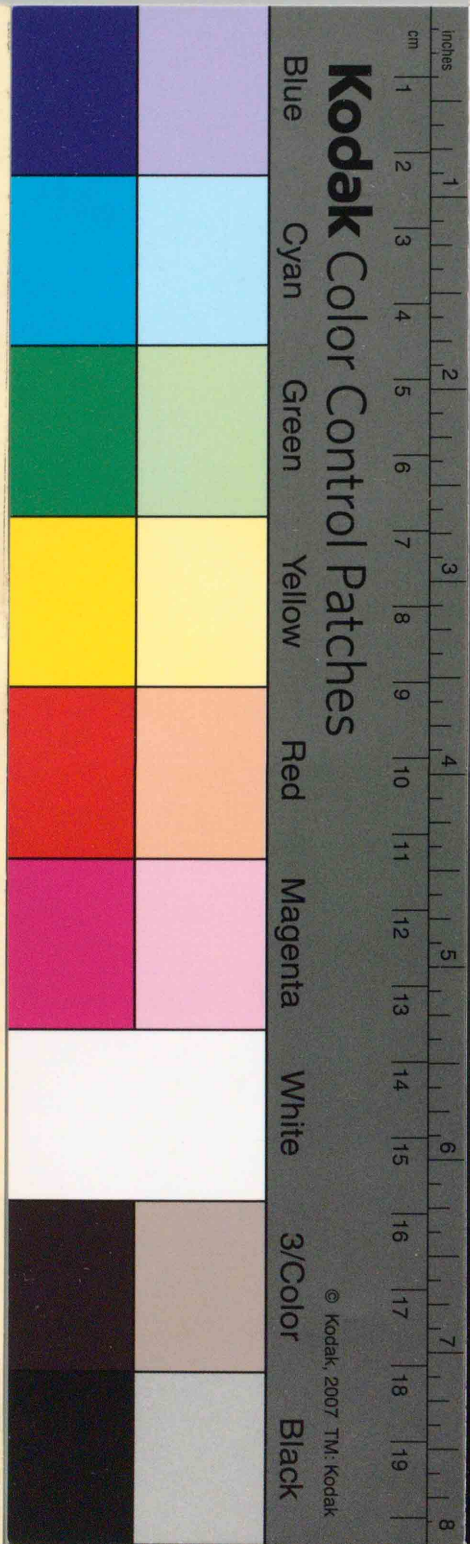


40271

教科書文庫

4
421
41-1923
2000 81242

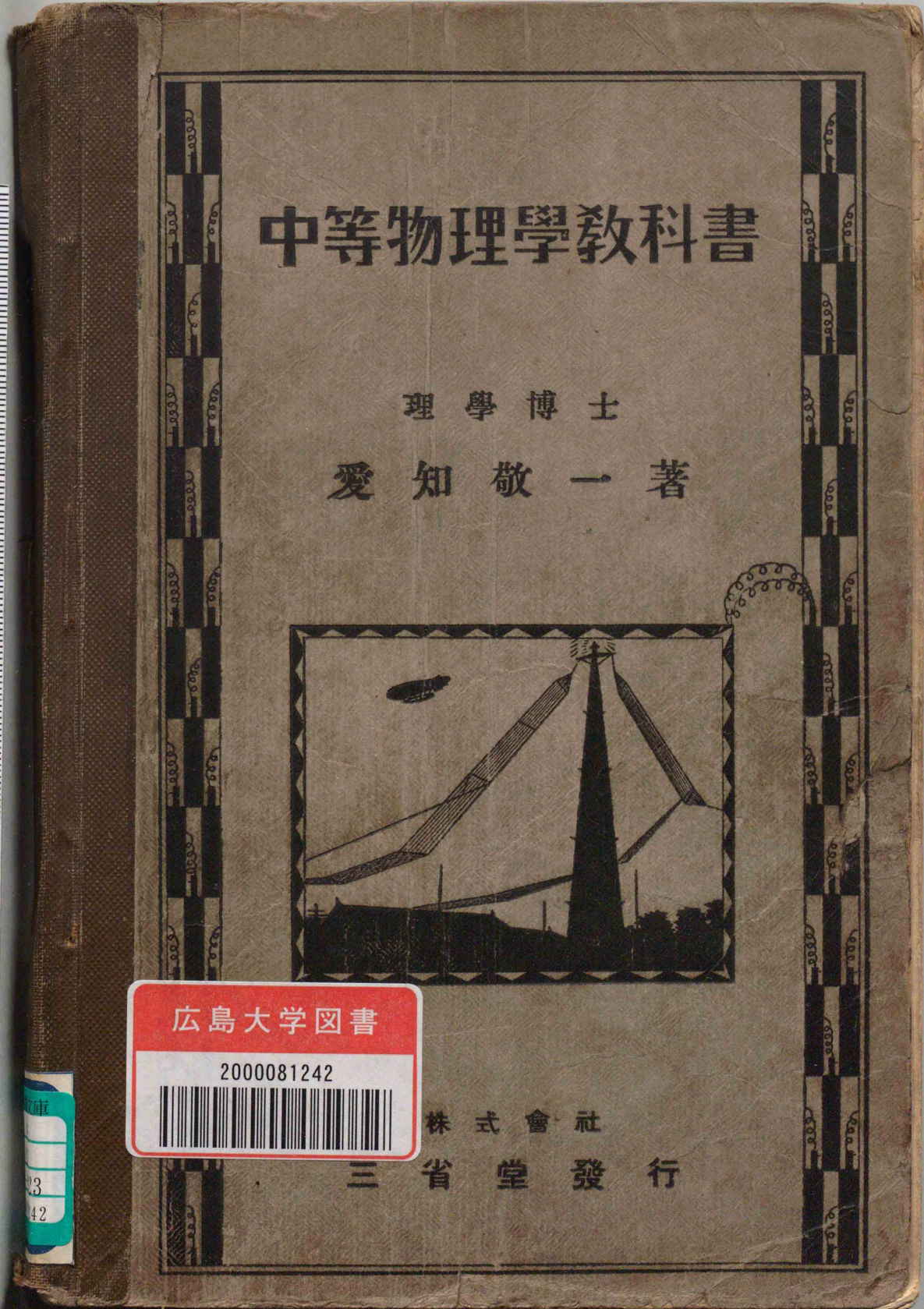


Kodak Gray Scale

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



© Kodak, 2007 TM: Kodak



広島大学図書

2000081242

教科書

42

42
421
大12

重要公式集

(1) 物体の比重	$\frac{\text{物体の密度}}{\text{水の密度}}$	16	(17) 振子の週期	$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	101
(2) ボイルの定律	$P \times V = C$	26	(18) 光度の關係式	$L_2 = L_1 \times \frac{S_2^2}{S_1^2}$	123
(3) 體膨脹	$V = V_0(1+at)$	36	(19) 凹面鏡	$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$	126
線膨脹	$l = l_0(1+bt)$	36		$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$	126
(4) シャールの定律	$V' = V_0 \left(\frac{273+t}{273} \right)$	37	(20) 屈折率	$n = \frac{\sin i}{\sin r}$	129
(5) ボイル・シャールの定律	$PV = \frac{P_0 V_0}{273} T$	38	(21) 凸レンズ	$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$	135
(6) 比熱の關係式	$Sm(t-T) = m'(T-t')$	41	(22) 凹レンズ	$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f}$	136
(7) 挺子	$P \times AC = Q \times BC$	61	(23) 物体の長さ 像の長さ	$\frac{\text{物体の長さ}}{\text{像の長さ}} = \frac{\text{物体とレンズとの距離}}{\text{像とレンズとの距離}}$	137
(8) 斜面	$P = W \times \frac{AC}{AB}$	73	(24) オームの定律	$\left\{ \begin{array}{l} \text{(一般)} C = \frac{E}{R} \\ \text{(電池)} C = \frac{e}{R+r} \end{array} \right.$	176 181
(9) 仕事	$W = F \times S$	72	(25) 行連結に於ける針金の全抵抗	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	178
(10) 萬有引力	$f \propto \frac{mm'}{r^2}$	78	(26) 列連結に於ける針金の全抵抗	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	180
(11) 落體	$\left\{ \begin{array}{l} v = v_0 + gt \\ s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \\ v^2 - v_0^2 = 2gs \end{array} \right.$	79 80	(27) ジュールの定律	$H = 0.24 \times C^2 R$ (カロリー)	186
(12) 力	$f = ma$	82		$H = 0.24 \times CE$ (,,)	187
重力	$f = mg$	82	(28) 電流の工率	$W = H \times 4.19 \times 10^7$ (エルグ)	187
(13) 運動量の變化	$ft = mv - mv_0$	83		$= CE \times 10^7$ (,,)	
(14) 位置のエネルギー	mgh	91		$= CE$ (ジュール)	
運動のエネルギー	$\frac{1}{2} mv^2$	93			
(15) 熱と仕事	$W = J \times H$	94			
	$J = 4.19 \times 10^7$	94			
(16) 求心力	$f = \frac{Mv^2}{R}$	100			

教科書文庫
4
421
41-1923
2000081242

單位比較
換算表

1 寸	= 3.030 糎	= 1.193 吋
1 尺	= 0.303 米	= 0.9942 呎
1 里	= 3.927 浬	= 2.440 哩
1 糎	= 0.330 寸	= 0.3937 吋
1 米	= 3.300 尺	= 3.281 呎
1 浬	= 0.2546 里	= 0.6214 哩
1 吋	= 0.8382 寸	= 2.540 糎
1 呎 (12吋)	= 1.006 尺	= 30.480 糎
1 哩 (5280呎)	= 0.4093 里	= 1.609 浬
1 升	= 1.804 立	= 0.397 ガロン
1 立	= 0.5544 升	= 0.2201 ガロン
1 匁	= 3.75 瓦	= 0.1323 オンス
1 貫	= 3.75 匁	= 8.267 封度
1 瓦	= 0.2667 匁	= 15.43 グレーン
1 匁	= 0.2667 貫	= 2.205 封度
1 オンス	= 7.560 匁	= 23.35 瓦
1 封度 (16オンス)	= 121.0 匁	= 453.6 瓦
1 噸 (2240封度)	= 270.9 貫	= 1016. 匁

HISASHI HIRAKA
1924 11/25/18
Dear friend

広島大学図書

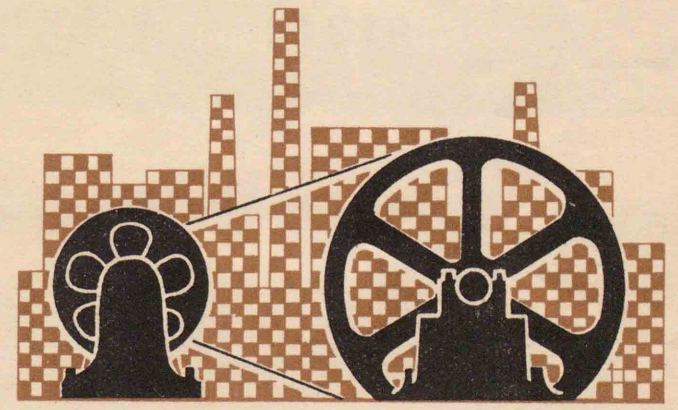
2000081242



中等物理學教科書

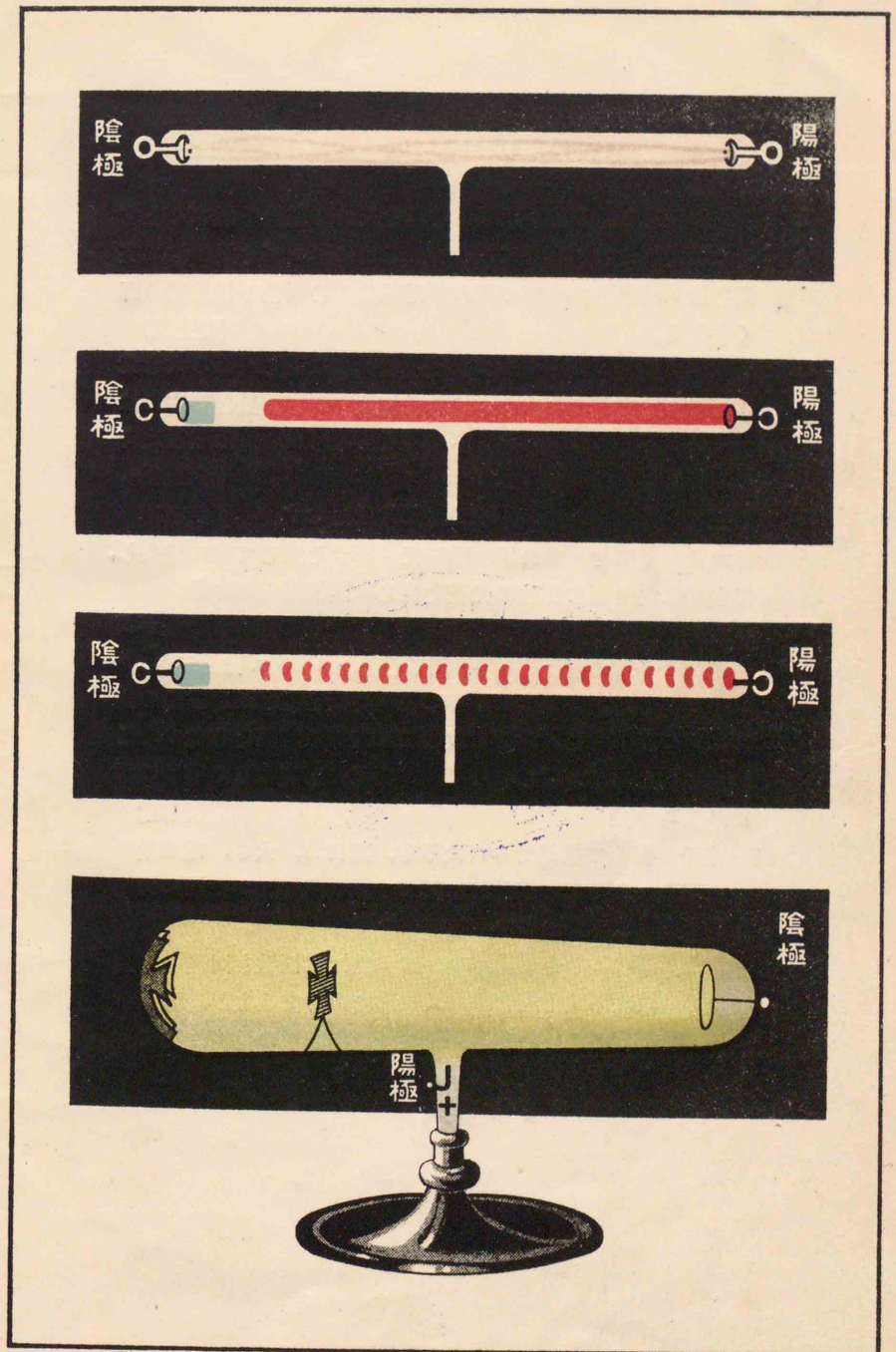
理學博士

愛知敬一著



東京

株式會社 三省堂發行



真空放電

- I. 長さ約一尺の硝子管の両端に電極を入れて電流を通さんとするも、空氣あれば容易に通ぜず。これにポンプを働かせて空氣を抜き、氣壓約 50 耗に至れば電流は通じ董色の線數條の輝くを見る。(最上圖)
- II. 管内の氣壓約 2 耗となれば、董色は赤色に變じ一條の太き光芒となりて陽極より出づ、之を陽極光と云ふ。陰極の方には少しく暗所ありてフェラデーの暗所と呼ばれ、尙ほ陰極は青く輝く。(第二圖)
- III. 氣壓 0.5 耗に至れば、陽極光は鱗片狀をなす。(第三圖) これより氣壓を減ずれば、陽極光は輝きを減じて遂に消失し、陰極には之を包む黄色の光芒を生じ、陰極光と云はる。
- VI. 氣壓 0.05 耗以下に至れば、陰極光も亦消えて硝子管の壁が黄色の燐光を放つを見るのみ、斯る管をクルックス管と云ふ。クルックス管に於て中央に十字形の金屬板を置けば、陰極の對壁に其の影を生じ、陽極の位置には何等の關係を有せず、これ陰極線を出すが爲めにして、陰極線は速度大なる電子の群に外ならず。(第四圖)
- 電子の初めて發見せられたるも、其目方、大さ、電氣量の測られたるも、皆此管に於てす。又陰極線が金屬に衝突する時は X 線を生ず。
- 世にラヂウムの奇を説くも、其 β 線は陰極線と同種のもの、 γ 線は X 線と同じく、又 α 線に相當するものに、クルックス管の陽極線あり。即ち最近物理學の進歩は實に此管の裡より生れたりと云ふも可なり。

クルックス

序

物理學は實驗を基礎とする學科なれば、出來得るだけ實驗を示して教授すべきは論を俟たず。然れども器械を備ふるには限りあり、實驗の準備には時を要す。従ひて實驗に示し難きものも圖畫を示して視覺に愬ふるを順とせざるを得ず。文章によるよりは言葉によりて耳より入るを易しとし、こは教師獨特の手腕を振ふの餘地を残すため、教科書にはあまり細かき説明を加へざるを可とせざるを得ず。これ輓近歐米の風潮なり。實に戰敗の國たる獨逸の教科書に於ても圖畫の豊富にして色刷の加はれるあり。著者再度歐洲に遊ぶに及びて殊に其の感を深うす。爰に著者が我國に已存の物理學教科書に向ひて、更に其の一つを加ふるの理由を述べて、教授者諸君の高評を乞ふ所以なり。

大正十一年夏

著者識す

中等物理學教科書

目次

緒論	1 — 3	頁
物體と物質。物理學。量の測定。單位。		
第一編 力及び物性(上)	4 — 30	
第一章 運動及び力(其一)	4 — 10	
運動及び靜止。速さ及び速度。慣性。力。重力。重量と質量。密度。力の單位。力の釣合。作用と反作用。物質の三態。彈性。		
第二章 液體	10 — 22	
パスカルの原理。液體の自由表面。水準器。液體の壓力。器底に及ぼす全壓力。連通管。アルキメデスの原理。比重測定。物質の構造。分子現象。表面張力。毛細管現象。		
第三章 氣體	22 — 30	
氣體の壓力。晴雨計。氣壓の變化。サイフォン。ボイルの定律。空氣ポンプ。吸上ポンプ。壓搾ポンプ。押上ポンプ及び消火ポンプ。空氣の浮力。		
第二編 熱	31 — 57	
第一章 熱及び溫度	31 — 35	
熱及び溫度。熱の移動。熱による物體の膨脹。寒暖		

計。最高及び最低寒暖計。

第二章 膨脹係數 36— 39

物質の膨脹係數。氣體の膨脹。ボイル・シャルルの定
律。

第三章 熱量 39— 41

熱量。熱容量及び比熱。比熱の測定。

第四章 熱の傳播 41— 45

熱の傳導。對流。輻射。

第五章 狀態の變化 45— 54

融解及び凝固。寒劑。氣化及び蒸氣。沸騰。氣化熱。
製氷。臨界溫度。空氣液化機。

第六章 空氣中の水分 55— 57

空氣中の水分。溫度及び溫度計。空氣中の水分の變
態。

第三編 力及び物性(下) 58— 98

第一章 固體 58— 76

力の三要素。力の合成。力の分解。平行なる三力の
釣合。力の能率。偶力。重心。物體の坐り。浮體の釣
合。挺子。秤。輪軸。滑車。機械と仕事。斜面。楔。
ネヂ。摩擦。

第二章 運動及び力(其二) 76— 87

變位及び速度の合成分解。加速度。萬有引力。落體。

拋射體。運動の定律。力の重力單位と絕對單位との關
係。運動量。打撃及び衝突。作用と反作用とに於ける
運動量。空氣及び水の抵抗。風壓。

第三章 仕事とエネルギー 87— 93

仕事。工率。エネルギー。運動のエネルギー。エネ
ルギーの變遷。

第四章 熱機關 93— 98

熱の仕事當量。熱機關。

第四編 振動・波動及び音 99—118

第一章 圓運動及び振動 99—103

圓運動。振子。彈性體の振動。時計。

第二章 波動 103—105

波動。横波及び縦波。波の各部の名稱。

第三章 音波 105—118

音波。音波の速度。音波の反射。音の種類。樂音の
三要素。音波の干涉。唸り。定常波。絃の振動。共振
と共鳴。空氣柱と共鳴。風琴管及び笛。人の聲。蓄音
器。

第五編 光 119—153

第一章 光の直進 119—123

光。光の直進。小孔によりて生ずる倒像。陰影。照
度。光度。

第二章 光の反射	123—128
光の反射の定律。平面鏡。亂反射。球面鏡。凹面鏡の共軛點。球面鏡によりて生ずる物體の像。	
第三章 光の屈折	128—137
光の屈折。全反射。プリズムに於ける屈折。光の分散。虹。レンズ。凸レンズ。凸レンズの共軛點。凹レンズ。レンズの作る物體の像。	
第四章 光學器械	138—144
寫眞の暗函。眼。眼鏡。幻燈及び活動寫眞。蟲眼鏡。顯微鏡。望遠鏡。雙眼鏡。	
第五章 スペクトル	144—148
分光器。スペクトルの種類。黒線の説明。日光スペクトルの各部の作用。	
第六章 物體の色	148—150
物體の色。繪具の色。餘色及び原色。螢光及び燐光。	
第七章 輻射	150—153
輻射線の吸收。太陽より來る輻射のエネルギー。光波。薄膜の色。	
第六編 磁氣及び電氣	154—220
第一章 磁石	154—158
磁石。磁石の極。磁極相互の作用。磁場。磁氣感應。指力線。	

