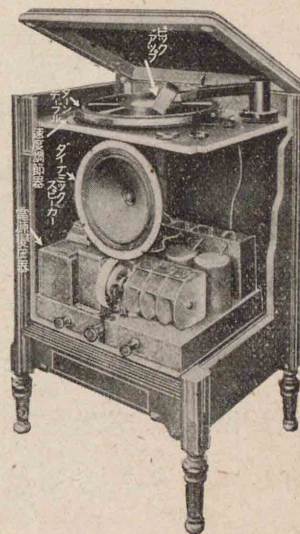
プレート電流が流れない。故にこれを圖569のやうに受信機の回路に入れると、検波作用を行ふのである。



(圖569) 三極管を用いた受信回路

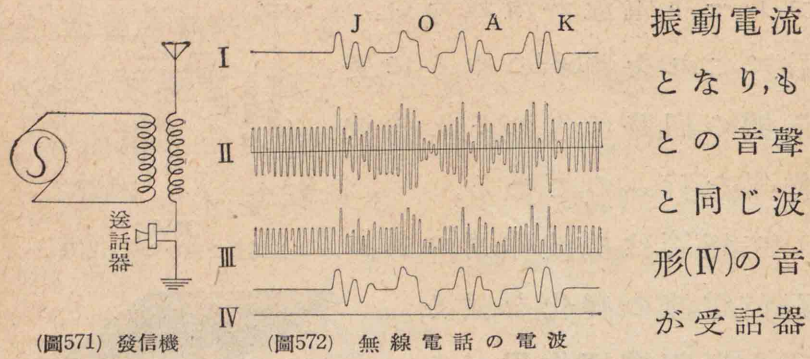
三極管は検波作用の外に、弱い電流の變化を強くする所謂増幅作用があるので、これがラジオ受信機の擴聲装置、電氣蓄音機など、種々の増幅装置に用ひられてゐる。

最近では三極管の能率をよくするため、四極管、五極管等多極管が作られ、真空管は日々進歩してゐる。



(圖570) 電氣蓄音機

166. 無線電話 無線電話では、無線電信の發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、アンテナより出る非減衰電波は音波の波形(I)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



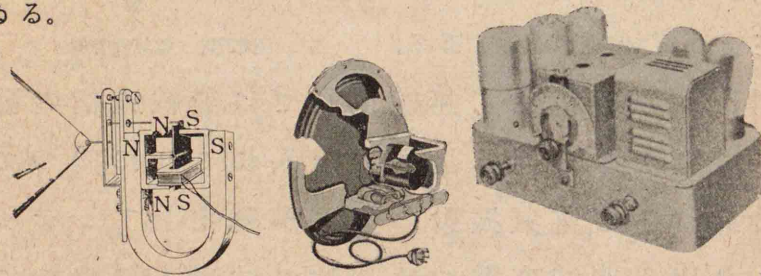
(圖571) 發信機 (圖572) 無線電話の電波

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成功して居り、對米對歐の國際無線電話も開始されてゐる。

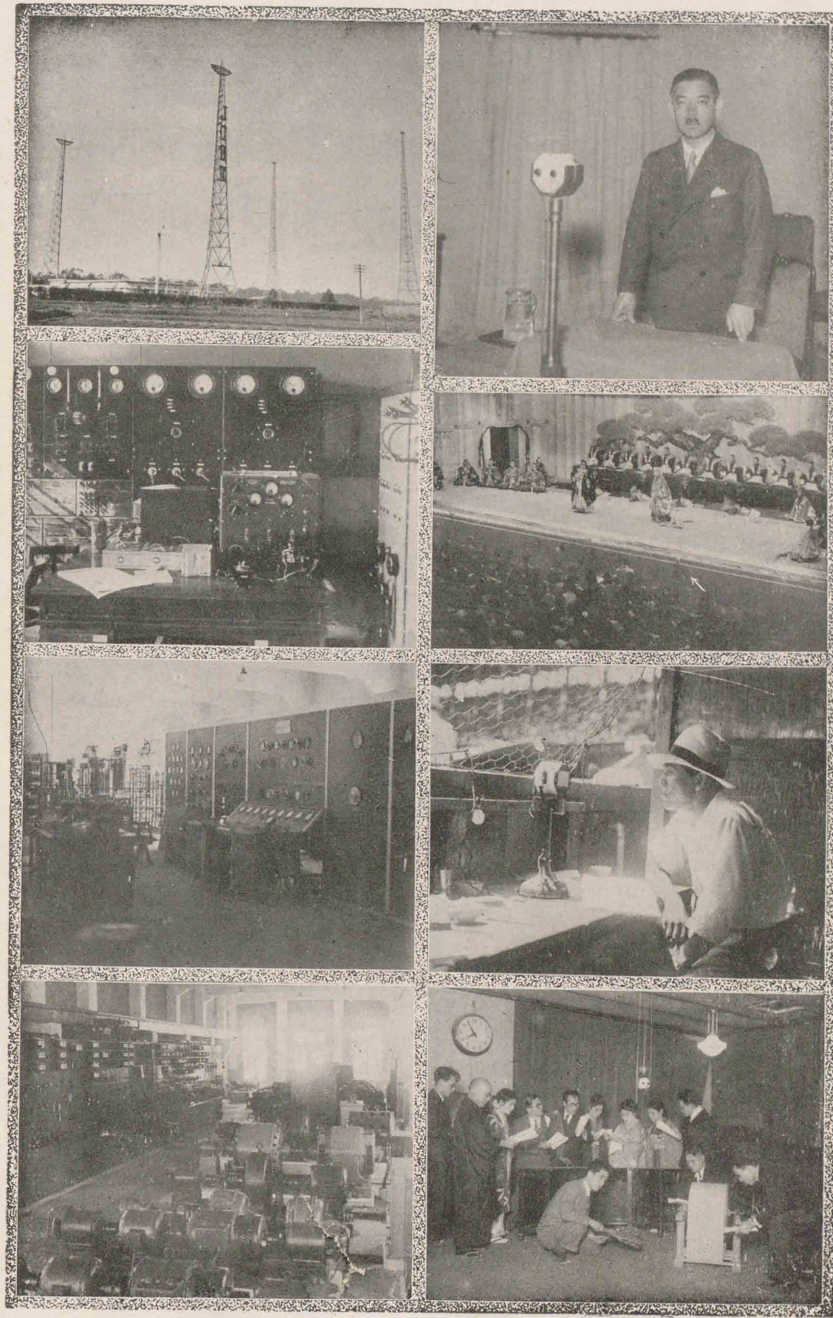


(圖573) 擴聲器

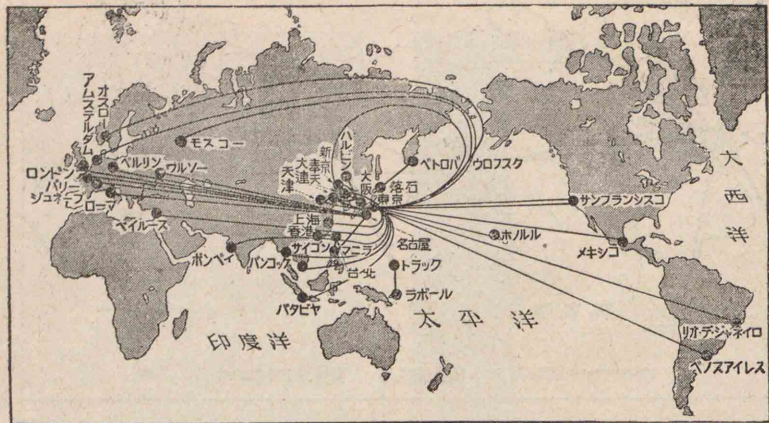
(圖574) 受信機

羅針局 航海・航空中の船舶や飛行機の依頼により、それから電波を發射させて、その位置を決定し、無線に

ラヂオ放送装置 (JOBK)



