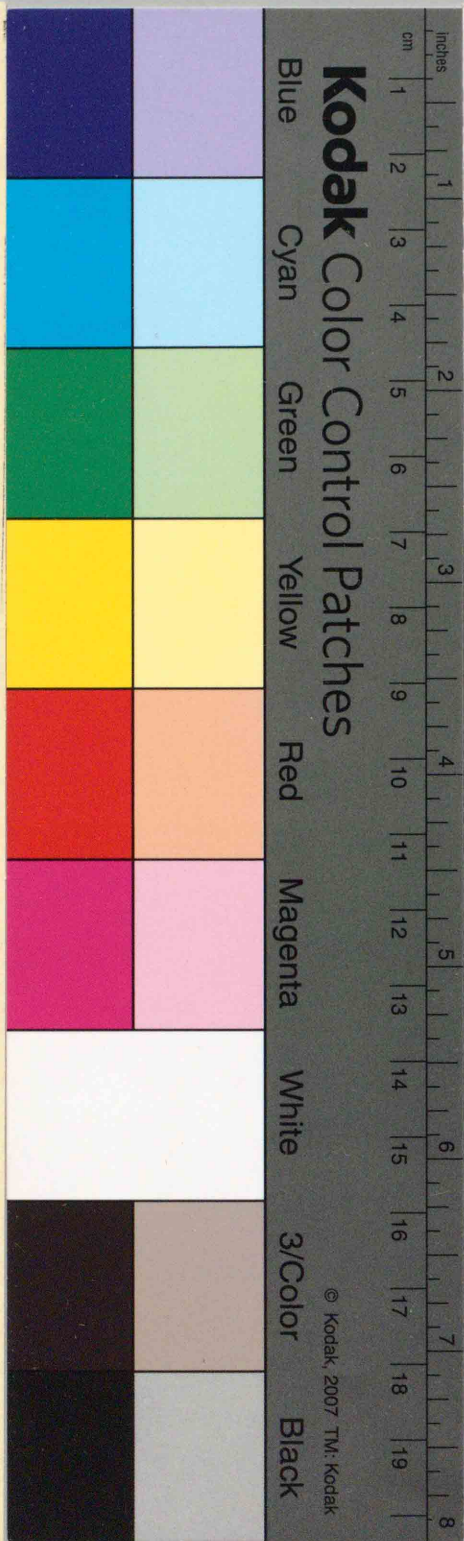


40332

教科書文庫

4
421
41-1936
20000 66249



Kodak Gray Scale

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



© Kodak, 2007 TM: Kodak



6290

4Q
421
8211

# 新制 中等物理

改訂版

東京高等師範學校附屬中學校內  
理科學會編

[乙表準據]

目黒書店





4a  
421  
BB11

浜本純逸寄贈

資料室

書學海

昭和十一年十一月二十六日

中學校理科

文部省檢定濟

印藏兵

新制

# 中等物理

改訂版

東京高等師範學校附屬中學校內

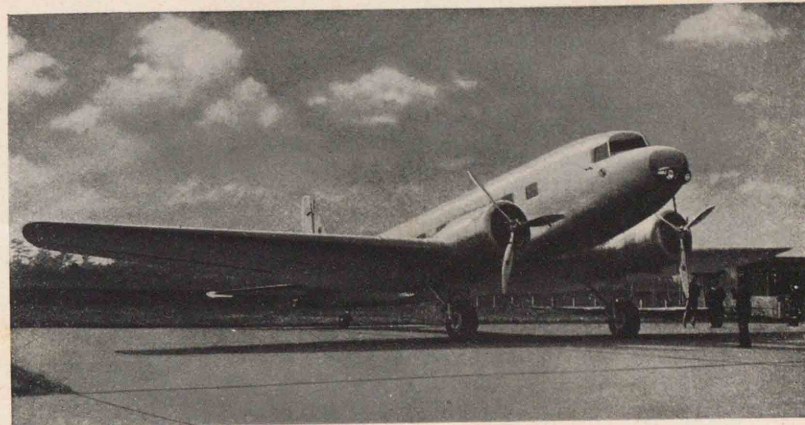
理科研究會編



圖書審判  
39059  
昭和十一年八月八日

目黒書店





〔上〕 太刀洗臺北間を飛行するダグラス十四人乗旅客機



〔中〕 ダグラス旅客機内の客室の様



〔下〕 高知・徳島・大阪・松江・鳥取間を飛行する、中島  
フォッカー・スーパー・ユニバーサル六人乗水上旅客機



## 序

本書は新制理科教授要目に従ひ、當附屬中學校に於ける實際指導の經驗を基礎とし、且つ現代理科教育の趨勢に鑑みて、中學校第二・三・四學年に於て物理を學習せしめるための教科書として編纂したものである。

1. 教材の撰擇及び排列は一般理科にて取り扱つた事項を基礎とし、第五學年に於て學習せしむべき應用理科との連絡を考慮し、重複を避け、然も相互の關係を緊密ならしめるやう努めた。
2. 教材の内容は其の性質・生徒の經驗及び學習能力の發達に應じて難易の程度を顧慮して定めた。
3. 記述は簡明を旨としたが、平易にして生徒の自學によつて理解し得るやう努めた。
4. 挿畫には多數の線畫を用ひて理解を助け、尙寫眞版を利用して應用方面の實況を知らしめることを期し、又理化學上に貢獻した偉



人の肖像を隨處に掲げて其の風采に接する機会を與へた。

5. 問題は學習事項を理解せしめるに適するものを撰んで隨處に挿入し、卷末には諸種の問題を分類して收め學習事項の整理に資した。

本書には尙不備の點もあることと思ふが、それ等は實際教授者各位の助言と編者の研究とによつて漸次改善する考である。終りに本書の編纂に際して貴重な圖版・寫眞等を寄せられた各位に對し茲に厚く謝意を表する。

昭和六年九月

編者識

## 改訂について

本書の初版は中學校新教授要目乙表に準據し、中學校第二・三・四學年に於て物理を學習せしめる教科書として編纂したものであるが、今回その改訂に當つては、實際教授の跡を顧み、各地教授者各位の使用上の體驗による助言等に基づき、一層生徒教養上の効果を擧げんことを期した次第である。

改訂に際し、特に意を用ひた點は次の如くである。

- 1, 一般理科及び應用理科教授の經驗に鑑み、それらとの連絡を考慮して教材を取捨した。
- 2, 敘述は出来るだけ平易に且つ簡潔にし、學ぶ者をして取りつき易からしめた。
- 3, 挿繪を増補し、日常目撃する事柄について物理的意義を見出さしめるやうに努めた。
- 4, 別圖並に本文の記述を増して物理學上の進歩を窺はしめるやうに努めた。

昭和十一年九月

編者識



# 目次

## 緒論

1. 物理学	1
2. 単位	1
3. 密度と比重	2
4. 重力	3
5. 圧力と張力	4
6. 力の釣合	5

## 第一編 物性

### 第一章 固体

1. 物質の三態	6
2. 弾性	6
3. フックの定律	7

### 第二章 液体

1. 液体の表面	8
2. パスカルの原理	9
3. 重力による液体の圧力	10
4. 連通器	12
5. サイフォン	13
6. 液体の浮力	14
7. 比重の測定	15
8. 分子力	17



9. 表面張力 ... 17  
 10. 毛管現象 ... 18

第三章 氣體の性質

1. 氣體の性質 ... 19  
 2. ボイルの定律 ... 19

第二編 熱

第一章 膨脹

1. 固体の膨脹 ... 22  
 2. 液体の膨脹 ... 23  
 3. 氣體の膨脹 ... 24  
 4. 氣體の體積と溫度と壓力との關係 ... 26

第二章 比熱

1. 熱量 ... 26  
 2. 比熱 ... 27  
 3. 比熱の測定 ... 27

第三章 物質の狀態の變化

1. 融解と凝固 ... 28  
 2. 寒劑 ... 29  
 3. 氣化 ... 30  
 4. 飽和蒸氣と飽和壓力 ... 30  
 5. 沸點と壓力との關係 ... 31  
 6. 氣化熱 ... 33  
 7. 液化 ... 34  
 8. 空氣の液化 ... 34

第四章 濕度

1. 大氣中の水蒸氣 ... 36  
 2. 濕度 ... 36

第三編 光

第一章 光の直進

1. 影 ... 39  
 2. 照度 ... 40  
 3. 光度 ... 40

第二章 球面鏡

1. 球面鏡 ... 42

第三章 光の屈折

1. 屈折の定律 ... 43  
 2. 全反射 ... 45  
 3. プリズム ... 46  
 4. レンズと像 ... 47  
 5. 眼 ... 48  
 6. 眼鏡 ... 49

第四章 光の分散

1. 光の分散とスペクトル ... 50  
 2. 虹 ... 51  
 3. 分光器 ... 52  
 4. スペクトルの種類 ... 53  
 5. 太陽のスペクトル ... 55  
 6. 物体の色 ... 55



7. 繪具の混合... 56  
 8. 餘 色... 57

第四編 磁 氣

第一章 磁 石

1. 磁 石... 58  
 2. 磁氣と磁力... 58  
 3. 磁氣感應... 59

第二章 地磁氣

1. 地磁氣... 60  
 2. 羅針盤... 61

第五編 電 流

第一章 電 池

1. 電 池... 60

第二章 電氣抵抗

1. 電氣抗抵... 65  
 2. オームの定律... 66  
 3. 導線の連結... 67  
 4. 電池の抵抗... 68  
 5. 電池の連結... 69

第三章 電流の熱作用

1. 電熱器... 70  
 2. 電 燈... 71

3. アーク燈... 72  
 4. ジュールの定律... 72  
 5. 電 力... 73

第四章 電流の磁氣作用

1. 電流と磁石... 74  
 2. 電磁石... 76  
 3. 電信機... 77  
 4. 電流計... 78

第五章 電流の化學作用

1. 電 解... 81  
 2. 電解の應用... 82  
 3. 蓄電池... 83

第六章 感應電流

1. 感應電流... 84  
 2. 自己感應と相互感應... 86  
 3. 感應コイル... 86  
 4. 電話機... 87

第七章 眞空放電 放射能

1. 眞空放電... 89  
 2. 陰極線... 91  
 3. X線... 92  
 4. 放射能... 93  
 5. 物質の構造... 95

第六編 力及び運動



## 第一章 力の釣合

1. 力の合成と分解 …… 97
2. 平行力の合成 …… 98
3. 偶 力 …… 99
4. 力の能率 …… 100
5. 重 心 …… 100
6. 物體の坐り …… 101
7. 浮體の釣合 …… 103

## 第二章 單一機械

1. 挺 子 …… 104
2. 天 秤 …… 105
3. 滑 車 …… 106
4. 斜 面 …… 107
5. 輪 軸 …… 108
6. 仕 事 …… 109
7. ネ デ …… 110

## 第三章 運 動

1. 運動及び速度 …… 111
2. 運動の合成と分解 …… 112
3. 加速度 …… 113

## 第四章 運動の定律

1. 運動の第一定律 …… 113
2. 運動の第二定律 …… 114
3. 運動量 …… 115
4. 運動の第三定律 …… 116

## 第五章 萬有引力と諸種の運動

1. 萬有引力 …… 117
2. 重力の加速度 …… 118
3. 落體の運動 …… 119
4. 抛射體 …… 120
5. 圓運動 …… 122
6. 廻轉運動 …… 124

## 第六章 運動に對する抵抗

1. 摩 擦 …… 125
2. 流體の抵抗 …… 127
3. 舵と推進機 …… 128
4. 航空機 …… 129

## 第七章 仕事及びエネルギー

1. 仕事と工率 …… 131
2. エネルギー …… 132
3. エネルギーの不滅 …… 133
4. 熱の仕事當量 …… 134

## 第八章 振動及び波動

1. 振 子 …… 136
2. 彈性體の振動 …… 137
3. 波 …… 138
4. 横 波 …… 138
5. 縦 波 …… 140

## 第七編 音波・光波・電波



## 第一章 音波

1. 音波 …… 141
2. 音波の干渉 …… 141
3. 唸り …… 143

## 第二章 絃・氣柱の振動

1. 絃の振動 …… 144
2. 氣柱の振動 …… 145
3. 風琴管 …… 147

## 第三章 光波

1. 輻射線 …… 147
2. 輻射線の發射と吸收 …… 149
3. 螢光と燐光 …… 150
4. 光の本質 …… 150
5. 光波の干渉 …… 152
6. 偏光 …… 153
7. 複屈折 …… 154

## 第四章 電波

1. 電氣振動 …… 154
2. 電磁波 …… 155
3. 電氣共鳴 …… 155
4. 無線電信 …… 156
5. 檢波器 …… 157
6. 無線電話 …… 159
7. ラヂオ放送 …… 160

新制

## 中等物理

改訂版

緒論

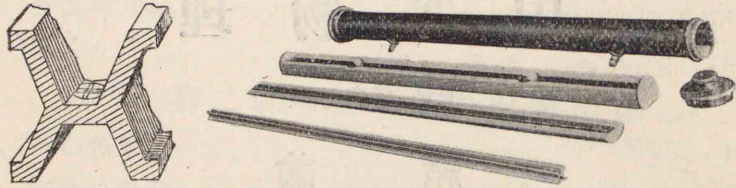
1. 物理學 一般理科で學んだもののうち、熱の移動・光の反射・音の強さ及び高さ等は物理學で學ぶことがらの一例であつて、物理學では主として物質の性質・運動・力・熱・音・光・磁氣・電氣等について研究する。

物理學の研究は吾等の實際生活に必要な知識を與へ、且つ思考・創作等のはたらきを養ふに役立つばかりでなく、その應用は極めて廣く、簡單な器械類を初めとし、ラヂオ・飛行機等に至るまで、今日文明の利器と稱せられるものは、皆その賜である。尙益々文明の進歩を期するには、物理學の研究とその應用に俟たねばならぬ。

2. 單位 物理學では各種の量を精密に測ることが必要で、それには適當な單位を要する。



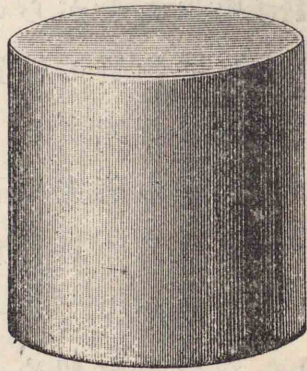
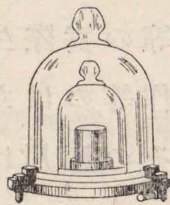
長さ・物質の量即ち質量及び時間の三単位は各  
 獨立して定めたもので、これを**基本単位**といふ。



① 米 原 器

白金とイリヂウムとの合金で攝氏 0° の時、端に近い標線間の距離は 1 米。  
 左方はその一端の實物大を示し、右方は原器と保存用の器具を示す。

基本単位を土臺として組立てた單位を**誘導  
 單位**といふ。物理学では  
 基本単位として**糎・瓦・秒**を  
 用ひることが多い。糎・瓦・  
 秒の三基本單  
 位及びその組  
 合せによつた  
 誘導單位をす



② 坩 原 器

(左)は保存の有様、(右)は實物大。

べて**C.G.S.單位**といふ。  
 問 1 平方米の面積及び 1 立方米の體積を C.G.S. 單  
 位にて示せ。

**3. 密度と比重** 物質の單位體積の質量を  
 その物質の**密度**といふ。例へば水の密度は

1 cc につき 1 瓦、水銀の密度は 1 cc につき 13.6  
 瓦である。一般に體積  $v$  cc, 質量  $m$  瓦である物  
 質の密度  $d$  は每立方糎  $\frac{m}{v}$  瓦である。即ち

$$d = \frac{m}{v}$$

また物質の質量とそれと同體積の純水 (4°C)<sup>(1)</sup>  
 の質量との比をその物質の**比重**といふ。

物質の密度を C.G.S. 單位で表す時は、その數  
 値はその物質の比重を表す。

比 重 の 表					
白 金	21.5	鐵	7.8	海 水	1.03約
金	19.3	金 剛 石	3.52	氷	0.9
水 銀	13.6	アルミニウム	2.7	酒 精	0.81
鉛	11.3	硝 子	2.5約	木	0.5 約
銀	10.5	人 體	1.07	コ ル ク	0.24約

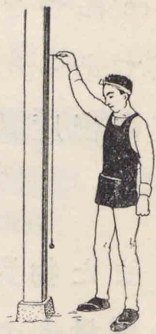
**4. 重力** すべて物體は何等かの方法で支  
 へなければ地上に向つて落下する。これは地  
 球が絶えず物體を引くからである。この引く  
 力を**重力**といふ。

物に重さのあるのはこの力のためであつて、

(1) 4°C は攝氏 4 度を示す。以下温度は攝氏の度による。



物の重さ即ち重量の大小はこの力の大小による。重力の働く方向は正しく上下の方向を示す。この方向を鉛直線といふ。鉛直線を定めるには通常糸の一端に物體を吊るして、その糸の方向による。



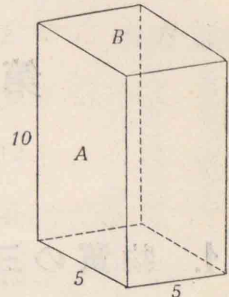
③ 鉛直線の利用

力の單位に1 匁の重さ、1 瓦重等の如く單位の質量に働く重力を用ひることがある。このやうな單位を力の重力單位といふ。

**5. 壓力と張力** 棒押しの場合、その内部に棒に垂直な面を考へると、この面に直角に兩側から互に押し合つてゐる。かやうに互に押し合ふ力を**壓力**といふ。綱引の場合綱の上に任意の面を考へると、その面に於て綱の二部分は互に引き合つてゐる。このやうに互に引き合ふ力を**張力**といふ。而して單位面積に働く壓力の大きさを**壓力の強さ**または單に**壓力**といひ、これを**全壓力**と區別する。張力についても同じく單位面積に働く張力を**張力の強さ**また

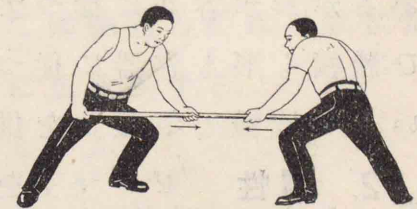
は單に**張力**といふ。

問 圖の如き直方體を机の上に置く場合、A面が机に接する時とB面が接する時について全壓力及び壓力の強さを比較せよ。



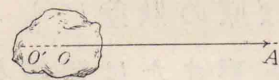
④ 直方體

**6. 力の釣合** 棒押しに於て、甲の押す力と乙の押す力とが等しい時は棒はどちらへも動かない。このやうな場合、二力は互に**釣合**にあり或は互に**釣合**つてゐるといふ。



⑤ 棒押し

力には**大きさ**、**方向**



⑥ 力の圖示  
O 着力點、OA 力を代表する線分

及びその働く點即ち**着力點**の三要素がある。故に物體に働く力を圖示するには着力點から力の方向に線分を引きその長さで力の大きさを示し、先端に矢印を付けてその方向を表す。



# 第一編 物 性

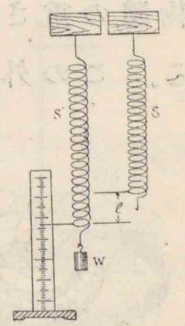
## 第一章 固 體

1. 物質の三態 物質はその状態によつて通常三種に區別する。物質が集合して一定の形と體積を保つものを**固體**といひ、木・石・鐵等はその例である。水・酒精等の如く一定の體積はあるが、形が容器に従つて變るものを**液體**といひ、體積も形も容器に従つて變るものを**氣體**といふ。液體と氣體とを併せて**流體**と呼ぶ。

2. 弾性 ゼンマイを引き張れば伸び、手を去れば原形に復する。またゴム毬を押しつけると扁平になるが、手を去れば原の状態にもどる。このやうに力を加へると形または體積を變へ、力を去れば原の形、原の體積に復する性質を**弾性**といひ、この性質のある物體を**弾性體**といふ。そして外力のために受ける形または體積の變化を一般に**歪**といふ。物體が歪を受ける時は、原の形、原の體積に復しようとする力即

ち弾力を生ずる。

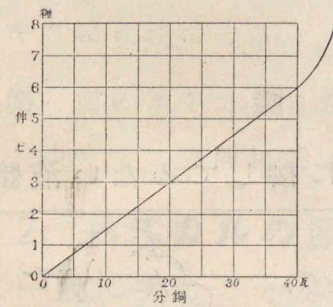
3. フックの定律 ゼンマイを引張りすぎると力を取り去つても原の形に復しないやうになる。これは物體に**弾性の際限**があるからである。物體によりその際限の廣いものと狭いものとがある。實驗によると、



[7] フックの定律の證明  
Sはゼンマイ、S'はゼンマイSに錘Wを吊した場合。

弾性の際限内に於ては物體の歪はこれに加へる外力の大きさに正比例する。

これをフックの定律といふ。



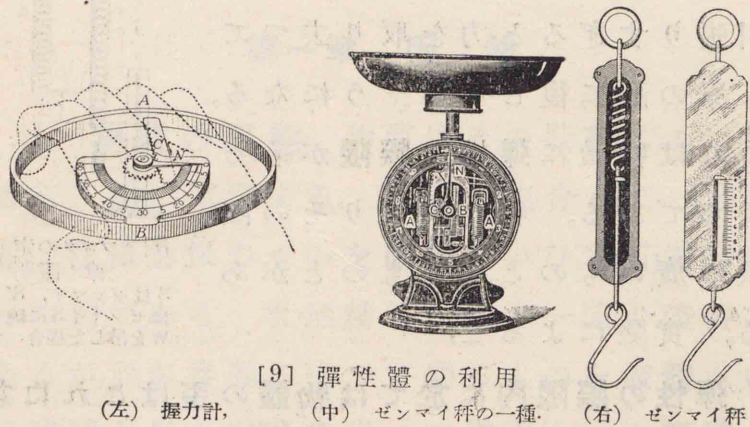
[8] 外力と歪の関係

ゴム紐またはゼンマイ秤の一端を固定し、他端に分銅を懸けて指針の位置を読み、更に分銅を2倍、3倍に増してその都度指針の位置を読み、分銅の重さを横軸に、歪を縦軸にとつてグラフを示すと、[8]圖のやうである。

ゼンマイ秤はフックの定律を應用した装置で



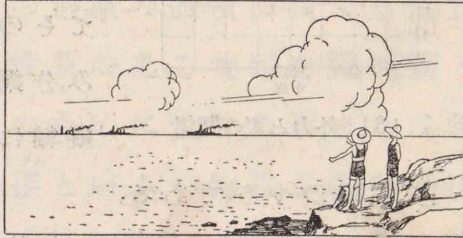
物體の重さまたは力の大きさ等を測るに用ひる。この外弾性を利用した例は甚だ多い。



問 ゴム紐に10瓦の物體を吊す時は11種となり、20瓦の物體を吊す時は12種となる。紐のみの場合の長さを求めよ。

### 第二章 液 體

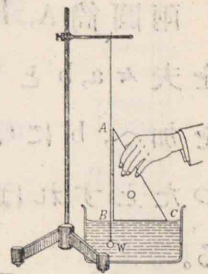
1. 液體の表面 容器に接してゐない液體の表面をその自由表面といふ。液體を容器に入れるとその自由表面は水平である。これは



[10] 海 の 表 面

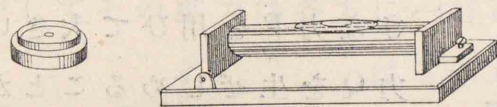
重力の働きをうけて液體がなるべく低所に流れようとするためである。

或る面が水平であるか否かを検べるには通常水準器を用ひる。



[11] 液體の表面  
液體の表面は重力の方向と直角な平面をなして静止する。

水準器は少しく彎曲した硝子管に流動し易い液體を入れ小さな氣泡を残して封



[12] 水 準 器

じ、これを適當な臺に取附けたものである

これを水平面に載せると、氣泡が常に中央部に來るやうになつてゐる。

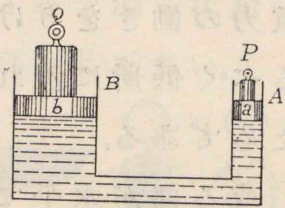
問 面の水平であるか否かを定めるのに、水準器を少くも二方向に置いて検べるのは何故であるか

2. パスカルの原理 液體の壓力に關して一般に次のことがいへる。

密閉した液體はその一部に受けた壓力を各方に一樣に傳達する。これをパスカルの原理といふ。

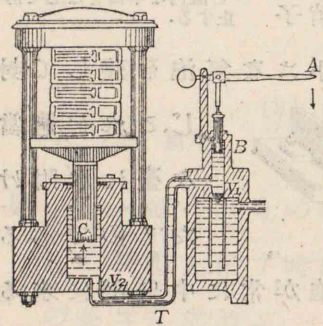


兩圓筒 A, B の活塞の面積を夫々 a, b とし, a に全壓力 P を加へ, b に Q を加へて釣合つたとすれば次の關係がある。



[13] 水壓機の理

$$\frac{P}{a} = \frac{Q}{b} \quad Q = \frac{b}{a} P$$

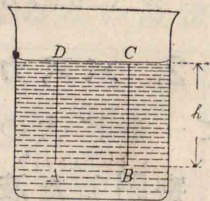


[14] 水壓機の断面

即ち面積 b が a に比べて著しく大きい場合は, 小さな力 P を用ひて大きな力 Q を生ぜしめることが出来る。水壓機はこの理を應用した機械で, 紙・綿等の壓搾に用ひる。

### 3. 重力による液體の壓力

液體を容器に入れると, 下層の液は上層の液の重さのために壓される。今密度毎立方糎 d 瓦の液體內に於て深さ h 糎の所に水平面 AB を考へると, 面 AB はその



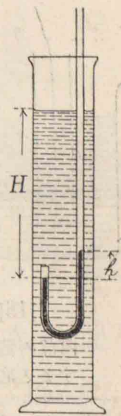
[15] 重力による壓力

上にある液體の總重量で壓される。面 AB の

面積を S 平方糎とすると, 上層の液のために AB の受ける全壓力は  $Shd$  瓦で表される。従つて壓力の強さ P は, 毎平方糎

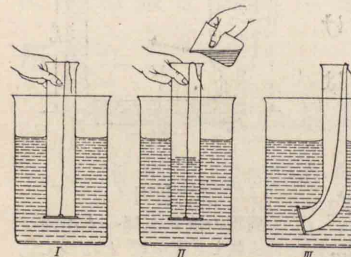
$$P = \frac{Shd}{S} = hd \text{ [瓦]}$$

である。即ち液體內の壓力の強さはその深さ及び密度に正比例する。而してその壓力は各方に一様に傳



[16]

重力によつて生ずる壓力  
硝子曲管を下げる程水銀は長管の方に押し上げられる。



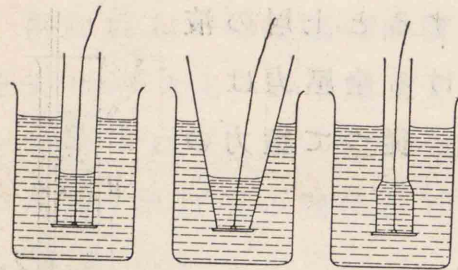
[17] 液體の上壓と側壓

はるから, 静止してゐる液體內に於て同じ水平面上の各點の壓力はその方向の如何に拘らず相等しいものである。

[17]圖の如き硝子圓筒の下端に金屬圓板を當て, これを水中に沈めるに, 圓板は落ちない。次に水を圓筒内に靜かに入れると, 管の内外の液面が略, 等しくなつた時金屬板が落ちる。

同じ液體內に於ける壓力は深さによつて定





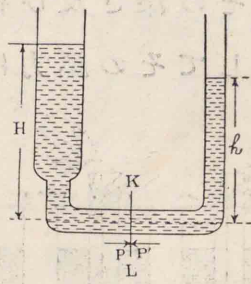
[18] 器底の受ける全壓力

内部の器の水面を外器の水面と略し等しくすると底が落ちる。

大小形状には無關係である。

問 潜水夫が20米の深さで作業する時何程の壓力を受けるか。但し水面上の氣壓は760 托とする。

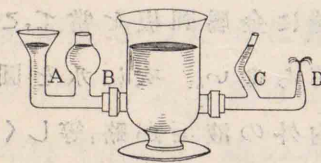
まるから、底面積の相等しい器に同じ液を等しい高さまで入れる時は各器の底面に及ぼす全壓力は相等しく、器の



[19]

兩脚の液面が同一水平面に達し、 $P=P'$  となつて流れは止む。

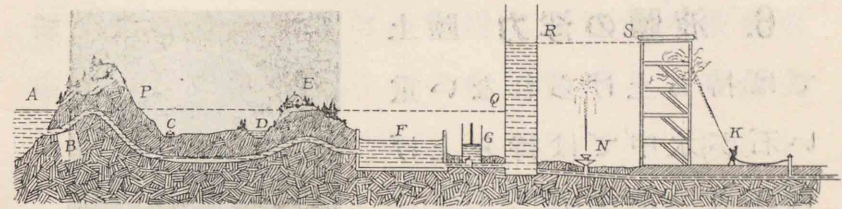
4. 連通器 底の通じた器に液體を入れる時は、各器の液體の面が同一水平面に達して靜止する。



[20] 連通器

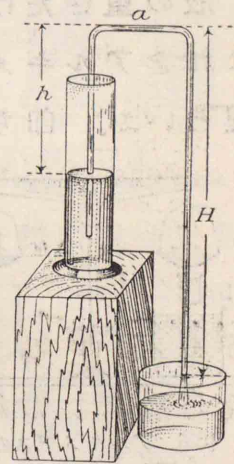
るのは皆この理による。

故に[20]圖の如き連通器では液體が短い器Dの上端から噴出する。噴水・掘抜井戸等に於て水が噴出す



[21] 都市へ給水の一例<sup>(1)</sup>

5. サイフォン [22]圖の如き曲管に水を充し、その短脚を上器の水中に入れると、水は曲管を通つて下の器に流れ移る。これをサイフォンといひ、高處にある液を低處に移す等に利用される。



[22] サイフォン

今管内の水の最高點 a が左右兩側から受ける壓力を考へるに、左方からは大氣の壓力 P より水柱 h の壓力を減じたもの、右方からは P より水柱 H の壓力を減じたものに等しい。それで H が h よりも大きい間は、左方よりの壓力が大きいから水は左から右に押し流される。

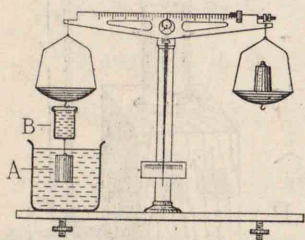
(1) P, Q は池 A の水面の高さを示し、池 A の水は管 B により貯水池 F に連なり、ポンプ G で R, S の高さに上げられる。C は道路、D は小川、E は丘を示し K, N は水の噴出を示す。



6. 液體の浮力 陸上では持ち上げられない重い石が、水中では持ち上げられる。總べて、

物體は之を液中に浸すと、その物體の排除した液の重さだけ軽くなる。

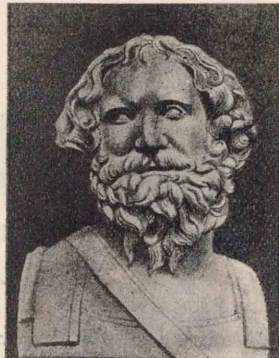
これをアルキメデスの原理といふ。即ち液體內に



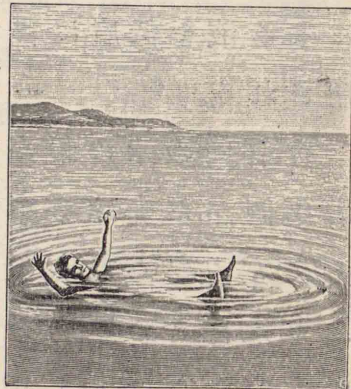
[23] アルキメデスの原理の證明(1)

と、物體はそれと同體積の液の重さに等しい力で

(1) 金屬圓筒Bとこれに丁度はまる様な金屬圓柱Aを天秤の一方に吊り、他方に分銅を載せて桿を水平にし、次に圓柱Aを水中に沈めると、軽くなつて桿が傾く。されどBに水を充すと桿は再び水平になる。



Archimedes (B.C. 287—212) ギリシヤの學者、アルキメデスの原理、挺子の理を發見した。



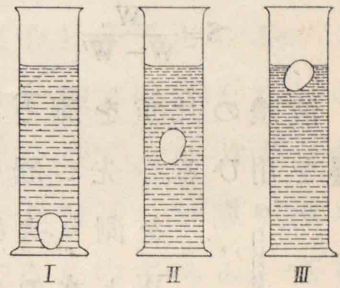
[24]

死海には鹽分を多く含み、人はこの中で圖の如く浮ぶ。

押し揚げられ、そのため物體と同體積の液體の重さだけ軽くなる。この押し揚げる力を浮力といふ。

この理によつて(1)物體はその重さが同體積

の液體の重さより大であれば沈み、(2)液體の重さに等しければ、液體內の隨處にとどまる。(3)また物體の重さが同體積の液體の重さより小

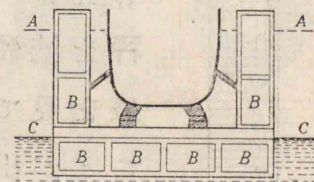


[25] 卵の浮沈

I 清水, II 食鹽水, III 濃食鹽水

であれば浮び、物體の排除した液體の重さと物體の重さとが相等しい。

氷が水上に浮び、重い鐵で造つた艦船が水上に浮ぶのは上記の理による。



[26]

室Bに水を充すとAA線まで沈み、水を除くとCC線まで浮ぶ。

浮船渠、潜水艦には水が透

らない壁でしきつた室を備へ、これに水を入れて沈め、水を排除して浮べる。

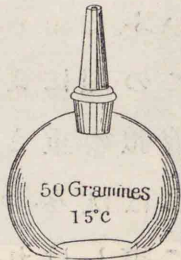
7. 比重の測定 アルキメデスの原理を應用して、固體及び液體の比重を求めることが出



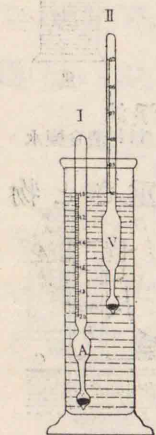
來る。水中に沈み且つ變化しない固体の比重は、先づ空氣中に於ける重さ  $W$  を測り、次に水中での重さ  $W'$  を測るとその比重  $S$  は次式によつて求められる。

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

液体の比重を測るには**比重罎**を用ひる。先づ罎の重量  $W_1$  を測り、次に水を充した場合の重量  $W_2$  と水の代りに可檢液を充した場合の重量  $W_3$  を測ると、液体の比重は  $\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$  である。また[28]圖の如き**浮秤**を液体中に浮べ、液面に於ける目盛を見て、簡便に液体の比重を測ることが出来る。



[27] 比重罎

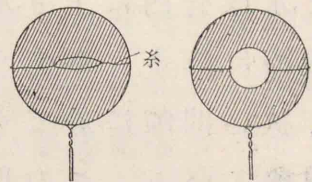


[28] 浮秤

問 1. 或る物体の空氣中及び水中での重さは夫々 58 瓦及び 46 瓦である。この物体の體積と比重とを求めよ。

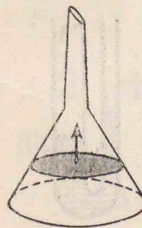
2. 150 瓦の銅片を水中で測る時は、130.6 瓦、テレピン油中で測る時は、133.1 瓦である。テレピン油の比重を求めよ。

8. **分子力** 砂糖が水に溶けてその形を失ふこと、水が次第にその表面から蒸發すること等、數多の事實から見て總べて物質は烈しく運動してゐる極微の粒子から成るものと考へられてゐる。この極微の粒子を**分子**といふ。これ等の分子が集つて物体をなすのは、それ等の分子相互間の引力によるもので、この引力を**分子力**といふ。分子力は分子相互の距離が極めて小さい時にのみ作用するものである。而して同種分子の引力を**凝集力**といひ、異種分子の引力を**附着力**といふ。



[29] 液体の表面張力  
左圖の糸の内部を針で破ると、右圖に示すやうな形になる。

9. **表面張力** 液体の表面は張られたゴム膜の如くその面を收縮しようとする

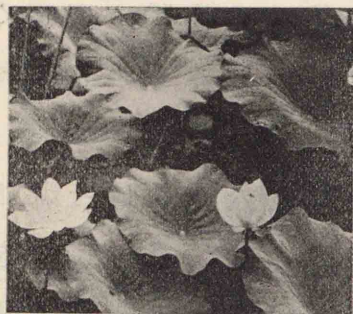


[30] 表面張力のあらはれ  
漏斗を上る石鹼膜と水面に浮ぶ針。

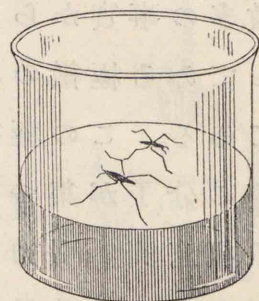
る力を現はしてゐる。これを**表面張力**といふ。硝子板上の水銀滴、蓮の葉上の水滴が球狀を成すのはこの性質のあらはれて



ある。表面張力は液の種類によつて異なり、水銀は最も大きく水・油・酒精は順次これに次ぐ。

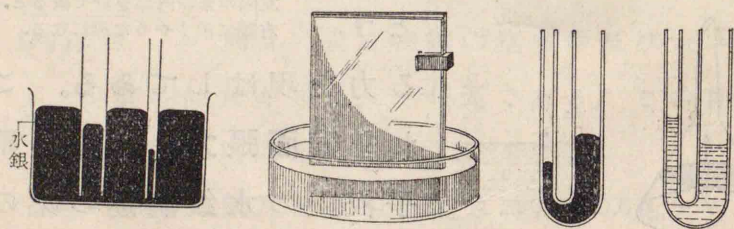


[31] 蓮の露



[32] 水面を動く蟲

**10. 毛管現象** 硝子の細管を水中に立てると、水は管内に上り、水銀中に立てると、管内の水銀面は降る。かやうな現象は細管ばかりでなく狭い間隙に於ても起る。かかる現象を**毛管現象**といふ。この現象は附着力と凝集力とに



[33] 毛管現象

よるもので、前者が後者より大である時は、液は

器壁を濡らし、液體の自由表面は器壁に接する處で昇り、凝集力が附着力より大であると液面は器壁に接する處で降る。毛管現象に於て、管の内外に於ける液面の高さの差は同じ液については管の内徑に反比例する。