第二章 地球磁氣	158—161
地球の磁力。羅針盤。	
第三章 靜電氣	161—171
摩擦によりて起る電氣。二種の電氣。電氣量及びクーロンの定律。電氣の傳導。驗電器。導體に於ける電氣の配布。電氣感應。電氣盆。感應起電機。蓄電器。放電。雷電。避雷。	
第四章 電流及び電池	171—175
電流。電位。電池。局部電流と分極作用。	
第五章 電氣抵抗	175—181
オームの定律。電氣抵抗。行に連結せる針金の全抵抗。列に連結せる針金の全抵抗。電池の抵抗。	
第六章 電流の化學作用	181—185
電氣分解。ファラデーの定律。電氣分解の應用。蓄電池。	
第七章 電流の熱作用	185—189
ジュールの定律。電流の工率。白熱電燈。弧燈。	
第八章 電流の磁氣作用	189—195
電流の磁石に及ぼす作用。コイル。電磁石。電鈴。電信機。	
第九章 電流に関する測定器	195—197
正切電流計。アンペア計。ボルト計。	

第十章 感應電流197—207
 感應電流。レンツの定律。感應電流の動電力。相互感應と自己感應。感應コイル。電話器。發電機(ダイナモ)。電動機(モートル)。變壓器。電力輸送。

第十一章 電氣振動・無線電信 207—210
 電氣振動。電波。電氣共鳴と檢波器。無線電信。

第十二章 真空放電・X線及び放射能 ..211—215
 真空放電。放射能。

第十三章 電子論215—220
 陰電子の有する電氣量。電氣を有するための質量。陰電子の大きさ。一般に質量につきて。陽電氣。原子の構造。

附 録

公式表。度量衡換算表。問題集。
 和英對譯術語表。年表。

*自然界の現象
 Phenomena of nature*

物理学 (Physics)

中等物理學教科書

緒 論 (Introduction)

1. 物體と物質 吾人の感覺によりて認むるものは自然界にして、其際形・大きさ・色等より一つの纏まりたるものを認知する時、此のものを物體と云ひ、此の物體をなせる實質を指して物質と云ふ。

2. 物理學 冷たき物體も温まり、靜止せる物體も動き始む。斯く吾人の感覺によりて認むる變化を自然界の現象と云ふ。よく觀察すれば自然界の現象は決して單獨に起るものに非ず、鐵片の動き始むるや磁石の之に近づくあり、石の温まるや日光の之を照らすあり。斯くの如く或る現象は必ずや其の原因たる可き他の現象に伴ふものなり。この現象と其の原因との關係を云ひ表はすものを定律と云ふ。Law

物理學は運動・音・熱・光・電氣・磁氣等の自然界の現

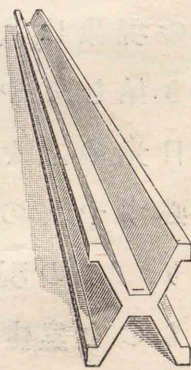
*motion
 sound
 heat
 light
 electricity
 magnetism*

象につきて其の原因を考究し、實驗・觀測・推理によりて其の定律を求むる學問にして、これを應用して人生の幸福を増し、文化を進むる事を得るは言を待たず。

3. 量の測定 大小多寡の區別を認め得るものを量と云ふ。物理學に於ては諸種の量を測ることを要す。

それには測らんとする量を、標準として撰びたる量即ち單位と比較して、この幾倍なるかを測り、其の倍數と單位の名稱とを併せ用ひて其の量の大きさを表はす。然れども場合によりては直接に測定するの困難なることあり。然る時は之と關係ある他の量を測定して、間接に其の量の多寡を定む。例へば方形の面積を知るに邊の長さよりし、溫度を知るに寒暖計の度盛によるが如し。

4. 單位 長さの單位には米を用ふ。一米は米原器上に刻みたる二線間の距離として定めらる。又米を基として十進法によりて杆・柝



粉・糧・耗等の單位を定む。

物質の量を質量と云ふ。質量の單位には瓦を用ふ。一瓦は攝氏四度の蒸溜水一立方糧の質量に相當し、これより庇・甔・甔・甔・甔等の單位を定む。

時の單位には通常平均太陽日を用ひ、之より更に時・分・秒等の單位を定む。

長さ・質量及び時の單位は、各獨立に定められたるものにして、之を基本單位と稱し、基本單位を基礎として組立てたる單位を誘導單位と云ふ。長さ・質量及び時の單位として糧・瓦及び秒を用ひしものをC.G.S單位と云ふ。此の單位は廣く自然科學に於て用ひらるるものなり。

純水(4°C) 1立方糧の質量、單位は瓦

蒸溜水 20°C 1立方糧 = 25 瓦

1立方糧 = 1 C.C. = Cubic Centimeter

水の4°C 1時 = 最大密度ヲ有ス

基本單位 = 長さ Length, 質量 Quantity of matter, 時 Time

第一編

力及び物性(上)

第一章 運動及び力(其一)

5. **運動及び静止** 物體が地球に對して位置を變ずるとき此の物體は**運動**すと云ひ、位置を變ぜざるとき**静止**すと云ふ。されど運動と云ひ静止と云ふも、見方如何によりて異なるものにして、彼の進行せる車中に座せる人は、車に對しては静止の状態にあれども、地球に對しては車と共に運動するものと云ふべきなり。通常走りつつある人、進行しつつある汽車を見て運動せりと云ひ、停止せる汽車、聳えたる山等を見て静止せりといふは、何れも地球に對する位置の變化の有無を言ひ表はすものなり。

6. **速さ及び速度** 物體の運動せるとき、單位時間に通過せる距離を其の運動の**速さ**と云ふ。

例へば 150 米を 20 秒間に走れりとせば其の速さは毎秒 7.5 米なるが如し*。

然れども運動には速さの外に方向あり。速さと方向とを併せ考へたるものを**速度**と云ふ。運動の方向も速さも一定にして其の徑路の直線なるとき之を等速度運動と云ふ。不等速度運動の徑路は直線なる場合も曲線なる場合もあり。

7. **慣性** 静止せる物體は他の物體の作用を受くることなしに、自ら運動を始むることなし。又運動せる物體は他よりの作用を受くるにあらざれば、其の速度を變ずることなし。斯く物體が現在の状態を持続せんとする性質を**慣性**と稱す。之につき英人ニュートンは次の定律を公にせり。

凡て物體は他より作用を受くるにあらざれば、静止せる物體は永久に静止し、運動せる物體は其の運動の有様を變ずることなく等速度運動を繼續す。

之を**慣性の定律**又は **ニュートンの運動の第一定律**と稱す。

* 運動一樣ならざることあるが故 $\frac{s}{t} = v$ を平均の速さと云ふべきなり。

× 慣性は又惰性とも云ふ。

8. 力 静止せる物體が運動を起すとき、又は運動せる物體の速度が變ずるとき、此の物體の受くる作用を**力**と云ふ。

問題[1] 慣性によりて次の事項を説明せよ。

- (a) 急に進行を起す車に乗れる人が後方に倒れんとすること。
- (b) 砲臺の一端を槌にて打ちて砲の刃を引き込ましむること。
- (c) 柄杓にて水を撒くこと。
- (d) 弓の矢を放つこと。

9. 重力 物體を手にて支ふれば壓力を感じれども、手より放てば常に地面に向つて運動す。之を**落下**と云ふ。落下は地球が之等の物體に引力を及ぼすが爲めに起る現象にして、此の引力を**重力**と云ふ。

10. 重量と質量 物體を手にて支ふるに、大なる力を要するものと僅かの力にて足るものとあり。之れ物體に働く重力に大小あるが爲めなり。物體の**重量**又は**重さ**とは即ち此重力の大きさのとなり。

物體の重量は地球の中心よりの距離によりて其の値を異にするものにして、地上に於ては高さ

川田虎子

単位 unit --- C.G.S. 480 匁
 水 1 立 方 糶 --- 4°C 1 瓦
 鉄 1 立 方 糶 --- 7.8 瓦
 水 銀 15 立 方 糶 --- 204 瓦
 及 (び) 力

正正正正正正正正
 正正正正正正正正
 正正正正正正正正
 正正正正正正正正

一丈を増す毎に約百萬分の一づつ減少す。實驗によれば、重量と質量との間には次の關係あり。

同一の場所に於ては物體の重量は其の質量に正比例す。

故に天秤を用ひて物體の重量を測り、之によりて其の質量を知ることを得。

問題[2] 質量と重量との區別を述べよ。

11. 密度 ^{density} 一物質の單位體積内に含まるる質量を其の物質の**密度**と稱す。鐵の密度は一立方糶につき 7.8 瓦、水の密度は一升につき 480 匁と云ふが如し。

問題[3] C.G.S 單位を用ひて水の密度を表はせ。

問題[4] 水銀 15 立方糶の質量は 204 瓦なり、水銀の密度如何。

12. 力の單位 單位質量に作用する重力の強さを單位に取り、之を用ひて力の強弱を測定することあり。かかる單位を力の**重力單位**と稱す。例へば一瓦の重さ、二貫目の重さと云ふが如し。

問題[5] 二貫目の重さの力は幾瓦の力に等しきか。

13. 力の釣合 一物體に同時に多くの力が作

1.392 --- 1.c.c
 random

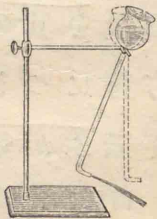
p. o. p (57, 60)
printing out paper

用するも、其の物體の速度に變化を起さざる場合に、之等の力は互に釣合へりと云ふ。特に二力が釣合ふ場合には、此の二力は同じ直線上に於て作用し、且つ其の強さは相等しくして方向は相反す。

14. 作用と反作用 力は單に甲物體より乙物體にのみ作用するものにあらずして、必ず同時に乙物體よりも甲物體に働くものなり。甲の乙に及ぼすものを作用と看做すときは、乙の甲に及ぼすものを反作用といふ。

Law of Reaction

圖に示すが如く漏斗管の管端を尖らせたる後直角に曲げたるものを取り、其の頸部に近き所を軽く支へて管端より水を流出せしむるときは、水の前方に飛び出すと共に漏斗管は後方に押されて斜に傾くを見るべし。これ反作用の存在を示すものに外ならず。



二物體間に於ける作用と反作用とは其の強さ相等しくして其の方向は相反す。

之を反作用の定律又はニュートンの運動の第三定律
Newton's third Law of motion

* 運動の第二定律につきては後に述ぶることとす。

fluid 流体 { (気体) (gas) 空気 - 形は易く変化する
(液体) (liquid) 水 - 形は易く変化する
(固体) (solid) 石 - 形は易く変化する
運動及び力

と稱す。

問題【6】 小銃を發射するとき銃尾をあてたる肩の後方に押さるるは何故なるか。

Three States of Substance

15. 物質の三態 物質は其の狀態によりて三種に區別することを得。空氣の如き氣體、水の如き液體、石の如き固體これなり。

水は容器の形に隨ひ、空氣は容器全部を満たし何れも形を變ずる際殆ど抵抗せざれども、石の如きは常に壓縮し難きのみならず形を變ぜんとするも抵抗極めて大にして容易に變ずること能はず。故に是等の三態につきて次の如く區別することを得べし。

固體とは形及び體積を變じ難きものを云ひ、液體とは形は變じ易けれども體積を變じ難きものを云ひ、氣體とは形及び體積とも變じ易きものを云ふ。

Elasticity

16. 彈性 固・液・氣の三態は其の程度に差異あれども外より之を壓する時は體積次第に減ず。されど外より加へたる壓力を取り去れば原の體積に復す。斯の如く物體は外力のため一時體積

* 形を變じ易きもの即ち液體及び氣體を併せて流體と稱することあり。

Spring バネ
Spring Balance 彈力秤

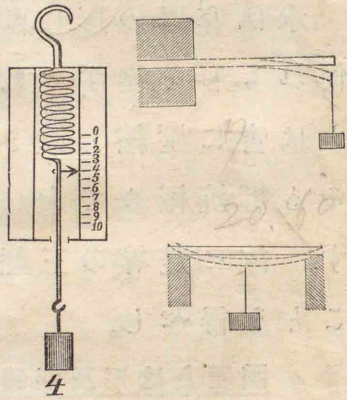
を減ずるも、再び舊に復する性あり。これを **體積の彈性** *Volume Elasticity* と云ひ、其の際物體に顯はるる力を **彈力** と云ふ。固體にありては、形の變化に對しても亦舊に復せんとする性ある故 **形の彈性** ありと云ふ。

英人フックは之に關して次ぎの定律を公にせり、

物體の形又は體積の變化は之に加へたる外力に正

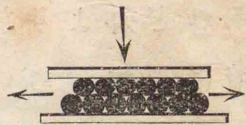
比例す。

されど形又は體積の變化が一定の値を越す時は、たとひ外力を去るも舊狀に復することなし、これを彈性の極限外に出でたりと云ふ。故にフックの定律は彈性の極限以内に於て成り立つものなり。彈條秤は針金の彈性を應用して物體の重さを測る器械なり。



第二章 液體

17. パスカルの原理 液體の各部は極めて動き易し。恰も小球を積み重ねたるものを押すと



物体 分子 原子 電子
matter molecule atom electron

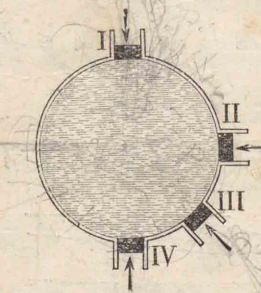
き小球が各方向に動き出す如く、水を充たせる器に多くの孔を穿ちて之を押せば、水は各方向に同様に流れ出づべし。佛人パスカルは次の定律を公にせり。



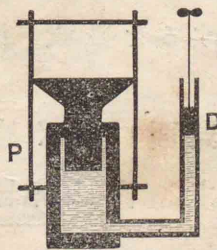
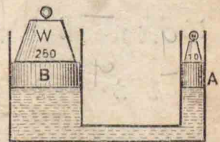
パスカル 佛 (1623-1662)

密閉せる液體の一部に加へたる壓力は其の強さを變ずること

なく液體の各部に傳達せらる。



ここに **壓力の強さ** とは單位面積に働く力を云ふ。故に水を滿たせる器に各單位面積を有する活塞 I, II, III, IV ある時、I を一疋の強さの壓力にて押すとき II, III, IV に於て之れを支ふるには同じ強さの壓力にて押すことを要す。又若し活塞の面積異



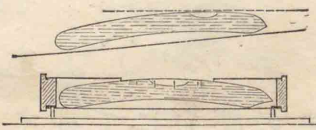
なるときは、壓力の強さ相等しき爲めには、各活塞に働らく力を其の活塞の面積にて除したるもの相等しきことを要し、従ひて活塞の面積 m 倍ならば其の活塞に

$P \cdot m = F \cdot R$
 $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

働らく力も亦 m 倍なることを要す。水壓器 は此の理を應用したるものなり。

18. 液體の自由表面 液體の各部は極めて動き易きため液體の形は極めて變じ易し。之を容器に入れば、重力の作用のもとに低きに流れて器の下部を充たし、上部には表面を作る。此の表面は自由表面と呼ばれ*、重力の方向に直角なり。重力の方向を鉛直線、鉛直線に直角なる平面を水平面といふ。

19. 水準器 水準器は少しく彎曲せる硝子管中に酒精を入れ、小なる氣泡を残して密封し臺に取りつけたるものなり。泡は常に最高部を占むる故、其の位置によりて臺の水平なるか否かを知り得べし。



問題【1】 一平面の水平なるかを檢するには水準器を相異なる二つの方向に置いて檢するを要す。何故なるか。

20. 液體の壓力 液體は其の表面に働く空氣の壓力を受け、これを四方に傳達す。尙ほ容器内

* 自由表面とは器壁に制限せられず自由に變じ得る面といふ意なり。

にある液體につきては之を水平面にて上下に分ちて考ふれば、上層にある液は下層にある液に重量を及ぼし壓力として四方に傳達せらるべく従ひて液體內に於ける壓力は深さと共に増加す。

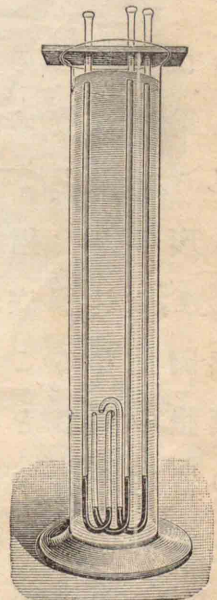
液體內の一點に於ては壓力は各方向に同様に働くを以て、下方に下壓として働くのみならず、側面には側壓として、上方には上壓として働く。而して此等の壓力は上に述べたる如く液體內にて深さと共に増加す。

圖の如く種々の方向に口を有せる曲れる硝子器の口を同じ深さに保ちて之に液を注ぎ入るれば、何れの硝子器に於ても液の高さは同一なることを見るべし。

これ同じ深さに於て壓力の強さが各方向に等しきを示すものなり。液體の壓力につきては

(I) 液體內の同一水平面上にある各點に於て壓力の強さは相等し。

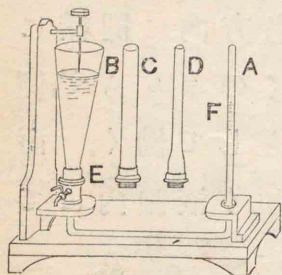
(II) 液體內の一點に於ける壓力の強さは其點の深さと液の密度との相乗積に等し液體の表面に働く



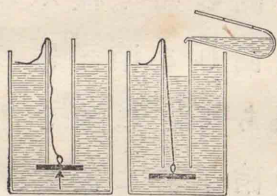
空氣の壓力は考へざるものとして).