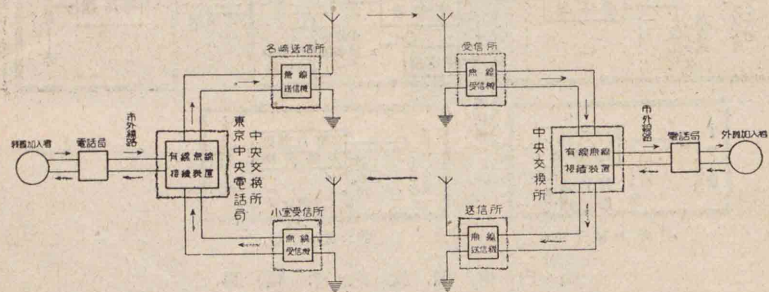
(左上ヨリ) 千里山放送所外觀・音量調節機・放送機・發電機 (右上ヨリ) 講演・舞臺中繼・野球中繼・ラヂオドラマ



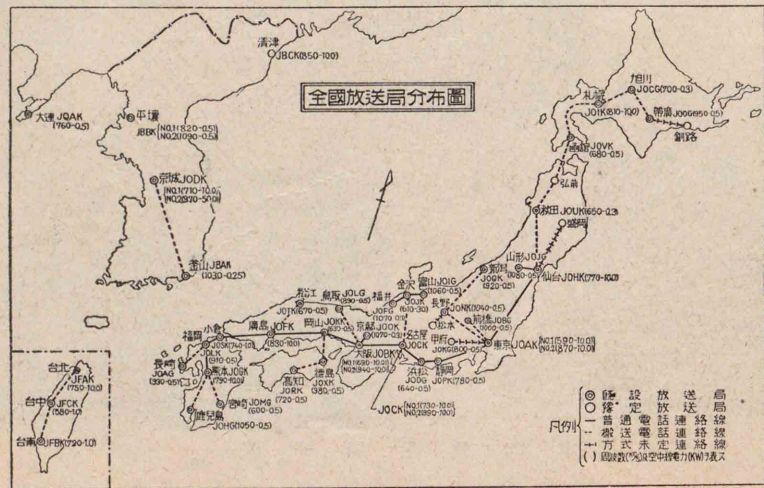
日本を中心とする国際無線電信

東京	オスロ	リオデジサネイロ	ペイクルス	シユネーフ	大連
オムスガルドム	ベノスアイレス	パタゴニア	上海・新京	ロニマ	ハルビン
モスコ	パシコフク	サイゴン	ベルリン	マニラ	香港
(二通)サンフランシスコ	バンコク	サイゴン	ロンドン	新加坡	マニラ
メキシコ	ボンベイ	パタゴニア	パリ	奉天	トラック
ホノルル					ラポール

對外無線電話

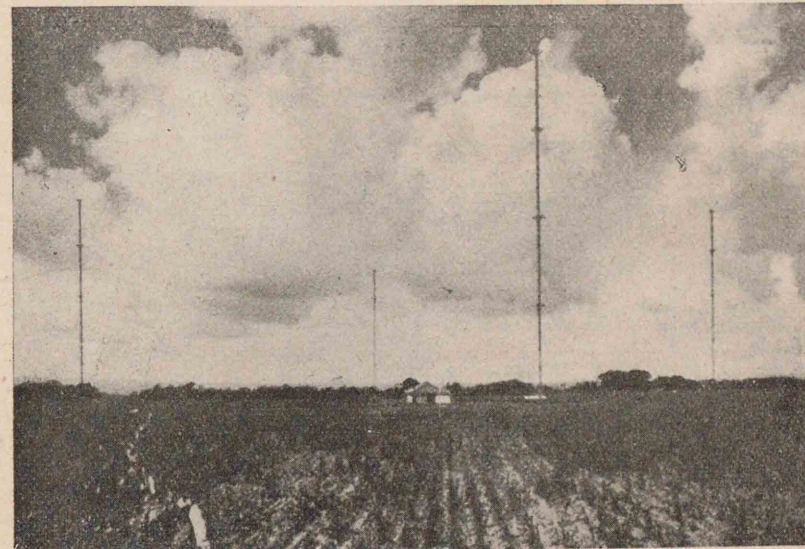


国際無線電話系統圖

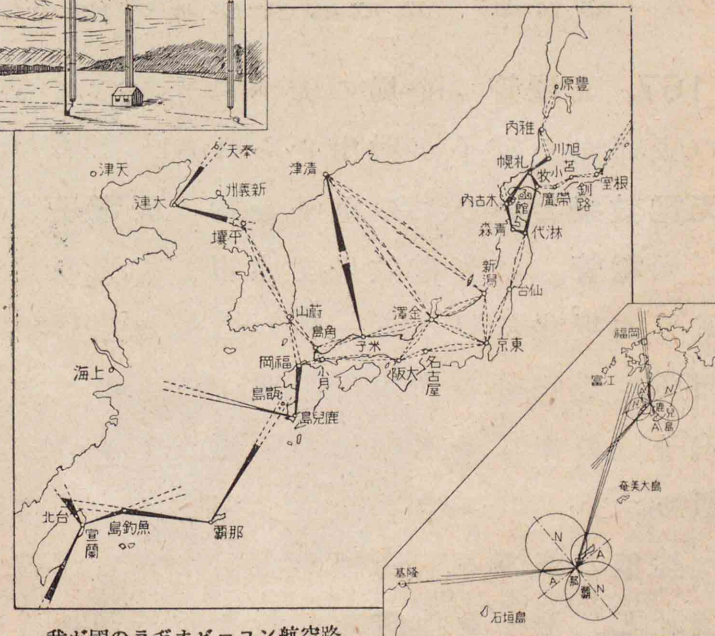
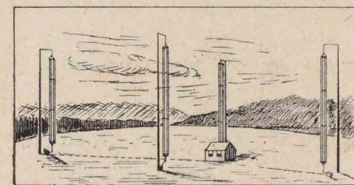


全國放送局分布圖

- ◎ 開設放送局
- 指定放送局
- 普通電話線
- - 電報線
- 方式未定線
- () 開設中(%) 空中線電力(W) 波長



鹿児島航空無線機標識局

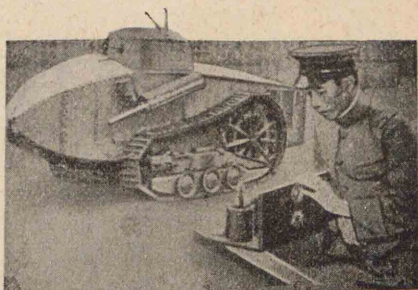


我が国のラジオビーコン航空路

て通知する。

無線標識(ラチオビーコン) 飛行場より發射される電波を受信機で受けて航空路を知り、飛行機はこれをたよつて飛行する。

無線操縦 電波の應用は益、範圍を増し、軍艦やタンクの無線操縦に成功するに到つた。

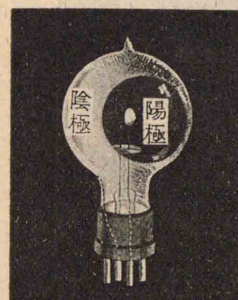


(圖575) タンクの無線操縦

第五章 光電管及びその應用

167. 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。

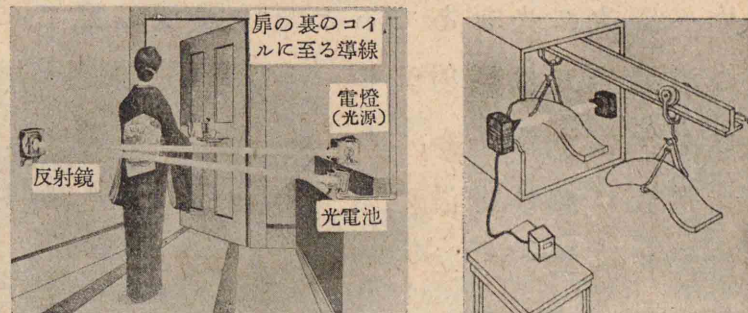
光電管 は光電効果を應用して、光の變化を電氣的變化に變へる一種の二極真空管である。圖576は光電管の作用を説明するもので、真空の硝子球の中に金屬製輪の陽極と、アルカリ金屬即ちナトリウム・カリウム・セシウムなどの薄膜の陰極とがある。兩極から出てゐる導線に、電流計と電池とを連結して置き、硝子球の外部か



