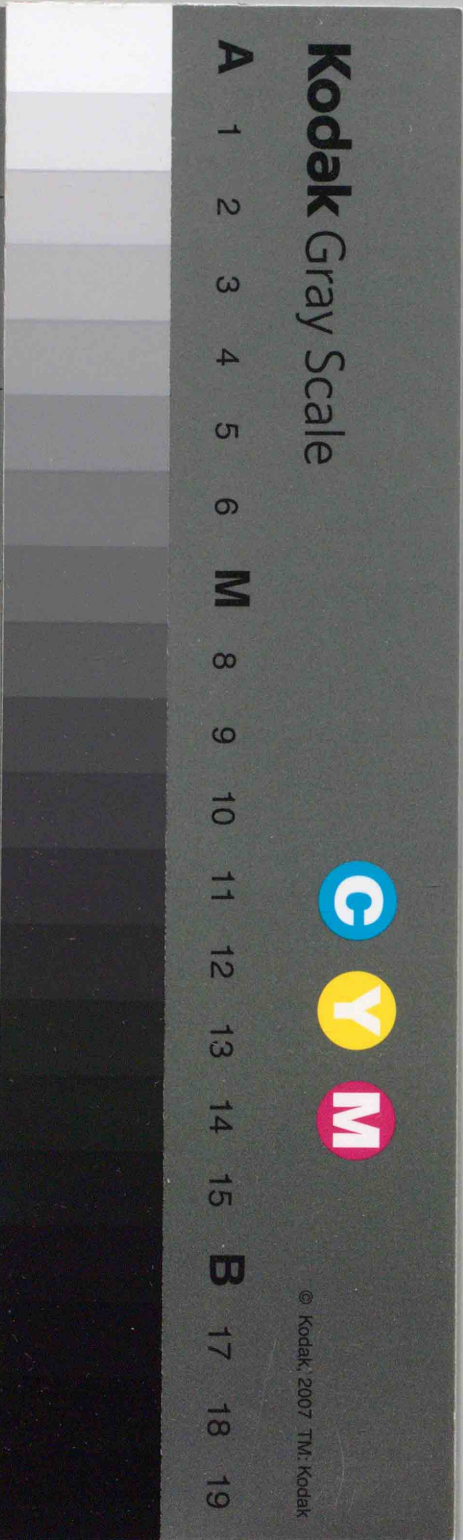
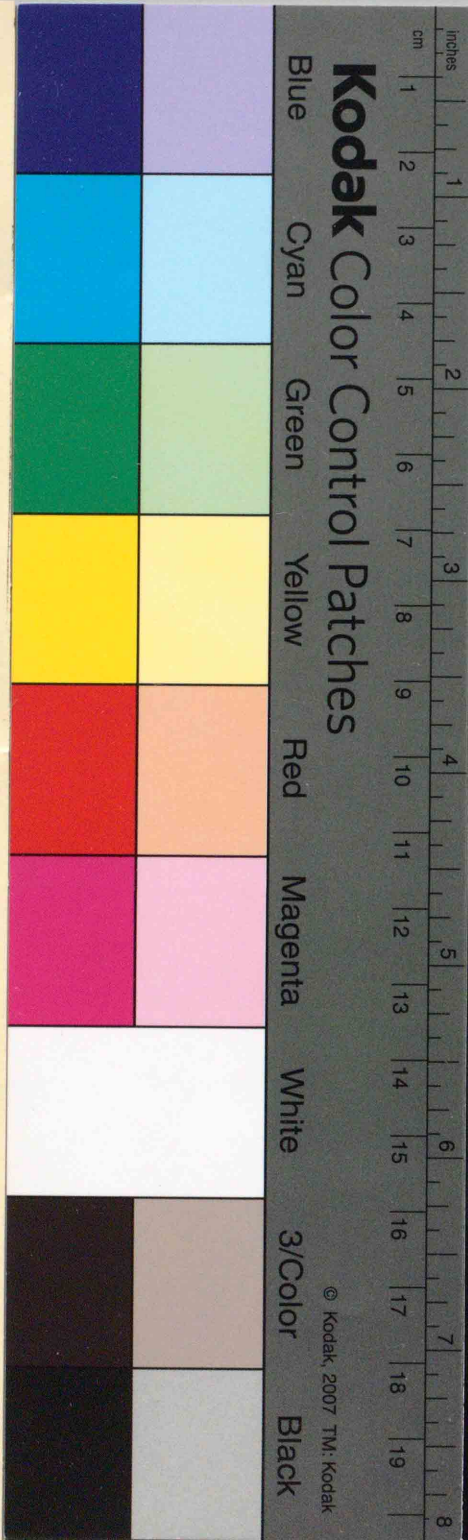


40366

教科書文庫

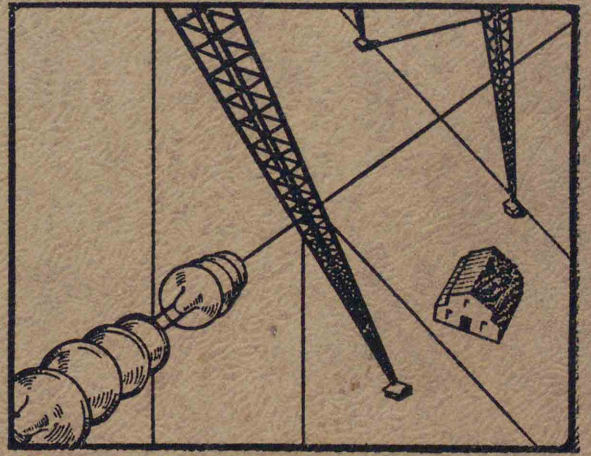
4
421
42-1929
2000.0
82104



4b
421
823

女子理科
物理學教科書

近藤耕藏 竹島茂郎
共著



成美堂書店 目黒書店

広島大学図書
2000082104

教科書文庫
429
82104



46
421
BB3

教科書文庫
4
421
42-1929
2000082104

資料室

女子理科

物理學教科書

近藤耕藏 竹島茂郎

共著

(昭和改訂版)

昭和四年一月十日
文部省檢定済



成美堂書店 目黒書店

合梓

緒 言

本書は従前発行の同名の書に、入念の改正を加へたものである。

文語體を改めて口語體としたのは、今の少青年が口語體に親しみが深いからと云ふのが理由で、他に深い意味はない。

物理學には所々に説明のしにくい場所がある。その説明のしにくい場所は、從來多く見る慣例によると教科書でも之を書く事を避けて、全く教師の手腕に一任する傾向が見える。本書はかゝる點に出遇つた時には、著者自らが教壇に立つたつもりで、特に委しく其の説明を書いてある。但しこの説明法を唯一のものとして教授者に強ひるわけでは勿論ない。かゝる説明の仕方もあることを教授者に知らせて、参考に供すれば足りるのである。

女學校に課する物理教科書は、中學生に課するそれに比べて、教材の種類に於てでなく、説明の仕方の上で、かなり異つた所がなくてはなら

ぬ事は、著者多年の経験から確信するところである。程度の高きを望んだとて、半解の智識では何の役にも立つものでない。本書は著者の此の意見を随所に發揮して居る。

學校の設備又は教授時數の關係上、教材の取舍撰擇に便する爲に、從來「省くなら先づ之れをと云ふ部分を附録として別に纏めて置いたが今度は之れを本文に入れて、只その題目の傍に*を附して同じ意味を表すことにした。

本書に隨伴して、教授者の参考となるべき小冊子を書いて、問題の補充實驗其の他に關する著者の意見を述べ、教授者の相談相手たらんことを期した。

昭和三年十月

著 者

女子理科 物理學教科書

目 次

第一編

物 性

第一章 總説

- 1 力 慣性……………1
- 2 重力 力の重力單位……………2
- 3 鉛直線 水平面……………3
- 4 質量……………3
- 5 密度……………4
- 6 萬有引力……………4
- 7 分子 分子引力……………5
- 8 彈性……………6
- 9 フックの定律……………7

第二章 液體

- 10 バスカルの原理……………8
- 11 水壓機……………9
- 12 液體内部の壓力……………10
- 13 液壓の強さは容器の形に關せず……………12

- 14 連通器……………13
- 15 アルキメデスの原理……………14
- 16 物の浮沈……………14
- 17 比重……………15
- 18 比重の測定法……………16
- 19 毛管現象……………17
- 20 表面張力……………18

第三章 氣體

- 21 大氣 大氣の壓力……………20
- 22 氣壓計 天氣像報……………21
- 23 土地の高さと氣壓……………23
- 24 大氣の浮力……………24
- *25 氣壓を考へに入れた液壓……………24
- 26 ボイルの定律……………25
- 27 排氣ポンプ……………26

28 壓搾ポンプ.....28	*30 ウィングポンプ.....31
29 水ポンプ.....29	31 サイフォン.....31

第二編 熱

第一章 温度・熱量・比熱

32 寒暖計.....33
33 體温計.....34
34 熱量.....35
35 比熱.....35
36 熱容量.....36

第二章 膨脹と收縮

37 固体の膨脹.....37
38 液体の膨脹.....38
39 氣體の膨脹.....39

第三章 熱の移動

40 熱の傳導.....40
41 熱の對流.....41
42 熱の輻射.....42
43 火の二種類.....43
44 鍋釜の底面.....43

45 布地の黒白.....44
46 氣温.....44
47 地表の温度.....45
48 海と陸との氣候.....45

第四章 三態の變化

49 融解.....46
50 凝固.....47
51 寒劑.....47
52 氣化・沸騰.....48
53 氣化熱.....49
54 蒸發に依る冷却.....51
*55 人工製氷.....52
56 蒸發の速さ・飽和蒸氣.....52
57 濕度.....53
58 露點.....54
59 濕度計.....55

第三編 力 運動

第一章 力

60 力の圖示法.....56
61 二力の釣合.....57
62 合力・分力.....57
63 二力の合力.....58
*64 三力以上の合力.....60
65 分力の求め方.....60
*66 平行な二力の合力.....61
67 力の能率.....62
68 重心.....64
69 物体の坐り.....66
70 坐りの安定さ.....67
71 摩擦力.....68
*72 摩擦係數・滑かな表面.....69
73 回轉摩擦.....69
74 摩擦力の利用.....70
75 滑車.....71
76 仕事・仕事の原理.....72
77 斜面.....73

78 螺旋.....74
79 輪軸.....75
80 工率.....76

第二章 運動

81 運動と靜止.....77
82 速さ.....78
83 速度.....78
84 運動の第一定律.....78
85 運動の第二定律.....79
86 力の働く時間の影響.....80
87 運動の第三定律.....80
88 飛行機.....82
89 落ちる物体.....83
90 流体の抵抗.....84
*91 抛射體.....87
92 遠心力.....88
93 振子.....89
94 彈力に依る振動.....90

*第四編 勢力

第一章 勢力

95 勢力.....92

96 運動の勢力.....92

97 位置の勢力.....93

98 勢力の種類.....94

99 勢力の變遷.....94

100 勢力の變遷と仕事.....95

101 勢力不滅の定律.....95

102 熱の仕事當量.....97

103 動物・植物・太陽.....97

第二章 水車熱機關

104 水車.....99

105 蒸氣機關.....100

106 内燃機關.....101

107 天與の勢力と日本.....102

第五編 音

第一章 音波

108 音波.....104

109 音波の反射.....105

110 音の三要素.....106

第二章 發音體の振動

111 絃.....108

112 管.....108

113 板.....110

114 蓄音機.....110

第六編 光

第一章 光の直進・反射

115 物の見える根本條件.....113

116 光の直進・速さ.....113

117 影.....114

118 光の反射.....115

119 平面鏡.....116

120 球面鏡.....117

121 凸面鏡の性質.....118

122 凸面鏡に依る像.....118

*123 凹面鏡の性質.....120

*124 凹面鏡に依る像.....120

第二章 光の屈折

125 光の屈折.....122

126 水の見懸けの深さ.....124

*127 全反射.....124

第三章 レンズ及び

其の應用

128 レンズ.....125

129 凸レンズの性質.....126

130 凸レンズに依る像.....127

131 凹レンズの性質.....129

132 凹レンズに依る像.....130

133 寫眞機.....130

134 幻燈器械.....130

135 顯微鏡.....132

136 望遠鏡.....133

*137 双眼鏡.....133

138 眼.....133

139 物の見懸けの大きさ.....135

140 殘像.....135

141 驚盤・活動寫眞.....135

第四章 色

142 光の分散.....136

143 分光器.....137

144 物體の色.....138

145 單色・複色.....139

146 光澤.....139

147 光の混合・餘色.....140

148 染料顔料の混合.....141

149 燐光・螢光.....142

*150 虹.....142

第五章 燈火

151 燭光.....144

152 照度.....144

153 照度と明るさ.....145

154 室内の明るさ.....145

第七編 磁氣及び電氣

第一章 磁氣

- 155 磁石.....147
- 156 磁氣の感應.....147
- *157 磁場.....148
- 158 分子磁石.....149
- 159 地球の磁氣.....151

第二章 靜電氣

- 160 電氣導體不導體.....153
- 161 電氣の二種.....154
- 162 靜電氣感應.....155
- 163 起電盆.....156
- 164 電氣の中和放電.....156

*165 電子説.....157

- 166 靜電氣に關する二三の實驗.....158

167 蓄電器.....159

168 電光雷鳴.....160

169 落雷避雷針.....162

第三章 電流電池

170 電流電池.....162

171 主要なる電池.....163

第四章 電流の磁氣作用

- 172 電流が磁石に及ぼす作用.....165

173 電磁石.....165

174 電鈴.....166

175 電信機.....167

176 電動機.....168

177 電車.....170

第五章 電流に依る化學變化電流に關する諸單位

178 電氣分解.....170

179 蓄電池.....171

180 電流の強さの單位.....172

181 電流計.....173

182 抵抗抵抗の單位.....173

183 抵抗器.....174

184 電壓電壓の單位.....174

185 導線の各部に於ける

電位差.....175

186 オームの定律.....176

187 分れ路を流れる電流の強さ.....176

188 電壓計.....177

第六章 電流と熱及び光

189 電流によつて生ずる熱.....178

190 電熱器.....178

191 ワット・ワット時.....179

192 電燈.....180

193 弧光燈電氣爐.....181

第七章 感應電流

194 感應電流・レンツの定律.....182

195 發電機.....183

*196 交流と直流.....184

*197 交流の圖示法.....184

198 水力電氣.....186

199 感應コイル.....186

*200 變壓器.....187

201 電話機.....188

第八章 無線電信、無線電話

202 電波.....190

*203 無線電信.....191

*204 檢波器.....193

*205 無線電話.....195

第九章 X線放射能

206 ガイスレル管.....196

207 陰極線.....197

208 X線.....198

209 放射性元素.....199

—(を は り)—

女子理科
物理學教科書

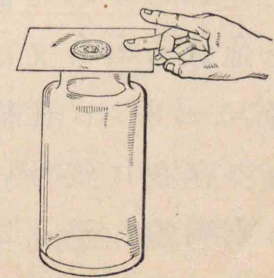
第一編 物 性

第一章 總 說

1. **力・慣性** 押す若しくは引くはたらきを力と云ふ。

總べて物體は、之に力が働くとでなければ、現に静止せるものは永久に静止し、現に運動せるものは永久に其の運動の速さ及び方向を持ち續ける。此の性質を慣性と名づけ、此の一般の事實を慣性の定律と云ふ。

自然界には慣性の定律に従はぬ物體もあるやに見ゆるが、實は其の時には必ず其の物に力が働いて居る。例へば熟した果物の木より落ちるのは地球の引力(次節)の



厚紙の上に銅貨を載せ、指にて紙をはね飛ばせば銅貨は其の位置に残る。何故か。

爲であり、机上に滑りつ
つある書物の終に止る
のは、摩擦力 (第71節) と云
ふ力のためである。

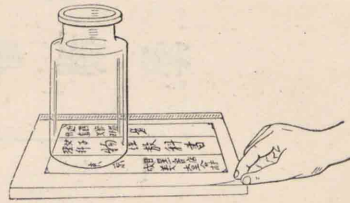
物の慣性に由て起る
自然現象及び其の利用
の例は甚だ多い。刃物

を其の柄にさし込む時、又は之を抜きとるとき
に、其の柄の一端を適當の方向に叩くこと、金槌
が釘を打ち込む用をなすこと、進行せる舟車に
人の昇降するときよろめき倒れんとすること
などは、其の一二の例に過ぎない。

2. 重力力の重力單位 地球上の物體は總べ
て地球の中心に向つて引かれて居る。此の力
を地球の引力又は單に重力と云ふ。大物理學
者ニュートンは林檎の自然の落下に依つて此の
力の存在に氣付いたといふことである。

或物體に働く地球の引力の強さは、地面の高
さ及び緯度に依つて多少は異なるが、其の差は極
めて小さいから、力の大きさを示す單位とせられ

第二圖



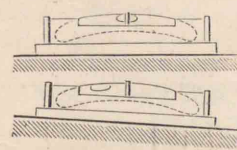
(1) 瓶を載せた書物を急に動かせば瓶は
残り。
(2) 瓶が書物と共に動いて居るとき急に
書物の運動をとめれば瓶は前方に滑
り、若しくは倒れる。何故か。

る。之を力の重力單位と云ふ。「一瓦の力」又は
「一珽の力」など云ふのはそれである。

3. 鉛直線・水平面 重力の方向を鉛直線と云
ひ、鉛直線に直角な平面を水平面と云ふ。静止せる液體の自由表面(器
に觸れて居らぬ表面)は水平面の例であ
る。



鉛直線と水平面とを知ることは、
建築・土木工事などに於ては大
切である。



鉛直線を知るには錘を吊して
絲の方向をしらべ、水平面を知る
には、普通水準器を用ふる。

圖 水準器ノ硝子管ガ彎曲セズニ眞直デアツタトキニハ、使
用上如何ナル不便ガアルカ。

4. 質量 物の質量即ち其の物に含まれる物
質の量の多少をテひ表すには、瓦・珽等の單位を
用ふる。一珽と云ふは國際珽原器がもつ質量
若しくは之に等しい質量のことであつて、瓦は
其の千分の一で、攝氏四度に於ける水一立方糎

のもつ質量に相當する。

物の質量を測るには通例天秤を用ひ、分銅と云ふ質量の知れた物と、重力の大きさを比べて之を知る。之れ同じ場所に於ては、重力相等しいものは質量も相等しいからである。

5. **密度** 等しい體積内に多くの質量を含む物質を密度大なる物質と云ふ。

物の密度を言ひ表はすには、單位體積内に含まるゝ質量を示す。例へば水の密度は1立方糎につき1瓦或は略して1瓦立方糎と云ひ、水銀の密度は13.6瓦立方糎と云ふ。

圖 (1) 或硝子板ガアリ、其ノ體積15立方糎デ其質量 37.5 瓦デアルト云フ。其ノ硝子ノ密度何程。

(2) 金ハ重ク木ハ輕シト云フ言葉ニ如何ナル缺點ガアルカ。

6. **萬有引力** ニュートン其の他の物理學者の研究によれば、

(1) 萬物は互に相引いて居る。…この力を萬有引力と名づける。

(2) 萬有引力の強さは二物體のもつ質量の相

乗積に正比例し、其の距離の自乗に反比例する。

地球上の諸物體間に於ける萬有引力は頗る弱いから、通例は認められない。但し一方の物體が地球であるときには、質量の相乗積が著しく大となるから、萬有引力は明に認められる。それが前に地球の引力又は重力と呼んだ力である。重力の大きさが、土地の高さ又は緯度によつて多少異ると云ふのは(第2節)地球の中心からの距離が多少異なる結果である。

圖 地球ノ中心カラ月マデノ距離ハ地球表面マデノ距離ノ凡ソ60倍ダト云フ。地球面上デ體重40疋ノ人ハ月ノ世界マデ行ツタトスレバ幾疋ノカデ地球ニ引カレルカ。

6. **分子分子引力** 物質は分子と名づくる極めて小さい粒の集りから成る。一つまみの染料が多量の水に一樣に着色させ、一塊のジャ香が大きな室を幾年もかをらせるなどの事實によつて、分子の甚だ小さいことは想像し得られる。

木の折れ難く、金の切り難き等の事實によつて、分子は互に相引く力あることが察せられる。この引力を分子引力と名づける。

分子引力に二種ある。同種類の分子間の引力を凝集力と名づけ、異種の分子間の引力を附着力と呼んで之を區別する。

分子引力が萬有引力と異なる主な點は、

(1)物質の相違によつて引力の大きさの著しく異なること、

(2)極めて短距離の間にのみ其の働きが認められることである。

圖 (1)硝子棒ヲ水中ニ入ルレバ濡レルガ、水銀中ニ入レテハ濡レナイ。分子引力ニヨツテ之ヲ説明セヨ。

(2)割レタ茶碗ノ兩片ヲ單ニ押シツクタノミデハ舊ノ如クツグズ、何かノ糊ヲ用フレバツグレル。之ヲ説明セヨ。

8. **彈性** 物體が、外力の爲に形或は體積を變ずることを歪と云ひ、歪を生じたとき、物を舊態に引戻さんとする力を彈力と云ふ。

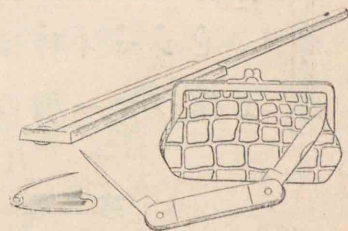
物に歪を與ふるとき、或際限を超ゆれば外力を去つても全く舊態にかへらないやうになる。この際限を彈性の際限と云ひ、容易に彈性の際限に達しない物質を、彈性に富んだ物質又は單に彈性體と云ふ。

何れの氣體も體積に關しては彈性の際限がない。

固體の彈性の際限は品質によつて著しい差異がある。就中ゴムと適當に扱はれた鋼鐵との二者は殊に著しい彈性體である。

彈性は至つて調法な性質で、いろいろの方面に利用せられる。空氣枕、自轉車のゴム輪、人力車のバネ等に於ては、物

第五圖



の當りをやはらかにするに用ひられ、安全ピン、ナイフ、扇子、金入れ等に於ては、手數を省く目的に用ひられる。

第六圖

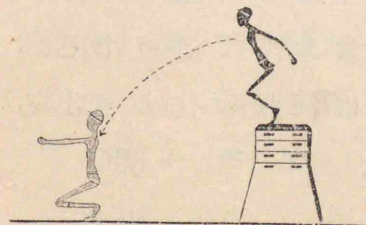
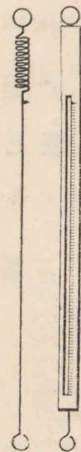


圖 吾等ガ高所ヨリ飛ビ降ルトキ膝ヲ屈スルヲ良シ

トスルハ何故カ。

9. **フツクの定律** 固體の彈性に關して、フツクの實驗の結果に依れば、彈性の際限内に於ては、歪の量は之に加へた力に正比例する、之を

第七圖 フックの定律と云ふ。



物體に歪が與へられて居る時には、其の時の弾力は、歪を生ずる爲の力と釣合つて居る。即ちこの二力の大きさは相等しい。故に、フックの定律は又歪の量と弾力とは正比例すと云うてもよい。

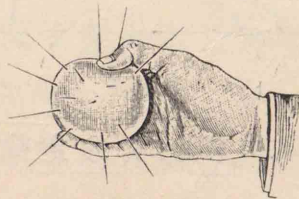
ゼンマイ秤はフックの定律を應用して作つた一種の秤である。

第二章 液 體

10. **パスカルの原理** 數個の小孔をもつたゴム球に水を充して、其の或一部分を壓せば、水は何れの孔よりも等しい勢をもつて迸り出る。また其の壓力を増減すれば、何れの孔より出る水の勢も同様に増減する。

一般に密封せられた液體の或一部分に、或強さの壓力を増減すれば、液の何れの部分にも、それと等しい強さの壓力の増減が行

第八圖



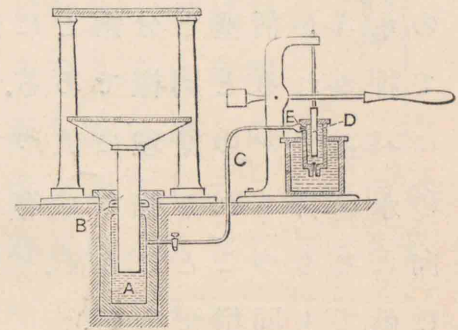
赤熱した針で貫くことによつて數個の孔をつくつたゴム球に水を充たして押しつぶす。

はれる。之をパスカルの原理と云ふ。こゝに「等しい強さの壓力」と云ふ意味は、其の壓力が加はつた面積で壓力を除した商、即ち單位面積についての壓力が等しいと云ふことである。

物理學で液體氣體の壓力を論ずる場合に、單に「壓力の強さ」と云ふときには、いつもこの意味である。

11. **水壓機** パスカルの原理により、下圖の如き裝置に於て、活塞

第九圖



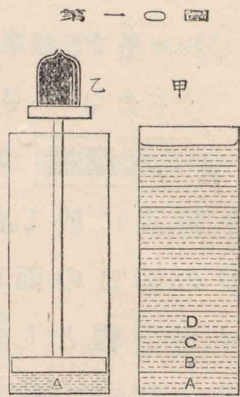
Dの切口の面積を d 平方糎とし、活塞Bの切口の面積を b 平方糎とした時、前者に w 疋の壓力を加ふれば、後者は $\frac{w}{d} \times b$ 疋の力で押し上げられる。故に $\frac{b}{d}$ の比の値を増すことによつて、力はいくらでも増大せられる。これが水壓機の原理である。

物をしめつける場合のやうに、ジリジリと大なる力を働かせたい場合には、極めて便利な機械である。

問 第九圖ノ水壓機デ、活塞Dノ面積ガ3.5平方糎、之ニ加ハル力ガ10疋デアツタトキ、圓柱Bノ切口ノ面積420平方糎デアルトキハ、之ニ及ブ壓力ハ何程デアルカ。

12. **液體内部の壓力** 圓筒に水を満し、之を下

圖甲の如く幾つかの層に別けて考へた時、そのA部の水は、夫より上部に積重なつた水柱によつて押されること、恰も乙圖の水Aが活塞と分銅とに依つて押されると同様である。故にパスカルの原理に依つて、A

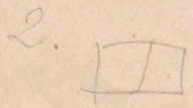


の水は押された強さに等しい壓力を何れの方角にももつことになる。B, C, D等の各層の水に就ても同様である。

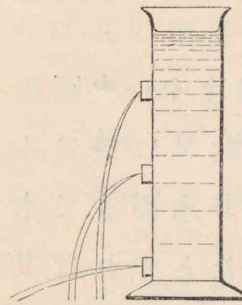
而して水一立方糎の重さは一瓦であるから、深さ L 糎にある水のもつ壓力の強さは L 瓦である。即ち其の壓力の比は深さの比に等しい。

次に掲ぐる二三の事實は、皆液の深さと壓力の強さとの關係に基いて説明せられる。

(1) 圓筒に水を盛り、其の側面の幾つかの孔を



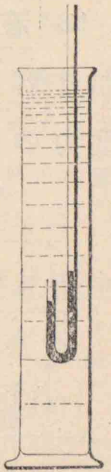
第一一圖



開けば、下方の孔より出る水程勢がよい。

第一二圖

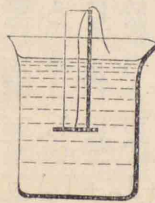
(2) 水銀を盛つた曲管を水中に沈めるに、深く沈める程兩水銀面の高さの差が著しい(第一二圖)。



い(第一二圖)。

(3) 第一三圖に示すが如くして試む

第一三圖



るとき、硝子若しくは金屬製の底は落ちないが、この圓筒内に水を注入して、この水面が外部の水面と殆んど等しくなるに至つて始めて落ちる。

(4) 堤防や桶のたがは底部に近きほど丈夫にすべき必要があるので實際にもその様に作られてある。

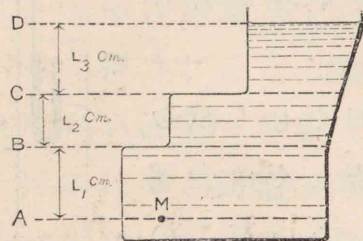
(5) 吾等が両手で倒に立つときには(越後獅子の如く)顔は赤くなり、手や顔の靜脈血管は著しく太くなる。

問 底面30平方糎ノ圓筒狀ノ器ニ深サ20糎ニ達スル迄水ヲ

入レタトキ底面ニ及ブ壓力ノ強サ及ビ底面ニ及ブ全壓力何程。

13. **液壓の強さは容器の形に關せず** 次圖の如き容器に入れられた水中の一點Mに於ける壓力の強さを考へて見るに、最初B水面まで水

第一四圖



が盛られたとすれば、其の壓力の強さは L_1 瓦である。次にC水平面まで液を増せば、パスカルの原理で、Mに於ける壓力の強さの増加は L_2 瓦である。更にD水平面まで液を増せば、壓力の強さの増加は更に L_3 瓦である。故に最後の壓力の強さは $(L_1+L_2+L_3)$ 瓦であるべきで、この結論は容器の形及び液の總量に全く無關係である。

又上のM點は同じ水平面上何れの點に在つても、結論は同じであることは云ふ迄もない。

されば液内の或水平面上の各點の壓力の強さは、容器の形狀に關せずして皆相等しく、 $\hat{\Delta}$ ならば其の點を含む水平面より其の液の自由表

面までの距離が L 厘のときに L 瓦、 $\hat{\Delta}$ 他の液體ならば、其の密度を D として $L \times D$ 瓦である。

圖 (1)底面ノ直徑20厘ノ平底フラスコガアル。底ヨリ口ノ上端マデノ距離40厘デアルトキ、之ニ一杯ニ水ヲ盛レバ底面ニ及ブ壓力ノ強サ及ビ全壓力ハ夫々何程デアルカ。
(2)上記ノフラスコニ水銀ヲ滿シタトキ底面ニ於ケル壓力ノ強サ、及ビ全壓力ハ夫々何程。

14. **連通器** 下圖の如き装置を設け、ゴム管をつぶして居た指頭を去れば、其處で兩方より出合つた水は、壓力の大なる方より、小なる方へ押し行くに相違ない。而してその壓力の大小は、只その深さのみによつて決定するものであるから(前節)液面の高きは下り低きは上つて、兩者が同一水平面に達せねば液の移動が止まない。

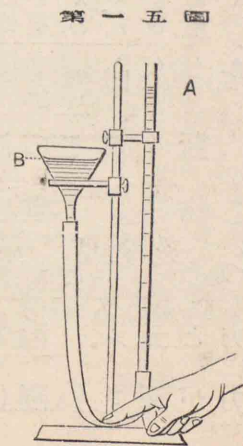


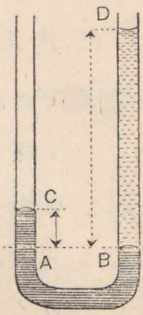
圖 (1)長イゴム管ノ兩端ニ稍、太イ硝子管(長サ40厘許リ)ヲ連ネタモノハ「水盛リ」ト呼バレ庭面ノ傾斜ノ程度ナドヲ測ルニ用ヒテ便利デアルト云フ。其ノ使用法ヲ考ヘヨ。
(2)水道ヲ設ケルトキ、貯水池ハ成ルベク高所ニ設ケルガ

ヨイト云フハ何故デアルカ。

(3) 如何ナル地勢ノトコロデ掘抜井戸ノ噴水ガ見ラレルカ。

(4) U字形ノ管ニ水銀ヲ入レ、其ノ一脚ニ水ヲ注入シタトキ、兩水銀面ノ高サニ2種ノ差ヲ見タ。水ノ深サハ何種デアルカ。

第一六圖



15. アルキメデスの原理 總べて液

體に浸された物體は、其の物體が押しのけた液の重さだけその重さを減ずる。之をアルキメデスの原理と云ふ。

斯く重さの減少するより考ふれば、液中にある物體には、重力の反対の方向に力が加はりつつあることが察せられる。此の力を液體の浮力と云ふ。液體の浮力は物體の下面に働く壓力が、深さの関係上、其の上面に働く壓力に勝るが爲に生ずる。

16. 物の浮沈 アルキメデスの原理に依れば、液體の浮力は、押しのけられる液の多き程、又其の液の密度の大なる程大きい。

物體の浮沈は、之に及ぶ液體の浮力と、その物

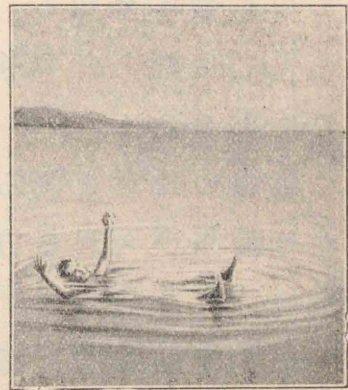
に働く重力との何れが大なるかによつて決定する。

而して物體が浮んでゐるときには、其の際押しつけて居る液の重さと浮體の重さとが丁度等しくなつてゐる。

圖 (1) 茶碗ヲ横ニシテ水ニ入ルレバ沈ミ、起シテ入ルレバ浮ブノハ何故デアルカ。

(2) 水泳ノトキ息ヲ深く吸ヘバ浮ビ易クナルハ何故カ。

第一七圖



地中海の東岸シリヤの地に死海と呼ばれる湖水がある。甚だしく鹽分を含み、人はこの中で圖の如くして浮ぶことが出来る。

17. 比重 或物質の重さと、それと同體積の水の重さとの比の値を(精密を要するときは攝氏四度の水に比べる)その物の比重と云ふ。

比重は各物質に特有の數であるから、比重を測る

ことは物質の純否又は不純の程度を知る爲に屢、利用せられる。

密度を示すとき、體積の單位として一立方厘米、質量の單位として瓦をとるときは、同じ物質の比重と密度とは同じ數値をもつ。

18. 比重の測定法 比重を測る方法に種々あ

る。水にとけない固體の比重を測るには、先づ其の物の空氣中にての重量 W を知り、次に其の物の水中にての重量 W' を知る。 $\frac{W}{W-W'}$ は即ち此の物の比重である。

液體の比重を測るに普通用ひられる方法の一二を云へば、

(1) 比重瓶と云ふ重量の知れた軽い瓶に (第一八



圖先づ水を満たして其の重量を測り、次に比重を測らうとする液を之に満して又其の重量を測り、次に必要な計算を施す。

比 重 の 表

イリヂウム	22.4
白金	21.5
金	19.3
鉛	11.3
銀	10.5
銅	8.9
眞 鍮	8.1—8.6
鐵	7.8
錫	7.3
亞 鉛	7.1
アルミニウム	2.7
硝 子	2.4—2.6
蠟	0.96
氷	0.92
木(コクタン)	1.2
木(ブナ・カシ)	0.7
アルコール(15度)	0.7937
エーテル(同上)	0.720
牛 乳(同上)	1.028—1.035
水 銀(零度)	13.596