(III) 液體內の一點に於て各方向の壓力の強さは相等し

21. 器底に及ぼす全壓力 液體が器底に及ぼす全壓力を検するため、Aに先づ着色水を注ぎ置き、他方に底面積等しくして種々の形を有する筒B、C、Dを順次に取りつけ何時も同じ深さ迄石油を注ぐ。然るときは器底Eの面が壓力を受くる爲めA管の水面Fは昇るを見る。併しFの高さは如何なる形の筒を用ひし時も同じくして、これ器底に及ぼす液體の全壓力は器の形に無關係なることを示すものなり。かく全壓力は液體の深さと器底の大きさによりて定まり、同一の器底を有する圓筒内に同一の深さまで注ぎたる液體の重量に等し*。



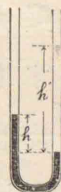
器底Eの面が壓力を受くる爲めA管の水面Fは昇るを見る。併しFの高さは如何なる形の筒を用ひし時も同じくして、これ器底に及ぼす液體の全壓力は器の形に無關係なることを示すものなり。かく全壓力は液體の深さと器底の大きさによりて定まり、同一の器底を有する圓筒内に同一の深さまで注ぎたる液體の重量に等し*。



22. 連通管 液體をU字形の管に注げば液は

* 水の深さと壓力との關係、P 壓力の強さ、P' 全壓力、d 密度、h 深さ、S 面積とすれば $P=dh \times 1$ $P'=dhS$

兩脚にて同じ高さを占む。又互に混ぜざる二液を注げば兩液の相接せる面に於て兩液の及ぼす壓力の強さは相等しかるべく、これは高さhと密度dとの相乗積に等しきが故に



$$hd=h'd' \quad \text{即ち} \quad \frac{h}{h'} = \frac{d'}{d}$$

即ち兩液の接觸面より各の液面に至る高さは兩液の密度に逆比例す。

23. アルキメデスの原理 水中に於て石を持ち擧ぐるに空氣中に於て持ち擧ぐるよりも輕し。アルキメデスは之につきて次の原理を公にせり。

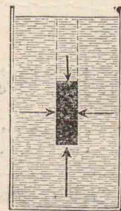


アルキメデス (B.C. 287-212)

液體中に全部或は一部分沈みたる

物體は其の排除したる液の重さだけ其の重量を減ず。

今液體中に沈める物體の代りに其の液體を置きたるものとせん。然らば其の部分の液體は一方に於て周圍の液より壓力を受け、他方に於て自己の重量を周圍の液に及ぼし、此の兩者は釣合ひて



石、重さ - 石、等体積の水、重さ
 液、重さ

液は静止すべきなり。これ周囲の液より及ぼす全壓力の大きさが液體自身の重量に等しきことを示すものなり。さて此の部分の液體の代りに再び物體を置きたりとせんに、周囲の液體より及ぼす全壓力には變りなかるべく、物體は此の全壓力にて押し上げられて其れだけ軽く感ぜらるべし。^{*}而して其の全壓力の大きさは上に述べたる如く物體の排除したる液體の重量に等し。

問題【2】 コップに水を入れ之を天秤皿に載せ其の重さを秤り置く。次ぎに此の水中に既知の重さの石を糸にて吊り下げて、コップの底に觸れざる様にするればコップを載せたる天秤皿の重さの増しは幾何なるべきか、又其の理由如何。

24. 比重測定 一物體の重さと等體積の水の重さとの比を比重といふ。即ち

$$\text{物體の比重} = \frac{\text{物體の重さ}}{\text{物體と等體積の水の重さ}} = \frac{\text{物體の密度}}{\text{水の密度}}$$

體積の單位に立方糎質量の單位に瓦を用ふる時は水の密度は一となるを以て、物體の比重と密度とは同じ數にて表はさる。

水に溶解ざる固體の比重を知るには、物體を空氣中にて秤りたる時の重さ W、及び水中に吊して

* 液體內の物體が液の爲に押し上げらるゝ力を其物體に働く液の浮力と云ふ。

密度、單位體積内 = 重さ

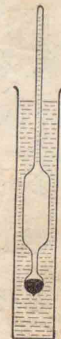
秤りたる時の重さ W' を求め、アルキメデスの原理を應用すれば

$$\text{固體の比重} = \frac{W}{W - W'}$$

液體の比重を知るには、其の液體にても水にても變化せざる或る固體を取り、其の固體の空氣中、水中及び液中に於ける重さを秤りて之を W, W', W'' とすれば

$$\text{液體の比重} = \frac{W - W''}{W - W'}$$

液體の比重はボーメの浮秤を用ひて簡便に測ることを得。



物質の比重表

白金	21.50	檀	.7 - .9
金	19.32	木松	.4 - .7
水	13.65(15°)	コルク	.22 - 2.6
銀	10.5	硝子	フリント 2.9 - 4.5
銅	8.93	クラウン	2.4 - 2.6
眞鍮	8.4 - 8.7	砂	2.6
鐵(純)	7.86	エボナイト	1.8
鍊鐵	7.8 - 7.9	セルロイド	1.4
鋼	7.7 - 9.7	牛乳	1.03
銑鐵	7.1 - 7.7	海水	1.01 - 1.05
金剛石	3.5	工業用酒精	.83
アルミニウム	2.70	石油	.68 - .72

$0.1 \times 0.65 = 1.365$
 $2.1 \times 1.365 = 2.8665$
 $2.1 - 2.8665 = -0.7665$
 $2.1 \times 0.65 = 1.365$
 $2.1 \times 0.65 = 1.365$
 $2.1 \times 0.65 = 1.365$

問題【3】 比重0.65にして重量2.1貫の木材を水中に押し沈むるには幾何の力を要するか。

問題【4】 比重1.025なる海水中に木片を投じたるに其の體積の三分の二を水中に没したりといふ。木片の比重如何。

25

25. 物質の構造 凡て物質は其の物質の特性を有する微粒の集合より成るものと考へられ、此の微粒を**分子**と名づく。分子は更に**原子**と稱する全く性質の異なる一種或は數種の一層微細なる粒より成るものと考へらる。近時に至りて原子は更に電氣を帶ぶる**電子**と稱する微粒より成ることを認めらるるに至れり。

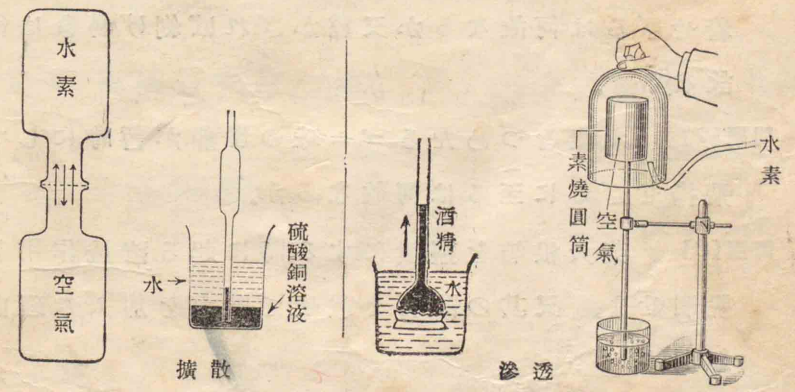
微量の染料が多量の水を一様に着色せしめ、少量の香水が大なる室を一様に薫らす等の事實によりて、分子の大きさが極めて小なるべきことを察し得べし*。

凡て物體は強く壓すれば多少體積を收縮する故に分子間には若干の間隙あることを知る。是等の分子相互の間には極めて近距離に於てのみ

* 種々の事實に基づいて學者の推定せる所によれば分子の直徑は一耗の百萬分の一乃至千萬分の一なり。

働く引力あるものにして之を**分子力**と稱す。分子力に二種あり。同種の分子間の引力を**凝集力**と云ひ、異種の分子間の引力を**附着力**といふ。木の折れ難く、鐵の切れ難きは凝集力のためにして、硝子が水に濡れ、紙が糊によりて物體に固着するは附着力のためなり。物質の分子が其の分子力あるに係はず互に密接せざるは分子が絶えず運動しつつあるためにして、其の運動は固體に於て最も制限せられ、液體に於ては稍自由に、氣體に於ては最も自由なるものと推考せらる。

26. 分子現象 分子の示す現象に種々あり、次に其の主要なるものを掲ぐ。



一、擴散 異種分子の互に混合する作用をいふ。

吸着=液体、固体=瓦斯体が吸収をうける

二. 滲透 素焼若しくはゴム膜等の隔壁を通じて行はるゝ擴散をいふ。

三. 溶解 固体又は液体の分子が他の液体の分子間に擴がる作用をいふ。

四. 蒸發 液体の分子が其表面より氣體若しくは真空中に飛散する作用をいふ。

五. 吸收 氣體の分子が液体の分子間に擴がる作用をいふ。

六. 吸藏 氣體の分子が固体の分子間に擴がる作用をいふ。

問題[5] 手は水に濡るるも水銀に濡れざるは何故なるか。

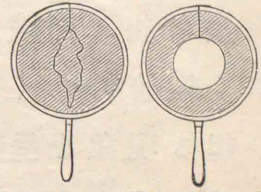
問題[6] 郵便切手等を貼付する際に濡らさざれば附着せざるは何故なるか、又乾かさざれば剝げ易きは何故なるか。

問題[7] 水素をつめたるゴム球の風船が暫時にして飛揚せざるに至るは何故なるか。

問題[8] 菜大根等を鹽漬にする時に起る滲透作用を説明せよ。又其の際石を載せて壓力を加ふる理由を問ふ。

27. 表面張力 液体は容器に従ひて其の形を

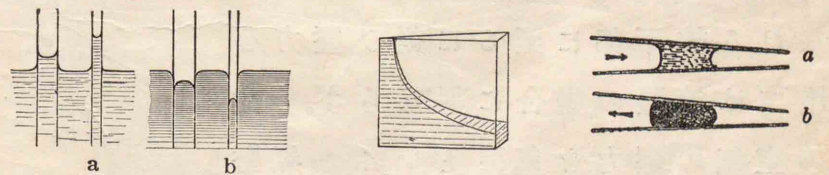
變ずるも、葉末の露、少量の水銀が球狀をなすは吾人の知れる所なり。更に圖の如き針金に緩く絲を結びつけ置き、石鹼液に浸して膜を作り其の一方を破るときは他の部分は收縮して絲の張るを見るべし。是等の事實によりて液体の表面は引き伸されたるゴム膜の如く常に縮まらんとする状態にあるを知る。かく液体の表面の常に縮まらんとする力を **表面張力** といふ*。



問題[9] 水面に落せる石油の一滴が水の全表面に擴がらんとするは何故なるか。

問題[10] 墨をするとき硯池の水の逆流することあるは何故なるか。

28. 毛細管現象 硝子管を引き伸ばして毛細



管を作り之を水中に立つる時は、管内の水面は次第に昇り或る高さに至りて止まるべし。若し硝

* 表面張力は液の種類によりて大小あり。

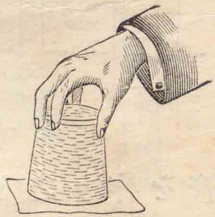
子管を水銀中に挿入する時は管内の水銀面は却て下降すべし。此の現象は必ずしも管を要せず、物體の狭き間隙に於ても亦起るものなり。此の如く細管若しくは物體の細隙に於て液面の昇降の起る現象を毛細管現象といふ。

毛細管現象は凝集力と附着力との強さの關係及び表面張力によりて起るものにして、管の細さほど、又間隙の狭きほど著し。

問題【11】 ランプの芯の油を吸ひ上ぐる事、吸墨紙のインキを吸ふ事、水鳥の羽毛が水の浸入を許さざることを説明せよ。

第三章 氣體

29. 氣體の壓力 空氣は地球表面上に積み重なれる故、下部に至るに従ひ壓力を増すは液體の場合に異ならず。此の空氣の壓力を氣壓といふ。氣壓の存在は水を充たせる試験管を水中に倒立する時管中の水の流下せざる事、コップに水を充たし、厚紙にて蔽ひて之を倒にするも

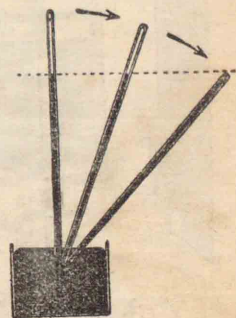


圧力強さ = 單位面積 = 力
unit area force

油 脂 燭
 oil fat wax
 密閉入器 = 液体、氣體
 氣 體

流出せざるによりて知り得べし。

今長さ約一米の硝子管の一端閉ぢたるものを取り、之に水銀を充たしたるまま水銀槽中に倒立せしむる時は、管内の水銀は少しく降りて上端に空隙を生ず。之をトリチエリーの眞空といふ。此の時管の内外の水銀面の高さの差は大凡七百六十耗にして、此の水銀柱の壓力が地上に積み重なれる大氣の壓力に等しきなり。従ひて水銀柱の高さは氣壓に増減あれば變じ、其の高さを觀測して氣壓を知り得べし。



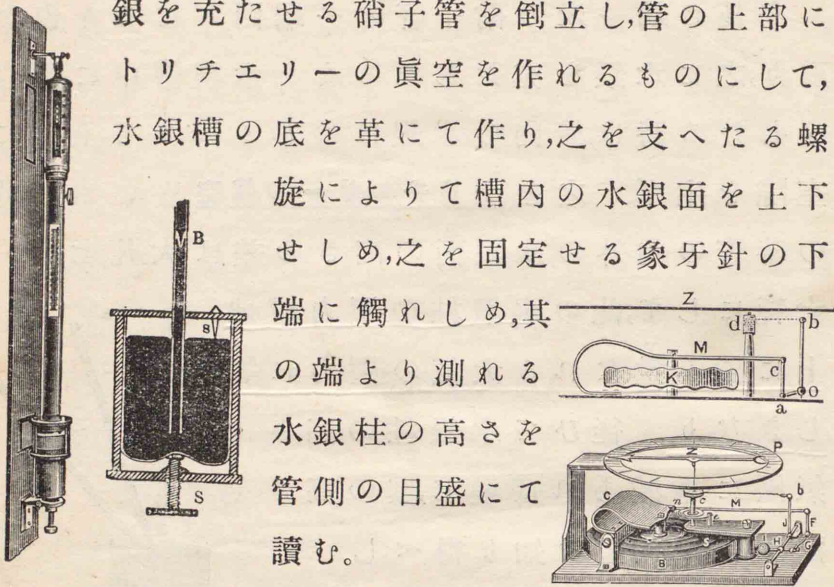
水銀柱 760 耗の高さの時の壓力を標準壓力とし、之を一氣壓と稱し、氣壓を測る單位に用ふ。即ち一氣壓は一平方糎につき約 1033 瓦*の壓力に相當し、又一平方寸につき約二貫五百三十匁の壓力に等し。

問題【1】 トリチエリーの眞空を作るとき、水銀柱の高さが管の太さ或は傾きに關係するや否や、且つ其の理由を説明せよ。

30. 晴雨計 大氣の壓力を測る装置を 晴雨計

* 76×13.6=1033. (瓦/平方糎)

といふ。^{*} 水銀晴雨計は下端に水銀槽あり、之に水銀を充たせる硝子管を倒立し、管の上部にトリチエリーの真空を作れるものにして、水銀槽の底を革にて作り、之を支へたる螺旋によりて槽内の水銀面を上下せしめ、之を固定せる象牙針の下端に觸れしめ、其の端より測れる水銀柱の高さを管側の目盛にて讀む。



アネロイド晴雨計は薄き金屬板にて作れる函を有し、其の内部の空氣を排除し、其の表面に働く大氣の壓力の變化によりて起る板の撓みを指針に移し、其の位置によりて氣壓を知るものなり。

問題[2] 毎日定時刻に氣壓を測り、氣壓を示す曲線を描け。

31. 氣壓の變化 氣壓は種々の原因により同一の場所に於ても常に變化し、又地方によりても

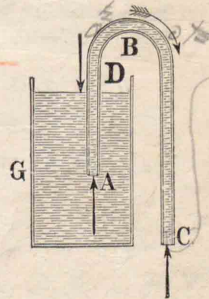
* 晴雨計は元來氣壓計と稱すべきものなれども慣例によりて雨か云ふなり。

異なる。故に各地に測候所を置き、時を定めて氣壓を測定して中央氣象臺に電報し、中央氣象臺にては是等の報告によりて天氣の良否、風の方角等を豫想し、天氣豫報、暴風警報等として發表す。又氣壓は空氣の重さによりて生ずるものなれば空中に昇れば其の値を減ず。高さ^と氣壓との關係を擧ぐれば次表の如し。

高さ	氣壓
0	760.0
100	750.5
200	741.1
300	732.0
400	723.0
500	714.0
1000	670.6
2000	591.0
3000	522.0
4000	460.7
5000	406.5
10000	217.5
20000	62.2
30000	17.8

問題[3] 前表に於ける高さを縦軸に取り氣壓を横軸に取りて氣壓の變化を示す曲線を描け。

32. サイフォン 圖の如く曲げたる硝子管内に水を充たし、A端を器内の水中に挿入してC端を開けば水はAよりCに向ひて流る。是れB部に於て左方より受くる壓力は右方より受くる壓力より大にして壓力の小なる方に向ひて水の流るるを以てなり。此の如く氣壓を利用して高所にあ



る液體を液面より高き所を越えて更に低き所に送る装置を サイフォン といふ。

33. ボイルの定律 氣體の受くる壓力と其の時氣體の占むる體積との關係につきてボイルは次の定律を公にせり。

一定の溫度に於ける一定質量の氣體の體積は其の受くる壓力に逆比例す。従ひて、其の壓力Pと體積Vとの相乗積は常數となる。



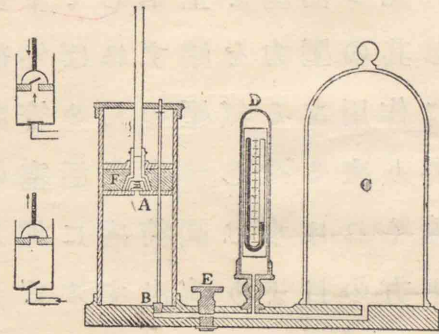
ボイル (英. 1627-1691)

$$P V = C$$

然れども壓力非常に大なる場合には、氣體は液體となるか、又は非常に壓縮し難き氣體となりて上の定律は成り立たず。

問題【4】 一定の溫度に於て或る氣體の壓力を變化せしむれば、其の密度は如何に變化すべきか。

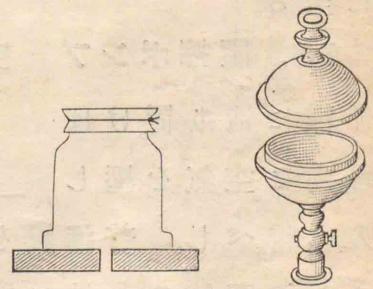
34. 空氣ポンプ 空氣ポンプの構造は圖に示すが如し。先づ活塞Fを押し下ぐれば圓筒内の空氣は其の壓力を増しAの瓣を開きて外部に逃



れ出づ。次に活塞を引き上ぐればAの瓣は閉ぢ圓筒内の空氣は膨脹して其の壓力を減じ、鐘C内の空氣はB瓣を開きて圓筒内に進入し、全部一樣の

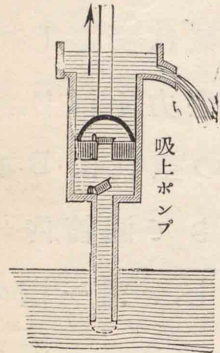
壓力となるべし。斯くて活塞の運動を繰り返す時は鐘内の空氣は次第に稀薄となるなり。

一端に膀胱膜を張りたる小硝子鐘を置き鐘内の空氣を排除すれば、外よりの氣壓によりて激しき音を發して膜は破裂すべし。

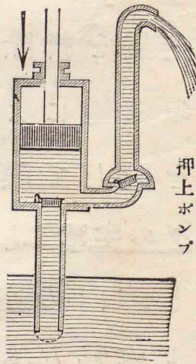
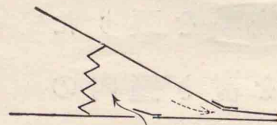


又圖の如き マグデブルグの半球 と稱する器あり。兩半球をつけて密封し球内の空氣を排除すれば兩半球を引き離すこと容易ならず。

35. 吸上ポンプ 吸上ポンプの一種は圖に示すが如きものなり。先づ活塞を上下して下部の管内の空氣を排除し其の壓力を減ずれば外部の水面に作用する氣壓のため管内に水は昇り來るべし。尙ほ活塞の運動を續くれば水は圓筒内に進入し、遂に上方の口より流出するに至る。然れども管の長さが十米餘に及ぶ時は外部の氣壓は水を押し上げるに足らず。故に此の種のポンプは用を爲さざるに至る。

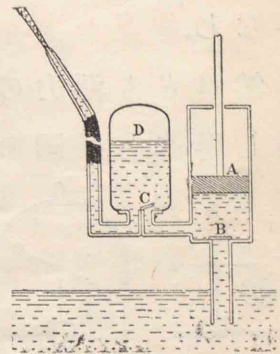


36. 壓搾ポンプ 空氣ポンプの瓣を反對に開く様に造り置けば鐘内に空氣を壓し入れ得べし。普通瓣を活塞に設けずして圓筒の一端に設く。壓搾ポンプ・竈等は此の理によりて造れるものなり。

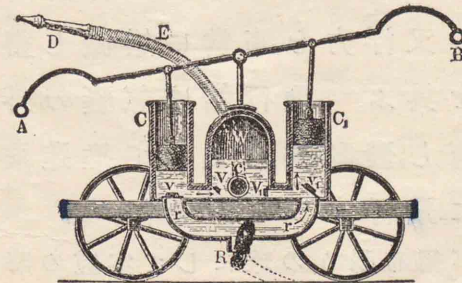


37. 押しポンプ及び消火ポンプ 押しポンプは壓搾ポンプの入口の

管を水中に浸したるものなり。此の種のポンプにありては流出する水に壓力を加へ得るが故に高き所に水を押し上げ得べし。又押しポンプに於て水を連続して流出せしむる爲め空氣室Dを設けたるものあり。ポンプより來る水を先づ此の室内に送り入れて此の部の空氣を壓搾せしめ、其の弾力によりて水を連続的に流出せしむるなり。



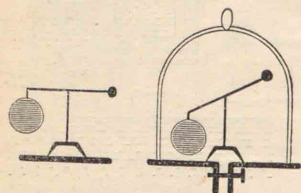
消火ポンプは通常二個の押しポンプを有し、交互に水を空氣室に送り、一層連続的に且つ強く流出せしむ。消火用蒸氣ポンプも原理に於ては大差なし。



38. 空氣の浮力 空氣も液體と同じく重さによりて壓力を及ぼす。故にアルキメデスの原理によりて空氣中にある物體は浮力を受くべきなり。されど空氣一立の重量は溫度零度、壓力一氣

壓のとき僅かに1.3瓦に過ぎざるを以て、之れのと及ぼす浮力も極めて小にして普通は省略して差支へなし。

然れども浮力の存在することは次の如くして検し得べし。圖の如き球と錘とを天秤に吊して釣り合はしめ、之を空氣ポンプの鐘内に入れて空氣を排除するときは、大なる體積を有する球は浮力を失ふこと大なるため下降す。



空氣の浮力を利用したるものは氣球及び飛行船にして、大なる氣囊に水素を充たし、其の浮力によりて昇騰するなり。^{*} 又浮力を適當に増減し得るため砂囊・空氣囊等を具ふ。飛行船は氣囊の外に推進機及び舵機を有し、發動機によりて推進機を廻轉せしめて自由に飛行することを得。

問題[4] 輕氣球の囊が絹布張りの球にして、空虛の時の重さ6.25 疋あり、今之に比重空氣の $\frac{1}{13}$ なる水素を充たす時、此の輕氣球は幾何の重さを舉げ得るか。但し絹布一平方米の重さを0.25 疋、空氣一立方メートルの重さを1.29 疋とす。