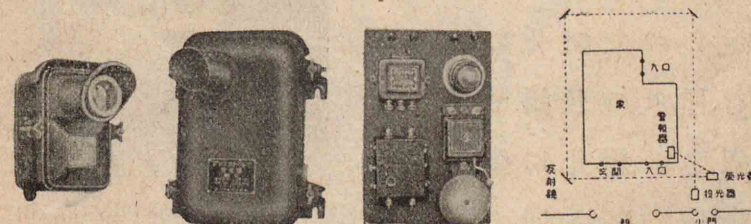
(圖576) 光電管とその接続

ら光線を當てると、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

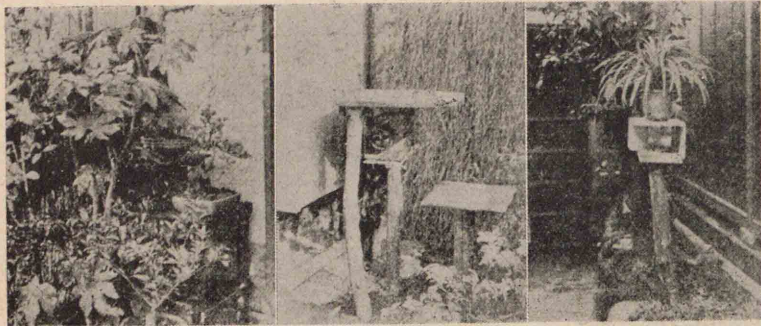
が振れる。この際回路を流れる電流の強さは光の強さに比例する。この性質は、電送寫眞・發聲活動寫眞・テレビジョンなどで、光の強さの



扉の自動開閉 製品の自動計數 (圖577) 光電管の利用



投光器 受光器 警報器 (圖578) 自動警報装置



(圖579) 屋外に設備された投光器 同受光器 同反射鏡

變化を電流の強さの變化に變へる時に用ひられる。

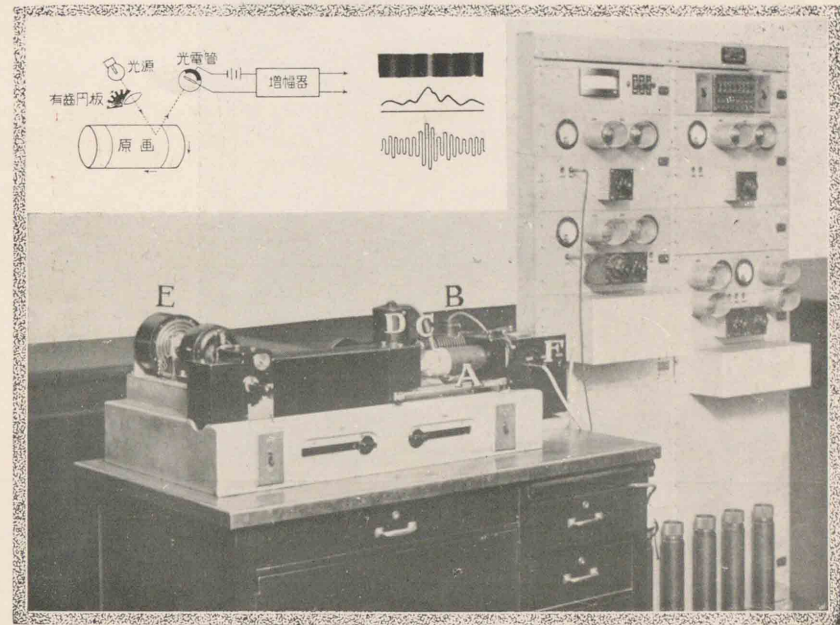
168. 電寫(電送寫眞) 發信裝置は、原寫眞の各部分へ順次に光をあてると、その濃淡に應じて膜の透過光又は反射光の強さが變化するから、これを光電管に受け、電波の強さの變化に變へて送るのである。



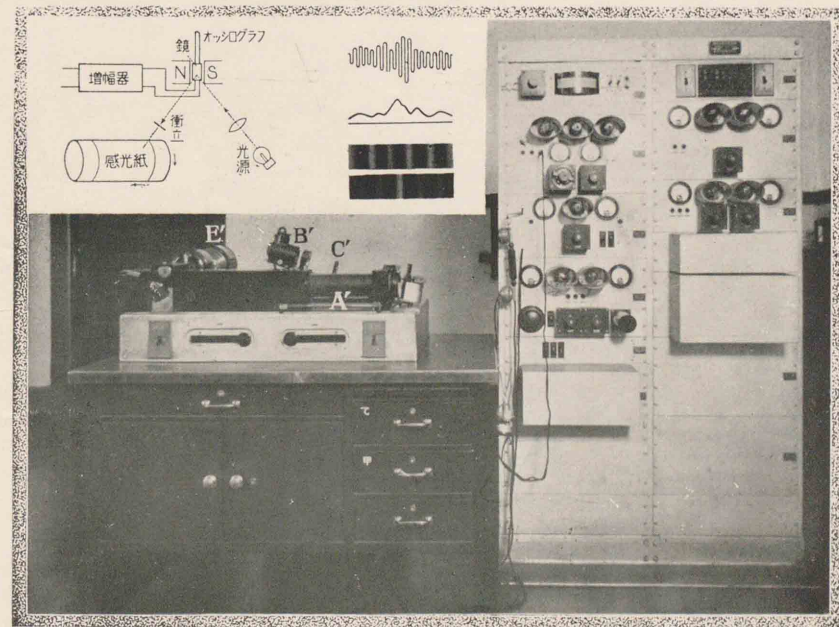
(圖580) 國産機によつて獨逸より無線電送されたオリンピック大會入場式の寫眞

受信裝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

寫眞電信の送受信機



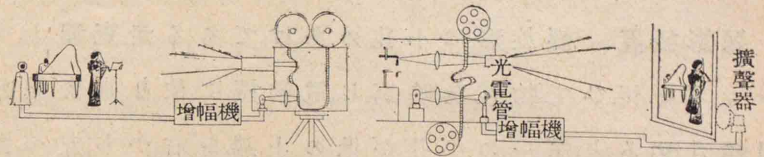
送信機 A. 原畫捲付圓筒 B. 光源 C. レンズ D. 光源管 E. 電動機 F. 光電管電流增幅機



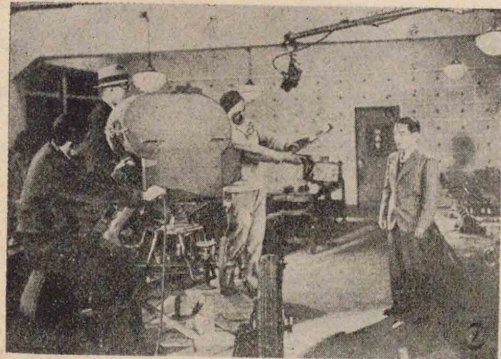
受信機 A'. 感應光膜捲付圓筒 B'. 光源 C'. レンズ E'. 電動機

當て、原畫と同様の寫眞を得るのである。

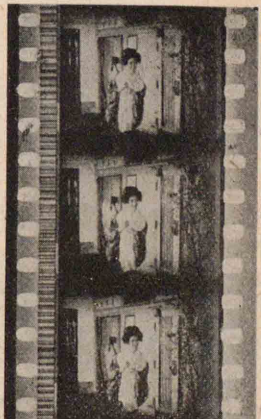
169. 發聲活動寫眞(トーキー) 活動寫眞を撮影すると同時に、マイクロホンを通して音響を電流の強弱にしたものを、更に光の強弱に變へて、同じフキルムの縁に濃淡の細線を焼きつけ



(圖581) トーキーの原理



(圖582) トーキーの撮影

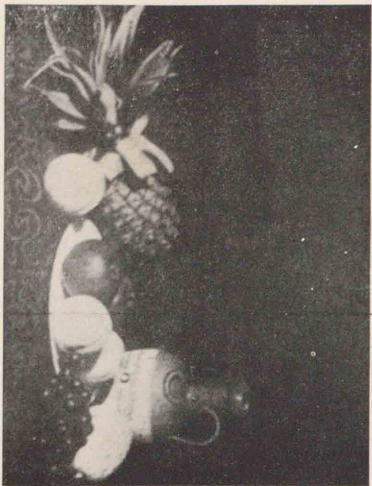


(圖583) トーキーフィルム

て、音響を記録する。映寫の場合は同時にフキルムの縁に光を當て、フキ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。