(2) 右圖に示す如き浮秤と名づくる器を液中に浮べ、何度まで沈むかを見る。

第一九圖

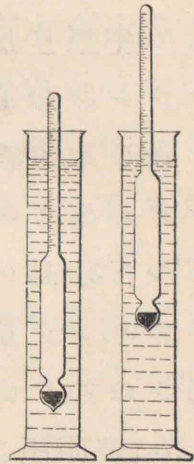
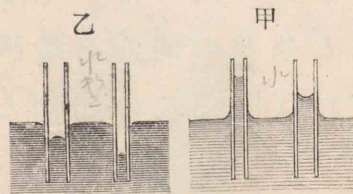


圖 (1) 或固體ヲ A 液ト水中トテ重量ヲ計ツタラ、A 液中デハ 40 瓦、水中デハ 50 瓦ノ重サガ減ズルヲ見タ。A 液ノ比重何程。

(2) 水ニトケル或固體ヲ石油ノ中ニ沈メテ石油ニ對スル比重ヲ測ツタラ 10.5 デアツタト云フ。其ノ石油ノ比重ガ 0.8 デアルトキニハ其ノ固體ノ比重何程。

19. 毛管現象 (1) 或液中に其の液に濡れ得る

第二〇圖



の如き現象を呈する。

かゝる現象は何れも細いところ、又は狭いところに著しく見られるから、共に毛管現象と呼ばれる。

精密な實驗の結果に依れば、他の事情が等し

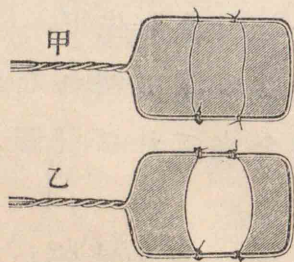
ければ管内液面上昇若しくは下降の程度は、管の半径に反比例する。

ランプの心が油を吸ひ上げ、吸取紙がインクを吸ひ取り、万年筆に於てペン先きまで常にインクが來て居る如きは(1)の場合の毛管現象であつて、水鳥の羽毛が容易に水の浸入を許さず、パラフィン塗りの布が目は粗くとも水を通さぬ如きは(2)の場合の毛管現象である。

20. 表面張力 管の先に石鹼球を吹き、其の儘にして暫時保てば、球は漸次に縮小する。

又針金の框に石鹼液の膜をかけ、之に二條の

第二一圖



糸をゆるく結び付け (左圖甲) 糸と糸との間の石鹼膜を破れば、同圖乙の如くなる。

石鹼液に限らず、總べて液體が其の液體に濡れな

い性質の物 (空氣も其の一) に觸れて居るときには、其の表面は恰も引張られたゴム膜のやうに、成るべく狭い面積をもたんとする。此の力を名

づけて表面張力と云ふ。

實例 今其の實例の二三を擧ぐれば、

(1) 里芋の葉若しくはパラフィン紙の上の水は、常に球狀を爲して居る。同一量の水に就いて云へば、球は最小の表面をもつものであるからである。

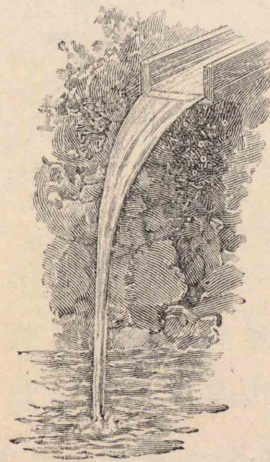
(2) 石油の一滴を水面に落せば、水の表面張力が石油の表面張力より強いから、石油は薄く引き延ばされる。

第二二圖



(3) 或器に水を滿して之を傾け、器の側面に水の膜を生ずる時に

第二三圖



は、水の通路が著しく曲る (第二二圖)。水銀には此の事がな

いから、水を扱ふに慣れた吾等は水銀を扱ふ時に、動もすれば之をこぼす。

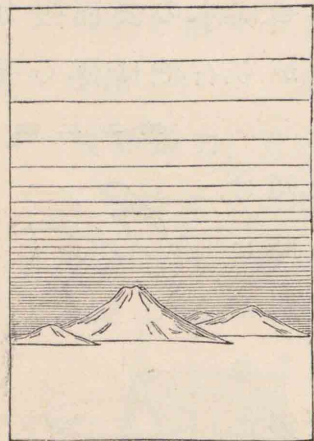
(4) 笥の口より薄い板の如くなつて落ちる水は、遂には

棒状となる(第二三圖)。

第三章 氣 體

21. **大氣大氣の壓力** 地球の表面には何程の高さ迄かは精密に知られないが、兎に角數百秊

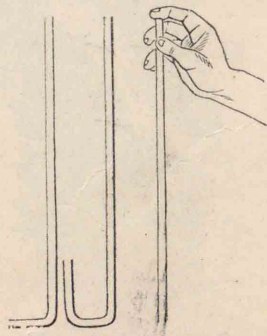
第二四圖



の高さ迄瓦斯體が積重なつて居る、之を大氣といふ。

瓦斯體は液體と異つて壓縮され易く、液體と同じくパスカルの原理に従ふから、大氣の下層にある空氣は、上層の空氣に比べては、密度も

第二五圖



壓力も共

に大である(第二四圖)。

大氣の壓力の爲に起る現象の二三を擧ぐれば、

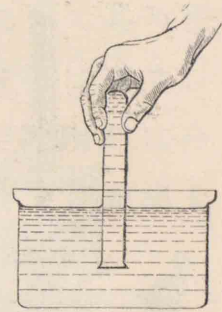
(1)右圖のやうな細い硝子管内に水を滿し、指で其の上端をふさげば、其の下端は如何なる方面に開いて居

ても水の流出を見ない。

第二六圖

圖 上端ヲ開ケバ水ノ流出ヲ見ルハ何故。

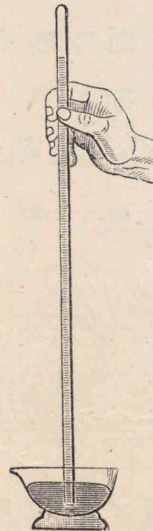
(2)試験管に水を滿して水中に倒立すれば、管内の水は降つて來ない(第二六圖)。



(3)この實驗に於て、水の代りに水銀を用ひ、かつ管の長さが十分

第二七圖

長いときは、水銀は大約七百六十秊の高さ迄降つて其所に止まる(第二七圖)。



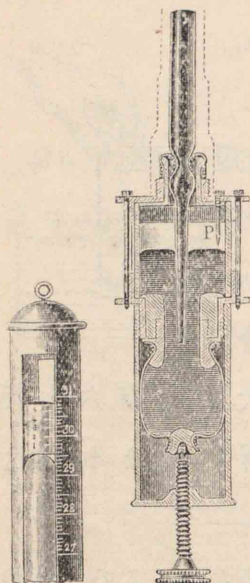
此の際管の上端空氣のないところを、此の實驗を初めて行つた人の名譽の爲に、トリセリーの真空と呼ぶ。

この最後の實驗によつて、大氣の壓力は、水銀を大約 760 秊の高さに押し上ぐる程の強さであることを知つた。此の壓力を一氣壓と云ふ。

之を水銀の密度から計算すれば、一平方糎の面積に對して、約 1034 瓦となる。

22. **氣壓計天氣豫報** 氣壓計は大氣の壓力を

第二八圖



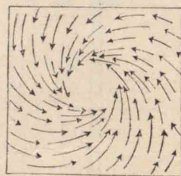
精密に測る装置であつて、その要部は第二七圖に示したものと同一であるが、只其の水銀柱の高さを精密に測り易くなつてゐる(第二八圖)。

風は高氣壓の地方より低氣壓の地方に向つて吹く。我國で冬に北風の多いのは、此のとき高氣壓が滿洲方面にあることが多いからである。

夏の終り頃に我國に襲來する颱風と

云ふは、一種特別の風であつて、著しい程度の低氣壓を中心として、時計の針の反對方向に渦卷狀に吹きながら、(第二九圖)其の中心が徐徐に移動する。其の移動の方向は多くは北東で、東又は北の方向をとることもある。

第二九圖

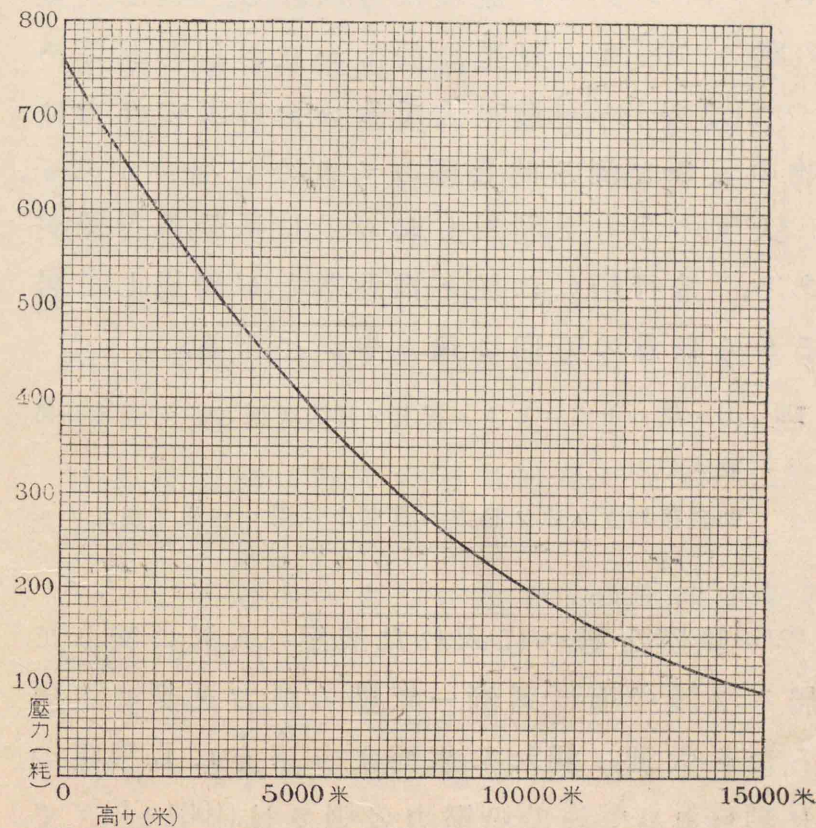


廣い部分に跨る各地點の同時刻に於ける氣壓を知つて之を比較研究すれば、風の方角及び強さ、又は晴雨等の氣象現象をかなり豫知する事が出来る。天氣豫報・暴風警報等の發表は主として其の結果である。

23. 土地の高さと氣壓

土地が高まれば大氣の壓力は減少する。但し高さに依つて其の密度が違ふから、液體の場合の如く、氣壓は高さに比例はしない。併し其の間に一定の規則はあるのであるから(第三〇圖)、氣壓の減少を觀測し

第三〇圖



て、土地の高さ又は飛行機の上昇の高さなどを
知ることが出来る。

此の際に用ひられる氣壓計はアネロイドといつて、水銀を
用ひないで作られた外見時計に似た氣壓計である。

24. **大氣の浮力** 大氣中に在る物體について
も、アルキメデスの原理は行はれる。但し大氣
の重さは、零度一氣壓に於て一立が1.293瓦であ
つて(水の約 $\frac{1}{770}$)、餘り大でないから、其の浮力は
物の重さを測る時に顧みられない場合が多い。

大氣の浮力を利用したものに風船、飛行船が
ある。飛行船には舵と推進器とが附屬して居
るから任意の方向に飛ぶ事が出来る。

問 (1)大氣ハ上空ニイタル程、其ノ浮力ガ減ズルト云フハ何
故カ。

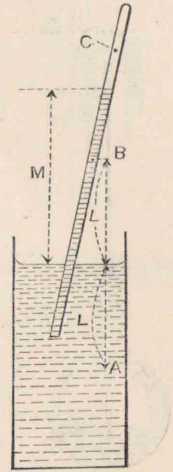
(2)體積10立ノ水ノ目方ハ真空中ニ測レバ凡ソ幾瓦アル
ベキカ。

*25. **氣壓を考へに入れた液壓** 大氣に觸れて
居る液體の面は、通例一氣壓の壓力を受けて居
るから、大氣に觸れた水面より下方にL糶隔つ
た點(次圖A)に於ての壓力の強さは、 $(1034+L)$ 瓦で、

空氣に觸れた水面より上方にL糶丈け隔つた
點(下圖B)に於ては、 $(1034-L)$ 瓦である。 第三一圖

又下圖に於て、管内Cに於ける空
氣の壓力は、管内の水面が其の空氣
を押す力と釣合つて居るところか
ら、 $(1034-M)$ 瓦である。

上記の場合に、液が水銀であると
し、且壓力の強さを水銀柱の高さで
示すとすれば、A點に於ては $(76+L)$ 糶、
B點に於ては $(76-L)$ 糶、又管内にあ
る空氣の壓力は $(76-M)$ 糶である。



26. **ボイルの定律** 瓦斯體の壓力を言ひ表す
方法には種々ある。

- (1)單位面積に就ての壓力何瓦かを示すこと、
- (2)幾氣壓なるかを示すこと、
- (3)それと壓力の等しい水又は水銀柱の高さ
幾糶かを示すこと、

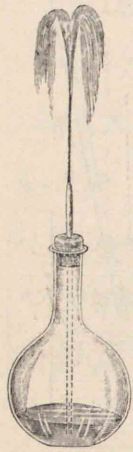
などが最も普通に行はれる。

實驗によれば、一定の溫度にある一定量の氣
體の體積と其の壓力とは反比例にする。

之をボイルの定律と云ふ。

第三二圖 ボイルの定律を式で示せば、

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ 又は } P_1V_1 = P_2V_2 \text{ である。}^{(1)}$$



第三三圖 (1)圖ノ如キ瓶ノ口ヨリ強ク空氣ヲ吹キ入レタ後口ヲ放テバ噴水ヲ見ルハ何故。

(2)空氣ノ體積ガ壓力 74 cm

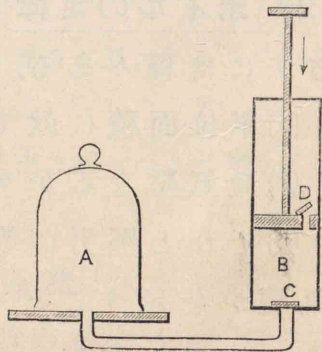
ニ於テ 650 cc ナルトキハ、壓力 76 cmニ於テハ幾何。

(3)第三三圖ハ深海ニ住ム魚ガ海面近ク引上ゲラレタ時ニ見ル現象デアルト云フ。



之ヲ説明セヨ。

27. 排氣ポンプ 右圖は簡単な排氣ポンプの主要部を示す。活塞を上下に大きく動かすことによつて、鐘内の空氣を次第に稀くすることが出来ること



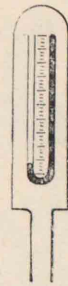
は、瓣の開く方向と、ボイルの定律とを併せ考へ

(1) 式中 P_1, P_2 は壓力の強さ、 V_1, V_2 は、それ等に對應する體積を示す。

て見れば判る。

排氣ポンプにはマノメータ(壓力計)と稱する右圖の如き装置を有つものもある。之に依て排氣の程度を知り得る便利があるからである。

第三五圖



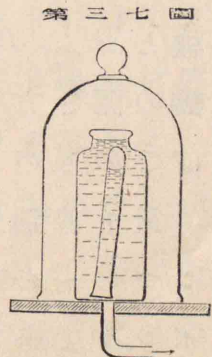
第三六圖 (1)排氣ポンプヲ使フト、キ活塞ヲ圓筒ノ底ニ達スル迄押し下サナクテハ、排氣上不利デアルト云フハ何故カ。
(2)排氣ポンプニヨツテ眞空ガ得ラレタトスレバ(假定)マノメータ(第三五圖)ノ水銀ハ如何ニナルカ。

排氣ポンプを用ひて次の如き實驗を行ふことが出来る。

(1) 薄いゴム球を硝子鐘内に入れ、鐘内の空氣を抜けば、球は漸々に大きくなる。



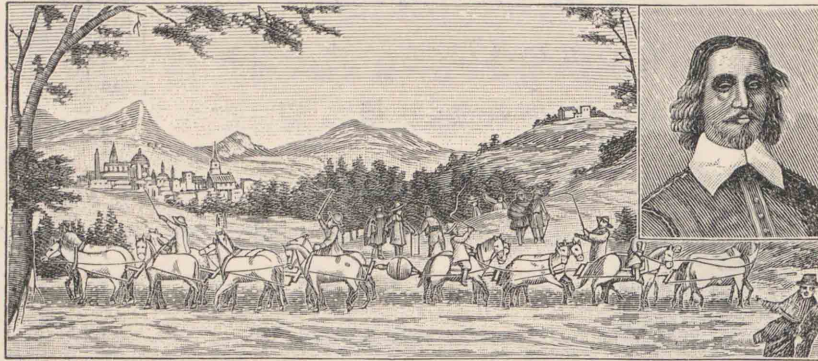
(2) 金屬製の兩半球を密合させ(第三六圖)、其の内の空氣を抜けば、これを引き離すことは非常に困難となる。



(3) 第三七圖のやうな装置をつ

くり鐘内の空氣を抜くときは、試験管が自然に浮き上る。

第三八圖

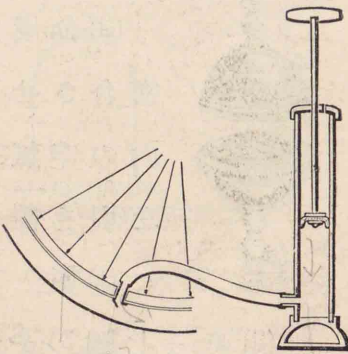


第三八圖はマグデブルグ市長グエリツケが時の皇帝フェルヂナンド第三世の面前で、彼の發見に成るマグデブルグ半球に関する實驗を行ふ光景である。時は西曆 1654 年。其の際に用ひた球の直径は二フイート、十六匹の馬によつて僅に之を引き離すを得たと云ふ。圖中の肖像は當時の實驗の主人公グエリツケ氏である。

固 たこいか等ノ吸盤ノハタラキヲ説明セヨ。

28. **壓縮ポンプ** 或器内に空氣を押し込む装置を壓縮ポンプ又は濃氣機といふ。排氣ポンプの瓣の開き方を反對にすればこのものが得られる。

最も普通に見る壓縮ポンプの一つは自轉車用のポンプである。

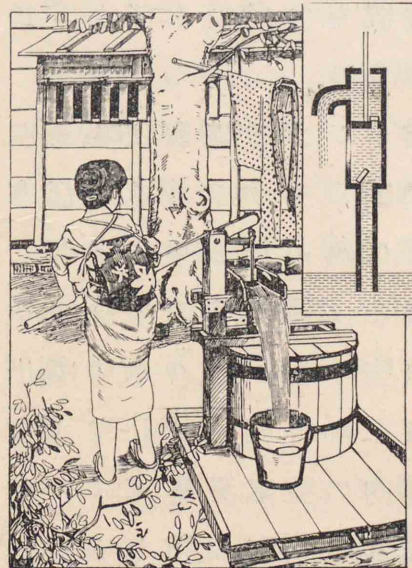


第三九圖

壓縮空氣は自轉車・自動車の車輪に彈性を與へ、電車・汽車等の制動器^{ブレーキ}を動かし、水雷を發射し、又進行せしめ、潜水者及び潜水艇に必要な空氣を供給するなど、用途は甚だ廣い。

固 壓縮ポンプノ活塞ヲ動かカス範圍ガ圓筒ノ上部半分ニ限ラレタトキハ幾氣壓ノ壓縮空氣ガ得ラレルカ。

29. **水ポンプ** 水ポンプには種々ある。最も普通なのは、吸上ポンプと押上ポンプである。



第四一圖

(1) **吸上ポンプ** 硝子管を水中に立て、之を上端より吸へば管内の水は上昇する。これは管内の空氣が體積を増した爲にその壓力を減じ管外の

第四〇圖



近時多く用ひられる潜水方法によれば、潜水者は背に負うた壓縮空氣を呼吸に供し、廢氣は胸部にある瓣^Vより漏れ去らしめよる。若し水面に浮び上らうとする時には此の瓣を閉づれば空氣は衣服内に充ち、體は自然に浮び上る。

水面に働く大氣の壓力が之に勝つに至つた結果である。

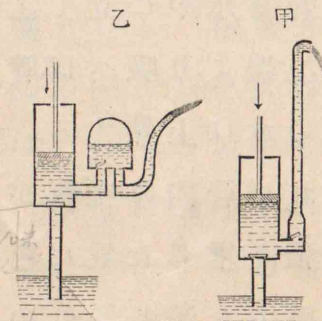
吸上ポンプの構造は前圖の如くで、瓣の開き方は全く排氣ポンプと同様、其のはたらきも甚だよく似たものである。

上述の如く吸ひ上ぐるとは、その實大氣の壓力で押し上ぐることであるから、水銀なれば約76糎、水なればその13.6倍なる約10米以上には吸上ることは出来ない。

されば深さ10米以上の井戸に於ては、[△]活[△]塞[△]を[△]低[△]く[△]つ[△]け[△]て、その[△]瓣[△]の[△]位[△]置[△]を井戸の水面より10米以下にしなくてはならぬ。

(2) [△]押[△]上[△]ポ[△]ン[△]プ 押上ポンプの構造は略、第四二圖

第四二圖



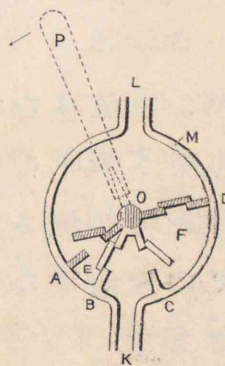
Handwritten notes in Japanese: 水銀の圧力と、水の噴出口を割合細くすれば、水は室内の空気を壓縮するから、其の空気の壓力の爲に

二圖のやうである。活[△]塞[△]には[△]瓣[△]が[△]無[△]い[△]事[△]が[△]前[△]者[△]に[△]異[△]る。流出管の中途に空[△]氣[△]室[△]を[△]備[△]へ、且つ水の噴出口を割合細くすれば、水は室内の空気を壓縮するから、其の空気の壓力の爲に

水が[△]間[△]斷[△]なく[△]噴[△]出[△]する[△]や[△]う[△]に[△]なる。消火用[△]ホ[△]ース[△]として、ホースを向ける方向を定め易いので甚だよろしい。

*30. **ウイングポンプ** 吸上ポンプを二個合併したと見るべきポンプであつて、其の断面は下圖の如く、太鼓状の室の内部は各一個の瓣を備ふる四つの金屬板A,B,C,Dによりて四分せられる。此の中AとDとは、中央部で少し曲つた一枚の金屬板AODより成り、柄Pによつて、Oを軸として往復運動せしむることが出来る。

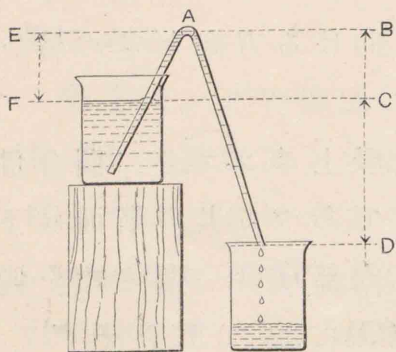
第四三圖



其の運動の度毎に、E室とF室とは反對に其の大きさを變じ、丁度一方のポンプで活[△]塞[△]を[△]押[△]し[△]下[△]した[△]際[△]に、他方のポンプでは活[△]塞[△]を[△]引[△]上[△]げた[△]關係[△]を生[△]ず[△]る[△]から、結局水は絶え間なく、Kより入つてLより出づるやうになる。

31. **サイフォン** 長短兩脚をもつた曲管を以て、液體を汲み出す装置を[△]サイ[△]フ[△]オン[△]と云ふ。

第四四圖



第四四圖のA部に小さい氣泡があつたと假定して見るに、これが左側より受ける壓力は、その時の氣壓より、高さEFの液壓を減じたものである(第25節)。

この値は右側より受くる壓力より大なること、深さCDの液壓に等しい。よつて氣泡は右方に押し流される。Aに氣泡のない場合でも同様の理あるは勿論である。

第二編 熱

第一章 溫度 熱量 比熱

32. **寒暖計** 物の冷温の度合を溫度と云ふ。溫度の高低は皮膚の感覺で知ることの出来る場合もあるが、それは精密でなく、又往々甚だしい誤認もある。それ故通例寒暖計を用ふる。水銀寒暖計の度盛の方法は、融けつゝある氷に漬けて氷點を求め、一氣壓の下で沸騰する水の蒸氣中に置いて沸騰點を求め、この間を適當に等分するのである。而して攝氏寒暖計に於ては、氷點と沸騰點との間を100等分し、華氏寒暖計では其の間を180等分し、前者は氷點を零度とし、後者は氷點を三十二度と定める。故に攝氏の度數をCとし、華氏の度數をFとすれば、次の關係がある。

$$F = C \times \frac{9}{5} + 32 \quad C = (F - 32) \times \frac{5}{9}$$

本書に於て單に溫度何度と云ふときは攝氏の度盛りの意味である。

酒精寒暖計は水銀の代りにアルコールを用ひたものであるが、アルコールに着色すれば甚だ見易い寒暖計が得られる。

アルコール寒暖計の目盛は各部一様でなく高温度になる程目盛が伸びて居る かくせないと、水銀寒暖計と一致した度を示さないからである。

図 人體ノ温度ハ普通攝氏 36.5 度乃至 37 度、吾等ノ浴スル湯ノ温度ハ 42 度乃至 45 度ノ範圍内ニアル。コノ範圍ヲ華氏ノ度デ言ヒ表ハセ。

33. **體温計** 特に體温を測るを目的として作られた寒暖計であつて、34 度邊より 42 度邊までの間を分まで測り得るやうに出來て居る。體温は僅かの異常でも頗る大事件であるからである。



體温計に於ては、水銀の昇降する細管の下端に近く、特別に管の細い部分があつて、温度が降れば水銀がこの部分より切れて管内に残る 故に其の温度は之を身體より離して讀取つてもよい 即ち所謂最高寒暖計の一種である

寒暖計の硝子の容積は、年月を経れば多少變化す

るから、狂ひのない寒暖計を得ることは頗る難事である。故に正しい體温計を使用せんとすれば時々其の筋の検査を受くるがよい。

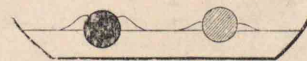
34. **熱量** 物體に熱を與へれば其の温度は昇り、物體から熱を去れば其の温度は降る。但し温度は直接熱量を測る尺度にはならない。例へば試験管一杯の 100 度の湯よりも、風呂桶一杯の 50 度の湯の方が多量の熱をもつて居ることは、他の物を温めて見たりした結果で、何人も疑はぬところである。

熱量を測る單位は、一瓦の水を温度一度上昇せしむるに足る熱量であつて、之をカロリー又は瓦カロリーと云ひ、その千倍の單位を大カロリー又は珪カロリーと呼ぶ。

されば m 瓦の水の温度が t 度變化した時には、 mt カロリーの熱の出入があつたのである。

35. **比熱** 鐵の球と鉛の球との目方相等しきを沸騰水中に入れて同温度に熱し、是等を同時に蠟板上に載せて見るに (第四

第四六圖



六圖), 鐵は鉛よりも蠟を溶かすことが多い。

依つて鐵は同量,同温度の鉛よりも,比較的
量の熱をもつてをつたことが察せられる。

アルミニウム	0.214(約)
鐵	0.114
銅	0.094
亞鉛	0.096
鉛	0.031
白金	0.032
銀	0.057
硝子	0.19(大約)
水銀	0.033
アルコール	0.602
水	1.000
石油	0.497
空氣	0.24(定壓)
水蒸氣	0.48(同上)

又これより推して,鐵
を温むるには,鉛を温む
るよりも,多量の熱を要
することが察せられる。

或物質の一瓦を一度
上昇させるに必要なカ
ロリーの數を其の物質
の比熱と云ふ。

比熱 \hat{C} カロリー, 質量 \hat{m} 瓦なる物質が, 温度 \hat{t}
度温まるには, $\hat{Cm}\hat{t}$ カロ

リーの熱を必要とする。

36. **熱容量** 或物体の温度を一度高むるに必
要な熱量を其の物の熱容量と云ふ。

されば, 比熱 \hat{C} カロリー, 質量 \hat{m} 瓦の物質の熱
容量は \hat{Cm} カロリーである。

熱容量の大なもの程, 温まるに多量の熱を要

し, 冷ゆるに多量の熱を出す。大湯タンポの効
力の多いのは, 其の熱容量の大なの因る。

- 問 (1) 鐵ノ温度ヲ百度上昇セシムルニ足ル熱量ヲ以テ之ト
同量ノ鉛ト水トハ, ソレゾレ幾度上昇サセ得ルカ。
(2) 200 瓦ノ銅器ニ 1500 瓦ノ水ヲ盛ツタ。全體ノ熱容量何
程デアルカ。
(3) 鉛ノ 300 瓦ト水幾瓦トハ之ヲ t 度上昇セシムルニ要ス
ル熱量ガ等シイカ。

第二章 膨脹と收縮

37. **固体の膨脹** 固体が熱せられて膨脹し, 冷
やされて收縮する度は一般に甚だ小さいが, 特
別の仕方によれば, よ
く其の變化を見届け
ることが出来る。

温度一度の變化に
よる或物質の長さの
變化を, 其の物質の單
位の長さに就て何程
と示した量を, 其のも
の、線膨脹係數と云

	(百萬分の)
白金	9
鐵	10—12
銅	14
眞鍮	19
銀	19
アルミニウム	23
亞鉛	29
硝子	8—9
磁器	3—4
石英硝子	0.7
インヴァー(ニッケル 33% ヲ含シテ鋼)	1

ふ。

線膨脹係數の値は前表の如く一般に甚だ小さいが、其の伸縮の力は非常に強い。故に鐵鍋に引くエナメルは、高溫度に熱すれば剥げる虞れがあり、ランプのホヤ、手厚の硝子器などは、其の一部分に急激な溫度の變化を與へれば忽ち割れる。

長さの變化に於て線膨脹係數が考へられたと同様にして、體積の變化に就て體膨脹係數と云ふものが考へられる。

固體の體膨脹係數はその線膨脹係數の三倍に當る。

38. **液體の膨脹** 液體の膨脹は、固體に比ぶれば頗る大きいから、之を器に盛つて、器と共に熱しても、よく液の體積増加を見ることが出来る。この場合の體積増加を見懸けの膨脹と云ふ。

水銀を例外として、多くの液體の膨脹は同じく一度の變化に對しても、溫度の高くなる程増大する。特に水は四度以下に於ては却つて收縮する。

溫度と水の體積		液體の膨脹 (下に示せる丈の溫度の上昇に就て)	
0度	1.00012	水	0.043 (0—10)度
4度	1.00000	オリーブ油	0.080 (0—100)度
10度	1.00025	石油	0.100 (0—100)度
20度	1.00169	アルコール	0.055 (0—33)度
30度	1.00419	エーテル	0.069 (0—33)度
50度	1.01189	水銀	0.018 (0—100)度
100度	1.04311		

圖 上表ニヨリ水ノ4度—10度ノ平均膨脹係數ト50—100度ノ平均膨脹係數トヲ比較セヨ。

39. **氣體の膨脹** 氣體の膨脹は固體、液體に比べては大に著しく、且つ次の如き簡単な定律が成立つ。氣體は其の種類を問はず、壓力不變の時、溫度一度の變化によつて零度の時の體積の $\frac{1}{273}$ を増減する。之をシャルルの定律と云ふ。

- 圖 (1) 溫度零度ノトキ3立ノ空氣ハ溫度15度ノトキ幾何ノ體積ヲモツカ。
 (2) 溫度20度ノトキ5立ノ空氣ハ零度ノトキ幾何ノ體積ヲモツカ。
 (3) 溫度8度ノトキ10立ノ空氣ハ溫度20度ノトキ幾何ノ體積ヲモツカ。

るにも拘らず、風呂の如きに於ては、上部が却つて下部よりも熱い。これ後の場合に於ては、熱せられて軽くなつた水が上昇して、冷かで重い水と交代する結果である。かくの如く、物質の熱い部分と冷い部分とが交代して熱を移すことを対流と云ふ。

火焰の近傍に於ける空氣の運動を見ても判る如く、対流は氣體に於て殊に盛んに行はれる。是れは其の膨脹收縮が著しいからである。

風は自然に行はれる大仕掛の対流である。

圖 煙突ヲ用フレバ火ガヨク燃エルト云フハ何故カ。

42. **熱の輻射** 熱が、中間の物質の働を借ることなしに、他に移るのを熱の輻射と云ひ、この熱を輻射熱と云ふ。

輻射熱が物體に當れば、

- (1) 之を通過するか、
- (2) 其の面より反射するか、
- (3) 其の物體に吸収せられて之を温むるかする。

各に就て其の著しい例を擧げれば、

- (1) の性質に富むものは瓦斯體、岩鹽、
- (2) の性質に富むものは磨いた金屬、
- (3) の性質に富むものは煤其の他黒くて光澤のない物體である。

又一般によく輻射熱を吸収するものは、又よく之を放つものである。

次節以下に實例に依つて之を説かう。

43. **火の二種類** 總べて瓦斯體は輻射熱を吸収する性質に乏しく、又之を放射する性質に乏しい。故に石炭瓦斯・アルコール等の火焰のやうに、熱い瓦斯體のみより成立つ火は、一般に甚だ輻射熱に乏しい。黒い物體の一つなる炭の火は、多量の輻射熱を放つと云ふ點に於て、其の性質が著しく瓦斯の火とちがふ。これ等の火に側面より掌を近づけた丈けでも、容易にその差異を認めることが出来る。

44. **鍋釜の底面** 磨いた金屬面は良く輻射熱を反射し、煤は良く之を吸収するから、炭火の如き輻射熱に富んだ火を使用する場合には、鍋釜類の底面を磨けば、著しく時間と燃料の不經濟

を招く。

但し瓦斯の火を用ふるときには、殆んど其の差を認めない。

45. 布地の黑白

太陽から来る輻射熱に對して、黒い布は白い布よりも著しく良く之を吸収する。故に夏の日に直射せられる場合に、白布は黒布より涼しい。

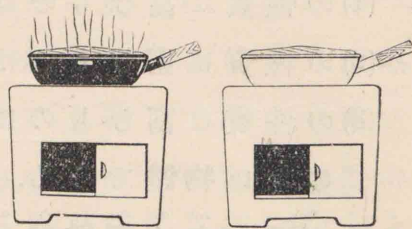
但し白布は輻射熱を通過する性質に於て黒布に勝るから、洋傘若くは一般の日除けに用ひては却つて暑い。

☐ 太陽ノ照ストコロデ土砂ヲ雪ノ上ニ撒ケバ、ソノ部分ノミ窪クナルト云フハ何故カ。

46. 気温 空氣は良く輻射熱を通過せしめる。それ故大氣は太陽の輻射熱によつて直接温められることは甚だ少く、其の温度即ち所謂气温の上昇は、太陽の輻射熱をよく吸収する地表の諸物體より熱を傳導した結果である。

同じ理に依つて、吾等がストーブ又は火鉢の

第四八圖



底面を磨いた鍋と故らに油煙で黒くした鍋とを炭火の上に乗せて、用事の辨ざる早さを比較する。

側に立つて暖く感ずる際には、吾等は周圍の空氣より熱を受けては居らぬ。寧ろ空氣が吾等の體より熱を受けて温まりつゝあるのである。

47. 地表の温度 地球の表面は太陽より来る輻射熱を受けては温まり、自ら輻射熱を放散しては冷却する。故に吸収の量が放散の量よりも多ければ、地表の温度は次第に昇る。一日について云へば、日出時より午後一(二)時頃迄、一年に於て云へば、春より夏の半ばにかけては此の状態にある。

雲は輻射熱の通過を妨ぐるに依り、晝間に雲あれば寒く、夜間に雲あれば却つて暖い。

☐ 庭ニ澤山ノ樹ヲ植エル時ハ、室内迄モ涼シクナルト云フハ何故。

48. 海と陸との氣候 陸は、(1)水よりもよく輻射熱を吸収し、又よく之を放散し、(2)水よりも比熱小さく、(3)水の如く輻射熱を下層まで通さぬから、其の温度の變化は急にしかつ著しい。之が爲に晝は陸地が先づ著しく温まり、夜は先づ著しく冷却する。

大陸の内部に於ては、海岸若くは島國に比べて、晝夜の温度の差も、冬夏の温度の差も共に甚だ著しいのは之がためである。

第四章 三態の變化

49. **融解** 固体が液体となることを融解と云ふ。融解には水のやうに或一定の温度で液状になるものと、硝子のやうに廣い温度の範囲内で、温度の高まるに随つて次第に軟かさを増す

	(度)
タンゲステン	3200
イリジウム	2330
白金	1775
鑄鐵	1200
銅	1083
金	1064
銀	961
炭酸加里	880
食鹽	800
アルミニウム	657
亞鉛	410
鉛	327
氷	0
水銀	零下 33.7

ものとある。前の種類のもので云へば、融解の温度即ち融解點は、物質に依つて夫夫一定し、且つ融解に依つて出來た液体の温度と融解しつゝある固体の温度とは全く同一である。

この際、固体の一瓦を液体に化するが爲に必

要な熱を、其の物の融解熱と云ふ。

融解熱は物質に依つて異なる。數例は右表の如くである。

氷	80カロリー
鑄鐵	約 33.
亞鉛	28.
銀	25.
鉛	5.4
水銀	2.8

例 (1) 氷囊 = 零度ノ水ヲ入

レタ時ト氷ヲ入レタ時トデハ物ヲ冷ヤス上ニ如何ナル違ヒガアルカ。

(2) 200瓦ノ零度ノ水ヲ43度ノ水トナス迄ニハ、幾カロリーノ熱ヲ要スルカ。

50. **凝固** 融解した物質より熱をとるときには、先きに熱を與へたときの徑路を其の儘に逆戻りする。例を水にとつて言へば、漸々その温度が下り、零度に達して凝固し始め、其の後は零度に保たれつゝ、80カロリーを奪ふ毎に一瓦の氷が出來、遂に悉くが零度の氷となる。それより更に熱を奪へば、その温度は際限なく降下する。

液体が固体となることを凝固と云ふ。

51. **寒劑** 碎いた氷と、その約三分の一の食

鹽とを混ぜる時は、零下22度迄の低温度が得られる。其の理由は、

食鹽が先づ氷を濡せる水に溶けて濃い食鹽水をつくる。然るに飽和食鹽水に觸れた氷は、零下22度より高い温度では、とけないでは居られぬ性質のものであるから、氷は融ける。此の際氷の融くるに必要な融解熱を取るから、茲に著しい冷却を起す。但し零下22度以下になれば、氷の融くることがやむから、従つて更に低温度になることはない。

二種以上の物質を相混じて、低温度を得られる例は他にもある。總稱して寒劑と云ふ。

52. **氣化・沸騰** 液體が氣體になることを一般に氣化と云ふ。普通に見る氣化の現象に二種

ある。一は液體の表面からの氣化で之を蒸發と云ひ、二は液體の内部よりの氣化で之を沸騰と云ふ。

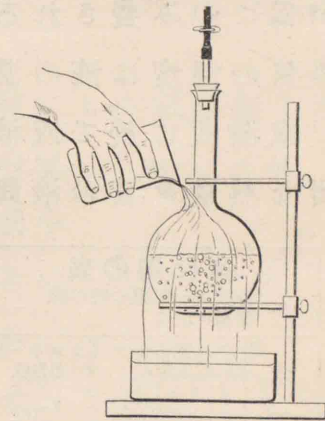
或る液體を沸騰する

沸騰點の表	
(一氣壓の時)	
水	(度) 100.
アルコール	78.
エーテル	34.6
飽和セル食鹽水	109.