^{*} ツェペリンの飛行船はアルミニウムの薄き板にて作られたる骨格を有す。

第二編 熱

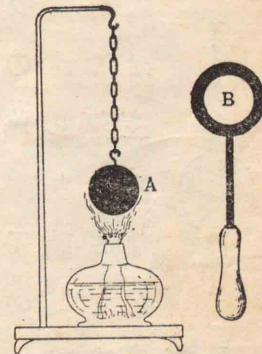
第一章 熱及び溫度

39. 熱及び溫度 吾人の周圍にある物體には温かきものあり、又冷たきものあり。こは物體の溫度異なるためなりと云ひ、物體にかかる性質あるは熱によるものと考へらる。

40. 熱の移動 温かき物體と冷たき物體とを接觸するときは、前者は冷えて後者は温まり、熱は温かき物體より冷たき物體に移り行くこと恰も水の高所より低所に向つて流るるが如し。

41. 熱による物體の膨脹 一般に物體は之を熱して溫度を上昇するに従ひ次第に膨脹するを常とす。

辛うじて環を通過し得る金屬球を取りて、之を熱するときは、膨脹して環を通過し能はざるに至^{*}



^{*} これ固體の體積の膨脹せる一例なり。

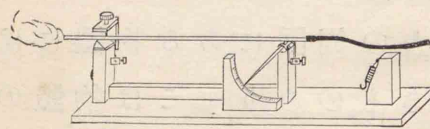
捲類 攝氏 日盛 異差

最高寒暖計 / maximum thermometer

最新寒暖計 中等物理教科書

る。然れども環に載せたるまま放置する時は、球は次第に冷却し環は次第に温まりて、遂に再び球は環を通過し得るに至る。

又金属管の一端に近き所を固定し、他端に近き



所は指針を有する圓柱を枕とし、管内に水蒸氣を通じて温度を昇らしむれば枕は廻轉すべし。是れ金属管の長さが膨脹したるためなり。*

次にフラスコの栓に曲がり

たる硝子管を貫き、管内に着色せる少量の水を



入れ、フラスコを掌にて温むるときは、着色せる水の動くを見る。これフラスコ内の空氣の膨脹が硝子に比して甚だ大なるためなり。又フラスコに液體を充たし眞直なる硝子管を貫きたる栓にて封じ、之を熱して其の膨脹を驗することを得。

是等の實驗によりて、一般に物體は其の固體な

* これ固體の長さの膨脹せる一例なり。

寒暖計 (1. 京月 - 物體熱 = 膨脹スル性質ヲ用ルモ。
2. 構造 - 細い硝子管一端ヲ球形トシ管内ヲ封ル
高サニ依テ温度ヲ測ル

の製法 - 永く膨脹セザルモノニ中ニ水銀又
熱及ハルビ温度
蓋蓋ノ中ニ水銀又ハアルモノ

ると、液體なると、氣體なるとに拘はらず温度昇れば膨脹し、冷却すれば收縮するものなる事を知るべし。*

水の熱によりて起る體積の變化は、他の液體と頗る其の趣を異にし、攝氏0度より4度迄は温度の昇るに従ひて却つて收縮し、4度を超ゆるに及びて次第に膨脹す。即ち水は攝氏4度に於て最大密度を有し、これより温度の昇るときも、降るときも何れも膨脹して其の密度を減少するものなり。

問題【1】 湖沼の水の其表面より氷結する理由如何。

42. 寒暖計 物體の冷温は觸覺によりて略、比較し得べきも、もとより正確なること能はず、正確に温度を測定するには 寒暖計 を用ふ。寒暖計は太さ一樣なる細孔を有する硝子管の一端を球形或は圓筒形に作り、此の部分に水銀を充たし、管中の空氣を除きたる後、硝子管を密閉したるものなり。之を融解しつつある氷の中



セルジューズ (攝氏) (1701-1744)

* 物質には温度昇るに従ひ收縮するものあり。

攝氏... 沸騰点 = 100 度... 氷の融解点 = 0 度...
① Celsius 100 度
② 華氏 = 212 度... 氷の融解点 = 32 度...
F 零度以下 = 同様に 100 度 = 32 度以下 0 度以下

に挿入すれば管中の水銀面は降りて一定の位置を占む、之を氷の融解點又は氷點と名づく。次に沸騰しつつある純粹の水の上にある蒸氣中に置

くときは、水銀面は昇りて亦一定の位置を占む、之を沸騰點といふ。此の二つの位置の間を等分して目盛を定め、之によりて溫度を表はす。

其の目盛に二種あり氷の融解點を三十二度とし、水の沸騰點を二百十二度とせるものを華氏目盛と稱し、氷の融解點を零度とし、水の沸騰點を百度としたるものを攝氏目盛といふ。華氏の度と攝氏の度との關係は次の如し。

$$(\text{華氏の度}) = (\text{攝氏の度}) \times \frac{9}{5} + 32$$

$$(\text{攝氏の度}) = [(\text{華氏の度}) - 32] \times \frac{5}{9}$$

43. 最高及び最低寒暖計 或る時間内に於ける最高及び最低の溫度を知る



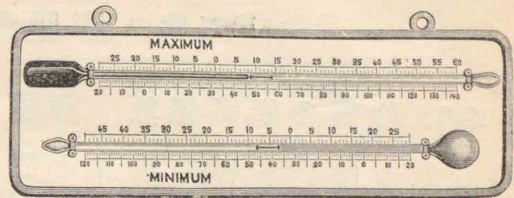
54
30 x 95 / 270 3
86

には最高或は最低

寒暖計を用ふ。體

温器は一種の最高

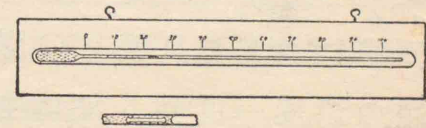
寒暖計にして、細管



の首の部分に細き硝子片を入れて水銀の路を著しく狭くせるものなり。

溫度昇るときは水銀は容易く此の狭口を通過し得るも、溫度降るときは水銀は此處にて斷たれて歸ることを得ず。之に依て最高の溫度を知り得るなり。

最低寒暖計は水銀の代りにアルコ



ールを用ひ硝子の指標を入れたるものなり。溫度降りてアルコールの收縮する時は表面張力によりて指標を引くも、溫度昇る際には指標を其の儘に残してアルコールのみ昇る故、指標の位置によりて最低の溫度を知り得るなり。

* 最高寒暖計には普通の水銀寒暖計の管内に鐵の指標を入れたるものあり。
* 最高・最低を同時に示すものを最高最低寒暖計と稱す。

第二章 膨脹係數

44. 物質の膨脹係數 物體の溫度を一度だけ昇したる時の體積の増加を原の體積にて除したる數を體膨脹係數と名づく。體膨脹係數は其の溫度の高低によりて多少の差異あるも、多くの場合には同じものと看做して可なり。

零度に於て體積 V_0 の物體を t 度に温めたる時、其の體積 V となりたりとせば、其の間に於ける體膨脹係數 a は

$$a = \frac{V - V_0}{tV_0} \quad \text{從て} \quad V = V_0(1 + at)$$

固體にありては長さの膨脹を測り得るを以て固體の溫度一度昇る毎に生ずる長さの増加を原の長さにて除したる數を取り、これを線膨脹係數と云ふ。今零度に於て l_0 の長さを有する固體を、 t 度に温めたる時 l の長さとなりたりとせば、線膨脹係數 b は

$$b = \frac{l - l_0}{tl_0} \quad \text{從て} \quad l = l_0(1 + bt)$$

なり。體膨脹係數は線膨脹係數の三倍と看做すことを得。

$$a = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot \frac{1}{t}$$

線 膨 脹 係 數

白金	0.000089	櫻	0.000034位
白銅	0.000167	水晶	0.000075(結晶軸の方向) 0.000137(結晶軸に直角)
鑄鐵	0.000102	ニッケル鋼	
鋼	0.000116	20%のニッケル	0.000195
亞鉛	0.000263	30%のニッケル	0.000120
眞鍮	0.000189	36%のニッケル (合金アンバー)	0.000069
金	0.000139	40%のニッケル	0.000060
銀	0.000188	白金イリヂウム	
アルミニウム	0.000255	90%の白金	
硝子	0.000075乃至0.000097	(萬國度量衡原器)	0.000087

45. 氣體の膨脹 一定の壓力の下にある氣體の膨脹はシャルの定律に従ふ。即ち

氣體の種類に關せず一定の壓力の下にある氣體の體積は溫度攝氏一度昇る毎に零度に於ける體積の二百七十三分の一つ膨脹す。

故に零度に於ける體積を V_0 とし、 t 度に於ける體積を V' とすれば

$$V' = V_0 \left(1 + \frac{1}{273}t\right) \quad \text{或は} \quad V' = V_0 \left(\frac{273+t}{273}\right)$$

なり。攝氏の度數 t に二百七十三度を加へたるものを絶対溫度と稱す。之を T にて表はせば、 $T = 273 + t$ なり。從て攝氏零度は絶対溫度の二百七十三度にして、絶対溫度の零度は攝氏零下二百七

十三度となる。此の絶対温度を用ふればシャルルの定律は次の如く述ぶることを得。

一定の壓力の下にある氣體の體積は絶対温度に正比例す。即ち

$$V' = \frac{V_0 T}{273} \quad \text{或は} \quad \frac{V'}{V_0} = \frac{T}{273}$$

體 膨 脹 係 數

水	銀	0.000181385 (0°C)	水	0.000053 (5°-10°の間)
酒	精	0.00110		0.000150 (10°-20°の間)
硫 酸(純)		0.00057		0.000302 (20°-40°の間)

46. ボイル-シャルルの定律 ボイル及びシャルルの定律を併せて考ふれば次の如き關係を得。

一定量の氣體ありて、其の壓力をP₀とし、温度0及びtに於ける其の體積を夫々V₀及びV'とすれば、シャルルの定律によりて

$$V' = V_0 \frac{(273+t)}{273}$$

次に此の氣體の温度をtのままにして、壓力をP₀よりPに變ずるとき體積がV'よりVとなれりとせば、ボイルの定律によりて

$$PV = P_0 V' = P_0 V_0 \frac{(273+t)}{273} \quad \text{或は} \quad PV = \frac{P_0 V_0 T}{273}$$

故に

一定量の氣體の體積と壓力との相乘積は絶対温度に正比例す。之をボイル-シャルルの定律といふ。

問題【1】 温度1度、壓力650耗なるとき5立の體積を有する氣體が温度100度、壓力750耗となりたるときに占むべき體積を計算せよ。

問題【2】 標準温度、標準氣壓*のとき一立の體積を有する氣體が其の體積を變ずることなく壓力700耗に變じたりとせば、其時の温度は幾何なるか。

試

オシタ

The First Term of 4th Class

第三章 熱 量

47. 熱量 温かき物と冷たき物とを接觸すれば、温かき物は冷えて熱を失ひ、冷たき物は温まりて熱を得。斯く物體の得たる熱又は失ふ熱の多少を表はすため、一瓦の水を攝氏一度だけ温むるに要する熱量を單位に撰びてカロリ-と稱す。

従ひてm瓦の水をt度よりt'度まで温むるに要する熱量はm(t'-t)カロリ-なり。

場合によりては1000カロリ-を以て單位とな

* 標準温度とは攝氏零度にして標準氣壓とは一氣壓のことなり。

(I) { 水 --- 37.2°C
箱 --- 15°C } 冷

(II) { 水 --- 37.2°C
電球 --- 50°C } 温

すことあり、之を一疋カロリーと云ふ。こは一疋の水を一度温むるに要する熱量なり。

問題【-】 温度12度の水 350 瓦を44度に温むるに要する熱量を問ふ。又之を零度まで冷すには幾カロリーの熱量を奪ひ取るべきか。

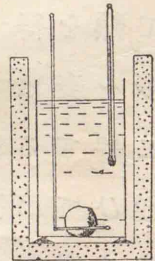
48. 熱容量及び比熱 物質により又質量の大小によりて其の物體の温度を上げるに要する熱量に差あり。一つの物體の温度を一度高むるに要する熱量を其の物體の熱容量といふ。 従ひて熱容量大なる物體は容易に温まらず、又容易に冷却せず。次ぎに同じ質量を取りて比較するも物質によりて熱容量の値は異なる。物質一瓦の温度を攝氏一度だけ高むるに要する熱量を其の物質の比熱といふ。*

水一瓦の熱容量は一カロリーなり。従ひて水の比熱は一なり。

49. 比熱の測定 比熱を測るに最も簡單なる方法は混合法なり。比熱

sなる物質 m 瓦を t 度に熱して之を温度 t' 度、質

* 比熱 s なる物質の m 瓦を t 度高むるに要する熱量は mst カロリーなり。



量 m' 瓦の水中に投じたるに、温度平均して T 度となりたりとせば、物質の失ひたる熱量は水の得たる熱量に等しきが故、次の關係あり。

$$s m (t - T) = m' (T - t')$$

故に

$$s = \frac{m' (T - t')}{m (t - T)}$$

これによりて其の物質の比熱 s を知ることを得。

比熱の表

白金	0.032	水	1.00 (20°C)
銀	0.056	海水	0.94
眞鍮	0.088—0.070	オリーブ油	0.47
亜鉛	0.093	硝子	0.12—0.19
銅	0.094	水晶	0.17
洋銀	0.095	砂	0.19
鐵	0.12	大理石	0.215
アルミニウム	0.22	陶器	0.255
氷	0.50	木材	0.65
水銀	0.0333 (20°C)	空氣	0.238 (一氣壓にて)

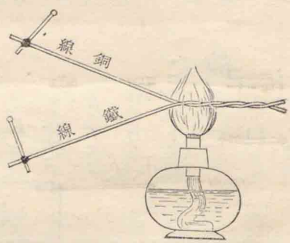
問題【1】 温度5度の水4疋に92度の鐵片1.2疋を投ずれば温度の變化如何。

第四章 熱の傳播

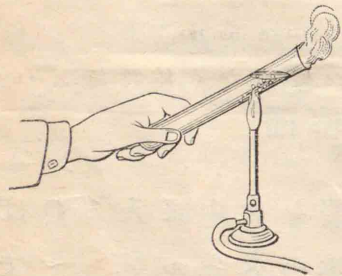
50. 熱の傳導 火箸の一端を火中に入れば其の端は先づ熱し、順次に火箸の各部を熱して遂

に他端に達す。かくの如く物體を傳うて熱が移動するを熱の傳導といふ。

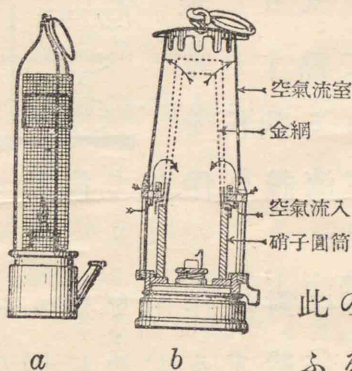
熱の傳導の速かなるものを熱の良導體といふ。金屬は一般に熱の良導體なれども種類によりて差異あり。長さ一尺位の同じ太さの銅線と鐵線とを取りて一端を振り合はせ、それより等距離の所にマッチの軸を蠟にて着け、圖の如く振り合はせし部分を酒精燈にて熱すれば、熱は針金を傳うて傳導し蠟は融解してマッチの軸は落下す。而して銅は熱を傳導すること鐵よりも速かなれば、銅線に着けたる軸木は鐵線に着けたるものよりも早く落下す。



試験管に水を入れて上部のみを熱するときは、上部の水は沸騰するも下部の水は容易に溢まらず。これ水は熱の不良導體なるがためなり。マッチの軸は一端燃焼するも他端を持ちて熱



く感ぜざるは軸木の不良導體なるがためなり。



アルコール燈の焰を金網にて蔽ふときは熱は金網にのみ傳導するため、金網の上に昇る氣體は發火點に達せずして燃焼せず。

此の理を應用して炭坑にて用ふる安全燈を造る。

熱傳導率の割合

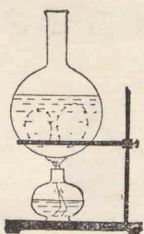
銀	100.6	水	0.13
銅	91.8	硝子	0.13-0.25
亞鉛	26.5	綿	0.055
鐵(純)	16.1	絹	0.022
鋼	11.	砂	0.013
眞鍮	26.	コルク	0.013
洋銀	7.-8.	空氣	0.005

問題【1】 毛布が防寒用となる理由を説明せよ。

問題【2】 冬日手を金屬に觸るれば冷たく、綿に觸るれば暖かく感ずるは何故か。

51. 對流 氣體及び液體は熱の不良導體なれども、下方より熱すれば、溢まりたる部分は上昇し、

冷かなる部分と交代して全部容易に
 温まり得るものなり。フラスコに水
 を入れ、鋸屑を少しく加へて熱すれば
 水の交代循環して熱せらるる状況を
 明かにし得べし。かく熱が流體に伴ひて移動す
 るを熱の對流といふ。



煙突・ランプのホヤ・焜爐等は對流作用を盛んに
 して、新鮮なる空氣を多量に供給するために用ひ
 らるるものなり。風潮流等は自然界に起る對流
 の作用なり。

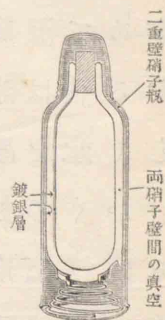
問題【3】 海風・陸風及び朝風・夕風を説明せよ。

52. 輻射 寒風を通じて來る日光を室内にて
 受くるも尙ほ暖かさを感じ、ストーブに向ふとき
 は火に面する方のみ暖かさを感じずるは、傳導又は
 對流によりて熱を受くるためにあらず。かくの
 如く熱が中間にある物質を温むることなく、離れ
 たる所に移動するを熱の輻射といふ。

熱の輻射は光の如くに一直線に進行し、良く空
 氣を透過し、又白き物質及び磨きたる金屬面に逢
 へば反射し、黒き物質に逢へば良く吸收せらる。

Howassalle

魔法瓶*は二重壁に造れる硝子瓶にし
 て二重壁の間の空氣を排除し且つ其
 の内面に鍍銀したるものなり。熱は
 傳導對流・輻射のいづれによりても壁
 を透して出づることなし。故に冷水
 温湯等を保存するに適す。



問題【4】 雪の上に木灰を撒布すれば雪の速かに融
 くるは何故なるか。

第五章 状態の變化

53. 融解及び凝固 氷蠟等種々の固體は熱す
 れば液體となるも、冷やせば再び固體となる。か
 く固體が液體となるを融解と稱し、液體が固體と
 なるを凝固といふ。

今甲乙二個のフラスコをブリキ板上に置き、甲
 には一定量の氷を入れ、乙には同じ重量の水を入
 れ、寒暖計を浸し置きて、下より温むるときは水
 の温度は次第に昇るも、氷を入れたるフラスコの寒
 暖計は氷の融解しつつある間零度を示して昇る
 ことなく、氷の全部が融解して水となりたる後に

* 魔法瓶と同じ構造を有するものにヂュワー瓶と呼ぶものあり。

初めて温度の上昇するを見る。これ外より加へたる熱は氷のある間は温度の上昇に用ひられずして、氷を融解するためにのみ費さるるなり。

かくの如く融解に際しては其の固體の存在する間は温度一定して昇ることなし、この一定の温度を融解點といふ。又融解點に於て其の物質の一瓦を全く融解するに要する熱量を融解熱と稱す。氷の融解點は攝氏零度にして融解熱は八十カロリーなり。融解熱及び融解點は物質の種類によりて異なる。

融 解 點		沸 騰 點	
炭 素	約4000°	.....	.....
タンゲステン	3500°	約3700°	.....
白 金	1750°	約2450°	.....
鐵	1530°	2450°	.....
銅	1084°	2310°	.....
金	1063°	約2530°	.....
銀	961°	1955°	.....
鉛	327°	1525°	.....
錫	232°	2270°	.....
硫 黄	115°-119°	444.5-444.7(結晶形による)	.....
水 銀	-38.8°	356.7°	.....
窒 素	-210.5°	-195.7°	.....
酸 素	-219°	-182.9°	.....
水 素	-259°	-252.7°	.....
白 鐵(Solder)	190°	.....	.....
ウツドの可融金	70°	.....	.....
パラフィン	38°-52°	.....	.....
酒 精	-130°	78.3°	.....