抵 信 報 電 廣 宣

東京大阪間
寫眞電報開始
取扱開始



△ 寫眞電報は寫眞・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

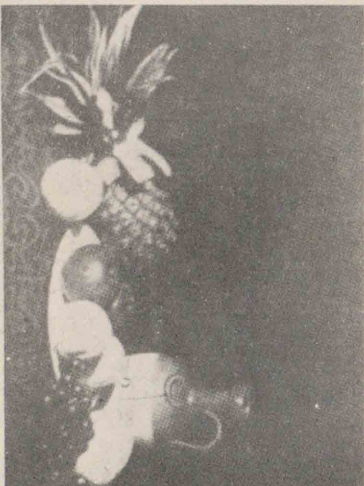
△ このリーフレットは寫眞電報通信機申請の實物大で表面は寫眞電報の原畫・裏面は電送されたものです。御封無下さい。原畫の赤の文字は黒く表はれ、輪郭の青は表はれません。又線・紫・黄の如き色も表はれなかつたり、極めて薄黒く表はれますから御注意下さい。

東京大阪間
電報局
番號
一
交付日時
前八時五分

公衆各位
遞信省

省 信 遞 昭 和 五 年 八 月 八 日 開 始 され した 寫 眞 電 報

東京大阪間
寫眞電報開始
取扱開始



△ 寫眞電報は寫眞・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

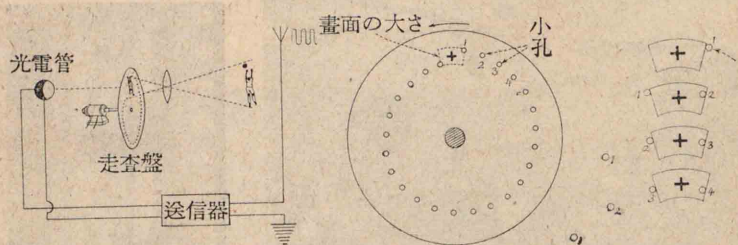
△ このリーフレットは寫眞電報通信機申請の實物大で表面は寫眞電報の原畫・裏面は電送されたものです。御封無下さい。原畫の赤の文字は黒く表はれ、輪郭の青は表はれません。又線・紫・黄の如き色も表はれなかつたり、極めて薄黒く表はれますから御注意下さい。

東京大阪間
電報局
番號
一
前八時五分

公衆各位
遞信省

170. 電視(テレビジョン) 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ビジョンである。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

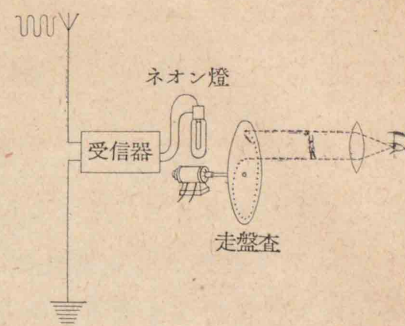


(圖584) 送影装置及び走査盤

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かい部分に分ち、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。

受影装置 普通のラヂ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。これが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小孔を通して見ると、例へば送像走査盤の小孔

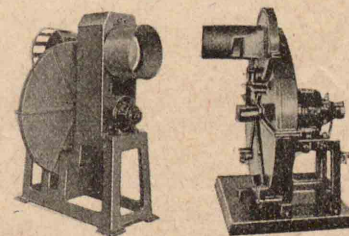


(圖585) 受信装置

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、其の位置が明るく感ぜられる様に、送像の明暗と同じ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。



(圖586) 濱工式テレビジョン受影成績 (昭和8年3月)



(圖587) 電氣試験所式の送影機 機械部及び大衆用受影機

練習問題

第一編 物 性

第一章 總 説

1. 金貨の組成は金90銅10である。其比重を求めよ。又銅500瓦、金750瓦よりなる合金の比重並びに體積を問ふ。
2. 水60瓦と比重 X なる液40瓦とをよく混合して其の比重を測ると0.92であつた、 X の値を求めよ。
3. 飛行機はその推進機の廻轉によつて、空気を後方に押し、その反作用で前に押されて前進すると言はれる。然るに運動の第三法則によると、作用と反作用とは大きさが等しく方向が反對であるから、飛行機と空気との間に働く作用と反作用とは釣合つて結局飛行機は静止して前進しない様に思はれるが何故か、何處に誤があるか。

第二章 液 體

1. 水壓機に於て、小圓筒及び大圓筒のピストンの直徑が夫々3糎と66糎である。小圓筒のピストンに75疋重の力を加へると、大圓筒のピストンには幾何の力が加はるか。但しピストンの重さは無視する。
2. 世界第一の深淵は南洋ミンダナオ島の東方1600米の沖合にあつて、其深さは9780米であるといふ。この海底の受ける壓力の強さは幾何か。
3. ビーカーに水を入れ、之を天秤の秤皿に載せて釣合せ、

物体を糸で吊して水中に入れ、底に接しない様に保つときは、秤の釣合が破れるのは何故か。又秤を釣合せるために他方の皿に何程の分銅を増せばよいか。

4. 或汽船が海上に浮ぶ時よりも、淡水に浮ぶ時には15立方メートルだけ多くの水を排除するといふ。この汽船の重量は幾トンか。但し淡水の比重は1、海水の比重は1.03、1トンは1000匁として計算せよ。

5. 比重3なる金属にて造れる180瓦重の重さの中空球がある。此球に比重11なる鉛塊66瓦附したものの、清水中の重さが50瓦重なりとすれば、中空部の體積如何。中空部の空氣の重さは計算に入れないものとする。

6. 長さ20糎のゼンマイ秤に石を吊り下げるとその長さが25糎となる。更に2瓦の分銅を吊り足せば26糎になる。此分銅を取り去つて石のみを水中に沈めれば、ゼンマイの長さ23糎となる。石の質量、比重及び體積を問ふ。

7. 空氣中で68瓦重の重さの物体を水中で測ると62瓦重あり、或液中で測ると63.8瓦重ある。この液の比重を問ふ。

8. 一つの木片を空氣中で測つた重さは102瓦重、錘を付けて水中で測つた重さは72瓦重、錘のみを水中で測つた重さは50瓦重である。木片の比重を求む。

9. 下より上へ等距離に度盛した浮秤がある。度盛の0と100との間の體積は0以下の體積の $\frac{1}{3}$ である。今之を水に浮べると15度沈み、或液に浮べると、75度まで沈んだ。この液の比重は如何。

10. 比重瓶の重さ18.6瓦重で、之に水を満たすと33.6瓦重となり、酒精を満たすと30.3瓦重となる。酒精の比重を求めよ。

11. 連通器の一方に或液體を入れ、他方に水銀を入れて二液が靜止したとき、二液の境界面から兩液面迄の高さは水銀0.175米で他の液は0.28米であつた。この液の水及び水銀に對する比重は幾らか。

12. 次の場合に於ける比重の測定方法を問ふ。

- A 水よりも重く水に溶解しない固體。
- B 水よりも重く水に溶解しない粒狀固體。
- C 水よりも軽く水に溶解しない固體。
- D 水に溶解する固體。
- E 液體(比重瓶及び浮秤を用ひない)

第三章 氣 體

1. 水中でコップを倒にし、之を眞直に水面から離さうとする時、重く感ずるのは何故か。

2. 人間の表面積を1.3平方米と見積り、氣壓のためにそれが受ける壓力を計算せよ。

3. 輕氣球の袋に水素を満たし、直徑10米の球形とすると、幾匁の重さを揚げ得るか。但し空氣の重さは1立方メートルにつき1.3匁重、水素の比重は空氣の $\frac{1}{13}$ 、袋の重さは1平方メートルにつき0.25匁重、 $\pi = \frac{22}{7}$ とする。