時の温度をその沸騰點と云ふ。

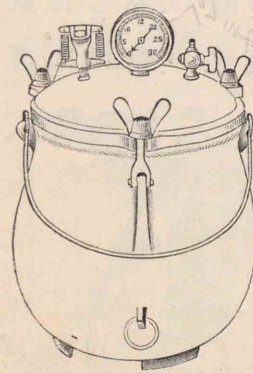
沸騰點は(1)液の種類と(2)液面に働く壓力とに關し、壓力の弱い程、その沸騰點は降る。富士山の頂上では87度邊で水が沸騰する。

第四九圖



鍋釜等に蓋をしたとき釜の内

第五〇圖



の空氣は通例多少の間隙によつて外氣と通じて居るから、その壓力は外氣の壓力に等しい。

但し蓋を氣密に閉づることの出来る釜(高壓釜)を用ふるときには、著しく水の沸騰點を高め得るから、使ひ方によつては燃料と時間とに益することが出来る。但し高壓釜には、安全瓣と

壓力計(第五〇圖)とを設備してなくては危険である。

53. **氣化熱** 液體が沸騰を始めてより後は、如何に火勢を盛んにしても、その温度は少しも昇らない。

沸騰後に與へた熱は、只其の液體を氣化するが爲にのみ費される。而して此の際發生する蒸氣の溫度は液の溫度に等しい。

或溫度に於て、或液體の一瓦を氣化するに必要な熱量を、其の液體の其の溫度に於ける氣化熱と云ふ。

氣化熱の表 (各液の一氣壓の時の沸騰點に於て)	
	一瓦ニツキ (カロリー)
水	536.
アルコール	202.
エーテル	91.
液狀アンモニア	297.

左表に示す如く、氣化熱は物質に依つて夫々異なる。

氣化の際に要した氣化熱は、液化の際には再

び戻り來るものである。水に就て例示すれば、水蒸氣の一瓦が液化する毎に、536 カロリーの熱が發生する。故に水蒸氣を冷水中に導く時は、水の増量は著しくなくとも、溫度の上昇は著しく見られる。

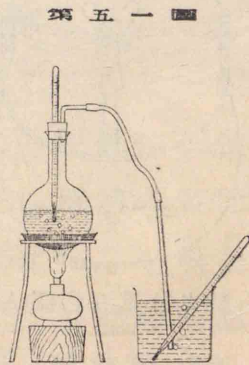


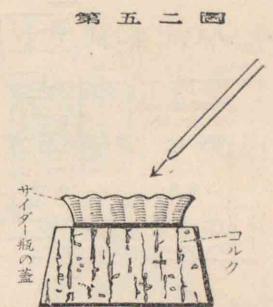
圖 (1) 15度ノ水200瓦ヲ100度ノ蒸氣ニ化スルニハ幾カロリ一ノ熱ヲ要スルカ。

(2) 200 瓦ノ15度ノ水ニ100度ノ蒸氣ヲ通ジテ100度ノ湯ニナスノニ、熱ガ少シモ他ニ逃ゲヌモノトスレバ、液ノ増量ハ何程カ。

54. 蒸發に依る冷却

蒸發にも亦氣化熱を要する。其の値は沸騰の時の氣化熱の値に等しい。故に或手段によつて蒸發を促すときには、著しい低溫度が得られる。

されば第五二圖の如くして、コルク栓(又は木板)の上に數滴の水を置き、其の上に浅い皿を載せ、皿の内のエー



テル面に空氣を吹き送れば、皿は忽ちコルク栓に凍りつく。

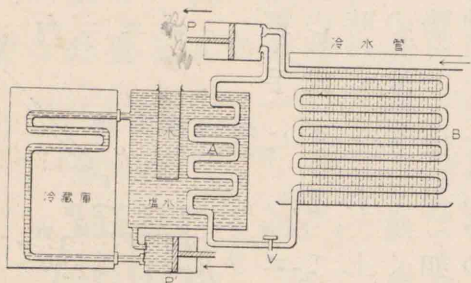


圖 (1) 汗ヲカイテ後ニ冷氣ヲ感ズル理由如何。
(2) 暑イモノヲ吹イテ冷ヤスコトヲ得ルハ何故カ。

(3) 夏ノ夕方庭ニ水ヲマケバ清涼ヲ覺ユルハ何故カ。

*55. **人工製氷** 工業的に行はるゝ人工製氷も亦前記の原理に依つたものである。次圖は其

第五四圖



の略圖を示したもので、活塞 P を動してアンモニアを蛇管 B 内に押し詰め、且外部より冷水を以て

冷す爲にアンモニアは液化する。この液状アンモニアが瓣 V を少しづつ通過した後は、盛んに蒸發して、その爲に A 管及び食鹽水は甚だしく冷却する。依つて此の食鹽水を用ひて、或は室を冷し、或は氷を製する。

近頃は上記の主旨に基いて出來た家庭用の小製氷機がある。それには蛇管 B は銅製の細く長い管を用ひ、冷却には水を用ひずして室内の空氣を用ひ、アンモニアの代りに亞硫酸瓦斯を用ふる。

56. **蒸發の速さ・飽和蒸氣** 蒸發の速さは液の

品質によつて違ふが同じ品質に就て云へば(1)蒸發面の廣さ (2)温度の高低 (3)液の表面に連接した空間に於ての其の蒸氣の濃さに關係し、其の濃さの増すに従つておそくなり、或る最大の濃さに達すれば、全く蒸發がやむものである。その最大の濃さにある蒸氣を飽和蒸氣と云ひ、飽和蒸氣を含める空氣を其の蒸氣で飽和した空氣と云ふ。

實驗によるに、飽和蒸氣の濃さは、他の瓦斯體の有無には無關係で、只其の品質と温度の高低によつて違ふ。

温度との關係を、水蒸氣を以て例示すれば、右表の如くである。

空氣一立方米中に含まれる飽和水蒸氣の質量	
温度	瓦
-10	2.28
0	4.87
10	9.36
20	17.15
30	30.08
40	50.67
100	161.55

圖 (1) 少量ノ水ヲ瓶ニ入レテ密栓シテオケバ永ク乾カナインハ何故カ。

(2) 洗濯物ハ如何ナル場合ニ早ク乾クカ。

57. **濕度** 水蒸氣で飽和した空氣は全く物を乾かす性質がなく、飽和に近い有様の空氣も亦

この性質に甚だ乏しい(前節)。故にかゝる空氣を「濕れる空氣」若くは「濕度大なる空氣」と云ふ。前節の表を見て判る如く、或溫度に於て濕度最大の空氣も、それを温むれば、飽和に遠い空氣即ち濕度小なる空氣となる。かゝる理由で、一般に空氣を温むれば、其の濕度は減少し、冷せば其の濕度が增大する。

問 溫度20度で水蒸氣ヲ以テ飽和シタ空氣5立方米ヲ熱シテ30度ニシタトキ、其ノ空氣ハ尙幾瓦ノ水蒸氣ヲ含ミ得ルカ。前節ノ表ニヨツテ答ヘヨ。

58. **露點** 水蒸氣を含んだ空氣を冷やせば、漸漸その濕度を増すから、或る溫度に達すれば、遂に飽和した空氣となり、此の上更に之を冷やせば、水蒸氣の餘分は水滴となつて現れる。依つて飽和になつた時の溫度を其の空氣の露點と稱する。雲、雨、霧、露等は比較的温かくて多量の水蒸氣を含んで居つた空氣が、其の露點以下に冷された時に生ずる。露點が若し零度以下のときは、露を結ぶべきところに霜を生ずる。

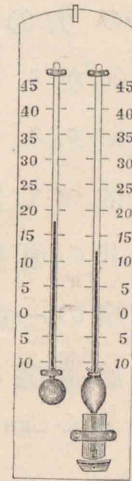
問 (1) 冷たい鏡ニ呼氣ヲ吹キカケテ曇リヲ生ズルハ何故カ。

(2) 溫度20度で9.36瓦ノ水蒸氣ヲ含ンダ一立方米ノ空氣ヲ冷シテ10度ニシタラ如何ナル狀態ノ空氣トナルカ。又0度ニシタラ幾何瓦ノ水滴ヲ生ズルカ。第53頁ノ表ニヨツテ答ヘヨ。

59. **濕度計** 濕度計に種々ある。

乾濕球濕度計(第五五圖)といふは二本の寒暖計を並べ、其の一つの球を布に包み、其の布が常に水に濕ふ様にしたものである。空氣の濕度が愈、小なれば、球面よりの蒸發が愈、活潑となるから、この寒暖計の溫度の下ることは愈、著しい。されば兩寒暖

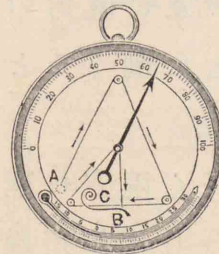
第五五圖



計の示す溫度の差で濕度の大小を知ることが出来る。

濕度計の一種に脂氣なき毛髮が濕度の變化によつて伸縮する性質を利用して作つたものもある。之を毛髮濕度計と云ふ。

第五六圖



毛髮の一端Bは、バネCの力によつて、常に矢の方向に引かれるから毛髮の伸縮によつて指針は動く。

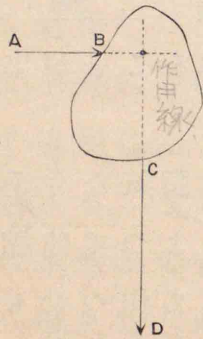
第三編 力 運動

第一章 力

60. **力の圖示法** 力には(1)如何なる方向に(2)如何なる大さで(3)如何なる點に働くかの三要點がある。

依つて矢のついた直線を以て力の方向を示し、其の直線の長さを以て力の大きさを示し、其の直線的一端を以て着力點を示すことに約束すれば、遺憾なく力を圖示することが出来る。

第五七圖



左圖は上の約束に従ひ、大さ1と2との割合の力が、互に直角の方向に、B點とC點とに働くことを示したものである。

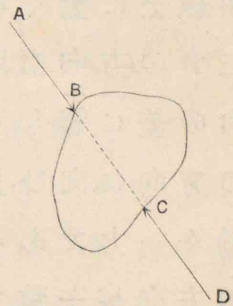
力を示す直線を長く兩方に延長した一直線を、其の力の作用線と云ふ。

綱引の場合に、綱の持ち場所を變へても勝負に無關係である如く、一般に力が同一の作用線

上に働いたのでは、其の着力點がどこにあつても効果は變らぬものである。

61. **二力の釣合** 二つの力が同時に同一物體に働いて、力の結果が表はれないときには、之を二力が釣合つたと云ふ。

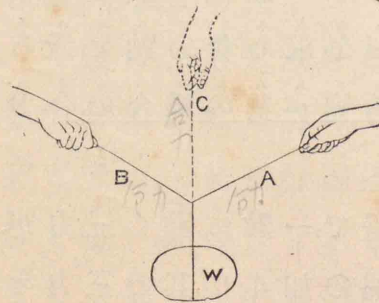
第五八圖



二力が釣合ふには條件があつて、二力を示す直線が同一直線上にあり、其の長さ相等しく、其の方向相反する場合に限る(第五八圖)。

62. **合力分力** 二つ又は二つ以上の力と他の一つの力とが同じ結果をもたらすときには、其

第五九圖



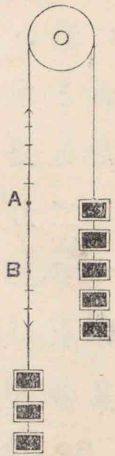
の一力を始めの幾つかの力の合力、始めの幾つかの力を後の一力の分力と云ふ。例へば物體Wを支へるのに、糸A、Bを圖の方向に同時に引くのと、糸Cを鉛直に引くのと、同一の結果であるときには、糸Cを引く力は、糸A、

糸Bの合力である。

Bを引く二力の合力であり、糸 AB を引く力は、糸 C を引く力の分力である。

63. **二力の合力** (1) 二力が同一の作用線上に働く場合の合力は、(A) 其の二力の方向相反する時には、大きさは二力の差に等しく、方向は其の大なる力の方向に向ひ、且つ始めの作用線上に働く一力である(第六〇圖)。(B) 其の二力の方向が一致するときには、二力の和に等しき大きさで、二力の方向に向ひ、始めの作用線上に働く一力である。

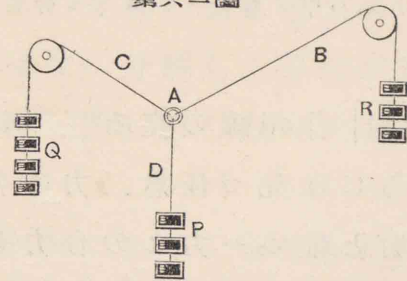
第六〇圖



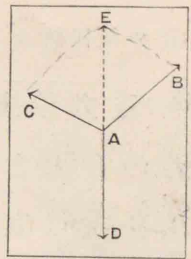
(2) 二力の作用線が相交る場合には、其の交点を着力点として二力を示す直線を書き、それを二邊として平行四邊形を求め、着力点を通る對角線を書けば、其の對角線が其の場合の合力を示す。其の理由は、

第六一圖のやうな装置で、一點に働く三力が釣合を得たとき、第六二圖の如くに、其の三力を示す直線 AB, AC, AD を書き、次に其の中の任意の一力例へば AD に釣合ふべき一力 AE を書いて

第六一圖



第六二圖



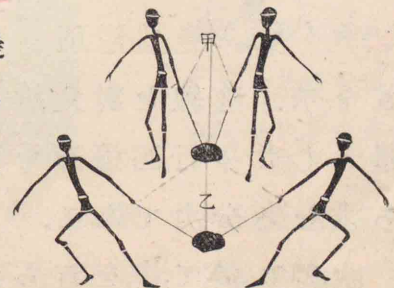
見る。然るときは AB, AC の二力は現に AD と釣合つて居るのであるから、其のきゝめは AE に等しい。即ち AB, AC 二力の合力は AE である。

次に EB, EC を連ねて四邊形を畫いて見ると、實驗上いつもそれが平行四邊形になる。

依つて二力を平行四邊形の二邊で示せば、其の合力は其の對角線で示される關係であることが判る。

一般に合力を求むることを力の合成と云ひ、分力を求むるを力の分解と云ふ。又平行四邊形を畫いて合力を求むる方法を力の中斜法と云ふ。

第六三圖



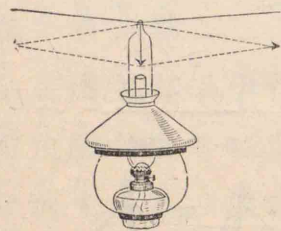
或物體ヲ地ヨリ上グル

ニ第六三圖乙ノ如クスルハ甲ノ如クスルヨリモ勞多シト云フハ何故カ。

*64. **三力以上の合力** 作用線の交る三つ以上の力の合力を求むるには、先づ任意二力の合力を求め、次に其の合力と他の一力との合力を求め、順次に此の手續きを繰り返して最後の力を求める。

65. **分力の求め方** 或力の或方向に於ける二分力の大きさを求むるには、與へられた力を示す直線を對角線とし、與へられた方向を二邊とせる平行四邊形を畫き、其の二邊の長さを求むればよい。

第六四圖

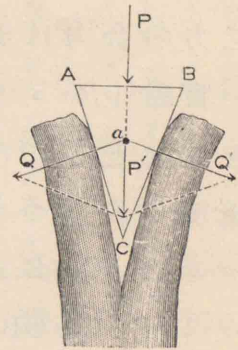


例へば左圖の如き場合に、ランプが下方に引く力が、如何なる二分力となつて糸を引くかと云ふに、ランプの重さを示す直線を對角線とし糸を引張る向を二邊とした平行四邊形をつくれれば、其の二邊が即ち求むる分力である。

次圖に於て、楔を打ち込む力Pと同じ効力あ

る力P'を楔の面に直角なる二力QQ'に分解して見れば、楔が材木を押し開く力の大きさが判る。

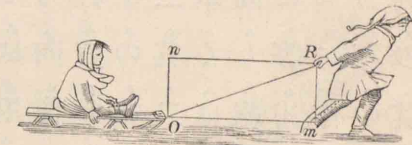
第六五圖



上例によつて察すれば、弛みなく張つた糸(又は針金)の中途を横に引くときは、案外に大なる張力を之に及ぼすこと、又楔は長さの割合に厚みの小なるもの程、

第六六圖

効果の大なることが判る。



第六七圖

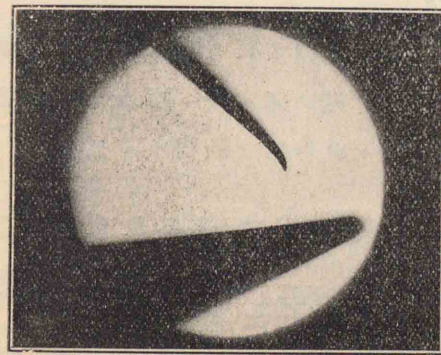


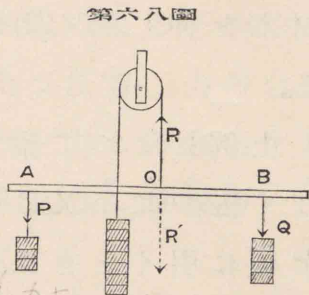
圖 (1)第六六圖ノ如クシテ橋ヲ引クニ繩ノ長キヲ可トスル理由如何。(2)蜂ノ針ガ縫針ヨリモヨク通ル理由如何。(第六七圖参照)

*66. **平行な二力の合力** 次圖のやうな装置で二平行力P, Qが一力Rと釣合つて居るとする。

R に釣合ふべき一力が R' であるとする時、P、Q 二力の合力は即ちこの R' であると判る。而して実験上、かゝる釣合が得られたときには、必ず次の関係が成立つて居る。

$$P + Q = R (=R')$$

$$P : Q = OB : OA$$



之を言葉に言ひ表せば、
 同方向に向ふ二平行力の合力は、其の大き二力の和に等しく、其の方向は二力の方向と同じく、其の作用線は二力の作用線の距離を二力の逆比に分つた點を通る。

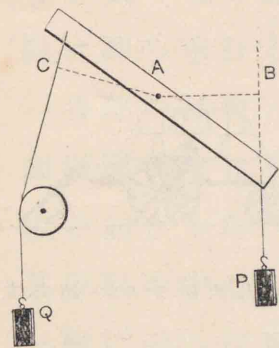
問 重サ 20 疋ト 30 疋トノ二ツノ荷物ヲ長サ 1.5 米ノ棒ノ兩端ニカケ、棒ヲ肩ニノセテ其ノ荷ヲ運バントスル。肩ニ受ル重サ何程、又肩ヲ當ツベキ點ハ棒ノ如何ナル部分カ。

67. **力の能率** 太さ一様な棒の中央を支へ之を互に反對の方向に廻さんとする二力を、次圖の如く作用させる時は、

$$AB \times P = AC \times Q$$

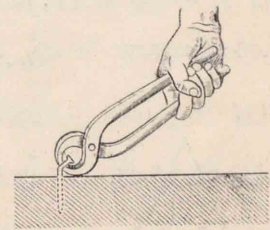
なる關係の成立つ時に限つて、棒は釣合を得る。

第六九圖



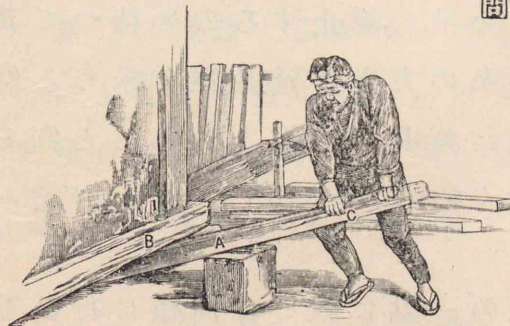
一般に或一點を支點として、物を廻さんとする力のきゝめは、其の力の大きと、其の點より其の力の作用線上に下した垂線の長さとの積の大きさに依つて決定する。此の積をその點に關しての其の力の能率と云ひ、この垂線を其の能率の臂といふ。

第七〇圖



上述の理由に依り、臂の長さを大にすれば、それに反比例して力の大きさを小にしても、力の能率に變化はない、即ち廻さんとする力のきゝめには變化はない。

第七一圖



問 (1) 挺子ノ使用ニ於テ(第七一圖) ABノ距離ヲ半分ニスルコトハ、ACノ距離ヲ倍ニスルト同ジ効果ガアルト云フハ何故カ。

(2) 釘抜ハ何處ヲ

握ルガ有利カ。

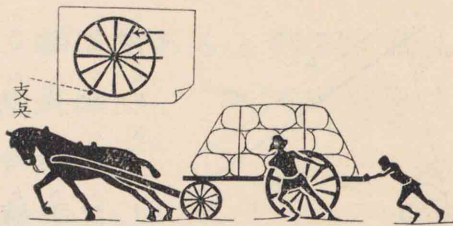
(3) 釘抜ハ釘ノ下

方ヲ嚙マセル方、

樂ニ釘ガ抜ケル

ト云フハ何故。

第七二圖

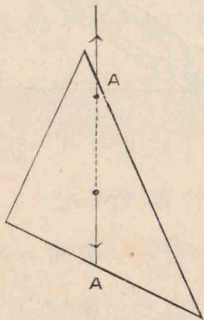


(4) 荷車ヲ動カストキ、車輪ノ上部ニカヲ加フルハ効力大ダト云フハ何故(第七二圖)

68. 重心

一つの物體の各部分に働く地球の引力の合力は、其の物を如何なる位置に置いても、常に定まつた一點に働く。此の一定點を名づけて其の物の重心と云ふ。

第七三圖



或物體の重心を求めるには、其の物の任意の一點に糸をつけて之を吊し、靜止するのを待つて其の糸の方向の延長線を求める。然

すれば重心は兎に角其の直線上にあると判る。(左もなくば糸を引上げる力と重心を引下ぐる力とが釣合ふ筈がない)。

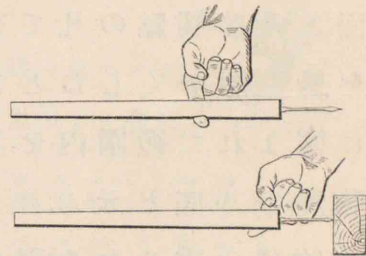
次に他の任意の一點に就いて同様に行ひ、重

心を貫く他の直線を求める。この二直線の交點は即ち求むる重心であらねばならぬ。

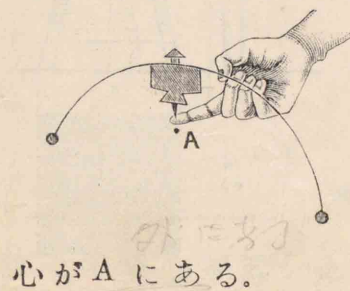
各部の品質一樣な球

第七四圖

圓板・圓筒又は長方形の板の如きもの、重心は其の形の中心にあるが、一般に云へば重心は總べて物體の重い方に偏



第七五圖



在する(第七四圖)。

但し必ずしも其の物體の内部にあるとは限らない。左圖の彌次郎兵衛の如きに於ては、重

心がAにある。

重心は地球に引かれて居る點であるから、常に最も低い位置に就かんとする。彌次郎兵衛を傾けて見ても其の實例が見られる。

- 問 (1) 各部等質ナ輪ゴム球三角板ノ重心ハ何處ニアルカ。
- (2) 長サ1米等質ニシテ一樣ナル太サノ棒ノ一端ニ900瓦ノ分銅ヲ掛ケタトキ、其ノ端ヨリ20釐ノ處ヲ支フレバ

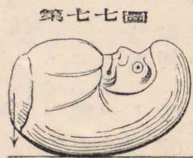
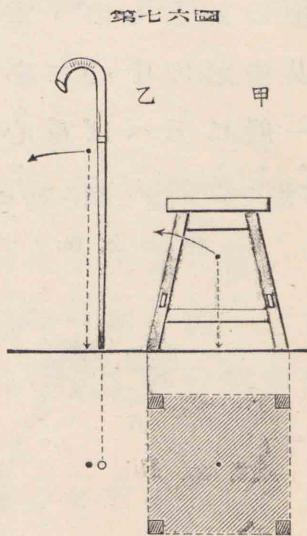
其ノ棒ハ水平ノ位置ヲ保ツトイフ。其ノ棒ノ重サハ幾
疋デアルカ。

69. **物体の坐り** 或る物体と之を支へて居る
面との接触點の凡てを圍んで糸を張り、其の糸
を最も短かくしたとき、糸
に圍まれた範圍内を、其の
物体の**基底**と云ふ。

物体の重心から引いた
鉛直線が、

(1) 基底内を通る場合に
は、其の物体は自ら倒れな
い。斯かる物体が倒れる
には、少くも一度は、重心が
現在よりも高くなるを必
要とするが、之は重心の性質上自然には行はれ
ないからである (第七六圖甲)。

(2) 基底外を通る場合には、其の物体は自ら倒
れる。此の場合、倒れることは即
ち重心を低めることになるから
である。

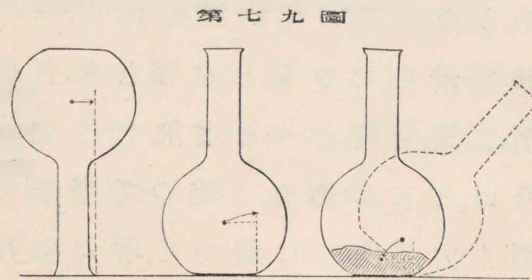


不倒翁の起き上るのは、斜に保たれた棒が倒れ
るのと全く同理である (第七七圖)。

圖 (1) 重イ物ヲ前方ニ抱イタ人ガ體ヲ後方ニソ
ラスハ何故カ (第七八圖)
(2) 壁ヲ背ニシテ立ツタ人ハ膝ヲ屈セズシテ
ハ足許ノモノヲ拾フコトガ出来ナイ、何故カ。



70. **坐りの安定さ** 物の坐りは (1) 其の物の重
いほど、 (2) それを倒すとき重心を引き上げね
ばならぬ其の
高さの大なる
ほど愈安定で
ある。



而して底が
廣くて重心が低いところにある物ほど、前記の
高さは愈大きい。上圖を見れば此の理が明か
である。

物体を動かしても重心の高さに變化のない
ときは、其の物体は、或一定の位置に坐らうとす
る性質がない。

毬、横に倒したフラスコが此の例である。か

かる坐りを中立の坐りと云ふ。

第八〇圖

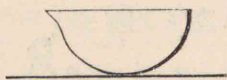
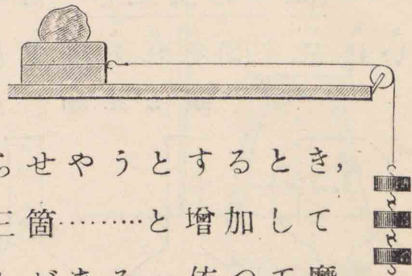


圖 球ハ中立ノ坐リヲスルガ之ヲ半分ニ切ツタ半球ノ坐リハ安定デアル、ソノ理由如何(第八〇圖)

71. 摩擦力 總べて物が滑らうとする時、若しくは滑りつつある時には、滑りに反對する力が作用する、この力を摩擦力と云ふ。

第八一圖



第八一圖のやうな装置に依り、物體を滑らせやうとするとき、分銅の數を一箇、二箇、三箇……と増加しても、物體が滑らないことがある。依つて摩擦力は物體を引く力の増すに随つて増大することが判る。されど引續いて分銅の數を増せば、遂には必ず滑り出すから、與へられた二面間の摩擦力には一定せる最大の極限があると判る。其の極限の摩擦力を、其の二面間の最大摩擦力と云ふ。

最大摩擦力は、同種の表面に就て云へば、
(1) 接觸せる二面間の全壓力に正比例し、

(2) 全壓力が等しければ、接觸面の廣狹には無關係である。

圖 (1) 重イ雨戸ヲ押し滑ラスハ、輕イ障子ヲ押し滑ラスヨリ大キナカヲ要スルワケヲ説明セヨ。

(2) 車ニ乗ツテ坂路ヲ登ル人が體ヲ前方ニカガムレバ、車夫ノ足ノ滑リヲ防グニ効ガアルト云フハ何故カ。

第八二圖



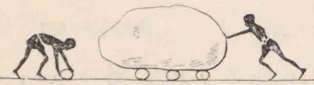
*72. 摩擦係數・滑かな表面 或二面間の最大摩擦力が全壓力に對する比を、其の二面間の摩擦係數と云ふ。滑かな表面とは摩擦係數の小さな面のことである。

金屬と金屬	0.2
木と木	0.5
石と石	0.7

圖 摩擦係數0.4デ重サ8疋アル戸ヲ押し動かスニ要スルカハ何程カ。

73. 廻轉摩擦 圓い物を或る面上に轉がさんとするとき、若しくは轉がしつゝある時には、之を妨げんとする力が其の物體に働く。此の力を廻轉摩擦と云ひ、之に對して前の摩擦を滑り摩擦と云ふ。

第八三圖

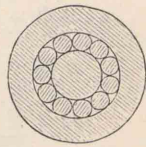


廻轉摩擦は滑り摩擦に比
べては著しく小さい。

重いものを押し動かすに

コロを用ひ(第八三圖)廻り易きを望む
車の軸の周圍に、いくつかの鋼鐵製
の小球を入れるなどは、この爲であ
る(第八四圖)。

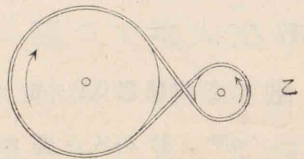
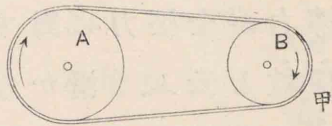
第八四圖