液體が凝固する温度も亦一定せるものにして凝固點といひ、融解點に同じ。凝固に際しては融解熱に等しき熱を出す。

融 解 熱	
水 銀	3 カロリー
鉛	5
白 金	27 (1750°Cにて)
水	79.77
アンモニア	108 (-75°Cにて)

問題【1】 零度の氷40瓦を50度の水300瓦中に投ずるときは混合水の温度如何。

問題【2】 銅100瓦を攝氏80度だけ上昇せしめ得る熱にて、零度の氷何瓦を融解せしめ得るか。

問題【3】 80度の眞鍮塊100瓦を氷塊中に穿ちたる孔の中に入れて、氷5瓦を融解せりといふ。眞鍮の比熱如何。

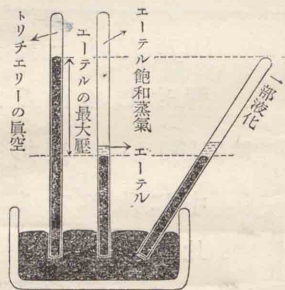
54. 寒劑 固體が融解する際には熱を要するのみならず、或る物體が他の物體に溶解する際にも多量の熱を要することあり。而して此の熱を物體より奪ひ取るため物體の温度は著しく下降す。例へば碎きたる氷と食鹽とを三と一との割合に混合するときは、溶解して生ぜる食鹽水は零下二十二度の低温度となるが如し。かく低温度を生ずる混合物を寒劑といふ。

寒 劑 の 表

重量の割合			
硝酸アンモニウム	1	} -15°	雪又は碎ける氷
水	1		食 鹽
硫 酸 曹 達	8	} -17°	雪
水	1		結晶鹽化カルシウム
			3 } -22°
			1 } -48°
			3 } -48°
			4 } -48°

55. 氣化及び蒸發 液體が氣體となるを氣化といひ、氣體が液體となるを液化といふ。

今トリチエリーの眞空を作り、其の中にエーテル液を送入するときは忽ち水銀面の降下を見るべく、又エーテル液の一部は層となりて水銀柱上に残るべし。^{*} この際水銀面は



著しく降下するものなるが、これエーテル液の水銀面を壓するためならず、眞空中に生じたる氣體エーテルの壓力によりて起るなり。[†]

液面より其の液が氣體となりて上昇するを蒸發と稱し、ここに生じたる氣體を蒸氣といふ。 上の場合にはエーテル蒸氣の壓力が或る値に達す

^{*} 若し水銀面上にエーテル液層を生ぜざるときは更にエーテルを加ふべし。

[†] 溫度2度¹⁵のとき439.8耗¹⁵水銀柱は下る。

れば、たとひ其の液體は存在すとも蒸發は止むものにして、かくの如く液體と蒸氣とが接觸したるまま蒸發止みたるとき、その蒸氣を飽和蒸氣といひ、飽和蒸氣の呈する壓力を其の溫度に於ける蒸氣の最大壓力^{*}といふ。最大壓力は物質によりて異なり、又同じ物質につきては溫度高きほど大なり。前の實驗に於けるエーテル蒸氣の最大壓力は、大氣の壓力を示す水銀柱の高さよりエーテル液層の存在するときの高さを減じたるものに等し。

最 大 壓 力 の 表

		水銀柱の高さ(耗にて)				
物 質	溫 度	0°	10°	20	40°	100°
水		4.58	9.21	17.51	55.13	760.
酒 精		12.73	24.08	44.0	133.4	1692.
エーテル		184.9	290.8	439.8	921.	4855.

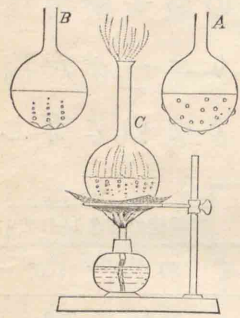
次に他の氣體の存在する場合に於ける蒸發を検せん。壓力計に連結せるフラスコの栓を取りて、エーテルを充たしたる細管を手早く入れて直ちに栓を施すときは、壓力計



^{*} 最大壓力は最大張力ともいふ。

の水銀面は昇るべし。これ空氣の存在するに係はらず、エーテルが蒸發して壓力を及ぼすためなり。實際について見るも他の氣體の存在は最大壓力の値には影響なく、單に最大壓力を生ずる時間を多少長からしむるのみなり。

56. 沸騰 水をフラスコに入れて下より温むるときは、溫度昇るに従ひて水面より盛んに蒸發し、遂には液内の各部より泡を生じ、泡は昇るに従ひて膨大するを見るべし。かく液體の各部より蒸氣を發生するを沸騰といふ。又



豫め寒暖計を液體に浸し置いて溫度を測るときは沸騰の繼續する間は、溫度の變化せざるを見るべし。かく液體が沸騰しつつある時の一定せる溫度を沸騰點といふ。

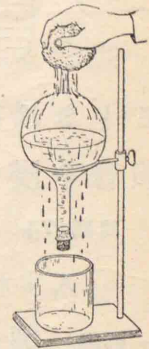
氣泡が液體の内部に生じ其の表面に達し得るには、氣泡内にある蒸氣の壓力が周圍の液體の及ぼす壓力を支へ得ることを要す。周圍の液體の及ぼす壓力は、氣泡上にある液體の重量を省略す

るものと考ふれば大氣の壓力に等しかるべし。故に蒸氣の最大壓力が溫度と共に増して大氣の壓力に等しきに及びて沸騰は起り得るものにして、此の時の溫度が即ち液の沸騰點なり。

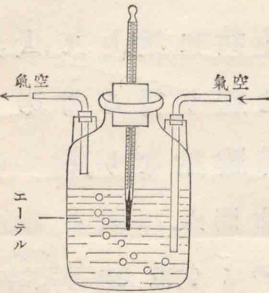
問題【4】 蒸發と沸騰との區別を問ふ。

問題【5】 高山の上にては飯米のよく煮えざるは何故なるか。

問題【6】 フラスコ内の水を沸騰せしめて火を去れば沸騰止むも、直ちに密栓を施し倒立せしめて上より水を注ぐときは再び沸騰す。其の理由を説明せよ。



57. 氣化熱 沸騰を繼續する間は外より熱を與ふるに係はらず溫度一定して上昇すること無く、この際與ふる熱は液體を氣體に變ずるために費さる。一瓦の液體を同溫度の氣體に變ずるに要する熱量を其の溫度に於ける液體の氣化熱といふ。又蒸氣を液化せしむるには、氣化熱に等しき熱量を奪ひ取らざるべからず。氣化熱は沸騰の際に限らず蒸發に於ても亦これを要す。故にエーテル中に空氣を吹き入れ盛んに蒸發せしむ



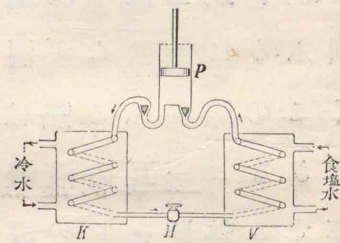
氣化熱		
酸素	58	カロリー (-188°C)
酒精	206.4	(80°C)
	139.2	(180°C)
水	538.97	
アンモニア	341	(-33.5°C)
エーテル	92.5	(0°C)
	82.8	(40°C)

るときは甚しく冷却し、其の中に水を入れたる試験管を浸すときは水は氷となるべし。

問題【7】 100度の水蒸氣10瓦を20度の水100瓦中に送入すれば最終の温度は幾何なるべきか。

58. 製氷 アンモニア瓦斯をポンプにて壓搾

し蛇管に送り、管外に水を注ぎて之れを冷却せしむるときは多量の熱を發して液化すべし。次に此の液をHの栓を開きて蒸發管の中に噴



出せしめ、これより發生する蒸氣をポンプにて吸ひ取るときは管内甚しく冷却すべし。蒸發管を入れたる箱Vに食鹽水を入れ、別に清水を充たせる金屬箱を此の食鹽水中に浸し置くときは、食鹽

原理：— 液体が氣體=加熱氣化熱ヲ要ス 此氣化熱
 2) 周圍の物体ヲ奪ヒ 非常ニ低温度ニナリ

水の冷却すると共に清水は冷えて氷となるべし。斯くアンモニアの蒸發を利用して氷を製造す。

59. 臨界温度 蒸氣を液化するには、冷却するか、或は壓縮することを要す。然れども單に壓縮するのみにては液化の起らざる場合あり。

凡て氣體は其のものにつきて一定せる温度以上に於ては如何に壓縮するも決して液化せざるものなり。例へば無水炭酸は攝氏三十一度以下に於て液化し得るのみにして、水蒸氣は攝氏三百六十五度以上にては到底液化せず。かくの如く氣體を液化し得る最高温度を其の氣體の臨界温度といふ。臨界温度に於て液化に必要な壓力を臨界壓といふ。臨界壓は臨界温度に於ける其の蒸氣の最大壓力に外ならず。

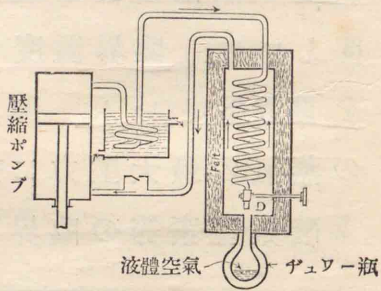
酸素・窒素等の臨界温度は甚だ低くして普通の

臨界温度及び臨界壓力の表

		温度	氣壓			温度	氣壓
水	素	-234°5	20	炭酸瓦斯		31°	73
酸	素	-118°	50	アンモニア		130°	115
窒	素	-146°	33	酒精		243°	63
空	氣	-140°	39	水		365°	195

寒劑を用ひて達し得べき範圍外にあり。これを液化するには、壓縮せる氣體が急に膨脹するとき温度の低下することを利用して其の目的を達するなり。かくの如く外部より熱の出入する暇無しに急に膨脹するを斷熱膨脹といふ。

60. 空氣液化機 圖はリンデ式空氣液化装置を示す。水分及び炭酸瓦斯を取り去りたる空氣をポンプにて壓縮して、約二百氣壓となし、細き孔Dより氣壓の低き場所に噴出せしむ。この際空氣は斷熱膨脹をなして冷却す。この冷却せる空氣は噴出前の高壓空氣を含める管の周圍に沿ひて歸り、管内の高壓空氣を豫め冷却するに用ふ。かくの如く冷却せる空氣を幾回となく小孔より噴出せしむる作業を繰り返すとすれば次第に冷却の度を増し、遂に液體空氣を得るに至る*。

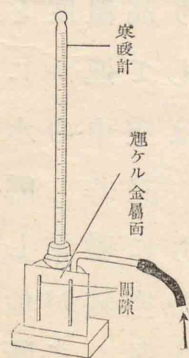


* 液體空氣は斷へず氣化するため宛も沸騰するが如く見ゆ。一部は氣化しつつあれど其の際氣化熱を奪ふため全部は容易に氣化せず。之れに薄き鐵板又はゴム球を浸せば脆くなり容易に碎かる。

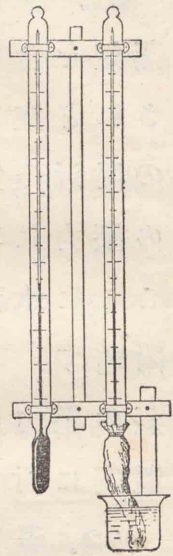
第六章 空氣中の水分

61. 空氣中の水分 空氣中には常に多少の水蒸氣を含むも、飽和の状態に達せざること多し。されど空氣中に露出せる物體が次第に冷却し、その附近の空氣の温度も随つて降下すれば、水蒸氣の壓力は其の温度に於ける最大壓力となるべく、ここに水蒸氣は液化して露となり物體の表面に附着す。この温度を露點といふ。空氣中の水蒸氣の壓力は直接に測り難きも、露點を測りて其の温度に對する最大壓力より求むることを得。

62. 濕度及び濕度計 空氣の乾濕の度を示すには、空氣中に含まるる水蒸氣の壓力と其の空氣の温度に於ける水蒸氣の最大壓力との比を以てし、これを濕度といふ。されど此の比を百倍したる數を用ふるを常とす。濕度は又空氣の温度と露點とより求め得べく、露點を測るにはランブレヒトの濕度計あり。金屬器内にあるエーテルに空氣を



吹き入れて蒸發せしめ、金屬の表面に露の生ずるとき、の寒暖計の示す溫度を見て露點を知るなり。又最も簡單に濕度を知るには **乾濕球濕度計** を用ふ。二個の同じ寒暖計を取り一方の寒暖計の球は一端を水に浸したる濕れる布片にて蓋ふ。然らば布片中の水の蒸發するため此の寒暖計は幾分低き溫度を示すべく、空氣の乾燥せるほど水の蒸發は盛んなれば其の示す溫度は益々低かるべし。依て兩寒暖計の溫度を讀み、別に備へたる表によりて濕度を求むなり。



63. 空氣中の水分の變態 地上の物體は日中に太陽の輻射熱を吸収して空氣より高溫度となるも、夜間は天空に向つて熱を輻射して速かに冷却す。溫度降りて露點以下となれば空中の水蒸氣は液化して其の表面に露を結ぶ。又若し露點が零度以下なるときは水蒸氣は直ちに凝結して固體となり霜を生ず。水蒸氣を含む空氣が他の冷たき空氣と混合するか、又は急に上昇して斷熱

膨脹をなすか、或は山岳・森林の如き溫度低きものに觸るれば水蒸氣は微細なる水滴の群となる。其の高く浮遊するものは雲にして、大地に近きものは霧なり。

雲の水滴が大きさを増して地面に落下し來るものは雨にして、雨の凍れるものは霰なり。雲は霜と成因を同じうし、ただ空氣の上層にて生ずるを異とするのみ。雪の一部融解して半固體となれるものは霰にして、霰は雪と氷との凍結せるものなり。

第三編 力及び物性(下)

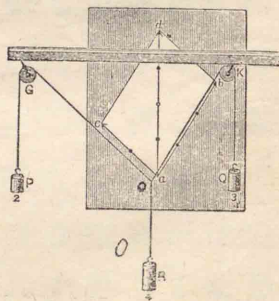
第一章 固 體

64. 力の三要素 力の作用を知るには必ず其の強さ・方向及び作用點を知ることがを要し、これを力の三要素といふ。又作用點を通過して力の方向に引きたる直線を力の作用線と稱す。

力は其の作用點より力の方向に直線を引き、其の長さを力の強さに相當するが如く取りたるものにて圖示することを得。

65. 力の合成 絲の兩端を滑車G及びKに懸け、これに夫々P及びQなる分銅を吊し、又絲の一點Oに他の絲を結び、これにRなる分銅を吊せば、圖の如き位置にて釣合を保ちて靜止すべし。これを一點Oに作用するP, Q, Rなる三力が釣合の状態にあるものと看做し得べし。

絲の後方に鉛直に板を立て

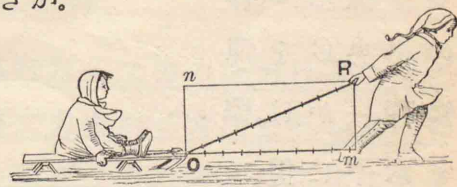


て其の上の一點aをとり、これを作用點としてP, Qの二力を圖示したるものをab, acとせん。ab, acを二邊として平行四邊形を畫き、その對角線adを作れば、adはRなる力に相當する長さを有し、且つ同じ直線上にありて反對の方向にあるべし。かくadにて圖示せらるる力はRなる力と釣合ふべきものにして、從ひてab, acにて表はさるる二力は對角線adにて表はさるる力と同じ効果を生ずるものと云ふことを得。

かくの如く二つの力と同じ効果を生ずる一つの力を是等二力の合力といひ、合力を求むることを力の合成と稱す。又前述の如く平行四邊形を畫きて合力を求むる方法を力の平行四邊形の方法といふ。

問題【1】 一點に作用する二つ以上の力の合力を求むるには如何にすべきか。

66. 力の分解 與へられたる一つの力と同じ効果を生ずる



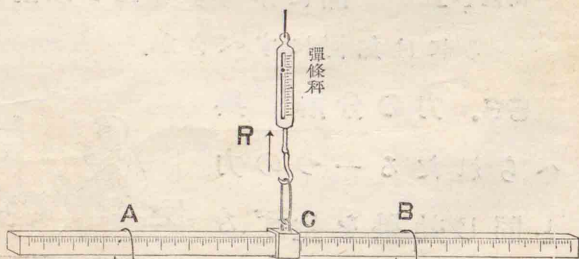
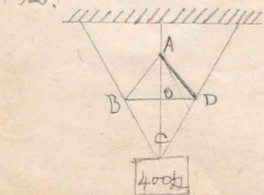
* 力の平行四邊形の方法は又力の中斜法ともいふ。

數多の力を求むることを **力の分解** といひ、この數多の力を前の一つの力の **分力** といふ。一つの力を與へられたる方向にある二つの力に分解するには、その一つの力を對角線とし、與へられたる方向に二邊を有する平行四邊形を畫くべし。その二邊の長さは分力の大きさを表はす。

問題【2】 一本の絲にて吊したる重さ 400 匁の物體あり。この絲の代りに其の兩側に於て各 30 度の角度をなす二本の絲を用ふるものとすれば、その絲の張力は幾何なるべきか。

問題【3】 流水に浮ぶ舟を繩にて兩方の岸へ繋ぐに繩を短くして其の間の角度を大にするときは、繩を長くして其の間の角度を小にする時よりも切れ易きは何故なるか。

67. 平行なる三力の釣合 圖の如く目盛したる一様な棒の中央 C を彈條秤にかけ、棒を水平に保つ。次に分銅 P を



BC, CD 大けハ
 求むに如し張力。
 解 $AO = CO = \frac{400}{2}$
 $OD = BO$
 $\triangle BCO = \text{直角}$
 $BC^2 = CO^2 + BO^2$
 $BC^2 = CO^2 + (\frac{1}{2}BC)^2$
 $BC^2 = \frac{4}{3}BC^2 = 200^2$
 $4BC^2 - BC^2 = 4 \times 200^2$
 $3BC^2 = 4 \times 200^2$

$$BC = \sqrt{\frac{4}{3}} \times 200$$

$$= \sqrt{1.33} \times 200$$

$$= 1.156 \times 200 = 231.2 \text{ 匁}$$

棒の任意の一點 A にかけて、分銅 Q を棒に沿うて動かし、棒が水平となりて釣合を保つ所を求め、これを B とす。然らば重さ P, Q と距離 AC, BC との間には次の關係あることを確め得べし。

$$P : Q = BC : AC \quad \text{或は} \quad P \times AC = Q \times BC$$

又 C に於て上方に作用し、二力 P, Q と釣合ふ力を R とすれば、P, Q, R は互に平行なる力なるべし。次に A に分銅 P を、B に分銅 Q を吊したる時の彈條秤の目盛は、P と Q との和に等しき分銅を C に吊したる時と同じ。故に P, Q, R の間には

$$R = P + Q$$

なる關係あり。

今 P, Q の二力が與へられたるものとして其の合力を求めんとす。合力は R と同一直線上にありて其の強さを等しくするも、方向に於て相反すべし。従ひて次の定律を得。

① 方向を同じうせる平行なる二力の合力は、其の強さ二力の和に等しく、其等二力と同じ方向を有し、其の作用線は二力の作用點の間を二力の強さの逆比に内分する點を過ぐ。

又若しP, Rの二力が與へられたるものとして其の合力を求むる場合を考ふるに, 合力はQと同一直線上にありて其の強さを等しくするも, 方向に於て相反するが故に,

$$Q = R - P$$

$$P : R = \overline{BC} : \overline{AB} \quad \text{或は} \quad P \times \overline{AB} = R \times \overline{BC}$$

即ち次の定律を得。

方向を反對にせる平行なる二力の合力は其の強さは二力の差に等しく; 二力中の大なるものと同じ方向を有し; 其の作用線は二力の作用点を結ぶ直線を二力の強さの逆比に外分する點を過ぐ。

68. 力の能率 或る一點より力の作用線に垂線を下し, その長さとなりの強さとの相乗積を作れば, これを其の點に關する其の**力の能率**といひ, 垂線の長さを**能率の臂**といふ。物體を廻轉せしむる強さは支點に關する力の能率によりて定まる。扉の把手が蝶番より遠きほど開閉の容易なるは之れがためなり。

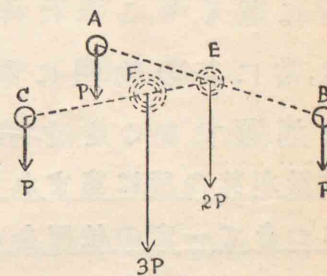
問題【4】 二つの平行せる力P, Qにつき其の合力の作用點に關する能率を比較せよ。

69. 偶力 強さ相等しき二力の作用線が平行

なるも方向相反し且つ作用點を異にするときは, 單一なる合力を求むること能はず。かかる一對の力を**偶力**といふ。偶力の働く場合には物體は廻轉するのみにて全體として進行することなし。

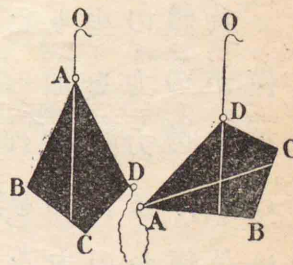
70. 重心 物體の各部には重力の作用あり。

是等の重力は互に平行せる故, 平行力として其の合力を求め得べし。先づA, Bの二部に働く重力の合力はEに働くべく, 次に此の合力とC



の部に働く重力との合力はFに働くべし。かくの如くして順次に合力を求むれば, 終に物體全部の合力の強さは其の全重量に等しきことを見るべく, その作用點を**重心**といふ。