4. 空氣中で比重8.44の分銅を用ひ、比重0.24のコルクを

秤量すると1.25瓦あつた。空気の密度を 0.0013 瓦/立方糎 としてコルクの眞の重さを求めよ。

5. 空気中に於て正しい天秤の一方の皿に金塊を載せ、他方の皿に眞鍮の分銅を載せて平均させ、その両方の皿をそれに載せた物體と共に

(イ) 水中に入れるとき。

(ロ) 水素中に入れるとき。

に起る現象を記し、その理由を説明せよ。

6. 氣壓計の高さが72糎の時、6.46立方糎の容積を有する氣體は1氣壓に於て幾許の容積を占有するか。

7. 内徑10糎の底のある圓筒を鉛直に立て、これに自由に動き得るピストン(其重さを無視す)をはめて圓筒内に空氣が密閉してある。外氣の壓力が1氣壓であるとき、圓筒内の空氣柱の長さが30糎であるとすれば、この時ピストンに重さ8珣重の錘を載せると、ピストンは幾糎下るか。

8. 太さ一様で、下端の閉ぢた硝子管を直立し、上端から3糎の所まで水銀を充し、上部の空氣を漏すことなく此管を水銀槽中に眞直に倒立したところ、水銀柱及び空氣柱の長さ夫々67.5糎、30糎となつた。氣壓を問ふ。

9. 水面下51.68米の水中にある氣泡が、水面に浮び出ると體積幾倍となるか。又氣泡内部の空氣の密度は幾倍となるか。但し、水銀の比重は13.6、水面の壓力は1氣壓とする。

10. 大氣中にて空氣1リットルを入れたる氣密の膀胱を、海中20メートルの深さに沈めたりとせば、これが受くる浮力

は何程か。但し大氣及び海水の溫度は同一にして海水の比重は1.03なりとす。

11. 直徑一様で上端の閉ぢた長い硝子管を大きな水銀槽中に立てると、管内の水銀柱の高さは槽の水銀面上20糎となつた。大氣の壓力は76糎(水銀柱)で、管内の空氣の容積は管の長さ10糎に相當するときは、

(イ) 管内の空氣の壓力の強さは幾何か。

(ロ) 管を更に水銀槽中に若干沈めると、空氣の容積は管の長さの8糎となつた。管内の水銀柱の高さ幾何か。

12. 一端の閉ぢた壓力計を、氣體を密閉した器に連結してある。器中の壓力の強さが1氣壓の時、兩水銀面が水平となるものとすれば、水銀の高さの差ABが10糎であるとき器中の壓力の強さは何程か。但しBCの長さは20糎である。



第四章 分子現象

1. 切手、印紙等を貼布する際に濡さないと附着しないのは何故か。又乾かないと剥げ易いのは何故か。

2. ハンダをする時、接合部の金屬表面を酸で清淨にするのは何故か。

3. 樟腦の小片を水に浮べる時は樟腦は烈しく水上に旋動する。又適度の濃さのアルコール中に種油を滴下すると、油は球狀をなしてアルコール中に留まる。これらを説明せよ。

4. 甲乙二個の硝子毛管の半径の比 5:3 なる時は管内に上昇する水の高さの比如何。

第二編 熱 學

第一章 熱 量

1. アルミニウムの比熱は 0.2 である。1 カロリーの熱量を 3 瓦のアルミニウムに與へると、その温度の高まり方は何程か。
2. 石炭ガス 21 立を燃焼すると 5×10^3 カロリーの熱を發生する。今このガスを用ひて長さ 1.5 米、幅及び深さ各 1 米の矩形の浴槽にその $\frac{3}{4}$ まで 5°C の水を入れ、これを 45°C まで温めようとする。ガスの料金を 1 立方米につき 7 錢とすると、幾何の料金がかかるか。但し浴槽は質量 100 珎で比熱 0.1 とし、又ガスの燃焼熱は全部水及び浴槽を温めるのに費されると假定する。
3. 50 瓦の銅塊を 100°C に熱して、之を 10°C の水 200 瓦を入れた銅製容器中に入れたのに水の温度は 12°C となつた。容器の質量が 150 瓦であるとすれば、銅の比熱は何程か。但し熱の損失はないものとし、又水と容器とは同温度とする。答は小數以下三位まで求めよ。
4. 温度 $t_1^\circ\text{C}$ の風呂水を沸すに、先づその m_1 瓦をとり、之を熱して $t_2^\circ\text{C}$ となし、次に残りの水 m_2 瓦を混じて $t^\circ\text{C}$ となすのと、初めから全體の水 (m_1+m_2) 瓦をとり之を熱して $t^\circ\text{C}$ となす

のと、何れが多くての熱量を要するか、計算によつて示せ。

第二章 膨 脹

1. 物質の密度 d と温度 t との間の關係を式にて示せ。
2. 12°C の時長さ 120 糎の眞鍮棒を 92°C に熱すると、長さ 1.82 糎を増加した。眞鍮の線膨脹係數を求めよ。
3. 温度 15°C に於て正しい眞鍮の物指で、 30°C の時、物體の長さを測ると 72.48 糎あつた。眞の長さは幾何か。眞鍮の線膨脹係數を 0.000019 とし計算せよ。
4. 温度 0°C で正しい洋銀の尺度がある。 25°C のとき鐵棒の長さをこの尺度で測ると 1 米あつた。 0°C に於ける其の鐵棒の長さは幾何か。但し鐵の線膨脹係數を 0.000012、洋銀の線膨脹係數を 0.000018 とする。
5. 温度計の球を湯に入れると、初めは水銀柱が少し降り、後に昇るのは何故か。
6. 0°C に於て 100 立方糎の比重瓶に水銀を充たし、之を 60°C に温める時は水銀は幾瓦溢れるか。但し硝子の線膨脹係數は 0.000008、水銀の體膨脹係數は 0.00018、水銀の比重は 13.5 とする。
7. 0°C に於ける水銀の密度は 13.596 瓦/立方糎で、 20°C に於てはその密度 13.547 瓦/立方糎となつた。 0°C と 20°C との間に於ける體膨脹係數を求めよ。
8. 或る硝子塊の目方は空氣中では 80 瓦重、 0°C 及び 100°C の某液中では夫々 50 瓦重及び 53 瓦重である。硝子の體膨脹

係数を0.00003とすると液の膨脹係数は何程か。

9. 液面に浮ぶ物體がある。兩者の温度が同じ様に上昇して物體は前よりも多く沈んだ。液と物體の膨脹係数は何れが大きいか。

10. 一定質量の氣體がある。

(1) 體積を一定に保ち温度を變化させる時。

(イ) 壓力は如何に變化するか。

(ロ) 密度は如何に變化するか。

(2) 壓力を一定に保ち温度を變化させる時。

(イ) 體積は如何に變化するか。

(ロ) 密度は如何に變化するか。

(3) 温度を一定に保ち壓力を變化させる時。

(イ) 體積は如何に變化するか。

(ロ) 密度は如何に變化するか。

11. 壓力 P 氣壓、温度 $t^{\circ}\text{C}$ のとき或體積の氣體がある。この氣體を

(イ) 温度を不變にしてその體積を n 倍にするには、壓力を如何にすればよいか。

(ロ) 壓力を不變にしてその體積を n 倍にするには、温度を如何にすればよいか。

12. 深さ20米の池底から水面に浮び出る氣泡がある。池底の温度 4°C 、水面の温度 20°C のとき、氣泡の體積は如何に變るか。

第三章 状態の變化

1. 器に入れた水に浮ぶ氷が融ける時は、器中の水面に變化があるか否か。且つその理由を説明せよ。

2. 100°C の熱湯と、 0°C の氷とを等量混じると、温度 10°C となつた。氷の融解熱を求めよ。

3. 0°C の氷100瓦を絶えず一様に熱したら、4分間で全く融解し、尙5分間経て沸騰點に達した。氷の融解熱を問ふ。

4. 銀塊100瓦を 95°C に熱し、之を 0°C の氷塊に穿つた孔に入れると、6.6瓦の氷を融解した。銀の比熱を求めよ。

5. 活塞を備へつけた圓筒内に、少量の液とその蒸氣とだけがある。温度を一定に保ちながら、活塞を引上げる時、押下げる時、活塞を定位置に保ち、温度を變へる時の各場合に於て如何なる變化を生ずるか。