- 問 1. 毛管現象の例二三をあげよ。  
2. 衣類に附着せる蠟をとるのに、温き灰を紙に包んだものをその上に置く。その理を問ふ。

### 第三章 氣 體

**1. 氣體の性質** 氣體はその性質が液體に類似してゐる。然し兩者の著しい相違は氣體が壓力によつてその體積を變化することである。即ち壓力を増せば體積を減少し、壓力を減ずればその體積を増大する。

**2. ボイルの定律** 氣體の體積と壓力との間には一定の関係がある。

今A, B兩管を肉厚のゴム管で連ねて、この中に水銀を入れ、兩管の水銀面の高さを等しくしてB管を閉ぢ、この場合のB管内の空氣の壓力即ち大氣の壓



力  $P$  糶とその體積  $V$  を測る。  
次に  $A$  管を引き上げて兩管  
の水銀面の高さの差を  $h$  糶  
とすると、 $B$  管内の空氣の壓  
力は  $P+h$  糶となる。これを  
 $P'$  とし、その場合の體積  $V'$  を  
求めると次の關係がある。

$$V':V = P:P'$$

尙壓力を變へてその都

度それに應ずる體積を求めると、

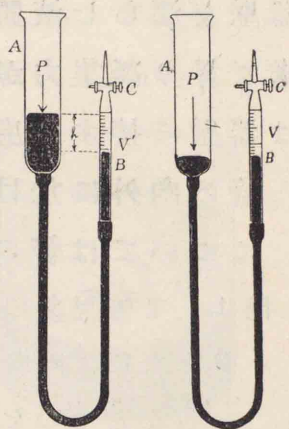
溫度が一定なれば一定質量の氣體の體積は  
その壓力に反比例する。

これをボイルの定律といふ。また氣體の壓力  
が  $P$  の時、密度が  $d$  であつて、壓力が  $P'$  となつた  
時その密度が  $d'$  であるとする、次の關係があ  
る。

$$d:d' = P:P'$$

即ち溫度が一定の時、一定質量の氣體の密度  
はその壓力に正比例する。

問 1. 35 圖に於て圓筒内の水と細い硝子管の水と



[34] ボイルの定律の證明

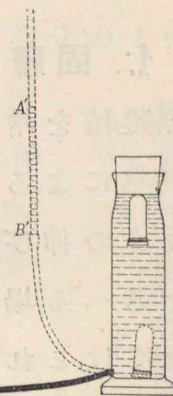
は通じてゐる。今その硝子管を  $AB$  の位置から  
 $A'B'$  の位置に移すと水中に倒にした試験管は下  
に移る。再び硝子管を  $AB$  にも  
どせば試験管は昇る。この理を  
問ふ。

2. 水面下 51.63 米の水中にある  
氣泡が水面に浮び出る時は、その  
體積幾倍となるか。但し水銀の  
比重は 13.6 とし

水面の壓力を 1

氣壓とする。

3. 室内の溫度が變らないで氣壓が 770 糶より  
760 糶に減ずれば、もと室内にあつた空氣の幾%  
が室外に出でたるか。



[35] 浮沈子



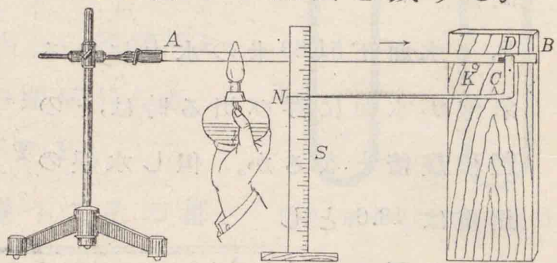
第二編 熱

第一章 膨 脹

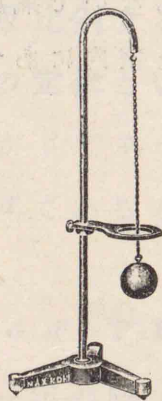
1. 固體の膨脹 總べて物體は溫度が昇ると體積を増し、溫度が降ると體積を減ずる。

熱による長さの伸びを考へる場合にはこれを線膨脹といひ、また體積の増しを考へる場合にはこれを體膨脹といふ。

膨脹する割合は物體によつて異



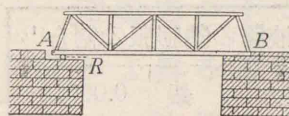
[36] 固體の線膨脹  
AB 銅棒, N 指針, C 指針を固定する點,  
K 銅棒を支へる點, D 銅棒が指針を押す處。



[37] 體膨脹

線膨脹の割合(1)		
亞鉛	鉛	0.000029
銀		0.000029
眞鍮	鍮	0.000019
鐵		0.000012
銅		0.000017
金		0.000014
白金	金	0.000009
インバー		0.0000009
硝子	子	0.000008

(1) 表に示すは亞鉛についていへば元の長さが1米の場合に溫度1°昇る毎に0.000029米づつ増すといふ意味である。



[38] 線膨脹の例  
Rは金屬のコロの切口, A部には膨脹の餘地を見つゝもる。

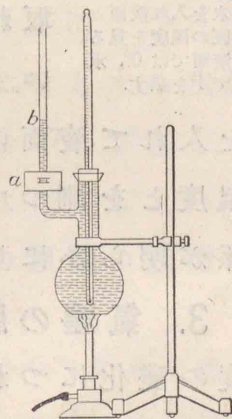
なつてゐる。固體は溫度が1°昇る毎に長さの伸びは元の長さの凡そ10萬分の1内外であるが、元の長さの大きいものゝ溫度が變る時は、伸縮する量がかなり大きいから、その際これを妨げるものに対して大きな作用を及ぼすものである。そのため鐵橋、レールのつぎ目等にはこれに備へる仕掛が施してある。



[39] 線膨脹の例  
(右)銅と鐵の接合板を熱すると一方に曲るのを示す。(左)銅と鐵の合せ輪を熱すると切れ目がせばまる。

2. 液體の膨脹 液體の

膨脹は固體に比べると著しく大である。着色した水を[40]圖のやうな器に入れて熱すると、水は次第に管内に昇る。その

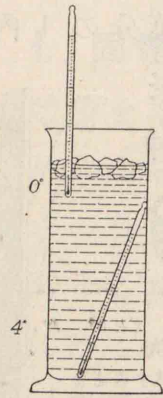


[40] 見掛の膨脹(1)

(1) フラスコに水を充し、コルク栓を施して、これを熱すると始め管内の液面が少し降るが後は溫度の上昇と共に次第に昇る。



昇る水の量は器とその中の水との膨脹の差であつ



[41]

硝子圓筒に冷水と碎水を入れ液面と水底の温度を見るに液面では0°, 水底で4°を示す。

て、これを見掛の膨脹といふ。

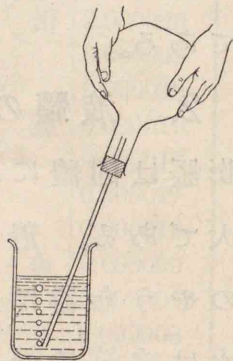
寒暖計は水銀

や酒精の硝子に對する見掛の膨脹を利用したものである。水は特別の膨脹をなすもので、4°を界にしてそれより温度が昇つても降つても膨脹する。それ故同じ體積の水を取れば4°のものの質量が一番大きい。器に水と氷と

を入れて液面の温度と水底の温度とを測つて見ると、その關係が明らかに見られる。

**3. 氣體の膨脹** 氣體は温度の變化につれて著しく體積を變へる。而して膨脹の割合は次のやうである。

水	銀	0.00018
酒	精	0.00112
水(5°—10°)		0.000053
"(10°—20°)		0.000150
"(20°—40°)		0.000302



[42] 氣體の膨脹

(1) 表に示す数は水銀についていへば元の體積が1立の場合に温度が1°昇る毎に0.00018立づつ増すといふ意味である。

一定壓力の下で、一定質量の氣體の體積は温度が1°昇る毎に零度の時の體積の273分の1づつ膨脹する。

これをシャルの定律といふ。

0°の時  $v_0$  の體積の氣體は、温度を  $t$  にした時膨脹した體積は  $v_0 \times \frac{t}{273}$  であるから、 $t$  の時の體積  $v$  は次の式で示される。

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

今氣體を  $-273^\circ$  に冷却しても液化しないものとすれば、その體積は零となるわけである。この温度を零度として攝氏の目盛によつた温度を**絕對温度**といふ。これによると水の氷點は絕對温度の  $273^\circ$  で、水の沸點は  $373^\circ$  である。従つて上の定律は次の如く表はしてもよい。

一定壓力の下では、一定質量の氣體の體積は**絕對温度に正比例する**。

空氣の如き氣體を體積を變へぬやうにして熱する時その壓力を増すことは、青竹を燃す時竹が破裂することによつても分る。而してその増す割合はシャルの定律によつて知ることが出来る。



#### 4. 氣體の體積と溫度と壓力との關係

氣體の體積は溫度ばかりでなく壓力によつても著しく變化することは既に述べた。即ち、

一定質量の氣體の體積は壓力に反比例し、絕對溫度に正比例する。

これをボイルシャルルの定律といふ。今壓力  $P_0$ 、溫度  $0^\circ$  の時體積  $V_0$  の氣體が、その壓力を  $P$  に、溫度を  $t$  に變へた時、 $V$  の體積を取るとすれば、その間の關係は次の如くなる。

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_0}{P} \cdot \frac{t+273}{273}$$

問 1.  $0^\circ$ 、1氣壓の時33.6立の氣體は1氣壓、 $27^\circ$ の時何程の體積を占めるか。

2. 氣壓770、溫度 $5^\circ$ の時10立方メートルの空氣は氣壓750、溫度 $25^\circ$ の時體積幾立方メートルなるか。

### 第二章 比熱

1. 熱量 物體が熱を得ると溫度が昇り、熱を失ふと溫度が降る。同じ物體については得たり失つたりする熱量が大なる程、溫度の變化が著しい。熱量を測るには1瓦の水を溫度 $1^\circ$

だけ高めるに必要な熱量を單位にとり、これを1瓦カロリー又は1カロリーといふ。また1000カロリーを1珎カロリーといふ。

2. 比熱 水1瓦を溫度 $1^\circ$ 昇すには1カロリーの熱を要するが、銅では0.09カロリーを要する。かやうに同一質量のものを同溫度だけ昇すに要する熱量は物質によつて異なる。或る物質1瓦の溫度を $1^\circ$ 昇すに要する熱量をカロリー數で表した數をその物質の比熱といふ。

比熱  $c$ 、質量  $m$

瓦の物體を $t$ から $t'$ まで高めるには  $mc(t'-t)$ カロリーの熱を要する。水の比

比熱の表

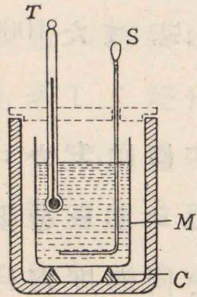
水	1.00	銅	0.09
酒精	0.55	眞鍮	0.089
氷	0.50	銀	0.056
アルミニウム	0.21	水銀	0.033
鐵	0.11	金・白金・鉛	0.03

熱は特に大である。湯タンポが容易に冷えないのや、海岸の氣候に變化の少いのはこのためである。

3. 比熱の測定 比熱を測るには熱量計を用ひる。今比熱  $c$ 、質量  $m$  瓦の固體または液體を、溫度 $t$ に加熱し、これを熱量計中にある質量



$m'$  瓦、温度  $t^\circ$  の水中に投じてよく攪拌する。かくして水と物体の温度が  $T^\circ$  になつたとすれば、一方の得た熱量は他方の失つた熱量に等しいから、次の関係がある。



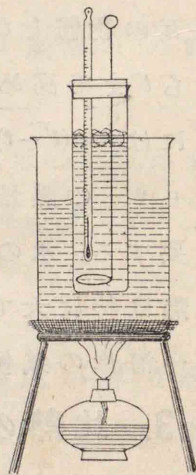
[43] 熱量計  
Mは金属の圓筒, Tは寒暖計, Sは攪拌器.

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

問 60°に熱した銅塊 200 瓦を 10°の水 150 瓦中に投じたるに水の温度が 15.5°に昇つた。銅の比熱を求めよ。

### 第三章 物質の状態の變化

**1. 融解と凝固** 水を熱すると水となる。このやうに固体が液体に變ることを融解といふ。水が冷えて氷となる如く、液体が固体となることを凝固といふ。固体が融解する時の温度を融解點といひ、液体が凝固する時の温度を凝固點といふ。同じ物質では融解點と凝固點とは相等しい。



[44] 氷の融解點が一定であることを示す。

物質が融解し始めると、引き續いてこれを熱しても全部融解するまではその温度は融解點に止まつて昇らない。これは供給する熱が状態を變へるために費されるからである。融解點

物質	融解點 (攝氏)	融解熱 (カロリー)
タングステン	3400°	—
白金	1771°	27
鐵(鍊鐵)	1530°	—
金	1063°	—
錫	232°	14.6
氷	0°	80
水銀	-39°	3
酒精	-114°	—

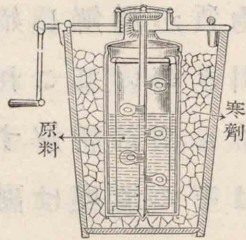
に於ける固体 1 瓦を融解するに要する熱量をその物質の融解熱といふ。物質が凝固する際には融解熱に等しい熱量を放出する。氷の融解熱は 80 カロリーである。

液体が凝固する時には、通常その體積も亦縮小するものであるが、水は氷結に際して著しくその體積を増す。冬季、水道管・水がめ等が破壊し、岩石が崩れること等は水のこの性質による。

**2. 寒劑** 或る物質に他の物質を混ぜたために、それ等が自ら融解することがある。その場合、所要の熱を外から與へなければ温度が著しく降下する。例へば氷 3 と食鹽 1 の割合に

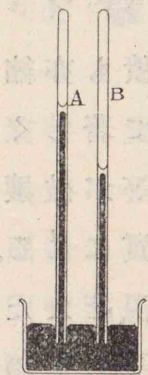


混ざるとその温度は約  $-20^{\circ}$  にも達する。かく低温度を生ずる混合物を**寒剤**といひ、物体を冷すに用ひる。



[45]

**3. 氣化** 水・酒精等を皿に入れて放置すると、液面から**氣化**する。かく液体が表面から氣化することを**蒸發**といふ。液体を熱すると蒸發が益々盛になり、やがて或る一定の温度に達すると、蒸氣は液の内部からも氣泡となつて液面に出る。この現象を**沸騰**といふ。この一定せる温度をその液体の**沸點**といふ。



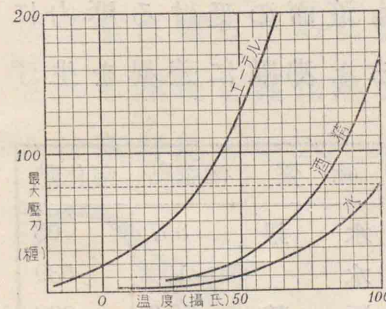
[46]

温度と飽和壓力  
B管はA管より  
温度が高い。

**4. 飽和蒸氣と飽和壓力** トリセリーの真空を作り、下から酒精(又はエーテル)を少し許り入れると液は上部で氣化して水銀面が降る。引き続き液を下方から送ると液の一部は氣化しないでそのまま残る。この時、外から管を温めると酒精は更に氣化して水銀面を押し下げる。

かやうに蒸發には温度に応じて一定の際限があつて、液面の蒸氣の壓力が一定の値に達すると蒸發が止む。この時の蒸氣を**飽和蒸氣**といひ、その蒸氣の呈する壓力をその温度に於ける**飽和壓力**または**最大張力**といふ。蒸氣の飽和

飽和壓力 (托)			
温度 (攝氏)	水	酒精	エーテル
$-10^{\circ}$	0.2	7.0	112
$0^{\circ}$	4.6	12.2	185
$10^{\circ}$	9.2	24.0	291
$20^{\circ}$	17.5	44.0	443
$30^{\circ}$	31.7	78.2	631
$40^{\circ}$	55.1	133.4	921
$50^{\circ}$	92.3	219.8	
$60^{\circ}$	149.2	350.2	1728
$70^{\circ}$	233.5	541.0	
$80^{\circ}$	355.1	812.0	2991
$90^{\circ}$	525.8		
$100^{\circ}$	760.0	1692	4859



[47] 温度と飽和壓力との關係

壓力は物質の種類、温度によつて異なる。

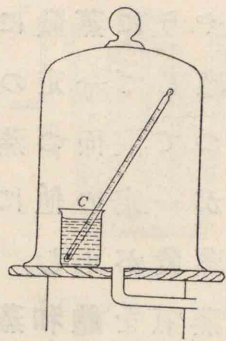
問 1. 揮發油・エーテル等を保存するのに、その瓶に栓を施すのは何故か。

2. 濡れ物を早く乾かすのに風通しのよい處に置くのは何故か。

**5. 沸點と壓力との關係** 硝子鐘内に湯



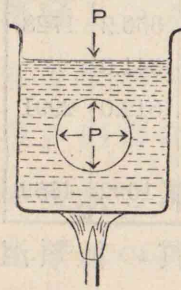
を入れたビーカーを置き、鐘内の空気を排除すると、やがて沸騰を始める。これは液体の沸騰が液面に作用する圧力に關係するためである。この理を考へるのに、液体の沸騰に際し、



[48]

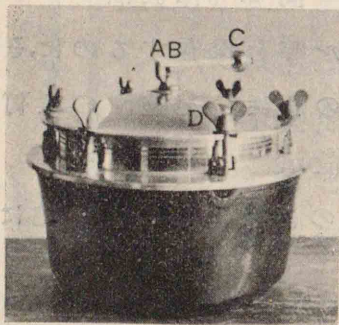
気圧の低い際の沸騰

液内に生ずる蒸気泡が成立す



[49] 沸騰の説明

るためには、その蒸気圧力が少くとも液面に働く圧力に等しくなくてはならぬ。従つて同一の液であつても液面の受ける圧力に變化があると沸騰に差異を生ずる。高山

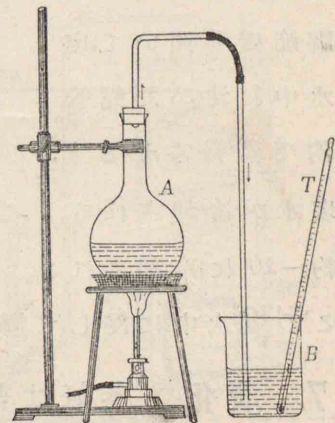


[50] 高圧釜

物質	沸騰點	氣化熱
水 銀	357°	68 <small>カロリー</small>
水	100°	539
酒 精	78.3°	220
エーテル	34.6°	87
アンモニヤ	-33.4°	341
酸 素	-183°	58
窒 素	-196°	50
水 素	-253°	123

の如く氣壓の低い處では水は 100° 以下でも沸騰し、蒸氣罐の中の水は 100° 以上でなくては沸騰し難いのはこれがためである。

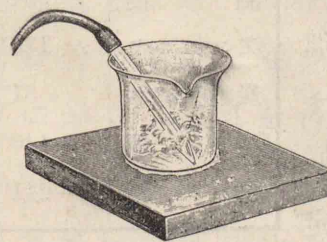
6. 氣化熱 水が沸騰してゐる間は熱を加へてもその温度が昇らない。この際受けた熱は水を水蒸氣に變へるために使はれる。一般に 1 瓦の液体が同温度の蒸氣に變るために費される熱量を氣化熱または蒸發熱といふ。逆



[51] 蒸氣風呂の原理

フラスコ A 内に生ずる水蒸氣をビーカー B に導くと、その水の温度が著しく昇る。

に蒸氣が液体に變る時は氣化熱に等しい熱量を放出する。



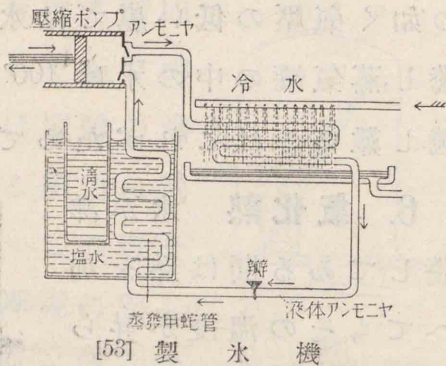
[52]

エーテルの氣化熱で水を凍らす 仕掛に氷を製する装置である。アンモニヤをポンプで壓縮して、水で冷却さ

製氷機は液体アンモニヤの氣化熱を利用して大



れた蛇管に送ると、多量の熱を発生して液化する。この液体アンモニヤを調節弁を開いて、塩水中に沈めた蛇管内で蒸發させると、塩水が冷却される。この操作を繰り返すと、塩水は約 $-10^{\circ}$ に冷却される。それ故清水を入れた鐵罐をこの塩水中に浸して置くと水は氷となる。



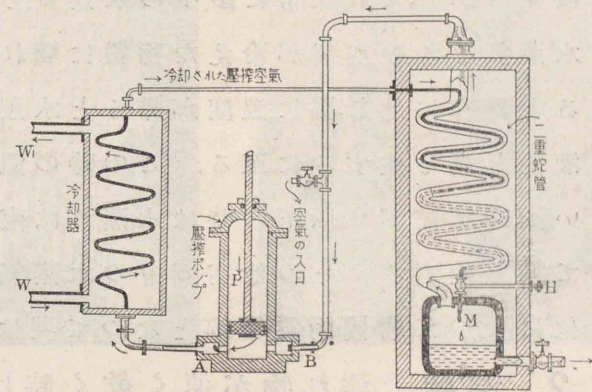
[53] 製氷機

7. 液化 蒸氣は普通これを冷却するか或は壓縮すると液化するが、單に壓縮しただけでは液化しない場合がある。氣體には液化し得ると否との界の溫度があつて、その溫度以下まで冷さないとなりに壓縮しても液化しない。この一定溫度を臨界溫度といふ。

臨界溫度 (攝氏)	
水	$374^{\circ}$
酒精	$244^{\circ}$
アンモニヤ	$130^{\circ}$
炭酸ガス	$31^{\circ}$
空氣	$-140^{\circ}$
水素	$-241^{\circ}$

8. 空氣の液化 高壓の氣體を小さい孔か

ら低壓の處に噴出させると、その溫度が著しく低下する。この理を應用して液體空氣を造ることが出来る。即ちポンプPで空氣を強壓し、始めに寒劑で冷し、これを小孔から噴出せしめて冷却する。この冷却せる空氣は噴出前の高壓空氣を



[54] 空氣を液化する裝置

ポンプPで壓出された空氣は弁Aから冷却器に至り二重蛇管の内管を経て、小孔Mから噴出する。この冷えた空氣は二重蛇管の外管を通つて内管の壓縮せる空氣を冷し新に入る空氣と共にポンプPに歸る。

含む管の周圍を通つて、これを冷却しつゝ、ポンプに歸る。これを再び壓縮冷却し、また小孔から噴出させる。この方法を反覆する時は空氣は次第に冷却されて臨界溫度以下に降り、その一部は遂に液化する。



## 第四章 湿度

1. 大氣中の水蒸氣 地球上の水は絶えず蒸發するから、大氣は常に多少の水蒸氣を含んでゐる。水蒸氣を含む空氣が冷えた物體に觸れて溫度が降ると飽和に達し、更に溫度が降ると水蒸氣の一部が液化し露を生ずるに至る。この時の溫度を露點といふ。露點が0°以下の時は水蒸氣は直ちに氷結して霜を生ずる。その他空氣中の水蒸氣は溫度の變化によつて霧・雲・雨・霰・雪等となつて現はれる。

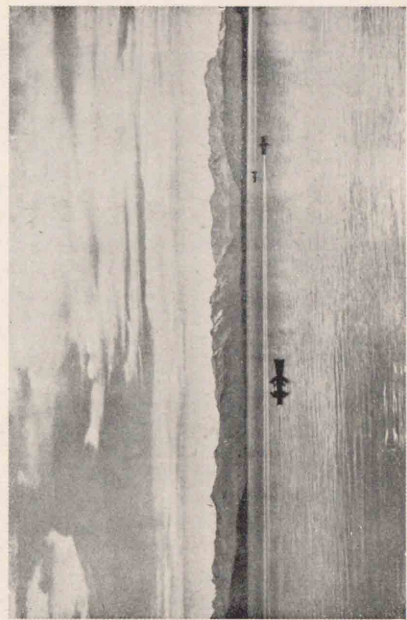
2. 濕度 濡れ物が速く乾く時は周りの空氣は飽和に遠く、そうでない時は飽和に近い。それ故空氣の乾濕の度はその中に含まれる水蒸氣の量ばかりでなく、その時の溫度にも關係する。空氣の乾濕の度を表すには、空氣中に現存する水蒸氣の壓力(P)と、その溫度に於ける飽和壓力(P')との比を100倍したものを以てする。これを濕度(H)といふ。

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

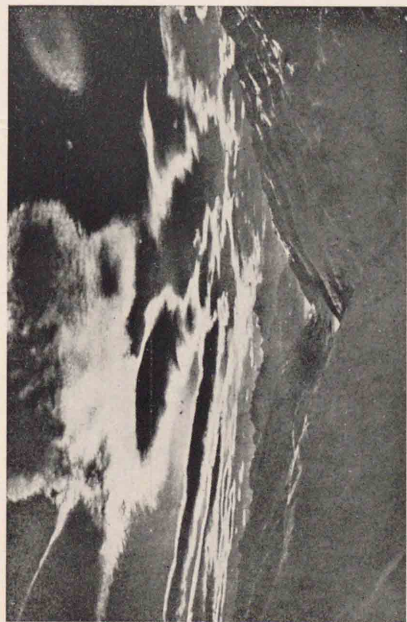
濕度を求めるのに露點濕度計を用ひること



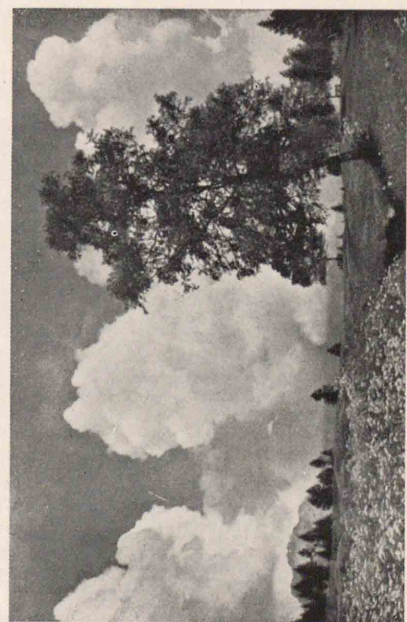
波状をなせる積巻雲



層をなせる高層雲

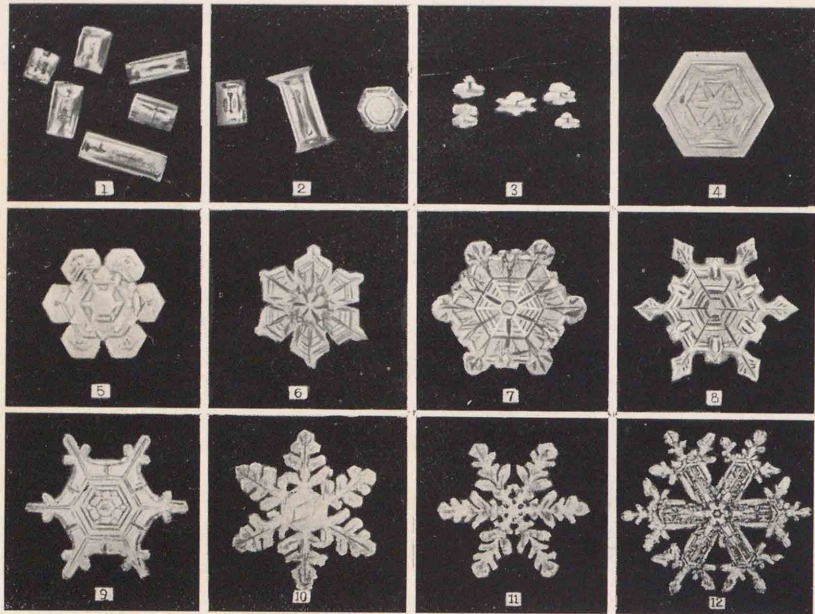


塔状をなせる積層雲

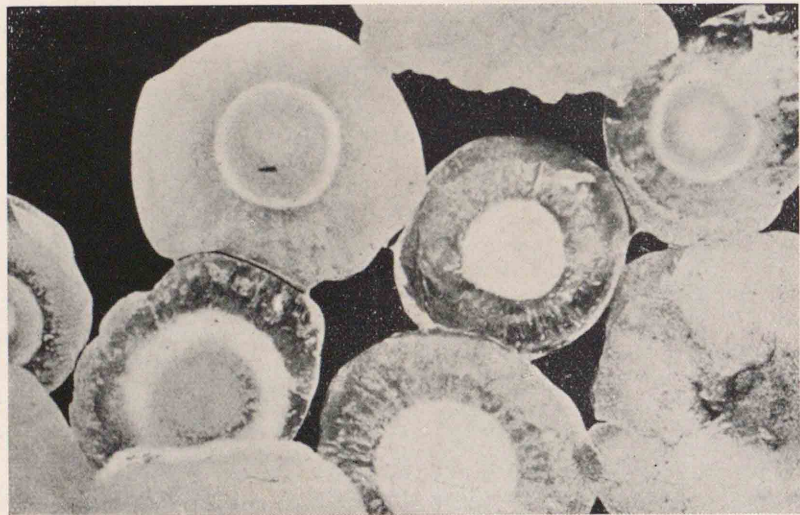


塔状をなせる積亂雲





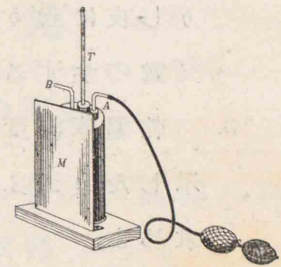
顯微鏡で見る雪片の結晶



實 物 大 の 電

がある。

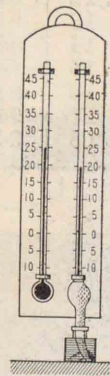
今 A から静かに空気を送り  
金属函内のエーテルを蒸發さ  
せると、周りの空気の一部分が冷  
却して露點に達し、金属の表面  
M に曇を生ずる。この温度に



[55] 濕 度 計

對する蒸氣の最大壓力は即ち現存する水蒸氣の壓  
力であるから、露點と空氣の溫度を測り、それ等の溫  
度に對する水蒸氣の飽和壓力を求めて濕度を知る。

乾濕球濕度計は二個の等しい寒暖計を並べ、  
その一方の球部を水で濕ふやうにし  
たもので、空氣が乾燥する程水の蒸發  
が盛んで、乾濕兩球の示度の差が大き  
いといふ事實に基づいたものである。  
それ故乾球(或は濕球)の示度と、乾濕兩  
球の示度の差を求め、表によつて濕度  
を知ることが出来る。



[56]  
乾濕球  
濕度計

問1. 窓を閉ぢた室内でストーヴを焚  
く時、空氣が乾燥するといふ。その  
理を説明せよ。

2. 外氣に面する窓硝子の上に露の生ずるは曇



りし夜に起り易いか晴れし夜に起り易いか。

又露の生ずるは硝子の内側か外側か。

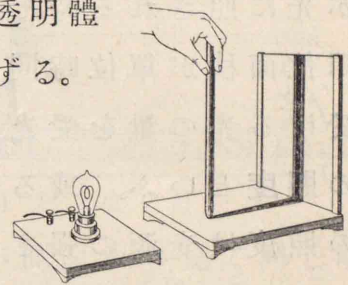
3. 乾濕球湿度計の乾球が11°を示し、濕球が8°を示したと云ふ。次の表からこの場合の湿度を求めよ。

乾の示球度	乾球と濕球との温度の差								
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	10
5	93	86	79	73	67	61	40	28	—
6	93	86	80	74	68	63	42	28	—
7	93	86	80	74	69	64	44	31	—
8	93	87	80	75	69	64	46	34	—
9	93	87	81	75	70	65	48	36	—
10	93	87	81	76	71	66	50	39	—
11	94	87	82	76	71	66	52	41	—
12	94	88	82	77	72	67	54	43	—
13	94	88	83	77	72	68	55	45	—
14	94	89	83	78	73	69	57	47	—
15	94	89	83	78	74	69	58	49	—
16	94	89	84	79	74	70	59	50	—
17	94	89	84	79	74	70	61	52	10
18	94	89	84	79	75	70	62	53	13

### 第三編 光

#### 第一章 光の直進

1. 影 光は發光體から各方に直線に進行するから、その進路を不透明體で遮ると、後方に影を生ずる。

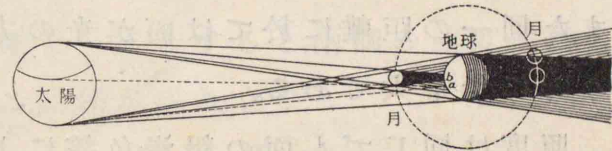


光源が一點の場合は暗さの一樣な影を生じ、光源に大きいさのある場合は光が全く達しない部分

[57] 本影と半影

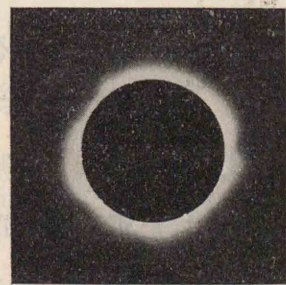
分即ち**本影**と、一部分達する**半影**とを生ずる。

日食は月の影に地球が入る時に生



[58] 日食と月食

じ、その**本影**の地方では皆既食を認め、**半影**の地方では部分食を認める。月食は月が地球の**本影**に入つ



[59] 日食

た時に生ずる現象である。昭和十一年六月十九日の日食



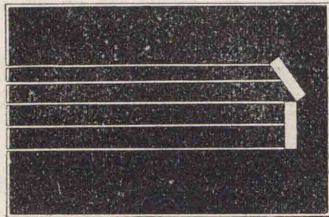
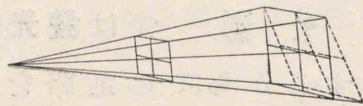
問1. 半影の中から發光體は如何に見えるか。[58]

圖について説明せよ。

2. 本影及び半影の生ずる場合を圖示せよ。

## 2. 照度 或る物體

が光に照される時、その単位面積が単位時間に受ける光の量を受光面の照度といふ。或る面の照度は光源の強さに正比例し、光源からの距離の自乗に反比例する。また同一の距離に於ては面が光の方向に直角な時に最も大である。



[60]

受光面の照度が面の傾きに關係するを示す。

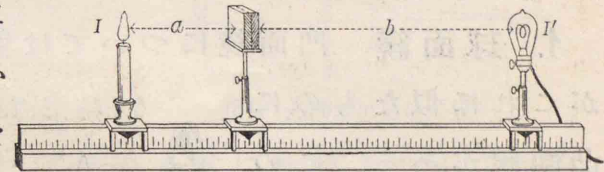
照度は同じでも面の粗滑・色等によつて面の明るさを異にする。

問 照度と明るさとの關係如何。

## 3. 光度 光源の光の強さを光度といふ。

光度は光源から単位距離にある光線に直角な受光面の照度でこれを測る。我國で用ひる光度の單位は國際燭光で標準ペンテーン燈の光

度の10分の1を以て1燭光と定める。<sup>(1)</sup>光度を測定するには光度計を用ひる。ジュリーの光度計では、同じ厚さの二枚のパラフィン板の間に錫箔を挟んだものを、光度を比較しようとする兩光源の間に置き、光源からの距離を調節して、錫



[61] 光度計

箔の兩側のパラフィン板が側面から見て同じ明るさの位置を求める。

今兩光源の光度を夫々 $I_1, I_2$ とし、パラフィン板に至る距離を $a, b$ とすると、兩側の照度が等しいから、次の關係が成り立つ。

$$\frac{I_1}{a^2} = \frac{I_2}{b^2}$$

故に $I_1$ が分つてをればこの式によつて $I_2$ を求めることが出来る。

一燭光の光源から一米の距離にある光線に直角な受光面の照度を米燭光といふ。

(1) 光度の單位として標準蠟燭(直徑1吋鯨蠟製)が1時間に120グラム(7.78瓦)づゝ燃える時の光の強さをとり、之を1燭光ともいふ。



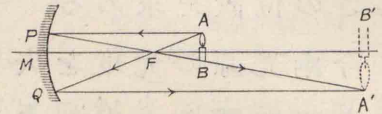
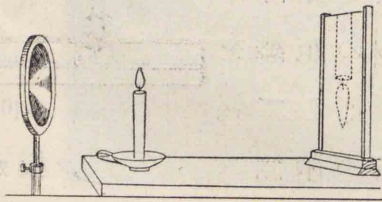
問 讀書する時,16燭光の電燈を用ひると,電燈と本の距離60糎を可とする。100燭光では本を電燈から何糎の距離に置くのがよいか。

第二章 球面鏡

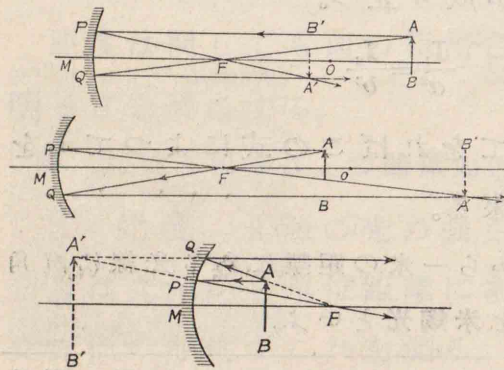
1. 球面鏡 凹面鏡については既に學んだがこれに似たものに

凸面鏡がある。この兩者を球面鏡といふ。

凹面鏡に於ける物體と像との間には一定の関係があつて,今鏡から物體までの距



[62] 燭火の像



[63] 凹面鏡に於ける像

離を  $a$ , 像までの距離を  $b$ , 鏡の半径を  $r$ , 焦點距離を  $f$  とすると, それ等の間には次の関係がある。

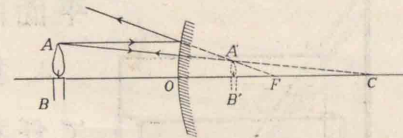
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