74. 摩擦力の利用 摩擦力利用の一、二例を示

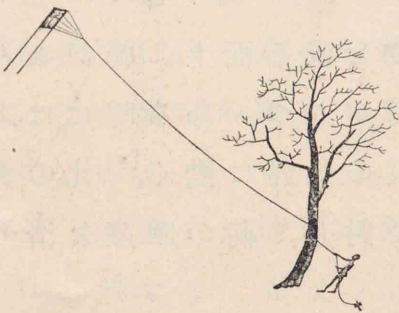
せば、二つの車の周圍に調
帶をかければ容易に廻轉
運動を他の場所にうつし、
且つその速さ若しくは方
向を變ずることが出来る。

第八五圖



下圖に示す如く糸を棒

第八六圖



に巻きつけるときは、
小さい力で大きい力
を支ふることが出来
る。摩擦がなければ
人は歩行し難く、釘楔

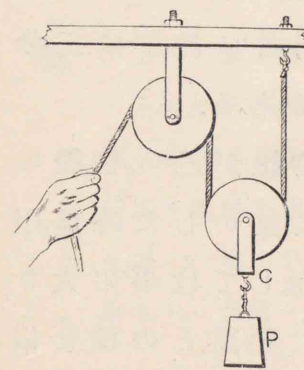
等は容易に抜け出して其の用をなさず紐は鰻
の如く滑り綿を撚りても糸は
出来ない。

第八七圖



75. 滑車 車井戸で其の例を

第八八圖

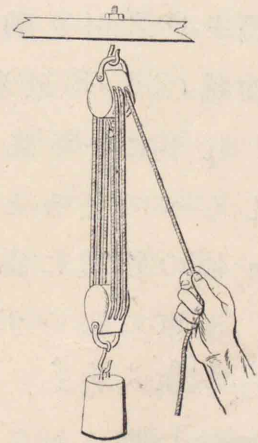


見る如く滑
車を用ふれ
ば、力を損せ
ずして任意
の方向に力
を傳達する
ことが出来る。即ち摩擦力

の爲めの妨げをさけて、自由に
力の方向轉換を行ふことが、滑
車の與ふる便利の一つである。

滑車は又力を増大する爲に
利用せられる。例へば上圖に
於て、物の重さをP 砵とすれば、
之を支ふる二筋の繩は各 $\frac{P}{2}$ 砵
の張力を受ける。従つて手に
持つた繩の張力も、また $\frac{P}{2}$ 砵で

第八九圖



ある。

第八九圖の如き装置 (之をセミと云ふ) では、同様の理で、物の重さの略、六分の一の力で荷物を引上げることが出来る。

但し見逃してならぬ事は、荷物の動いた距離は手の動いた距離に比べて、前者に於ては二分の一、後者に於ては六分の一である。

76. **仕事仕事の原理** 甲の物體が乙の物體に力を加へ、乙をその力の方向に動かした時は、甲が乙に仕事をしたと云ふ。而して仕事の大さは、其の力の大きさと、其の動いた距離との積を以て示す。例へば人がA 疋の力を加へつゝ、或物體をS 米引き動かしたとすれば、其の人は其の物體に $A \times S$ 疋米の仕事をした。

仕事にかゝる意味をもたせて、前節の滑車をしらべて見ると、人が滑車になした仕事と、滑車が他の物體に爲した仕事とは全く同量である。

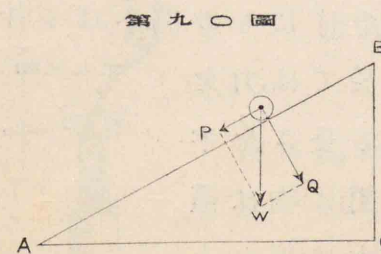
滑車に限らず總て器械は仕事には少しも利益を與へない。詳しく言へば、摩擦力など、力を無益に費させる事情の全くない最善の場合に

於ても、器械になされた仕事と器械が爲した仕事とは相等しい。之を仕事の原理と云ふ。

夫れ故に力に益する器械は、其の割合に距離に損し、距離に益する器械は、其の割合に力に損する。

- 圖 (1) 第八九圖ノ装置ヲ用ヒテ、重サ120疋ノ物ヲ8 米引キ上グルニハ、手ハ何程ノ力デ何程ノ距離ヲ引カネバナラヌカ。其ノ手が爲シタ仕事ハ何程。
 (2) 或ル器械ヲ使用シテ、360 疋ノ物ヲ3 米引キ上グル爲ニ、糸ノ一端ヲ手ニシテ18 米引クヲ必要トシタト云フ。少クトモ何程ノ力ヲ要シタカ。

77. **斜面** 斜面 AB の上に、重さ W なる物を載せた時、斜面に沿うて落ちんとする分力は圖に示す P 力に等しい。



故に摩擦力の小さい時には、P より少し大きい力を出せば、この物を押し上げることが出来る。但し高さ BC を上げるのに、長さ AB を押し進めねばならぬ。而して幾何學に

い孔をあけようとする爲には、第九六圖乙の如き錐が考案されてゐる。

螺旋を輪軸に組み合せたものに、無窮螺旋と云ふものがあり(第九七圖)、非常に大きな力を出すことが出来る。

80. **工率** 器械の良否を論ずるときに、力に何倍の利益あるか、若しくは距離に何倍の利益あるかと考ふる外に、其の器械の仕事の速さ、即ち一定時間内に爲す仕事の量を考ふることがある。仕事の速さのことを工率と云ひ、工率の大きさを表はす単位を馬力及びワット(後出)と云ふ。一馬力の器械とは毎秒550呎封度の仕事を爲す器械のことである。

蒸氣機關車の工率は普通には500馬力乃至1000馬力で、馬の工率は約四分の三馬力、人間の工率は大約七分の一馬力である。

- 問 (1) 體重60斤ノ人が高サ15米ノ梯子ノ頂上マデ一分間テ達シタト云フ、コノ仕事何程又此ノ馬力何程。
 (2) 深サ15米ノ井戸カラ一時間ニ900立方米ノ水ヲ汲ミ上グル器械ハ、工率幾馬力デアルカ

第二章 運動

81. **運動と静止** 運動及び静止は、動く動かないと云ふことで、甚だ明らかな様であるが、實はよくは判らぬものである。山は通例静止體の標本のやうに思はれて居るが、それは地球に對

第九八圖



圖のモーターボートは上の飛行機より懸垂して居る人から見れば殆んど動いて居らぬ、それ故に飛行機からモーターボートに移るこの企ても無理ではない。

して云ふ事で、太陽に對しては運動體である。

通例の場合には地球を動かぬものと見て、之に對して場所をかへるか換へないかに依つて、運動と静止とを決定する。

82. **速さ** 運動には必ず方向と速さとがある。速さを言ひ表すには單位時間内に通過する距離を示す。

例へば3秒間に12米を進む速さは $\frac{12}{3} = 4$ 秒米、10時間に500哩を行く速さは $\frac{500}{10} = 50$ 時哩である。

圖 $\frac{1}{10}$ 秒間 = 400米ヲ飛ブ砲丸ノ速サ何程。

83. **速度** 方向も速さも變らない運動を速度の變らぬ運動と云ふ。速度とは方向を併せ考へた速さのことである。

速度が變るか變らないかに依つて、運動を不等速運動と等速運動との二種に區別する。

吾等の日常見る運動は大概不等速運動である。稍深い靜かな水中に、物例へば鶏卵の沈み行く時には、等速運動の一例が見られる。

84. **運動の第一定律** 物體は之に力が加はるでなければ、静止せるものは永久に静止し、運動

せるものは永久に等速運動をする。之は慣性の定律として、既に述べたところであるが、以下述ぶるところの運動の定律と並べ擧げるときには、之を運動の第一定律と云ふ。

85. **運動の第二定律** 物に力が働くときには、必ず力の方向に其の速さが増す。例へば、*大工の斧*

(A) 机上の書物を横に押せば、押された方向に或る速さをもつに至る。

(B) 机上を滑りつゝある書物は、摩擦力のために、摩擦力の方向に速さを増して、初めの速さは次第に減ずる。

(C) 机上に置かれた書物は、地球の引力のために、下方に向つて一定の速さを増す。けれど之と同時に、机が地球引力に等しい力で上方に押すから、上方にも同じ速さの増加があり、二つの速さを合したものと速さは零となる。

物の速さの變化には、銃の發射の際銃身内を進み行く銃丸のその如く、非常に急なものと、停車場より出發する汽車のその如く、頗る緩やかなものがあるが、その變化の緩急は、

第一に力の大きさに關し、力の大な程急である。

例へば 軌道の上に静止せる貨車を動かし始めんとする時、又は棹さして舟の運動を止めんとするときなどに於て、一人にてするよりも二人にてすれば速さの變化は著しい。

第二に物體の質量に關し、質量大なるもの程言ひ換ふれば重きもの程緩である。

例へば (A) 前例の場合で、同一の人数を以てしても、貨車若しくは船の重い程力のきゝめが目立たぬ。

(B) 竹刀は重い鐵棒よりも振り動かし易く、肥えた人は通例其の舉動が不活潑である。

之を要するに力が物體に働くときには必ず其の力の方向に速さの變化を來し、其の速さの變化の緩急(割合)は力には正比例し、質量には反比例する。之が運動の第二定律である。

86. **力の働く時間の影響** 運動の第二定律により、重い物體に弱い力を作用せしめたときは、其の速さの變化は一層目立たない。但し如何に小なりとも、其の力相應のきゝめは必ず表はれるから、力の働く時間を長くすれば、速さの變化は積り積つて、遂には大なる結果を來す。

上に向つて發射せられた砲彈の如き、「重力など物の數かは」と云ふ勢で昇り行くけれども、根氣よく之に働く重力の結果は時々刻々に表はれて、遂には其の砲彈を靜止せしめ、更に非常な速さを以て下方に落下せしむるにも至る。

87. **運動の第三定律** 鞦韆に乗つた人が、他の



(世界一の女流選手ウィルス嬢の雄姿)

ウィルス嬢の體が今何れの方向に動きつゝあるかは確言が出來ぬ。されど體の速さの變化の方向だけは此の足を見れば、間違ひなく推斷が出来る。此の日に風がないと假定すれば、スカートのかなびき方から見ても、此事に關して同じ結論が得られる。

(第85節参照)



人が勝つか、

(空気がおかしな)

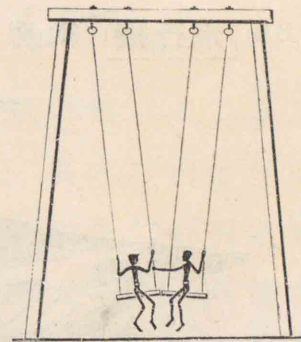
自然が勝つか、

作用と反作用



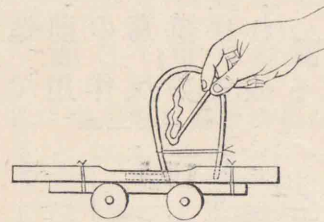
人を引けば己も引寄せられ車のついた弾き鐵砲で物を射出するときは、鐵砲も同時に後退し、射出物の重き程、又發射の力の強き程、後退の距離は大きい(第一〇〇圖)。

第九九圖



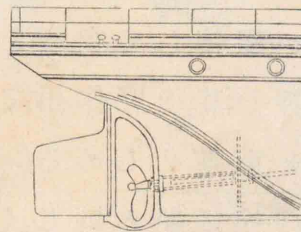
斯くの如く、如何なる場合でも、押せば必ず引かれ、引けば必ず押される。而して押し若しくは引く力の強い丈、押され若しくは引かれる強さは増す。

第一〇〇圖



即ち作用と反作用とは常に必ず相伴ひ、又其の強さは相等しい。之を運動の第三定律と云ふ。

第一〇一圖

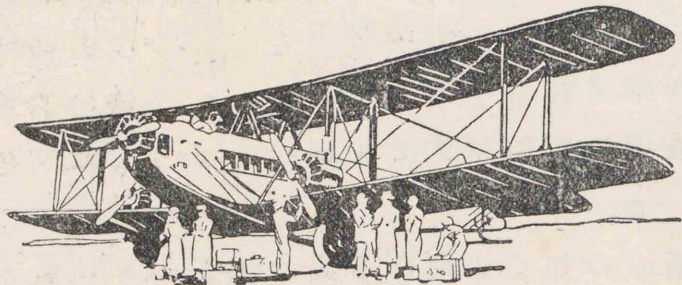


魚はヒレの運動で水を後方に押すから、水に押されて前方に進む。船の進むも、鳥の飛

ぶも、皆同じ理である。

88. 飛行機 紙鳶を揚げる時、糸を持つて走れ

第一〇二圖

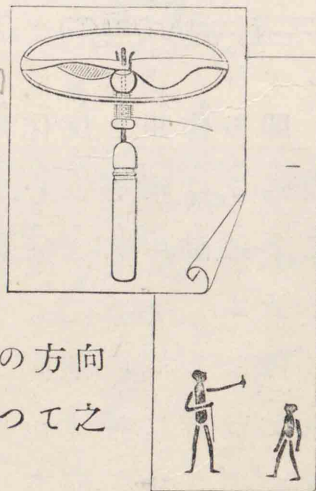


三つのプロペラをもつ旅客輸送飛行機

ば、風がなくても紙鳶は揚る。これは紙鳶の前進の際、下方に空気を押しつける故、その反作用で押し上げられるのである。

第一〇三圖

飛行機が飛ぶのは全く之と同理である。但し糸で之を引く代りに推進器が廻轉して空気を後方に押し、其の反作用で飛行機を前進せしめる。飛行機の方角轉換は船と同じく舵に依つて之を行ふ。



第一〇三圖ノ玩具が高く空中ニ昇ルハ何故カ。

89. 落ちる物體 物體は空氣の無いところでは、皆同一の速さで落下する。其の理由は茲に甲乙の二物體があつて、甲は乙のN倍の質量をもつとすれば、之に働く重力の大きさも亦N倍であるから速さの變化の割合の1/Nになるべき事情と、N倍になるべき事情とが相殺して結局同一の速さの變化を得るからである。

而して重力の爲に生ずる速さの變化は(場所によつて僅かの差はあれど)、一秒毎に約9.8秒米である。此の値をgで表せば、t秒間引力の作用を受けた物體の速さvは、

v = gt.....(1)

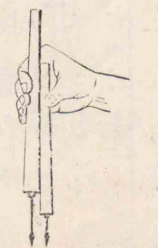
この時間内に落下した距離Sは、其の平均の速さに時間數を乗じたるもので、

S = (gt/2) * t = 1/2 gt^2.....(2)

である。

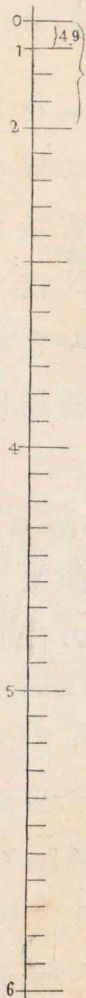
第一〇四圖ノ如ク大小二本ノ

第一〇四圖



Handwritten notes: 1/2 * 9.8 * 2 * 2, 1/2 * 9.8 * t^2, 落下の速さは、時間との比は正比例する

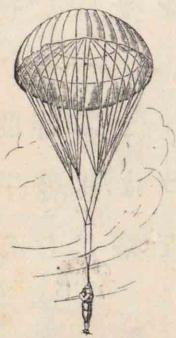
第一〇五圖



錐ヲ一緒ニ持ツテ之ヲ放テバ、机上ニ落チテ發
スル音ガーツシカ聞キ取レナイノハ何ヲ示ス
カ。
(2) 落下スル物體ノ三秒後ノ速サ何程、其ノ間ニ
落下シタ距離何程。
(3) 橋ノトヨリ石ヲ落シ、二秒後ニ水面ニ達スル
ヲ見タ橋ノ高サ大凡何程。
(4) 第一〇五圖ハ何ヲ示シタル圖カ、之ヲ説明セ
ヨ。

90. **流體の抵抗** 氣體、液體を總稱して流體と云ふ。流體が其の中で動く物體に及ぼす抵抗、即ち運動體に押されるが爲に起す押し返す力は、(1) 略運動體の速さの自乗に正比例し、(2) 運動の方向に直角なる最大切斷面積に正比例する。

自轉車で疾走する人が風の爲に悩まされること甚だしいこと、夫れが爲に往往、上半身を地面に平行にして進



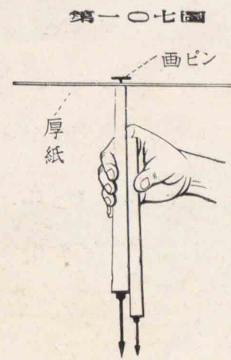
第一〇六圖
落下傘を用ひて安全に高空より飛び降る。

み行くことなどは其の實例である。

物體が空氣中を落下する際にも、次第に其の速さを増せば、空氣の抵抗力が次第に増して、遂には其の物體に働く重力に等しくなる。故に其の物はそれから先きは、其の時の速さで等速運動をする。

羽毛綿若しくは雲塵埃等のやうに、質量の割合に面積の大きいものは、少しく落下の速さが増せば忽ち等速運動をする。

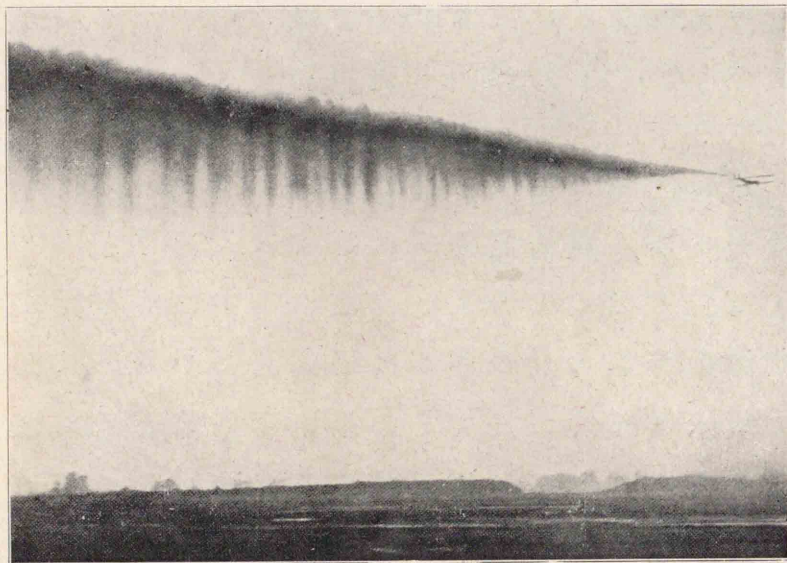
第一〇七圖ノ如ク一方ノ錐ニ厚紙ヲツケテ之ヲ落スト、落下ノ距離ガ小ナレバ音ハーツニ聞エ、大ナレバニツニ聞エルハ何故カ。



水は空氣に比べては其の質量の大なる爲め運動體に及ぼす抵抗も従つて大きい。故に水中に落ち行く物體の等速運動の速さは、通例甚だ小さい。又軍艦・水雷艇等に於て、その全速度何節と云ふは、速さの増したる最後に於て、それ等がもつ等速運動の速さを意味する。



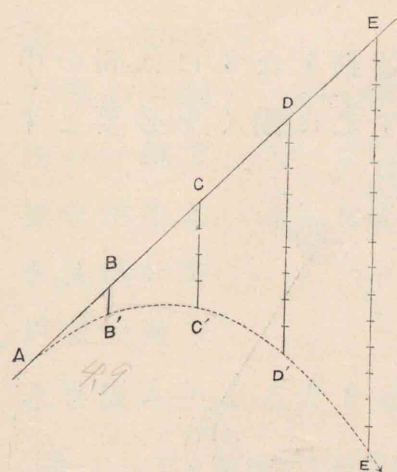
鎗を投げるには其の進む方向に之を向けるのが最も有利である (第90節参照)



煙はこのやうに永く空中にかゝる。(第90節参照)

*91. **拋射體** 石を斜に投げたときは、拋物線と名づくる一種の曲線を書いて飛ぶ。其の理由は第一〇八圖の AB 直線を以て、物體のもつ最初の方向とし、BCD

第一〇八圖



の諸點は、地球引力のない場合に每一秒時の終りに物體の占むべき位置であるとすれば、實際に物體の位置は、第一秒時の終りに、B 點の直下 4.9 米の點 B' にあり、第二秒

時の終りに於ては、C の直下 19.6 米 (4.9 × 4) の點 C' にあり、以下追うて斯くの如く、物體の位置は最初に與へられた運動の結果と、引力が静止せる物體の上に生ずべき結果とを同時に成立たせて求め得られるものである。

拋射體の運動の通路を實際に見届けるには、細い口から噴出する水の通路を見るが便である。

Handwritten notes in Japanese:
えのこ
は、
地球に引か
れるから、
さうするから、
あつた。

図 (1) 水平ノ方向ニ10秒米ノ速サデ投ゲラレタ石ノ三秒後ノ位置ヲ示セ。

(2) 鉛直ノ方向ニ98秒米ノ速サデ發射セラレタ煙花彈ハ5秒時, 10秒時, 15秒時, 20秒時ノ後, 夫々地上幾米ノコロニアルカ。

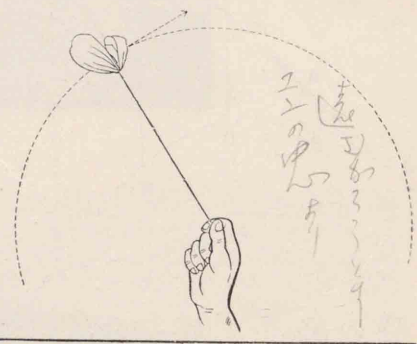
92.

遠心力

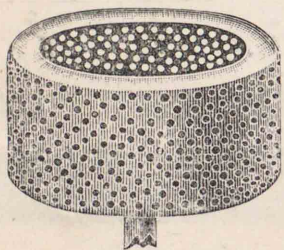
物體が圓運動をなすには、圓の中心に引付ける力が絶えず之に働くを必要とする。この力を求心力といひ、求心力の反作用を遠心力と云ふ。

求心力の強さは

- (1) 物の質量に正比例し、
- (2) 一定時間内に於ける廻轉數の自乗に正比例し、
- (3) 圓の半径に正比例する (一定時間内に於ける廻轉數の等しいとき)。



第一一〇圖



理論上の計算によれば、半径半米の圓を畫き、毎秒一廻轉の割で運動する物體のもつ求心力の強さは、略、其の物の重さの二倍に

等しい。

遠心力は布の水を去るため、砂糖より糖蜜を去るため等に利用せられる。

遠心ポンプ

(第一一一圖)も亦遠心力利用の一例で、風を送るとき、又淺い井戸で大量の水を汲み上ぐるときなどに大いに役立つ。

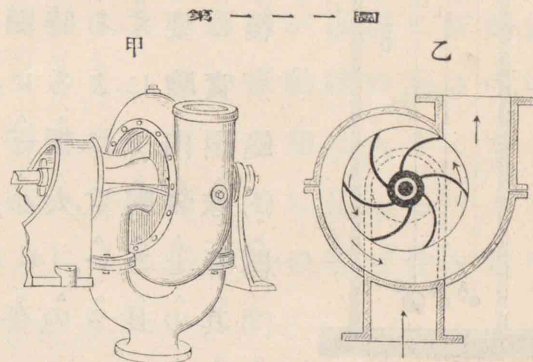
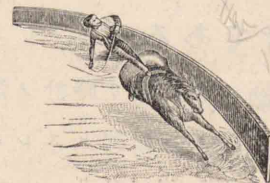


圖 (1) 1 疋ノ物體ガ半径50糎ノ圓ヲ畫キ、毎秒100 廻轉スルトキ其ノ遠心力何程。

(2) 上問ニ於テ半径ガ1米ナラバ遠心力何程

(3) 第一一二圖ノ馬ト人トハ何ノカニヨツテ倒レズニ居ルカ。

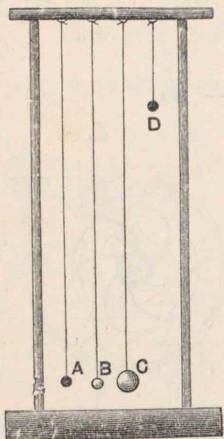


第一一二圖

93. 振子 一端を固定した細い絲の他の端に重い物を吊したものを振子と云ふ。

振子を一方に引いて其の手を放てば、往復運

第一一三圖



動が暫くは繼續する。此の際
其の一端より他端に至る距離
の半分を振幅と云ひ、一回の往
復に要する時間を週期と云ふ。

實驗によるに、振幅が小さい
範囲内では、振子の週期は、

(1) 球の輕重、大小、並びに振幅に
關係しない。

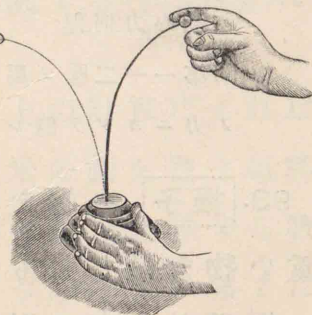
(2) 其の長さの平方根に反比例
する。

而して長さ一米の振子の週期は、凡そ二秒時間である。

振子の利用の最も著しいものは下げ振り時計である。

第一一四圖

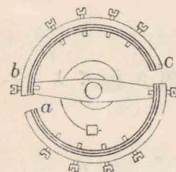
圖 下げ振り時計ノ進ミ過ギル
ノハ如何ニスレバ直ルカ。



94. 弾力に依る振動 棒

の一端を固定して他端を
振動させる時(第一一四圖)、
若しくは螺旋狀に卷いた

第一一五圖



針金の先端に錘を吊して、其の錘
を上下に振動させる時などのや
うに、總べて固體の弾力に基づく
振動は、其の週期が振幅に無關係
である。但し振動體の重さの増

す程、又弾力の弱いほど、其の週期は大きくなる。

懐中時計の進みを調節するに用ふるテンブ
(第一一五圖)は弾力による振動體の等時性を利用
したものである。

* 第四編 勢 力

(教授者の見込みによつては、此の全編を最後に廻されてよい)

第一章 勢 力

95. **勢力** 物理学に云ふ仕事の意味及び其の單位に就ては第76節に述べた。

生物無生物に拘らず、現在若しくは將來に仕事を爲し得る物は、何物でも**勢力**(\hat{E} \hat{N} \hat{E} \hat{R} \hat{G} \hat{I})を持つて居る。勢力とは、重さもなく形ちもないものであるが、之を持たねば、如何なるものでも、仕事をする事は決して出來ないのである(次節以下に之を詳述する)。

勢力の多少は、それを費したが爲に爲し得る仕事の量で測り、何々**瓦**又は何々**瓦**など云ふ。

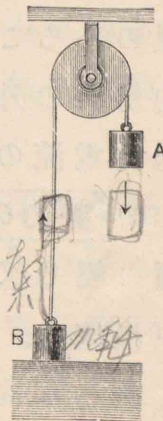
96. **運動の勢力** 總べて運動する物體は、其の慣性によつて或物を押しながら進み得るものであるから、明かに仕事を爲し得る。即ち勢力をもつ。運動體のもつ勢力を**運動の勢力**と名づける。

運動の勢力は運動體の質量の大なる程、又其の速さの大なる程、多量である。

この事は吾等の日常の經驗を顧みれば判ることである。

97. **位置の勢力** 圖の如き装置で、荷物 B を引上げるに要する力は、A の重さを増すに随つて小さく、遂に A を B と同じ重さにした時は、滑車の摩擦に打ち勝つだけの力を加ふれば足りる。依つてこの時には、質量 M 珎なる B を h 米丈引上げる仕事が、質量 M 珎なる A が h 米丈下降することによつて爲されたことが判る。即ち一般に質量 M 珎、高さ h 米にある物體は、 $M \times h$ 珎の**仕事**が出來る、即ちそれ丈の**勢力**をもつ。

第一一六圖



斯の如く、物體が高所に在るが爲にもつ勢力を始めとし、總べて縮むべくして伸びて居るもの、伸ぶべくして縮み居るもの等のもつ勢力を**位置の勢力**と云ふ。引伸ばされたゴム、壓縮せ

られた空気、卷込まれたゼンマイ、引張られた弓等のもつ勢力は、此の類である。

運動の勢力と位置の勢力とを併せ稱して、機械的勢力と云ふ。

98. **勢力の種類** 勢力が物質に宿る仕方の相違によつて勢力を類別すれば、勢力に多くの種類のあることが判る。即ち以上に述べた機械的勢力の外、火薬のもつやうな化学的勢力、熱の勢力、電流の勢力、其の他にもいろいろある。

99. **勢力の變遷** 勢力は甲の種類より乙の種類に變じ、又甲の物體より乙の物體に移ることが出来る。之を勢力の變遷と云ふ。

例へば高所にある物體は、落つることによつて、低くなると同時に速くなることから察して、位置の勢力を失ふと同時に、運動の勢力を増しつゝあることが判る。

引張られた弓が其の位置の勢力を失へば、矢は運動の勢力を得る。

金鎚を以て石を打てば、金鎚の運動が止むと同時に、其處に熱を生じて來る。

100. **勢力の變遷と仕事** 仕事をなす、なされると云ふ關係のあるところには、常に勢力の變遷がある。而して仕事を爲したものは、仕事の量だけ勢力を失ひ、仕事を爲されたものは、仕事の量だけ勢力を得る。

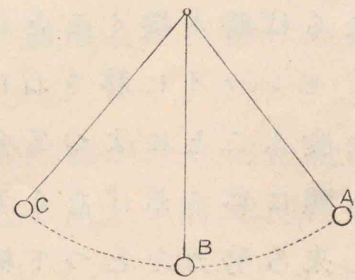
例へば人が弓を引張ると云ふ仕事をなせば、人は勢力を失ひ、弓は新に位置の勢力を得る。次に弓が矢に對して仕事をなせば、矢は運動の勢力を得て、弓は位置の勢力を失ふ。

101. **勢力不滅の定律** かく變遷はするが、勢力は決して新生もなく、消滅もないものである。これを勢力不滅の定律と云ふ。物質不滅の定律と共に、近世の理學界の二大原則である。

今其の一二の例を示せば、

右圖に於て、Aの位置にある振子を放てば、その有する位置の勢力は運動の勢力に變じ始め、Bに至つて全く運動の勢力のみとなり (Bよ

第一一七圖



り下に行けぬものとして、夫れより其の運動の勢力が再び位置の勢力に變じ始め、Cに至つて全く位置の勢力のみとなる。此の時若し空氣なく、又振子を吊した糸も完全に曲り易いものであるときは、振子は永久に振動をつづけるのである。即ち最初に與へられた勢力は、變遷はするが失はれない。

實際の場合の如く、空氣の妨げがあるときは、勢力の一部分は、振子の一振り毎に空氣の運動の勢力になつて他に移るから、振子は久しからずして全く其の勢力を失ふ。

時計の振子が、上記の振子と異つて幾日も續いて振つて居るのは、ゼンマイの内に蓄へられた勢力が、其の補給をして居るからである。

故に永久に或時計の振子の振動を續けんとすれば、時々捲くことによつて人體のもつ勢力をゼンマイに移さねばならず、人は時々食物を食ふことによつて、食物のもつ化學的勢力を人體に移さねばならず……結局太陽より輻射し來る勢力をとつて、植物を成長させねばなら

ないことになる(第103節)。

102. **熱の仕事當量** 物の衝突又は擦れ合ひによつて、機械的勢力が熱の勢力に變遷する例は珍しくない。反對に熱の勢力が機械的勢力に變遷する事は、蒸氣機關車を見ても判る。

こゝに於て幾何量の機械的勢力が、幾何量の熱に相當すべきかの問題が起る。

ジュールは種々注意深い實驗を行ひ、427 瓦^{キロ}米の勢力が丁度1瓦^{ワット}カロリーの熱に相當することを發見した。此の値を熱の仕事當量と呼ぶ。

103. **動物植物太陽** 吾々は蛋白質・脂肪・炭水化物及び酸素を採つて、之を炭酸瓦斯・水・尿素等の比較的化學的勢力に乏しいものに變化させて排泄する。その食物と排泄物とのもつ勢力の量の差が、即ち吾々の體温及び活動に必要な勢力の源である。

而して蛋白質・脂肪・炭水化物が、吾等の身體にのこし行く勢力の量は、之を熱の單位で表はせば、これ等の1瓦毎に、

蛋白質 4 (珎カロリー)

脂 肪 9

炭水化物 4

であつて、之を機械的勢力の單位で示せば、各一瓦について、

蛋白質 $427 \times 4 = 1708$ (珎米)

脂 肪 $427 \times 9 = 3843$

炭水化物 $427 \times 4 = 1708$

である。

然るに植物體內に行はれる化學變化は、大體動物體內に行はれるものと正反對で、炭酸瓦斯・水・其の他の肥料の如き、比較的勢力に乏しい物質を材料として、蛋白質・脂肪・炭水化物の如き、比較的勢力に富んだ物質を構成する變化である。されば勢力不生不滅の定律に照して、この變化の進行には、單に物質的材料の備はれるを以て足れりとしな、是非とも其の差に相當する丈の勢力を、他より供給せられるを必要とする。

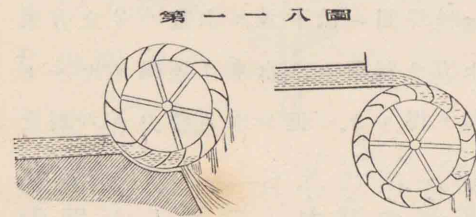
而してこの勢力の補足は、實に太陽より來る熱及び光の勢力に外ならない。植物が「日光の

助けをかりて同化作用を營む」といふのは、此の事を意味する。されば結局植物は太陽の勢力を吸収して自體に蓄へ、動物は植物の蓄へた勢をとつて活動して居るのである。

第二章 水車 熱機關

104. 水車 水車は水の持つ勢力を利用して

仕事をなす装置である。

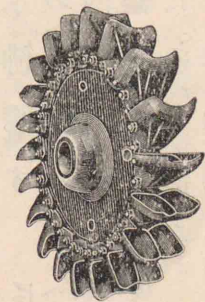


車の下部に水が當るやうにし

たものは、水の運動の勢力を利用したもので、車の上部に落ちるやうにしたものは、運動の勢力と位置の勢力とを利用したものと見られる。

第一一九圖

最も進歩した水車の一種にペルトン水車と呼ばれるものがある。之は、車の周圍に椀のやうな翼を備へ(第一一九圖)、大速度で噴出する水が、翼の彎曲面に沿うて反流するやうに



任意の位置に設置可能

してある(第一二〇圖)。故に水が水車を離る時の速度は、水車が適當の速度で廻つて居るときには、非常に小さい。それだけ勢力が多く水車に移るのである。即ち有効率の大なる水車が出来るわけである。

第一二〇圖

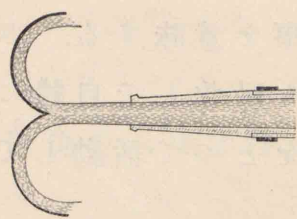


圖 瀑布ノ高サ10米デ一秒時間ニ流下スル水量ハ2立方メートル。此ノ瀑布ノ水力ヲ利用シテ水車ヲ運轉サセルトキ、水車ハ幾馬力ノ工率ヲ得ルカ。但シ水ノ勢力ノ六割丈ケ有効ナリトスル。