6. 高山の頂で水の沸騰點を測定して、その大約の高さを計算しうる理由を説明せよ。

7. 0°C の氷、 50°C の水、 100°C の水蒸氣を質量の比10:9:1に混じるとき、其の結果如何。

8. 湯による火傷よりも、同温度の水蒸氣による火傷の方が更に烈しいといふ。何故か。

9. 沸騰する鐵瓶の口から噴出する湯氣を見ると、その口に近い所では何も見えず、少し離れて白煙を生じ、次第に薄れて再び見えなくなる。又この白煙に焰を近づけると白煙は消失する。この現象を説明せよ。

第三編 光

第一章 反 射

1. 顔面の長さ21糎、幅14糎の人がある。この人が直立せる長方形の鏡の前に立ち、自己の顔面の全像の像を見ようとするとき、鏡の長さ及び幅の最小限度如何。但しこの人の两眼の距離を3.5糎とする。
2. 波立つてゐる水面に映る月影の長くなるのは何故か。
3. 厚い鏡を用ひると二重の像が生ずることがある。その理由如何。
4. 凹面鏡に向つて遠方から漸次物體を近づける時、その像は如何に變化してゆくか。像の位置、大きさ、虚實、つき式及び作圖によつて説明せよ。
5. 壁から8米離れた所に發光體がある。長さがその17倍に相當する實像を、凹面鏡を用ひてその壁の上に映出すには、球面半徑何程のものを如何なる位置に置けばよいか。
6. 半徑45糎の凸面鏡の中心より15糎の處に、長さ5糎の物體を立てると、如何なる位置に、如何なる長さの、如何なる像が現れるか。

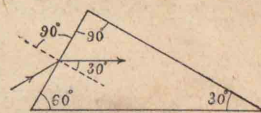
第二章 光の屈折

1. 金剛石が普通の硝子よりも輝いて見えるのは如何か。
2. 水を盛つた器の底を眞上から見ると、眞の深さの四分の三の位置に浮び上つて見える。その原因を明かにせよ。

3. 水中に點じてある電燈を空氣中から窺ふ場合に、その光を認め得ない場所があるか。

4. 光が甲媒質より乙媒質に入るとき、入射角が 45° なるとき屈折角は 30° であるといふ。然らば光が乙物質より甲物質に出る時、全反射を生ずる臨界角如何。

5. 圖のやうなガラスに矢の方向に單色光が入射するとき、その光の進路を圖示し、且つ入射線とプリズムとを出た線とのなす角が 60° なることを示せ。



6. 凸レンズに向つて遠方から漸次物體を近づけるとき、その像は如何に變化して行くか。像の位置、大きさ、虚實、つき式及び作圖によつて説明せよ。

7. 凸レンズを用ひて、物體から5.5米の距離にある壁に、その物體の10倍大の鮮明な實像を映すには、如何なる焦點距離のレンズを、如何なる位置に置けばよいか。

8. 焦點距離10糎なる凹レンズの前方15糎の所に、長さ4糎の物體を置いて生ずる虚像の位置、及び大きさを算出し、且つこれを作圖せよ。

9. 或るレンズによつて生じた物體の虚像と物體との距離は40糎で、像の大きさは物體の大きさの $\frac{1}{3}$ である。レンズの種類及びその焦點距離を求む。

10. 燭火より100糎離れた所に衝立がある。今一つの凸レンズを燭火より衝立の方に遠ざけると、始め衝立上に鮮明な實像を生じ、それから50糎距つて再び其の衝立上に鮮明

な實像を生じた。このレンズの焦点距離を求めよ。

11. 焦点距離1米の凸レンズの後方0.5米の所にレンズの軸に垂直に平面鏡を置く時、レンズの前方2米の所にある光点の像は何處に生ずるか。

12. 焦点距離が夫々 f_1, f_2 である二個のレンズの軸を一致させ、且つ距離 d だけ距てて置いた組合せレンズの焦点距離は、 $\frac{f_2(f_1-d)}{f_2+f_1-d}$ であることを證明せよ。

第三章 光學機械

1. 明視距離15糎の人、及び明視距離40糎の人は、幾デオプターの眼鏡を用ふべきか。

2. 顯微鏡と望遠鏡との差異を比較せよ。

3. 望遠鏡で遠い物體を見る場合には之を縮め、比較的近い物體を見る場合には之を長くする。これにはどんな理由があるか。

4. 對物レンズの焦点距離が50糎の望遠鏡がある。星を見得るやうに對眼レンズを調整し、次に高さ3米の樹木を明瞭に見得るため、對眼レンズを0.2糎だけ引出した。この木と對物レンズとの距離及び對物レンズによつて生ずる像の大きさは何程か。但し對眼レンズを通じて見る物體の像が、對眼レンズから常に同じ距離にできるものとする。

第四章 光の分散

1. プリズムを透して白紙の一片を見るときは、その一端

は赤く、他端は青く見えるけれども、その中央部は白く見える。何故か。

2. 電燈の光を赤色硝子を受けてその反射像を見ると、赤色及び白色の二像を認める。その理由を問ふ。

第五章 照明

1. 16燭光の光源より2米の距離に於ける明るさは幾ルクスカ。

2. 1燭光の燭火から1.5米の距離にある點の照度と、或る電燈から7.5米の距離にある點の照度とが相等しいときは、この電燈の光度を算出せよ。

3. 32燭光の電燈と16燭光の電燈とを2米の距離に對立するとき、兩光源を結ぶ直線上で、照度の相等しい點を求めよ。

第四編 磁氣及び電氣

第一章 磁氣

1. 鋼鐵棒の一端に磁針を近づけたのに、この極は棒に引寄せられた。磁針のこのフレは棒が既に磁化してゐたためか、又はこの際の感應によるものなるかを檢べる方法如何。

2. 馬蹄形磁石がそれ自身でも磁氣を保存するのは何故か。

3. 水面に浮べたコルクに磁針を載せると、磁針は地磁氣の南北の方向を指すまで廻轉するが、然る後は南方にも北方

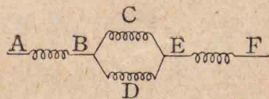
にも移動しないのは何故か。又この磁針に棒磁石を近づけると吸引せられるのは何故か。

第二章 電 流

1. 電池によつて得られる電流と、起電機によつて得られる電流とを比較せよ。
2. 電池の極の陰陽はどうして見分けるか。

第三章 電 氣 抵 抗

1. 長さ88米、直徑0.1糎の銅線の抵抗を計算せよ。但し斷面積1平方糎、長さ1米の銅線の抵抗は0.016オームである。
2. 同質同長の二つの針金の抵抗が夫々4オーム及び9オームで、その太い方は切口の直徑1糎である。細い方の直徑は何程か。
3. 抵抗150オームで0.8アンペアの電流を要する電燈を點ずるには、幾ボルトの電位差を要するか。
4. 抵抗が10オーム、5オーム、3オームの三本の同じ長さの針金がある之を撚り合せたものの抵抗はいくらか。
5. 圖のやうな回路でBCE間に6アンペアの電流が流れたとすると、A F間の電位差は幾ボルトであるか。但しAB, BCE, BDE, EF, の抵抗を夫々1, 2, 3, 1オームとする。
6. 抵抗10オーム、長さ2米の一樣な抵抗線に1アンペアの



電流が流れてゐるとき、線上で1糎だけ隔たつた二點間には幾ボルトの電位差があるか。

7. 二つの導線を列に連結し、その兩端を夫々電池の兩極に結び、一方の導線に流れる電流の強さを他の導線に流れる電流の $\frac{1}{10}$ とするためには、二つの導線の抵抗の比を如何にすればよいか。
8. 動電力1.08ボルト、内抵抗4オームの電池の兩極を8オームの抵抗を有する導線で連結する時、電流の強さは幾アンペアであるか。
9. ブンゼン電池5箇を行につないで、或導線に電流を通じたのに、強さ7.2アンペアの電流を得た。同じ電線を用ひてこれ等の電池を列につなぐとき、強さ幾何の電流を得るか。但しブンゼン電池の動電力は1.8ボルト、内抵抗は0.2オームとする。