若し其の物體を一本の絲にて吊せば絲の取る方向は必ず重心を通過すべし。故に重心は次の如くして實驗上よりも求むることを得。即ち物體の一點Aを一



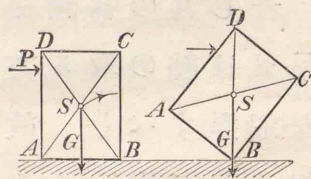
本の絲にて吊して其の絲の方向を物體上に定め,

次に他の点 D を糸にて吊して其の方向を物體上に定むれば、前の糸の方向と必ず交る所あるべく、これ即ち重心なり。

更に他の点につきて試みるも、糸の方向は常に同一の点を通すべし。これ物體を如何なる位置に置くも、これに作用する重力の合力の作用線は、常に其の物體に關して定まれる一點即ち重心を通過することを示す。故に重心とは其の物體の全重量が其の所に集まれりと考へらるべき點にして、物體につきて一定の位置を占むるものなり。

71. 物體の坐り 物體が轉倒することなく臺上に靜止するときは、物體が坐れりといふ。物體が坐るには其の重心より下せる鉛直線が其の物體の基底*内に入らざるべからず。

物體の坐りに三種あり。僅かの力を加へて傾けたる後、その力を去れば原の位置に復するものを安定の坐りといひ、僅かの力を加ふるも轉



* 基底とは之れを支ふる點を連結せる直線形の面をいふ。

倒するを不安定の坐りといひ、又僅かの力を加へて傾けたる後、其の力を去るも其の儘傾ける位置に止まるを中立の坐りといふ。

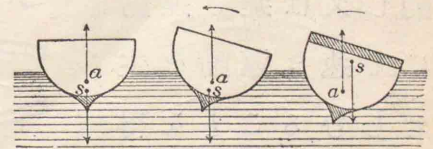


物體を傾くるとき、安定の坐りにあるものは其の重心 S 次第に昇り、不安定の坐りにあるものは其の重心次第に降り、中立の坐りにあるものは重心の高さに變化なし。

問題[5] 臺上に置きたる半球・不倒翁の倒るることなきは何故なるか。

問題[6] 玩具の彌次郎兵衛を物理學的に説明せよ。

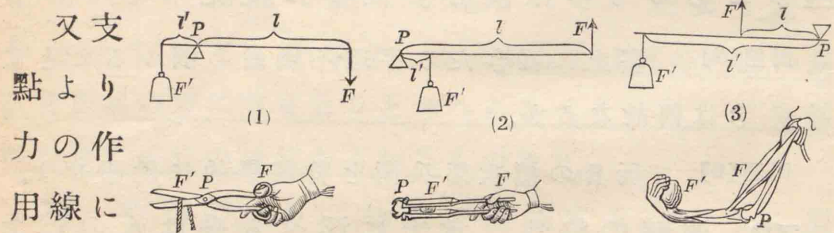
72. 浮體の釣合 水上に浮べる舟は水の浮力を受く。浮力は舟の排除したる水の重心 a に働きて鉛直に上方に向ひ、その強さは舟の排除したる水の重量に等し。されど舟の排除したる水の重量は舟の重さに等



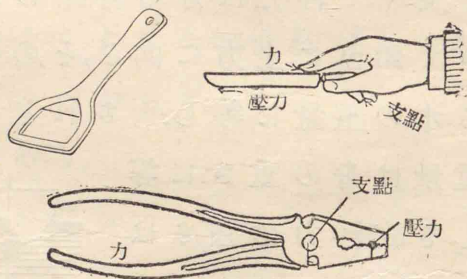
しき故、浮力の強さは舟の重さに等しと云ふことを得べし。舟の重心 S と浮力の中心 a とが同一鉛直線上にあるとき舟は釣合を保ちて靜止す。

73. 挺子 支點の周圍に廻轉し得る棒を **挺子** といふ。圖に示すが如くPを支點とし、 l 及び l' の所に夫々F及びF'なる力を作用せしむるときは、(1)(2)(3)なる三種の挺子を得べし。而してP點に關するF及びF'の能率が大きき相等しく方向相反するとき、挺子は釣合ふべし。

$$F \times l = F' \times l'$$



又支點より力の作用線に下せる垂線の長さを **挺子の臂** といふ。臂の比を適當に撰べば小なる力にて重き物を動し、又は遅き運動にて速き運動を生ぜしむることを得。



問題【7】 挺子の理を應用せる種々の器械を挙げ、且つ其の力の關係を説明せよ。

問題【8】 長さ6尺の棒の一端に8貫目の物を吊し、此の端より2尺の點を支へ、棒を水平ならしむるには、

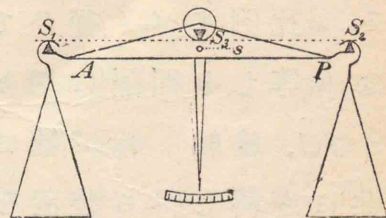
他端に幾貫目の物を吊すべきか。但し棒の重さを計算に加へざるものとす。

問題【9】 長さ3尺、重さ600匁の棒の一端に1貫目の重さの物を吊し、棒を机の上に横たへ、重さを吊したる方を段々と机の外に突き出すとき、棒が將に机より落ちんとする時の位置を求む。但し棒は太さ一様にして且つ等質なるものとす。

問題【10】 長さ1尺、重さ50匁の一様なる棒を其の一端より2寸の所にて水平に支ふるに、棒の何れの端に幾匁の物體を吊すべきか。

74. 秤 秤は物體の重量を分銅の重量と比較して物體の質量を知る器械にして、これに種々あれども、何れも挺子の理を應用したるものなり。

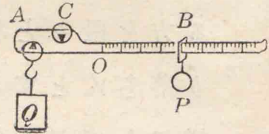
天秤 は中央に支點を有する桿を支柱にて支へ、桿の兩端に重量相等しき皿*を懸けたるものにして、一方に分銅、他方に物體を載すれば、桿が水平となるとき物體の質量は分銅の質量に等し。



* 支點及び皿を懸くる所 S_1, S_2 は鋼鐵又は瑪瑙の三角嚢を用ふるを常とす。

桿秤*は桿の一端に近き所 C に着けたる下げ緒を釣りて支點となし、短き臂の端に懸けたる皿に物體を載せ、他の臂に吊せる分銅の位置をかへて之れと釣合はしめ、臂に刻せる

目盛によりて物體の重量従て質量を知るなり。圖に於て P



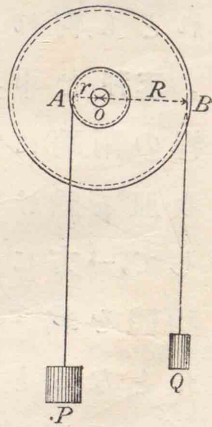
を分銅の重量とし、空皿の時分銅を O に置いて桿が水平を保てりとせん。次に物體 Q を皿に載せたりとせん。此のとき C に關する Q の能率は P の能率の増加に等しかるべく、即ち

$$\overline{AC} \times Q = \overline{CB} \times P - \overline{CO} \times P = \overline{OB} \times P$$

$$\text{或は } Q = \frac{P}{\overline{AC}} \times \overline{OB}$$

P 及び \overline{AC} は一定なるが故に Q と \overline{OB} とは比例すべく、従ひて目盛りは O より等しき間隔に切りてよし。

75. 輪軸 輪が軸に固定し、軸と共に廻轉し得る装置を輪軸といふ。輪軸は其の軸に巻きつけたる綱の



* 桿秤は一名日本秤ともいふ。

端に物體を吊して重さ P を加へ、輪に巻きたる綱を Q の力にて引きて釣合はしめ、或は更に強く引きて輪軸を廻轉せしむるものなり。その釣合に要する力の關係は

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

ここに r は軸の半径にして R は輪の半径なり。

輪軸の變形と見るべきものに種々あり。圖に示せるは其の一例なり。

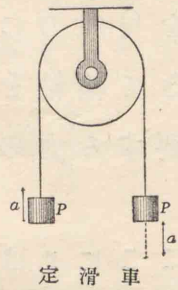


問題【11】 輪軸に於て P, Q の二力が平行ならざる時は如何なる關係を生ずべきか。

問題【12】 輪軸を使用するとき、其の軸を下に押す力と P, Q との關係を述べよ。又釣合の場合を偶力によりて説明せよ。

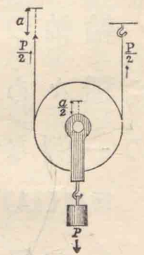
問題【13】 甲乙二組の同大の齒輪あり、甲の軸に刻める齒と乙の輪に刻める齒と互に噛み合ふものとし、甲の輪に P なる力を働かし、乙の軸に Q なる力を働かして釣合を得るとき、P と Q との比を求めよ。但し甲乙兩齒輪の直徑は各 1 尺、軸の直徑は各 1 寸なりとす。

76. 滑車 軸の周圍に廻轉する輪に繩を懸けて重き物を引き上げるに用ふる器械を滑車といふ。滑車に二種の用法あり。一つは軸の位置變ぜざるものにして定滑車といひ、他は軸の位置變ずるものにして動滑車といふ。



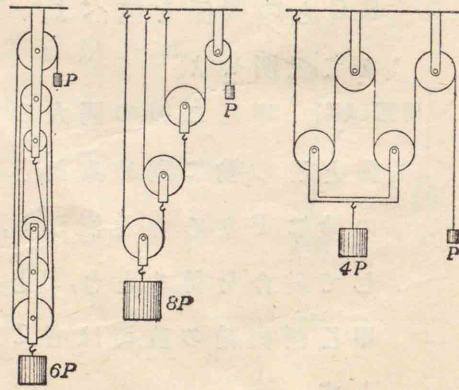
定滑車

定滑車にありては繩の一端を物體の重さと等しき力にて引きて釣合を保ち得べく、従ひて力の方向を變ずるも其の強さは變ずることなし。又物體が距離 a を登る間に之れに加はる力の作用點も亦同じ距離 a だけ動く。動滑車にありては滑車の重さを省略するときは、物體の重



動滑車

さ P の半分に等しき力によりて釣合を保つ。従ひて動滑車は力の方向を變ずることなきも、その強さに於て利あり。されど之れに加ふる力の着



力點が距離 a を動く間に物體はの距離 $\frac{a}{2}$ を登るのみにして、距離に於て損失あり。

上の圖に示す如く種々の形に滑車を連結したる場合にも力の關係は同様に於て見出すことを得べし。

問題【14】 滑車の繩の方向平行ならざる時は、如何なる力の關係を生ずべきか。

77. 機械と仕事 輪軸及び滑車の如く力の作用を一物體より他物體に移す装置を機械といふ。總ての機械には共通なる性質あり。そは輪軸にても滑車にても、動かさんとする物體の重量と之れに加ふべき力と釣り合へるとき、一方を極めて僅か増減すれば機械も物體も動くべし。この際物體の重量と其の動ける距離との相乗積は、加へたる力と其の作用點の動ける距離との相乗積に等し。

即ち力に於て利得あれば距離に於て損失あり。距離に於て利得あれば力に於て損失あり。結局力と距離との相乗積を仕事と呼べば、仕事に於ては更に損得なく、手が滑車若しくは輪軸になしたる仕事と、滑車若しくは輪軸が荷物になしたる仕

事とは相等し。かくの如きは總ての機械に通ずる原則にして、即ち

機械を用ひて力を利することあれども仕事を利すること能はず。

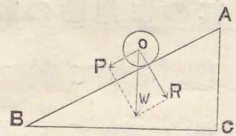
これを仕事の原理といふ。

一般に力が物體に作用して之れを力の方向に動かすときは、この力は仕事を爲したりといひ、力の強さ F と其の方向に動かしたる距離 S との相乗積を以て其の仕事 W を表はす。即ち

The Second Term $W = F \times S$

78. 斜面 水平面に對して傾ける平面を斜面といひ、斜面と水平面とのなす角を斜面の角或は單に傾角といふ。

斜面上にある物體の重量を W とせん。これを斜面に垂直なる方向の分力 R と斜面に平行なる方向の分力 P とに分解するときは、分力 R は斜面に對する壓力となり、分力 P は斜面に沿うて物體を引き下げんとする力となる。故に P に等しき力を斜面に沿うて上方に加ふれば物體は斜面上



に靜止すべし。而して力 P 及び R の大きさは

$$P = W \times \frac{\overline{AC}}{\overline{AB}} = (\text{物體の重さ}) \times \frac{\text{斜面の高さ}}{\text{斜面の長さ}}$$

$$R = W \times \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} = (\text{物體の重さ}) \times \frac{\text{斜面の底}}{\text{斜面の長さ}}$$

問題【15】 荷車を曳きて坂道を上るに、左右に腕りながら行けば上り易きは何故なるか。

問題【16】 水平面と30度の傾きをなす斜面上に6貫目の物體を置いて滑り落ちざるは、斜面に沿ひて幾何の力が働く時なるか。

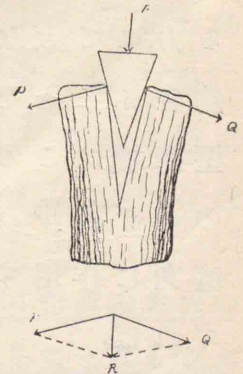
79. 楔 三角形の切口を有する木片或は金屬片を楔と稱し、その尖端を物體に打ち込み、物體を割るに用ふ。

楔に R なる力を加ふるときは物體は之れを支へ、楔の面に垂直なる方向に壓力を及ぼし、その大きさは R の分力 P, Q に等しかるべし。即ち此の P, Q が物體を押し割らんとする力なり。

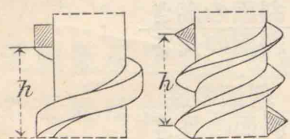
而して楔の角の小なる程 P, Q は大にして、從ひて物體を割る力も亦大なり。

問題【17】 刃物にて物を切るとき力の關係を説明せよ。

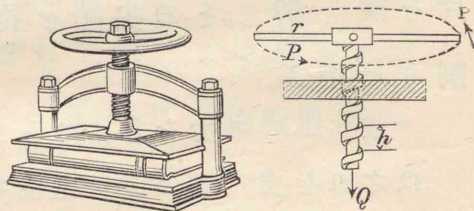
80. ネヂ ネヂは雄ネヂと雌ネヂとより成り、



雄ネヂは圓柱の周圍に螺旋狀の凸起を作り、雌ネヂは圓筒の内面に螺旋の溝を刻みたるものなり。一つの凸部の上面より次の凸部の上面までを軸に平行に測りたる距離 h をネヂの **歩み** といふ。雄ネヂを雌ネヂにはめ、時計の針の方向に一廻轉すれば一と歩みだけ進み、反對の方向に一廻轉すれば一と歩みだけ退く。



ネヂを振る力の仕事はネヂのなす仕事に等しき故に、臂を長くし歩みを小にすれば、小なる力にて大なる力に釣合ふことを得べし。



壓搾機はこの理を應用せるものなり。今壓搾機のネヂの歩みを h 、挺子の長さを r 、挺子の兩端に直角に作用する力を P とし、又壓搾する力を Q とすれば、

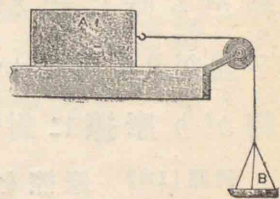
$$Qh = 2(P \times 2\pi r) = 4\pi rP$$

或は

$$P = Q \times \frac{h}{4\pi r}$$

81. 摩擦 水平面上に置かれたる物體に水平

の方向に働く力を加ふるも直ちに動き始むることなし。これ物體を接觸面に沿うて動かさんとする時これを妨ぐる力の生ずるがためにして、この力を **摩擦力** といふ。又この物體が動き始めた後も其の儘になし置けば、速度を減じて遂に靜止すべし。これ物體の運動しつつある間も之れを妨ぐる摩擦力の働くためなり。摩擦力は物體の運動を妨ぐるものとして顯はるるのみにして、摩擦力自身に於て物體を動かす能なきものなり。

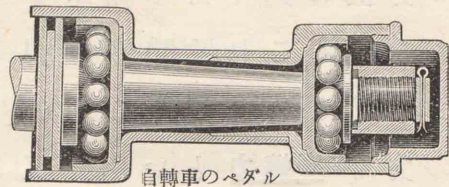


摩擦力は物體が靜止せる間は、加へらるる力の増すに従つて次第に増して終に一定の値に達し、この後直ちに物體は動き出す。かくの如く靜止せる場合に起る摩擦力を **靜止摩擦力** といひ、その最大の値を **最大靜止摩擦力** といふ。

最大靜止摩擦力は其の接觸面に働く垂直の方向の壓力に正比例し、接觸面の廣狹に關することなし、然れども接觸面をつくる物體の種類並びに其の面の粗滑によりて値を異にす。

物體が運動しつつある間に働く摩擦力は **運動**

摩擦力 といひ、一般に最大静止摩擦力よりも小なり。又物体が轉がる時に起る摩擦



を**轉がり摩擦**といふ。この摩擦力は極めて小なり。轉がり摩擦に對し、前述の摩擦を**滑り摩擦**といふ。

問題[18] 摩擦を避くる方法を列挙し、且之を説明せよ。

問題[19] 摩擦を利用せるものを挙げ且之を説明せよ。

第二章 運動及び力 (其二)

82. 變位及び速度の合成と分解 物体が運動するに當り、單に一定時間の前後に於ける位置のみを考へて途中の經過如何を問はざるときは、これを**變位**と稱す。變位は力の場合に於けるが如く直線に矢を附して圖示し得べし。變位の合成は二力の場合の如く平行四邊形の方法によりて求め得べく、又變位の分解も平行四邊形の方法によりて求め得べし。

物体の**速度**は單位時間に於ける變位に外ならざるを以て、その合成及び分解も亦平行四邊形の

方法による。

83. 加速度 物体の運動に變化ありや否やを知るには或る時間の前後に於て速度に變化ありや否やを検して知り得べし。單位時間の間に起れる速度の變りを**加速度**といふ。直線運動に於て初めの速度を v_0 とし、 t 秒後の速度を v とすれば、加速度 a は

$$\frac{v-v_0}{t}=a \quad \text{或は} \quad v=v_0+at$$

にて與へらる。

加速度を表はすには時間の單位と長さの單位とを併せ用ひ、しかも時間の單位を兩度用ふ。例へば毎秒三十五糎の速度が一秒の後毎秒五十糎の速度に變じたりとすれば加速度は一秒十五秒糎にして、又簡單に十五秒・秒糎なりともいふ。

問題[1] 速度250秒糎の物体が5秒後に500秒糎の速度になりたりとせば、其の加速度は幾何なるべきか。

問題[2] 3秒・秒糎の加速度にて運動する物体あり。

5秒後に24秒糎の速度となりたりとせば、初めの速度何程なりしか。

84. 萬有引力 ニュートンは天體の運行を觀測

せる記録を精査せる結果、宇宙間に存在する總ての物體は互に牽引することを知り、その引力を **萬有引力** と稱し、次の定律を公にせり。

㊦ 萬有引力は兩物體を連結する直線の方法に於て作用し、其の強さは兩物體の質量の相乗積に正比例し、兩物體間の距離の自乗に逆比例す。

故に兩物體の質量を夫々 m, m' とし、その距離を r とすれば兩物體の互に引く力の強さは

$$\frac{mm'}{r^2}$$

に正比例す。

重力は萬有引力の特別の場合に外ならず。即ち兩物體の一つが地球なる場合の萬有引力を特に重力と稱するなり。

85. 落體 空氣の抵抗なきときは物質の種類如何を問はず、又その質量の大小如何に關せず、總ての物體は重力の作用を受けて同様に落下するものなり。即ち同一の場所に於て總ての物體は 同一の加速度 にて落下す。實測の結果によれば重力によりて生ずる加速度は大約 980 秒・秒・種にして、通常これを g なる文字にて表はす。



燈明臺の振動を注視せる
ガリレイ



ニュートンの肖像

ガリレイ Galilei

ガリレオ・ガリレイ、1564年2月8日伊太利ピザに生れ、同地の大學に學び、後に其の教授となる。物體の落下するとき、加速度が一定なることを發見し、ピザの斜塔より輕・重兩球が同時に落下することを示して時人を驚かし、又慣性の定律を發見し、斜面の理を究め、望遠鏡を作りては木星の衛星を發見す。晩年地動説を唱へしため宗教裁判を受け、又盲目となり、1642年6月8日死せり。

圖に示すはガリレイ十九歳の時、ピザの寺院に於て燈明臺の振動を注視せる所にして、之より振子の等時性を發見せり。この繪はガリレイ終焉の地フローランスにあるガリレイ記念館にあるものなり。

俗にガリレオと稱するも名にして姓はガリレイなり。伊太利人は名を以て呼ぶこと多く、詩人ダンテ姓はアリギエリー、畫家ラファエル姓はサンビオ、彫刻家ミケランジェロ、姓はブオナロチなり。