これを凹面鏡の公式といふ。

物體が焦點以内にある時は上式に於て  $b$  の値が負となり

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

の関係がある。



凸面鏡の場合には [64] 凸面鏡に於ける像

物體の位置に關係なく常に物體より小さな虚像を鏡の後に生ずる。而してその像は凹面鏡の場合のやうにして作圖することが出来る。

凸面鏡の公式は凹面鏡の場合の式に於て  $b$  及び  $f$  の値を負とする。

問 1. 像と實物との長さは鏡からの距離に正比例する。作圖によつてこれを證明せよ。

2. 長さ2糎を有する焰を焦點距離が30糎の凹面鏡の前方36糎の距離に置く時,この鏡によつて生ずる像の向き,位置,大いさを求めよ。

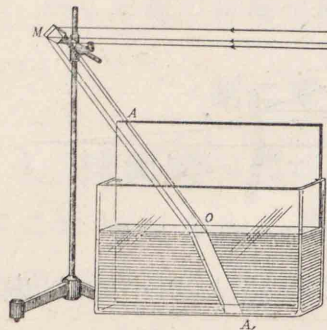
第三章 光の屈折

1. 屈折の定律 光を水面に投射すると,光の大部分は水面で方向を轉じて屈折し水中に



進入する。光の屈折に關して次の定律がある。

1. 投射光線と屈折光線とは法線の兩側にあつて、且つ三線は同一の平面内にある。



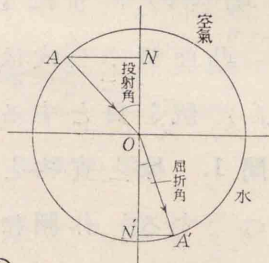
[65] 屈折の現象

2. 投射點Oを中心として任意の圓を描き、投射光線及び屈折光線とA及びA'にて交らしめると、A、A'から法線に下した垂線の

比AN:A'N'は一定である。

$$\text{即ち } \frac{AN}{A'N'} = n$$

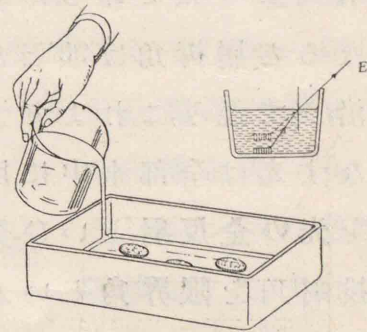
これを屈折の定律といひ、光が甲物質から乙物質に進む



屈折率(空氣より入る時)	
金剛石	2.42
二硫化炭素	1.63
フリント硝子	1.58—1.65
クラウン硝子	1.52
酒精	1.36
水	1.33

時この比nを乙の甲に對する屈折率といふ。屈折光線に沿うて逆に光を投射する時は光は逆行するから、境界面に達した後、元の投射光線の方

向に進行する。従つて甲物質の乙物質に對する屈折率nと、乙物質の甲物質に對する屈折率n'との間には  $n = \frac{1}{n'}$  の關係がある。

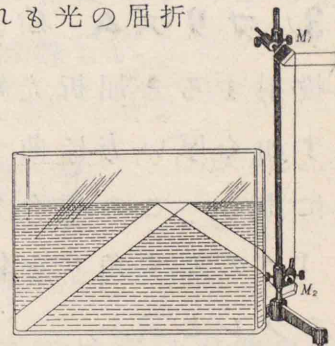


水中の物體が浮び上つて見え、水中に斜めに挿入した棒が水中で折れて見える等は、何れも光の屈折のために起る現象である。

[67] 光の屈折の例

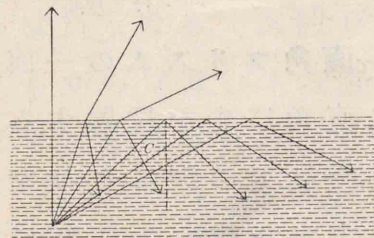
器底に圓板を並べ、側方からこれを望みつゝ、器に水を注加すると、次第に多くの圓板が見え出す。

2. 全反射 水中から空氣中に光を導くと、光は圖の如く屈折し、入射角が或る大いさになると、投射



[68] 全反射を示す實驗

光線は全部水中に反射するやうになる。



[69] 全反射 入射角がCになると、全反射が起る。

光が水から空氣中に進む場合には屈折角は



投射角より大であるから、投射角が或る大いさになると屈折角は90°となり、屈折光線は境界面に沿うて進み、これより大なる投射角をなす光は全部水中に反射する。これを光の全反射といひ、全反射の始まる投射角を限界角といふ。

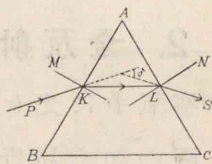
問 曲つた硝子棒の一端から光を送ると棒が先まで輝く。何故か。



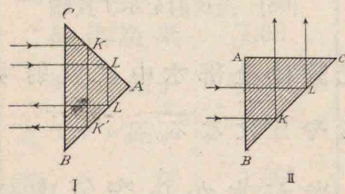
[70] 輝く硝子棒

### 3. プリズム 硝子のプリズムの一面に光

を投射すると、屈折光線は圖に示す如く厚い方に曲つて空気中に出る。この場合光線PKとLSのなす角δを偏角又は光のフレと云ふ。



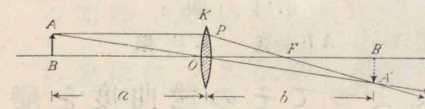
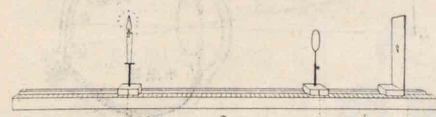
[71] プリズムに於ける屈折



[72] 全反射プリズム

直角プリズムの一面に直角に光を投射すると、全反射の理により光の方向を變へることが出来る。

4. レンズと像 物體を凸レンズの焦點以外に置くと、光はレンズを通過して反對の側に像を生ずる。今凸レンズから物體及び像までの距離を夫々a, bとし、レンズの焦點距離をfとすれば



[73] 燭火の像

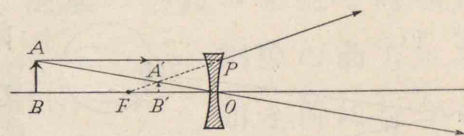
の距離を夫々a, bとし、レンズの焦點距離をfとすれば

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

なる關係があつて、

物體の長さとの比はレンズから物體及び像までの距離の比に等しい。

物體が焦點以内にある時は物體と同じ側に虚像を生じ、上式の



[74] 凹レンズの像

bは負となる。又凹レンズでは常に虚像を生ずるから、f及びbの値は負となり、次式で示すことが出来る。

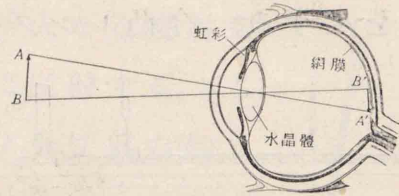
$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$$

レンズは眼鏡・蟲眼鏡・顯微鏡・望遠鏡・寫眞機等



に用ひられる。

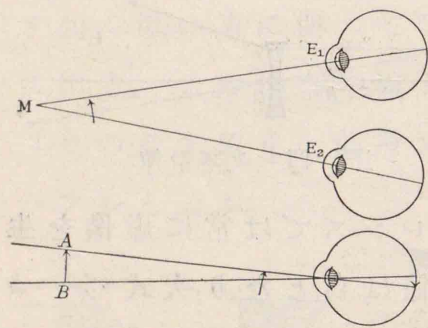
**5. 眼** 眼は凸レンズの働きをする水晶體の前後を、水様液及び硝子様液と稱する透明體で充し、眼底には視細胞の分布せる網膜がある。



[75] 眼  
AB 物體 A'B' 像

水晶體は筋肉の作用<sup>(1)</sup>によつてその彎曲度を變へ物體の像を網膜上に生じ視神經を刺戟して視覺を起させる。

眼を勞すること少く物體を明瞭に見得る距離を**明視距離**といひ、健眼では約25糎である。



[76] 光角と視角

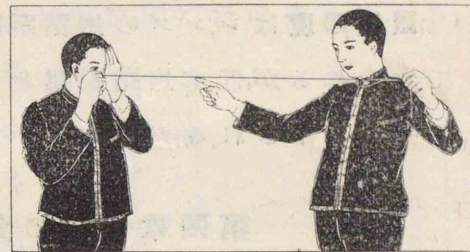
物體の一點と兩眼とを結ぶ直線のなす角を**光角**といひ、この角の大小によつて物體の遠近を判別する。<sup>(2)</sup> また物體の兩端と眼とを結

ぶ直線のなす角を**視角**といひ、この大小によつて物體の遠近を判別する。

- (1) 微妙な筋肉の作用によつて水晶體の彎曲度を變へ、物體の像を網膜上に生ずることを**調節作用**といふ。
- (2) 水晶體を調節する筋肉の作用も遠近の判別に關係する。

ぶ二つの直線のなす角を**視角**といひ、この大小によつて物體の大きさを判別する。

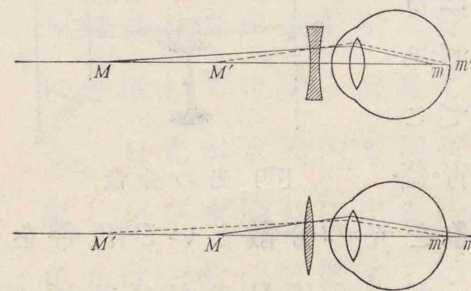
**6. 眼鏡** 糸を水平にし、一端を眼に當て他端を支へて、これを見通すと、健眼にあつては眼に近い部分が不明瞭で、約15糎から先ははつきり見える。



[77] 眼の調節作用

近視眼は兩端が不明瞭で近點<sup>(1)</sup>から僅かの間が明瞭に見える。

近視眼では水晶體の彎曲度が大きいか、或は眼底が深いため、遠距離の物體Mを見る時、像が網膜の前方mの如き所に生ずる。



[78] 近視眼と遠視眼

それ故凹レンズを用ひて水晶體の作用を補ひ、像を網膜上に映ぜしめる。遠視眼では水晶體が扁平に過ぎるか、

- (1) 眼ではつきり見得る最も近い點を**近點**といひ、眼から約15糎である。



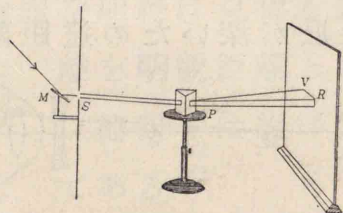
眼底が浅いため、近くの物體 M を見る時像が網膜の後方 m に生ずるので、凸レンズを用ひてこれを補正する。

眼鏡の度はレンズの焦點距離を吋で表はした數で示されるが、近來焦點距離を米單位で計り、その數の逆數で示されるディオプトルを用ひる。

### 第四章 光の分散

1. 光の分散とスペクトル 日光を細隙から暗室に導き、その進路をプリズムで遮る時は、

後方の衝立に美しい色帯を生ずる。この色帯は多數の色の連続であつて、その一端は赤でこれについて橙・黄・緑・青・藍・

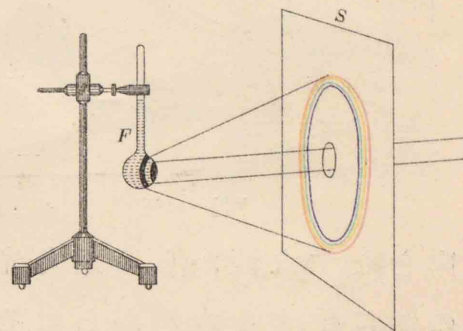


[79] 光の分散

堇が並ぶ。この現象を光の分散といひ、色帯をスペクトルといふ。かやうに日光がプリズムによつて分散するのは、日光が屈折率を異にする數多の色光の集合から成ることを示すものである。日光の如く種々の色光の集合した光

を複色光といひ、スペクトルの各色光の如く、それ以上に分散しない光を單色光といふ。

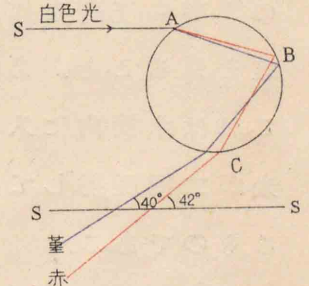
2. 虹 日光を暗室に導き、水を充した硝子球で受けると、衝立の上に虹に似た色の環を生ずる。衝立の方から硝子球



[80] 水球によつて生ずる虹

見える。これは日光が硝子球内の水で分散されるためである。露が赤ま

たは青に輝くのも亦これと同じ理である。虹は日光が大氣中に浮んでゐる水滴のために分散して生ずる現象である。日光が水滴内で屈折反射し、再び水滴外に出る時、各色光は一般に發散するので遠ざかるに従ひ弱くなる。

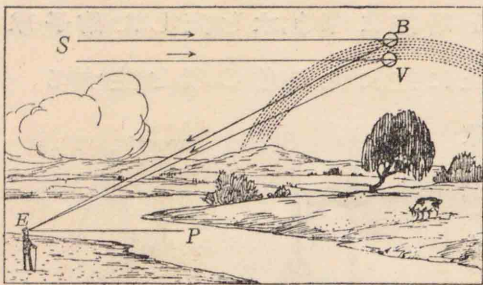


[81] 水滴内の光の通路

然し投射光に對し或る特別の方向に射出する色光は、平行に進むので殆ど



その強さを減じない。その特別の方向は赤色光では約 $42^\circ$ 、堇色光では約 $40^\circ$ である。故に太陽

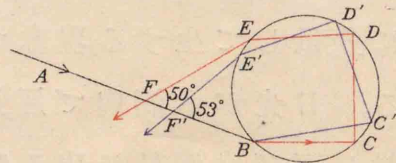


[82] 虹

を背にして眼と太陽を連ねる直線 PE と  $42^\circ$  をなす方向の水滴からは赤色光、 $40^\circ$  の方向をなす水滴からは堇色光が来る。而してその間に位する水滴からはその他の色光が進んで来る。かくしてこの方向に虹を見るのである。

時としてこの虹と色の順序の反対な第二の虹を見ることがある。

これは水滴内に入った光が二回反射して生ずるものである。

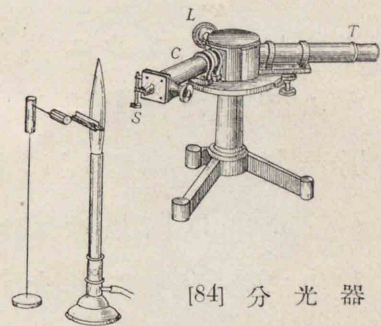


[83] 水滴内の光の通路  
第二の虹に於て堇光はもとの方向 AB と  $53^\circ$  赤色光は  $50^\circ$  をなす。従つてそのスペクトルの輪は堇色が外側で赤色が内側である。

**3. 分光器** 分光器はスペクトルを検べる器械で、その要部はコリメーター・プリズム・望遠

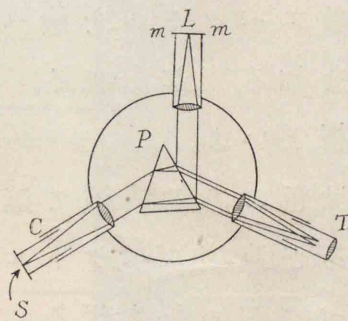
鏡等である。

コリメーターはその一端プリズムに近い方に凸レンズを具へ、その焦點に當る處に細隙がある。今調べようとする光を細隙からコリメーターに送る時は、光は凸レンズによつて平行光線となり、プリズムに投射して分散する。分散した



[84] 分光器

光は各色光毎に平行となつて望遠鏡に入り對物レンズの焦點の近傍に鮮明なスペクトルを生ずる。よつて接眼レンズを調節してこれを検べる。



[85] 分光器の理

**4. スペクトルの種類** 分光器で電燈又は燭火のスペクトルを検べると、赤から堇に至るまで各色光が連続的に排列する。これを連



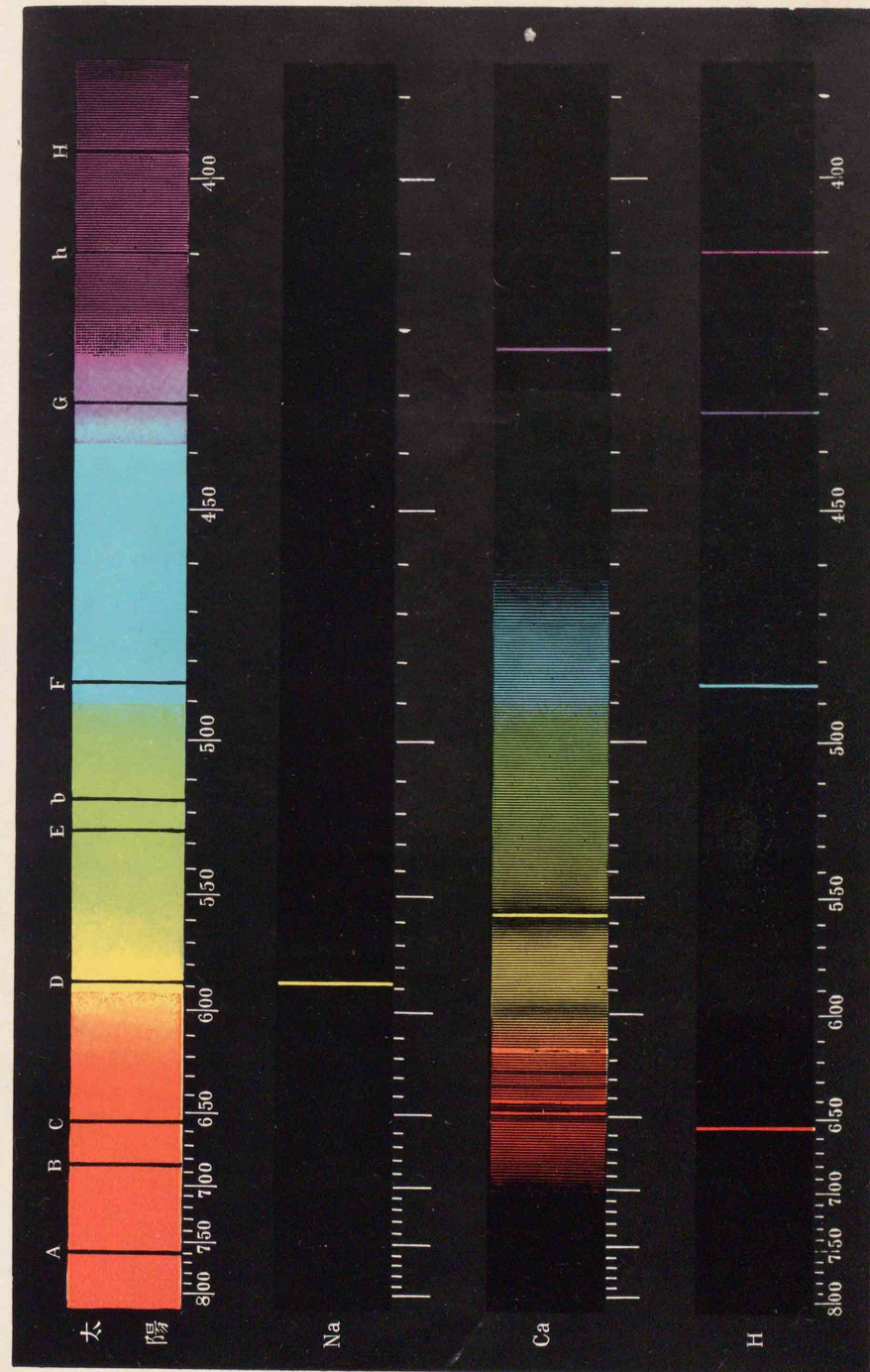
續スペクトルといふ。一般に白熱された固体または液体は連続スペクトルを生ずる。

食鹽をブンゼン焰で熱し、これを細隙の前に置いて分光器で調べると一本の黄色線を認める。<sup>(1)</sup> [84圖]

これはナトリウム蒸氣の發する輝線でナトリウム線またはD線といふ。一般に灼熱した金属蒸氣又は高温度にある氣體の光が生ずるスペクトルは暗黒な視野の中に輝線の排列したものである。これを輝線スペクトルといふ。而してこの輝線の數・色・位置等は各元素について一定してゐる。それ故、スペクトルを調べると物質の種類・純不純等を知る事が出来る。この方法をスペクトル分析といふ。

電燈の光を色硝子又は色のある溶液で遮り、通過光を分光器で調べると連続スペクトル中一部の色光が缺けたスペクトルを生ずる。これを吸収スペクトルといふ。かく吸収スペクトルを生ずるのは白光の一部が途中の物質に吸収されるからである。

(1) よい分光器を用ひて細隙を狭くすると二本の黄色線を認める。





**5. 太陽スペクトル** 太陽スペクトルは連続スペクトルの如く見えるが、これを分光器で調べると數多の黒線を含める吸収スペクトルである。この黒線をフラウンホーフェル線といひ、その主なるものに A, B, C, D, …… H 等の名が附けてある。實驗の證する處によると、氣體は高溫度の時發する光を比較的低温度時には吸収するものであるから、太陽スペクトルのフラウンホーフェル線は太陽から發する光の内、太陽を包圍する比較的低温なガスや蒸氣のためにその一部が吸収されて生ずる。そして黒線の位置が地球上の諸元素の發する輝線の位置と一致するにより、太陽の周りの元素は略、地球上の元素に等しいことを知る。

問 皆既日食の際、太陽の周りの光輝を分光器に受け入れる時、如何なるスペクトルを認めるか。

**6. 物體の色** 木の葉が綠色に見え、朱が赤色に見えるのは、これ等に投射した日光の内、それ等を反射して他を吸収するからである。總べて光が物體に投射する場合には一部は表面



で反射し他は物体内に入る。表面で反射する光は物体に艶を與へ、物体内に入った光は或は吸収され、或は透過し、或は反射して色を現はす基となる。

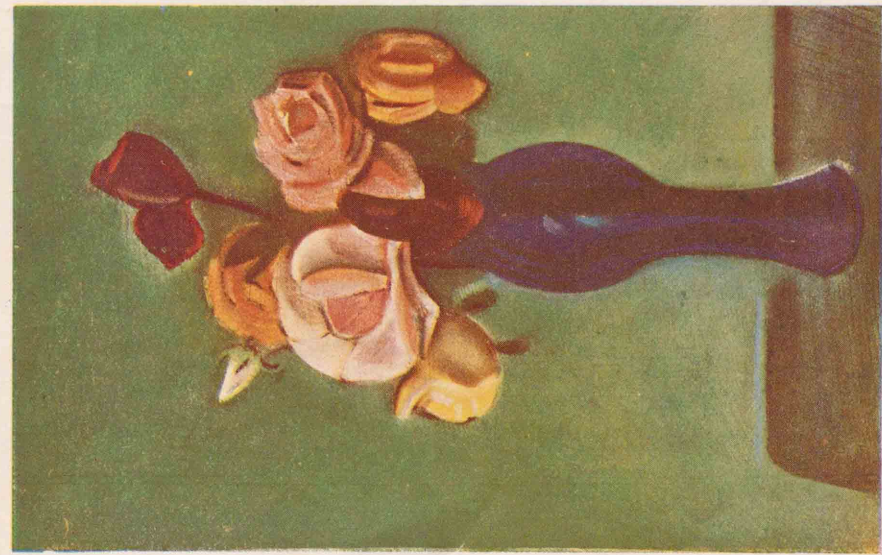
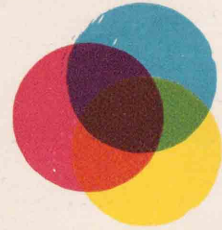
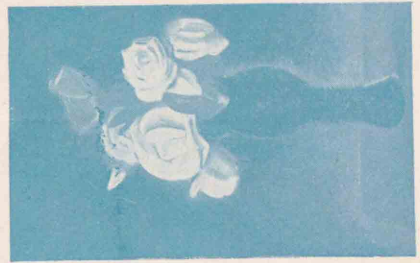
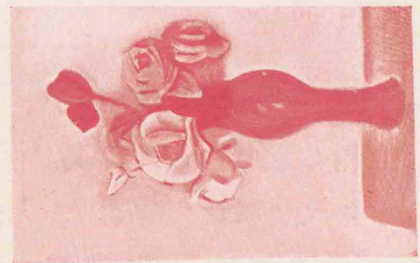
不透明體の色はその色光を反射して他を吸収するために生じ、透明體の色はその色光を透過して他を吸収するために生ずる。黒色の物體は總べての投射光を吸収し、白色の物體は總べてを一様に反射する。全部の光を一様に透過するものは無色透明である。

有色の物體を或る色光で照す時は太陽の光で照した時と異なつた色に見えることがある。一般に物體の色といふのは、その物體が太陽で照される時の色のことである。

問 1 電燈の下では黄色紙と白紙とを區別し難いことがある。何故であるか。

2 黒紙に朱で書くと赤く見えるのに赤インキで書くと見難いのは何故か。

7. 繪具の混合 黄と青の繪具を混ざると緑色になる。黄の繪具は白光中、橙・黄・緑等を除





く他の色光を吸収し、青の繪具は緑・青・堇を除いて他を吸収するから、兩者を混ざると緑色だけが反射されるからである。赤・青・黄の繪具を適當の割合に混ざると殆ど總べての色合を生ずるから、この三つを繪具の**三原色**といふ。**三色版**はこの理に基づき、三原色を應用して各種の色彩を現はしたものである。

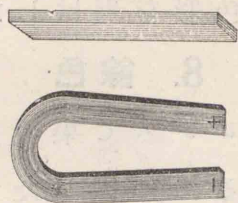
**8. 餘色** プリズムで分散した各色光を、凸レンズで集めると元の白色光が得られる。然るに分散した光の中、赤色光を遮つてその他の色光をレンズで集めると、緑青色を認める。これは赤と緑青とで白色を生ずることを示すもので、このやうに二種の色光が集つて白色を現はす時、その各々を他の**餘色**といふ。黄と藍橙と青、黄緑と堇等はまた互に餘色の關係にある色光である。



### 第四編 磁 氣

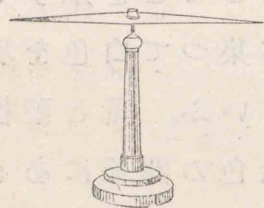
#### 第一章 磁 石

1. 磁石 天然に産する磁鐵礦は鐵を吸引する性質を有する。かやうに鐵を吸引する性質を磁性といひ、磁性を有する物體を磁石といふ。磁石は普通鋼にて造り、棒磁石・馬蹄磁石・磁針等がある。



[86] 棒磁石と馬蹄磁石

磁石が鐵を吸引する力は兩端に近い處が最も強い。この點を磁極といふ。磁針を水平に支へて自由に廻り得るやうにする時、北に向ふ極を北極(N)、南に向ふ極を南極(S)といふ。

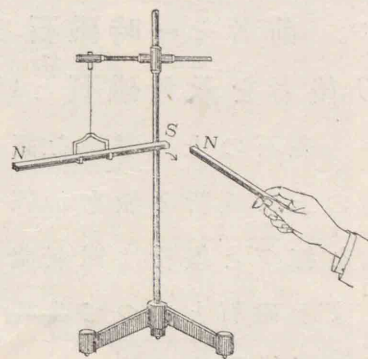


[87] 磁 針

2. 磁氣と磁力 二つの磁石を近づけると、同名の極は相斥け異名の極は相引く。この兩極間に働く力を磁氣力または磁力とい

ひ、磁力の原因をなすものを磁氣といふ。

二つの磁極間に働く力は、それ等の磁極の強さ、兩者の距離に關係し、實驗によると、

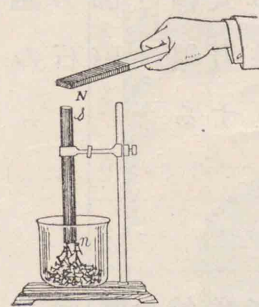


[88] 磁石相互間の作用

二つの磁極間に働く磁力は各磁極の強さの相乗積に正比例し、その距離の自乗に反比例する。

これをクーロンの定律といふ。

3. 磁氣感應 軟鐵に磁石を近づけると、磁石に近い側に異名の極を生じ、遠い側に同名の



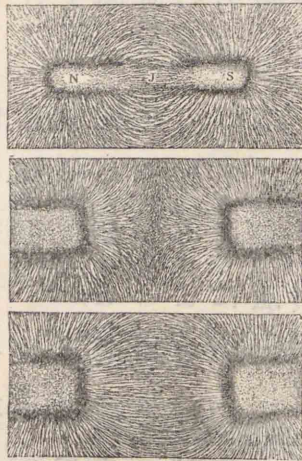
[89] 磁氣感應  
軟鐵片の一端に磁極を近づけると、軟鐵の他端では鐵釘を吸ひ付ける。

極を生ずる。これを磁氣感應といひ、磁性を帯びる鐵の如き物體を磁性體といふ。軟鐵は磁氣感應によつて容易に磁石となるが、親磁石を去るとその磁性を失ふ。鋼は磁氣を得ることは稍、困難であるが、一旦磁性を帯びる時は永く磁性を保



つ。前者を一時磁石といひ、後者を永久磁石といふ。

磁石の上に厚紙を置きその上に鐵粉を撒布し、軽く紙を打つと鐵粉は磁氣感應により磁石となつて曲線に沿うて排列する。



[90] 磁場の有様

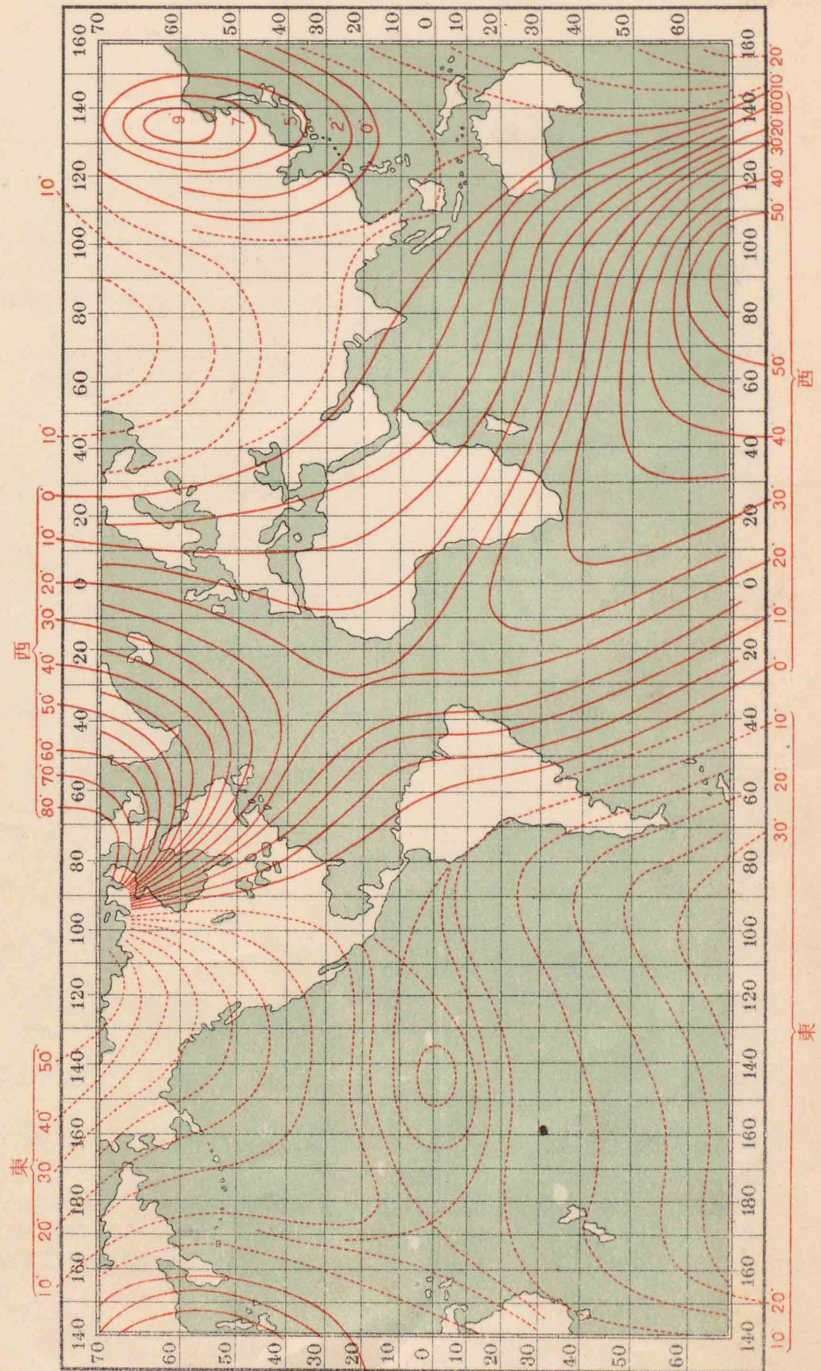
- (上) 一個の磁石によるもの。
- (中) 同名の極が相對する場合。
- (下) 異名の極が相對する場合。

かやうに磁力の及ぶ範圍を磁場といひ、この曲線を磁力線といふ。磁極の近くでは磁力線が密集し、磁極を離れるに従つて疎となる。磁力線の疎密の度は磁場内に於ける磁力の大きさ即ち磁場の強さを示すものである。磁力線は磁石の北極から出て南極に入るものとする。

### 第二章 地磁氣

1. 地磁氣 地球上の各地で磁針は略南北を指す。これは地球が一大磁石で磁針がその磁場の作用を受けるからである。若し磁針を

### 等方位角線

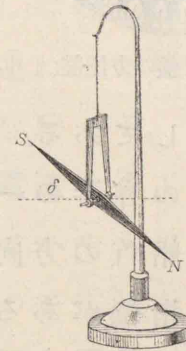




重心で吊せば、眞の南北を指さないばかりでなく、水平面に對しても或る傾きをなす。地球磁力の方向が水平面となす角を伏角または傾角といひ、また磁針の方向を含む鉛直面即ち磁氣子午面とそ



Gilbert (1540-1603)  
英人、醫師にして物理學を研究し、磁氣分子説、地磁氣、方位角、伏角の研究にて著はる。



の地點の地理學的子午面とのなす角を方位角又は偏角<sup>(1)</sup>といふ。

[9] 伏角 此れ等

の値は各地毎に略々一定してゐるが、時によつて幾分變化する。

### 2. 羅針盤 羅針

盤は船の進路を定め

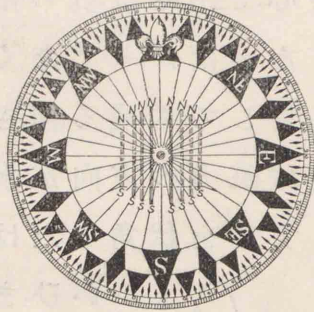
る装置である。主要部は圓板の表面に方位と

偏 角 と 伏 角			
地 名	偏角(西偏)		伏 角
札 幌	7°	30.6'	57° 3.9'
仙 臺	6°	8.1'	51° 51.2'
八王子	5°	28.2'	48° 41.9'
豊 橋	5°	24.4'	48° 10.2'
京 都	5°	33.1'	48° 40.9'
臺 北	2°	8.6'	35° 25.5'

<sup>(1)</sup> 地球磁力を水平と垂直の二方向に分けその中の水平の分力(98頁参照)を水平磁力といふ。この水平分力と伏角及び方位角を地磁氣の三要素といふ。



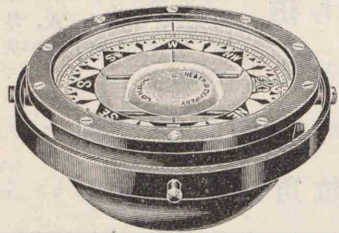
角度とを記し、その裏側に數本の軽い小磁針を貼り附けたもので、この圓板を針の先に支へ適當な方法によつて船の動搖に拘らず圓板の面が常に水平に保たれる



[92] 羅針盤の方位盤

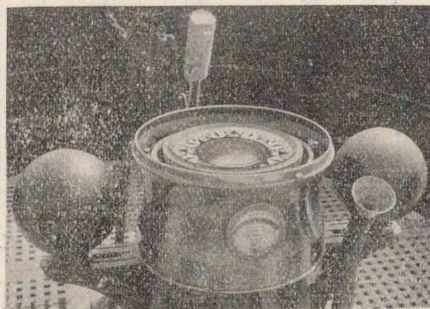
やうにしてある。

圓板の容器の一方には船首の方向を示す指標がある。即ちこの指標と一致する圓盤上の目盛は船の進路と地磁氣の南北との角を示すから、これに方位角の補正を加算して船の進路を定める。



[93] 羅 針 盤

圓盤を入れた函は三重で外函は船に固定し、中函と内函とは互に直角な水平軸の周りに自由に廻轉する。

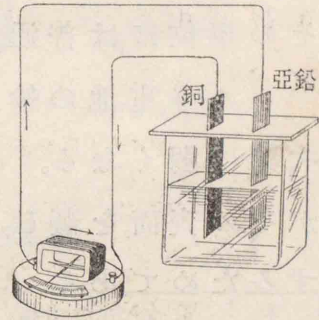


[94] 羅針盤の取付

## 第五編 電 流

### 第一章 電 池

1. 電池 稀硫酸中に銅板と亞鉛板とを浸し、導線で兩板を電流計に連ねると磁針がその向きを變へる。これは導線に電流を生じたためであつて、かやうに化學作用によつて電流を生ぜしめる装置を電池といふ。



[95] ボルタの電池

上の場合銅板は陽極となり亞鉛板は陰極となる。この兩極を連ねることを輪道を閉ぢるといひ、これを斷つことを輪道を開くといふ。輪道を閉ぢると陽極から陰極に陽電氣の流れを生ずる。この陽電氣の流れる向を以て電流の方向とする。

陽電氣が甲處から乙處に移る場合、甲處は乙處より電位が高いといひ、兩處の電位の差を電

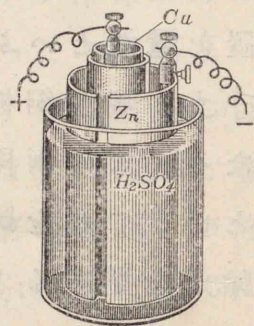


壓といふ。電圧の単位にはボルトを用ひる。

上に述べたボルタの電池では兩極板間に約1ボルトの電圧を生ずる。この陰陽兩極間に電圧を生ずる原因を電池の電動力といふ。電流の強さは一秒間に移動する電氣の量で測り、その単位には普通アンペアを用ひる。

ボルタ電池の輪道を閉ぢる時は、その電流が次第に弱くなる。これは陽極に析出する水素がその表面を蔽ひ、且つ反對の向の電動力を生ずるためである。これを電池の分極作用と云ふ。