第四章 電流の化學作用

1. 15アンペアの電流を3時間硫酸銅溶液に通じて53.1瓦の銅を析出した。25アンペアの電流を52分間、硝酸銀溶液に通ずる時は、幾何の銀を析出し得るか。但し銅の化學當量を31.8、銀の化學當量を108とする。
2. 溫度20°、壓力765糎にて體積0.42立の水素を得るためには、稀硫酸中に2アンペアの電流を幾分間通すべきか。但し水素の電氣化學當量は0.00001045瓦とする。電氣化學當量とは、1アンペアの電流で毎秒析出する物質の質量を、瓦で

表はしたものである。

第五章 電流の熱作用

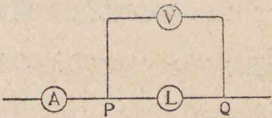
1. タングステン電球の一つの線が切れて、その隣の線に附着するときには、如何なる現象を見るか。その理由をも説明せよ。

2. 抵抗 100 オームの導線に、0.5 アンペアの電流を 1 分間通ずる時は、幾カロリーの熱量を生ずるか。

3. 或針金に 5 アンペアの電流を通じたのに、1 分間に 3500 カロリーの熱を生じたとすれば、この針金の抵抗如何。

4. 圖の如く、一つの白熱電燈 L に電流を供給せる電路に、A なるアンペア計を入れ、L の兩端

に抵抗 5000 オームの V なるボルト計をつないだのに、A は 0.42 アンペアを



示し、V は 100 ボルトを示した。電燈は毎燭光 1.25 ワットの電力を要するものとすれば、この電燈は幾燭光であるか。

第六章 電流の磁氣作用

1. 電流の磁氣作用を説明し、其の應用された装置を知れるだけ挙げよ。

2. 一つの導線に電流が通じてゐるか否かを驗す方法を列舉せよ。

3. 平行なる二本の針金に、同方向又は反対方向の電流を通ずる時は、夫々互に吸引又は排斥する。この理由を説明せ

よ。

4. ボルト計とアンペア計との構造上、並に使用上の異同を比較せよ。

5. 導線に電流が通ずる場合に現れる諸作用を、各一例を加へながら列舉せよ。

第七章 感應電流

1. 發電機の運轉を急速ならしめる場合に起る電氣的の結果を説明せよ。

2. 交流の通じてゐる電燈と直流の通じてゐる電燈とは、強い磁石を用ひると、電球の外方から充分判別し得られる。どうすればよいか。

3. 次の種々の場合に使ふ電流は、直流か、交流かそれともその何れでもよいか。理由を附して答へよ。

- a 電池を充電する電流
- b 白熱電燈に使ふ電流
- c 電氣分解に使ふ電流
- d 變壓器に使ふ電流

4. 發電機、感應コイル、變壓器、電話機に於て、感應を起す方法の違ひを述べよ。

第八章 眞空放電、放射能

1. X線と陰極線との差異を記せ。

2. 陰極線とβ線、X線とγ線とを比較説明せよ。

3. 陰極線, X線, α 線, β 線, γ 線を如何にして認めるか。

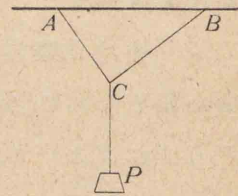
第五編 力と運動

第一章 力

1. 輪の半径50糎、軸の直径25糎の輪軸の軸につけた糸に、16瓦の物体を吊すときは輪の糸を幾何の力で引けばよいか。

2. 分力がもとの力より大きいことがあるか。

3. 長さ70糎で20疋重の張力に耐へる綱の両端を、互に50糎隔たつた天井の二点A, Bに結びつけ、綱のA端から30糎の点Cに錘Pを吊す時、綱の切断しない範囲内の錘Pの最大重量を問ふ。但し綱自身の重さは省略する。



4. 2米登ると高さ(鉛直に測る)1米を増すやうな坂路がある。この坂にW疋重の物体を載せ、路に平行する力でこれを支へようとするには、幾何の力を要するか。但し、坂路の摩擦はないものとする。

5. 傾斜角 30° の斜面上に、重さ50疋重の物体がある。

- (イ) これを斜面に沿ふて引上げる力, (ロ) これを水平に支へる力, (ハ) これが斜面を直角に押す力を求めよ。

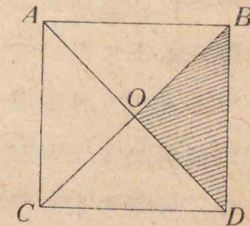
6. 棒に重い物体を懸け、甲乙二人が棒の両端で、甲2乙3の割合の力を出してこれを支へるには、物体を何處に懸けた

らよいか。但し棒の重さはないものとする。

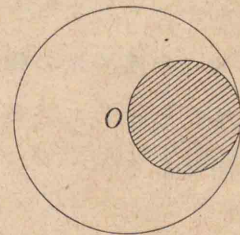
7. 重さ20疋重と6疋重との二箇の物体を、長さ90糎、重さ4疋の棒の両端に懸垂してその棒を水平に保たせようとする。如何なる点を支へる必要があるか。但し棒の重心はその中点にあるものとする。

8. 地上に横はつてゐる一本の丸太木がある。その一端のみ少し持ち揚げるに72疋重の力を要し、又他端のみを少し持ち揚げるに120疋重の力を要すといふ。この丸太木の重さは何程か。

9. 等質の木で作つた等しい厚さの正方形の板から、その対角線で作られる四つの三角形の一つを切り去ると、残部の重心は如何なる点に移るか。



10. 厚さの等しい等質の圓板から、直径がその半分の内切圓を切りとると、残部の重心はどこになるかそれを定めよ。



第二章 運動と力

1. 鉛直に上昇しようとする氣球が、速度1秒米の水平に吹く風のために、鉛直線と 30° 傾いた徑を昇る。氣球の鉛直速度如何。

2. 2940 ダインの力が、質量 5 瓦の物體に働くときは幾何の加速度を生ずるか。
3. 100 ダインの力が、質量 20 瓦の物體に 10 秒間働くときは幾何の速さを與へるか。
4. 地上 50 米の高さから 300 秒米の速度を以て水平の方向に發射した彈丸は、發射後幾秒で地面に達するか。又彈丸の水平射程を求む。
5. 500 米の高さにある氣球から、19.5 米/秒の速度で眞上に石を投げ上げたとなれば、何秒後に石は地上に達するか。
6. 眞上に昇つてゐる飛行船が、地上 150 米の高さから報告筒を落し、6 秒の後地上に達したといふ。報告筒を落した際の飛行船の上昇速度は何程か。
7. 60 纏の絲の先に 100 瓦の質量の物體を結び、毎分 30 回轉させようとする。何程の力に耐へる絲を用ひたらよいか。
8. 半徑 50 米の彎曲レールに於て、レール面を水平面と 30° の傾きをなして外側を高くする時、列車の速度約幾軒/時まで可能であるか。

第三章 運動に對する抵抗

1. 水平面と 30° の傾斜を有する平面上に 10 瓦の物體がある。今此の斜面に平行な力を加へて此の物體を支へるには幾瓦の力を加ふべきか。但し摩擦係数は 0.4 として小數以下一位迄求めよ。

2. 機關車や電車の車輪が滑る時、レールに砂を撒くのは何故か。又機關車が自體より重い列車を牽き走ることの出来るのは何故か。
3. 斜面上に 100 瓦の物體を置き、斜面の傾角を漸次増大して 30° に至らしめるとき、その物體は丁度滑り始めるといふ。この時の最大摩擦力を求めよ。

第四章 仕事, エネルギー

1. 一種のエネルギーが他の種類のエネルギーに變換する實例三つを挙げよ。
2. 矢を射る時、弓を引き始めてから最後に矢が的中して靜止するまでの間に、エネルギーが變遷する模様を説明せよ。
3. 重さ 200000 瓦重の汽車が動き初めて 5 米だけ進行する間に、毎秒 2 米の速度を得たとすれば、之に幾瓦重の力が働いた事になるか。
4. 質量 3.9 瓦の銃より 10.5 瓦の彈丸を 780 秒米の速度で打出す時、銃の後退する速度及び發射時に於ける銃と彈丸との運動のエネルギーの比は、各幾何であるか。
5. 質量 4000 瓦、速度 20 時軒で走る電車が、ブレーキで止められる時、幾カロリーの熱を生ずるか。
6. 石炭の燃焼熱で蒸氣機關を運轉する場合に、1 瓦につき 7500 瓦カロリーなる發熱量の 5% が有効に使用せられるものとする、10 馬力の機關を一晝夜運轉するには何程の石