ニュートン Newton

サー・アイザック・ニュートンは1643年1月5日(舊曆にすれば前年12月25日)に生れ、英國リンコンシャーの農家の子。幼にして日時計を作り、風車を作りて遊ぶ。ケンブリッジ大學に學び、二十六歳にして全大學の教授となる。微・積分學、光の分散等の諸發見あるも、殊に萬有引力の定律を大發見となす。諸行星の運行を算して少しも誤なく、只水星に於て一百年間に四十八秒の差を生ずるのみ。(此差はアインシュタインの相對律によりて説明することを得)四十四歳のとき、大著『自然科學原理』をラテン語にて公にす。諸國語に譯さる。略してプリンシピアと云はるゝもの是れなり。

世に其アブセンス・オブ・マインドを傳ふるも、之れ研究に熱中せるときのことにして常識に富み、五十六歳にして造幣局長官となり、貨幣の改造をなし、又宗教上の著あり、名聲一世を蓋ひ、サーに叙せられ、1726年3月2日死してウエストミンスターに葬られ、寺内に高さ數間の偉大なる墓標を建てらる。

今鉛直線上に於て重力の作用を受けながら落下しつつある物體を考ふるに、初めの速度を v_0 とし且つ下方に向へるものとし、 t 秒の後の速度を v とすれば、次の關係を得べし。

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

或は $v=v_0+gt$ (1)

次に此の物體が t 秒間に通過すべき距離 s を求めんには、先づ t 秒間の速度の平均の値を求め、この平均の速度にて t 秒間等速度運動をなしたるものとして、其の通過すべき距離を求むれば可なり。

即ち t 秒間の速度の平均の値は

$$\frac{v_0+v}{2}=\frac{v_0+v_0+gt}{2}=v_0+\frac{1}{2}gt$$

にして、この平均の速度にて t 秒間に通過すべき距離 s を求むれば、

$$s=(v_0+\frac{1}{2}gt)\times t$$

或は $s=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$ (2)

なり。又(1)及び(2)の兩式より次の關係式を得。

向3. 自然落下+ルメ.
(4) 公式(2)の)

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

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

80

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 25}{9.8}} \approx 2.2 \text{ 秒}$$

(4) 公式(1)(2)=2)

$$v = gt$$

$$v = 9.8 \times 2.2 = 21.56 \text{ 秒}$$

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

若し時間の初めに於て物体が静止せる場合、即ち v_0 が零なる場合には(1),(2)及び(3)の式は次の如く簡単となる。

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

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

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

若し又時間の初めに於て物体が上方に向ひ昇りつつある場合には、 v_0 は重力の方向と相反すべし。この際上方に昇るを主として之れを正となし、降るを負とすれば次の式を得べし。

$$v = v_0 - gt$$

$$s = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_0^2 - v^2 = 2gs$$

問題[3] 物体が400米の高さより落下するに要する時間及び地面に達せし時の速度は幾何。

問題[4] 高所より一瞬間40米の初速度にて落下する石が89秒・米の速度に達するには幾秒間を要すべきか、又その間に落下したる距離は如何。

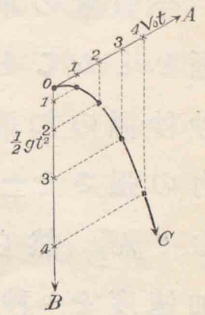
86. 抛射體 物体を v_0 の速度にて斜めに抛ぐ

(4) 公式(2)=2)

$$t = \frac{v - v_0}{g} = \frac{89 - 40}{9.8} = 5 \text{ 秒}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 = 40 \times 5 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2$$

るときは、其の方向に v_0 の速度を以て等速度運動をなし、且つ之れと同時に重力の爲めに断へず下方に動かさるるが故、その物体は等速度運動と落下運動とを同時に行ふこととなる。故に t 秒後の速度は v_0 と gt との合速度として平行四邊形の方法によりて求め得べく、又 t 秒の終りに於て物体の占むべき位置は $v_0 t$ と $\frac{1}{2}gt^2$ との合成によりて求め得べし。この際物体の通過せし経路は或る曲線となり、この曲線を 拋物線 といふ。



問題[5] 毎秒300米の速度にて水平の方向に發射せられたる彈丸が3秒後に占むべき位置を求め、且つ其の時の速度如何。

87. 運動の定律 ニュートンは運動に關して三つの定律を公にせり。第一及び第三の定律は既に之れを述べたり。* 第二の定律は次の如し。

物体の質量と加速度との相乗積はこの加速度を生

* 運動の第一定律は即ち慣性の定律なり。運動の第三定律は即ち作用及び反作用の定律なり。

自5.

$$(a) s_2 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$s_2 = 4.9 \times 9 = 44.1 \text{ 米}$$

$$s_1 = v_0 t = 300 \times 3 = 900 \text{ 米}$$

$$V = \sqrt{v^2 + s^2} = \sqrt{300^2 + 24.5^2}$$

ぜしむる爲めに他より加へたる力の強さに正比例す。

力を F , 質量を m , 加速度を a とすれば, 第二の定律によりて

$$F \propto ma$$

今質量の單位に瓦をとり, 加速度の單位に秒・秒・糎をとることとす。又一瓦の物體に作用して一秒・秒・糎の加速度を生ずる場合に之れに作用する力の強さを一ダイン*と稱し, これを力の絶對單位となさん。然らば力の強さを f ダイン, 質量を m 瓦, 加速度を a 秒・秒・糎とするととき次の式を得。

$$f = ma$$

問題【6】 我が改正度量衡法に於ては 1 匁の質量の物體に働き毎秒 10 米の加速度を生ずる力を力の單位と定め, これをメガダインと稱す。† 然らば 1 メガダインは 1 ダインの何倍なるか。

88. 力の重力單位と絶對單位との關係 さきに力の單位を定むるに當り重力單位を用ひ, 一瓦の物體に作用する重力を以て力の單位としたり。

* 1 ダインは 1 瓦の重さの約 $1/980$ と心得置くべし。

† 1 平方糎の面積に 1 メガダインの壓力作用するとき此壓力を 1 パールといふ。

然るに一瓦の物體は重力のために約 980 秒・秒・糎の加速度を得るが故, これを絶對單位即ちダインにて表はせば 980 ダインとなるべし。故に重力單位にて表はしたる瓦を m とし, 同じ力を絶對單位(ダイン)にて表はしたる數を f とし, 又重力による加速度を g として, m と f との間に於ける關係を求めれば次の如し。

$$f = mg$$

89. 運動量 力の定義 $f = ma$ に加速度の式 $a = \frac{v - v_0}{t}$ を入れて

$$f = m \left[\frac{v - v_0}{t} \right] = \frac{mv - mv_0}{t}$$

を得。

質量と速度との相乗積を運動量といふ。然らば上式より力は單位時間に於ける運動量の變化に等しきことを知る。又上式を書き換へて

$$ft = mv - mv_0$$

とすれば, 力の強さと力の作用せる時間との相乗積は運動量の變化に等しきこととなる。

90. 打撃及び衝突 前節の式によれば運動量の變化の急激なるほど其の際働ける力は大なるべし。打撃及び衝突は極めて短時間に大なる速度の變化を起す場合なるが故に其の際非常に大なる力の働きを生じ、しかも其の質量の大なるほど作用も亦著しかるべし。釘を打ち込むとき、木の槌を用ふるよりも金槌を用ふる方効果著しく、急速度にて進行し來れる汽車の衝突の際、極めて恐るべき結果を呈するも皆この理に外ならず。

問題【7】 野球の球を手にて受くる際手袋を用ひ、且つ後方に引きながら之れを受くる時は痛みを感じざるは何故なるか。

91. 作用と反作用とに於ける運動量 二物體が互に作用するとき、作用と反作用とは大き相等しくして方向相反するが故、二物體の各、につきて運動量の變化を計算すれば其の値相等しかるべきなり。今甲物體の質量を m とし、初めの速度を v_0 、終りの速度を v とし、乙物體より力 f が t 秒間作用したりとせば

$$ft = mv - mv_0$$

なり。又乙物體につきて同様の關係を求むれば

$$ft = m'v' - m'v'_0$$

なり。然るに作用と反作用とは大き相等しきが故に

$$f = f' \quad \therefore mv - mv_0 = m'v' - m'v'_0$$

若し初めの速度 v_0 及び v'_0 を各、零なりと看做すときは

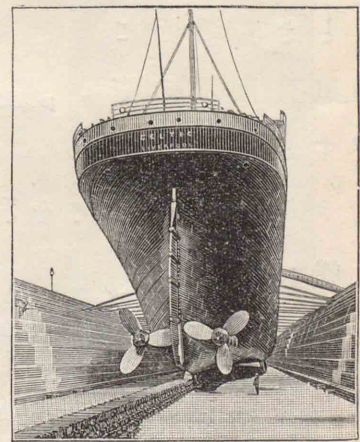
$$mv = m'v' \quad \therefore \frac{m}{m'} = \frac{v'}{v}$$

之れより甲乙兩物體が互に作用するとき兩物體に生ずる速度は、各、物體の質量に逆比例することを知る。

問題【8】 地球上にて物體が落下するとき地球の昇るを認め得ざるは何故なるか。

92. 空氣及び水の抵抗 物體が空氣中若しくは水中を運動するとき、

運動の方向に逆らひて力の作用を受け、速度を減ず。この運動を妨ぐる作用を空氣若しくは水の **抵抗** といひ、その際顯はるる力を **抵抗力** といふ。抵抗力の強さは運動の方向に直角に切れる物體の斷面積に正比例し、又その物體の速度大なるほど増加するものなり。羽毛と小石と

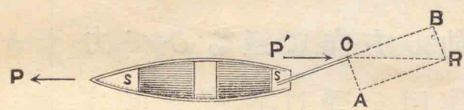


ドックにあるセルチック號。
排水噸二萬九百、三千人の乗客、一萬五千噸の荷を積載するを得。此船の推進機の大なることは側に立てる人と比較して知り得べし。

の落下に遅速の差を生ずるも、雨滴の等速度*にて落下するも、皆空気の抵抗によるなり。

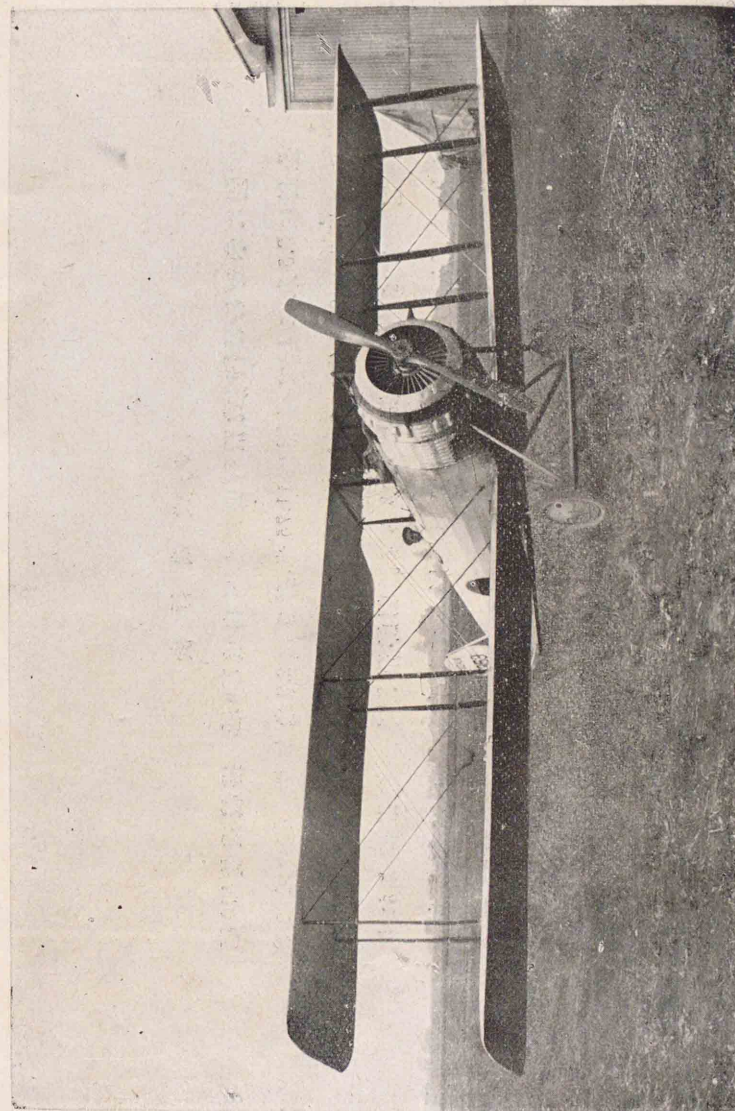
汽船の推進機は其の廻轉に際して水を後方に押し、その反作用として水は推進機を前方に押し、この力によりて船は進行するなり。飛行機及び飛行船のプロペラーも亦同理により、その面に空気を打ちて後方に送ると共に、その反作用によりて空気は機體又は船體を前進せしむるなり。

飛行機の翼、舟の舵の如きは其の進行しつつあるとき其の面に空気が又は水の衝突するため力の働きを受け、この力を利用して進行の方向を左右に變ずるなり。



93. 風壓 風は空気の流れに外ならざるが故、物體が風の壓力を受くる有様は静止せる空気中を物體が進行するとき抵抗を受くと全く同一なり。今紙鳶が風の爲めに空中に懸れる場合を

* 雨滴の落下の速度は30秒・米より遅し。



機 行 飛 式 「カ」

例に採りて説明せん。

圖に示すが如く、紙鳶を平面と看做せば之れに

衝突する

風は水平

の方向に

動きて紙鳶の面に直角な

る分力 P を生ず。又紙鳶

の重さを W とすれば P と W との合力は R となる。

糸の張力が R と釣合を保つとき紙鳶は空中に静

止し、然らざるときは其の合力の大小、方向の如何

に應じて動く。

第三章 仕事とエネルギー

94. 仕事 甲物體が乙物體に力を及ぼしつつ

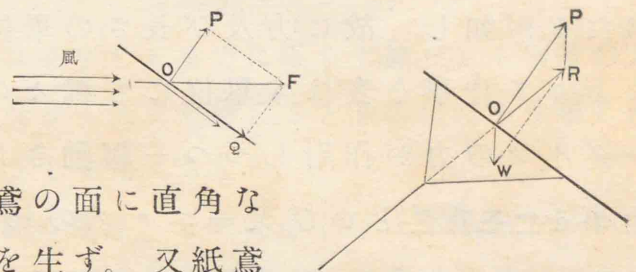
ある間に、其の力の作用點が力の方向に動くとき、

甲物體は乙物體に **仕事** をなしたりといひ、或は單

に力が仕事をなしたりといふ。又若し力の作用

點が甲より乙に及ぼす力と反對の方向に動くとき、

乙物體は力に抗して仕事をなしたりといふ。



「サ」式飛行機

圖に示せるは「サ」式飛行機にして自重780斤、搭載重量510斤、全長は8.5米にして全幅は11.75米、高さは2.9米なり。5000米の高さに昇るに27.5分を要す。

主として偵察・観測に用ひらる。朝鮮飛行も此の機によれり。本圖は所澤の岩本陸軍技師が撮影して著者に贈られたるものなり。

仕事は、力の強さと其の力の方向に作用點の動きたる距離との相乗積を以て表はすこと既に述べたるが如し。故に力及び長さの單位の撰び方によりて仕事を表はす單位にも種々の別を生ず。一ダインの力が作用しつゝ一糎動きたるときの仕事を一エルグといひ、又一エルグの 10^7 倍を一ジュールといふ。共に仕事の單位として多く用ひらるるものなり。又一疋米、一貫尺、一呎ポンド等の單位を用ふることあり。

次に仕事を計算する例二三を擧げん。

(I) 10貫目の荷物を載せたる車を引くに、車夫は5貫目の力を費しつゝ1町進みたりとせば、其の車夫の車に爲したる仕事は5貫目と1町との相乗積即ち1800貫尺なり。

(II) 8貫目の物體を手にて靜に3尺の高さまで引き上げたりとせば、手が物體になしたる仕事は24貫尺なり。又物體が重力に抗してなしたる仕事は24貫尺なりとも云ふことを得。

(III) m瓦の物體がt秒間落下せるとき重力が物體になしたる仕事は $W=fs$ なる式に

$W = fs$ (内1) $W = fs$ (内2)
 $f = mg, \text{ dyne}$ $f = 40 \text{ gr} = 0.04 \text{ Kgr}$
 $S = 3 \times 100 = 300 \text{ cm}$ $W = mg, \text{ dyne}$
 $W = 35 \times 980 \times 300$ $S = 25 \times 100 = 2500 \text{ cm}$

$= 1029 \times 10^7 \text{ Erg}$
 $= 1.029 \text{ f=mg 及び } s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\left(\frac{v}{g}\right)^2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$
 を入れて

$$W = mg \times \frac{1}{2} \frac{v^2}{g} = \frac{1}{2} mv^2$$

此の式は必ずしも重力に限らず、靜止せる物體が力の作用を受けて速度を得たるときに何時も仕事を表はすものとして用ふるを得。

(IV) v秒糎の速度にて鉛直に抛げ上げられたるm瓦の物體あり。最高點に達する迄に此の物體が重力に抗してなしたる仕事も亦 $\frac{1}{2}mv^2$ なり。

問題[1] 質量35瓦の物體を3米の高さに上ぐるに要する仕事は幾エルグなるか。

問題[2] 40瓦の物體が25米の高所より落下するとき、重力の物體になしたる仕事は何程なるか。

95. 工率 同じ仕事をなすにも機械によりて遅速あり。この遅速の割合を表はすものを**工率**といふ。工率の單位として通常用ひらるるものは**馬力**なり。馬力に英國制と佛國制との二種ありて、英國制の**H.P. (Horse Power)**一馬力は毎秒五百五十呎ポンドの仕事に相當し、佛國制の一馬力は毎秒七十五疋米の仕事に相當す*。

* 近來日本馬力として毎分4000貫尺を用ふ。

(例3) 10 H.P. 機関 = 1 時間 1 仕事 (1 時間 =)
 $550 \times 60^2 \times 10$ 呎・ポンド
 ポンプ = 20 1 時間 = 1 呎上げ得る水量 $\times 2.5$ 立方呎
 $\times 62.5 \times 30$ 呎・ポンド

90 $550 \times 60^2 \times 10 = x \times 62.5 \times 30$ 中 6 等 物理 學 教科 書

$$x = \frac{550 \times 3600 \times 10}{62.5 \times 30} = 1.056 \times 10^6 \text{ 立方呎}$$

問題【3】 10馬力の蒸汽機関を用ひ、30呎の下にある河水を1時間に幾立方呎づつ汲み上げ得るか。但し水一立方呎の重さは62.5ポンドとす。

96. 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 を有すといふ。即ちエネルギーとは仕事をなし得る能に外ならず。エネルギーの大小を測るには、その物體に出來得るだけ仕事を爲さしめ、その際爲したる仕事の全量を以てす。

エネルギーを有する物體の状態には種々あり。物體が運動しつつある時は之れに衝突する他の物體を動し得るが故にエネルギーを有し、又高き所にある水は流下して水車を動すことを得べく、引き張られたる弓は矢を飛ばし、壓搾されたる空氣も亦物體を動し得べく、是等の物體はいづれもエネルギーを有す。

97. 運動のエネルギーと位置のエネルギー
 運動せる物體が靜止するまでに爲し得る仕事の量は其の物體の質量を m とし、速度を v とすれば、

$\frac{1}{2} mv^2$ なること既に述べたるが如し。かくの如く 速度あるがために物體の有するエネルギーを運動のエネルギー といふ。引き張られたる弓、壓搾せられたる空氣の如きは仕事をなし得る状態にあるも、速度あるために非ずして形又は體積の變化によるものなれば、かかる場合のエネルギーを位置のエネルギー と稱す。

地面より或る高さに上げたる石の如きも、重力の働きによりて仕事を爲し得る状態にあれば、位置のエネルギーを有すと見るべきなり。

質量 m 瓦の物體が h の高さにある時有する位置のエネルギーは其の物體の落下によりてなし得る仕事の量より求め得べく、即ち

$$fs = mgh$$

なり。

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 と稱す。

98. エネルギーの變遷 運動しつつある甲物體が靜止せる乙物體に衝突する時は、甲は速度を

失ひ乙は之れを得ること吾人の日常見る所にして、かかる場合にエネルギーは甲物體より乙物體に移れりといふ。又鉛直に抛げ上げられたる物體は次第に運動のエネルギーを失ひて位置のエネルギーを得、最高點に達したるときは全く位置のエネルギーのみを有す。

かくの如くエネルギーは甲物體より乙物體に移り、或は甲種のエネルギーより乙種のエネルギーに其の態を變ずることを得。而して甲物體より乙物體にエネルギーの移れる場合は、必ず甲が乙に仕事をなしたる時にして、仕事をなしたる物體は其の仕事に相當するエネルギーを失ひ、仕事をなされたる物體は其の仕事に相當するエネルギーを得るなり。

鉛直に抛げ上げられたる物體が最高點に於て有する位置のエネルギーと、最初に有せし運動のエネルギーとは其の量に於て相等し。何となれば前者は mgh 、後者は $\frac{1}{2}mv^2$ にして、 $v^2=2gh$ なる關係あるにより

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 2gh = mgh$$

なるを以てなり。是等は一二の例に過ぎざれども、各種のエネルギーにつきて同様の關係ありて、何れも次に述ぶる エネルギー不滅の定律* に従ふものなり。

エネルギーは一物體より他物體に移り、又一種の状態より他の状態に變ずることあるも、其の總量に於ては決して増減することなく一定不變なり。

第四章 熱 機 關

Heat Engine.