**ダニエル電池** 素焼の圓筒内に硫酸銅の溶液を入れ、この中に銅板を浸し、この素焼の筒と亜鉛板を稀硫酸中に立てたもので、電動力は約1ボルトである。電信に用ひられる。

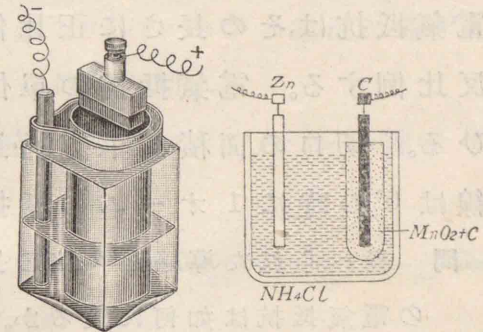


[96] ダニエル電池

**ルクランシェ電池** 素焼圓筒に炭素粒と二酸化マンガンの混合物を詰め、この中に炭素棒を立て、この素焼の筒と亜鉛棒とを鹽化アンモニウムの液に

浸したものであつて、電鈴・電話機等に用ひる。この電池の電動力は約1.5ボルトである。

**乾電池**はこの電池の外箱を亜鉛板で作し、鹽化アンモニウムには他の物質を加へて糊状となし取扱ひに便したものである。

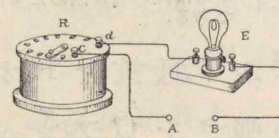


[97] ル克蘭シェの電池

### 第二章 電氣抵抗

#### 1. 電氣抵抗 甲乙二

つの導線を別々に電池の兩極に連結した時、甲を流れる電流が乙のよりも大なる場合には甲の電氣抵抗が乙



[98]

抵抗の變化と電燈の光度よりも小であるといふ。

電氣抵抗は導線の種類・太さ・長さによつて異

電氣抵抗(長さ1米、 (0°C) 斷面積1平方糎)	
銀	0.015 <small>オーム</small>
銅	0.016
アルミニウム	0.029
白金	0.090
鐵	0.097
タングステン	0.044
洋銀	0.16—0.40
水銀	0.958
ニクロム	1.01



なる。実験の結果によると、同じ物質の導線の電気抵抗は、その長さに正比例し、切口の面積に反比例する。電気抵抗の単位にはオームを用ひる。切口の面積1平方糎・長さ106.3糎の水銀線は0°の時に1オームの抵抗を有する。

問 與へられた導線を2倍の長さに引延す時は、その電気抵抗は如何に變るか。

**2. オームの定律** 導線を通れる電流の強さは、導線の抵抗及び兩端に於ける電壓に關係するもので、これについて次の定律がある。導線を通れる電流の強さは導線の兩端の電壓に正比例し、その電気抵抗に反比例する。



G. S. Ohm (1787—1854)

ドイツ人、電気抵抗について研究した。抵抗の單位オームは氏の名に因んだものである。

これをオームの定律といふ。

今導線の兩端の電壓をEボルト、抵抗をRオームとし、導線を通れる電流の強さをCアンペアとすると、オームの定律は次式によつて示される。

$$C = \frac{E}{R} \quad \text{又は} \quad E = RC$$

問 100ボルトの電壓で0.4アンペアの電流を通ずる電球がある。その抵抗を問ふ。

**3. 導線の連結** 抵抗  $r_1, r_2, r_3$  の導線を甲

圖の如く一行に連結

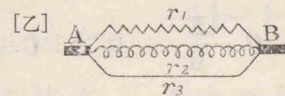
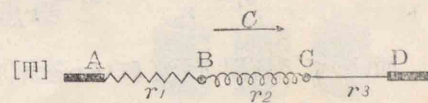
するを行連結または

直列連結といひ、乙圖

の如く連結するを列

連結または並列連結

といふ。



[99]

抵抗の行連結と列連結

今夫々の連結について全抵抗を見るに、行連結では各導線の抵抗の和に等しく、列連結では全抵抗の逆数は各抵抗の逆数の和に等しいことを知る。

行連結に於て電流Cを通じた時の各導線の兩端の電壓を  $E_1, E_2, E_3$  としAD間の電壓をEとすると、

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

全抵抗をRとするとオームの定律の示す如く、

$$E = CR, \quad E_1 = Cr_1, \quad E_2 = Cr_2, \quad E_3 = Cr_3$$

従つて次の關係が導き出される。



$$R=r_1+r_2+r_3$$

また**列連結**に於て A,B 二點間の電壓を E とし,抵抗  $r_1, r_2, r_3$  の各導線を流れる電流の強さを,夫々  $C_1, C_2, C_3$  とすると,

$$C_1=\frac{E}{r_1} \quad C_2=\frac{E}{r_2} \quad C_3=\frac{E}{r_3}$$

而して AB 間を流れる全電流を C とし全抵抗を R とすると,

$$C=\frac{E}{R} \quad \text{且つ} \quad C=C_1+C_2+C_3$$

$$\text{故に} \quad \frac{1}{R}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}$$

**問** 0.8アンペアの電流を途中で抵抗20オーム及び80オームの二本の導線に分けて通ぜしめる時は各導線を流れる電流は夫々幾アンペアであるか。

**4. 電池の抵抗** 電池の兩極を導線で連ねる時は,電池も輪道の一部となり電流に對し多少の抵抗を持つ。これを電池の**内抵抗**といひ,これに對し導線の抵抗を**外抵抗**といふ。今電池の輪道に流れる電流の強さを C, その電動力を E とし,内抵抗及び外抵抗を夫々  $r, R$  とすると次式の如き關係を得る。

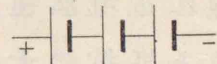
$$C=\frac{E}{R+r}$$

而して電池の内抵抗は極板の面積が廣い程,兩極板の距離が小さい程小である。

**5. 電池の連結** 數箇の電池を[100]圖に示す如く連ねるのを行連結と



云ひ,[101]圖に示す如く連ねるのを**列連結**といふ。電動力 E, 内抵抗  $r$  の電池  $n$  箇を外抵抗 R の導線で行に結ぶ

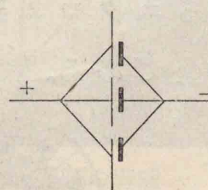
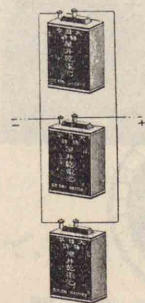


[100] 電池の行連結

と,全電動力は  $nE$ , 全内抵抗は  $nr$  であるから,生ずる電流の強さ C は次式で示される。

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

また數箇の電池を列に結ぶと,その全電動力は電池一箇の場合と異なることなく,また全内抵抗は  $\frac{r}{n}$  であるから,電流の強さ C は,



$$C=\frac{E}{R+\frac{r}{n}}$$

即ち  $C=\frac{nE}{nR+r}$

[101] 電池の列連結 である。それ故,強い電流を得る

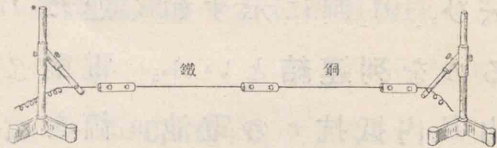


には、外抵抗が内抵抗より大きい場合は行連結となし、これに反する場合は列連結となすのが得策である。

### 第三章 電流の熱作用

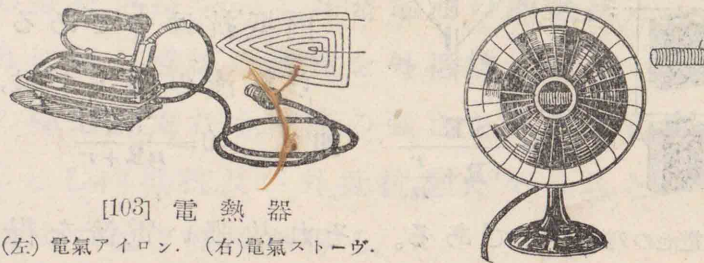
#### 1. 電熱器

導線に電流が通ずると、抵抗の大きな部分に著しく熱を發する。



[102] 電流による熱の發生

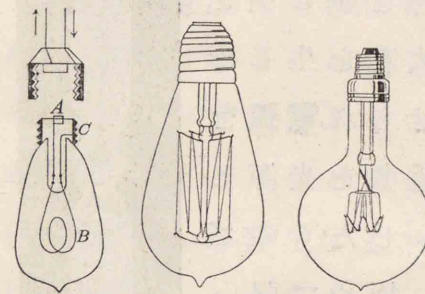
近來家庭に用ひられる種々の電熱器は電流の熱作用を應用したもので、抵抗の大きな酸化し難い合金製の針金を耐火性の物質に捲きつけたものである。電氣アイロン、電氣ストーヴ等に用ひるニクロム線はニッケル・クロム・鐵・マンガンの合金である。



[103] 電熱器

(左) 電氣アイロン、(右) 電氣ストーヴ。

#### 2. 電燈 白熱電燈はタングステンの如く

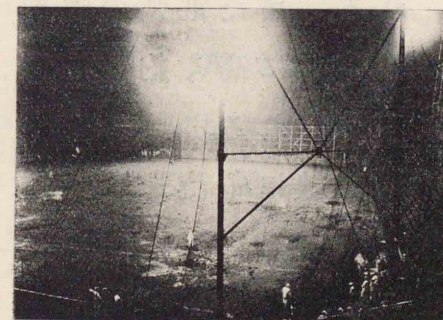


[104] 白熱電燈

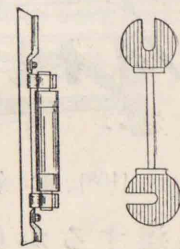
炭素線電球、タングステン電球、ガス入電球

強熱に耐へる細い線を硝子球内に封じ、球内の空気を排除して、纖維の酸化を防いだものである。これに電流を通ずると、著しく熱を發生し、その部

分が高い温度になつて光を發する。またガス入電球はタングス



[106] 電燈照明下の野球



[105]

フューズ

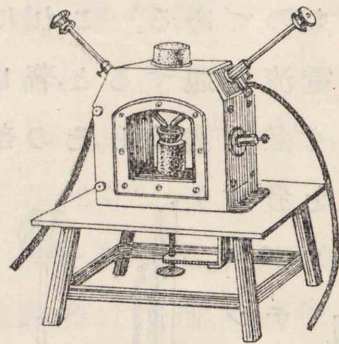
を螺旋状に捲いて封入し、球内に窒素アルゴン等の氣體を入れたもの

で、普通の電燈に比べて日光に近い光を放つ。

問 輪道に圖に示すやうなフューズを用ひることがある。何故か。



3. **アーク燈** 二本の炭素棒を相接して、これに強い電流を通じ、棒を少し引き離すと、其處に弧状の火花を生じ、棒の両端が高温度に熱せられ、**電弧**を生ずる。**アーク燈**は電弧を光源としたもので



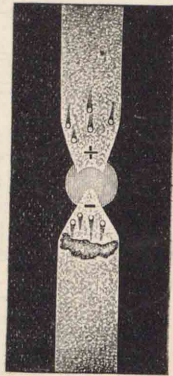
[108] 電気爐

極めて強い光を放つから、探照燈・幻灯・活動寫眞等に使用される。また電弧の温度は非常に高く約3000°にも達するから、**電気爐**に利用される。

4. **ジュールの定律** 導線に電流を通ずる時発生する熱量は、導線の抵抗と電流の強さとに關係する。實驗によると、

電流によつて發する熱量は導線の電気抵抗と、電流の強さの二乗と、電流を通ずる時間とに正比例する。

これを**ジュールの定律**といふ。



[107]

電弧

したもので極めて強い光を放つから、探照燈・幻灯・活動寫眞等に使用される。また電弧の温度は非常に高く約3000°にも達するから、**電気爐**に利用される。

抵抗1オームの導線に1アンペアの電流が1秒間通ずる時は、0.24カロリーの熱量を生ずる。従つて抵抗Rオームの導線にCアンペアの電流がt秒間通ずる時、発生する熱量をHカロリーとすると、

$$H = 0.24C^2Rt$$

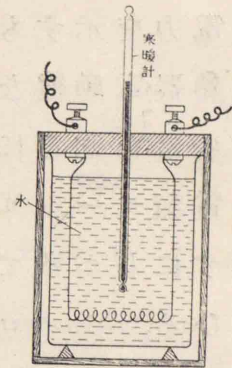
である。また導線の両端の電圧をEとするとEは即ちC・Rであるから、上式は、

$$H = 0.24ECt$$

の如く表はすことが出来る。

5. **電力** 電圧1ボルトの部分に1アンペアの電流が通ずると、その部分に毎秒0.24カロリーの熱量を生ずる。かやうな場合、電力は1ワットであるといふ。又1000ワットを1キロワットといふ。電圧Eボルトの二點間にCアンペアの電流が通ずる時の電力はECワットである。

電球に記されたるワット數はその電球に必要な

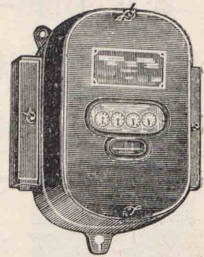


[109] ジュールの定律の實驗

熱量計中の水に白金のコイルを浸しこれに電流を通じ、水の温度の上昇を見て發生せる熱量を測る。



な電力を示すものである。電燈・電熱器・電動機などによる電力の消費量を知るには積算電力計(俗に電気メーター)を用ひ、消費量を示すに我が國ではキロワット時を用ひる。1キロワット時は1キロワットの電力による1時間の消費高を示す。この1000分の1を1ワット時といふ。



[110] 積算電力計

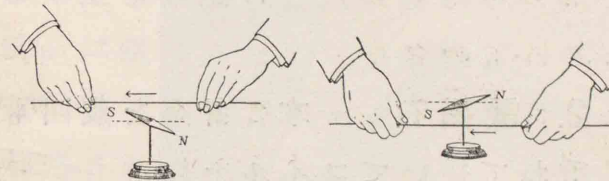
問 30ワットの電燈3箇,40ワットのもの4箇を毎夜5時間づゝ點燈する時30日間の電燈料何程か。但し7燈の場合の料金は次の通りである。

- 7キロワット時迄は毎キロワット時16錢
- 7キロワット時超過14キロワット時迄は毎キロワット時14錢
- 14キロワット時超過21キロワット時迄は毎キロワット時10錢
- 21キロワット時以上は毎キロワット時6錢とする。

第四章 電流の磁氣作用

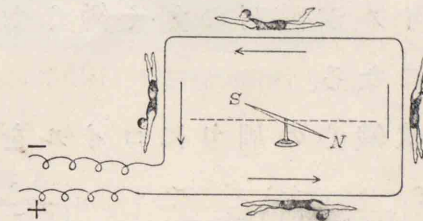
1. 電流と磁石 電流の通ずる導線を磁針の上に近づけると、磁針がその向きを變へる。次に導線を磁針の下方に横へると、磁針は前と反對に偏る。

即ち電流と磁針との間に一定の關係がある。



[111] 電流の磁氣作用

磁針に顔を向けた人の足から頭の方へ電流が流れるとすれば磁針の北極は人の左手の方へ動く。



[112]

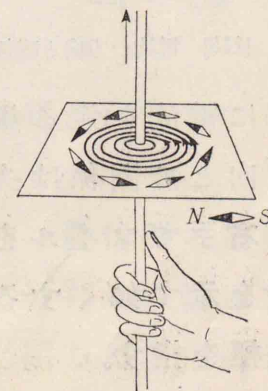
アンペアの規則の説明



Ampere (1775—1836)

佛國の科學者、電流の方向と磁力の方向との關係を述べた

これをアンペアの規則といふ。かやうに、電流のために磁針がその向きを變

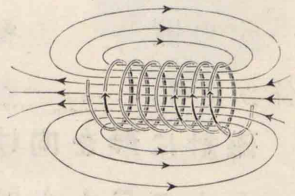


[113] 直線電流の作る磁場の方向

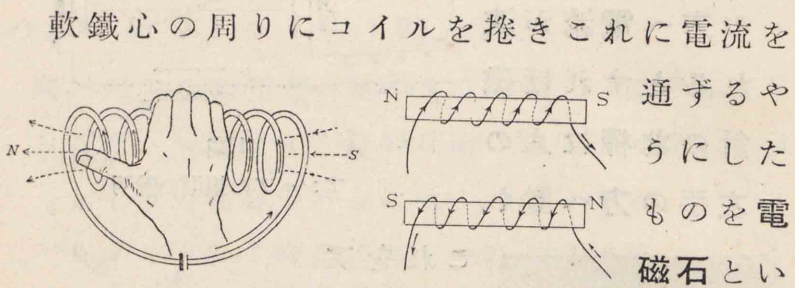


へるのは導線の周りに磁場を生ずるためである。

2. 電磁石 一本の針金を幾回も捲きまたは重ねて捲いてコイルを作り、これに電流を通ずる時は、コイルが磁石の如く働くやうになる。



[114] コイルの作る磁場



[115] 電流の方向と磁極

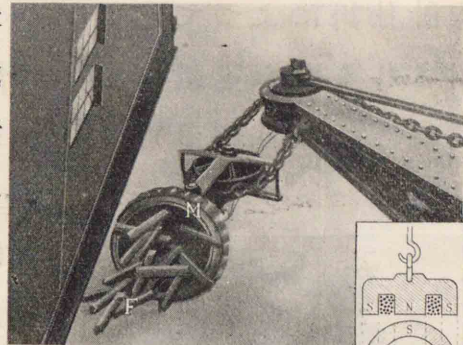
[116] 電磁石の極

石に電流を送る場合、これに生ずる極と電流の方向との関係は次の如く規定する事が出来る。

右手でコイルを握り四本の指が電流の方向を示す如くすると、立てた拇指はコイルの北極を指す。

電磁石に於てコイルの捲数を多くし、これに強い電流を通ずると強い磁石となり、電流を断

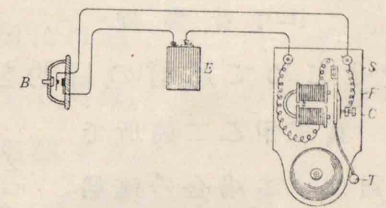
てばその磁性を失ふから、電磁石は鐵材の運搬・電信・電話等に廣く利用される。



[117] 電磁石の應用

問 [118]圖は電鈴

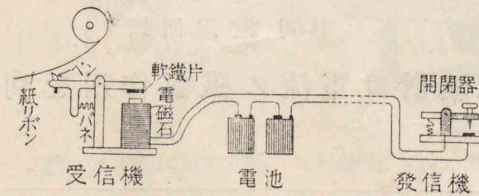
と電池と釘との接續を示す。釘を押すと電鈴の鳴ることを圖について説明せよ。



[118] 電 鈴

### 3. 電信機 電信

機は電磁石を應用したもので、要部は發信機・受信機・電池・回路等である。

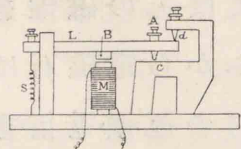


[119] 電信機の連結

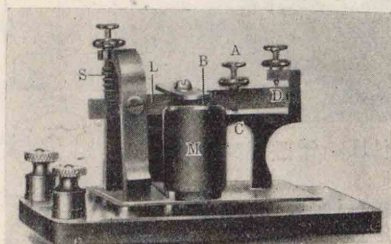
發信機の電鍵を押して輪道を通じ、受信機の電磁石は前面の軟鐵片を引いて挺子を動かし、ペンが紙片を押す。この紙片は



時計仕掛によつて絶えず引き出されるから、電鍵を押す時間の長短に相當する電信記號を紙上に記録する。また符號を



[120] 音響機の作用<sup>(1)</sup>

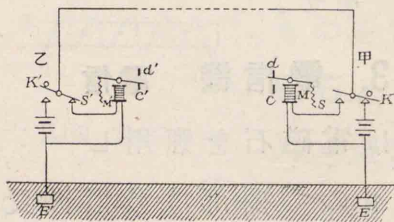


[121] 音響機

記録する代りに現今受信用として用ひられるものに音響機がある。これは電磁石の作用によつて音を

發せしめて通信の目的を達する。

實際甲乙二箇所  
通信する場合の連絡  
は圖に示すやうに組  
合せてある。

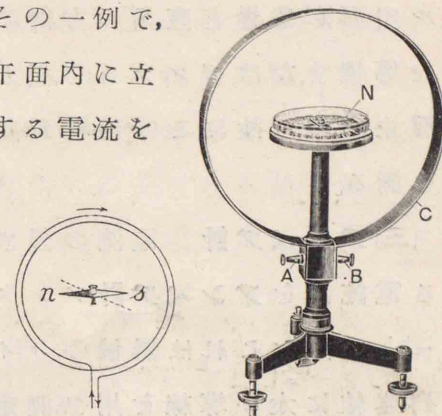


[122] 電信回路<sup>(2)</sup>

### 4. 電流計 電流計は電流の磁氣作用を利用したものである。

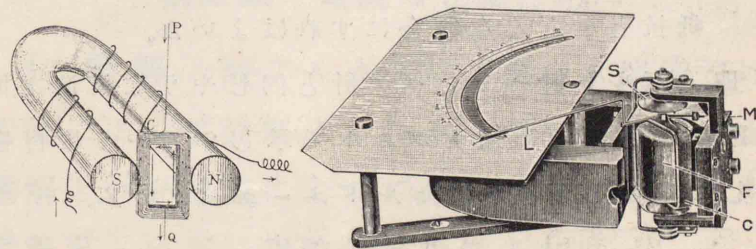
(1) Mに電流が通ると鐵片Bを吸引しAの下端がCを打つ。電流が絶たれると挺子の右端はネジの下端dを打つ、この二つの音は音色を異にする。  
(2) K, K'は發信機E, E'は地中に埋めた銅板である。この圖は音響機を用ひて甲乙二箇所で通信する場合の連絡を示す。

(一)磁針電流計はその一例で、コイル面を磁氣子午面内に立て、これに測らうとする電流を通じ、コイルの中央に置いた磁針の偏りを、目盛圓板上に讀むやうにしたものである。



[123] 磁針電流計

(二)動コイル電流計 蹄鐵形の電磁石の兩極間に導線で造つたコイルを置き、コイルに電流を通ずる時は、コイルの面は磁場に直角にならうとして廻轉する。



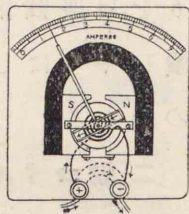
[124] 動コイル電流計の原理 M 磁石, F 鐵心, C コイル, S ゼンマイ, I 指針

この理を應用した動コイル電流計は、圖に示す如く、強い馬蹄磁石の兩極間に動き得るやうにコイルを吊り下げたもので、これに電流を通ずる時は、コイ



ルの面が磁場と直角の方向に廻轉しようとし、吊した導線またはゼンマイを振り、その弾力と釣合つて静止する。故にこの廻轉角度によつて電流の強さを測る。

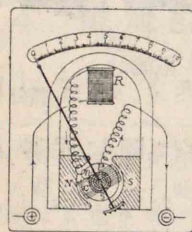
(三) **アンペア計** 電流の強さをアンペアで読み得る電流計を**アンペア計**(アンメーター)といふ。これは器械のコイルと列連結に太い導線を用ひ、測定しようとする電流の一部をコイルに通ずるやうにしたものである。



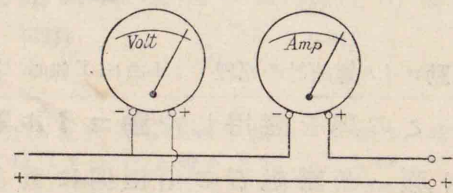
[126] アンペア計

問 第 [126] 圖に於て主電流の 100 分の 1 をコイルに通ずるやうにするには、コイルの抵抗と列連結の抵抗とをどんな割合にすればよいか。

(四) **ボルト計** アンペア計と同じやうな構造で回路の二點間の電圧をボルトで示しうるやうに目盛したものを**ボルト計**(ボルトメーター)といふ。



[127] ボルト計



[128] アンペア計とボルト計の使用

アンペア計と異なるのは、コイルに大なる抵抗  $R$  を行に連結し全體の抵抗  $R'$  を大にした點である。

電圧が  $E$  である導線の二點にボルト計を連ねるに、全體の抵抗  $R'$  が大きいので、ボルト計を流れる電流は極めて少く導線を流れる電流の強さに殆ど影響を與へない。今コイルを通ずる電流の強さを  $C$  とすると、 $E$  は即ち  $RC$  である。従つてボルト計に於て抵抗を一定に保てばコイルを流れる電流の強さは二點間の電圧に正比例する。よつて電流計の原理で電圧を測ることが出来る。

問 アンペア計とボルト計の異なる所を説明せよ。

## 第五章 電流の化學作用

1. **電解** 酸・アルカリ及び鹽の水溶液等は電流によつて分解せられる。かやうな現象を**電解**といひ、電流によつて分解せられる物質を**電解質**といふ。實驗の結果によれば、

[1] 電解によつて兩極に析出する物質の量は電流の強さと、その時間との積、即ち電解に要した電氣量に正比例する。

[2] 同じ電氣量によつて析出する諸物質の



量はその化学當量に正比例する。

これをファラデーの定律といふ。今  $C$  アンペアの電流を  $t$  秒間通ずる時、極に析出する物質の量を  $m$  瓦とすると、上の定律によつて次の関係がある。

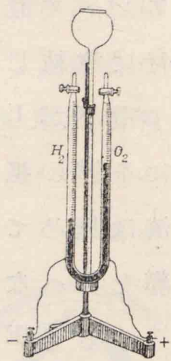
$$m = kct$$

$k$  は物質について一定せる値であつて、1 アンペアの電流を1秒間通ずる際析出する物質の量を示す。これをその物質の電気化学當量といふ。

問 實驗によると、銀の電気化学當量は0.001118瓦である。然らば0.2アンペアの電流が40秒間に析出する酸素の量は何程か。但し銀の化学當量<sup>(1)</sup>は108、酸素は8とする。

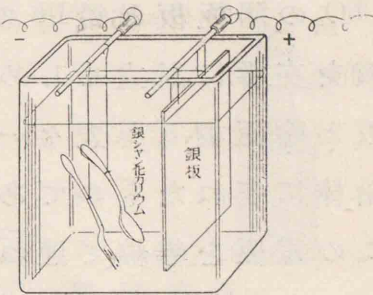
2. 電解の應用 電気分解を應用して金屬の表面を金・銀・銅の如き他の金屬で覆ふことが出来る。これを電鍍術といふ。また蠟・石膏等

(1) 銀の原子量は108、原子價は1、故にその化学當量は108である。



[129] 水の電解  
析出する水素と酸素との重量比は 1.008:8  
即ち化学當量の比である。

の如きもので木版・彫刻等の型をとり、その表面に石墨末を塗り、これに電解を應用して金屬を附着させるのを電鑄術といふ。

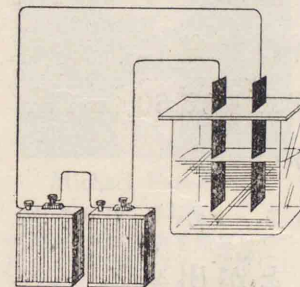


[130] 銀鍍法

匙を陰極とし銀板を陽極として銀シアン化カリウムの液中に對立させる。

この外電解は電気版・金屬の電気冶金・電気精鍊等に應用される。

3. 蓄電池 蓄電池は電解を應用した装置で、二次電池ともいふ。



[131] 蓄電池の原理  
蓄電池の充電と放電を示す。

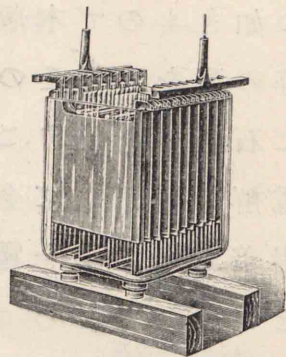
を分極電流といふ。

蓄電池は上の原理を應用したもので、丈夫な硝子器中に稀硫酸を入れ、その中に二酸化鉛

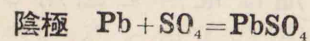
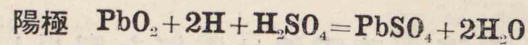
稀硫酸中に二枚の鉛板を對立し、これ等を電池に接続して電流を送通し、暫くの後電池をとり去り、兩板を電流計に連結すると電流は前と反對の方向に流れる。この電流は一種の分極作用に基づくもので、これ



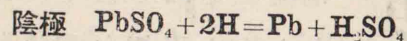
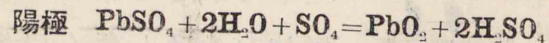
PbO<sub>2</sub>の陽極板と、鉛Pbの陰極板を交番に對立せしめ、陽極板と陰極板とを夫々一つの鉛棒に連ねたものである。この電極を導線で連ねると電流が起り、兩極は次第に硫酸鉛に變つてその電動力が減る。これを蓄電池の放電といふ。



[132] 蓄電池の外観



次に電池の陽極から電流を送通すると、次式の反應を起して、兩極は再び舊の状態に復する。

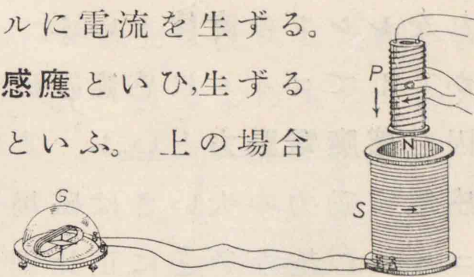


この操作を蓄電池の充電といふ。かくして蓄電池は繰り返して使用することが出来る。

### 第六章 感應電流

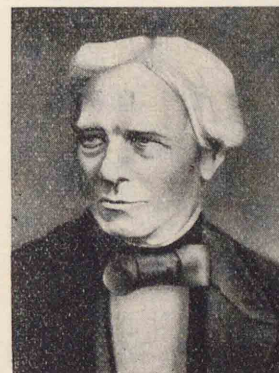
1. 感應電流 磁石又は電流の通ぜるコイルPをコイルSに出し入れすると、磁場の變化

のある間Sコイルに電流を生ずる。この現象を電磁感應といひ、生ずる電流を感應電流といふ。上の場合コイルPを一次コイル、Sを二次コイルといふ。



[133] 電磁感應  
コイルS内にコイルPを挿入する場合と、引出す場合とは、コイルに生ずる電流の方向が反對である。

而してコイル

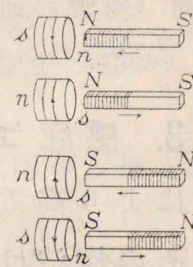


Michael Faraday  
(1791—1876)

英國人、電磁感應を發見して始めて發電機を作り、電解に關するファラデーの定律を發見した。

S内に磁力線が増す場合と、減る場合とで感應電流は[134]圖に示す如くその方向を異にし、コイルに磁極を近づける時は、感應電流が矢で示す方向に生じて、磁石に近い端に同名の磁極を生ずる。反對に磁石を遠ざけると、近い

端に異名の磁極を生ずる。即ち感應電流はその原因である磁場の變化を妨げんとする方向に起る。



[134]  
感應電流の方向



これをレンツの定律といふ。

かくしてコイルに感應電流を流さうとする原因を**感應電動力**といふ。實驗の結果によると、感應電動力の大きさは磁場の變化する割合とコイルの捲き數とに正比例する。

**2. 自己感應と相互感應** 感應電流は磁場の變化によつて誘起するものであるから、一つのコイルの電流が變化する時は、そのコイル自身にも亦感應電流を誘起するものである。これを**自己感應**といひ、前の場合の如く、他のコイルに感應電流を誘起することを**相互感應**といふ。

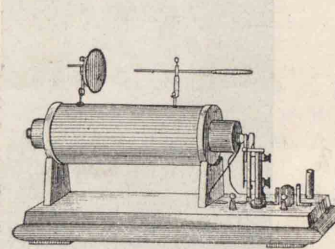
一つの導線に電流を通ずる時は自己感應によつて主電流を弱め、電流を斷つ時は主電流を強めることになる。

**問** 電流の通ずるコイルの輪道を開く時、その間に火花を生ずるのは何故か。

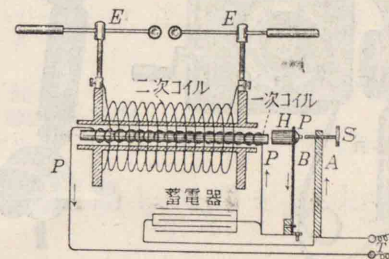
**3. 感應コイル** 感應コイルは電磁感應の理により高電壓の電流を得る機械である。

その構造は圖の如く多くの軟鐵線を一束とした鐵心に稍、太い被覆銅線を捲いて一次コイ

ルとなし、その上に絶縁を完全にした細い銅線を澤山捲いて二次コイルとしたものである。



[135] 感應コイルの外観



[136] 感應コイルの構造

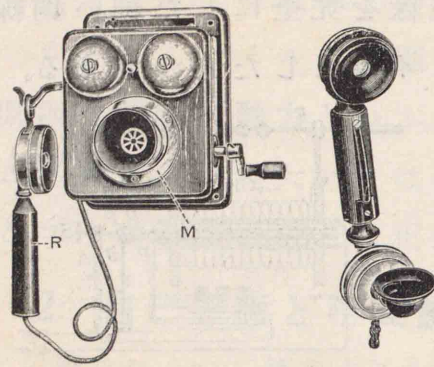
電源から一次コイルに電流を送ると、その輪道は軟鐵片HとネヂSとによつて開閉され、その度毎に二次コイルに大なる感應電動力を生ずる。それ故に兩極を近づけると火花を發する。而して二次コイルに生ずる感應電動力は、自己感應の結果一次コイルの輪道を開ける場合よりも、開く場合の方が遙かに大である。

**問 1.** [136] 圖に見る如く、感應コイルには蓄電器が取りつけてある。何故か。

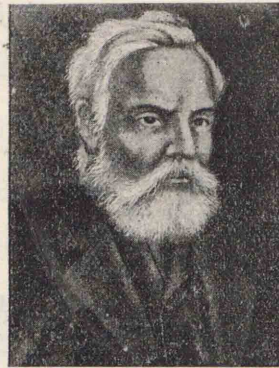
**2.** 感應コイルから得る電流と電池から得る電流とを比較せよ。

**4. 電話機** 電話機は送話機と受話機を連ね、電流を應用して通話する装置である。





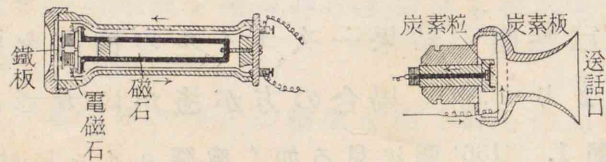
[137] 電話機



Bell (1847—1922)  
米人、電話機を發明する。

送話機は炭素の箱に多數の炭素粒を入れ炭素板で軽く抑へたものである。送話機に電流を送り、送話口に向つて音聲を發すると、振動板はこれに應じて振動し後方の炭素粒を壓して、

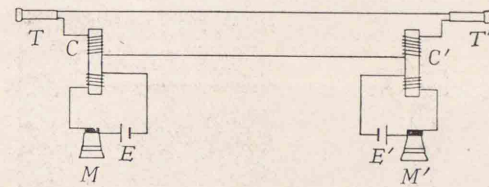
その接觸部に變化を來し、電



[138] 送話機と受話機

流に強弱が起る。この電流は架空線を経て受話機に達する。

受話機は永久磁石の先端に電磁石を取りつけ、その前に薄い鐵板を支へたものである。



[139] 電話機の連結  
通話する時の連絡を示す。M・M'は送話機、T・T'は受話機、C・C'は鐵心に捲いたコイル。

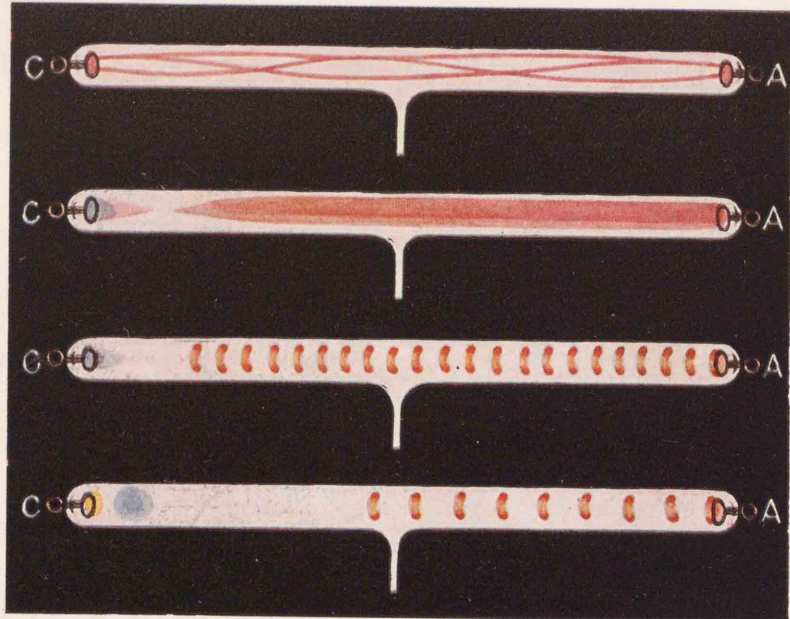
受話機では送話機から來る電流の變化に應じて永久磁石が鐵板を引く度合を異にするから、その鐵板が振動して音を發生する。

### 第七章 眞空放電 放射能

1. 眞空放電 常壓の空氣中で二電極間に放電を行ふには、高い電壓を要するが、比較的稀薄な氣體中では容易に行はれる。されど餘り稀薄になると放電が再び困難となる。

放電管の兩極を應應コイルに連ね、管内の氣壓を次第に減じて放電を行ふ時は次のやうな現象を認める。管内が常氣壓に近い時は火花は紐狀をなすが、漸次太さを増し、遂に管内が氣體に特有な色光を以て蔽はれるに至る。壓力が或る程度に減ずると管内に暗黒部を生じ、光輝部は數多の層に分れて鱗片狀をなす。この程度の眞空管を總稱してガイスレル管といふ。





[140] 硝子管内の放電の有様

- 1. 管内の氣體を僅かに除去した場合.
- 2. 管内の氣體の壓力が2—1耗程度の場合.
- 3. 管内の氣體の壓力が1耗以下の場合.
- 4. 更に管内の氣體を稀薄にした場合.