105. 蒸氣機關 蒸氣の壓力 開放した器内の水の沸騰點は大體百度であつて、其の蒸氣の壓力は當時の氣壓に等しい(第52節)。但し密封した器内の水を熱するときには、其の壓力も沸騰點も際限なく増加する。沸騰點と蒸氣壓力との關係を表示すれば、右表の如くである。

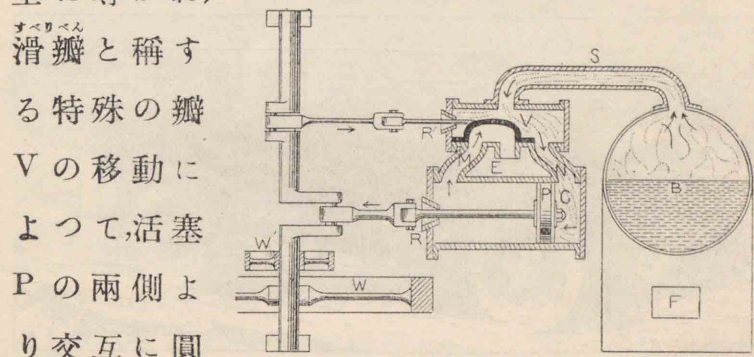
溫度	氣壓
100(度)	1.000
110	1.415
120	1.962
140	3.576
160	6.120
180	9.929
200	15.380
220	22.882

故に例へば水の沸騰點が180度に達した時の蒸氣の壓力は、半徑20厘の圓板

に對して大約 $1.034 \text{ 疋} \times 9.9 \times 20^2 \times \pi \div 13000 \text{ 疋}$ である。

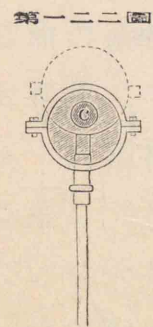
蒸氣機關の構造 現時の蒸氣機關の主要部は次圖に示すやうに、蒸氣はS管より一旦分配室に導かれ、

第一二一圖



滑瓣と稱する特殊の瓣Vの移動によつて、活塞Pの兩側より交互に圓

筒内に入り、一旦其の用をなした蒸氣は、先に入り來つた路を経て、Eより去り行くやうになつて居る。故に活塞は強大なる力を以て前後に動く、此の力が即ち蒸氣機關の原動力である。

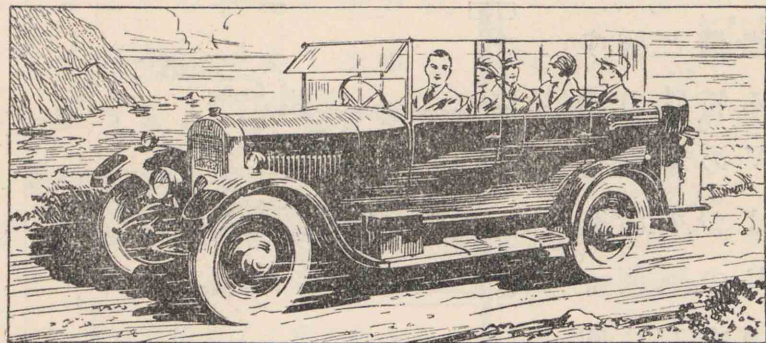


滑瓣を自動的に動かすには、滑瓣の柄を側心盤(第一二二圖)と稱する装置に連結する。

106. 内燃機關 石炭瓦斯若しくは揮發性の鑛油より得た瓦斯に適當量の空氣を混ぜ、之を

壓縮し、點火して、其の爆發力を利用したものを、
夫、瓦斯發動機・石油發動機と云ひ、總稱して内燃
機關又は内燃發動機と云ふ。

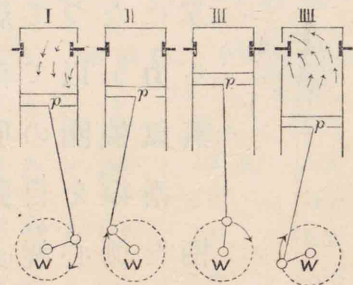
第一二三圖



内燃機關の應用(其の一)

此の機關の運轉には、普通には四つの階段が
ある。即ち(1)適當量に

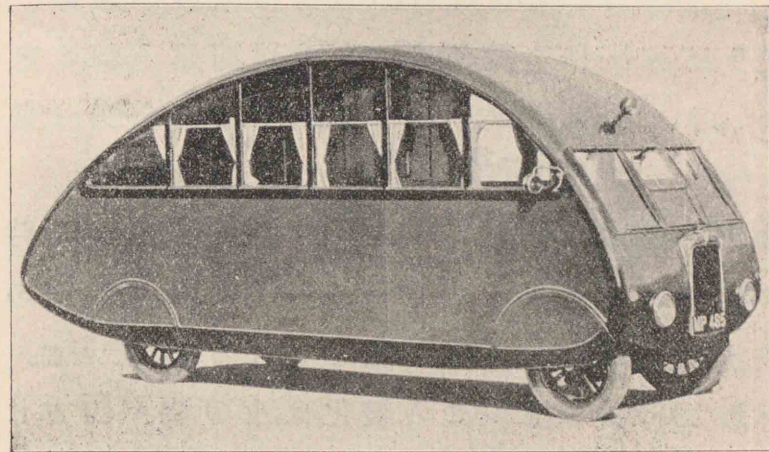
空氣を混ぜた瓦斯狀燃
料が圓筒内に吸ひ込ま
れること、(2)此の混合瓦
斯が活塞によつて強く
壓縮せられること、(3)混



合瓦斯に點火せられ (多くは電氣火花によつて) 其の
爆發力によつて強く活塞を押し出すこと、(4)不用
の瓦斯が別の通路より押し出されること (第一

第一二四圖

第一二五圖



内燃機關の應用(其の二) 自動車上の住家

二四圖)である。

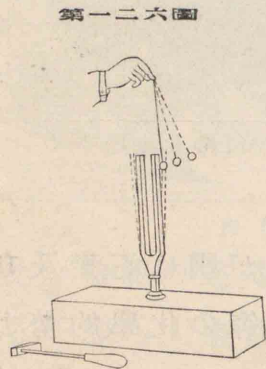
107. **天與の勢力と日本** 吾が國は石炭及び
石油の產出量が少いから、これ等の化學的勢力
を利用して大發展を爲し得ることは望まれな
い。只國內山多く、従つて急流と高地の湖水と
に富んで居るから、水の勢力の利用に關しては
大いに天恵に富んで居る。

此の勢力を水車に利用し、若しくは水車に依
つて電流の勢力に變じ(水力電氣)次で之を諸種有
用の勢力にかへることは、吾が日本の一大國策
でなくてはならぬ。

第五編 音

第一章 音 波

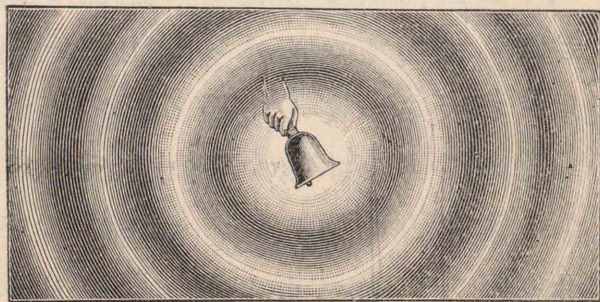
108. **音波** 物體が空氣中で速く振動する時は先づ之に近接した空氣を振動させ、又粗密の差を生ぜしむる (第一二七圖)。



第一二六圖

この變化は、水の波が四方に擴がるが如く、順次に各方に傳はつて行く、之を音波と云ふ。音波が吾人の耳に達し、耳底にある鼓膜を振動せしむると吾等に音の感覺がある。

第一二七圖

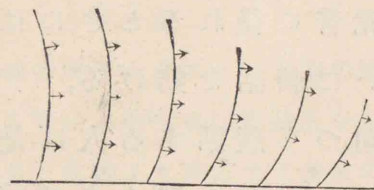


る。但し其の振動數が一秒間に16回以下又は40000回以上のものは普通音の感じを起さない。

海原

實驗の結果によれば、音波の速さは溫度一五度の時、一秒間に約341米(大凡三町)であつて、溫度一度を増減する毎に約0.6米を増減する。

第一二八圖



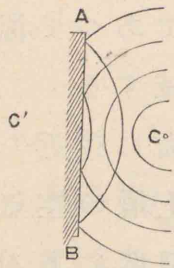
夜間、地面に接近した空氣が、上層の空氣よりも低溫度にある場合においては、上層の音波の進行が速い

から、音波は圖に示す如き方向に進行する、かくて音波は地上の障害物の影響を受けることなく、よく遠隔の地に達するのである。日中地面の熱せられた時には此の反對で、音は案外遠方に達しない。

圖 電光ヲ見テ六秒間ノ後雷鳴ヲ聞イタトキニハ、雷ハ何程隔タツテアルカ。

109. **音波の反射** 水の波が岸に衝突した時と同じく、次圖Cより發した音波が堅い壁ABに衝突した時には、恰もCより來たかの如き方向に進む。之を音波の反射と云ひ、此の音を反響と云ふ。

第一二九圖



通常の室内では野外に於けるよりも談話が樂であるのは、反響が元の音と共に耳に入るからである。されど室が大きくて、反響が明かに元音に後れるときには、却つて大いに談話を妨げる。

野外に於て、多人數に向つて談話する人は、是非共高所に昇らなくてはならぬ。然らずば前方に並び居る聽者の頭によつて、音波の大部分は反射せられる。

圖 (1) 老人ナドガ耳ノ後方ニ掌ヲ當テテ人ノ話ヲ聽クノハ何故カ。

(2) 井戸ニ臨ンデ音ヲ發シタ時、反射音ハ半秒時後ニ聞エタト云フ、井戸ノ深サ凡ソ何米カ。

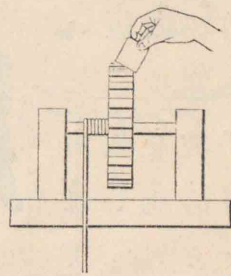
110. **音の三要素** 音については、強さ、高さ、音色の三要素がある。

(1) 強弱(大小とも云ふ)の差は音波の振動の幅の大小に關係する。強く打つた太鼓の音は、弱く打つたその音より強く、又一般に遠方で聞く程、音の弱いのは其の證據である。

(2) 高低の差は單位時間内に於ける振動數の多少に關係する。廻轉せる齒車に名刺のやうな厚紙を觸れるとき、齒車の廻轉の速い程、調子の高い音を出すので證明せられる。

オルガン若しくはピアノに於て、或鍵の發する音は、その左隣の鍵の發する音の 1.0595 倍の振動數をもつ。ゆゑに或鍵より右方十三番目の鍵は(黒鍵も併せ數へて)丁度二倍 ($1.0595^{13} \approx 2$) の振動數をもてる音を發する。而して、ハ調のラーの振動數は一秒間に 435 である。

第一三〇圖



(3) 音色 強さと高さとを等しくしても、琴の音と笛の音とは明かに聞き分けられる。音のかかる相違を音色の相違と云ふ。

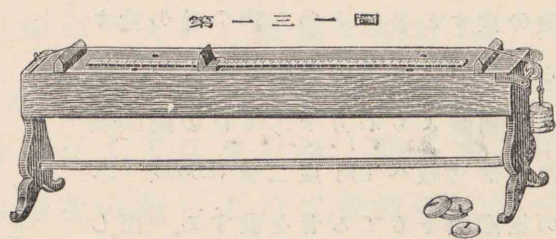
發音體の振動は、通例は簡單なる往復運動ではなく、恰も大きな水波の上に小さい漣こきなみが重なつて居る如く、主なる振動と、それよりも小さい振動とが、同時に行はれて居る。随つて音波に於ても、通例は主なる振動の外に、それよりも程度の弱い小振動が存在する。此の程度弱き小

振動の相違が音色の相違を來たす原因である。

第二章 發音體の振動

111. 絃 第一三一圖の如き装置によつて實驗するに、絃の發する音の調子は、

- (1) 絃の短いほど、
- (2) 絃を張る力の強いほど、



(3) 絃の軽いほど、いよいよ高くなる。

琴、三味線、ヴァイオリンなど、總べて絃を用ふる樂器に於ては、その調子を調へるに、この事實を利用する。

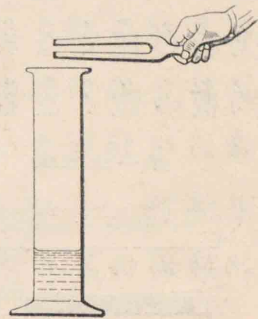
聲帶の如き膜の振動に關する定律も、全く絃の場合と同一である。

112. 管 發音して居る音叉を圓筒の口に當てつつ、水を注いで空氣柱の長さを變化するに、或長さに於て、急に音の強くなるを聞く。これは空氣柱固有の振動數と、音叉の振動數とが一

致した時、空氣が音叉の振動につれて盛んに振動し始めた爲であつて、所謂共鳴の一例である。

音叉をかへて調子の高いものを用ふるときは、空氣柱が前より短くなければ共鳴を起さない。即ち空氣柱固有の振動數は柱の短い程多いのである。

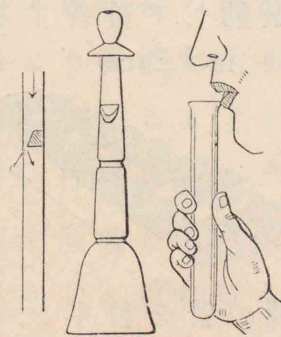
第一三二圖



圓筒内の空氣の振動によつて、つよく發音する場合は他にも例がある。細い試験管の縁に、つよく空氣を吹きつけるとき(第一三三圖)尺八・横笛等を吹くときの如きはそ

第一三三圖

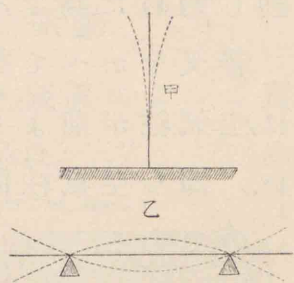
れである。



此の種の發音器に於ては、音の調子の高低は、管の長さを變化すれば得られる。尺八・横笛等に於て、側面の孔を開くときは、管の長さを其の孔迄に短縮したと同じ効果がある。

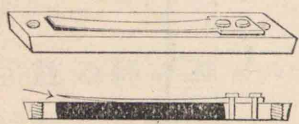
113. **板** 一端を固定した板、及び二點に於て支へた板は、第一三四圖の如き振動を起すが最も普通である。この場合、單位時間內に於ける振動數は、同一の物質について云へば、

第一三四圖



- (1) 板の厚くなる程、
- (2) 板の短くなる程、増加する。

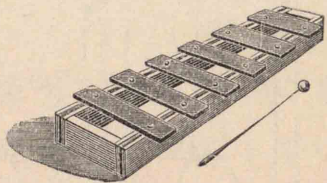
第一三五圖



此の種の振動を利用したものに、オルガン、手風琴、ハモニカ等に用ふる舌と云ふものがある(第一三五圖)。矢の方向に空氣

を吹き送るとき、其の通路を殆んど塞がんとする位置にある金屬製の舌が振動して發音するのである。

第一三六圖

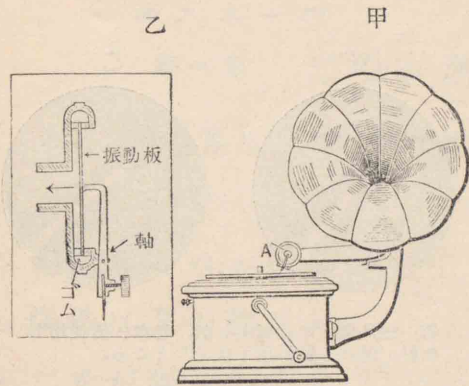


又玩具的のもので鐵琴と呼ぶものがあるが(第一三六圖)、板が割合に厚く、且つ短いから、心地よい高調の音を發する。

114. **蓄音器** 蓄音器の音譜盤の出來上つた

ものは、其の表面に細い溝が渦卷狀に掘られた

第一三七圖



圓盤であつて、此の溝に左圖甲に示すが如く、振動板Aに連絡した針の先端をおとして盤を廻す時は、溝の曲りの爲に先づ針が振動

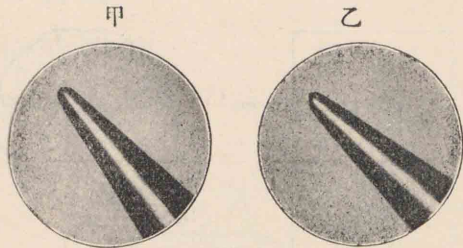
し、其の爲に振動板Aを振動せしむる。振動板は硝子又は雲母の薄板を以て作り、其の振動によつて音を發する。

音譜盤をつくるには適度に温めた平滑な蠟板を音譜盤の位置におき、之を廻しつつ、ラツパ口より音波を送る。然すれば、音波は先づ振動板を振動させ、之が針頭の振動となつて、蠟板の上には曲りをもつた溝を掘る。かくて得た蠟板を原版として、電鑄術(第178節)によつて、之れと凸凹正に相反する金屬版をつくり、之を第二の原版として、適度に温めた未製の音譜盤を押

し當て、幾枚でも同じ音譜盤を作る。

蓄音機の針は、多くは鋼で作られ、一度使用する毎にかなり磨滅するから、常に新しきものを用ひねば大いに音譜盤をいためる。

第一三八圖



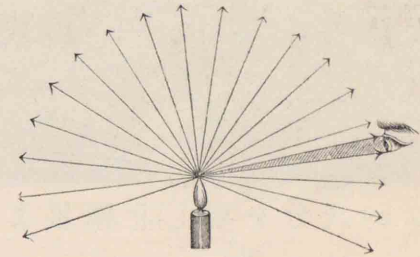
第一三八圖 甲は新しい針、乙は一度使用した針。何れも顯微鏡下に見たところ。

第六編 光

第一章 光の直進 反射

115. **物の見ゆる根本條件** 物が見ゆる爲には、種々の條件が満されねばならぬが、根本の條件は、其の物から來た光が眼に入ることである。其の光には、其の物から發したものと、其の物が他より受けた光を反射したの(第118節)との二種類がある。

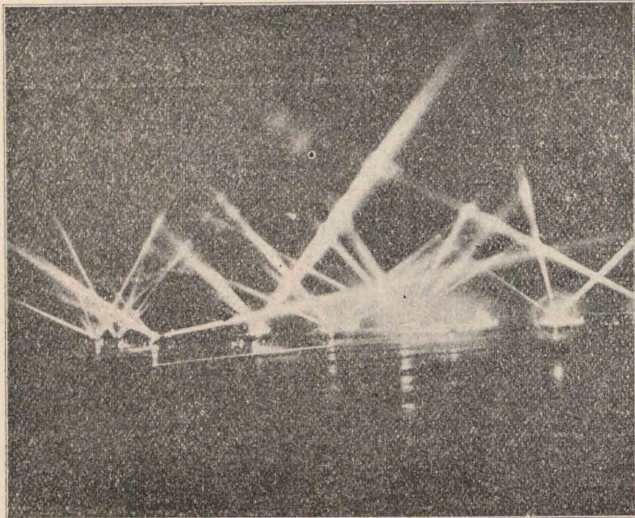
第一三九圖



問 日中戸ヲ密閉スレバ眼ヲ開イテモ室内ノ諸物が見エナイノハ何故カ。

116. **光の直進・速さ** 小孔から暗室内に日光を導けば、之に照される空氣中の塵埃によつて光は眞直に進むものであることが示される。夜間探照燈の光を見ても同じ事が判る(第一四〇圖)。空氣中及び眞空中を進む光の速さは、學者の

第一四〇圖



測定に依れば、一秒間に大凡3億米

(76000里) である。但し太陽より地球に達するに

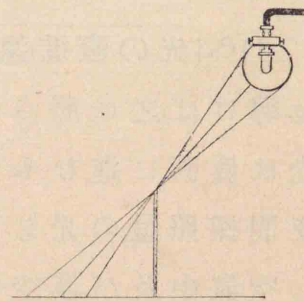
は約八分を要し、北極星よりは約四十四年を要する。

地球ノ赤道ノ長サハ大約4萬軒デアル。光ノ速サデ之ヲ廻ルトキニハ一秒間ニ幾回廻レルカ。

117. **影** 光の進路に不透明體をおけば其の後方に影を生ずる。

第一四一圖

影の周邊は通例ボカシになつて居る。之は(1)光が直進する爲め、(2)發光體が點でなくして若干の大きさをもつて居る爲であ



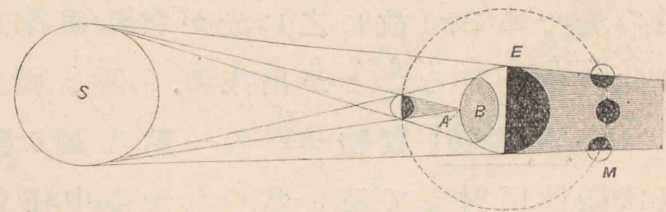
る(第一四一圖)。ボカシの部分は發光體の一部分から來る光を受けて居るから半影と云ひ、全く光を受けない影を本影と云ふ。

半影内に眼を置いて發光體を見れば、發光體中、その眼に光を送る部分が見られる。

日蝕は地球の影の内に月が入る時に見られ、

日蝕の部分は月の半

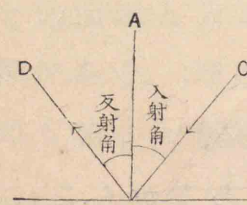
第一四二圖



影の内に吾等が入る時に生じ、其の皆既蝕は月の本影に入るときに見られる(第一四二圖)。

118. **光の反射** 光が平滑な表面に當れば、次の法則に従つて反射する。

第一四三圖

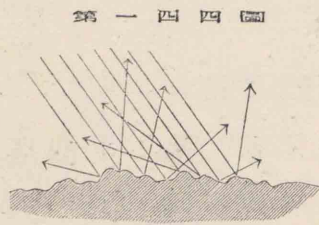


(1) 反射光線は、入射光線と、入射點に於て其の平面に立てた垂線とを含む平面内にある。

(2) 入射角と反射角とは相等

しい(第一四三圖)。

若し表面が紙や壁のやうに小凹凸のあるときは、表面の各部に於て上の定律に随つて反射する結果、反射後の光は殆んど凡ての方向に進む



第一四四圖。斯様な反射を擴散反射と云ふ。

大概の物から反射する光は即ちこの擴散反射の光である。故に之に光が當れば各方面より此の物を見ることが出来る。

119. **平面鏡** 實物 AF の一點 A より發して (或は擴散反射して) 鏡に當つた光の中、任意の一光線をしらべて見るに (第一四五圖)

$$\text{入射角 } ACE = \text{反射角 } ECD$$

であるから、Aより鏡に下した垂線の延長と反射光線の延長との交りをA'とすれば幾何學によつて

$$\triangle ABC \equiv \triangle A'BC$$

$$\text{従て } AB = A'B$$

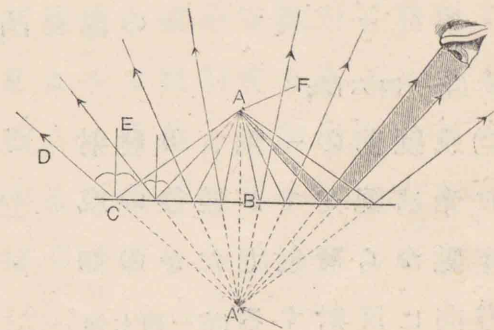
なることを證明することが出来る。

他の諸光線についても同様であるから、これ

等の反射光線は何れも、A'點より發したかの如き方向をとることが判る。故にこれ等の反射光線を目に受ければ、A點がA'にあるやうに見える。

實物の他の諸點より發する光に就ても同様である。

第一四五圖



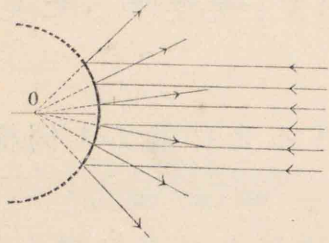
されば平面鏡の像は、其の大き實物と等しく、且つ像と反射面との距離は實物と反射面との距離に等しい。

圖 姿見鏡ノ長サハ身長ノ半分アレバ全身ヲ見ルニ差支ナイ理由ヲ示セ。

120. **球面鏡** 球面の一部が鏡になつたものを球面鏡と云ふ。之には凹面鏡と凸面鏡の二種がある。球面鏡の中心即ち鏡心と、球の中心即ち球心とを連ねた直線を、其の球面鏡の軸と云ふ。

121. **凸面鏡の性質** 凸面鏡には次の性質がある。

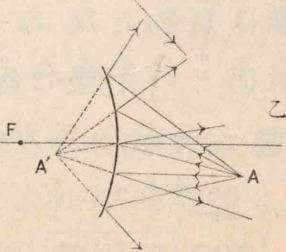
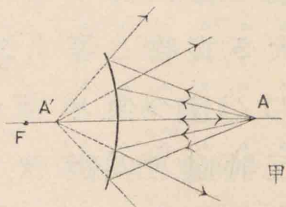
第一四六圖



(1) 軸に平行に來た光は、軸に重なる半径の中點より發射したかの如き方向に反射する。此の點を凸面鏡の焦點と云ふ(第一四六圖)。

第一四七圖

(2) 或鏡前の一點より發射した光は總べてが鏡後の或一定點から發射したかの如き方向に反射する(第一四七圖甲乙)。

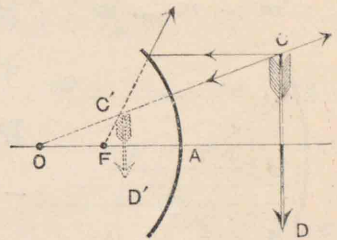


122. **凸面鏡に依る像** 凸面鏡によつて生ずる像の位置及び大きさは、上の二つの性質に基づいて求むることが出来る。第一四八圖に於て、實物 CD の一點 C より發して、軸に平行に進んだ光は、焦點 F より來たかの如き方向に反射する(性質(1))。又球心に向つて進んだ光は

再び舊の方向に反射する

(反射の定律。依つて此の二光線は、恰も C' 點より發射したかの如き方向に反射する。然るに性質(2)によつて一點 C より發射した

第一四八圖



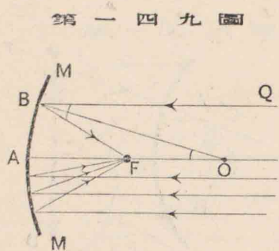
光線は總べてが鏡背の或一定點から發射したかの如き方向をとつて反射すると云ふから、他の諸光線も、亦皆この C' 點より發射したかの如き方向で反射する。依つてこれ等の反射光線を目に受ければ、C にある一點は、C' にあるやうに見える。

實物の一點 D の像が D' に見え CD 間の諸點の像が C'D' 間に見ゆる理も同様である。されば總べて凸面鏡に依つて生じた像は實物より小さく、鏡と焦點との間にあつて直立する。

圖 (1) 實物が漸々遠方へ行ケバ像が漸々小サクナルコトヲ本文ノ作圖法ニヨツテ證明セヨ。

(2) 凸面鏡ノ前ニ手ヲ出セバ指頭ガ特ニ大キク映ル理由如何。

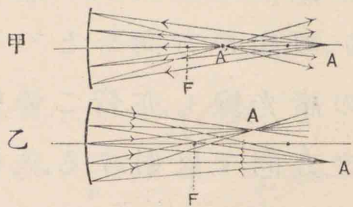
123. 凹面鏡の性質 (1)軸に平行に來た光は、



軸に重なる半徑の中點に會するやうに反射する。この點を凹面鏡の焦點と云ふ(第一四九圖)。

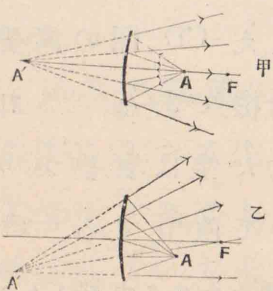
太陽の光は、平行光線と見做してもよいから、凹面鏡を太陽に向けてる時、反射光線の集る點が焦點である。

第一五〇圖



(2) 焦點より遠い一點から發射した光は反射

第一五一圖



の後總べてが鏡前の或一定點を通過する(第一五〇圖甲乙)。(3) 焦點より近いところにある一點から發射した光は、皆鏡後の或一定點より發射したかの如き方向をとつて反射する(第一五一圖甲乙)。

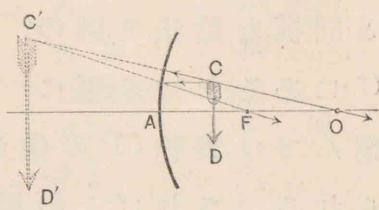
*124. 凹面鏡に依る像 凹面鏡に由つて生ずる像の位置及び大きさは、上の性質に基づいて知

ることが出来る。

(1) 實物が焦點よりも鏡に近い場合。

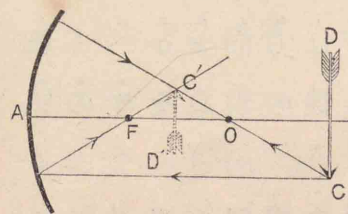
第一五二圖に於て、實物の一點Cから出て軸に平行に進む光は、焦點Fを貫くやうに反射する(性質(1))。又C點を通る

第一五二圖



半徑の方向に進んだ光線は、再び舊の方向に反射する(反射の定律)。依つて此の二つの光線は、恰もC'より來たかの如き方向に反射する。随つて性質(3)によりて、C點より發した總ての反射光線は、皆このC'點より來たかの如き方向に反射する。従つてCの像をC'點に見る。他の諸點に就ても同様である。この場合に於ける像は直立して實物より大きい。

第一五三圖



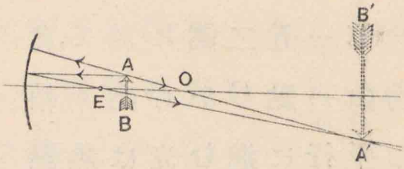
(2) 實物が焦點よりも鏡に遠い場合。

(A) 實物が球心より遠いとき。第一五三圖に於て、實物の一點Cより發射し

た光は或一定點を通るやうに反射する(性質(2)).