炭を要することになるか。

7. 100 ボルト用50ワットの電球に流れる電流の強さ、抵抗の値を計算し、尙この電球を1時間點火するとき發生する熱量を問ふ。

8. 100 ボルト 20 ワットで點火するタングステン電球の壽命を1000時間とすれば

- (イ) 消費する電力量は何キロワット時であるか。
- (ロ) 發生した總熱量は何カロリーであるか。

9. 内燃機關が他の熱機關に比べて特に優れてゐる點を列擧せよ。

第六編 振動波動

第一章 振動及び波動

1. 甲乙二つの振子があつて、甲が10回振動する間に乙が13回振動してゐる。この二振子の長さの比を見出せ。

2. 東京に於て長さ99.2 糎の振子の週期は2秒であると云ふ。此の地に於ける重力の加速度を求めよ。

3. 重力の加速度979.8 秒糎²の土地に於て2秒の週期を有する振子時計は、重力の加速度978.8 秒糎²の土地に於て一晝夜に幾秒遅れるか。

4. 重力が現在の $\frac{1}{4}$ に減少したとすれば、その爲に次の諸量は如何に變ずるか、理由を附して説明せよ。

- (イ) 晴雨計の水銀柱の高さ。

(ロ) 振子時計の示す時間。

(ハ) 水上に浮んでゐる舟の水中に沈める部分の體積。

(ニ) 水中の一定の深さにある氣泡。

(ホ) 物體が一定距離を自由に落下するに要する時間。

第二章 音 波

1. 毎秒230回振動する音叉によつて空氣中に生ずる音波の波長は何程か。但し音の速さは340秒米とする。

2. ABC三箇の音叉がある。Bの振動数は毎秒565、Cの振動数は570である。AとBと同時に鳴らすと毎秒3箇の唸りをきき、AとCとを同時に鳴らすときは毎秒2箇の唸りを聞くと云ふ。Aの振動数を求めよ。

3. 琴を弾する際に屢々左手の指で押へる理如何。

4. 振動して居る音叉を臺箱の上に立てるときはその音は強くなるが、音叉の振動は早く消失する。その理由如何。

5. 能樂堂の舞臺の下に甕を伏せるのは何のためか。

6. 長さを加減することの出来る一端の閉ぢた氣柱の管口に振動する音叉を近づけたとき、氣柱の長さが12糎で共鳴の強さが最大となつたといふ。音の速度を340秒米として音叉の振動数を求めよ。

第三章 光 波

1. 音波と光波とを比較してその異なる點を明かにせよ。

2. 音波及び光波に於て、振動数の多少及び振幅の大小は、夫々どのやうな結果として感知されるか。
3. 光線、熱線、化学線の性質、作用を比較せよ。
4. 光波が横波であることは如何なる事實から立證し得られるか。

第四章 電 磁 波

1. 音波、光波、電波を比較せよ。
2. 波長400米なる放送電波の振動数は何程か。
3. 無線電信と無線電話とについて、その異なる諸点を挙げてそれを比較せよ。
4. 光電管の應用を列挙せよ。

昭和十三年一月二十日
文 部 省 檢 定 済
中 學 校 理 科 用

昭和八年十月一日印 刷 昭和八年十月五日發 行
昭和八年十一月五日訂正再版印刷 昭和八年十一月十日訂正再版發行
昭和十二年十二月一日訂正三版印刷 昭和十二年十二月五日訂正三版發行
昭和十三年一月九日訂正四版印刷 昭和十三年一月十四日訂正四版發行

新 制
物 理 學 教 科 書
改 訂 版
乙 表 準 據

不 許 複 製

定 價 金 壹 圓 參 拾 錢

著 作 者 田 中 晋 輔
磯 谷 貞 次 郎
發 行 兼 者 田 口 繁 藏
印 刷 者
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	$d = \frac{m}{v}$ 8	凸面鏡	$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$ 74
パスカルの原理	$\frac{P}{a} = \frac{Q}{b}$ 15	屈折率	$n = \frac{AN}{AN'} = \frac{\sin i}{\sin r}$ 75
液体の壓力	$p = hd$ 17	レンズ	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{ (凸)} \\ \text{(一は虚像の場合)} \\ -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{ (凹)} \end{array} \right. 80, 81$
連通器	$h_1 d_1 = h_2 d_2$ 20		
ボイルの法則	$PV = P'V'$ 28	物体の長さ	$= \frac{a}{b}$
熱量計	$cm(t-T)_{\text{カリ}} = c'm'(T-t')_{\text{カリ}}$ 41	照度	$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$ 99
線膨脹係数	$a = \frac{l-l_0}{l_0(t-t_0)}$ 43	オームの法則	$i = \frac{V}{R}$ 113
固体の膨脹	$l = l_0\{1 + a(t-t_0)\}$ 43	導線の抵抗	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ (直列) 114 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$ (並列) 115
線膨脹係数と體膨脹係数	$b = 3a$ 46	電池の内抵抗	$i = \frac{E}{R+r}$ 116
シャルルの法則	$v = v_0\left(1 + \frac{t}{273}\right)$ 46	電気分解	$M = \frac{0.001118}{107.9} \times mit$ 118
ボイルシャルルの法則	$\frac{VP'}{273+t'} = \frac{VP}{273+t}$ 47	ジュールの法則	$\left\{ \begin{array}{l} H = 0.24i^2Rt \text{ カリ} \\ H = 0.24iVt \text{ カリ} \end{array} \right. 122$
融解熱	$c_1m(T-t_1) + Lm + c_2m(t_2-T)_{\text{カリ}}$ 48	挺子	$P \cdot CA = Q \cdot CB$ 157
氣化熱	$cm(T-t) + Lm_{\text{カリ}}$ 56	輪軸	$P \times R = Q \times r$ 159
湿度	$H = \frac{p}{P} \times 100$ 61	斜面	$P : W = BC : AB$ 166
球面鏡の焦點距離	$f = \frac{r}{2}$ 71	加速度	$a = \frac{v-v_0}{t}$ 176
凹面鏡	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f} \\ \text{(一は虚像の場合)} \\ \text{物体の長さ} = \frac{a}{b} \\ \text{像の長さ} = \frac{a}{b} \end{array} \right. \dots\dots 74$	等加速度直線運動	$v = v_0 + at$ 176

	$S = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 176	位置のエネルギー	$mgh_{\text{エルグ}}$ 203
	$v^2 - v_0^2 = 2as$ 176	電力	iV ワット 207
力と加速度	$f = ma$ 178	振子の週期	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 216
力と運動量	$f = \frac{mv - mv_0}{t}$ 178	波動	$v = n\lambda = \frac{\lambda}{T}$ 219
物体の重さ	$w = mg$ 180	絃の振動	$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{F}{m}}$ 227
求心力	$f = m\frac{v^2}{r}$ 184	氣柱の振動	$n = \frac{v}{4l}$ (閉管) 229
最大摩擦力	$F = kP$ 192		$n = \frac{v}{2l}$ (開管) 229
仕事	$w = fs$ 199		
運動のエネルギー	$\frac{1}{2}mv^2$ 202		

氣 壓	1氣 壓 = 0°Cの水銀柱760托 = 毎平方糎1033.6托
力の重力單位	1瓦 重 = 質量1瓦の物体の重さに等しい力
力の絶対單位	1ダイン = 質量1瓦の物体に働いて毎秒1秒糧の加速度を與へる力
仕事の單位	1疋 米 = 1疋重の力が、力の方向に1米だけ物体を動かした時の仕事
仕事の絶対單位	1エルグ = 1ダインの力が、力の方向に1糎だけ物体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疋米 = 746ワット
熱の仕事當量	1カロリー = 4.2ジュール
	氷の融解熱 = 80 カロリー
	水の氣化熱 = 539 カロリー
	重力の加速度 $g = 980$ 秒秒糧
	音の速度 = 340 秒米 (15°の空氣)

精華房

2