[141] 放電現象の應用

橙赤色はネオン，黄色はヘリウムの如き氣體，綠色は綠色の硝子，青色はネオンと少量の水銀を用いたものの發する色である。

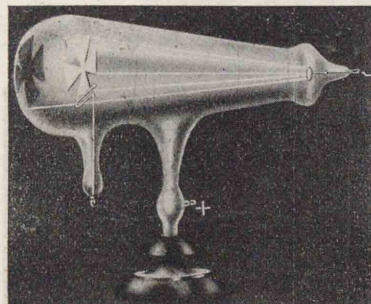
ガイスレル管の放電現象は特種照明・ガスの性質を検べる等に用ひられる。

2. 陰極線 ガイスレル管の壓力を減じて0.01耗乃至0.001耗以下に至らしめると管内は全く暗黒となり陰極に面する管壁から青綠色の螢光を發するに至る。この程度の真空管をクルックス管といふ。クルックス管の陰極



Crookes (1832—1919)

ロンドンに生れ、1916年スペクトル分析によつて新元素タリウムを發見し、クルックス管により陰極線を明かにし又輻射計を發明した。



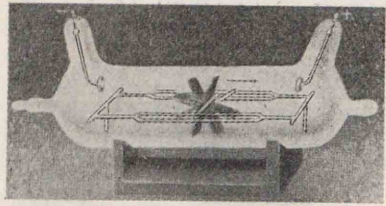
[142] 陰極線の作用 1

からは陰電氣を帯びた微粒子が射出する。これを電子といひかかる電子の流れを陰極線といふ。陰極に

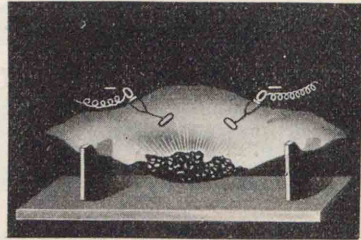
面する管壁が螢光を發するのは陰極線の衝突に基づく。豫め管内に金屬板を立て、置くと、

(1) (150頁を参照せよ)





[143] 陰極線の作用2

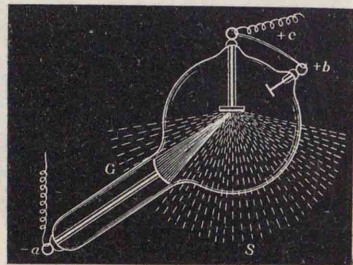


[144] 陰極線の作用3

管壁に板の影を現はすのは直進する陰極線が金属板で遮られるからである。この外陰極線は大きな速度で物體に衝突して壓力を呈し熱を發生し、又電場及び磁場の影響を受ける。

**3. X線** クルックス管内に於て陰極線が管壁又は管内の金属の面に衝突する時は、そこから一種の放射線を射出する。これをX線又はレントゲン線といふ。

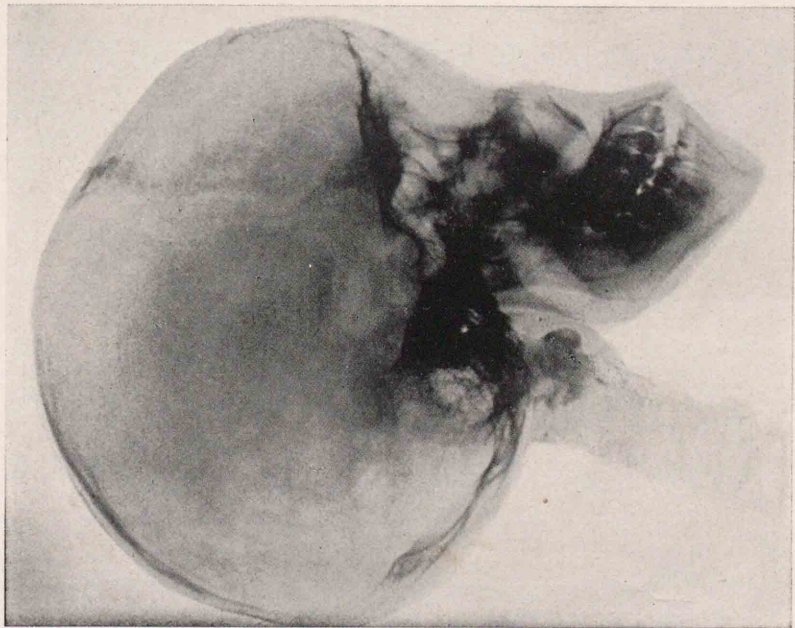
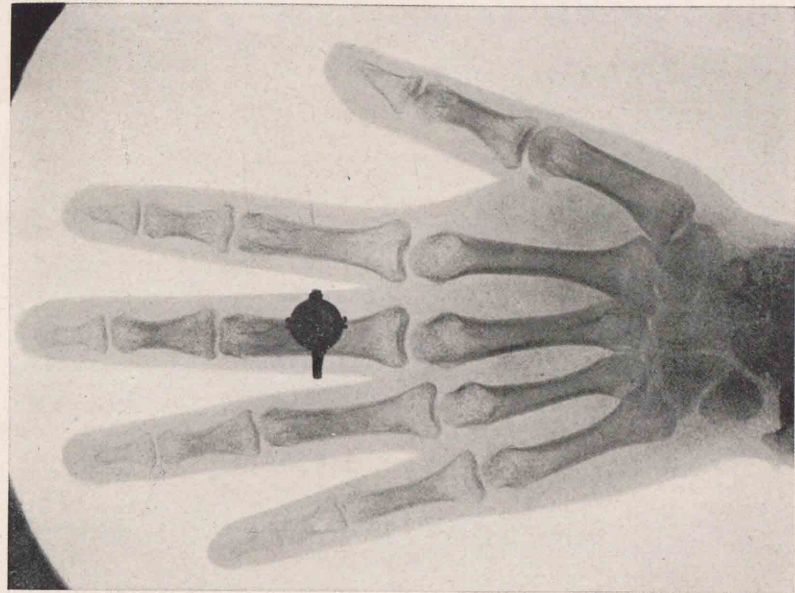
圖はX線發生用の真空管で、陰極Gは凹形のアルミニウム板より成りこれに對して白金またはタンガステンの對陰極板を置



[145] X線管とX線

く。管の兩極を電源に連ねる時は、電子が陰極板から射出し、大きな速度を以て對陰極板に衝突し其處

X線の應用



東京帝國大學附屬病院眞鍋内科日野壽一氏の撮影



から盛んに X 線を射出する。

X 線は肉眼に感じないが、  
寫真乾板及び螢光體<sup>(1)</sup>に作用し、  
氣體を電離してこれに傳導性を與へ、  
又透過性が強く、木・竹・紙・布・  
筋肉の如き光線に對して不透明な物質をも透過する。



Röntgen (1845—1923)  
獨逸人、1895年 X 線を  
發見した。

X 線を物體に當て後方に**螢光板**を置くと、その上に濃淡の影を認める。X 線は身體内部を透視し、特殊の疾病の治療に供する等醫術に賞用せられる外、學術の研究に應用せられる。

**4. 放射能** ベクレルはウラン及びその化合物が或る種の放射線を出すことを發見した。ウランの外、トリウム及びラヂウムの如き元素も放射線を射出する。物質が放射線を出す性質を**放射能**といひ、この性質を有する物質を**放射性物質**といふ。諸物質中放射能の最も著しいものはラヂウムで、その放射能はウラニウム

(1) 白金シヤン化バリウムを塗つた螢光板に作用する。



の百萬倍以上であるといふ。

ラヂウムの放射線には  $\alpha$  線・ $\beta$  線・ $\gamma$  線の三種がある。  
 $\alpha$  線は陽電氣を帯んだヘリウム原子の流れで、その速度が頗る大である。X線の如く寫眞乾板・螢光體に作用し、且つ氣體を電離するが、物體を透過する



Becquerel (1852—1908)

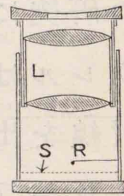
佛人。1896年ウラニウム元素の放射能を發見し、その他燐光の吸收等について研究する所が多い。

作用は弱い。 $\beta$  線は陰極線よりも更に速度の大なる電

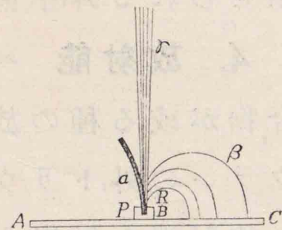


Curie (1867—1934)

佛國の物理學者。新元素ラヂウム、ポロニウムを發見した。



[146] スピンサリ スコープ<sup>(3)</sup>



[147] 磁場により彎曲せる三種の放射線

(1)  $1.51 \times 10^9$  秒種乃至  $2.22 \times 10^9$  秒種 (2)  $1.56 \times 10^{10}$  秒種  
(3)  $\alpha$  線の螢光作用を見る装置である。Sは硫化亜鉛を塗つた板を示し、Rは針端に附けたラヂウム化合物の微量である。レンズLを透して望むと $\alpha$ 線の微粒子が硫化亜鉛に當り、星のやうに光の明滅するのを見る。

子の流れである。その透過度は  $\alpha$  線に勝り、寫眞作用及び螢光作用も著しい。 $\gamma$  線はX線に類似せるもので、氣體の電離・寫眞及び螢光作用を呈する。而してその透過度は  $\alpha$  線及び  $\beta$  線に比べて著しく大である。

5. 物質の構造 眞空放電・放射線等の研究は特質構造の考を根本的に變へた。即ち原子は不可分と考へられてゐたが、かかる原子も更に複雑な構造を有することが分り、すべて物質原子は陽電氣を帯びた原子核と、その周りに一定の軌道を描いて運行する若干の電子<sup>(1)</sup>から成ると考へられるに至つた。

研究の結果によると、水素原子はその構造が最も簡單で陽電氣1素量をもつ原子核とその周りを運行する1電子から成るもので、水素の原子核をプロトンといふ。その他の元素の原子核は幾個かのプロトンと若干箇の電子(核内電子といふ)とから成るが、プロトンの數が多いため、全體として原子核は陽電氣を帯びてゐる。そして原子は通常電氣的に中性なる故、核をとり巻く全體の電子(核外電子といふ)

(1) 電子は一定の負電氣を帯び、その量はいかなる物質の電子にも何等の區別がない。それ故この電氣量及びこれに等しい正電氣量を電氣量を測る單位に選びそれを電氣素量といふ。



の負電氣量は正に陽核の帯べる陽電氣量に等しいと考へられてゐる。

尙諸元素の中性原子のもつ核外電子の数は元素週期表に於ける**原子番號**に等しく、電子の数の増すと共に原子の構造の複雑となることなどが考へられてゐる。

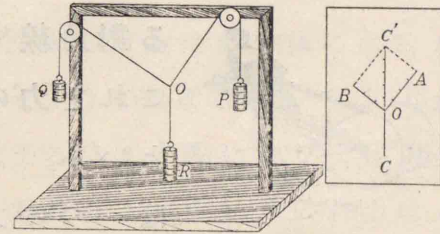
## 第六編 力及び運動

### 第一章 力の釣合

#### 1. 力の合成と分解

三本の糸をO點に結び、P, Q, Rの三つの分銅を圖の如く懸けると三力は互に釣合ふ。次に紙上

に糸の方向を寫しその上に $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$ ,  $\overline{OC}$ を各力に比例してとり、P, Q, 二力の代表線 $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$ を二



[148] 三力の釣合

邊とする平行四邊形の對角線 $\overline{OC'}$ を作ると、 $\overline{OC}$ は $\overline{OC'}$ に等しく、且つその向きが相反する。



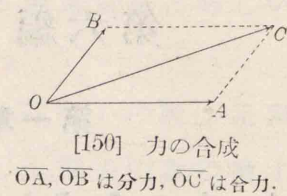
[149] 數力の合力

P, Q 二力の代りに線分 $\overline{OC'}$ によつて表はされる力を加へても力Rと釣合はすことが出来る。即ち $\overline{OC'}$ にて示す力はP, Q 二力と同一の効果を表はす。

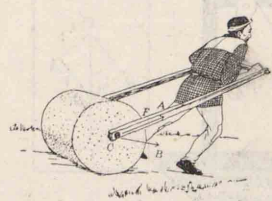
この場合、力 $\overline{OC'}$ を二つの力P, Qの**合力**といひ、



P, Q を夫々  $\overline{OC}$  の分力といふ。合力を求めることを力の合成といひ、分力を求めることを力の分解といふ。



一點に作用する二力の合力はこれを示す二線分を二邊とする平行四邊形のその點を過



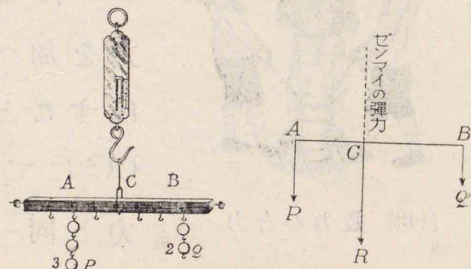
[151] 力の分解

る對角線で示される。これを力の平行四邊形の法といふ。この法を應用すれば一つの力を二力に分解することも出来る。

問 [151] 圖のローラーを前進せしめる力を求めよ。但し人の引く力は60斤、角ACBは60°とする。

### 2. 平行力の合成

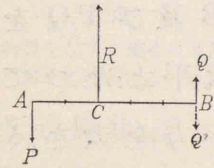
一様な棒の中央Cをゼンマイ秤に懸けその兩側に錘P, Qを吊るして棒を水平にし、錘によるゼンマイの伸びを見るに、その伸びは錘P, Q



[152] 平行力の合成

を點Cに懸けた場合と相等しい。而して棒が水平となる時には常に  $P \cdot \overline{CA} = Q \cdot \overline{CB}$  の關係がある。

上の實驗により平行力P, Qの合力Rは、C點に作用し、二力の和に等しく、それ等と同じ向きであることが分る。而して合力Rの着力點Cは  $P \cdot \overline{CA} = Q \cdot \overline{CB}$  なるやうAB間を分つ點である。

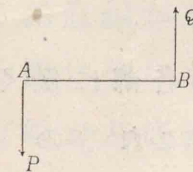


[153] 異方向の平行力の合成

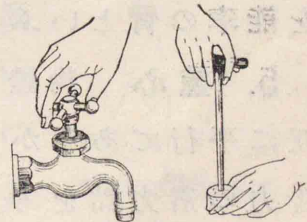
また上の實驗に於て、棒の二點A, Cに向きの反對なる平行力P, Rが作用する時は、B點に力Qを作用せしめて釣合ふから、P, Rの合力は、大きな力Rと同じ向きで、その大きさは  $(R-P)$  に等しい。着力點Bは  $P \cdot \overline{BA} = R \cdot \overline{BU}$  なる關係が成立する點である。

### 3. 偶力

時計のゼンマイを捲き、錐で孔を穿つ時等は、大いさの等しい向きの反對な二つの平行力が働く。



[154] 偶力



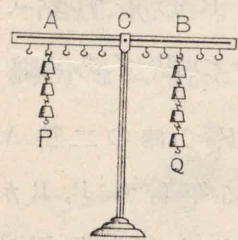
[155] 偶力の利用

かゝる一組の力を偶力といふ。偶力が働く時は、物體は全體と



して移動することなく、その位置にあつて廻轉する。

4. 力の能率 一樣な棒を中央Cで支へて水平にし、棒の一方Aにのみ錘Pを吊すと棒は



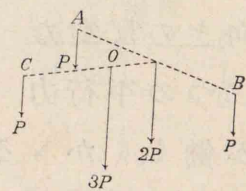
[156]

力の能率

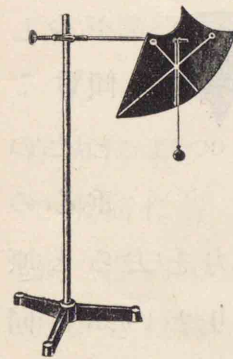
と棒はその方に廻る。それ故に物體を廻轉する力の効果は、力の大きさと、支點から力の作用する方向線に下した垂線の長さとの積に關係することを知らる。この値を支點に關する力の能率といひ、この垂線の長さを能率の臂といふ。

5. 重心 物體の各部に働く重力は鉛直で互に平行であるから、これ等の

合力の着力點を考へることが出来る。この點をその物體の重心といふ。重心は物體につ



[157] 重心



[158]

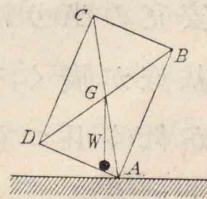
物體を吊すと重心は支點の直下に来る。

いて一定せる點で、物體の全重量はこの點に働くと見做すことが出来る。それ故、物體を糸で吊すと重心は糸を含む鉛直線上来る。故に物體を任意の二點で別々に吊り、二方向の交點を求めると、それが物體の重心である。各部の密度が一

様で規則正しい形の物體の重心は幾何學的に求められる。

問 水平に置かれた各部の厚さが一樣な不等邊四角形の鐵板がある。この板の重心を求める方法を述べよ。

6. 物體の坐り 物體を机上に置く場合、物體の重心を通る鉛直線が基底内にある時は、物體は倒れない。

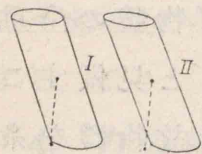


[159] 物體の坐り 重心通過の鉛直線が基底内にある時は物體は倒れない。

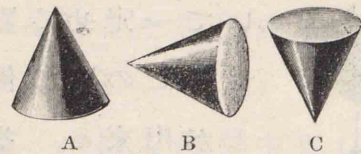
重心を通る鉛直線が基底外に出ると物體は重力の能率によつて倒れる。

[161] 圖Aの如く置いた物體





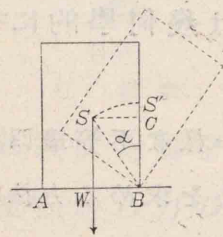
[160] 傾斜體  
I は倒れない。  
II は倒れる。



[161] 三種の坐り

を少し傾けると、その重心の

位置が高くなり、力を去ると原位置に復する。これを**安定の坐り**といふ。同じ圓錐體が B の位置をとる時は、これを動かすも重心の高さに變りなく、常に隨處に止まる。



[162] 安定度

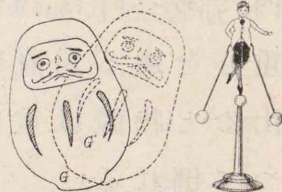
これを**中立の坐り**といふ。次に C の位置をとる時は、これを少し傾けても重心が益々降つて終に倒れる。これを**不安定の坐り**といふ。



[163]

荷物を擔ぐ人

安定の坐りにある物體の**安定度**は、基底が廣く、その重心の位置が低く、且つ重さが大きい程大である。



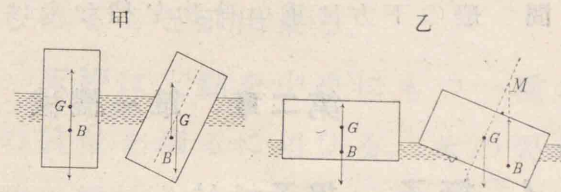
[164] 倒れ難いものの例

問 [164] 圖に示すやうなものは容易に倒れない。その理

を説明せよ。

### 7. 浮體の釣合 船のやうな浮體は水の

浮力によつて水面に浮ぶ。浮力の大きさは浮體が排除す

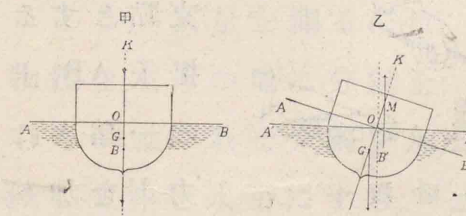


[165] 浮體の釣合

甲 不安定の釣合 乙 安定の釣合

る水の重さに等しく、その着力點は排除せらるべき水の重心と見做すことが出来る。この點を**浮力の中心**といふ。

船が釣合ふ場合は、[166] 圖甲の如く船の重心



[166] 船の釣合

G と浮力の中心 B とが同一鉛直線上にある。船が傾くと、重心 G の位置は變らないが、排除される水がその位置及び形を變へるため、浮力の中心が B から B' に移り、重力と浮力は偶力をなして船は舊位置に復する。乙の場合の如く GK 線と、B' を通る鉛直線の交點 M 即ち**傾心**が G よ

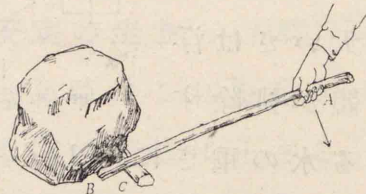


り上にある時は船は安定であるが、傾心 M が G の下に来る時は船は顛覆する。

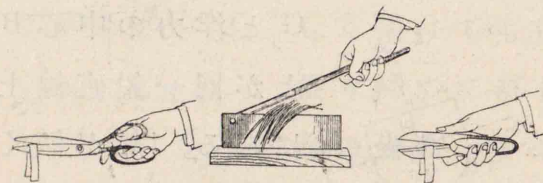
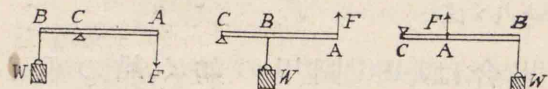
問 船の下方に重い荷物を積むのは何故か。

### 第二章 単一機械

1. 挺子 挺子には力の働く二つの點が支點の兩側にある場合と支點の同じ側にある場



[167] 挺子



[168] 挺子の種類

合とがある。今一點 C を支點とする挺子 AB 上の一點 A に力 F を加へ、他の點 B に物體 W を吊したとすれば次の關係がある時、力と重さとが釣合ふ。



[169] 挺子の例

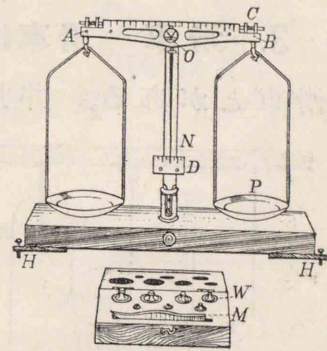
$$F \cdot \overline{CA} = W \cdot \overline{CB}$$

これを挺子の理といふ。挺子に於て臂  $\overline{CA}$ ,  $\overline{CB}$

の比を適當に選ぶと小さな力を加へて大きな力を現はし、または緩かな運動によつて急速な運動を生ぜしめることが出来る。

2. 天秤 天秤は支點を中央にもつ一種の挺子で物體の質量を測るに用ひる。その要部

は軽くして撓み難い金屬の桿の中央に鋼の双を附け、これを支柱の頭部にある瑪瑙または鋼の板上に支へたもので、桿の兩端には質量の等しい皿が吊してある。質量を測るには物體を左方の皿に、分銅を右方の皿に載せ、分銅を加減して桿を水平にする。この時の物體の質量は分銅の質量に等しいから、分銅を検べて物體の質量を知る。



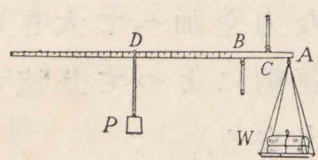
[170] 天秤

AB 桿, O 支點, N 指針, D 目盛盤, C 桿を水平にするネジ, H 支柱を鉛直にするネジ。

質量を測るには物體を左方の皿に、分銅を右方の皿に載せ、分銅を加減して桿を水平にする。この時の物體の質量は分銅の質量に等しいから、分銅を検べて物體の質量を知る。

さをはかり 桿秤 桿秤は桿の端に皿を下げ、その端に近く取り緒をつけて手で持つやうにし、紐のついた分銅を桿に沿つて動かし得るやうにしたもので、皿だけの

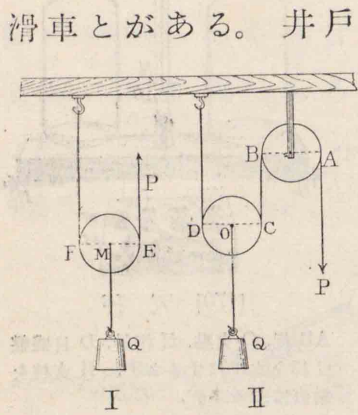




[171] 桿秤

時、分銅 P を目盛の零點に懸け、取り緒で吊りさげると桿は水平になる。質量を測るには物体を皿に載せ分銅の位置を變へて桿を水平にし、分銅の懸つてゐる位置の目盛を讀んで物の質量を知る。

### 3. 滑車 滑車には定滑車と動滑車とがある。

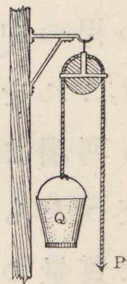


[173]

(I) 動滑車

(II) 動滑車と定滑車の組合せ

井戸車の如く軸が固定したものを定滑車といふ。定滑車を用ひる時は、力の働く方向を變へ得るだけで力を利用することはない。また滑車の軸 M に物体を懸け、綱の一端を固定し、他端を引いて物体を上げ得るやうにしたものを動滑車といふ。[173] 圖 (I) の如き動滑車では物体が二本の綱で支へられるから、物体の重さの 2 分の 1 の力で一本の

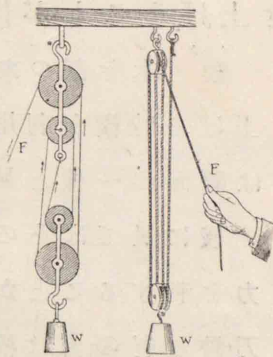


[172] 定滑車

綱を引くと物体を支へることが出来る。

綱を引くと物体を支へることが出来る。

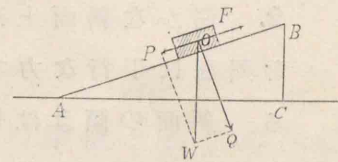
數箇の定滑車と同數の動滑車とより成る複滑車(セミ)を用ひると、小さな力で重い物体を上げることが出来る。



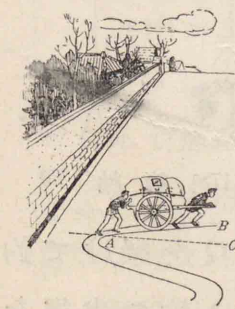
[174] 複滑車

### 4. 斜面 滑かな斜面 AB

上の物体を引き上げる場合を考へるために、その物体の重さ W を斜面に平行な分力 P と、垂直な分力 Q とに分けると、斜面に沿うて物体を引き下げる力は P である。



[175] 斜面



[176] 坂路をうねつて上る

故に P に打ち勝つ力 F を反対の向きに作用すると、物体を引き上げることが出来る。P の大いさは次式によつて示される。

$$P = W \cdot \frac{BC}{AB}$$

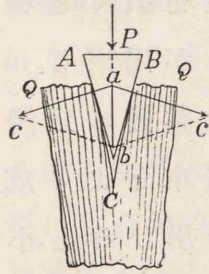
故に斜面を用ひると物体の重さより小さな力でこれを引



き上げることが出来る。

楔くさび 木を割つたり重いものを上げる時楔が利用される。これは斜面の一種と見做される。

楔に於てはその角の小さい程力を利することが大である。小刀・鋏などの刃は楔の應用である。



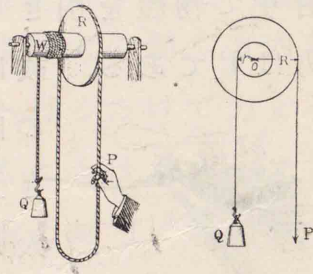
[177] 楔の利用

問 1. 急な坂を荷車を引いて上る時左右にうねるのは何故か。

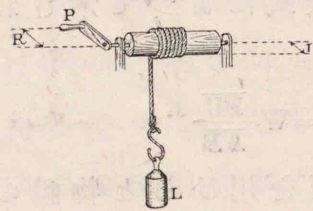
2. 滑かな斜面上に重さWの物體がある。これを斜面に平行な力で支へるのに  $\frac{1}{2}W$  の力を要する。斜面の傾きは何程か。

5. 輪軸 [178]圖の如く

輪と軸とを組合せたものを輪軸といふ。輪と軸とに反對の向きに綱を捲き輪



[178] 輪軸



[179] 捲揚機

に力P, 軸に重さQを懸けて釣合ふ場合、軸と輪の半径を夫々r及びRとすれば次

の関係がある。

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

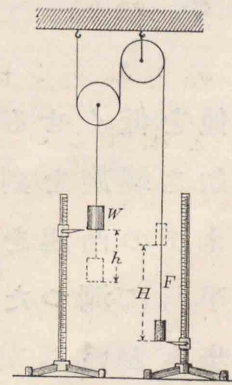
それ故にrを小にしRを大にする程力を利することが多い。捲揚機は輪軸の應用である。

6. 仕事 物體Aが物體Bに力を加へBを力の方向に或る距離だけ動かすと、力または物體AはBに仕事をしたといふ。仕事の大きさWは力の大きさfと物體が力の方向に動いた距離sとの積で表はす。

$$W = f \cdot s$$

従つて仕事の單位は力の單位と長さの單位とで表はされ、その重力單位には**呎米**及び**呎ポンド**<sup>(1)</sup>等がある。

今圖の如き動滑車の軸に物體Wを吊り、綱の一端に力Fを作用せしめて釣合つたとするとFは  $\frac{W}{2}$  である。而して綱をH(2h)だけ引き下げると、物體Wはhだけ引き上げられるから、力が滑車にな



[180] 仕事の原理を示す

(1) 仕事の單位には重力單位の外絶対單位(131頁参照)がある。

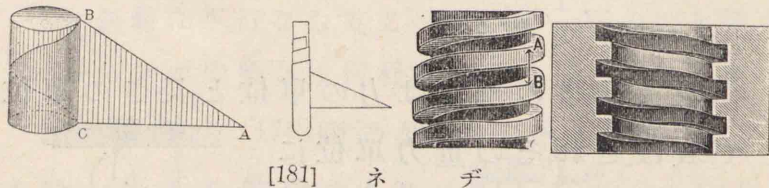


した仕事と滑車が物體になした仕事とは相等しいことを知る。

種々の單一機械について見るに機械が物體になす仕事は常に外から機械になされた仕事に等しい。即ち

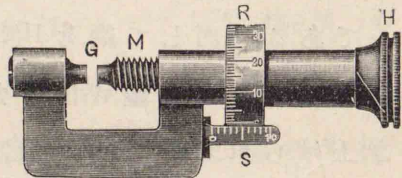
機械によつて仕事を増減する事は出来ない。これを仕事の原理といふ。

7. ネヂ ネヂは圓柱に斜面を捲いたものと見做される。螺旋に沿つてその部分を高く



[181] ネヂ

し他を低くせるものを雄ネヂ、圓筒の内側に上の如き螺旋を刻み込んだものを雌ネヂといふ。雄ネヂの凸起を山といひ、山から次の山まで軸に平行に測つた距離を歩みといふ。雄ネヂを雌ネヂに嵌めて一廻轉するとその歩

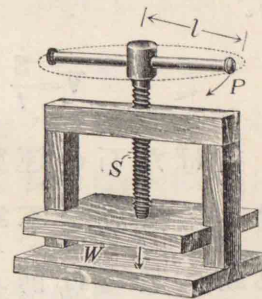


[182] 螺旋尺

みだけ進退する。

ネヂは微細な運動をなさせる場合、又は大きな力を得る場合等に用ひる。螺旋尺・壓搾器はその應用の例である。

[183] 圖の如き壓搾器に於て柄の長さを  $l$ 、歩みを  $S$  とし、柄に直角に加へる力を  $P$  とすると、一廻轉の間に外から壓搾器になす仕事は  $2\pi l \cdot P$  である。壓搾器が物體に加へる力を  $W$  とす



[183] 壓搾器

ると、柄が一廻轉する間に物體になす仕事は  $W \cdot S$  である。故に

$$W \cdot S = 2\pi l \cdot P \quad P = \frac{W \cdot S}{2\pi l}$$

なる関係がある。よつて歩み  $S$  を小さくし、柄の長さ  $l$  を大きくする程力を利することが多い。

### 第三章 運動

1. 運動及び速度 物體が位置を變へることを運動といひ、單位時間に通過する距離をその速さといふ。速さと方向とを併せ考へる時



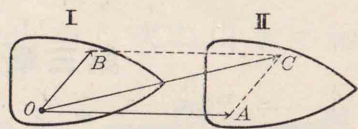
はこれを**速度**といふ。物体が速さと方向の一定せる**等速度運動**をなし、時間  $t$  の間に距離  $S$  だけ通過する時は、その速さ  $V$  は次式で示される。

$$V = \frac{S}{t} \quad \text{即ち} \quad S = Vt$$

投げた石の運動のやうに速さまたは方向を變へる運動を**不等速度運動**といふ。不等速度運動に於ては前式の  $V$  はその時間内の**平均の速さ**を與へる。

**2. 運動の合成と分解** 船が  $\overline{OA}$  なる等速度運動をなすと同時に、人が船の上で  $\overline{OB}$  なる等速度運動をなす時は、人は河に對して  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$  を二邊とする平行四邊形の對角線  $\overline{OC}$  に相當する等速度運動をなす。 $\overline{OC}$  を  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$  の**合運動**といひ、 $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$  を  $\overline{OC}$  の**分運動**といふ。

上の場合  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$  を船及び人の速度とすると、 $\overline{OC}$  はこの兩速度の**合速度**にして、 $\overline{OA}$ ,  $\overline{OB}$  は  $\overline{OC}$  の**分速度**である。



[184] 運動の合成

運動及び速度は力と同様に平行四邊形の法によつて合成または分解することが出来る。

問 風がないのに進行する汽車中の人窓外の雨の線を斜めに見るのは如何なる理によるか。

**3. 加速度** 静止せる汽車が停車場を去つて一秒の後20秒糶の速度となり、2秒の後40秒糶、3秒の後60秒糶の速度となる時は、1秒毎に起る速度の變化は20秒糶である。かやうに單位時間毎に起る速度の變化を**加速度**といふ。

加速度は時間の單位と速度の單位を併せ用ひて表はす。上記の汽車の運動に於て加速度は毎秒20秒糶或は20秒々糶であるといふ。

問 速度5秒米の自動車2秒の後10秒米となつた。加速度は何程か。

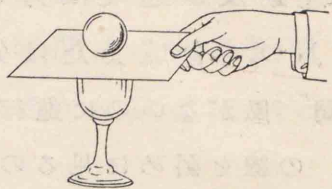
#### 第四章 運動の定律

**1. 運動の第一定律** [185]圖の如く球を紙に載せ、その紙を急に引くと球は瓶の中に落ちる。その球を床上に轉がすとその運動を續けようとする。これは物体に**慣性**があるからで、



即ち

外力が作用しない間は  
 静止する物體は常に  
 静止し、運動する物  
 體は同一の速度で進  
 行する。



[185] 慣性の實驗

急に紙を引くと球は瓶の中に落ちる。

これを運動の第一定律又は慣性の定律といふ。

問 慣性を利用する二、三の例をあげよ。

**2. 運動の第二定律** 物體に力が續いて作用する時は、その方向に次第に速度を増す。この速度の増す割合即ち加速度は力の大きさのみならず、物體の質量にも關係するもので、これに關しては次の定律がある。

物體に力が作用すると、その方向に加速度を生ずる。加速度の大きさは力の大きさに正比例し、物體の質量に反比例する。

これを運動の第二定律といふ。

力は物體に働いて加速度を生ぜしめる作用であるから、生ずる加速度の大きさを測ることが出来る。質量1瓦の物體に作用して1

秒々糧の加速度を生ずる力を**1ダイン**といふ。故に質量  $m$  瓦の物體に作用し、 $a$  秒々糧の加速度を生ずる力を  $f$  ダインとすると次の關係がある。

$$f=ma$$

この力の單位は重力に關係なく定めたもので、これを力の**絕對單位**といふ。

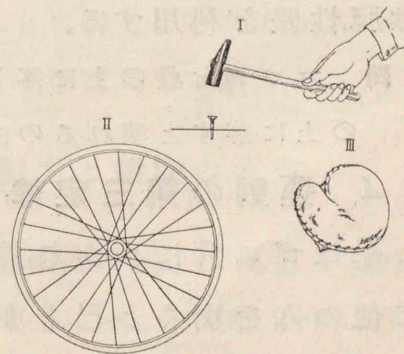
問 毎秒20糧の速度で運動する質量5瓦の物體がある。これに5秒間力が作用して120秒糧の速度となつた。作用した力は幾ダインであるか。

**3. 運動量** 運動體の質量  $m$  とその速度  $v$  との積  $mv$  をその**運動量**といふ。今質量  $m$ 、速度  $v_0$  の運動體に力  $f$  が時間  $t$  だけ作用したために、その速度が  $v$  に増したとすると、加速度  $a$  は

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

で示される。それ故に

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



[186] 撃力の利用と緩和



$$ft = mv - mv_0$$

となる。而して力 $f$ とその作用した時間 $t$ との積を**力積**といふ。よつて上式から力が物體に働く時の運動量の變化はその力積に等しいことが分る。

それ故に大きな運動量をもつ運動體を急に止めてその運動量を零にするには、反對の向きに一定の力積を必要とするから、時間が小さい程その力は大きくなる。

**打撃・衝突**の際に大きな力の現れるのは、上の理によるもので、かやうな場合に現れる力を**撃力**といふ。物體の切斷、棒杭の打ちこみ等には撃力を利用し、またこの撃力を緩和するためには弾性體を利用する。

問 コップを疊の上に落しても破損しないのに石の上に落すと壊れるのは何故か。

4. **運動の第三定律** 手でゴム管を引くと、手はゴム管に引かれ、並んだブランコに乗つて他の人を引くと、己も亦引き寄せられる。かやうにA物體がB物體に力を働かすと、同時に

B物體はA物體に力を及ぼす。その一つを**作用**、他を**反作用**といふ。即ち作用あれば必ず反作用があるもので、

**作用と反作用とは大いさ相等しく、その方向が反對である。**

これを**運動の第三定律**といふ。

二物體が相引き、又は相壓す時は、向きの反對な大いさの等しい力が互に働き、その作用時間が相等しいから、兩物體



[187] 水禽と魚の運動

間に生ずる運動量の變化の大いさは相等しい。

問 質量 20.6 瓦の小銃弾が 760 秒米の初速度にて質量 3.60 珎の小銃から發射せられたとする。發射の際に於ける小銃の後退速度を求めよ。

## 第五章 萬有引力と諸種の運動

1. **萬有引力** 月・地球が一定の軌道を描いて太陽の周圍を運行するのは、各天體間に相引く力があるからである。ニュートンはかゝる



推定のもとに多年研究の結果、次の如き定律を發表した。

宇宙間に存する二物體間の引力は、兩物體の質量の相乗積に正比例し、その距離の自乗に反比例する。

これを萬有引力の定律といひ、かかる引力を萬有引力といふ。

今兩物體の質量を夫々  $M, M'$  としその距離を  $R$  とすると、兩物體間に働く萬有引力  $F$  は次式で示される。

$$F = k \frac{M \cdot M'}{R^2} \quad (1)$$

**2. 重力の加速度** 重力のために落下する速さは質量によつて異なるやうに見えるが、眞空管内で羽毛や金屬片を落下せしめると、何れも同じ速さで落下して、重力による加速度が質量の大小に拘らず一定であることを示す。實

(1)  $k$  は一定にしてこれを萬有引力の恒數といふ。

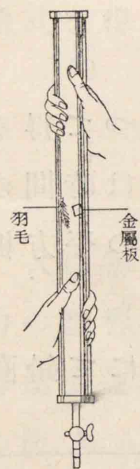


Newton (1642—1727)