この一點の何處にあるべきかは、全く前節と同様な論法で、圖のC'にあるを知り、更に

第一五四圖



進んでは、實物CDの像がC'D'に出来ることが知られる。さればこの場合に於ける像は、倒立して實物より小さい。

(B) 實物が焦點と球心との間にあるとき。また全く前と同様にして、第一五四圖 AB の像は A'B' に生ずることを知る。此の場合の像は倒立して實物より大きい。

第二章 光の屈折

125. 光の屈折 光が二種の透明體の境界面に
に出遇つたときは、光の一部分は反射の定律に従つて反射し、残りの一部分は方向をかへて第二の透明體內に進入する。後の現象を光の屈折と云ふ。

光が屈折するときには、次の規則に従ふ。

(1) 屈折光線は、入射光線と、入射點に於て境界面に立てた垂線とを含む平面内にある。

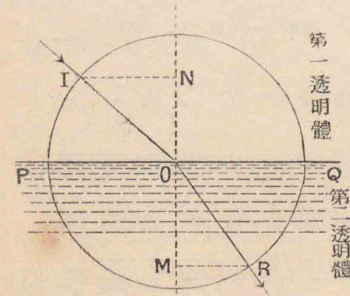
(2) 入射點Oを中心として任意の圓を畫き、之が入射線及び屈折線と交つた點I, Rより、入射

屈折率の表

水	1.33 (= $\frac{4}{3}$)
酒精	1.36
二硫化炭素	1.63
ガラス	1.5—1.9
金剛石	2.4

點に於ける境界面の垂線に、垂線 IN・RM を引けば、夫れ等の垂線の長さの比は、入射角の大小に關せず一定して居る。右の比を第二の透明體の第一の透明體に對する屈折率と云ふ。

第一五五圖



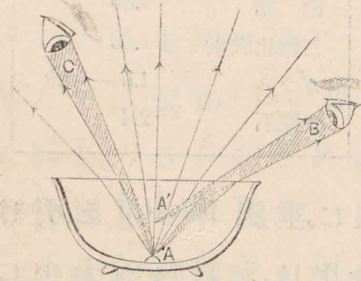
但し單に或物質の屈折率と云ふときは、其の物質の空氣に對する屈折率を意味する。

二種の透明體を通る光線がIOと進みORと屈折する場合には、逆にROと進めばOIと屈折するものである(第一五五圖)。故に甲體の乙體に對する屈折率は、乙體の甲體に對する屈折率の逆數

である。

126. **水の見懸けの深さ** 茶碗の底に物を置いて目印とし、水を注入して斜に之を見れば、目印は底と共に餘程上方に見ゆる。

第一五六圖



これは水底より來た光が水面で屈折して左圖の如き方向をとるからである。

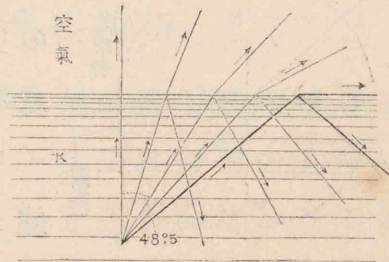
これは水底より來た光が水面で屈折して左圖の如き方向をとるからである。

圖 棒ヲ眞直ニ水中ニ立テレバ、實際ヨリ短ク見エ、斜ニ入レバ、上ノ方ニ曲ツテ見エルハ何故カ。

* 127. **全反射** 光が水中より空氣中に出る場合

には、その入射角が48.5度に達すれば、屈折光線は水面に平行になる。若し更に入射角を増せば、光の全部が反射の法則に従つて反射する。このやうな現象は之を全反射と云ひ(第一五七圖)、屈折角が入射角よりも大なる

第一五七圖

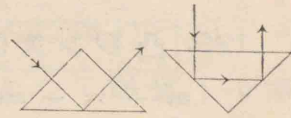


と云ひ(第一五七圖)、屈折角が入射角よりも大なる

場合に常に見られる。

第一五八圖

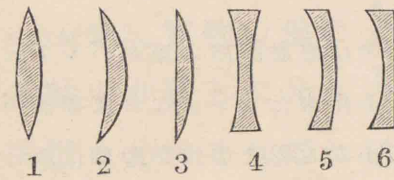
全反射を利用し、三角柱狀の硝子を用ひて、銀を用ひない優良な反射面を作ることが出来る(第一五八圖)。



第三章 レンズ及び其の應用

128. **レンズ** レンズは兩側の面が球面の一部より成つた透明體

第一五九圖



であつて、(時として其の一面は平面) 通例は硝子を以て製せられる。

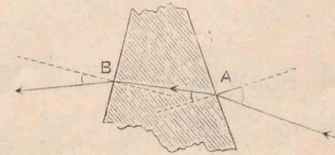
これを凸レンズと凹レンズとの二種に大別する(第一五九圖)。

レンズの二つの球心を結びつけた直線を其の軸と云ふ。

兩面が平行でない硝子板を光が通るとき、其境界面に於て二度屈折

第一六〇圖

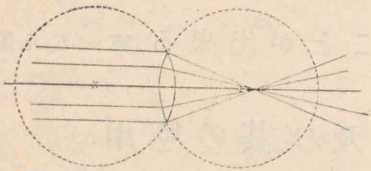
する結果は、常に其の厚い方に屈折する(第一六〇圖)。これと同理で、レン



ズを通過する光は常に其の厚い方に屈折する。

129. 凸レンズの性質

第一六一圖

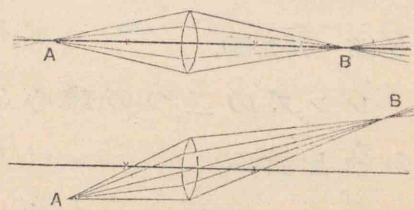


(1) 軸に平行に來た光は軸上の一點に會する様に屈折する(第一六一圖)。此の一定點を其のレンズの焦點と云ひ焦點とレンズとの距離を其の焦點距離と云ふ。

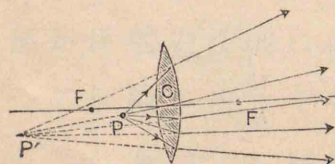
俗に度の強いレンズと云ふのは、焦點距離の短かいレンズのことである。同質の硝子より出來たレンズならば球面の彎曲度の異なる程(其の半徑の小なる程)その焦點距離は短い。

(2) 焦點よりもレンズに遠い一點から發射した光は、發光點とレンズの中心とを貫く直線上の一點に會するやうに屈折する(第一六二圖)。

第一六二圖



第一六三圖



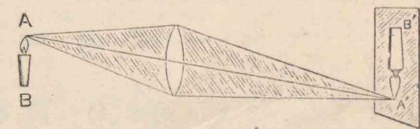
(3) 焦點よりもレンズに近い一點から發射した光

は發光點と凸レンズの中心とを貫ぬく直線上、發光點と同じ側で更にレンズに遠い一定點より發射したかの如き方向をとつて屈折する(第一六三圖)。

130. 凸レンズに依る像

(I) 實物が凸レンズの焦點以外にある時。下圖は實物の一點Aから出た光が、像の一點A'を生ずる所以を示したものである(前節凸レン

第一六四圖



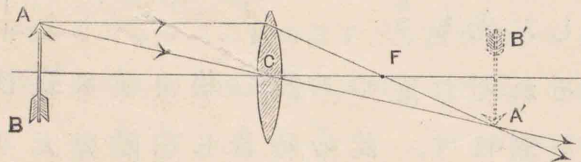
ズの性質(2)。實物の他の各點より發した光も同様にしてそれぞれ定つた點に集り、遂に實物全體の倒像を表はす。此の時若し白紙を去り、稍、遠方より此の光を直接に眼に受ければ、擴散反射に依らないで直接に像が見られる。

この場合に見るやうに光線が實際に像の諸點を通つて居る像を實像と云ひ、光線が像の諸點を通つたかの如き關係になつて出來た像を虚像と云ふ。

作圖に依つて、像の位置及び大きさを決定するには、前記の凸レンズの性質に基き、次の如くす

ればよい。實物の一端Aとレンズの中心とを貫く直線ACを引く。次にAより發して軸に平行に進んだ光は焦點Fを通るやうに屈折するから(性質(1)),それを表はす光線を畫いて, AC線との交點A'を求める。然るときは,凸レンズの性質(2)に依つて,此の交點はA點より發して凸レンズを通過する總ての光線の會合點でなければならぬから,此の光を受けた眼には,A點が

第一六五圖



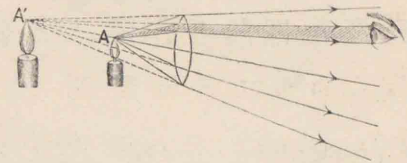
A'にあるやうに見える。即ちA'點はA點の像である。他の諸點に就ても同様の關係があるべきであるから,結局實物 AB の像はA'B'である。

圖 實物ガレンズニ近ヅク程(1)像ハレンズニ遠ザカリ,(2)其大サヲ増ス所以ヲ上記ノ作圖法ニヨツテ證明セヨ。

(II)實物が凸レンズの焦點以内に在るとき、實物の位置が焦點よりもレンズに近くあるときは、直立した實物より大きい虚像を見る。

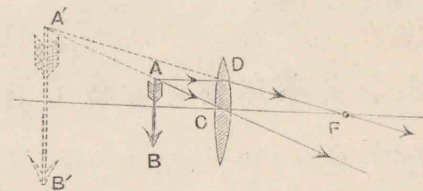
蟲眼鏡とは、かく使用する凸レンズのことである(第一六六圖)。

第一六六圖



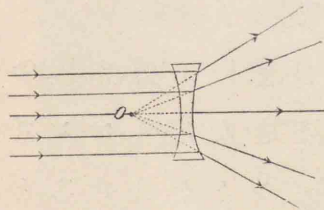
此の場合にも、前節と全く同様な推論と作圖法とを用ひて、像の大きさと位置とを決定することが出来る(第一六七圖)。

第一六七圖



131. **凹レンズの性質** (1)軸に平行に來た光

第一六八圖

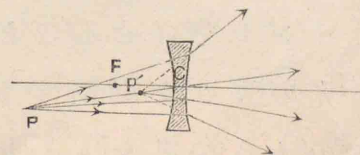


は軸上の一定點より發したかの如き方向をとる。其の一定點を凹レンズの焦點と云ふ。

(2)一點より發射した光

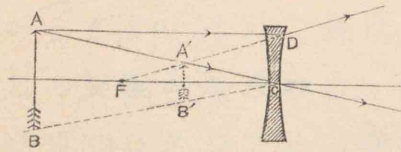
第一六九圖

は發光點とレンズの中心とを貫く直線上、發光點よりもレンズに近い一定點から發したかの如き方向をとる(第一六九圖)。



132. **凹レンズに依る像** 凸レンズの場合と同様な推論と作圖法とを用ひて、其の像の位置と大きさを決定することが出来る(第一七〇圖)。

第一七〇圖



と大きさを決定することが出来る(第一七〇圖)。其の結果に依れば凹レンズの爲めに

生ずる像は常に直立し且つ實物より小さい。

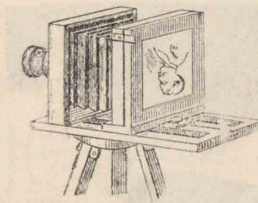
問 實物が凹レンズヨリ遠ザカルニ從ツテ、像ノ大サ及ビ位置ハ如何ニ變化スルカ。

133. **寫眞機** 寫眞機は凸レンズによつて、實像を適度の明るさで、適度の時間内、所謂感光板の上に生ぜしめる装置である。

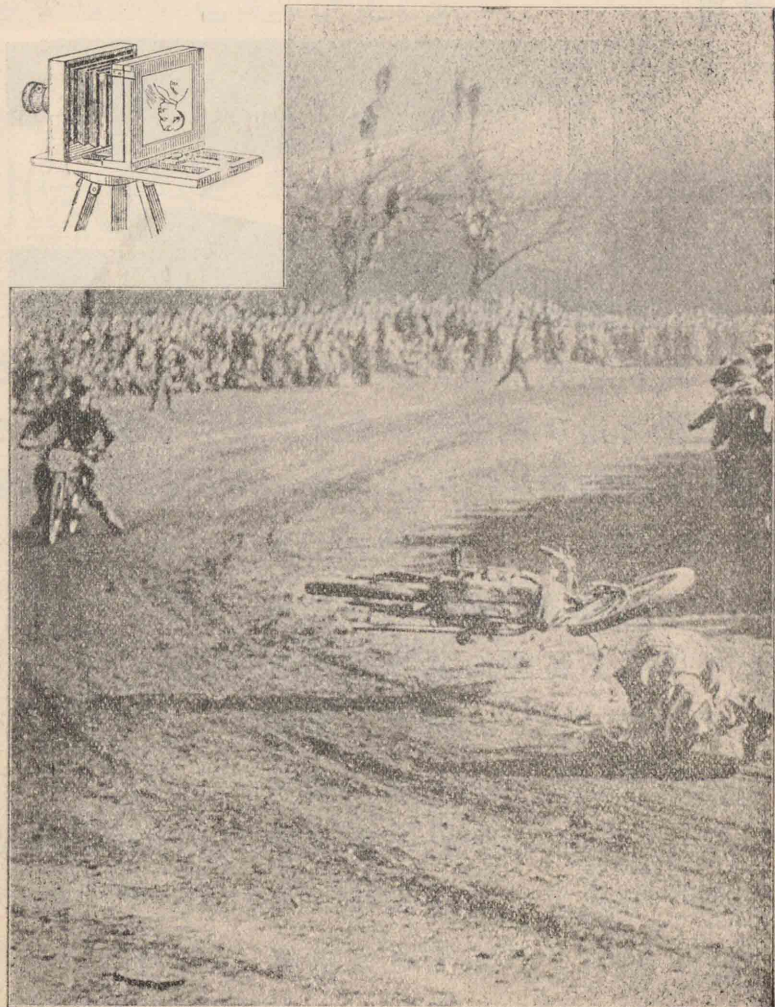
像を鮮明に生ぜしむるには、前以て感光板の位置にスリ硝子を置いて、のぞきながらレンズを進退させる。此の手續を「ピントを合せる」と云ふ。但し遠近の二ヶ所の物體に對して同時にピントを合せることは出来ない(第一七一圖(乙))。

光の強さを調節するには、シボリと稱して、適度の大きさの孔をもつ板をレンズの近くにおく

第一七一(甲)圖



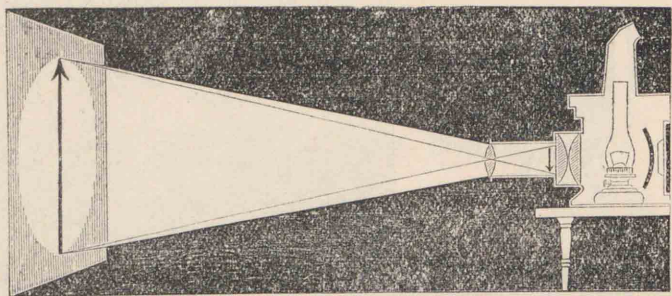
第一七一(乙)圖



134. **幻燈器械** 幻燈器械も凸レンズの應用で、強く照された種板を比較的凸レンズに近くおき、遠方の幕の上に大きな實像を生ぜしめる

装置
である。
像が
大きい丈

第一七二圖

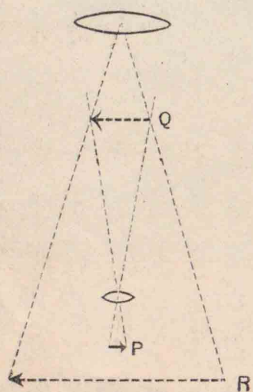


け、それだけ光の強いのが必要であるから、明るい光源を用ひ、反射鏡や集光レンズを使用する。

圖 像ト實物トノ大サノ比ハ各ヨリ凸レンズニ到ル距離ノ比ニ等シイ。之ヲ證明セヨ。

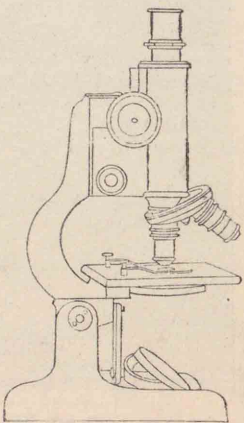
135. **顕微鏡** 顕微鏡は凸レンズに近く實物を置き、出來た大きな實像を、更に他の凸レンズによつて一層大きな虚像として見る装置である。

第一七四圖



第一七四圖は實物と實像

第一七三圖



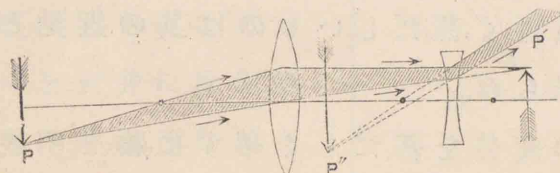
及び虚像の位置の關係を示す。

實物に近くおくレンズを對物レンズと云ひ、眼に近くおくレンズを對眼レンズと云ふ。

136. **望遠鏡** 望遠鏡は其の理大體は顯微鏡と同じである。但し實物が遠方にあるから、それより來る光の多量を得る爲め、對物レンズは大きい。

137. **雙眼鏡** 兩眼を以てのぞくべき望遠鏡を雙眼鏡と云ふ。ガリレオの雙眼鏡は、對眼レ

第一七五圖



レンズとして凹レンズを用ふる。凹レンズの位置及び

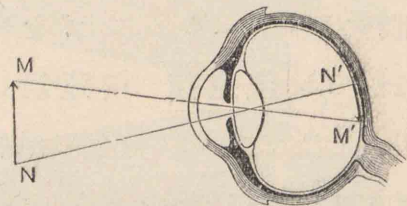
光線の通路は上圖の如くである。

138. **眼** 眼は其の構造が甚だ寫眞機に似て居る(第一七六圖)。但し實物の遠近に拘はらず、常に明瞭なる像を網膜上に得んが爲には、筋肉の働によつて、水晶體の球面の彎曲度を變化せしむる。例へば實物が近くして像が網膜の後方

に出来る時は、水晶體は其の面の彎曲度を増し、強く光線を屈折して

像を前進せしめる。之を水晶體の調節作用と云ふ。

第一七六圖



水晶體の調節作用

には際限がある。網膜上にはつきりした實像を生じ得る外界の最も近い點を近點、最も遠い點を遠點と云ふ。

健全の眼は遠點は限りなく遠方にあるが、近視眼では頗る近く、甚だしいものは其の近點と餘り離れて居らぬ。

眼の筋肉の疲勞を甚だしくせずに、物を明視し得る距離を明視の距離と云ふ。これは健全の眼では約25種である。

老人の眼は近い物を見る時に、適當の度まで水晶體球面の彎曲度を増すことが出来ない。依つて凸レンズの眼鏡を用ひて其の缺點を補ふ。

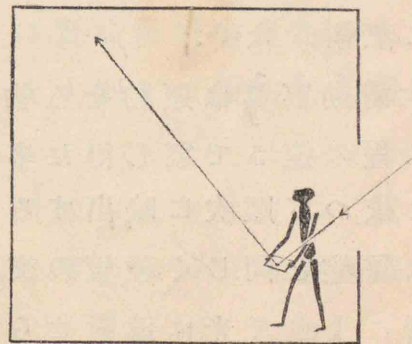
近視眼の人は之に反して、遠方の物を見るときに、適當の度まで水晶體球面の彎曲度を減ず

ることが出来ない。依つて凹レンズの眼鏡を用ひて其の缺點を補ふのである。

139. **物の見懸けの大きさ** 同じ大きさのものも、眼より愈、遠くなれば、それが眼底に生ずる像の大きさは愈、小さい(第一七一圖(乙))。依つて物が遠方にある程、見懸けの大きさは愈、小さい。

140. **残像** 網膜上の像は實物の去ると同時に消えるが、其像の感じは尙暫く續くものである。之を殘像と云

第一七七圖

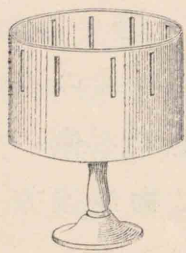


ふ。故に例へば窓際に鏡を置いて日光を天井に反射させつゝ、迅速に鏡を動かすときは(第一七七圖)、天井に白い

帯が見える。雨が棒の様に見えるも、速かに廻る車が圓板の如くに見えるも、發音せる琴の絃が太く見えるも皆同じ理による。

141. **驚盤活動寫眞** 驚盤と稱する第一七八圖の如き装置の内に、第一七九圖の如く、少しづ

第一七八圖



つ違ふところある一列の畫を入れ置き、側面の間隙よりのぞきながら盤を廻せば、畫が運動するやうに見える。

此の際一つの畫が去つて次の畫が其の位置に来る間には、一度眼は遮られるのであるが、其の間は殘像が見えて居るから、吾等はこれに氣附かない。

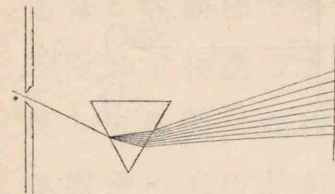
活動寫眞は運動せる物體を毎秒十幾回と云ふ程の速さで寫し得た多くの種板を、幻燈装置に依つて順次に映出するものである。其の理は驚盤と同じく、種板の交代する時には、或る仕掛によりて光は遮斷せられて、一瞬時、幕の上は暗くなるのである。

第四章 色

142. **光の分散** 日光を始めとし、普通に吾々の見る光は、色を異にする種々の光の合したも

のである。されば細隙より漏れ来る日光をプリズムに通すときは

第一八〇圖



プリズムに通すときは(第一八〇圖)各種の光が各異なる方向に屈折するが爲に、所謂分散の現象を起し、之

を白い衝立の上に受ければ、屈折の最も小なる赤より始めて、其の最も大なる堇に至るまで、美しい色の排列を見る。この排列をスペクトルと名づける。

日光のスペクトルは、實は無数の異なつた色より成つて居るが、之を大別して、順次に赤・橙・黄・緑・青・堇の六色とする。

電燈・ランプなどより来る光を分解して見ても、大體日光の時と同じであるが、只青堇の方の光が弱い。

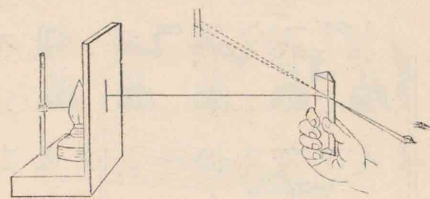
143. **分光器** 光を分解して、如何なる種類の光より成れるかを明かに見る装置を分光器と云ふ。

プリズムをとり、次圖の如くして稍、遠方より發光體を望めば細隙より出て、プリズムを通過

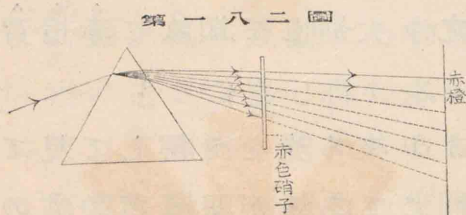
した光が種類によつて夫々異つた方向を以て眼に入り来るから、プリズムを通じて見た細隙

の位置は、色によつて多少のずれを生じ、こゝにもスペクトルが見ゆる。かくてプリズムは最も簡単な分光器となる。

第一八二圖



144. **物体の色** (1)透明體のもつ色 プリズムを通過した光を、赤色のガラス板で遮る時は、



スペクトルは赤と橙とのみを残して消える。これは赤ガラスが只此の二

種の光のみを通過せしめて、他の色光を吸収することを示す(第一八二圖)。

黄色の硝子板を以て同様に試むれば、これは赤・橙・黄・緑の光を通過せしめて、其の他の光を吸収する。かゝる吸収の仕方を光の撰擇吸收と云ふ。

(2)不透明體の色 不透明體の色も透明體の場合と略同様で、亦光の撰擇吸收の結果である。即ち光が物體の表面下若干の深さ迄進入して戻り来る間に、或種の光が吸収せられ、一種若くは數種の光のみが戻り来るからである。

但し黒は總べての光を吸収せる結果、白は通常總べての光を反射せる結果である。

物を照す光が有色光であれば、白いものも色をもつは勿論である。

圖 あるこゝろらんぶノ火焰ノ中ニ食鹽ヲ熱スル時ハ、黄色光線ノミヲ放ツ光ガ得ラレル。暗室内デ此ノ光ヲ以テ物ヲ見ル時ハ、著シク常ノ色ニ變リテ見エル。何故カ。

145. **單色・複色** 數種の色光が相合して、一つの色を生じたとき、その色を褐色と云ひ、スペクトルの上に見る各色の如く、單一の色光より成る色を單色といふ。

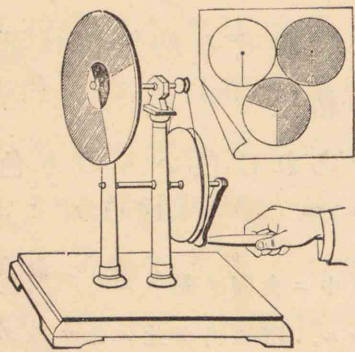
スペクトルを除き、吾等の普通に見る色は、大概複色である。このことは分光器にかけて見れば判る。

146. **光澤** 物體より反射し来る光は、上文に

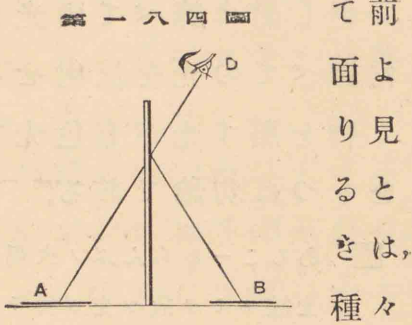
述べたものの外、其の表面より直ちに反射するものも少しはある。總べて光澤あるものは、此の種の反射光線に富んだものに外ならぬ。

147. 光の混合・餘色

種々の色に塗り分けた圓板を急に廻轉せしめて前

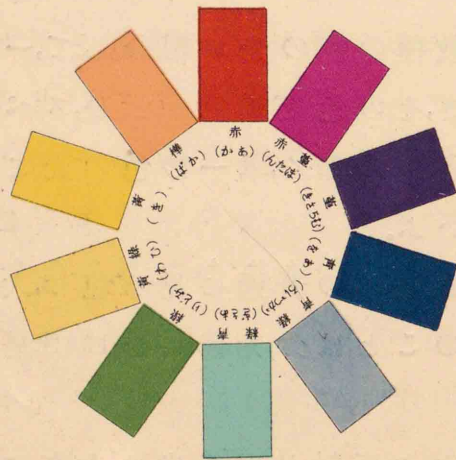


第一八三圖



第一八四圖

第一八五圖



面より見るときは、種々の色の感じが混つて、茲に一つの新しい色の感じを生ずる。

又二種の色紙を机上に置き、其の間に硝子板を立て之を通して一方の色を見れば、それより

來た通過光と、他方の色紙より來た光の反射光とが、同時に眼に入るので、茲に二色混合の結果を見ることが出来る。

二種の色を適當の割合に混合して白色を得る場合は甚だ多い。かかる場合には各、を稱して他の餘色と云ふ。第一八五圖にて一つの直徑の上に相對する二色は互に餘色を爲す色である。

148. 染料顏料の混合

黄色光と青色光とを混ざれば白色光を得られるが、是等の色の顏料又は染料を混ざれば綠色が得られる。其の理由は、黄色の顏料は、白光中の青・堇を吸収して、其の他を反射せしめ、青色の顏料は赤・橙・黄を吸収して其の他を反射せしむる性質があるが、此等の顏料を混合する時は、甲の顏料に吸収せられない光も、乙の顏料に吸収せられるから、結局綠色光のみが反射して、其の混合物を綠色に見えしむる。他の顏料及び染料を混ざる場合にも總べて斯くの如くで、別種のものを加ふる毎に、反射光線の種類は減じ、遂には黑色となる。色

光を混合する場合に種類を増せば漸々白色に近づくとは正反對である。

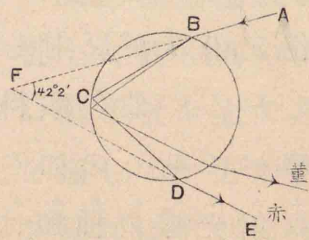
顔料及び染料に於ては赤と黄と青とを稱して三原色と云ふ。これ等を適當に混ぜるときは、能く多くの新しい色を生ぜしめる。

149. **燐光・螢光** 或物質は他より光を受けた結果、自ら特種の光を發することがある。此の現象に二種類ある。一は光を受け居る時間内のみ發光するもので、その光を螢光と名づける。二は外より來る光の去つた後までも發光を續くるもので、その光を燐光と呼ぶ。

石油を日光に照して青藍色に見ゆるは前者の例で、日光に照らされた硫化カルシウム若しくは硫化ストロンチウムが暗室内で見れば永く青色光を放つのは後者の例である。

*150. **虹** 光の撰擇吸收によらないで生ずる色もないではない。虹は其の一例で、太陽の直射光線が空中の水滴に於て、屈折し、反射し、また屈折する際、光の分散によつて

第一八六圖

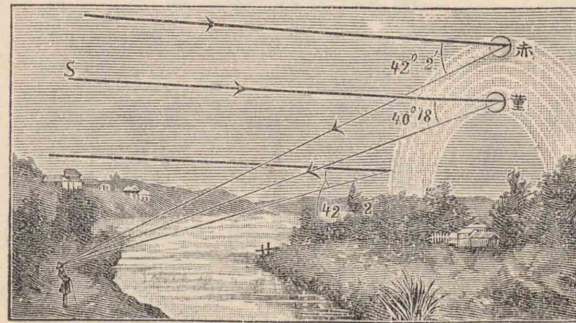


生ずる現象である。

第一八六圖は一個の水滴に日光の當つたとき、赤と堇との光線の通路を示す。

斯くして赤色光線は、初めの方向に對して約四十二度の角をなして復り來り、堇色光線は約四十度の角をなして復り來るのである。この復り來る光は上圖の如く單に或る一方向にのみ復るのでなく、半ば開いた傘の骨が、其の柄に對して或る定まつた角度をもつて

第一八七圖



あらゆる方向に向ひ居るに似て、一つの水滴を中心とし日光の方向に

對して、上文の角度をもつあらゆる方向に復り來るのである。斯くの如き水滴が廣く空中に散在する結果は眼を通して引ける日光の方向に對して42°の角を爲せるあらゆる方向に赤を認め、40°の角を爲せるあらゆる方向に堇を認める。かくして虹を生ずるのである。

第五章 燈 火

151. **燭光** 發光體の放つ光の強さを其の光度と云ひ、光度の單位を燭光と云ふ。

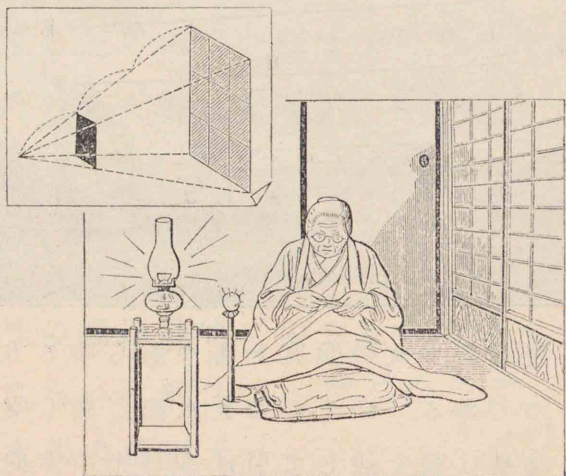
一燭光とはペンテーン燈と呼ばれる特殊の揮發油ランプで定つた大さの火を燃す時の光度の十分の一の光度である。

152. **照度** 不透明體を燈火に近づける程、其

の影が大きくなる事に依つて考ふれば(第一八八圖、物は光源に近い程愈、多量の光を受けて居る。委しく云へ

ば、物體の受ける光の多少、即ち其の照度は、光源よりの距離の二乗に反比例する。

一燭光の光源から一米を隔てて、光を直角に



第一八八圖

受ける面の照度を一米燭光と云ひ、照度の單位とする。

光源からの距離は同一でも、光を直角に受けないときには、同一の光が割合に廣い面積を照すから、面の照度は減ずる。

圖 光線ヲ面ニ直角ニ受ケルトシテ、

- (1) 1燭光ノ燈火ヨリ3米ヲ隔テタ面ノ照度何程。
- (2) 光源ヨリ2米ヲ隔テタ面ニ6米燭光ノ照度ヲ與ヘヨウトスレバ光源ヲ幾燭光ニスレバヨイカ。
- (3) 100燭光ノ光源カラ2米ヲ隔テタ面ノ照度何程。

153. **照度と明るさ** 同じ色合の表面について云へば、照度の大なる程其の明るさは増す。但し表面の色合が違へば、照度大なる面が必ずしも明るい面ではない。

黒若しくは黒に近い濃色の面は、光を吸収することが多いから、其の明るさは弱い。又光澤ある表面は、見る方向によつて大いに明るさが變化する。

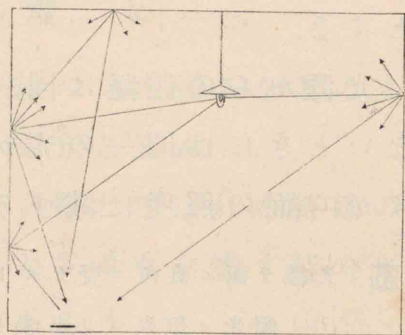
154. **室内の明るさ** 室内の諸物の表面は直接光源より來る光と、一回乃至數回の擴散反射

した光とに依つて照
される。従つて其の
明るさは

- (1)光源の燭光數と
- (2)室内諸物の色合と
- (3)室の廣さとに關係する。(3)の理由は、如

何なる表面も多少は光を吸収するものであるから、室が廣くなれば吸収面が廣くなるからである。

第一八九圖



第七編 磁氣及び電氣

第一章 磁 石

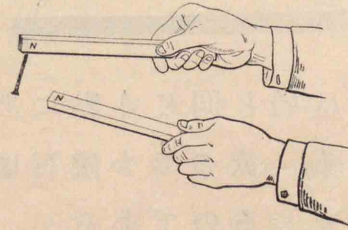
155. **磁石** 磁石は鐵を引く性質がある。其の性質は磁石の兩端に於て著しい。この部分を磁石の極と云ふ。磁石は其の形に依て磁針・棒磁石・馬蹄形磁石等と呼ばれる。

磁石を自由に動き得る様に支ふれば、其の一個の極は略、北を指し、他の極は略、南を指す。これ等を夫れ夫れ北極(N極)・南極(S極)と云ふ。

一つの磁石に他の磁石を近づくれば、同種の極は相斥け、異種の極は相引く。

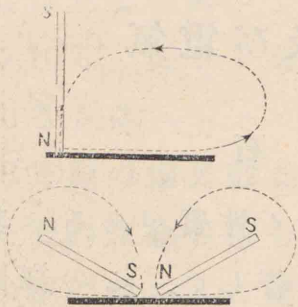
156. **磁氣の感應** 軟鐵を磁極の近傍に持ち行けば、一時的に磁石となる。此の際、磁極に近い端には、それと異種の極が出來、遠い端には同種の極が出來る(第一九〇圖)。此の現象を磁氣の感應と云ふ。

第一九〇圖



い端には、それと異種の極が出來、遠い端には同種の極が出來る(第一九〇圖)。此の現象を磁氣の感應と云ふ。

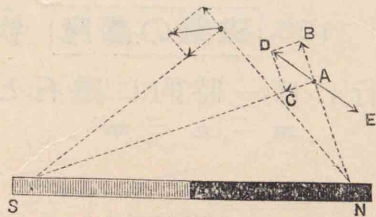
第一九一圖



鋼鐵を用ひても、磁氣の感
應が見られる。かくして
得られた磁石性は、軟鐵の
時よりも弱い、が一時的で
ない。されば鋼鐵片に沿
うて、他の磁石を同方向に
數回動かせば(第一九一圖)茲に新しい磁石が得ら
れる。

*157. **磁場** 磁力の作用する場所を磁場と云
ふ。或る磁石の磁場内に、自由に動き得る小磁
針を持ち來せば、場所に依つて夫々一定せる方
向をとつて靜止する。其の理由は、下圖に於て、
A點にある北極は、N
Sの兩極より、AB・AC
の矢が示す力を受け、
其の結果、合力ADの
力を受ける。

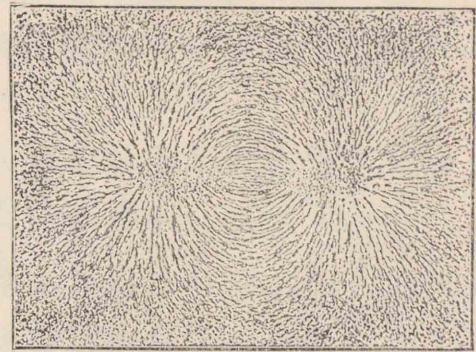
第一九二圖



磁針が十分に小さい時は、殆ど同じA點にあ
る南極は、合力AEを受ける。依つて小磁石は
此の二力の方向線上に靜止するのである。

第一九三圖

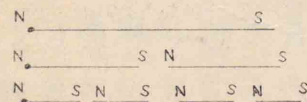
磁石の上に紙
又は硝子板を置
き、其の上に鐵粉
をふりかけ、少し
く之に振動を與
ふれば、鐵粉が感
應によつて小さ



い磁石となり、其の小磁石が相連つて上圖の如
き曲線を作る。依つて此の曲線の任意の短い
部分は、其の場所に於ける磁力の方向を示す。
かかる曲線を名づけて**磁力線**と云ひ、磁力線上
におかれた北極の受くべき磁力の方向を**磁力
線の方向**と云ふ。

158. **分子磁石** 磁石となつた縫針を中央部
から折れば、各部分が兩極をもつた完全な小磁
石となる。折られた磁石
を更に折つて、如何にこれ
を細かくするも、同様のこ
とが見られる(第一九四圖)。

第一九四圖



反對に二つの磁石の異種の極を繼ぎ合すと

其の端の鐵を引く力は甚だしく弱まる。これ等の事實に由來せる假説に、次の分子磁石説がある。

總べて鐵の分子は皆一箇の小磁石であつて、鐵が磁石となるとは、是等の各小磁石が、同名の極を同方向に向けて排列することに外ならぬ。

今此の假説を二三の事實に適用すれば、

(1) 感應作用の説明 軟鐵を磁石の近傍に持ち行けば、前述の吸引・拒反の法則に従つて、鐵の分子の小磁石が、同名の極を同方向に向けて排列する、其の結果鐵が磁石となる。但し鋼は分子の廻轉が軟鐵よりも難いから、磁石性を帯ぶるにも、又之を失ふにも困難がある。

(2) 磁氣の飽和 鐵に磁石性を與ふるとき(磁氣を與へるとも言ふ)、その強さの増加には一定の極限がある。此の現象を磁氣の飽和と云ふ。

磁氣の飽和は鐵の分子磁石の悉くが、正しく排列し終つたことを意味する。(水)