英國の大數學者、物理學者、萬有引力の定律、運動の三定律、その他光に關して重要な發見をなし、物理學、數學、天文學上に貢獻する所が多い。

測の結果によると、重力の加速度は略、980 秒々糧である。通常これを  $g$  で表はす。

重力の加速度は 980 秒々糧であるから、質量一瓦の物體に働く重力即ち 1 瓦重は 980 ダインとなる。故に質量  $m$  瓦の物體の重さは  $mg$  ダインである。



[188]

落體の運動

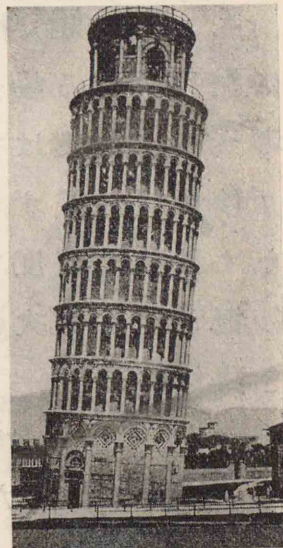
### 3. 落體の運動

靜止せる物體が落下し始めてから  $t$  秒後に得た速度を  $v$  秒糧とすれば、重力の加速度は  $g$  であるから、

$$v = gt \quad (1)$$

又落體の速度の増す割合は常に相等しいから、この時間中の平均速度は  $\frac{gt}{2}$  秒糧である。従つて  $t$  秒間に落下した距離  $s$  糧は、

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



[189] ピサの斜塔

イタリア人ガリレイは同大の空球と實球をピサの斜塔から落して、それ等が同時に地面に達することを實驗した。

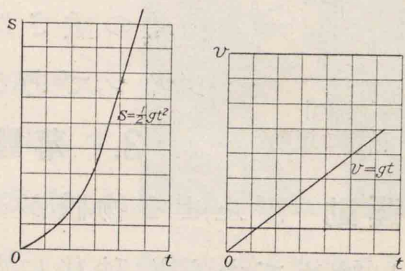


上式(1)及び(2)から  $t$  を消去すると,

$$v^2 = 2gs \quad (3)$$

なる関係がある。即ち自然落下によつて得る速度は時間に正比例し、落下する距離は時間の自乗に正比例し、また速度は落下距離の平方根に正比例する。

**4. 抛射體** 物體を初速度  $v_0$  秒糧にて鉛直に抛げ上げる場合を考へるに、速度は毎秒  $g$  秒糧づつ減ずるから、 $t$  秒後の速度を  $v$  秒糧とすると、次の如き関係がある。



[190] 自然落下に於て物體の得る速度及び落下する距離が時間に對する關係。

$$v = v_0 - gt \quad (4)$$

又  $t$  秒間に昇つた距離を  $s$  糧とすると,

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 \quad (5)$$

上式(4)及び(5)から  $t$  を消去すると,

$$v_0^2 - v^2 = 2gs \quad (6)$$

また物體を初速度  $v_0$  で眞下に抛げる場合はこれと重力の方向が一致するから、次の如き關

係式を得る。

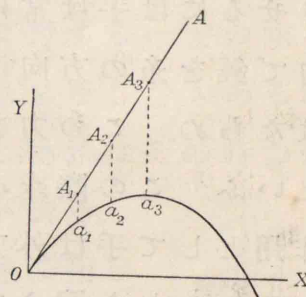
$$v = v_0 + gt \quad (7)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \quad (8)$$

$$v^2 - v_0^2 = 2gs \quad (9)$$

次に物體を初速度  $v_0$  で斜に抛げると、若し重力の影響がないならば、物體は初速度の方向に等速度運動をなし、始めから、1秒、2秒、3秒……

の後、 $A_1, A_2, A_3, \dots$  の如き位置を占める。されど物體は重力によつて下向きの等加速度運動をなすから、實際にはこの二つの合運動をなす。よつて物體が



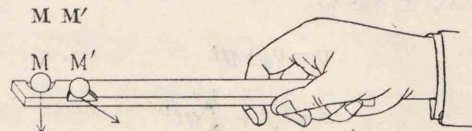
[191] 抛射體の通路

最初から1秒間・2秒間・3秒間に落下する距離を  $A_1, A_2, A_3, \dots$  を基として下方に取り、これ等の値を  $A_1 a_1, A_2 a_2, A_3 a_3, \dots$  とすると、 $a_1, a_2, a_3$  の點は抛射後1秒、2秒3秒の終りに運動體が占める位置で、即ち運動體は  $O a_1 a_2 a_3 \dots$  の如き曲線を描いて進行する。この曲線を**拋物線**といふ。

問 500米の高さの靜止せる飛行船から、水平に 100



秒米の速さで抛  
げた物體は、飛行  
船の真下から何  
程距つた地點に  
落ちるか。

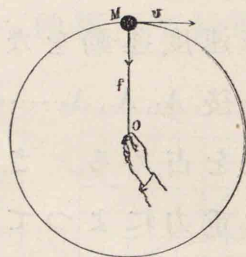


[192]

同處より同時に水平に抛げた球 M' と自然落下する球 M は同時に地面に達する。

5. 圓運動 糸の端に錘を附け他端を持つ

てこれを振り廻し圓運動をさせるには手は常に一定の力で錘を糸の方向に引かねばならぬ。この力を**求心力**といふ。この際求心力の反作用として手は外方に引かれる。これを**遠心力**といふ。



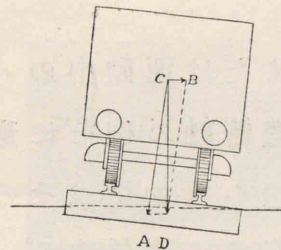
[193] 圓運動

糸の端に錘を結び、他端でこれを振り廻すと、糸は緊張し、手が糸に引かれるのを感じる。

等速圓運動に於ては加速度の大いさが一定であつて、運動體の速さを  $v$ 、圓の半徑を  $r$  とすると加速度  $a$  は、

$$a = \frac{v^2}{r}$$

(1) 等速圓運動では力は常に速度の方向(圓に切線方向)に直角に働く。若し力が速度に直角でないならば速度の方向に分力をもち速さが變つてくるから等速圓運動でなくなる。



[194]

彎曲部を進行する汽車

で示される。而して運動體の質量を  $m$  とすると、上記の如き圓運動に於ては求心力の大いさ  $f$  は

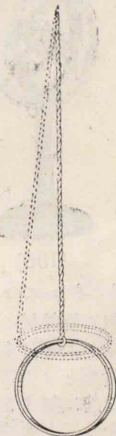
$$f = \frac{mv^2}{r}$$

である。曲線の一部は圓周の一部と見做し得るから、汽車がレールの彎曲部を走る時は、この圓運動に對する一定の求心力を要する。物體が圓運動をなしつゝある時、急に求心力の作用が止むと、物體はその時の速度で圓の切線方向に飛び去る。

洗濯物の乾燥・糖蜜の分離等に用ひる**遠心機**はこの理の應用である。

問 1. 競走場に於てトラックの隅々を皆圓形にして急に折れ曲ることを避けるのは何故か。

2. 木製の圓輪を二條の緒繩に結びこれに十分撚りを掛け、圓輪を吊ると、始めは垂直の位置で廻轉するが、間もなく水平の位置で廻り出す。



[195] 環の運動



この理を説明せよ。

6. 廻轉運動 廻る獨樂または運動中のハズミ車等の各部分は一**定の廻轉軸**の廻りに**廻轉運動**をなしてゐる。廻轉體の運動量はその質量、廻轉體の大きさ、廻轉の速さに關係する。

廻轉するハズミ車はその運動量が大きく、容易に速さを變へ難いから、蒸汽機關、瓦斯機關等の廻轉を均等ならしめるのに用ひる。

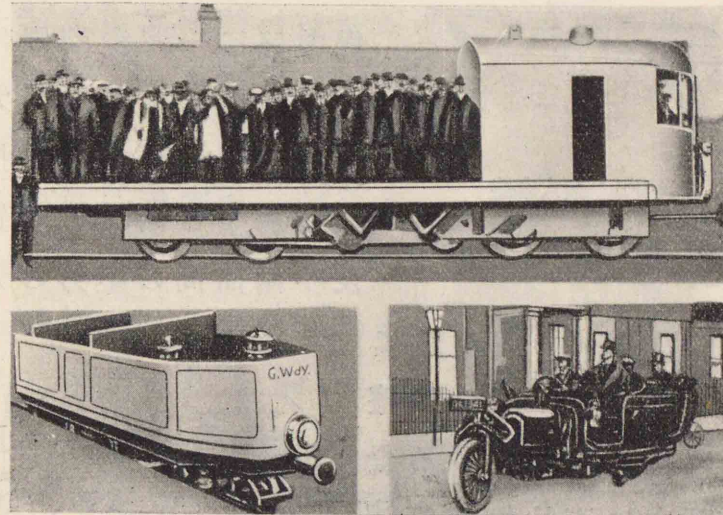
廻轉する物體は常にその廻轉軸の方向を一定に保つ性質がある。廻轉する獨樂が軸の方向を保たうとし、疾走する自轉車が倒れ難いのは皆この理による。



[196]  
ジャイロスコープ  
一組の廻轉軸の一つに質量の大きい金屬製の車輪をとりつけ、これを急速に廻すと、臺を動かしても廻轉軸は一定の方向を保つ。

また銃身・砲身内に螺旋狀の溝を設け、彈丸に廻轉を與へて一定の向きを保たしめ、大きな速さで廻轉するジャイロスコープを單軌鐵道・船舶等の安定装置として用ひるのもこの應用である。

問 廻轉體の求心力は何によつて與へられるか、廻轉體が歪み或は分裂する理如何。



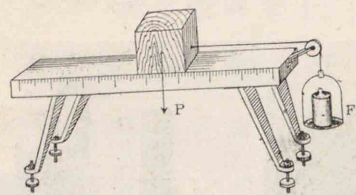
[197] 廻轉體の利用

(上) 1909年に始めて試みられた40人乗の單軌道客車。  
(下) 左 六人乗の小型の單軌道客車。右 自動車。

## 第六章 運動に對する抵抗

1. 摩擦 机上に物體を載せ、これを滑らせようとしても動かないことがある。また動き出しても机と物體との接觸面に運動を妨げる力の働くのを認める。かやうに一物體と他物體との接觸面に運動を妨げる如く働く力を摩擦といふ。摩擦は物體を動かさうとする力と





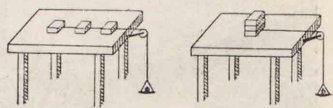
[198] 最大摩擦

物体を水平面上に置き、糸の端を結び、他端は滑車を通じて皿をとりつけ、分銅を増して物体が滑り出す時を見る。

共に増し、これと釣合を保ち、終に一定の際限に達する。この値を**最大摩擦**といふ。最大摩擦は接触する両面の性質及び両面間の圧力の大小

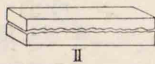
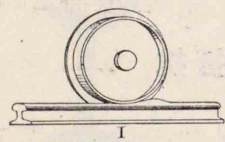
に關係する。實驗によると、

**二物体間の最大摩擦は接触面に於ける全圧力に正比例し、接触面の廣狹には關しない。**



[199] 摩擦の比較

最大摩擦は面の大小に關係なく全圧力に正比例する。



[200]

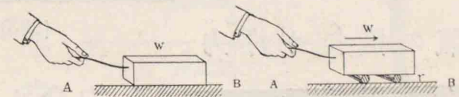
(I) 廻轉摩擦  
(II) 滑り摩擦

これをモランの定律といふ。<sup>(1)</sup>  
物体が面の上を廻轉する時の摩擦を**廻轉摩擦**といひ、これに對して前に述べた摩擦を**滑り摩擦**といふ。廻轉摩擦は滑り摩擦に比べて頗る小である。

(1) 接觸面間の最大摩擦Fと全壓力Pとの比を摩擦係數nといふ。

$$n = \frac{F}{P}$$

重い物体を動かすのにコロを用ひ、自轉車の車軸の周りに鋼の球を入れる等は、廻轉摩擦の小さいことを利用した例である。又滑り摩擦を減らすために、

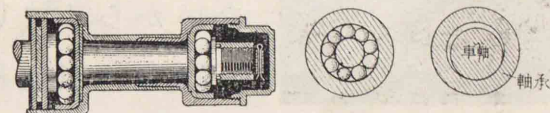


[201] 廻轉摩擦と滑り摩擦

物体Wを面ABの上で動かすのに、物体の下にコロrを置けば細いゴム紐を以て容易に動かすことが出来る。

接觸部に**滑劑**を施すことがある。石墨・油はこの目的に利用される。

これに反して汽車・電車のブレーキ



[202] 自轉車の球軸承

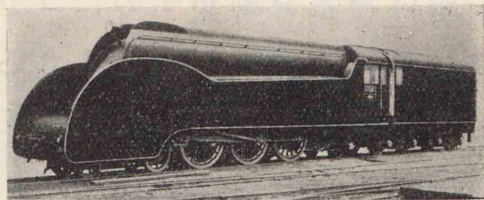
及び運動を傳へるベルトには摩擦を利用する。

**2. 流體の抵抗** 空氣や水の如き流體中を物体が進行する時は、物体は流體に衝突して、これを伴ひ動かす故、運動と反對の向きに力を受ける。これを**流體の抵抗**といふ。その抵抗の大きさは運動方向より見た物体の面積・運動の速さ及び流體の密度等に關係する。<sup>(1)</sup>

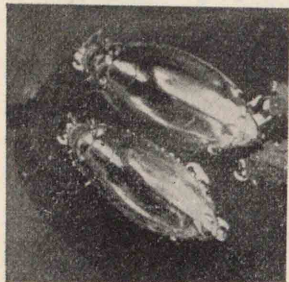
(1) 流體の抵抗は、物体の形にも關係する。飛行機の翼の切口、飛行船の胴體などには所謂流線形が採用されてゐる。



雨滴が地表に近づいて略、等速度で落下するのはその重さが空気の抵抗や浮力



[203] 流線形機関車



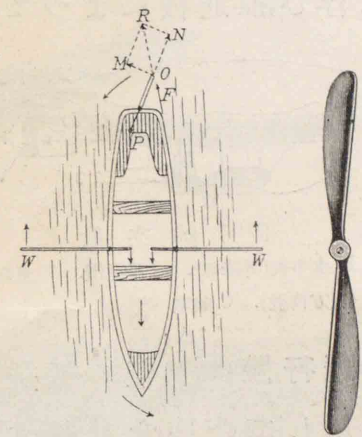
[204] 廓大した水すまし頭部が細く、胴が太く、尾の所で細くなれる自然の流線形。

と釣合ふためである。また物体は細分するに従ひ、その表面積は質量の割には減じないから、小さいもの程重さの割合に表面積が大きく、従つて空気の抵抗が大きくなり空気中に浮遊するに至る。

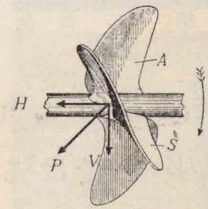
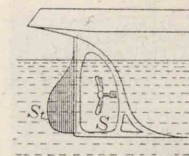
塵埃・煤煙が空気中に浮び、粘土の細粒が水を濁らすのはこの理による。

3. 舵と推進機 船・航空機の舵は流體の抵抗を利用して進路を變へるに用ひる。端艇が水上を進行する際後方の舵を一方に引くと、水は舵の板面に衝突し船首を轉回させる。航空機の方向舵は空気中に於て之に似た働きをなし、水平舵は機の昇降を司る。潜水艦は普通の

舵の外、四枚の水平葉を前後に一對づゝ持ち、艦の潜航中、その前端を上下して或は水面に近づき或は深く潜入し、一定の深さを進航する。推進機は一定の方向に



[205] 舵の作用  
OR 舵に衝突する水力。  
OM 舵に作用して船首を右方に轉回させる。



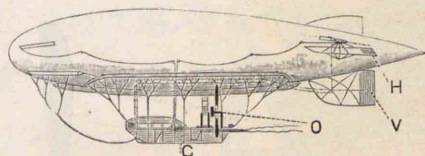
[207] 推進機  
推進機が大矢で示す如く廻ると翼Sに壓力Pが作用する。HをPの水平分力とするとこの反作用が船の前進に與かる。

少し 振れた翼板を廻轉軸にとりつけたもので、これを空気中または水中で急速に廻すと、水又は空気を後方に押しその反作用で翼は前方に壓される。艦船・航空機は舵・推進機的作用によつて方向を定めて前進する。

4. 航空機 航空船は水素、ヘリウム、の如き軽い氣體を詰めた薄い氣囊と推進機・舵・發動機及び船室その他より成る。空気の浮力によつ



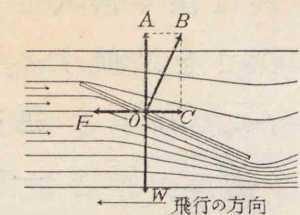
て浮び、推進機によつて前進する。昇降及び左



[208] 航空船

H 水平舵(昇降舵), O 推進機, V 垂直舵(方向舵), C 船室.

飛行機は空気の抵抗を利用して空中を飛行する。推進機の廻轉によつて飛行機が滑走を始めると空



[209] 飛行機の進行

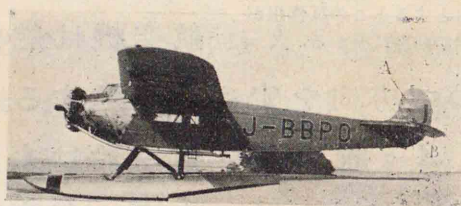
OA 浮揚力 OW 重力  
OB 風圧 OC 抵抗  
OF 前進力

気を前方に押し、その反作用として翼面はこれに直角な圧力  $\overline{OB}$  を受ける。これを水平分力  $\overline{OC}$  と垂直分力  $\overline{OA}$  とに分けて考へる



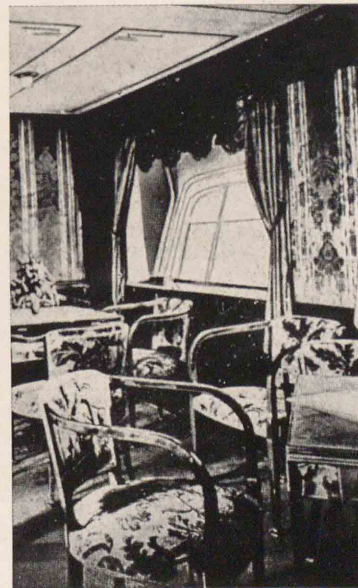
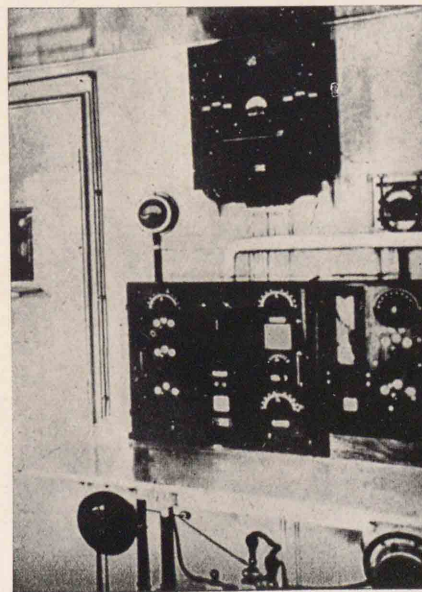
Wright (1871— )

アメリカ人、弟と共に飛行機の研究をなす。



[210] 飛行機の舵

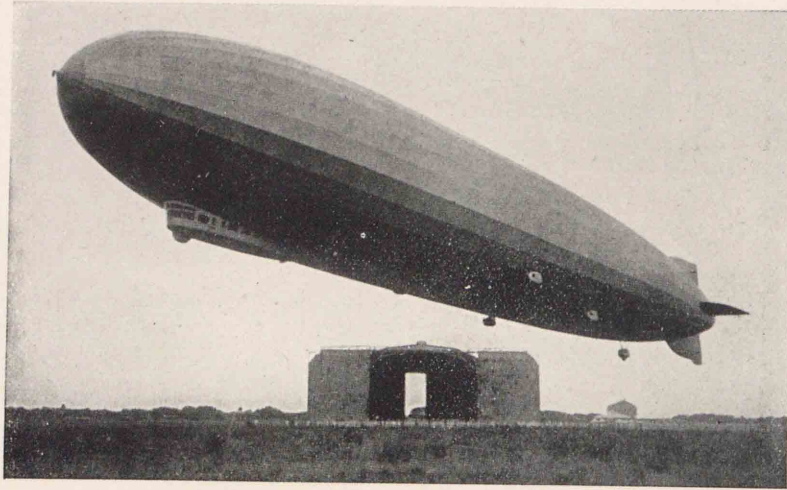
A 垂直舵, B 水平舵.



上 帝都の上空のツェッペリン  
下左 ツェッペリン無線電信室  
下右 ツェッペリン社交室



霞浦に於けるツェペリン飛行船



昭和四年八月十九日我が國を訪れたツェペリン伯號は世界第一の大飛行船にして全長778呎、最大直径100呎、最大の高さ111呎の形大なもので排氣量實に371萬立方呎に及ぶ。従つてその動力装置としては發動機5基を具へ、その總馬力2750馬力である。而して最大速度毎時80哩で經濟速度は毎時73哩で航續距離は7000哩である。その他の設備として船室部(前方下部)操縦室(最前端)があり、その次に航空室を備へ、その後方に電熱廚房、無線電信室が設けられ、尙旅客用として食堂兼用の居室があり、その他汽車の寢臺車の如くベットを備へ化粧室、洗面室などが完備してゐる。

に、 $\overline{OA}$  が機體の重量を支へるに至ると機は離陸し、 $\overline{OC}$  は推進機の前進力によつて打消される。機の後方には [210] 圖に示す如く垂直舵を備へて機の方向を司り、水平舵を備へて機の昇降を司る。

### 第七章 仕事及びエネルギー

1. 仕事と工率 仕事の單位として前に重力單位を述べたが、この外に絶對單位がある。例へば 1 エルグは 1 ダインの力で物體を力の方向に 1 糎だけ動かす時の仕事即ち 1 ダイン糎である。

1 エルグの 10<sup>7</sup> 倍を 1 ジュールといふ。



Watt (1765-1814)

機械のなす仕事の遅速を示すには、單位時間になす仕事の量を以てし、これを工率といふ。

普通工業上で用ひる 1 馬力<sup>(1)</sup>は 英人、蒸汽機關を改良した。英制にては毎秒 550 呎ポンドの仕事、佛制にては毎

(1) 1 馬力(英制)は 746 ワットに相當する。



秒75 呎米の仕事に相當する。また毎秒1ジュール即ち $10^7$ エルグの仕事をする工率を1ワット,この1000倍を1キロワットといふ。

**2. エネルギー** 物體が仕事をなし得る状態にある時,その物體はエネルギーを有するといふ。例へば高處の水は落ちると水車を廻し,飛び來る彈丸は壁に衝突して孔を穿つ故,これらの物體は何れもエネルギーを有する。即ちエネルギーとは物體が仕事をなし得る能で,その大いさは物體がある標準状態に達するまでになし得る仕事の量で測る。

運動中の物體は運動のエネルギーを有し,その大いさは物體が靜止するまでになし得る仕事の量で表はす。

質量 $m$ 瓦の物體が $v$ 秒糶の速度で運動する時,この速度と反對の方向に $f$ ダインの力が働くと,物體は漸次その速度を減じて遂に靜止する。この力による加速度を $a$ 秒々糶とすると物體が靜止するまでに通過する距離 $s$ は

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

であるから,物體のなし得る仕事の量は,

$$f \cdot s = ma \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (エルグ)}$$

である。即ち運動のエネルギー $E_k$ は,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (エルグ)}$$

高處の水引き張られた弓は位置のエネルギーを有する。

質量 $m$ の物體が高さ $s$ の處から落下して速度 $v$ を得たとすれば,その運動のエネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ である。故にこの物體は $s$ の高さにある時,これに等しい位置のエネルギーをもつ筈である。而して落體の公式に於て $v^2=2gs$ なる故,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2gs = mgs$$

即ち高さ $s$ の處にある質量 $m$ の物體の有する位置のエネルギー $E_p$ は

$$E_p = mgs \text{ (エルグ)}$$

運動のエネルギーと位置のエネルギーとを併せて機械的エネルギーといふ。

**3. エネルギーの不滅** 矢を番へて弓を引き張ると弓は位置のエネルギーを有つが,矢



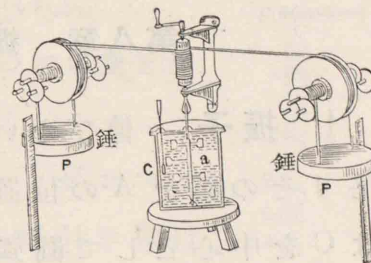
を放つと弓はこれを失ひ、矢は運動のエネルギーを得る。高處の水の位置のエネルギーは流水の運動のエネルギーとなつて水車に仕事をなす。このやうにエネルギーは一物體から他物體に移り、或は一態から他態に變る。これを**エネルギーの變遷**といふ。

今高處にある物體が落下する場合を考へるに、物體は落下するに従つて位置のエネルギーを減少するが、次第に速度を増して運動のエネルギーを増加する。而してこの際物體の失つた位置のエネルギーは、増加した運動のエネルギーに等しく、物體の有するエネルギーの總量には何等の變化もない。即ち

エネルギーは移動變遷するものであるが、その總量は増減することなく常に一定である。これを**エネルギー不減保存の定律**といふ。

**4. 熱の仕事當量** 機械に於て摩擦のために費される仕事は熱に變り、蒸汽機關に於ては熱が仕事に變る。即ち熱はエネルギーの一態で、熱量と仕事の量との間には一定の關係が

ある。英人ジュールは圖に示す如き装置を用ひ、先づ錘Pを落下せしめて熱量計C内の翼板aを廻轉し、C内の水を攪拌してその温度を上



[211] ジュールの實驗

昇せしめた。この際錘のなした仕事は、その重量と落下距離との積で測り、發生した熱量は、C内の水量と温度の上昇とで測る。この兩方を比較してジュールは、

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

であることを見出した。1カロリーの熱量に相當する仕事の量を熱の仕事當量といふ。



Joule

(1818—1889)

英國の物理學者、熱の仕事當量を定めた。

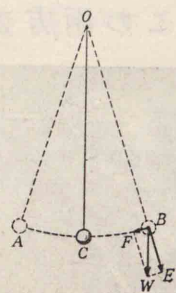
問 1馬力は毎分幾カロリーの熱を供給するのに相當するか。



第八章 振動及び波動

1. 振子 伸びない細い糸で小さな錘 C を吊り、その錘を A の位置に引き上げて離すと錘は C を中心として圓弧  $\widehat{AB}$  上を往復運動する。この装置を振子といひ、かかる運動を振動といふ。

この場合 OC を振子の長さ、弧  $\widehat{CA}$  又は  $\widehat{CB}$  を振幅といひ、弧  $\widehat{AB}$  を一往復するに要する時間を週期といふ。而して單位時間に於ける往復回数を振動數といふ。振子の長さ  $l$  に比べて振幅の小さい時は、その



[212] 振子 週期 T は、實驗の

結果次式で示される。

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

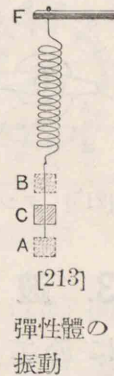
振子の週期は振子の長さの平方根に正比例し、重力の加速度の平方根に反比例し、振幅の大小、錘の質量に關しない。

場所	秒々纏
極地	983.2
グリニッチ	981.1
パリ	980.9
緯度 45°	980.6
京都	979.7
東京	979.8
富士山頂	978.8

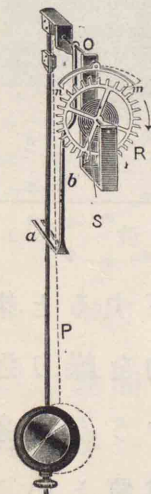
これを振子の等時性といふ。

問 振子を用ひて重力の加速度を測定する方法を問ふ。

2. 弾性體の振動 ゼンマイに錘を吊し、これを A まで引き伸ばして放すと、ゼンマイが伸縮し、錘は C を中心として上下に振動する。



この運動を弾性振動といひ、振子の場合の如く等時性を有する。



振子時計はゼンマイ S の弾力によつて廻る齒車 R の速さを、振子 P の等時性を利用して均一にしたものである。

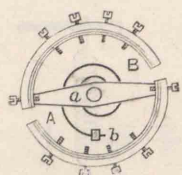
ゼンマイの弾力により齒車は矢の方向に廻る。而して齒車は振子の振動に伴つて動く鈎  $m, n$  によつて一振動毎に一齒づゝ進められ、その際齒は鈎を跳ねあげて振子の振動を持続させる。

この齒車の廻轉は次の齒車によつて

[214] 振子時計 指針に傳へられる。

また懐中時計は [215] 圖の如きテンプを應用する。テンプはハズミ車 AB の軸に鬚ゼンマイの一端 a



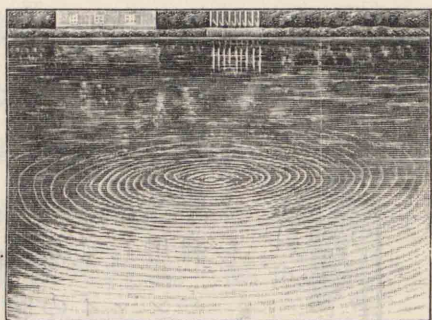


[215] テンブ

を付け、ゼンマイの他端を  $o$  で固定したもので、これを一方に廻して放すとゼンマイが伸縮し、輪は釣合の位置を中心として左右に等時性の振動をなす。

3. 波 静かな水面に小石を投げると、その

點に於て水面が上下に振動し、その運動が順次四方に擴がる。この際水の各部が波と共に進行しないことは、浮んでゐる木片が同じ場處で上下に振動してゐるのを見ても分る。



[216] 水の波

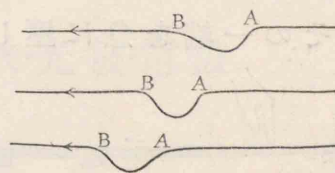
長い綱を張りその一端を急に上下すると、綱の各部が少しづつ後れて同様の運動を繰り返す。波が次第に他端に傳はる。このやうな現象を波動といひ、波動を傳へる物質を媒質といふ。

4. 横波 上の場合、綱の各部の運動は波動

の方向と直角である。かかる波動を横波また

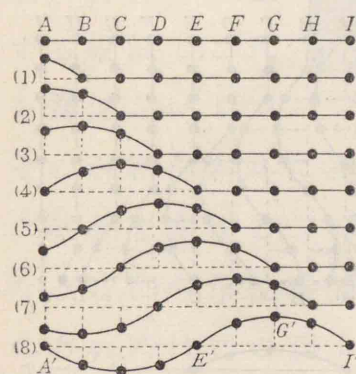
は高低波といふ。

今一直線上等距離に排列する A, B, C……の諸點が週期 T の振動をなし、相隣れる二點が  $\frac{T}{8}$  づ



[217] 横波の説明

つ遅れて順次に上下に振動するならば、時間 T の後 A 點が一振動を終つて原位置に復する時、



[218] 横波

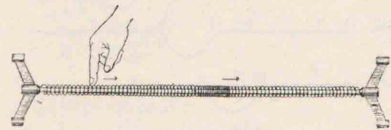
始めて一つの波 A' C' E' G' I' を完成する。波の最低部 C' を谷と云ひ、最高部 G' を山といふ。A' と I' の如く同時刻に振動の有様が全く同一な點を同じ位相にあるといひ、相隣れる同一位相

の二點間の距離を波長といふ。圖に示す如く媒質が一振動する毎に波動は一波長だけ進行する。故に振動數を  $n$ 、波長を  $l$ 、波動の速さを  $v$  とすれば次の關係がある。

$$1 : n = l : v \quad v = nl$$

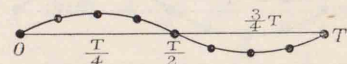
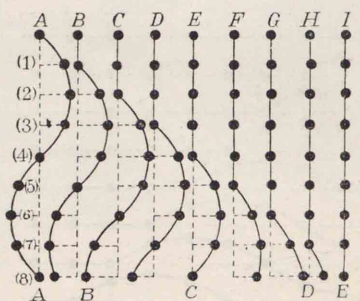


5. 縦波 ゼンマイの両端を固定し、圖の如くその一端を急に押し縮めると、この部分はこれに隣れる部分を壓縮し、密部は次第に前方に進む。又ゼンマイの一端を急に引き伸ばすと、この伸ばされた部分はこれに隣れる部分を引き伸ばし、疎部は次第に前方に進む。ゼンマイの一端を交互に壓縮したり、引き伸ばしたりする時は、密部と疎部とがゼンマイ中を進行して、一種の波をなす。



[219] ゼンマイ

この場合ゼンマイ各部の振動は波の進む方向と同一であるから、これを縦波または疎密波といふ。横波に於て媒質が一振動する毎に一波を生ずる如く、縦波に於ても亦一振動毎に一波を生ずるから、横波の場合の諸式はそのまゝ、縦波の場合に適用することが出来る。

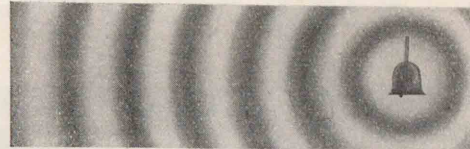


[220] 縦波

## 第七編 音波・光波・電波

### 第一章 音波

1. 音波 既に學んだやうに音は發音體の振動が周りの空氣に傳はつて生ずる縦波で、これを音波といふ。



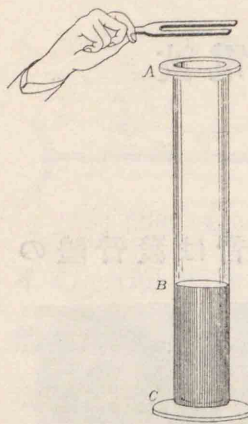
[221] 音波

その疎密部が耳に達して鼓膜を振動する時、音の感覺を生ずる。而して發音體の振動數の大なる時即ち單位時間に鼓膜をうつ疎密部の數の多い時は音の調子が高く、發音體の振幅の大なる時即ち疎密の差の大なる時は音の強さが大である。

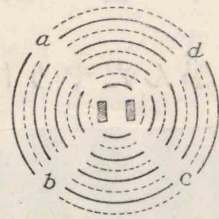
水波が岸に當つて元の方向へ歸るやうに、音波も亦物體に當つて逆行するものである。山中の谷間、または村はづれて大聲を發すると反射して來る音を聞く。この現象を反響といふ。

2. 音波の干涉 圓筒内の空氣柱 AB を音叉と





共鳴する様に調節し、口元で音叉を鳴らしつゝこれを廻すと、音叉が一廻轉する毎に音の聞えない處が四箇處ある。[222](右



圖に於てa, b, c, dはかかる位置を示す。

音叉の振動に於て兩臂の間に密部が生ずる時は臂の外は疎部、

[222] 音叉によつて生ずる音波の干涉  
右圖 密部(實線)と疎部(點線)とはac, bd上で相會して弱め合ふ。

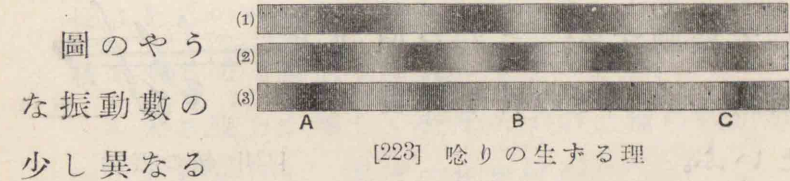
兩臂の間が疎部の時は臂の外側は密部である。即ち同時に疎部・密部を生ずるためa, b, c, dの四方向に於ては疎部・密部が相重り、互に音波を消し合つてかゝる結果を生ずる。

このやうに二つの音波が合して却つてその音が消滅しまたは弱くなる現象を音波の干涉といふ。

音波が半波長またはその奇數倍だけ後れてこれと同じ音波に重なる時は、疎密は互に消し合つて干涉の現象を生ずる。

3. 唸り 振動數の等しい二個の音叉の一方の臂に小さな金屬片を嵌めてその振動數を減じ、同時に二つを鳴らす時は、その音が週期的に強くなつたり弱くなつたりする。

かやうに二個の發音體を同時に鳴らす時その合成音の強さが週期的に變る現象を唸りといふ。



1, 2の音波が同じ速さで進行する場合、A部が耳に當る時は音が強く、次第に兩波の密部はずれてBでは互に打ち消して音が弱い。更に兩波の密部が重なる點Cに於ては音が強い。かやうにして交互に強弱の變化ある一種の音を聽く。それ故に單位時間の唸りの數は二箇の發音體の振動數の差に等しい。

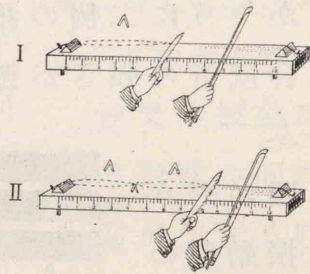
問 甲・乙・丙三箇の音叉がある。丙音叉を振動數毎秒470回の甲音叉と同時に鳴らせば毎秒3回の唸りを生じ、477回の乙音叉と同時に鳴らせば4回



の唸りを生ずる。丙音又の振動數如何。

### 第二章 絃・氣柱の振動

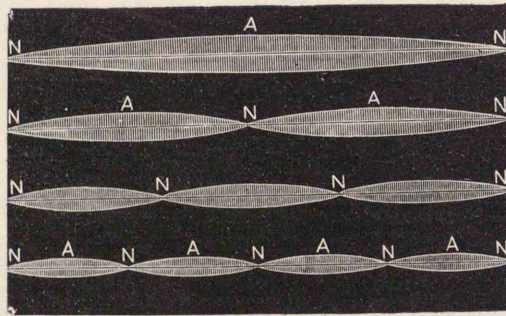
**1. 絃の振動** 絃の一點を弾くと、中央に振動の最大な部分腹と、兩端に振動の認められない節とを生じ、全體が一區分として振動する。これを**原振動**といひ、その音を**原音**といふ。



[224] 絃の振動

細い鞍形の紙を絃に乗せて腹と節を檢べる。

絃の中央部を軽く抑へて二分しその一方の中央を弾くと、絃は二區に分れて振動をなし、各區分毎に中央に腹を有する**倍振動**を生じ、振動數が原音の2倍の音を發する。



[225] 絃の振動

かやうに絃が數區に等分されて振動する時生ずる音を**倍音**といふ。また絃の  $\frac{1}{3}$  の處を抑へ、

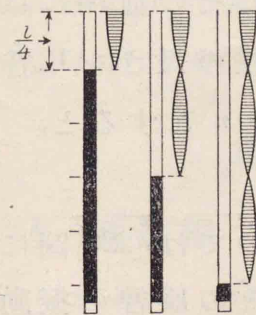
全長の  $\frac{1}{6}$  の處を弾くと三區に分れて振動し原振動に3倍する倍音を發する。

絃を要部とする樂器にヴァイオリン・琴などのあることは既に學んだが、これ等の絃の振動數は、[1]絃の長さに反比例し、[2]その張る力の平方根に正比例し、[3]絃の單位長の質量の平方根に反比例する。

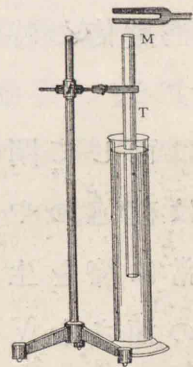
**問** 1. 太さの相等しい等質の甲乙の絃を張り甲の長さを乙の2倍とし、等調の音を發せしめるには絃を張る力を如何なる比になすべきか。

2. 太さ、張力が等しく密度  $d, d'$  の二種の絃が等調の音を生じた。長さの比如何。

**2. 氣柱の振動** 硝子圓筒に水を充し、これに硝子管を浸し一端閉ぢた氣柱を作り、管口で音又を鳴らしつゝ、硝子管を上下すると、氣柱が一定の長さに達する毎に強く共鳴する。



[227] 氣柱の長さとも鳴



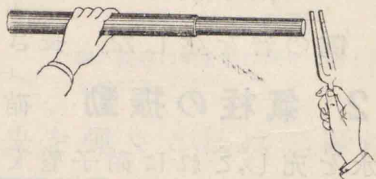
[226] 閉管内の氣柱の共鳴

閉管では、氣柱の長さが音又の發する波長の4分の1ま



たはその奇数倍なる時最もよく共鳴する。これは筒内に進入する音波と水面より反射する音波とが合成する結果によるもので、氣柱の長さが丁度水面に節を生じ管口に腹を生ずる如き場合に強く振動を起す。従つて氣柱の長さを増し次に音叉と共鳴する長さを求めると、その長さの差は、音叉の發する波長の $\frac{1}{2}$ に等しい。

伸縮自在な開管の口元で音叉を鳴らしつゝ、管内の氣柱の長さを變へると、その長さが進入する音波の半波長の整数倍の時強く共鳴する。



[228] 開管内の氣柱の共鳴

而して閉管に於ては、前述のやうに口元に腹を生じ、その他端には常に節を生ずるから、管内の氣柱の長さを $L$ 、音の速さを $V$ とし、原音の振動数を $n$ とすると、

$$n = \frac{V}{4L}$$

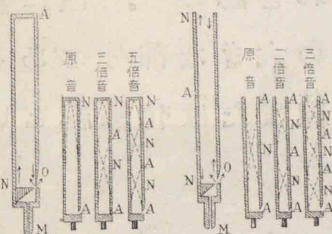
の関係がある。また開管にあつては [229] 圖に示す如く、常に兩端に腹を生じ、その原音の振動数 $n$ は次式で示される。

$$n = \frac{V}{2L}$$

問 [226] 圖の如き硝子管の口元で音叉をならしつゝ、管を水面上に引き上げて第一の共鳴を認め、更に40種引き上げた時第二の共鳴を認めた。音叉の振動数と氣柱の長さを求めよ。

### 3. 風琴管

風琴管には振動部と共鳴部とが考へられる。今管を口 $M$ から吹くと空氣が細隙から進出し、その際楔形の唇を衝いて極めて複雑な振動をなすた



[229]

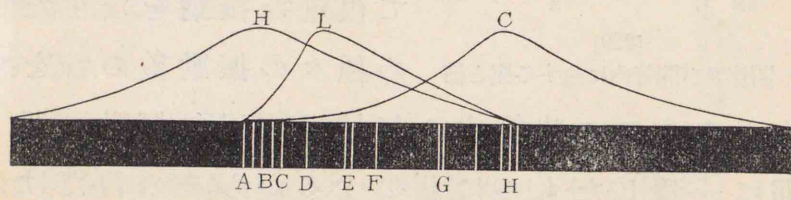
閉管及び開管内に生ずる腹と節め、種々の振動数の音を生ずる。この時管内の氣柱は自己の振動の週期に一致したものに共鳴するから、その音だけが強く發する。

1. 輻射線 太陽のスペクトルには色々の作用がある。今鋭敏な寒暖計でスペクトル各部の熱作用を檢べると、莖端では甚だ弱いが、赤



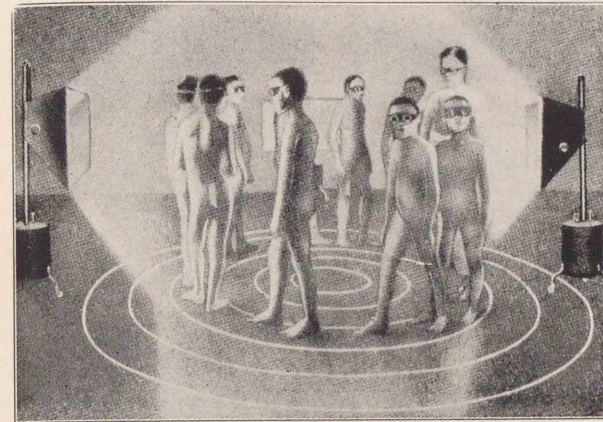
端は強く、赤端以外に於ても、尙この作用が認められる。それ故赤端外に赤色光より小さい屈折率を有し、熱作用を呈する部分のあることが分る。これを赤外線または熱線といふ。

次にスペクトルの寫眞をとつて各部の化學作用を見るに、この作用は莖色部に最も強く、莖端外の暗黒部に於てもこれを認める。故に莖端外に莖色光より屈折率の大きな部分のあることが分る。これを莖外線または化學線といふ。

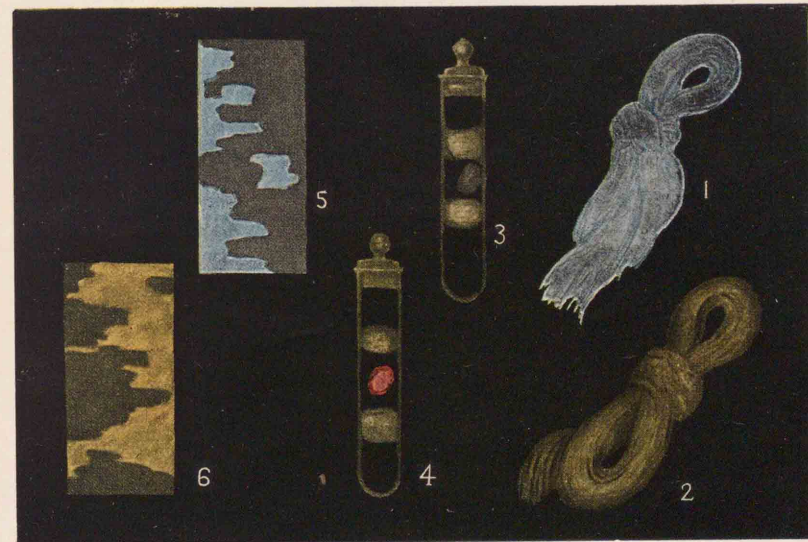


[230] 輻射線  
曲線 L, C, H は夫々光の強さ、化學作用及び熱作用の程度を示す。

赤外線も莖外線も共に光線と同一の速度で進行し、同じ定律に従つて反射し屈折する。而して熱線にも多少の化學作用があり、化學線にも熱作用を認めることが出来て、この兩作用は三線に共通なものである。赤外線・光線及び莖



病弱な者に太陽燈による紫外線療法を施してゐる有様



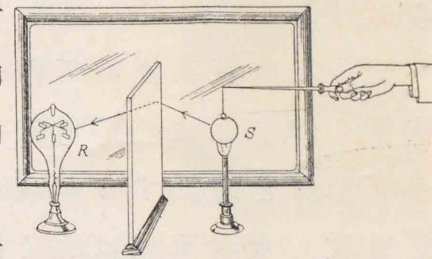
暗室で次のやうな物質に太陽燈からの紫外線を當てると天然品は輝くが模造品は輝かないから容易に判別が出来る。

- 1 絹絲 2 人造絹絲 3 硝子製のルビー模造品 4 ルビー 5 鼈甲
- 6 セルロイド製の鼈甲模造品



外線を總稱して輻射線といふ。

2. 輻射線の發射と吸収 物體は常溫に於て屈折率の小さな熱線を輻射するが、溫度を高めると次第に屈折率の大きな熱線が加はり、溫度が昇つて約500°に達すると初めて弱い赤色光を發射

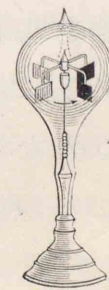


[231] 輻射線の性質

鐵球を熱して輻射線の直行、反射を示す。

し、更に溫度が昇ると、次第に色光が加はり、やがて物體が白熱するに至れば、總ての色光を發射し、同時に化學線をも發射する。

輻射線が物體に投射する時、輻射線の透過・吸収の度は物體によつて異なる。油煙の如き黑色物質はこれに投射する輻射線の殆ど全部を吸収し、磨いた金屬面の如きは殆ど全部を反射



[232] 輻射計<sup>(1)</sup>

(1) 低壓にした硝子球内の翼板は一面は金屬面で他は黒い。これに輻射線が當る時は、翼板の兩側に溫度の差を生じ、黒い面を壓す空氣の作用が他の側より大きく、黑色面を後にして翼板が廻る。



する。而して物體に吸収された輻射線は多くは熱となつて物體の溫度を高める。このことは圖に示すやうな輻射計によつて容易に知ることが出来る。

乾いた空氣は極めて波長の短い化學線を吸収するが、その他の輻射線をよく透過する。硝子は光線を透過するが、或る範圍の熱線・化學線を吸収し、水・水蒸氣はよく熱線を吸収する。

問 温室の硝子窓の作用を問ふ。

**3. 螢光と燐光** 石油またはフルオレシンのアルカリ溶液に光を当てると、石油は淡藍色を現はし、フルオレシンは青綠色の光を發する。これは物質に吸収された輻射線が波長の異なる他の輻射線として發射されるため、この現象を**螢光**といふ。

硫化カルシウム・硫化バリウム等の如き物質に光を当て暗室で見ると、暫しの間美しい微光を發する。このやうに光を受けることが止んだ後も發光作用の繼續する現象を**燐光**といふ。

**4. 光の本質** ニュートンは光は、光素と稱

する微粒によるものとした。オランダ人ホイゲンスは、感覺で認めがたいエーテルと稱する媒質が空間に充滿するものと假想し、發光體によりこの媒質中に起る波動を光波と考へ、光の強さはこの光波の振幅の大いさにより、色は光波の振動數(或は波長)



Huyghens (1629—1695)  
オランダの大物理學者、望遠鏡の改良、時計の發明をなし、光の波動説を唱へた。

によつて定まると考へた。その波長は赤色光より堇色光に至るに従つて小さくなる。光の

色と線	波長(Å) <sup>(1)</sup>
赤 (A)	7590
橙 (C)	6560
黄 (D)	5890
綠 (E)	5270
青 (F)	4860
藍 (G)	4310
堇 (H)	3970

反射・屈折及びその他光に關する諸現象は皆波動説によつて説明することが出来る。その後マックスウエルは理論上からエーテル中に於ける電磁波の速度が光波の速度と等しく、その他種々の點

に於て共通する所があることを證明し、光波と

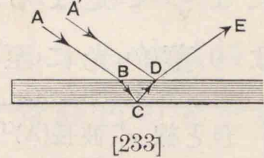
(1) 1 Å(オングストローム)は $10^{-8}$  厘米である。



電磁波とは同一媒質内に於て唯波長を異にする横波であると推論した。これを光の電磁波説といふ。その後ヘルツは實驗的にこれを認め、諸方面の研究と相俟つてこの説が認められるに至つた。

**5. 光波の干渉** 水面上に一滴の油を落とすと、油は擴つて薄い膜となり、赤・緑・青等の色を現はし、石鹼膜は薄くなるに従つて綺麗な色を現はす。これ等は光の干渉によつて生ずる現象である。

日光が薄膜に投射する時は、薄膜の前面Dから直ちに反射する光波と、Bから膜の内部に入り、BCDを経て再び空気中に出る光とが相重なる。この場合、二波の位相の差が或る光の半波長或はその奇數倍である時は、この光は干渉して消滅し、ためにこの部分にはその餘色を現はす。膜の厚さは各部一樣でないから、處によつて互に干渉して消える色光を異にし、従つて膜は種々の色彩を現はすことになる。



[233] 薄膜による光の干渉

**6. 偏光** 結晶軸に平行に切つた電氣石の薄板を透して明處を望むと多少色づいた光を認める。

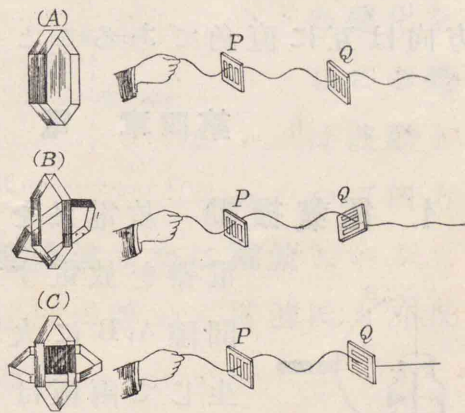


[234]

電氣石を透して  
明るい處を望む

この透過光を第二の薄板で透視すると、兩板の結晶軸が平行な時は明るい、が、第二板をその平面内で廻すと次第に暗くなり、兩板の軸が直角の時は光は全く第二板を通らない。

この實驗は一度電氣石を透過した光が普通の光と異なることを示すものである。通常の光はその進む方向と直角な總べての方向に振動する横波であるが、電氣石板を通つた光は、その振動の方向が軸の方向と一致するものだけとなる。



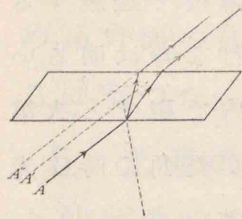
[235] 偏光の説明

かく振動面の一定せる光を偏光といふ。かかる偏光を第二板で受ける場合兩板の軸が平行な時はこれを透

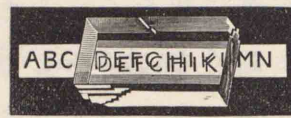


し、直角な時はこれを透さない。

### 7. 複屈折 方解石を透して文字をみると



二重に見える。これは水晶・方解石の如き結晶體に一本の光線が投射する時、二つの屈折光線を生ずるからである。



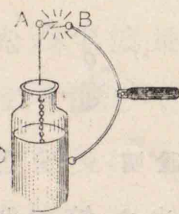
この現象を複屈折といふ。電氣石の薄板を使つて二つの屈折光線を検べると何れも偏光であつて、それ等の光波の振動方向は互に直角であることが分る。

[236] 複屈折の現象

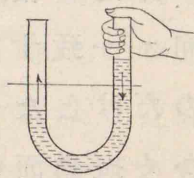
生ずるからである。この現象を複屈折といふ。電氣石の薄板を使つて二つの屈折光線を検べると何れも偏光であつて、それ等の光波の振動方向は互に直角であることが分る。

## 第四章 電 波

### 1. 電氣振動 放電叉を用ひて蓄電した蓄電器を放電すると、



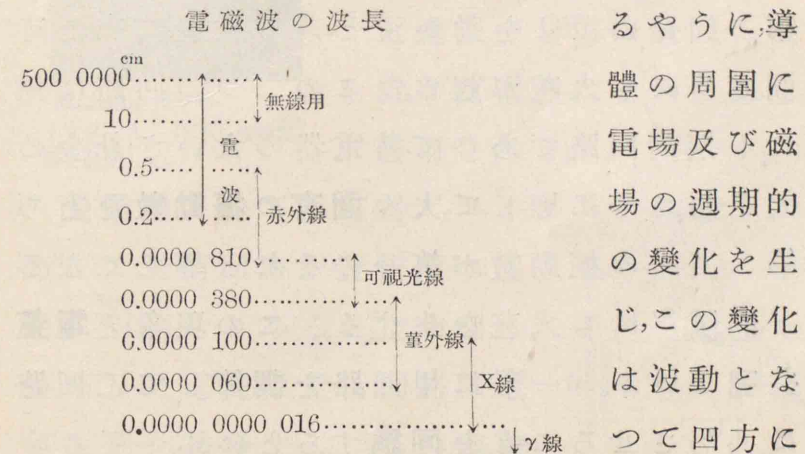
[237] 蓄電器の放電 隙A, Bに火花を生じて兩極は交互に陰陽の電氣を帯び、その瞬間回路には急速に方向を變へる振動電流



[238] U字管に水を入れ兩脚の水位を異にして後指を去ると水は兩脚の間を往復する。

を生ずる。この現象を電氣振動といひ、振動の起る回路を振動回路といふ。火花放電のやうにその振動が漸次衰滅するものを減衰振動といふ。

### 2. 電磁波 導體に電氣振動が生ずる時は、發音體の振動がその周りの媒質に音波を生ずるやうに、導體の周圍に電場及び磁場の週期的な變化を生じ、この變化は波動となつて四方に傳はる。これを電磁波または電波といふ。電波の速度は光の速度に等しく電波にも亦反射・屈折等の現象がある。



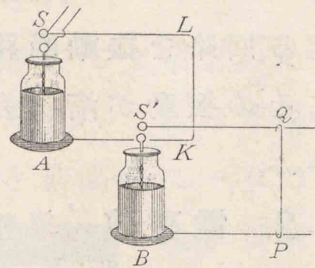
つて四方に傳はる。これを電磁波または電波といふ。電波の速度は光の速度に等しく電波にも亦反射・屈折等の現象がある。

### 3. 電氣共鳴 蓄電器と針金AKLSとを[239]圖のやうに装置し、火花間隙Sを残して第一の回路を作り、第二の蓄電器と針金とを以て回路



BPQS'を作り,これにも間隙S'を置き,且つPQを移動し得るやうにする。

この二組を對立し,第一回路を感應コイルに連ねて間隙Sに火花を飛ばし,

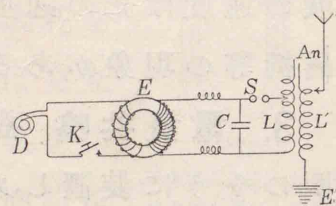


[239] 電氣共鳴

第二回路の PQ を動かすと,或る位置に來た時,間隙S'にも火花が起る。この二つの回路は何れも振動回路であつて,蓄電器の大きさ・針金の太さ・長さ等に應じて夫々固有の振動數を有ち,第二回路の振動數が第一のそれと等しくなると,間隙S'にも火花を生ずる。この現象を電氣共鳴といふ。一般に甲回路を調節して乙回路に共鳴させることを同調するといふ。

4. 無線電信 電波は各方面に應用せられるやうになつた。無線電信はその一例である。

發信局に於て電鍵 K を押し,發電機 D に發生せる交流を變壓器 E に送ると,



[240] 無線電信發信回路

その二次コイルに高壓の交流を生じ,これが間隙Sに火花を發し,回路CSL



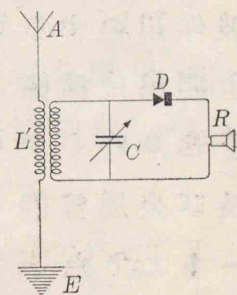
Marcini (1874— )  
イタリー人. 1896年無線電信を發明した,

に電氣振動を誘起する。この振動はコイルL,L'を通じ空中線から電波となつて四方に傳達される。

電鍵の押し方に長短の間を置けば電波はそれに應じて發射される。

受信局に於て蓄電器C,コイルLその他を調節して受信回路を發信局の回路に同調せしめると,空中線に

到來した電波は受信回路に電氣振動を誘發する。この際檢波器Dが次に述べるやうな特殊の作用をなし,受話器Rに於てその通信を感受させるのである。

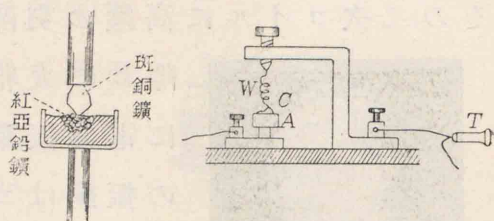


[241] 受信回路

5. 檢波器 檢波器は電波の到來したことを檢知するための装置である。その簡單なものは鑛石檢波器で,金屬と鑛石,または鑛石と鑛



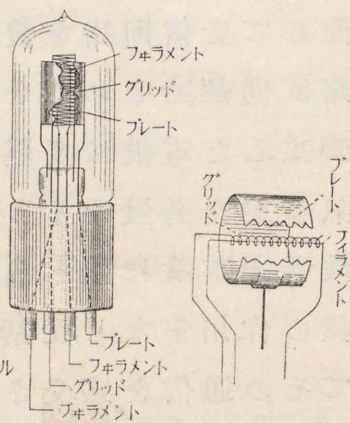
石を軽く接触させたものである。この接触點は電流を一方に通ずるが他の方向に通じ難い。(1) 従つて受信回路に誘起した電氣振動がこの装置によつて、一種の直流に變へられる。これを整流作用といふ。



[242] 鑛石檢波器

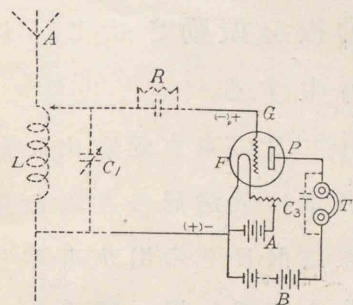
右 金屬線 W と方鉛鑛 C の接するもの。  
左 斑銅鑛と紅亞鉛鑛とが相接せるもの。

現時廣く用ひられる三極真空球は鋭敏に檢波作用をするもので、主要部は纖條とこれを取り巻くグリッド及び金屬板即ちプレートよりなる。纖條 F の兩端を電池に連結してこれを自熱し、且つプレート P を電



[243] 三極真空球

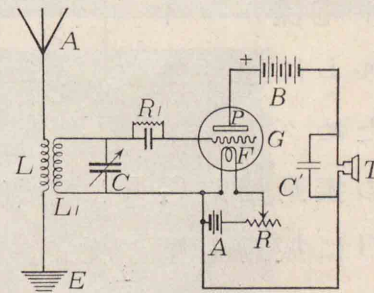
(1) 鑛石檢波器には種類多くその内紅亞鉛鑛と斑銅鑛を接觸させたものは斑銅鑛から紅亞鉛鑛への電流は通すが、その反對の電流は通じ難い。



[244] 三極真空球の整流作用

池 B に接續してその電位を F よりも高くすると F から發する電子が P に達し、プレート回路にプレート電流が流れる。この電流はグリッド G の電位の變化によつて著しく増減される。即ち G の電位を F より高くするとプレート電流が増し、低くすると減ずる。その結果鑛石檢波器が交流を整流するやうに、真空球も亦交流を一種の直流に似た電流とする。

6. 無線電話 圖は三極真空管を應用した受話装置でグリッド及び纖條を振動回路  $L_1, C_1$  に結び、プレート回路に受話器 T が挿入してある。今電波が空中線に到來すると振動回路  $L_1, C_1$  に振動電壓を誘起し、それが GF 間に働き、結局



[245] 簡単な受話装置

プレート電流に變化を與へる。この電流は受



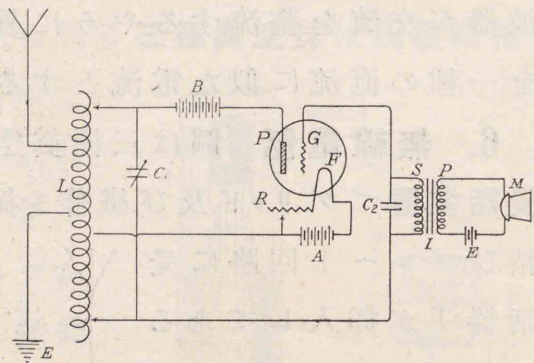
話器内を流れて、その振動板を振動させ、こゝに元の音聲による音波を再生する。

我が國では大正十二年十二月に東京愛宕山に放送局が設置され、現今では各地に放送局の設置を見るに至り、時刻を定めて音楽・講演・日々の出来事等を放送し、加入者は今述べた如き装置を用ひ、随意これを聴くことが出来る。

7. ラヂオ放送 無線電話の送話装置には

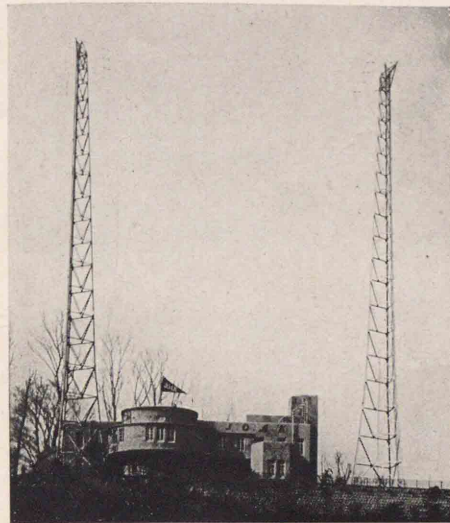
三極真空球を應用した圖の如き簡単なものがある。

今A電池で  
織條Fを白熱  
するとプレー  
ト電流がコイ  
ルLに通ずる  
ためグリッド



[246] 簡単な送話装置

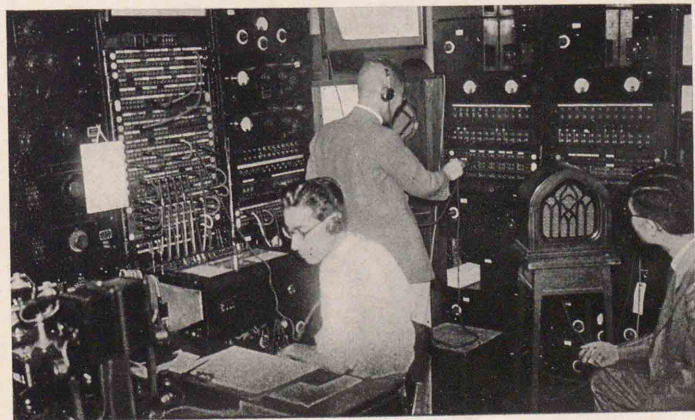
の振動回路C<sub>2</sub>Lに電気振動を誘起しグリッドGに振動電圧が働く。これがプレート回路に影響を及ぼす。グリッドはこの影響を受けて更にグリッド電圧の變化を増大する。かくし



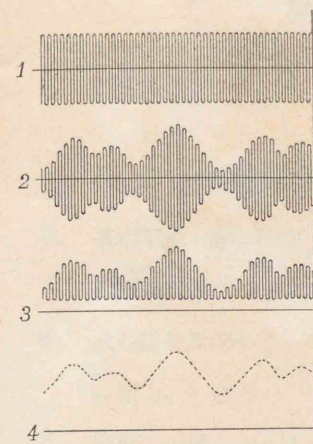
〔上〕 東京・愛宕山にある  
J・O・A・K放送局  
〔中〕 マイクロフォンに  
向つて講演の有様



〔下〕 昭和十一年八月七日、  
オリムピック放送を中  
継する放送局員







[247] 變調と整流

(1) 毎秒數萬回の振動數で空中線から傳播する電波 (2) 音聲により變調された電波 (3) 檢波器で整流された振動電流 (4) 受話器に感ずる振動

て電氣振動は次第に擴大されて空中線から [247] 圖 [1] に示すやうな振幅の一定した電波を發射するに至る。この際送話器 M に音波を送ると、音波に應ずる電流の變化をグリッド回路に及ぼし、この變化がプレート電流に影響して電波は同圖 [2] に示すやうな音波に應じた波形となる。



## 練習問題集

### 緒論

1. C.G.S. 単位を説明せよ。
2. 基本単位・誘導単位とは何か、それ等の関係を説明せよ。
3. 面積及び体積の C.G.S. 単位をあげよ。
4. 次の語を説明せよ。
  - a. 圧力, b. 張力
5. 密度と比重との差異を述べよ。
6. 密度は如何なる基本単位から誘導されるか。又その C.G.S. 単位は如何。
7. 力の釣合とは如何なる事か。例をあげて説明せよ。

### 第一章 物性

#### [A] 固体

1. 次の語を説明せよ。
  - a 弾性, b 弾性體, c 歪, d 弾力, e 弾性の際限
2. 弾性の際限の廣い物質及び狭い物質の例をあげよ。
3. 自転車のタイヤを太くするのは何故か。
4. ゼンマイ秤は物體の質量を測るものであるか。
5. 長さが10匁のゼンマイに5瓦の物體を吊した時その長さが12匁となつた。10瓦の物體を吊す時はその長さ幾何か。



6. 200 瓦の重さにて全長の  $\frac{1}{15}$  延びる撥條に或る物體を吊せしに全長の  $\frac{1}{10}$  延びたと云ふ。その物體の重さ何程なるか。

## [B] 液體

7. 水壓機に於て小圓筒及び大圓筒のピストンの直徑は夫々 3 糎、60 糎である。大圓筒のピストンに 1200 疋の力を加へるには、小ピストンに幾何の力を加ふべきか。但しピストンの重さを無視する。
8. 桶のたがは何故に下方にあるものを丈夫にするか。一邊の長さ 1 メートルの方形の箱あり、これに水を充す時底面及び側面に働く全壓力を求めよ。
9. 水入れに最も速かに水を充すには、水入れを如何に水中に沈むべきか。理由を附して説明せよ。
10. 圓筒形の容器に入れた水の中に重さ 300 瓦の鉛塊を絲にて吊り下げるときは、容器の底に及ぼす水壓の變化如何。
11. 井戸や水道の水はなぜ自然に出るか。
12. 體積 5 立方糎で重さ 15 瓦の物體は水中では何程の重さがあるか。
13. 木は水に浮び、石は水に沈む。何故か。
14. 比重 0.85 體積 30 立方糎なる物體を水中に全部沈めるには幾何の力を要するか。
15. 切口一樣なる硝子管より成る浮秤あり、これを純水に浮べたるにその三分之一を水面上に露出せり、次に硫酸を加へたるに、浮秤はその二分之一を液面に露出せり、硫酸を加へた後の比重を求めよ。
16. 水より軽い固體の比重測定法を述べよ。
17. 水に溶けない粒狀固體の比重を求める方法を問ふ。

18. 砂糖の如き粒狀にして水に溶解するものの比重を測る方法を問ふ。
19. 或る固體の重量を A, B なる二液及び水中に於て測りしに、A 液中にては 46 瓦、B 液中にては 40 瓦、又水中にては 50 瓦の重さを減じた。A 及び B の比重を問ふ。
20. 固體を用ひて液體の比重を測る方法を述べよ。
21. 印紙・切手等を貼る際濡らさねば附着しない。乾かねば剥げ易い。何故か。
22. 一滴の油を水上に落す時、水面に擴がるのは如何なる理によるか。
23. 毛筆を洗ふ時、毛は水中にて開離するのに、外に出せば集るのは何故なるか。
24. 内徑 0.02 糎の硝子管を或る液に直立させたのに管内に上つた液の高さは 1.8 糎であつた。内徑 0.006 糎の管に昇るこの液の高さは幾何なるか。

## [C] 氣體

25. 太さ一樣にして長さ 14 糎の試験管を倒にして水中に鉛直に押し沈めたのに水はその口より 6 糎浸入した。この時の管内の空氣の壓力は何程か。
26. 體積 3 立方米の時、壓力 1 氣壓の空氣を壓力 40 糎とするには體積を何程とすべきか。
27. 深さ 516.8 糎の水中より浮び出る氣泡は、水面にて幾倍の體積となるか。又その内部の空氣の密度は如何に變るか。但し大氣の壓力は 1 氣壓、水銀の比重は 13.6 とする。



## 第二章 熱

## [A] 膨脹

1. 厚い硝子器に熱湯を注げば破損することがある。何故か。
2. 攝氏  $0^{\circ}$  に於て長さ 2 米の眞鍮棒を  $10^{\circ}$  に熱したのに 0.38 耗延びたといふ。その線膨脹係数を求めよ。
3.  $0^{\circ}$  の時 12.5 立方糎の水銀は、 $100^{\circ}$  の時何程の體積となるか。
4.  $0^{\circ}$  にて容積 25 立方糎の硝子瓶に  $0^{\circ}$  の水銀を充し、これを  $100^{\circ}$  に熱する時は、幾立方糎の水銀が溢れ出るか。但し硝子の線膨脹係数は 0.000008 にして水銀の體膨脹係数は 0.00018 なりとする。
5. 氣體の壓力を變へず體積を半減し得たとすれば、溫度は何度となるか。但し始めの溫度は  $15^{\circ}$  とする。
6. 溫度  $27^{\circ}$  壓力 750 耗の空氣 100 立方糎あり、標準狀況に於ける體積を算出せよ。
7. 標準狀況に於ける空氣の密度は一立につき 1.293 瓦である。 $50^{\circ}$  で壓力 750 耗の場合の密度を求めよ。

## [B] 比熱

8. 高溫度の物體は低溫度の物體より常に多量の熱を含有するといひ得るか。
9. 甲乙二物質の比熱は 0.06 と 0.12 にして、その密度の比は 3:2 である。甲乙の同體積を等しい溫度だけ上昇させるのに要する熱量の比を求めよ。
10.  $10^{\circ}$  に於けるアルミニウム 60 瓦を  $100^{\circ}$  に昇らせるのに 1350 カロリ

の熱を要する。アルミニウムの比熱如何。

11.  $60^{\circ}$  に熱した銅塊 200 瓦を、 $10^{\circ}$  の水 150 瓦中に投じたのに水の溫度が  $15.5^{\circ}$  に昇つたと云ふ。銅の比熱を問ふ。
12. 200 瓦の銅を  $100^{\circ}$  に熱し、これを  $8^{\circ}$  のアルコール 100g を入れた銅製の熱量計中に投入したのに、 $28.5^{\circ}$  となつた。アルコールの比熱を求めよ。但し熱量計の質量は 25g、銅の比熱は 0.09 とする。

## [C] 状態の變化

13. 次の場合に於ける實例をあげよ。
  - [a] 物體に熱を與へても溫度の昇らない場合。
  - [b] 凝固する際膨脹するもの。
  - [c] 二物體を合したものの融解點が各々の融解點より降下する場合。
14. 水が凝固して氷となる時に密度は如何に變化するか。
15. 物を冷すに零度の氷を用ひると、零度の氷を用ひると何れが効が多いか。その理由如何。
16. 溫度  $0^{\circ}$  の氷 12 瓦を溫度  $60^{\circ}$  の水 250 瓦中に投入せしに氷が全部融解し水の溫度は  $53.6^{\circ}$  となれりといふ。若し熱が少しも他より入り、又他に逃ぐるることなしとせば氷の融解熱如何。
17.  $0^{\circ}$  の氷 100 瓦を絶えず一樣に熱したるに 4 分間にて全く融解し、尙 5 分間を経て沸騰點に達せりといふ。氷の融解熱を問ふ。但し水の蒸發を無視する。
18.  $0^{\circ}$  の氷 10 瓦を  $70^{\circ}$  の水 25 瓦中に混するときは如何なる結果となるか。
19. 或る器に  $50^{\circ}$  の水 20 瓦を入れ、之に  $0^{\circ}$  の氷 10 瓦を浮べた。氷の全く融解した後の水の溫度を求めよ。又氷の融解した後の水面は融け



ない前の水面より昇るべきか又降るべきか。

20. 氣化によつて起る冷却の實例及び應用を述べよ。
21. 夏日涼を得るために水を撒く理由如何。
22. 洗濯物を速かに乾燥させるのに必要な條件を列挙しこれを説明せよ。
23. 高山の頂にて水の沸騰點を測定して高山の大約の高さを知ることが出来る。その理由を説明せよ。
24. 水を  $100^{\circ}$  以下の溫度で沸騰させるには如何にすればよいか。
25. 低溫度を起す種々の方法を擧げ、且つその實例を示せ。
26. 不飽和蒸氣がある。これを飽和状態となすには如何にすればよいか。

#### [D] 濕度

27. 室内の溫度が等しくても濕度が大である時の方が暑く感ずるのは何故か。
28. 晴夜に露霜の多いのは如何なる理によるか。
29. 或る室内にて空氣の溫度  $17^{\circ}$  又露點は實驗によると、 $14.5$  であるといふ。濕度を次の表を用ひて計算せよ。

溫度(攝氏)	$14^{\circ}$	$15^{\circ}$	$16^{\circ}$	$17^{\circ}$
飽和壓力(耗)	12.0	12.8	13.6	14.5

### 第三章 光

#### [A] 光の直進

1. 窓の小孔を通じて外の景色が暗室内に生ずるは如何なる理によるか。
2. 光の進路を不透明體で遮る場合、その後方に暗さ一様の影を生ずる時と、暗い影と薄暗い影との二様の影を生ずる時とがある。各の場合

について説明せよ。

3. 日光によつて電柱は黒い影を地上に投げるが、電線はそうでない。この理由を問ふ。
4. 光源からの距離が變ると、受光面の照度は如何に變るか。
5. 4米離れて光度8燭光と32燭光の二光源がある。これを結ぶ直線上にて兩方から等しく照される點の位置を求めよ。
6. 16燭光の電燈が40呎の距離にある衝立上に生ずると同一の明るさを5燭光の電燈を以て生ぜしめるには、この電燈を如何なる位置に置けばよいか。
7. 1燭光の光源から1米の距離に於ける明るさ(光線に垂直なる面の照度)を1米燭光と名づく。然らば10燭光の光源から2米の距離に於ける明るさは幾米燭光なるか。

#### [B] 反射及び屈折

8. 凸面鏡及び凹面鏡に自己の顔を映すのにどんな差異があるか。
9. 凹面鏡に向つて遠方からこれを望みたるに己の倒像を認めた。その理を圖解せよ。
10. 壁から8米離れた所に發光體あり、その17倍の實像を凹面鏡に依つて壁上に生ぜしめんとす。球面の半徑何程の鏡を如何なる處に置けば可なるか。
11. 一部分水中にある棒が水面で折れて見えるのは何故か。
12. 水中の物體が浮び上つて見えるわけを問ふ。
13. 水中の魚は水面上の諸物體を何度の角内に見るか。
14. 空の試験管を水中に挿入する場合、水の中にある部分が輝いて見えるのは何故か。