(3) 磁石の保存法と其の説明 磁石を保存するに、第一九五圖の如くして、軟鐵片を其の極に

當てて置けば、磁石性の弱まるをおそくする。これは磁極相互の引力によつて、分子の排列の混亂するを防ぐからである。

(4) 磁氣の消失と其の説明

磁石はこれに強い振動を與ふる時は、著しく磁石性を弱め、

又之を一旦赤熱にするときは、磁石性は全く消失する。これは、此等の手段が、分子の排列を混亂する結果になるからである。

第一九五圖

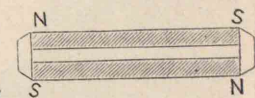


圖 1. 磁石ヲ應用シタ魚釣玩具ガ、久シカラズシテ魚ノ釣レナクナル所以ヲ説明セヨ。

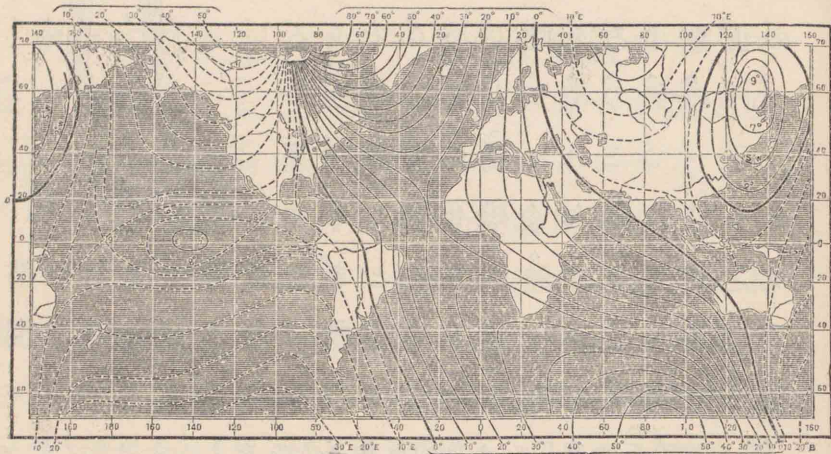
159. 地球の磁氣 地球上の各部に於て磁石はそれぞれ一定の方向をとつて靜止する。即ち地球は一大磁石であつて、吾等の周圍は、何處も其の磁場である。

この事實は、方角を知るに屢、利用せられる。航海者、航空者等にとつて、羅針盤が必要缺くべからざる道具であると云ふはその爲である。

但し磁力の方向は、各地皆正しく南北を指す

ものではなく、場所によつて西又は東に偏する。その角を名づけて、其の地方の方位角といふ。

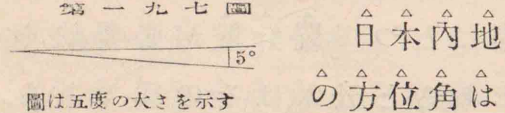
第一九六圖



等しい方位角をもつた各地點を互に連れる時は、上圖に示す如き線が得られる。之を等方位角線と云ふ。圖中點線で示せるは東の方位角をもち、實線にて示せるは西の方位角をもつ。

故に磁石を用ひて正しい北を知らうとすれば、先づ磁石の指す北を知り、次に其の地の方位角だけ、東又は西に加減するを要する。

第一九七圖



大體西五度であるから、精密を要しない場合に

方位角 大正二年	
基隆	1° 35'
鹿兒島	4 18
東京	5 5
京都	5 11
札幌	7 1
京城	5 26

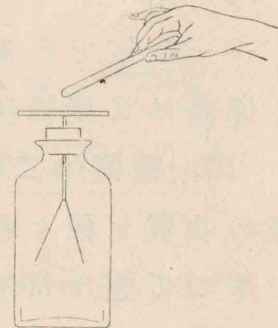
は之を考慮しないでもよい(第一九七圖参照)。

第二章 静電気

160. 電気・導體・不導體 エボナイト棒を毛

布で摩擦すれば、軽い物を引き付けるやうになる。この現象の原因となるものを電気と云ひ、電気をもつ物體を帶電體と云ふ。

第一九八圖



帶電したエボナイト棒を金箔驗電器(第一九八圖)の金屬板に觸れると、金箔は開く。次に此の驗電器の金屬部に、硫黃・セルロイド・硝子等を觸れても變化はないが、人體・金屬などを觸れると、電気は逃げ、爲に金箔は閉ぢる。

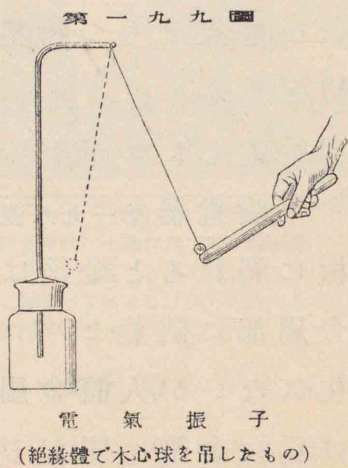
金屬類の如く、よく電氣を傳へる物質を電氣の導體と名づけ、空氣・硫黃・硝子・エボナイト・ゴム・雲母等の如く、電氣を傳へないものを電氣の不導體と云ふ。導體・不導體にも程度の差がある二三の物質を電氣を導く程度の順に列挙す

れば、

金屬——炭素——酸類・鹽類の水溶液——
生きた木・濕つた土地——水——動物體——
火焰——木綿——岩石——陶磁器——毛
及び絹——ゴム——雲母——パラフィン
——空氣である。

不導體は又絶縁體とも云ふ。

161. **電氣の二種** 種
種の物質を種々の物質
で摩つて、起きた電氣を
電氣振子(右圖)で試験す
るに、電氣には二種あつ
て、同種の電氣は相斥け、
異種の電氣は相引くこ
とが見られる。

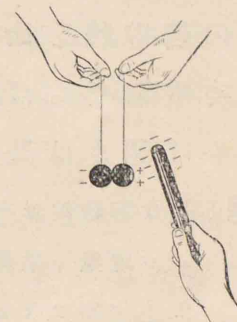


電氣の兩種を區別する爲に、毛布で摩つたエ
ボナイトに起る電氣を陰電氣と云ひ、之と異種
の電氣を陽電氣と云ふ。

帶電體のもつ電氣量の多少は、同じ條件の下
に於て、他の帶電體に及ぼす引力又は斥力の大小

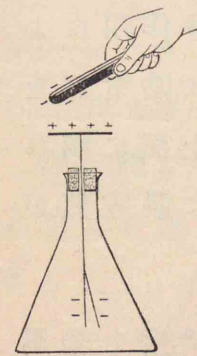
さに依つて比較する。

162. **靜電氣感應** 絶縁體で支へられた二つ
の導體を相觸れしめたまゝ、之
を他の帶電體に近づけ(第二〇〇
圖)、其の場で之を引き離して、帶
電した電氣振子に別々に近づ
けて見るに、帶電體に遠くあり
し導體は、之と同種の電氣を帶
び、近くありし導體は、之と異種
の電氣を帯びて居ることが見られる。



斯くの如く、帶電體が絶縁體を隔てて他の導
體に電氣を起すことを靜電氣感應と云ふ。

金箔驗電器(第二〇一圖)に於て、上端に帶電體を
近づけた時に、下端の金箔の開く
のは、靜電氣感應の結果、二枚の箔
に同種の電氣を帯びた爲である。
此の時指頭を驗電器の金屬部分
に觸れると、箔にやどつた電氣の
みが地球に逃げ去る。依つて指
を離したのち、前の帶電體を遠ざ



ければ、箔には始めの帯電體と反對の電氣が得られる。

或種の電氣を金箔驗電器に與へおき、次に或他の帯電體を徐ろに其の上端に近づけると同種の電氣ならば金箔の開きは増し、異種の電氣ならば開きは減ずる。

圖 1. 金箔驗電器ハ電氣ノ有無ヲ知ルニモ、又或帶電體ノモツ電氣ノ陰陽ヲ知ルニモ用ヒ得ルト云フ、何故カ。

2. 毛デ摩ツタえぼないと棒ヲ用ヒテ、金箔驗電器ニ陽電氣ヲ與フル方法如何。

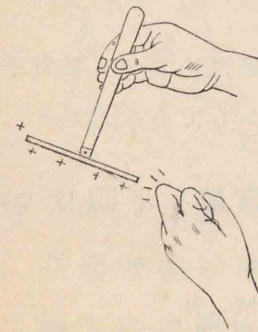
163. **起電盆** 起電盆は金屬製の盆の中に封蠟若しくはエポナイトを詰めたもので、極めて簡便な起電装置である。即ち之を猫皮若しくは毛布で摩つて帯電させ、絶縁體の柄をもつた金屬製圓板をその上に載せると、感應作用によつて、圓板の下面には陽電氣、上面には陰電氣を生ずる。此の時一旦指を金屬板の上面に觸れしめ、次にそれを引き上げれば、それに陽電氣が得られる。

164. **電氣の中和放電** 上の實驗で、指を金屬

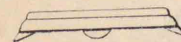
板に觸れずして之を遠ざくれば、これに電氣を得ることが出来ない。これ一旦金屬板の兩面に起きた陰陽兩種の電氣が、再び互に相合するからである。斯くの如く、異種の電氣が相合して、その電氣の作用を失ふことを電氣の中和と云ふ。

強く帯電した導體を他の導體に近づけると、

第二〇二圖



兩者の間に小さい光と音を發する。これは感應作用によつて起つた電氣と、之を起した電氣とが、空氣の絶縁を破つて中和するによる(第二〇二圖)。



一般に、帶電體が電氣を失ふことを放電と云ひ、上例の如く、音と光とを伴ふ放電を火花放電と云ふ。

帶電體が鋭い突出部をもつ時は、電氣は、其の尖端より逃げ易い(第166節)。此の現象を尖端放電と云ふ。

* 165. **電子説** 總べて物質の原子は、簡單な一つの粒で

はなくて、陽電氣の核を取り圍んで、陰電子と呼ばれる陰電氣の微粒が配列されてゐる。其の陰電子の一部は種々の原因によつて、甲原子より離れて乙原子に結合する。斯くて陰電子の数の常よりも少い原子と、常よりも多い原子とを生ずる。之が即ち物が陽又は陰の帯電體となる原因である。

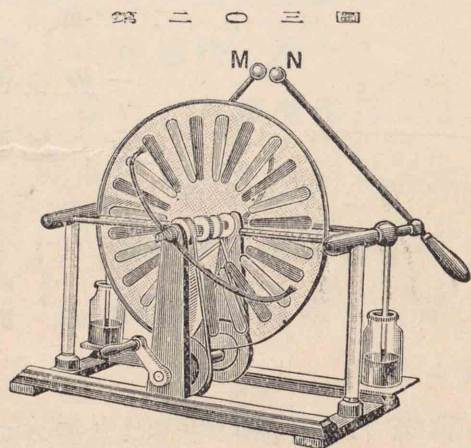
導體に於ては陰電子の分離結合は殊に自由で、其の近傍に例へば陽若しくは陰の帯電體を近づければ、導體内の陰電子は、吸引拒反の定則に従つて一方に移動し、帯電體を遠ざくれば舊位置に復歸する。是れが感應に依る發電並びに中和である。

摩擦によつて發電する現象は、未詳の原因によつて、陰電子が摩擦し合ふ二物體間に授受せられるからである。

166. 静電氣に関する二三の實驗 下圖はウ

イムスハーストの起電機と云はれるものである。

乾燥した空氣中で之を廻せば、盛んに電氣が起るから、次掲の如き實驗を行ふこ

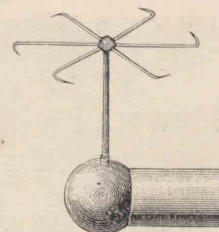


第二〇三圖

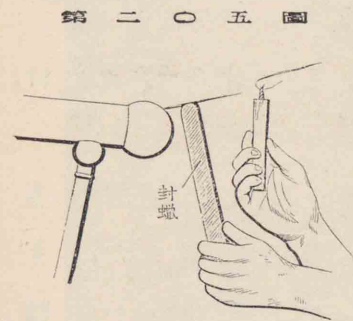
とが出来る。

(1) 右圖に示す如く、針金製の廻り易い車に電氣を與ふれば、尖端より電氣が逃ぐる際に風を起し、車は其の反作用で廻轉

第二〇四圖



する(第二〇四圖)。



第二〇五圖

(2) 封蠟棒の一端に着けた針頭を發電機の極に當て、此の針頭に近く蠟燭の火を持ち行けば、火焰は烈しく吹き付けら

れる(第二〇五圖)。

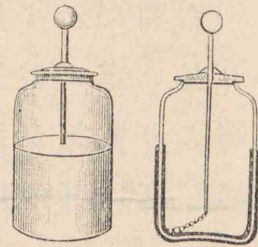
(3) 起電機の兩端を5糎許り隔てて其の間に蠟燭の火焰を置けば、火花は中止せられる。これ火焰は其の近傍の空氣を電氣の導體に化すからである。

167. 蓄電器 次圖はライデン瓶の構造を示す。今此の器を机上に置き、内面の錫箔に電氣を與ふれば、感應作用によつて外面の錫箔に異種の電氣が集る。かくて内外の電氣は、薄い絶

縁體を隔てて相引くから、錫箔には割合に多量の電氣が與へられ、且つ又比較的永くこれを失はない。

ライデン瓶に電氣を蓄へ、其の内外の錫箔を導體で連ねると、烈しい火花放電を見る。此の實驗には、通例放電叉を用ふる。

第二〇六圖



二つの導體が薄い絶縁體を隔てて相對するがために、多量の電氣を蓄へ得るに至つたときは、其の物の電氣容量が増したと云ひ、かかる裝置を一般に蓄電器と云ふ。蓄電器の電氣容量は、導體の面積の廣い程、絶縁體の厚さの薄い程大きい。又絶縁體の品質にも關係する。

168. 電光・雷鳴 雲は往々多量の電氣を帯びることがある。異種の電氣を帯びた雲が相接近すれば、強力な火花放電を起す。之が所謂電光と雷鳴とである。木

火花の長いのは時として15軒に達する。雷鳴の長く聞えるわけは、音を發する場所がかく長距離に亘ると、雲又は山

第二〇七圖 フランクリンの風の實驗



西曆一七五二年六月、フランクリンは「いなづま」が電氣の火花に外ならざるべしとの考を起し、之を實證せんとして上圖の如き實驗を行つた、之が即ち有名な「フランクリンの風の實驗」と云ふものである。此の時の風は絹布製で糸の下端には鍵を結び、鍵と手との間には、絶縁物として絹布の紐を用ひたのであつた。フ氏は手に持った絹布が雨に濡れぬ様な場處に立つて雲の風に接近するを待つこと暫時にして、試みに其の鍵に指頭を近づけたところ、立派な火花を見たのみでなく、ライデン瓶に其の電氣を移しとつて、彼が起電機で行ひしことある總べての實驗を行ふことを得たと云ふことである。

後日になつて知れたところによれば、此の實驗は實に危険千萬のものであつて、フ氏が安全に此の實驗を爲し終へたといふことは、誠に氏の僥倖であつた。フ氏の實驗を傳へ聞いて、更に之を行つて見た露國人某氏は、實驗を始めるや否や、聲も立てずに死んでしまつた。

が音を反射するからである。

169. **落雷・避雷針** 多量の電氣を帯びた雲が地面に近づくときは、地上の突出物を通じて火花放電が行はれることがある。これが落雷である。

先の尖つた金属棒を高く立て、その下端を水気ある地中に埋めた金属板に連ねたものを避雷針といふ。避雷針を用ふれば、其の尖端放電によつて、落雷を避くる場合もあり、よし落雷があつても、或は其の害を少くし、或は全く之を免れることが出来る。

第三章 電流 電池

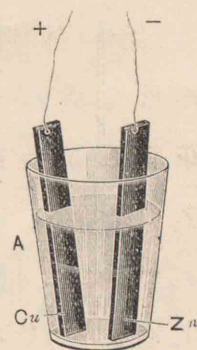
170. **電流電池** 導體内に於ける電氣の流れを電流と云ひ、化學變化に基づいて電流を得る装置を電池と云ふ。

電池の最も簡単な一例は稀硫酸の中に亜鉛板と銅板とを並べて入れたものである。

かくして銅と亜鉛とを導線で連ねるときは、 $H_2SO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ なる變化によつて、亜鉛

が消耗し、水素が銅板の表面に發生すると同時に導線内に電流が得られる。其の電流は陽電氣が導線内を銅より亜鉛に向つて流れるものと考え、銅を陽極、亜鉛を陰極を名づくる。今日では、陽電氣の流れと云ふものは實在せず、陰電子が前記の方向の逆に流れるのが電流であると判つて居るが、言葉の上では尚ほ従前の考へに従つて居る。

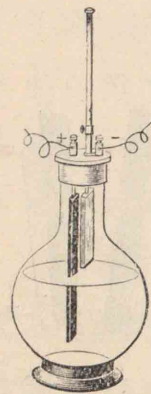
第二〇八圖



171. **主要なる電池** 重クロム酸電池 濃い重クロム酸加里の溶液に、體積上一割乃至二割の強硫酸を加へた液中に、亜鉛板と炭素板とを對立したものである。此の際亜鉛が陰極、炭素が陽極となる。電池を用ひないときには、亜鉛板を引き上げて置けば、永く保存が出来る。この電池は、液の新しい間は強い電流が得られるが、弱まることは割合に早い。

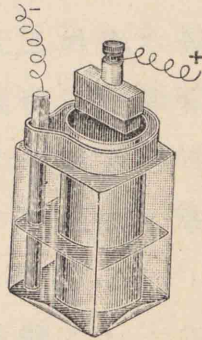
ルタランジ電池 素焼の筒の中央に炭素棒を立て、其の周圍に細粉とした炭素と二酸化マ

第二〇九圖



ンガンとの混合物を詰め、此の素焼筒と亜鉛棒とを相並べて飽和に近い濃さの鹽化アンモニウムの水溶液中に浸したものである(第二一〇圖)。亜鉛が陰極となるのは他の電池と同じである。

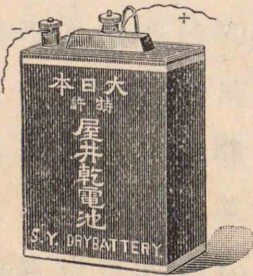
第二一〇圖



強い電流は得られず、又引續いて使へば

忽ちに弱くなるが、電鈴電話の場合の如く、切れ切れに使ふときは、何等の手數をかけずに數ヶ月間其の儘使用せられるのが長所である。

第二一一圖

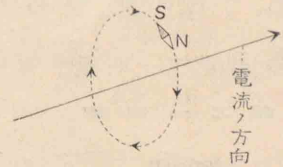


ンシ電池に同じい。

乾電池 乾電池には種々あるが、大體ルクランシの電池に於て、鹽化アンモニウムの液を適當の固體に吸ひ込ませたものと見做すことが出来る。其の性質はルクラ

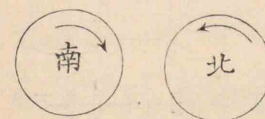
第四章 電流の磁氣作用

172. 電流が磁石に及ぼす作用 電流をもつた導線の附近に磁石を置けば、其のN極は電流の方向にネヂを押し進めようとするときに手を廻すべき方向に押される(第二一二圖)。



導線を螺旋状にまいて所謂コイルをつくり、之に電流を通ずれば、他の磁針を或は吸引し、或は拒反して、其のコイルが棒磁石と同性質をもつことを示す。

第二一三圖



そのコイルを其の端から見た時、兩極の位置と電流の方向との關係は第二一三圖の如くである。

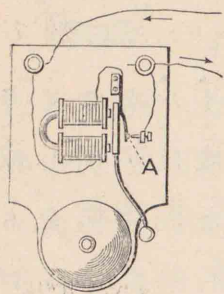
173. 電磁石 コイルの心に軟鐵を入れたものを電磁石と云ふ。電磁石に電流を通ずれば、コイルのみの時よりも著しく強い磁石となる。捲き數が多く、電流が強く、鐵の太い程、其の磁

石性は愈強い。

電磁石の極の位置はコイルのみの場合と全く同じい。

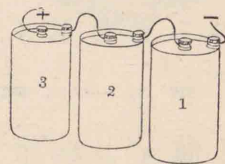
174. **電鈴** 電磁石は種々の事に應用せられる。其の最もありふれたものの一つは電鈴である(第二一四圖)。

第二一四圖



電鈴に用ふる電磁石のコイルは通例捲き数が多いから、弱い電流でもよく其の目的を達することが出来る。通例はルクランシュ又は

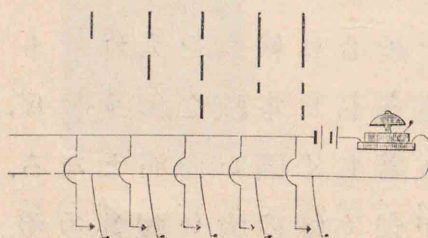
第二一五圖



乾電池の二個をシリーズにつないだものを用ふる(第二一五圖)。

配線の仕方には種々ある。

第二一六圖

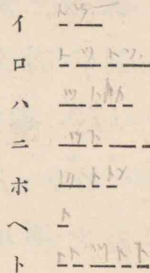


左圖はシリーズの継ぎ方五つの異なつた室より或一個所に備へた電鈴を鳴らす爲の配線圖である。

175. **電信機** モールスの受信機

第二一七圖

電信文字は點及び線の集りより成る(第二一七圖)かかる文字は下圖に示すやうな装置で、遠方から押鈕を押すことによつて書くことが出来る。

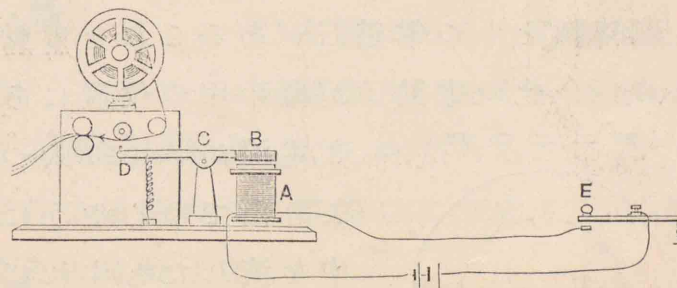


かかる装置をモールスの受信機と云ふ。

音響機 電信の扱ひの頻繁なところに於て

第二一八圖

は、電信文字を用ひずして、音



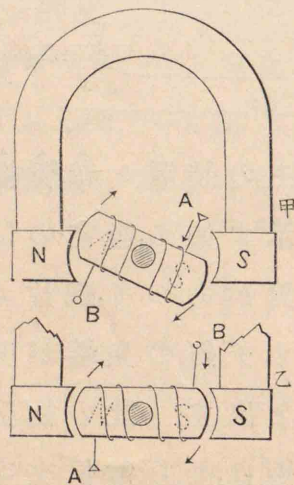
によつて其の意を通ずる。その装置を音響機と云ふ。之は第二一九圖に示す如く、適當の位置にDとEとの二つのネヂ釘があつて、鐵片Aが上下に動く毎に、これ等のネヂ釘の先端が其の先の金屬片と衝突して音を出す。此の衝突の音と音との間の時間の長短は、即ち電信文字

の線の長短に對するもので練習を経た人は、誤りなく其の音を聞き分ける。

176. **電動機** 電動機はモーターとも云ひ、電流の勢力を機械的勢力に變ず

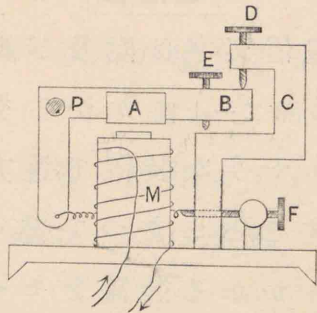
る装置であつて、その構造には種々ある。最も簡単なものは第二二〇圖に略示する如く、大なる固定磁石…これを場磁石と云ふ…の兩極間に廻轉軸をもつ電磁石がある、これを電動子と呼ぶ。今此の電動子が圖の甲の位置にあると

第二二〇圖



き、電流がAより入つてBより出でゆくやうに此の中を流れたとすれば、電磁石の左端にN極、右端にS極を生ずるから、これ等と場磁石の極との間に吸引拒反の作用を生じ、軟鐵は矢の方向に運動を起し、しかも其の運動は半廻轉を

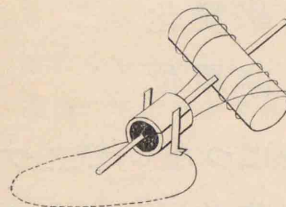
第二一九圖



終る迄は止まない。

この時急に電流がBより入つてAより出るやうになると、磁力の關係は全く前と同じ状態に復るから、電動子は更に半廻轉をする。このやうな手續の繰り返されたものが即ち電動機の廻轉である。

第二二一圖



半廻轉を終る毎に電流の方向を反對にする装置をコシミュテーターと云ふ

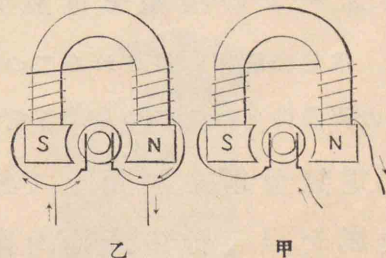
左圖はそれと電動子との關係及びそれと外部の

導線との關係を圖示したものである。

場磁石は通例大なる電磁石より成り、之を流れる電流と、電動子を

流れる電流との關係には大體右圖に示す如き二種がある。甲をシリーズモーターと云ひ、乙をシャントモーターと云ふ。

第二二二圖



電動機を逆轉させるには、場磁石の磁極を其

の儘にして、單に電動子を流れる電流の方向を反對にすればよい。

177. **電車** 電動機の應用は非常に廣い。電車は其の一例で、その電流は架空導線より車臺の床下にある電動機に至り、更に一本の架空線によるか、若しくは軌道を経て、發電所に歸る。

第五章 電流に依る化學變化 電流に関する諸單位

178. **電氣分解** 電池の兩極につないだ二つの導體を相並べて或溶液内に浸すと、(1)電流が通る場合と(2)電流が通らぬ場合とがある。

(1)の場合には常に必ず分解的の化學變化を伴ふ。この現象を電氣分解と云ふ。

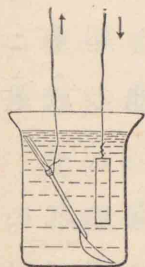
電氣分解槽に浸される二つの導體は、また之を極と呼び、其の陽陰の名は、之につながる電池の極と同名にする。

電氣分解を利用して、或貴重な性質をもつた金屬を以て、他の表面を蔽ふことが出来る、これを電鍍術といふ。

其の方法は、蔽ふ方の種類の金屬(例へば銀)の或

化合物の溶液をつくり、其の中に其の種の金屬板(即ち銀板)と、蔽はれる方の導體(之は極めて清淨にするを要する)とを浸し、前者を陽極に後者を陰極として電氣分解を行ふのである。

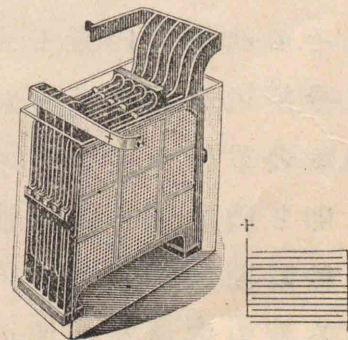
第二二三圖



硝酸銀の稀い溶液に、青化加里の溶液を加へ、一旦生じた沈澱が丁度再び溶解するまでに至らしめる、其の中に磨いた眞鍮製の匙と銀板(炭素板でも一時的には間に合ふ)とを浸し、上記の方法に従つて液内に電流を通すれば匙は容易に鍍銀せられる(第二二三圖)。

原型の上に温めた密蠟等を押し當て、原型と凹凸正反對な型をつくり、之に石墨粉を塗りつけて電氣の導體とし、電氣分解によつて此の上に金屬を附着させ、厚くなつたところで之を引離せば、原型と全く同一な凹凸が得られる。これが電鑄術である。

第二二四圖



179. **蓄電池** 過酸化鉛(PbO₂)の細粉で蔽はれた鉛板と、鉛の細粉で蔽はれた鉛板とを、一つ置

に並べて稀硫酸(比重1.2)中に浸し、前者をまとめて陽極とし、後者をまとめて陰極としたものが蓄電池である(第二二四圖)。この兩極を導體で連結すれば、液と極板との間に化學變化を起すと同時に電流が得られる。これを蓄電池の放電と云ふ。

次に蓄電池の出す電流の反對の方向に、之に電流を通ずれば、電氣分解の結果、電池は再び以前の狀態に復する。之を蓄電池の充電と云ふ。

蓄電池が目立つて弱くなるまでに放電させることは、大いに蓄電池の壽命を短くする。かくなる前に充電を行ひ、又たとひ之を使用せずとも時々は充電を行はねばならぬ。

180. **電流の強さの單位** 電流の強弱はその爲に起る結果の大小によつて之を判定する。その結果の内、最も正確に測り得るものは、電氣分解の分量であるから、之を利用して電流の強さの單位を定める。

即ち硝酸銀の水溶液に電氣分解を施した時、一秒時間内に銀の 0.001118 瓦を出で來らしめる程の電流を電流の強さの單位とし、之をア

ンペアと名づける。

181. **電流計** 電氣分解の量によつて電流の強さを測るのは、正確ではあるが手數が多い。

依つて實用上には、電流の磁氣作用を應用して作つた電流計が多く用ひられる。

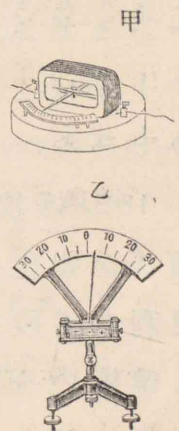
此の原理より作られた電流計にも種々ある。單に電流の有無

又は方向を知るに用ふる鋭敏な電流計は、別に之をガルヴァノメーターと云ひ、指針によつて、直ちにアンペアの數が知られるやうに度盛りしたものをアンペアメーター又はアムメーターと云ふ。

182. **抵抗抵抗の單位** 電流の強さは他の條件が不變のときにも、之を導く線の品質・太さ・長さに依つて異なる。電流を弱めること著しい物質を電氣抵抗の大なる物質又は單に抵抗大なる物質と云ふ。

而して同じ品質の線について云へば、抵抗は其切口の面積に反比例し、其の長さに正比例す

第二二五圖



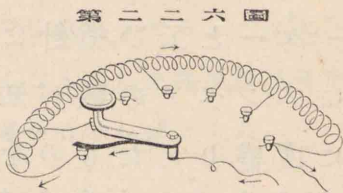
る。又溫度によつて多少の差がある。

抵抗の單位としては、切口の面積1平方糎で長さ106.3糎の水銀の零度の時にもつ抵抗をとり、之をオームと云ふ。

抵抗の割合 (銀を1として)	
銀	1.00
銅	1.11
アルミニウム	1.87
白金	7.20
鋼	13.5
洋銀	18.1
水銀	36.1
ニクロム線	82.