15. 金剛石が普通の硝子より輝いて見えるのは何故か。
16. 凸レンズによりて遠方のものの像を生ぜしめる時レンズの焦点距離の大きいほど像の大きいことを説明せよ。
17. 燭火から4米の處に壁がある。焦点距離30 ㎝の凸レンズで壁上に燭火の像を生ずるにはレンズを何處に置けばよいか。
18. 平面鏡の前方に凸レンズがある。その間の距離はレンズの焦点距離にしてレンズの主軸は鏡面に垂直である。然る時、燭火をその中間に置くとどんな像を生ずるか。作圖せよ。
19. 凸レンズを用ひて物體より12米の距離にある壁にその物體の11倍大の鮮明な實像を映さうとする、どんな焦点距離のレンズを何處に置けばよいか。
20. 光源より80cm離れて衝立あり、その中間に於て一つの凸レンズを光源より次第に遠ざけたのに先づ衝立の上に鮮明な像を生じ、更に40cm遠ざけたのに再びその上に鮮明な像を生じた。レンズの焦点距離を求めよ。
21. 明視距離15 ㎝の人の用ひる眼鏡について次の問に答へよ。  
[a] 眼鏡の種類とその度。  
[b] その眼鏡を用ひるわけ。
22. 日向から急に薄黒い處に行くと、物體の見難いのは何故か。
23. 次の語を説明せよ。  
a 光角, b 視角, c 明視距離, d 眼の調節作用

## [C] 分散

24. 太陽スペクトルにフラウンホーフェル線の存在する理由を述べよ。
25. スペクトル分析術の原理を記せ。

26. 虹の成因を説明せよ。且つその圓形を成す理由を説明せよ。
27. 物體を濡す時その色の濃くなる理由を問ふ。
28. 白、青、赤及び黄のチョークをナトリウム蒸氣の光(黄色光)で照す時はどんなに見えるか。
29. 水銀燈の下にある人は皆青白く見え、青い木蔭の人は青味がかつて見える。何故か。
30. 黒い紙の上に書いた朱の文字ははつきり見えるのに、赤インキの文字の不明瞭であるのは何故であるか。

## 第四章 磁氣 電流

## [A] 磁氣

1. 鋼の針金に磁性を帯びしめる方法をのべよ。
2. 普通の鐵片と磁性を帯んだ鐵片とを識別する方法如何。
3. 磁針に磁石を近づけたのに兩端ともに引かれた。この場合磁針は既に磁性を失つてゐるといひ得るか。
4. 一本の磁石を放置すれば次第に弱くなる。何故か。
5. 磁氣指力線(磁力線)は相交はることがない。これを説明せよ。
6. 二箇の磁石の同名の極を揃へて他の磁石に作用させる場合の磁極の強さは、各々が單獨に有する磁極の強さの和より小である。何故か。
7. 磁針が略南北を指す理由を説明せよ。
8. 地球の兩極に近づく時は磁針が次第に垂直の向きをとる。その理由を説明せよ。
9. 磁極を軟鐵片に近づけると、感應で異名の兩極を生ずるのに、磁石がこの軟鐵片を吸引するのは何故か。



- 10 磁針の重心を吊ると我國ではN極が下る。何故か。一點で支へて磁針を水平にするには如何にすればよいか。

## [B] 電池

11. 電池からは繼續して限りなく電流が得られるか。  
 12. 二つの電池の電動力の大小を比較するには如何にすればよいか。  
 13. 電池が衰弱を來す原因を問ふ。

## [C] 電氣抵抗

14. 與へられた導線を  $n$  倍に引き延ばす時は、その電氣抵抗は如何に變化するか。  
 15. 圓形の切口を有する銅線がある。斷面積 1 平方耗、長さ 1 米の銅の電氣抵抗は 0.0150 オームであるといふ。銅線の直徑 0.9 耗、長さ 20 米なる時その電氣抵抗は幾オームなるか。  
 16. 全抵抗 5 オームの導線中を 3 アンペアの電流が通つた。導線の兩端の電位差は幾ボルトか。  
 17. 電壓 44 ボルトにて 8 アンペアの電流を必要とする弧燈あり、これを 100 ボルトの電壓にて間に合せんとするには、何程の抵抗を弧燈と行連結すべきか。  
 18. 等しい抵抗の導線  $n$  本を列連結につなぐ時の全抵抗は一本の抵抗の  $n$  分の一なることを説明せよ。  
 19. 抵抗 15 オームの導線を三等分し、その二本を列連結となし、他の一本をこれと行連結にする時は全抵抗如何。  
 20. 導線の二點 AB を二本の導線で結び一方を流れる電流の強さを全電流の  $\frac{1}{100}$  とするには、導線の抵抗を如何なる比になすべきか。

21. 電動力 1.05 ボルト、内抵抗 1.0 オームを有する電池五箇を外抵抗 10 オームの導線で列につなぐ時、この導線を流れる電流の強さ及び導線の兩端の電位差を求めよ。

## [D] 電流の熱作用

22. 電熱器の導線として如何なる性質の物質を採用すべきか。  
 23. 電流の熱作用を列擧し、且つ應用の例二つ宛を記せ。  
 24. 100 ボルトにて點燈すべき電氣抵抗 250 オームの電球がある。この電球について次の問に答へよ。  
 [a] これを點燈する際通る電流の強さ幾アンペアか。  
 [b] 一時間點燈する間に要するワット時は何程なるか。  
 25. 抵抗 5 オームと 2.5 オームの二つの電熱器あり、これを列連結にして 100 ボルトの電源につなぐ場合と、これを行連結にして同じ電源につなぐ場合とに於て、毎秒この電熱器に生ずる熱量各々いくらか。但し電壓は不變とす。

## [E] 電流の磁氣作用

26. 一つの軟鐵棒に一本の導線を捲き兩端に N 極、中央に S 極を生ずるにはどんなに導線に捲けばよいか。  
 27. 二本の導線を近づけてこれに同方向の電流を通ずる時互に相引き、異方向の電流を通ずる時相拒斥するは如何なる理によるか。  
 28. 電流の方向を知る方法如何。  
 29. 電磁石とは如何なるものか。  
 30. 唯一個の電鈴を備へて多くの場所より鳴らす連結法を考へよ。又多くの電鈴を鳴らすに一箇の電池を共用する連結法を考へよ。



31. 正切電流計の原理を説明せよ。
32. 動コイル電流計の原理を問ふ。
33. ボルト計とアンペア計とを比較せよ。
34. ボルトメーターのコイルの抵抗の大なる理由を説明せよ。

### [F] 電流の化学作用

35. 物質に電流を通ずる時如何なる作用が起るか。それ等の作用の工業的應用の實例をあげよ。
36. 表面積 200 平方糎の金属面に厚さ 0.01 糎の鍍銀をするため強さ 0.5 アンペアの電流を用ひる。銀の比重を 10.5 として所要時間を計算せよ。
37. 15 アンペアの電流を 3 時間硫酸銅溶液に通じて銅 53.1 瓦を得た。然らば 25 アンペアの電流を 2 時間硝酸銀溶液に通ずると幾らの銀を析出するか。但し銅及び銀の化学當量は夫々 31.8 及び 108 とする。
38. 硫酸銅溶液から 1.5 アンペアの電流で銅一瓦を析出するには何程の時間を要するか。

### [G] 感應電流

39. 電磁感應を説明せよ。
40. 感應電流を起す一方法を述べ、且つ電流の方向に關する定律と電動力の強さを定める要素を説明せよ。
41. 主電流の方向と感流電流の方向とを識別するには如何なる實驗がよいか。
42. 感應コイルの略圖を畫き、その作用を説明せよ。

### [H] 真空放電及び放射能

43. ガイスレル管を説明し、この程度の放電管の用途を問ふ。

44. 陰極線の本性とその諸作用を述べよ。
45. X線を説明せよ。
46. 放射能とは何か。
47. 三種の放射線について説明せよ。

## 第五章 力及び運動

### [A] 力の合成 分解

1. 一點に働く三つの力が釣合を保つための條件如何。分力と合力と等しいことがあるか。又分力が合力より大きいことがあるか。
2. 電線を真直に引き延ばすために、その兩端を二本の柱の根元に結びつけ電線の中央部を二三人の工夫が横に引くのを見る。その理由を説明せよ。
3. 二本の絲で一つの物體を吊し、各の絲に同一の重さが懸るやうにして、それ等の絲の間の角度を大きくする時は、絲が切れることがある。何故か。
4. 3 疋、4 疋、5 疋の三力が一點に作用して釣合つてゐる時は、三力の方向は如何。
5. 長さ 1.5 米の棒に或る重さの物體を懸けて二人でその兩端を擔ふとき、兩人の肩に加はる重さを 2:3 としようとするには、この物體を何處に懸けるとよいか。
6. 長さ 1.5 米の棒の兩端に 3 疋と 5 疋との物體を吊し、これを水平に擔はうとする。肩で何處を支へたらよいか。
7. 正三角形の各頂點に 2 疋・3 疋・5 疋の力が平行に作用する時、合力の作用點を作圖によつて求めよ。



8. 身長相等しい三人にて長さ4米の鐵棒を運ぶに一人はその一端を擔ぎ、他の二人はこれに直角に取附けた横木の端を擔ぎ、三人の肩に及ぼす重さを等しからしめようとする。横木を取附ける位置如何。但し横木の重さは省略し、鐵棒の切口の大いさは一樣なものとする。
9. 長さ50 厘の絲の一端を鉛直の壁に固定し他端に 200 瓦の物體を吊し、これに水平力を加へて壁より 30cm 離して支へるとき、絲の張る力幾何なるか。絲の重さは無いものとする。
10. 長さ 140cm なる絲の兩端を同一水平面に於ける 100cm 隔りたる二點 A, B に結び、A 端より 60cm の點 C に 20kg の錘を吊すとせば、絲の張力如何。また絲が 40kg の張力に堪へ得るものとせば、C 點に吊し得る錘の最大の重さ幾何。但し絲自身の重さは省略するものとする。

## [B] 力の能率 重心

11. 等質の物質で作つた均一の厚さの正方形板を邊に平行した二線で四等分し、出來た四つの正方形の一つを缺損する時は殘部の重心の位置如何。
12. 質量の分布一樣にして厚さ相等しく半径の比 4:3 の二枚の圓板を平面上に置き、縁と縁とを接觸させる。兩板の重心がこの接觸線上に在るためには密度の比如何。
13. 太さが一樣で長さ1米の等質の棒がある。その一端に 5 瓦の物體を懸けた時、その端から 15 厘の處を支へると棒が水平になる。棒の重さを問ふ。
14. 一樣な矩形の板がある。對角線で作つた三角形の一つを切りとつた殘りの板の重心を求めよ。
15. 直立せる圓筒を水平力にて倒すには、力を上方に加へる程倒し易い

のは何故であるか。

16. 多量の薬を載せた荷車は、同じ重量の石を載せたものに比べて悪い路を行く時に顛覆する虞が多いのは何故か。
17. 半球形の器を水平面上に置くときは、器の平面に觸る處は一點なるが、その釣合は安定にして倒れることなき理を説明せよ。
18. 細長い木片が水面に浮くときは必ず横になる。理由を説明せよ。

## [C] 單一器械

19. 挺子の原理及び挺子の種類を問ふ。
20. 清涼飲料水の瓶の蓋をとる器具の作用を説明せよ。
21. 罐切を使用するに刃を支點から 3 厘に固定し、手を 21 厘の處にかけて 4 瓦の力を加へる時は刃の押す力は幾らか。
22. 兩端に重量 20 瓦と 6 瓦との二箇の物體を吊した長さ 1.5 米の棒を水平に保たうとするには、その支點を何處に置けばよいか。但し棒の重量は 4 瓦で、その重心は中央にある。
23. 天秤は質量を測るものか、重さを測るものであるか。
24. 天秤が正確なための條件及び天秤の感度を大きくするための條件を述べよ。
25. 兩臂の長さが等しくない天秤で物體の重量を測定しようとして、物體を右方の皿に載せた時は  $W_1$  瓦、左方の皿に載せた時は  $W_2$  瓦で釣合つたとすれば、物體の眞の重量  $W$  瓦は次の式で求められることを證明せよ。
- $$W = \sqrt{W_1 W_2} \text{ 瓦}$$
26. 桿秤の目盛の方法を述べよ。
27. 定滑車を用ひて物體を引き揚げる場合、眞下に引く時と、斜に引く



場合とて釣合ふ力の大きさに變りがあるか。

28. 動滑車を用ひて物體を引き揚げるのに、綱を鉛直に引き揚げると、斜に引揚げるとで、力に相違があるかどうか。
29. 高さ 3 米長さ 5 米の斜面上にある 100 斤の物體を斜面に平行な力で支へようとする。幾何の力を要するか。
30. 斜面の角の小さい場合物體が滑り落ち難いのは何故か。
31. 歩み 1.3 糎、半径 4 糎の螺旋がある。これに 50 糎の把子を付け、その端に 2 斤の力を加へる時、螺旋の下にある物體に及ぼす壓力は幾らであるか。
32. ネヂの歩みが 8 糎、柄の長さが軸から 50 糎の時、15 斤の力で何斤の物を支へることが出来るか。

#### [D] 運動

33. 北に向つて水平に毎時 150 料の速さで飛行する飛行機は毎秒 10 米の西風がある時、如何なる方向へ進むか。
34. 汽車が停車場を出發して 3 秒後に 3 秒米の速度を得た。この割合で 2 分後の速度を求めよ。
35. 直進する一物體がある。初め 23 秒米の速度を有したが、2 分の後に 3 秒米となつた。平均加速度を求めよ。
36. 毎時 36 料の汽車が 1 分間で靜止した。平均加速度を求めよ。

#### [E] 運動の定律

37. 可なり重い分銅を絲で吊り、同じ絲を分銅の下に着け、この絲を急に下方へ引くと、絲は直に切れるけれど、徐々に引くと、吊つた絲の方角が切れる。何故か。

38. 机の上に石を滑らすと忽ち止り、氷の上では遠い處に達するのは何故か。
39. 船中にある人が如何に船を押しても動かないのに、水底を竿で押すと船は動く。何故か。
40. 走る列車内で天井から銅貨を落すと、銅貨はその出發點の直下の床を打つ。何故か。
41. 野球の球を受ける時手を後に引きながら受けとめるのは何故か。
42. 釘を押込むことが困難な場合でも打込むことは容易である。然るに水上に浮んでゐる小舟は手を以て容易に動かし得るが、金鎚で打つても動かし難い。その理由を説明せよ。
43.  $30^\circ$  の斜面上に 10 斤の物體あり、これを斜面に平行な力で引き上げようとする。幾ダインの力を要するか。
44. 大舟と小舟に人が乗り互に引き合ふ時は如何なる運動を起すか。
45. 質量 5 瓦の物體に力が作用し速度が 15 秒米から 25 秒米に變つた。運動量の増加を求めよ。
46. 靜止せる質量 25 瓦の物體に 100 ダインの力が働く時は加速度は幾らか。又 30 秒後の速度は何程か。
47. 人が器物に依らずして地面より跳び上り得る理由を説明し、且つその跳躍に對して重力及び人體の質量が如何に關係するかを論ぜよ。

#### [F] 萬有引力と諸種の運動

48. 重力の強さは場所によつて違ふものであるのに、同一物體を天秤又は桿秤で秤量した結果は何處でも差異がないのは何故か。
49. 月の表面での落體の加速度は地球の表面上での  $\frac{1}{6}$  である。地面で 1.5 米の高さを飛び得る人は、月面では幾米の高さを飛び得るか。



50. 佛國エッフェル塔の高さは335米であるといふ。この塔の頂から落ちた石が地面を打つ時の速さは如何。但し空氣の抵抗は無視する。
51. 眞上に投げ上げたベースボールが6秒間空中にあつた。ボールの初速度と、それが達した高さは幾らか。空氣の抵抗は無視する。
52. 毎秒10米の速さで石を眞上に抛上げると、この石の上昇の高さは幾何か。又幾秒の後地に落ちて来るか。空氣の抵抗はないものとする。
53. 地上200米の高さを水平に飛行して居れる飛行機より落された爆弾が、投下位置の眞下の地點より水平距離550メートルの所に到達した。この場合の飛行速度毎時幾キロメートルなるか。但し空氣の抵抗を無視せよ。
54. 40秒の水平速度で頭上を通過する飛行機がある。速度600秒米の彈丸でこれを撃つには、どの點を狙へばよいか。
55. 1米の高さから落ちた銅球は粘土を打つて2厘の深さに止まつた。4米の高さから落ちる時は幾何の深さに達するか。
56. 糸で吊した器に水を入れ、これを振り廻すのに器が倒になつても水はこぼれない。何故か。
57. 遠心乾燥機と云ふ器械は、圓筒の側壁に多數の孔を穿つたもので、この中に濕布を入れて急激に廻轉すると、濕布は速かに乾燥せられる。この理を説明せよ。
58. 長さ1米の糸の一端に10瓦の物體を付け、これを毎分100回の回轉數で振り廻す時、糸が丁度切れたといふ。この糸は幾瓦の重さまで支え得るか。但し圓周率を $\frac{22}{7}$ とする。

## [G] 運動に對する抵抗

59. 綱引に就て、次の諸項を説明せよ。

- [a] 強く引かんとする程強く掘るを要する理。
- [b] 足下の地面を握る理。
- [c] 蹲む理。
60. 日常摩擦を利用してゐる實例をあげよ。
61. 矢に附けてある羽の作用を説明せよ。
62. 30°の斜面あり、その上に1斤の物體がある。この物體を斜面上に支へるには、面に沿ふて何程の力を加へたらよいか。
63. 砂埃は石の細片であるのに空氣中に浮遊するのは如何なる理によるか。
64. 雨滴が殆ど等速運動で落ちて来るのは如何なる理によるか。
65. 風の飛揚する理を説明せよ。
66. 舟の舵の作用を説明せよ。
67. 推進機の作用を説明せよ。
- [H] 仕事及びエネルギー
68. 器械を用ひると力を利する所はあるが、仕事を利することはできず却つて損失があることを斜面の例について説明せよ。
69. 質量2キログラムの物體を水平な板に置き、これに毎秒2.4メートルの水平速度を與へたるに、1メートル滑走した後静止したといふ。物體に作用した摩擦力如何。
70. 疋米・貫尺・呎ポンド等の單位が地方によつて小差があると云ふのは、何故か。
71. 質量1瓦の静止せる物體に1瓦の力が1秒間作用する時、この物體の運動のエネルギーは何程になるか。
72. 18呎の高さにある水桶に180噸の水を汲上げた。その仕事は幾ら



か。この仕事を2時間でしようとするれば幾馬力を要するか。但し1噸は2240ポンドである。

73. 弓の引き始めから矢が的に當つて静止するまでの間にエネルギーの變遷する模様を説明せよ。
74. 質量30gの石を毎秒5米の速度で上方に投げたのに石は2.4米の高さに昇つた。石が空氣に抗してなした仕事を求めよ。
75. 初速50秒米で鉛直に投げ上げられた200瓦の物體が高さ50米の點に達するまでに何程の運動のエネルギーを失ふか。
76. 質量100瓦の物體が半径60呎の圓周上を一樣な速さで1分間に20廻轉すれば、物體の有する運動のエネルギーは幾何か。

### [I] 振動及び波動

77. 半振動が1秒である振子の長さを算出せよ。
78. 重力の加速度を知る方法をあげよ。
79. 時計が一般に夏日遅れ冬日進むは何故か。
80. 横波及び縦波を説明せよ。

## 第六章 音波 光波 電波

### [A] 音波

1. 井戸に向ひ1秒につき4回の割合で發聲するに、その一音と、その直前の音の水面よりの反響とが同時に聞える。井戸の水面までの距離如何。但し音の速さを340秒米とする。
2. 夜間は晝間よりも遠方の音をよく聞く事が出来る。その理を問ふ。
3. 音は反射すると云ふ。實例二つをあげて説明せよ。

4. 同長、同半径の銀線と銅線とを張り、その振動數を1:2の比とならしめんには張力の比を如何にすべきか。但し銀及び銅の密度は夫々10.5瓦立方呎及び8.9瓦立方呎とする。
5. 一端の閉じた氣柱の口元で音叉を鳴らしたのに氣柱の長さが20呎の時第一の共鳴をみとめた。音叉の發する波長を問ふ。
6. 長い硝子圓筒中に長さに沿ふて動かし得る活塞を設け、氣柱の長さを加減する装置がある。この活塞の位置が圓筒の一端より12.0呎、37.2呎、62.3呎、87.5呎等である時、最もよく共鳴する。音叉の發する波長を計算せよ。
7. 閉じた氣柱を用ひ音叉の振動數を求める方法如何。
8. 閉管の口元で音叉をならしつゝ氣柱の長さを變化したるに、第一の共鳴をきいた位置と第二の共鳴をきいた位置との距離が20呎であつたといふ。この音叉の振動數を求めよ。但しこの時の音の速さは毎秒340米とする。

### [B] 光波

9. 輻射線は物體に吸収されて如何になるか。
10. 熱線及び化學線に對する不透明體の二、三の例をあげよ。
11. 燐光及び螢光の現象を説明せよ。
12. 各種の輻射線の存在を如何にして知り得るか。
13. 黑色物體がよく熱を吸収することを示す實驗法を問ふ。
14. 波長が1呎の一萬分の6なる光波の振動數は幾何か。
15. 音波と光波とを比較せよ。
16. 石油數滴を水上に落す時、水面が色づいて見える理由を説明せよ。
17. 前の場合、油の膜の厚さが大であると、色を現はさない。何故か。



18. 偏光の現象を説明せよ。  
19. 複屈折を説明せよ。

## [C] 電磁波

20. 次の語の意義を問ふ。  
a 振動回路, b 同調, c 變調, d 電氣振動, e 減衰振動
21. 振動回路は如何なる部分から作られるか。  
22. 鑛石検波器の作用を説明せよ。  
23. 三極真空球の整流作用を述べよ。  
24. 無線電話の原理を説明し、且つその装置に於ける主要部分の作用を述べよ。

## 索引

## ア

圧力 Pressure	4	Archimedes' Principle	14
圧力の強さ Intensity of Pressure	4	アンペア Ampere	64
雨 Rain	36	アンペアの定律 Ampere's law	75
安定 Stable	102	アンペア計 Amperemeter	80
安定度 Stability	102	アーク燈 Arc lamp	72
アルキメデス Archimedes	14	α線 α-ray	94
アルキメデスの原理			

## イ

一時磁石 Temporary magnet	60	位置のエネルギー Potential energy	133
一次コイル Primary coil	85	位相 Phase	139
陰極 Negative pole	63		
陰極線 Cathode ray	91		

## ウ

浮秤 Hydrometer	16	First law of motion	113
唸り Beats	143	運動の第二定律 Second law of motion	114
運動 Motion	111	運動量 Momentum	115
運動のエネルギー Kinetic Energy	132	運動の第三定律 Third law of motion	116
運動の合成と分解 Composition and resolution of motions	112	ウラニウム Uranium	93
運動の第一定律			

## エ

液體 Liquid	8	液化 Liquefaction	34
液體の表面 Surface of liquid	8	遠視眼 Hypermetropia	49
液體の壓力 Pressure of liquid	10	繪具の混合 Mixture of pigments	56
液體の浮力 Buoyancy of liquid	14	繪具の三原色 Three primary colour of the	
液體の膨脹 Expansion of liquid	23		



pigments	57	energy	133
永久磁石 Permanent magnet	60	遠心力 Centrifugal force	122
X線 X-ray	92	エネルギー Energy	131
圓運動 Circular motion	122	エルグ Erg	131
エネルギー不滅の定律 Principle of conservation of		エーテル Ether	151
		鉛直線 Vertical line	4

## オ

音 Sound	141	音響機 Sounder	78
音波 Sound wave	141	凹面鏡 Concave mirror	43
音の傳播 Propagation of sound	141	凹レンズ Concave lens	47
音の反射 Reflection of sound	141	横波 Transversal wave	138
音波の干渉 Interference of sound waves	141	オーム Ohm	66
		オームの定律 Ohm's law	66

## カ ガ

慣性 Inertia	113	Induced electromotive force	86
寒剤 Freezing mixture	29	ガイスレル管 Geissler's tube	89
カロリー Calorie	27	γ線 γ-ray	95
乾電池 Dry cell	65	加速度 Acceleration	113
乾濕球濕度計 Wet and dry bulb hydrometer	37	開管 Open pipe	146
影 Shadow	39	廻轉運動 Rotation	123
皆既食 Total eclipse	40	廻轉軸 Axis of rotation	123
眼鏡 Spectacles	49	廻轉摩擦 Rolling friction	126
眼鏡の度 Degree of spectacles	50	舵 Helm	128
感應電流 Induced current	84	滑車 Pulley	106
感應コイル Induction coil	86	滑劑 Lubricant	127
感應電動力		干渉 Interference	142

## キ

基本單位 Fundamental unit	2	凝固體 Solidifying point	28
凝集力 Cohesion	16	氣體 Gas	20
凝固 Solidification	28	氣體の膨脹 Expansion of gas	24

氣體の性質 Property of gas	19	吸収スペクトル Absorption spectrum	54
氣化 Vaporization	30	氣柱の振動 Vibration of gas column	145
氣化熱 Heat of vaporization	33	基底 Base	101
霧 Fog	36	紫外線 Ultra-violet ray	148
共鳴 Resonance	146	キロワット Kilowatt	73
虚像 Virtual image	47	キロワット時 Kilowatt hour	74
求心力 Centripetal force	122	行連結 Connection in series	67
球面鏡 Spherical mirror	42		
輝線スペクトル Line spectrum	54		
近視眼 Myopia	49		

## ク

空氣の液化 Liquefaction of the air	34	グラム Gram	2
雲 Cloud	36	クーロンの定律 Coulomb's law	59
屈折の定律 Law of refraction	43	グリッド Grid	158
屈折率 Index of refraction	44	クルックス管 Crooke's tube	91
屈折角 Angle of refraction	44	偶力 Couple	99
		楔 Wedge	108

## ケ

月食 Lunar eclipse	39	螢光 Fluorescence	150
限界角 Critical angle	46	絃 String	141
原色 Primary colour	57	絃の振動 Vibration of String	144
傾角 Dip	61	原子核 Nucleous	95
傾心 Metacenter	103	原子番號 Atomic number	96
檢波器 Detector	157	原音 Fundamental tone	144
減衰振動 Damped Oscillation	155	原振動 Fundamental vibration	144

## コ

固體 Solid	6	光度計 Photometer	41
固體の膨脹 Expansion of solid	22	光角 Optical angle	48
混合法 Method of mixture	27	國際燭光 International candle power	40
光源 Light source	40	コイル Coil	76
光度 Luminous emissivity	40		



鎖石検波器 Crystal detector	157	工率 Power	131
航空船 Air-ship	129	合力 Resultant force	97
高低波 Transversal wave	139	合運動 Resultant motion	112
光波 Light wave	147	合速度 Resultant velocity	112

## サ

サイフォン Syphon	13	三原色 Three primary colour	57
最大摩擦 Limiting static friction	126	三色版 Three colour printing	57
作用 Action	117	三極真空球 Triode valve	158
		桿秤 Steel yard	105

## シ ジ ズ

質量 Mass	2	Acceleration of gravity	118
C.G.S. 制の単位 C.G.S.-System of unit	2	磁性 Magnetic property	57
シャルルの定律 Charle's law	25	磁石 Magnet	57
ジョリーの光度計 Jolly's photometer	41	磁氣 Magnetism	57
ジュールの定律 Joule's law	72	磁極 Magnetic pole	57
蒸發 Evaporation	30	磁針 Magnetic needle	58
蒸氣 Vapour	30	磁針電流計 Magnetic needle type galva- nometer	79
人造氷 Artificial ice	38	磁氣力 Magnetic force	58
湿度 Humidity	36	磁氣感應 Magnetic induction	59
湿度計 Hygrometer	36	磁性體 Magnetic substance	59
霜 Frost	36	磁場の強さ Intensity of magnetic field	60
充電 Charge	81	磁力線 Magnetic lines of force	60
週期 Period	136	磁氣子午面 Magnetic meridian	61
照度 Intensity of illumination	40	自由表面 Free surface	8
燭光 Candle power	41	自己感應 Self-induction	84
視角 Visual angle	49	受信機 Receiver	77
重力 Gravity	3	受話機 Receiver	88
重量 Weight	4	真空放電 Vacuum discharge	89
重心 Center of gravity	100	仕事 work	109
重力の加速度			

仕事の原理 Principle of work	108	Isocronism of pendulum	137
斜面 Inclined plane	107	振動 Vibration	136
縦波 Longitudinal wave	140	振幅 Amplitude	136
衝突 Collision	116	振動数 Frequency	136
振子 Pendulum	136	振動回路 Oscillation circuit	155
振子の等時性			

## ス

水平面 Horizontal plane	8	スペクトル分析 Spectrum analysis	54
水準器 Level	9	推進機 Screw propeller	138
水圧機 Hydraulic press	10	滑り摩擦 Sliding friction	126
水平分力 Horizontal component	61	繊維 Filament	158
スペクトル Spectrum	53		

## セ

## ゼ

ゼンマイ秤 Spring balance	7	全反射 Total reflection	45
線膨脹 Linear expansion	22	製氷 Manufacture of ice	33
絶対温度 Absolute temperature	25	赤外線 Infra-red ray	148
絶対単位 Absolute unit	115	整流作用 Rectifying action	158
全圧力 Total pressure	4		

## ソ

相互感應 Mutual induction	86	速度 Velocity	111
送話機 Transmitter	88	速度の合成と分解 Composition and resolution of velocities	112
疎密波 Condensation and rarefaction wave	140		

## タ

## ダ

単位 Unit	1	體膨脹 Cubical expansion	22
弾性 Elasticity	6	太陽のスペクトル Solar spectrum	55
弾性體 Elastic body	6	単一機械 Simple Machine	104
弾力 Elastic force	7	縦波 Longitudinal wave	140
弾性の際限 Limit of elasticity	7	ダニエル電池 Daniell cell	64



ダイン Dyne	115	Vibration of elastic body	137
打撃 Shock	115	單色光 Monochromatic light	51
彈性體の振動			

## チ

力 Force	5, 98	蓄電池の放電 Discharge of accumulator	84
力の重力單位 Gravitational units of forces	4	蓄電池の充電 Charge of accumulator	84
力の釣合 Equilibrium of forces	5	張力 Tension	4
力の合成 Composition of forces	97	直角プリズム Right angled prism	46
力の平行四邊形の法 Method of the parallelogram of forces	98	地磁氣 Terrestrial magnetism	60
力の圖示 Graphical method of force	5	地磁氣の三要素 Three elements of terrestrial magnetism	61
力の三要素 Three elements of force	5	着力點 Point of application of force	5
力の分解 Resolution of force	98	中立の坐り Neutral stability	102
力の能率 Moment of force	100	直列連結 Series	67
蓄電池 Accumulator	83		

## ツ

露 Dew	36
-------	----

## テ

電子 Electron	91, 95	電流の熱作用 Thermal effect of electric current	70
天秤 Balance	105	電池の抵抗 Resistance of cell	68
電氣抵抗 Electric resistance	65	電池の連結 Connection of cell	69
電位 Electric potential	63	電熱器 Electric heater	70
電位差 Potential difference	63	電燈 Electric lamp	71
電壓 Voltage	63	電弧 Electric arc	72
電流 Electric current	63	電氣爐 Electric furnace	72
電池 Cell	63		
電動力 Electromotive force	64		

電力 Electric power	73	電磁石 Electromagnet	76
電氣化學當量 Electro-chemical equivalent	82	電鈴 Electric bell	77
電解 Electrolysis	81	電信機 Telegraph	77
電解質 Electrolyte	81	電磁感應 Electromagnetic induction	85
電鍍術 Electroplating	82	電磁波 Electro magnetic wave	153
電流の磁氣作用 Magnetic effect of electric current	74	電話機 Telephone	87
電流の化學作用 Chemical effect of electric current	81	電氣振動 Electric oscillation	154
電流計 Galvanometer	78	電波 Electric wave	155
		電氣石 Tourmaline	153
		電氣共鳴 Electric resonance	156
		定滑車 Fixed pulley	106
		挺子 Lever	104

## ト

透明體の色 Colour of transparent body	56	等時性 Isochronism	137
凸面鏡 Convex mirror	42	動コイル電流計 Moving coil galvanometer	79
凸レンズ Convex lens	47	動滑車 Movable pulley	107
等速度運動 Uniform motion	112	導線の連結 Connection of wires	67

## ナ

南極 South pole	57	内抵抗 Internal resistance	68
ナトリウム線 Sodium line	54	波 Wave	128

## ニ

日食 Solar eclipse	39	二次電池 Secondary cell	83
虹 Rainbow	51	ニクロム線 Nichrome wire	71
二次コイル Secondary coil	85		

## ネ

熱 Heat	26	熱の仕事當量 Mechanical equivalent of heat	134
熱量 Quantity of heat	26	ネジ Screw	110
熱量計 Calorimeter	27		



ネジの歩み Pitch of screw 110

能率の臂 Arm of moment 100

## ハ バ パ

速さ Speed 111  
 パスカルの原理 Pascal's principle 90  
 ハズミ車 Flywheel 124  
 媒質 Medium 138  
 反響 Echo 141  
 半影 Penumbra 39  
 反作用 Reaction 117  
 馬蹄磁石 Horse-shoe magnet 58  
 白熱電燈 Incandescent lamp 71  
 発信機 Transmitter 77  
 波長 Wave length 129  
 馬力 Horse power 131  
 倍音 Over tone 144  
 萬有引力 Universal gravitation 117  
 萬有引力の定律 Law of universal gravitation 117

## ヒ

比重 Specific gravity 2  
 比重の測定 Measurement of specific gravity 15  
 比重錘 Pycnometer 16  
 歪み Strain 6  
 表面張力 Surface tension 16  
 比熱 Specific heat 27  
 比熱の測定 Measurement of specific heat 27  
 光 Light 39  
 光の直進  
 Rectilinear propagation of light 39  
 光の屈折 Refraction of light 43  
 光の分散 Dispersion of light 50  
 β線 β-ray 94  
 光の本質 Nature of light 150  
 光の干渉 Interference of light 152  
 光の電磁波説 Electro-magnetic theory of light 152  
 飛行機 Aeroplane 130

## フ ブ プ

物理学 Physics 1  
 物性 Properties of matter 4  
 物體の色 Colour of body 55  
 物體の座り Stability of body 101  
 浮力の中心 Center of buoyancy 103  
 浮體の釣合 Equilibrium of floating body 103  
 分子 Molecules 17  
 分子力 Molecular force 17  
 分光器 Spectroscope 52

分極作用 Polarization 64  
 分力 Component of force 98  
 附着力 Adhesion 17  
 沸騰 Boiling 30  
 沸點 Boiling point 30  
 不透明體の色 Colour of opaque body 56  
 不安定の座り Unstable 102  
 複色光 Composite light 51  
 複屈折 Double refraction 154  
 複滑車 Combined pulley 107  
 輻射線 Radiant ray 147  
 輻射 Radiation 149  
 輻射計 Radiometer 150  
 伏角 Dip 61  
 風琴管 Organ pipe 147  
 フックの定律 Hooke's law 7  
 フラウンホーフェル線 Fraunhofer's line 55  
 ファラデーの定律 Faraday's law 82  
 プリズム Prism 46  
 プロトン Proton 96  
 プレート電流 Plate current 159

平行力の合成 Composition of parallel forces 88  
 偏光 Polarized light 153  
 偏角 Declination or Deviation 46  
 閉管 Closed pipe 145  
 並列連結 Paralell 67

## ホ ボ ポ

ボイルの定律 Boyle's law 19  
 ボイルシャルルの定律 Boyle Charles's law 26  
 膨脹 Expansion 22  
 飽和蒸氣 Saturated vapour 30  
 飽和壓力 Saturated vapour tension 31  
 本影 Umbra 39  
 棒磁石 Bar magnet 58  
 北極 North pole 57  
 方位角 Declination 61  
 方解石 Calcite 154  
 ボルト Volt 57  
 ボルタの電池 Voltaic cell 64  
 ボルト計 Voltmeter 80  
 放電叉 Discharger 154  
 放射能 Radioactivity 93  
 放射線 Radioactive ray 94  
 放電管 Tube of discharge 89  
 放射性物質 Radioactive substance 93  
 抛射體 Projectile 120

## マ

摩擦 Friction 125  
 摩擦係数 Coefficient of friction 126  
 捲揚機 Windlass 109



ニ			
密度 Density	2	見掛の膨脹 Apparent expansion	24
ム			
無線電信 Wireless telegraphy	156	無線電話 Wireless telephony	159
メ			
眼 Eye	48	Distance of distinct vision	48
眼鏡 Spectacles	49	眼鏡の度 Degree of spectacles	50
明視距離			
モ			
毛管現象 Capillary phenomena	18	網膜 Retina	49
モランの定律 Morin's law	126		
ユ			
誘導單位 Derived unit	2	融解熱 Heat of fusion	28
融解 Melting or Fusion	28	雪 Snow	36
融解點 Melting point	28		
ヨ			
餘色 Complementary colour	57	陽極 Positive pole	63
陽電氣 Positive electricity	63	横波 Transversal wave	138
ラ			
羅針盤 Compass	61	ラヂウム Radium	94
落體 Falling body	119	ラヂオ放送 Broad casting	160
リ			
流體 Fluid	6	流體の抵抗 Resistance of fluid	127
臨界溫度 Critical temperature	34	輪軸 Wheel and axle	108
臨界角 Critical angle	46	燐光 Phosphorescence	150
輪道 Electric Circuit	93	力積 impulse	116

ル			
ルクランエシ電池 Leclanche' cell	64		
レ			
連通器 Communicating vessel	12	レンツの定律 Lenz's law	86
連続スペクトル Continuous spectrum	54	レントゲン線 Röntgen ray	29
レンズ lens	47	列連結 Connection in parallel	67
ロ			
露點 Dew point	36	露點湿度計 Dew point hygrometer	36
ワ			
ワット Watt	73	ワット時 Watthour	74

—〔索引終〕—



昭和六年九月二十五日印刷  
 昭和六年九月三十日發行  
 昭和六年十二月一日訂正再版印刷  
 昭和六年十二月五日訂正再版發行  
 昭和十一年九月二十五日改訂三版印刷  
 昭和十一年九月三十日改訂三版發行  
 昭和十一年十一月二十五日訂正四版印刷  
 昭和十一年十一月三十日訂正四版發行

著作權所有

新制中等物理  
 改訂版(乙表)

定價金壹圓〇壹錢

編纂者 東京高等師範學校附屬中學校內  
 理科研究會

代表者 水野彌

發行者 目黑甚  
 東京市神田區駿河臺三丁目一番地

印刷者 高橋郁  
 東京市京橋區銀座西二丁目三番地

印刷所 三協印刷株式會社  
 東京市京橋區銀座西二丁目三番地

發行所

東京市神田區駿河臺三丁目一(振替口座第二八〇九番)

目黑書店