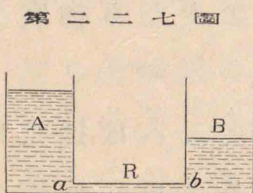
上表は二三の導體の抵抗の割合を示したものである。

183. 抵抗器 電流の強さを變化させるのに便利な手段は、電流の通る導線の長さを變化させることである。この装置を一般に抵抗器と云ふ。上圖は其の一例を示す。



第二二六圖

184. 電壓電壓の單位 鋭敏にして抵抗大なる電流計を電池の兩極間につないで見ると、電池の種類に依つて指針の傾く程度が異なる。此の現象は左圖A



第二二七圖

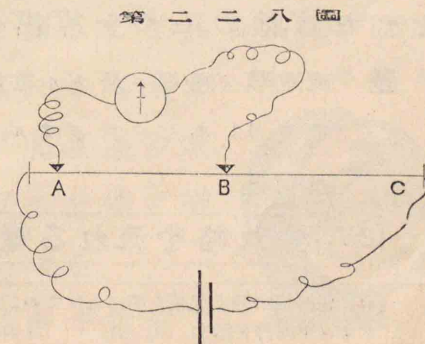
Bの兩器を同一の管Rを用ひて連ねたとき、水の流れの強さが、兩器の液面の高さの差の大小によりて異なるのと相似た事であるが、水流に於ける水面の高さの差に相當するものを、電流に於ては電位差と云ふ。

電位差一名電壓の單位をヴォルト云ふ。一ヴォルトは、一オームの抵抗ある導線に、一アンペアの電流を通ぜしむる程の電壓である。

重クロム酸電池の兩極は通例1.8ヴォルトの電壓をもち蓄電池は約2ヴォルト、ルクランシエ電池と乾電池とは約1.5ヴォルトの電壓をもつ。

電池のもつ電壓を、其の電池の電動力とも云ふ。

185. 導線の各部に於ける電位差 鋭敏にして抵抗大なる電流計の兩端を、電流を通せる導線の或二點に當てて見るに、電流計は傾く(第二二八圖)。依つて其の二點に又電位差のあることが判る。而して其



第二二八圖

の二點間の距離を増すか、若くは其の二點を他に移して抵抗大なる部分を其の間にはさむやうにすれば、電流計の傾きが増して来る。

之に依つて電流の通る導線の各點には電位差をもち、二點間の抵抗の大なる程、電位差も大なることが判る。(1)

186. **オームの定律** 實驗に依れば、導線上の任意二點間の電位差 E と、其の二點間の抵抗 R と、其の時の電流の強さ C との間には、次の關係がある。

$$C(\text{アンペア}) = \frac{E(\text{ヴォルト})}{R(\text{オーム})}$$

之をオームの定律と云ふ。

この定律により、以上三種の量の中、其の二つを知れば、他の一つを算出することが出来る。

圖 或電球ノ兩端ニ於ケル電壓 100 ヲおると、之ニ通ズル電流 0.4 アンペアデアルト云フ。其ノ電球ノモツ抵抗何程。

187. **分れ路を流れる電流の強さ** 次圖の如

(1) 電燈線に於て電球を間に入れての二點の電壓を測つて見れば、大體 100 ヲヴォルト内外を示す

く、二つに分れた電路を通る電流に就て考ふるに、A B 二點間の電位差を E ヲヴォルトとし、二導線の抵抗を夫々 R_1, R_2 オームとし、之を流れる電流の強さを夫々 C_1, C_2 アンペアとすれば、次の關係がある。

$$C_1 = \frac{E}{R_1}, \quad C_2 = \frac{E}{R_2}$$

随つて、 $C_1 R_1 = C_2 R_2$

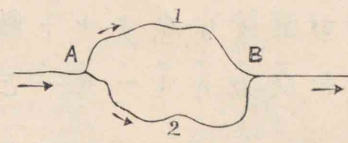
$$\therefore \frac{C_1}{C_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

即ち分れ路を流れる電流の強さは、其の抵抗に反比例する。

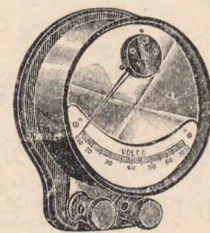
188. **電壓計** 電流計を第二二八圖の如くに用ひて二點の電壓を測るとき、其の抵抗が十分大なる時には、之を流れる電流は甚だ弱く、従つて、A B 間直通の電路を流れる電流の強さを殆ど變ぜずにおくことが出来る。

抵抗の大なる電流計で、電壓を

第二二九圖



第二三〇圖



測るに用ふるものを特に電圧計と云ひ、其の目盛が直接にヴォルト数を讀得る様に出来たものをヴォルトメーターと云ふ。

第六章 電流と熱及び光

189. **電流によつて生ずる熱** 電流が導線を通るときは常に熱が発生する。精密な實驗の結果に依れば、導線の或一定部分に於て、一定時間内に發生する熱量は、其の部分の兩端の電位差 E と電流の強さ C との積 (CE) に正比例する、(ジュールの定律)。

而してこの積が1なるときには、一秒時間内に0.24瓦カロリーの熱を生ずる。

圖 30ヴォルトとノ電壓デ2アンペアノ電流ガ或導線ニ通ルトキハ10分間ニ其ノ導線内ニ發スル熱量何程。

190. **電熱器** オームの定律により、

$$C = \frac{E}{R} \text{ なる故、 } CE = C^2R \text{ である。}$$

依つて或電路の電流の強さは各部同じでも抵抗大なる部分には特に多量の熱を發する。この理を應用して、電熱器が作られて居る。

電熱器には、電氣料理器、電氣ストーヴ、電氣アイロン等種々ある。便利・清潔・衛生の點に於ては、他の發熱裝置に勝るが、現時の電氣料金では、稍費用が高い憾みがある。

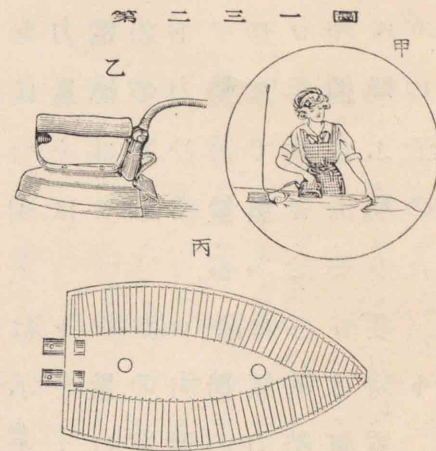


圖 電熱器ガアツテ、之

圖の丙は、電氣火號の内部。雲母の板に、細い導線の巻きつけてあるのを示す。

ニ100ヴォルトノ電壓デ、(1)5アンペアノ電流ガ通ルトキト、(2)10アンペアノ電流ガ通ルトキトデ、同ジ時間内ニ發生スル熱量ノ割合ハ如何。

191. **ワット・ワット時** 電流の勢力が熱及び他の勢力に變遷する速さを電力といひ、電力の單位をワットといふ。第189節の所説によれば、電流の強さ(アンペア數)と電壓(ヴォルト數)との積が電力に正比例する量であることが判る。1ワットの電力とは、上記の積が1になる程の電力である。

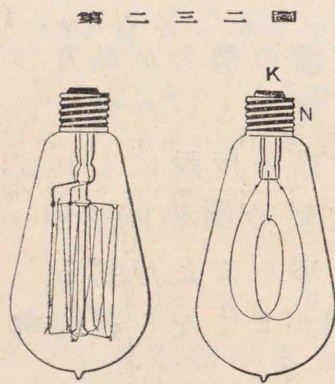
キロワットはワットの千倍に當る單位で、實際に多く用ひられる。

w キロワットの電力を n 時間使用したときに變遷した勢力の總量は $w \times n$ キロワット時と云ふ言葉で言ひ表はす。故に 1 キロワット時の勢力を熱量で示せば、 $0.24 \times 1000 \times 60 \times 60$ 瓦カローリーである。

要するに、キロワットは電力を示し、キロワット時は電氣勢力の量を示す單位である。

電氣勢力の賣買は 1 キロワット時何錢と定めるが常である。

192. **電燈** 電球は硝子球内に綿より製した細い炭素線、若しくはタングステンの細線の如



く、抵抗の大にして融解點の高い導線を封入して、空氣を排除したものである。之に電流を通ずれば細線の部分が殊に強く熱せられて、光を放つに至るのである。(1)

(1) タングステン電球に於て、球内に窒素を詰めたものを窒素電球又は瓦斯入電球と云ふ。

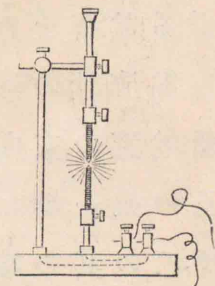
タングステン電球は一燭光について、約 1.25 ワットの電力を要し、炭素線電球の大約三分の一であるから、一般に行はれる。

電球は使用するに随つて次第にその光度を減ずる。或電球の光度が新しい時の光度の八割になる迄の時間を、其の電球の壽命と言ふ。

炭素線電球の壽命は、400 時間乃至 600 時間で、タングステン電球のそれは大約 1000 時間である。

- 圖 (1) 16 燭光ノたんぐすてん電球 10 個ヲ毎夜 5 時間使用シタラ、1 ヶ月間ニ消費シタ電流ノ勢力ハ何程。
 (2) 一きろわつと時ノ料金 15 錢トスレバ、上ノ料金ハ何程。
 (3) 近頃電球ノ種類ヲ言ヒ表ハスニ「幾何わつとノ電球トイフコトガアル。40 わつとノたんぐすてん電球ハ大體幾燭光カ。

193. **弧光燈電氣爐** 先端の稍、尖つた二本の炭素棒を相觸れしめ、これに電流を通ずれば、その部に熱と光とを發生する。一旦かくなつた上は、稍、之を引き離しても電流は切れず、却つて大いにその光輝を増す(第二三三圖)。



弧光燈は斯くして得た電燈で、幻燈や探照燈の光源として今尚使用せられる。

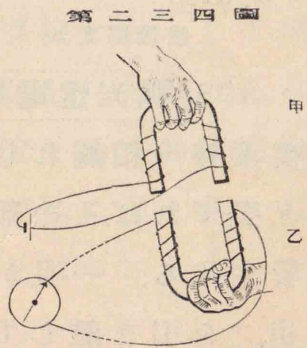
電氣爐は弧光燈の周圍を不燃質の箱で包んだものと見做すべき爐で、非常な高温度が得られる。此の外電熱器と同じ原理で出来て居る電氣爐もあるが、特に高熱を必要とする場合には、常に前者が用ひられる。

第七章 感應電流

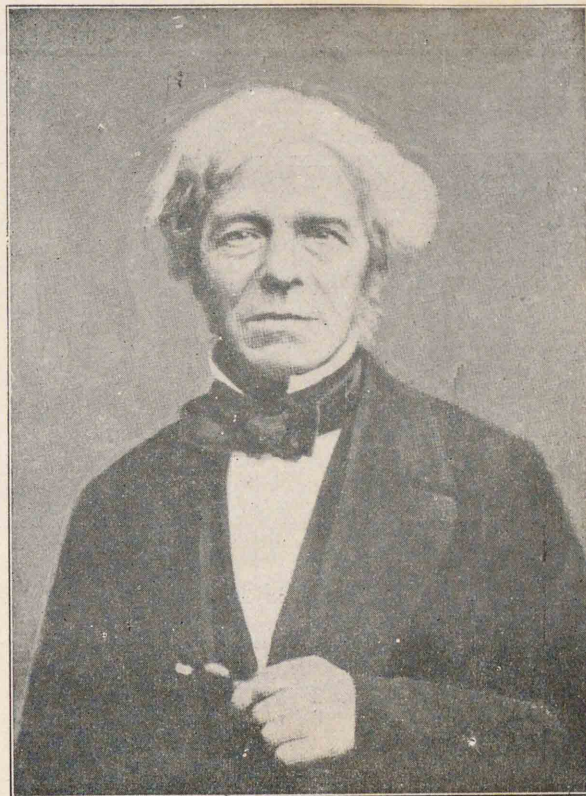
194. 感應電流・レンツの定律 二個の電磁石を向ひ合せ、甲を電池に、乙をこの電磁石の磁場外にある電流計につなぎ相互の距離を變化させると、其の都度乙電磁石に

電流が生ずる。此の現象を電磁氣感應と云ひ、此の時生ずる電流を感應電流と呼ぶ。

電流計の傾き方に依て感應電流の方向を吟味すると、乙の或一端に向つて、例へば甲のS極が近づけば、乙の其の端がS極となり、遠ざかれば其の端



感應電流の發見者



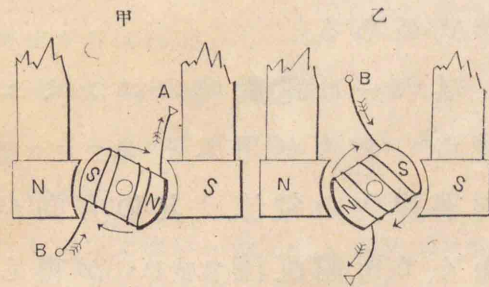
英國の名もなき鍛冶屋の家に生れ。十三歳の時より製本屋の丁稚小僧となり終には世界の大物理學者兼大化學者となりしファラデーの肖像なり。感應電流は西曆一八三一年フ氏の發見したる處。世界最初の發電機も亦フ氏の考案によりて成れり。發電機によれば、電池に比べては三十分の一乃至五十分の一の費用にて電流が得らるべし。フ氏なかりせば今日の電氣界は如何なりしか。裏面に見ゆる鬼怒川の水力發電所及び其電流によりて運轉せる東京市内の電氣共に或意味に於てはフ氏の賜なりと云ふを得べし。

がN極となると云ふ風で、要するにこの運動を妨げる結果になるやうな方向に感應電流は流れることが判る。この事實をレンツの定律と云ふ。

されば、同じ電磁石を同様に動かすときにも、感應電流を得つゝある間は然らざる場合に比べて、餘分の仕事を爲すを必要とする。此の餘分の仕事に費された勢力が、即ち感應電流の勢力の源である。

195. **發電機** 發電機は大仕掛に電流を得るに適する装置で、其の構造には種々あるが、原理に至つては何れ

第二三五圖

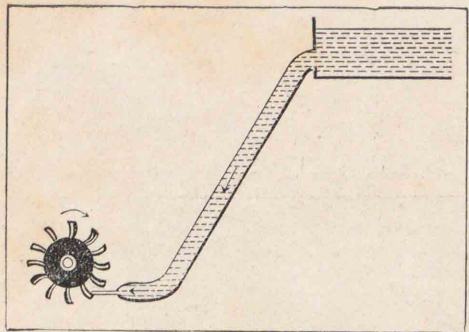


も同じい。今其の最も簡単なものに就いて述べれば、其の要部は右圖に示す如く

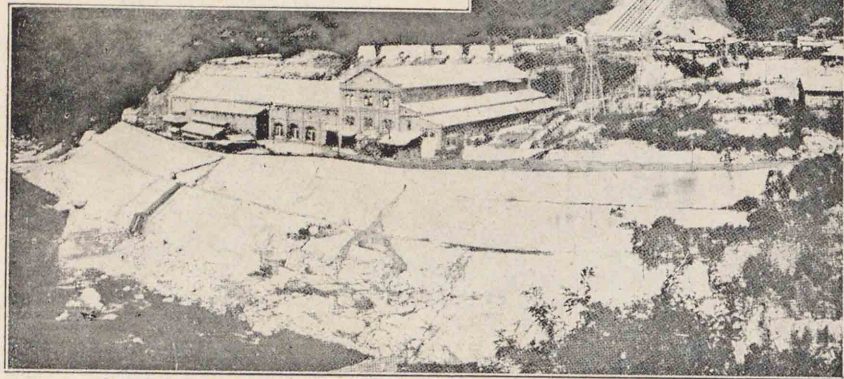
で、構造は全く電動機に同じい。(但し電動機に於て電動子と呼んだものを、發電機に於ては發電子と云ふ)。

發電子が廻轉すれば、其の兩端が場磁石の極

(2)



(1)



(3)



- (1) 鬼怒川水力發電所の遠望
- (2) 發電所に於ける水力利用の形式
- (3) 鬼怒川水力發電所と東京市との位置
- (4) 東京市内の電車

(4)



に近づき又遠ざかる變化を繰返すから、コイル内に連続的に感應電流を生ずる。

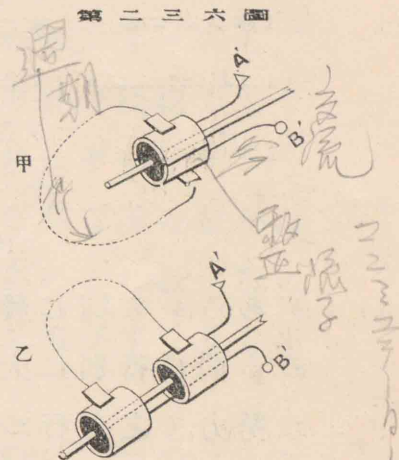
此の感應電流の方向如何と云ふに、例へば發電子の一端が場磁石のN極より遠ざかつて(第二三五圖甲) S極に近づく迄(第二三五圖乙)の半廻轉に於ては、レンツの定律に照して、其の端に常にS極を生ずべき方向に向ふ。同様の理で、次の半廻轉には前と正反對の感應電流がある。かくて結局發電子の半廻轉毎に一度宛方向を變化する感應電流が發電子内に得られる。

*196. **交流と直流** 上の如くして發電子内に起つた感應電流を、外部の導線に導くに二つの形式がある。

其の一は電動機のコンミュテーターと同一構造のものを用ふる(第二三六圖甲)。之に依れば、外部導線内の電流は其の方向が常に一定する。かくて所謂**直流**(符號D.C.)が得られる。電鍍術、電鑄術などには是非ともなくてならぬ電流である。

其の二は同圖乙に示す如く、二個の金屬環を

發電子の軸に別々に取りつけたもので、此の場合には外部導線内の電流も、發電子の半廻轉毎に方向を轉換する。かかる電流を**交流**(符號A.C.)と云ひ、交流を得る發電機を**交流發電機**と云ふ。



交流の一往復を一回と數へて、一秒間内の往復の回數を交流の**周波數**と云ふ。普通に見る交流の周波數は50-60である。

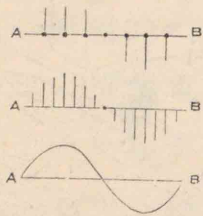
*197. **交流の圖示法** 交流の一週期(一周波)に要する

時間内には次の如き變化が行はれる。

電流が或る一方向に流れ始め、次第に其の強さを増し、最大の値に達し、弱り始め、零になり、更に反對方向に流れ始めて、上と同様な強さの變化を繰返す。

次圖に於て、直線ABを以て交流の一週期を示し、又AB線上に立てた直線の長さを以て電流の強さを、其の立て方の上下の差別を以て、電流の方向の差別を示すものと約束すれば、同圖甲は $\frac{1}{8}$ 週期毎、同圖乙は $\frac{1}{16}$ 週期毎に於ての電流の強さ及び方向を示した圖になる。

第二三七圖



更に時間を細かく分割し、電流の強さを示す各直線の頂点を連続すれば同圖丙の如き波線が得られる。之が普通に用ひられる交流の圖示法である。

198. **水力電氣** レンツの定律

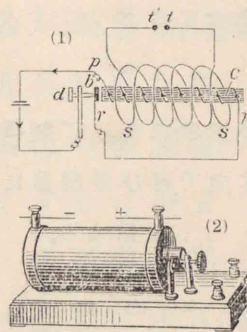
があるから、同じ發電機の廻轉にも、電流を得てゐる間は、特別に大なる仕事を要する。水のもつ勢力で之を行つて得た電流を、俗に水力電氣と呼ぶ。電池から得る電流に比べては、其の費用が遙に少ない。

199. **感應コイル** 前の第二三四圖の實驗で、

電磁石を動かす代りに、二つを相觸れしめた儘一方の電流を斷續させても、結果は同じい。又電磁石の形をかへて、二つのコイルが同一の軟鐵棒の上に重なる様にして行ふも同様である。此の最後のもの、電流斷續の手續を自動式に仕組んだものが、即ち感應コイルである(第二三八圖)。

感應コイルに於ては、電源に連るコイル即ち一次コイルの針金は、太くして卷數が少く、感應

第二三八圖



電流の流れるコイル、即ち二次コイルの針金は細くして卷數が非常に多い。

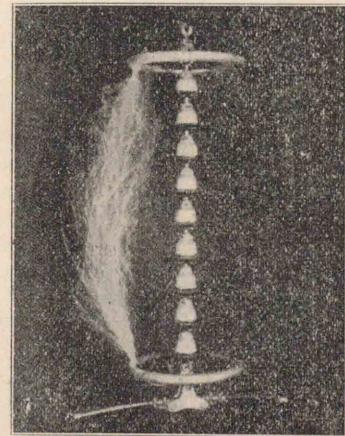
其の結果感應電流の電壓は甚だしく高められ、數十種の長い火花を飛ばすことも出来る。

*200. **變壓器** 同一の軟鐵心に二つのコイル

を卷付け、一次コイルに交流を通ずれば、二次コイルに感應電流が得られる。此の感應電流は始めの交流と周波數を等しくする交流であるが、二次コイルの卷數を一次コイルの卷數にN倍(Nは整数でも、分數でも)させることに依つて、電壓をN倍することが出来る。此の裝置を變壓器と云ふ。

かく簡単な方法で、所要の電壓を得られることは、工業上交流が直流よりも

第二三九圖



高壓電流の爲に起つた火花

多く用ひられる主なる理由である。

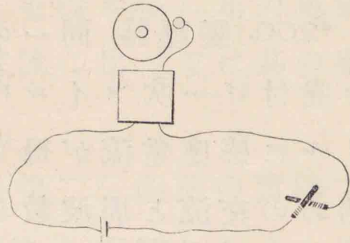
高壓の電流は低壓の電流に比べて、電力を遠方に送るに大いに經濟的である。

故に實際には發電機より得た交流は變壓器にかけて數萬ヴォルトの高壓電流にして目的地に送り、其處で再び變壓器にかけて、危險少き交流(多くは 100 ヴォルト)として使用する。

201. 電話機 電路の

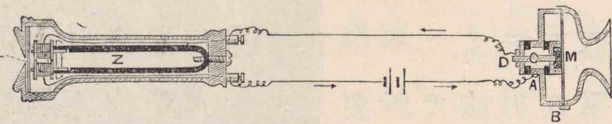
一部に二個の炭素棒(又は炭素板)の相觸れたところを置き、炭素の接觸點に於ける壓力を増減すれば、電流の強さに變化を起すことが見られる(第二四〇圖)。

第二四〇圖



送話機 第二四一圖甲は、送話機の主要部分を示したもので、Mは炭素の板、その後ろに少し

乙 第二四一圖 甲



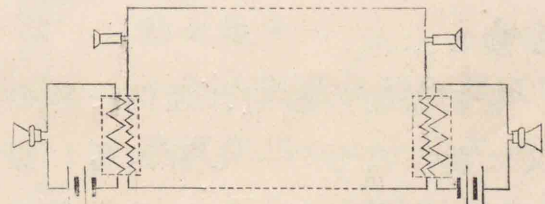
て炭素の函があり、其の中に緩く詰められた炭素の小粒があつて、何れも電路の一部をなして居る。かか

る炭素板に向つて發音すると、炭素板は振動し、従つて炭素粒相互の壓力が變化し、従つて其の抵抗が變じ、従つて電流の強さは變化する。炭素粒の接觸點が多いことは、愈、この變化を著しくするに役立つ。

受話機 斯く強さの變化する電流は、第二四一圖乙に示すやうに、受話機内で一つの電磁石を通るやうになつて居るから、電流の強さの變化につれて、電磁石の強さは變化し、其の前に置かれた鐵板の振動を起す。かくして受話機は發音する。

實際には 送話機内を通る電流は、直接に受話機を通らず

第二四二圖



に、小さい感應コイルの二次コイルに生じた高壓の感應電流が之を通る。其の連絡の大要は上圖に示す如くである。

第八章 無線電信 無線電話

202. **電波** 蓄電したライデン瓶の内外の錫箔間に、放電叉を用ひて火花放電を起すと、電氣は一方より他方に一度流れたのみでは静止しないで、恰もU字管内の二つの水面に差のあるときに、その差を保持すべき原因が急に取り去られた際の液の運動の如くに、暫くは内外の錫箔間に、電流が往復するものである。此の事實は、此の際に生ずる見懸け上一つの火花が、實は幾多の切れ切れな火花から成立つてゐることなどの發見で確認せられた。此の現象を電氣振動と云ふ。

電氣振動の週期は、通例一秒の數百萬分の一、又は數千萬分の一と言ふ程に短い。

電氣振動が行はれる時は、其の周圍のエーテルに波を起し、其の波動が光と同じ速さで八方に播がる、之を電波と稱する。

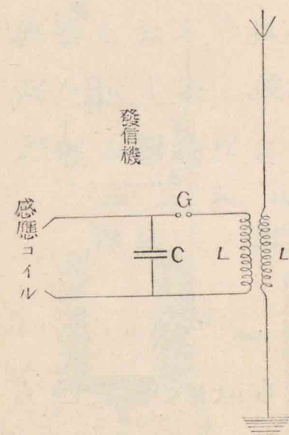
電波は不導體に遇へば、之を通過するが、導體に遇へば之に吸收せられて其の内に電氣振動

を起す。此の事實の應用が無線電信・無線電話になるのである。

*203. **無線電信** 無線電信の發信機は強力な電氣振動を起すを目的とするもので、次圖は其の原理を示す。

感應コイル又は變壓機を用ひてGに於て火花放電を行ふときは、火花は空氣を良導體に化

第二四三圖



するから(第166節)、其の火花を發する以前に、蓄電器Cの兩面に蓄へられた陰陽の電氣は、火花とコイルLとを通路としての電氣振動を起す。

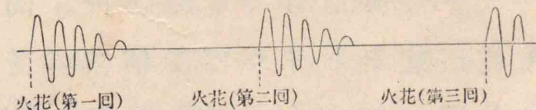
この電氣振動は電磁氣感應作用によつて、次のコイルL'及び空中線内に電

第二四四圖

氣振動を誘起

する。其の電

氣振動を、交流



の圖示法(第197節)に従つて圖示すれば、見掛け上

一つの火花に一群の電気振動が伴ふから、第二四四圖の如くなる。従つて電波も之に對應した波形のものである。

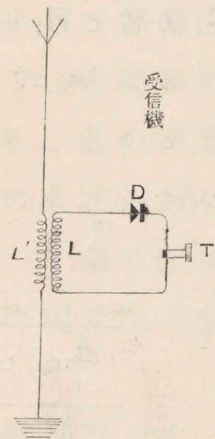
第二四五圖は受信機の原理を示す。電波が空中線に當ればLコイル内に電気振動を起し、従つてコイルL内に電磁氣感應による電気振動を起す。

其の電気振動は發信機の電気振動及び電波と對應したもので、第二四六圖甲の如くである。然るにコイルLには、電話用の受話機の鋭敏なものと、檢波器とが圖の如く連結してあつて、其の檢波器の作用で、一方に流れる電流は押へられるから(次節)、第二四六圖乙に示す如き電流となる。

かくて發信所で電鍵を押す間に毎秒N回の火花が起るとすれば、受信機の受話機内には毎秒N回、一定方向に流れる電流群を生ずる。

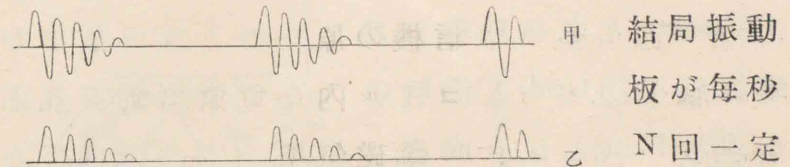
受話機内の振動板は、個々の小電流に應じて

第二四五圖



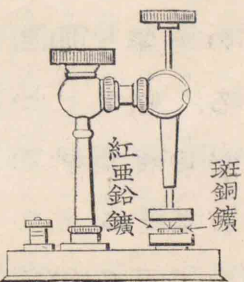
は振動することが出来ないが(週期が餘りに小さいから)、同方向に流れる電流群の爲めには動かされるから、

第二四六圖

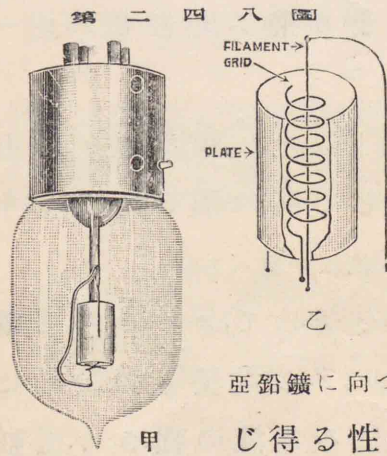


結局振動板が毎秒N回一定の方向に引かれ、こゝに音波を生ぜしめる。

*204. 檢波器 檢波器には種々ある。鑽石檢波器と云ふのは、右圖に其の一例を示す如く、或種の鑛物が他の種の鑛物又は金屬と軽く相



第二四七圖



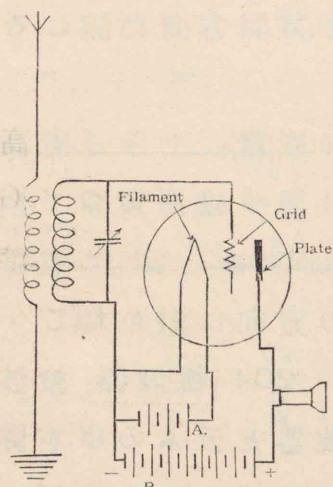
第二四八圖

觸れたもので、其の接觸點に於て、或る一方向にのみ(上圖に就て云へば斑銅鑛より紅亞鉛鑛に向つてのみ)、容易く電流を通じ得る性質がある。

三極真空球と呼ばれる檢波器は、其の外見が

前圖甲に示すやうな真空球で、その要部は、同圖乙に示す如く、中心にある細線(Filament)と、之を取巻いた螺旋狀導線(Grid)と、筒狀の金屬板(Plate)とから成る。

第二四九圖



之等を右圖に示すやうに連結し、A電池によつてフィラメントを赤熱状態に保つと、B電池による電流が、プレートとフィラメントとの間を流れる。即ち陰電子がフィラメントより飛び出してプレートに移る。

然るに此の流れは、グリッドの上に起る僅かの電圧の變化によつても著しく其の強さを變化する(グリッドが陰電氣を帯びると流れが衰へる)。

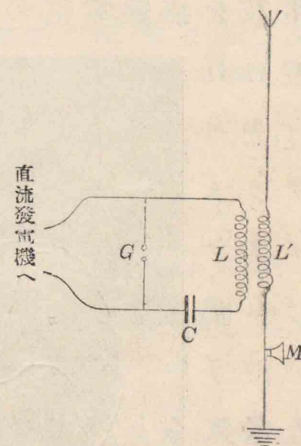
されば受信機に電波を受けて、コイル内に電氣振動が起れば、此のグリッドの電壓も振動的に變化するから、B電池に依る電流の強さも、振動的に著しい變化を受ける。かくて三極真空球

は鑽石檢波器と同性質の役目をする。

*205. 無線電話 無線電話

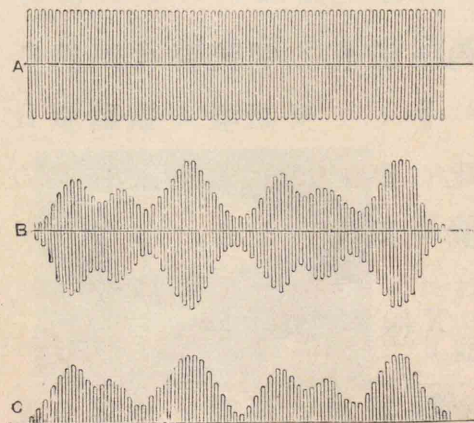
第二五〇圖

の發信に用ふる装置の一例は右圖に示す如く、高壓の直流發電機によつて、Gに於て火花を發せしめて、蓄電器C、コイルL、放電間隙Gの間に連續的に電氣振動を起す。



その結果、コイルLには、次圖Aに示す如き振幅の一様な電氣振動を連續的に誘起する。

第二五一圖



此の際電話の送話機と同じ原理で出來て居るマイクロフォンMに向つて音波を送れば抵抗の變化の爲に電氣振動の形は變じて、例へば左圖Bに示すやうに、音波の形を表は

した電氣振動となる。かゝる電氣振動による電波を無線電信の受信機と同様な受信装置に

受ければ、先づアンテナ内にはB圖のやうな電氣振動を起し、更に檢波器の働



マイクロフォン(圖の右下部)の前に立つ英國政界の大立物ロイド、ジョージ氏

きによつて、受話機内を流れる電流群は、同圖Cの如きものとなる。かくて受話機の振動板は電流群の強弱の變化に應じて動く結果、音波の振動に一致した振動を爲すに至る。

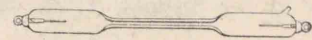
206. **ガイスレル管** 氣體は極端に稀薄にな

らない限り、稀くなる程能く電氣を通ずる。

稀薄な瓦斯體(四百分の一氣壓位)を兩極をもつ硝子管内に封入したものを

第二五二圖

ガイスレル管といふ。そ



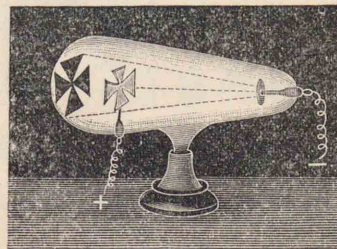
ガイスレル管

の兩極を感應コイルの兩極に連ねると、數尺の管内にも、よく火花の飛ぶのが見られる。火花の色は瓦斯の種類と其の密度によつて種々に異なる。

ネオンと云ふ瓦斯をつめたガイスレル管は赤橙色の強い光を放つから、管を曲げて文字を表はし、夜間の廣告などに用ふる。

207. **陰極線** ガイスレル管内の空氣を一層稀薄にした所謂眞空管、又はクルツクス管と云ふものに就て、前の様な放電實驗を行へば、管内

第二五三圖



には光を認めないが、其の陰極に對する管壁が黄綠色の光を放つ。これは此の際その陰極より陰極線と名づくる一種の放射線を放ち、之が

硝子管に當つて螢光を放たしめるからである。

されば第二五三圖のやうな装置により、十字形の起伏自在なアルミニウム板を陰極線の通路に立てれば、其の後方の硝子壁に十字形の影を表はし、板を倒せば此の影を見ない。

208. X線 陰極線が他の物に衝き當ると、其の點から又一種の放射線を出す。之をX線と云ふ。

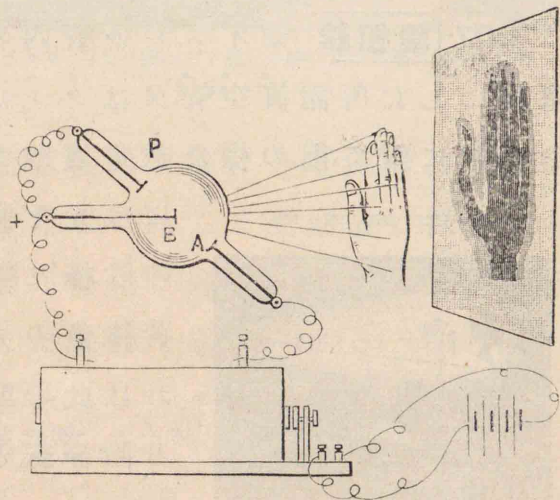
X線は、

(1) 青化白金バリウムに螢光を放たせ、

(2) 普通の

寫眞乾板に感じ、

(3) 多くの不透明體を通過し、其の難易は略、其の物の密度の大小に準ずる。



前圖のPはX線を得るに用ふるレントゲン管で、小さい凹面鏡の形せる陰極板Aより其の面に垂直に發射した陰極線は、Bなる白金又はタングステン板に當り、其處よりX線を放たしめる。されば圖の如く、掌をX線の通路に置き、其の後ろに所謂螢光板を置けば、よく其の骨の影が見える。

X線は不透明體の内部に在るものをしらぶるに用ひられる外、近時益、廣く醫療の方面に利用せられる。

209. 放射性元素 自然界には常に自ら放射線を放ちつゝある元素がある。此の性質を放射能と云ひ、放射能をもつ元素を放射性元素と云ふ。

其の放射線は、

(1) 硫化亞鉛其の他種々の物質に螢光を放たせ、

(2) 寫眞の乾板に感じ、

(3) 多くの不透明體を通過し、

(4) 空氣を電氣の良導體に化する、

などの特殊な性質がある。

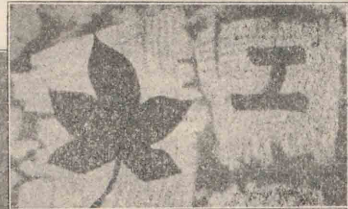
放射性元素は、化合物となつても、放射に關す

る性質は少しも變化しない。

放射能を殊に著しくもつ元素はラヂウムで

第二五五圖

乙



甲

第二五六圖乙は臭化ラヂウム入りの硝子管を以て寫眞の乾板を徐るに撫でて後現像して得たもの。その甲圖は寫眞の乾板上に瓦斯マンツルの破片を百四十時間載せ置きて後現像して得たものである。モミヂと文字とは薄い金屬板をこの形に切つて、マンツルと乾板との間に置いた結果として現はれたものである。

あるが、ウラニウム及び瓦斯マンツルの一成分なるトリウムなども多少此の能をもつ。

温泉中に往々發見せられ、人の健康増進に大効力ありとせられて居るラドン(ラヂウムエマネーション)は、ラヂウム元素が放射線を放つて出來た新元素で、又放射能をもつて居る。

—をはり—

大正十年十月二十五日印	刷	大正十一年一月十四日訂正再版印刷
大正十年十月二十八日發	行	大正十一年一月八日訂正再版發行
大正十四年八月五日改訂印刷	刷	大正十四年八月八日改訂發行
大正十四年十月十三日改訂再版發行	刷	大正十四年十月十六日改訂再版發行
昭和三年九月廿六日	改訂三版印刷	
昭和三年九月廿九日	改訂三版發行	
昭和三年十二月十七日	改訂四版印刷	
昭和三年十二月二十日	改訂四版發行	

女子理科
物理學教科書



定價金六拾四錢
昭和五年度臨時定價
金壹圓〇四錢

著者 近藤耕藏

著者 竹島茂郎

發行者 目黒甚七

東京市京橋區南傳馬町二丁目五番地

發行者 河出靜一

東京市日本橋區通三丁目十番地

印刷者 高橋郁

東京市京橋區弓町二十五番地

發行所

東京市京橋區南傳馬町二丁目五番地
電話(京橋)二五五番・振替口座(東京)二八〇九番

目黒書店

東京市日本橋區通三丁目十番地
電話(大手)二七七七番・振替口座(東京)一七一九番

成美堂

印刷所 三協印刷株式會社



花組
 1. 田文子
 皇組
 三好氏



山嶺
田
文子

教
4
20