99. 熱の仕事當量 熱は仕事を費して得らる。
Mechanical equivalent of heat.
 一カロリーの熱を得るために費すべき仕事を熱の 仕事當量 と名づけ、通常 **J** にて表はす。故に H カロリーの熱に相當する仕事を W エルグとすれば、その間には次の關係あり。



ジュール
 (英. 1818—1889)

$$W = J.H$$

* 又はエネルギー保存の定律ともいふ。

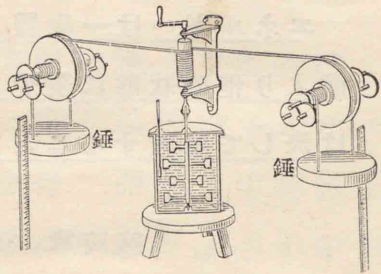
Q_{gr} 容量内水 C 水ノ比熱 = 1
 $t_1^{\circ}C$ 最初ノ温度 $Q \times (t_2 - t_1) \times C$ cal 発生
 $t_2^{\circ}C$ 終ノ温度 熱量
 $t_2' - t_1'$ 上昇温度
 94 中等物理学教科書

ジュール及び其の他の學者の測定によれば

$J = 4.19 \times 10^7$ エルグ

にして、一カロリーの熱は四千百九十萬エルグの仕事に相當す。

ジュールの實驗の一つは圖に示すが如きものなり。錘は落下するとき仕事を爲す故、これを用ひて羽車を廻轉し水を攪亂して熱を生ぜしめ、その際生じたる熱量を水の温度の上昇によりて測るなり。



問題【1】 2 砵の落體が 300 秒米の速度にて地面に衝突すれば、その際幾カロリーの熱を生ずべきか。

100. 熱機關 燃燒によりて生ずる熱を利用して仕事をなさしむる機械を **熱機關** といふ。蒸汽機關・瓦斯機關・蒸汽及び瓦斯タービンは之れに屬す。

蒸汽機關は汽罐と機關部との二部より成り、機關部の主要なるものを配分器と汽筒とす。汽罐に於て壓力の強大なる水蒸氣を生じ、この水蒸氣は

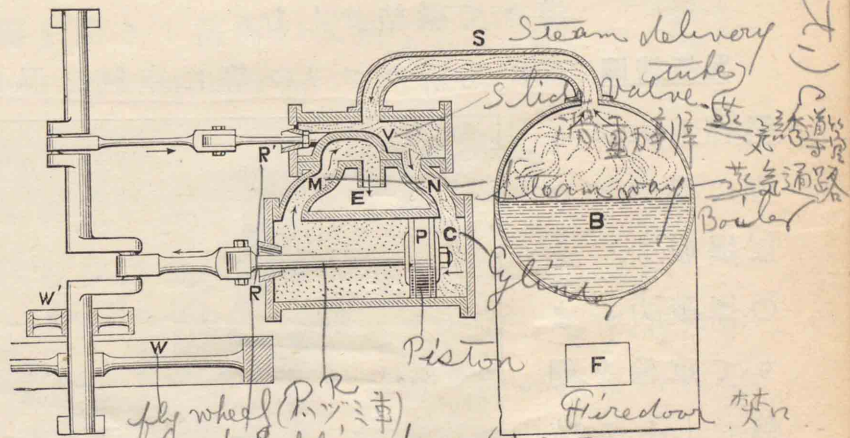
$W = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 30000^2 \text{ erg}$
 $W_{\text{cal}} = J \cdot H = \frac{W}{4.19 \times 10^7} = \frac{3^2 \times 10^{11}}{4.19 \times 10^7} = 2.14 \times 10^4 \text{ cal}$

二ノ鐘が爲シ爲シタル仕事

$W = 2 \text{ mgh Erg.}$

Law of Conservation of Energy = 2リテアール 熱機關 95

仕事ト文ニリテ発シタル熱量ハ相等シカラサルベカラズ配分器を経て汽筒に入る。汽筒内には活塞 P あり、これに固定せる桿によりて汽筒外の挺子に連絡す。配分器より汽筒に入る路に M, N の二條ありて、活塞の左右兩側に通じ、その入口に滑り瓣 V ありて通路の開閉を司る。圖の位置にあるとき水蒸氣は N を經て汽筒の右側に入り活塞と之れに固定せる桿とを左方に押す。活塞が左端に達

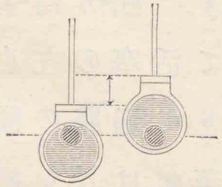
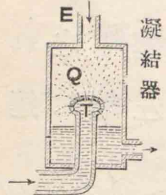


するや、滑り瓣の位置は變じて配分器は通路 M を經て汽筒に通ずることとなり、水蒸氣は汽筒の左側に入りて活塞を右方に押す。かくして活塞は左右に往復し、挺子は此の運動を傳へてハツミ車 W を廻轉せしむ。又滑り瓣はハツミ車の軸に附し

$V^2 = 2gs,$
 $S = \frac{V^2}{2g} = \frac{300^2}{2 \times 9.8} = \frac{9 \times 10^4}{1.96 \times 10} = 4$

たる 離心盤 の作用によりて活塞と反對に適當なる運動をなす。

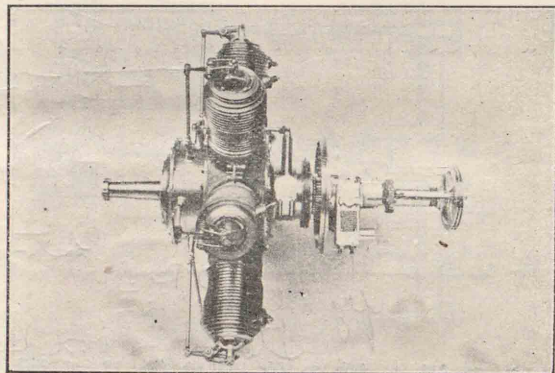
機關車の場合には、一度使し用たる水蒸氣は直ちに外部に排出して再び用ふることなきも、工場及び汽船にありては 凝結器 に導きて凝結せしむ。



離心盤
二つの異なる位置にて。

瓦斯機關 石炭瓦斯・ガソリン等に空氣を混じて

壓縮したるものに點火すれば爆發す。その爆發力によりて車輪を廻轉せしむる装置を瓦斯機關



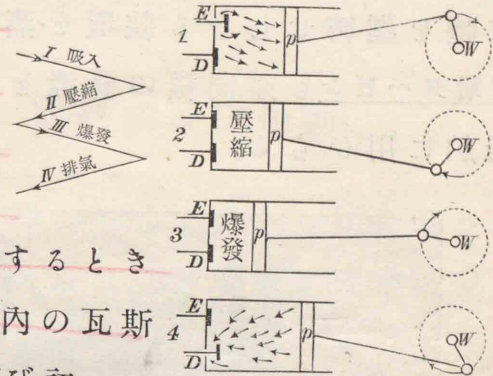
飛行機用の瓦斯機關

七個の圓筒を有し、この圓筒は一分間に千二百回廻轉してハヅミ車の用をもなす。百馬力の機關の重さ僅かに二百二十ポンドに過ぎず。

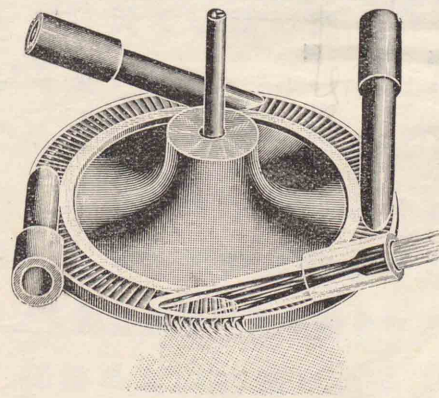
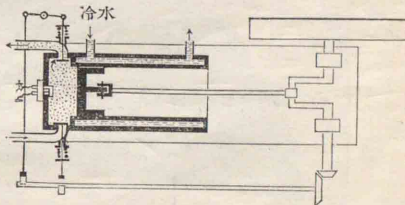
といふ。

瓦斯機關にはハヅミ車あり、その廻轉の慣性によりて活塞を一方例へば右に進め同時に瓣を開きて空氣及び瓦斯を圓筒内に吸ひ込む(これを第

一段の作用とす。次に活塞を左に押し混合せる氣體を壓搾し(第二段),活塞が更に右に進まんとする際に點火爆發せしめて激しく活塞を右に押ししむ(第三段)。次に活括塞が左に進まんとするとき廢氣瓣を開きて筒内の瓦斯を排出し(第四段),再び初めの動作に戻る。



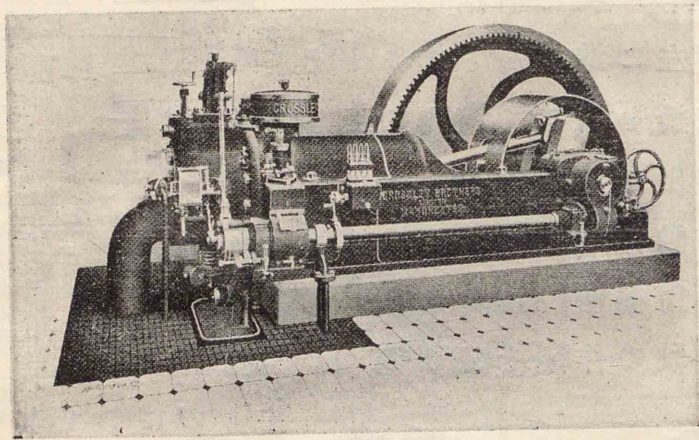
瓦斯機關の運轉は斯く四段の作用を繰り返



すものにして、其の中第三段の際にのみ動力を得、他は慣性によりて動くに過ぎず。故に重きハヅミ車を附して運動の圓滑をはかる。

蒸汽タービン 廻轉

軸を有する車體の周圍に羽根形をなせる金屬の小片を數多並べ、これに高壓の蒸氣を吹きつけて車體を廻轉せしむる装置を蒸汽タービンとす。瓦斯タービンも亦同様の構造を有す。是等は多く船舶に用ひらる。



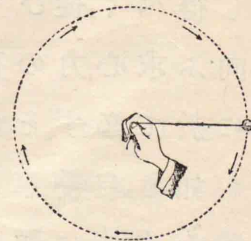
瓦斯機關

第四編 振動・波動及び音

第一章 圓運動及び振動

101. 圓運動 絲の一端に錘をつけ他端を持ちて振りまはす時は、錘は圓形を描き一様の速さにて運動すべし。かくの如く物體が圓周上を運動するときこれを圓運動と稱し、且つその速さ一様なるとき等速圓運動といふ。

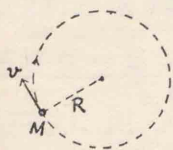
等速圓運動にありても、運動の方向に變化あるを以て物體には力の作用あり。前例に於ては絲の錘を引く力即ち是れなり。この力は圓の中心に向ひ運動の方向には分力を有せざるを以て、速さは一様にして等速圓運動となるなり。かく圓の中心に向ひて働き、物體に圓運動をなさしむる力を求心力といふ。



質量 M 瓦の物體が速さ V 秒・徑にて半徑 R 徑の圓周上を動くとき、その求心力 F (ダインの強さは

次式によりて表はさる。

$$f = M \frac{v^2}{R}$$

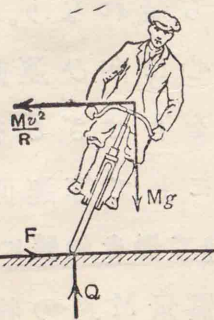
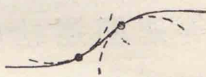


今一廻轉に要する時間を T 秒とすれば $v = \frac{2\pi R}{T}$ にして、この値を前式に入れば

$$f = \frac{4\pi^2 MR}{T^2}$$

月が地球の周囲を運行し、地球が太陽の周囲を運行するは、その間に作用する萬有引力が求心力の役目をなすによる。

曲線運動はその一小部分をとりにて考ふれば、これを圓運動と看做し得べく、従ひてその圓の中心に向ふ求心力の存在を要す。鐵道線路の曲れる所に於て必ずその外側を高くするが如き、自轉車が路を曲るとき車體を内側に傾くるが如き、皆これがためなり。

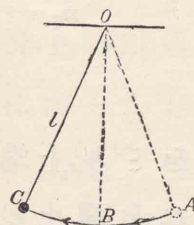


問題【1】 長さ15呎の絲の一端に40瓦の物體を結びつけこれを振りまはして毎秒10廻轉せしむるには、求心力の値幾何

なるべきか。

問題【2】 2 疋の力に堪ふる絲あり。その絲の一端に50瓦の物體を結びつけ、絲の長さ60呎の所を持ちて振りまはし、絲の丁度切れる瞬間に於ける物體の速度及び廻轉數を求む。

102. 振子 錘を絲にて吊し、これを一方に引



きて放つときは圓弧 AC 上を往復して動き所謂振動を生ずべし。かくの如き装置を單振子といふ。單振子の振動に於て圓弧 AC の長さを振幅といひ、一回振動するに要す

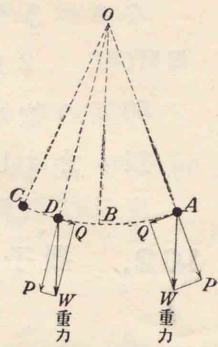
る時間を週期といふ。今絲の長さを l 、週期を T とすれば、 l に比して振幅の大ならざる場合には次の關係あり。

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

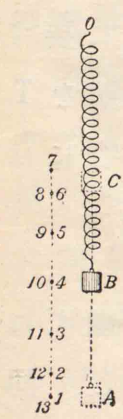
この式によれば、 T は絲の長さによりて變ずれども振幅の大小及び錘の質量には關係なし。同一の場所に於て g は一定の値を有するが故に、單に l を一定ならしむれば T も亦一定の値を有すべし。これを振子の等時性といふ。

錘に作用する力は重力と絲の張力との二つな

り。重力 W を糸の方向と之れに直角なる方向とに分解したるものを P, Q とすれば、糸の張力は P と釣合ふべきを以て、結局錘に作用するは圓の切線方向の力 Q のみなり。而して Q は振幅小なる間は B より錘に至る距離に比例するものと看做し得べし。

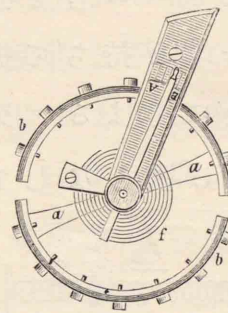


103. 弾性體の振動 鋼鐵の彈條をとり、上端



を固定し下端に錘を懸け、これを静止の位置 B より少しく下方に引きて放つときは、錘は B の上下に振動し、宛も振子に類する等時性の振動をなすべし。この場合に錘に作用する弾力は静止の位置より錘の現在の位置に至る距離に正比例することフックの定律によりて明かなるべく、且つ力の方向は常に B の位置に向へり。又圖の如く小さき渦線狀の鋼鐵彈條の一端を固定し、他端には a によりて小さきハヅミ

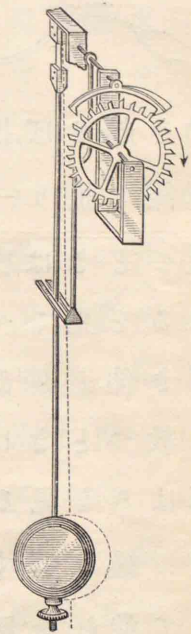
* 剛き物體を一點に於て懸け其の周圍に振動せしむるとき複振子又は合成振子といふ。



車 b を附し、これを少しく一方に廻はして放つときは、渦線狀彈條の伸縮によりて車は等時性の廻轉振動をなす。

懐中時計のテンプ*と稱する廻轉輪は即ちこれなり。

104. 時計 時計は捲きたる強き螺旋彈條が解けんとする力を利用して齒車及び指針を廻轉せしめ、振子或はテンプを用ひ、その振動の等時性によりて齒止めを一定の時間毎に働かすやうに装置せるものなり。



第二章 波 動

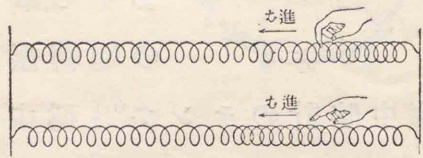
105. 波動 靜かなる水面に石を投ずれば、その水面にあたりし所に振動起りて四方に傳はる。

* テンプの圓輪は二種の金屬を合せて作り溫度の影響を受けざるやうにせり。又近來極めて膨脹係數の小なる合金を使用するものもあり。



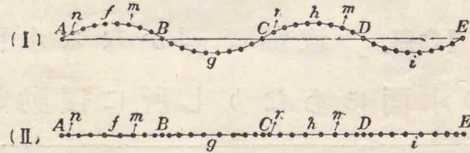
長きゴム管を張り、一端を持ちて振動を起せば、振動は順次にゴム管上に傳はる。又彈條を張り一端に近き所を押しつけ密となして放つときは密部の傳

はるを見るべく、更に引き伸し疎部を作りて放つときは疎部の



傳はるを見るべし。若しも押し又引く作用を交互に繰り返すときは密部と疎部との交互に連続して進むを見るべし。かく振動が其の起りし所より他に傳はる場合を波動といふ。即ち波動とは物体の各部が少しづつ後れて同様の振動を順次に繰り返す現象なり。而して波動を傳ふる物体を媒質といふ*。

106. 横波及び縦波 媒質の各部の振動が波の進行



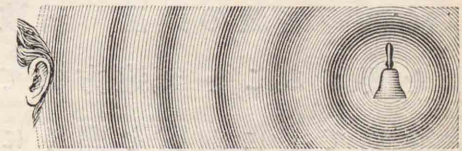
* 媒質は固体・液体或は氣體なることあり。

の方向に直角なる面内にあるときは横波又は高低波と稱し、各部の振動が波の進行する方向と同じきときは縦波又は疎密波といふ。

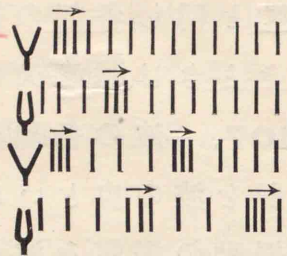
107. 波の各部の名稱 高低波に於て最も高き所を波の山といひ、最も低き所を谷といひ、各部の振動の振幅を波の振幅と稱す。又振動の有様の全く同じ點を同じ位相にありといふ。同様に疎密波に於ては密部と疎部とを區別し得べし。横波に於て一つの山より次の山まで、又は一つの谷より次の谷までの距離を波長といふ。縦波に於ける波長は一つの密部より次の密部まで、又は一つの疎部より次の疎部までの距離なり。即ち一波長とは相隣りて同じ位相にある二點間の距離に外ならず。

第三章 音 波

108. 音波 音を發する物体は皆振動す。鐘・太鼓の皮・琴の絲・音叉等の鳴りつつあるとき、手又は振子を觸れ



て明かに之れを認め得べし。物体が空氣中に於て振動するときは、その周圍の空氣に縦波即ち疎密波を生じて四方に傳ふ。これを音波といふ。音波が耳にあたりて鼓膜を振動するとき吾人は音響を感ず。發音體が液體又は固體中に在るときは是等の液體又は固體中にも音波を生ず。



音の速度

		秒・米		
空	氣	331.3 (0°C)	305.6 (-46°C)	386.5 (100°C)
水		1399. (4°C)	1457. (25°C)	
鑄	鐵	4300.		
鋼	鐵	4700.	乃至	5200.
樅		4000.	乃至	4400.
硝	子	6000.	乃至	5000.

問題【1】 真空中にて物体を振動せしむるとき音を發するか。

109. 音波の速度 音波の傳はるに相當の時間を要することは、遠方にて發砲するとき先づ砲火を見て次に砲聲を聞くによりて知り得べし。

音波の空氣中を進行する速さは攝氏十五度のとき每秒約 340 米にして、溫度一度の昇降により約 0.6 秒米の増減あり。

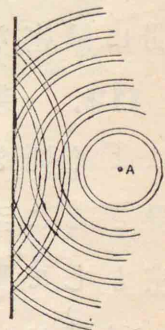
發音體が每秒 n 回振動するとき n を振動數と稱す。従ひて振動數は一秒間に生ずる波動の數にして、これに波長 λ を乗じたるものは一秒間に音波の進む距離に等しかるべし。故に音の速さを V とすれば次の關係あり。

$$V = n\lambda$$

問題【2】 電光を見て 4 秒の後雷鳴を聞きたりとせば雷の距離は幾何なるか。

問題【3】 空氣中にて發音する音叉あり、音の波長 60 種なりといふ、その音叉の振動數如何。

110. 音波の反射 螺旋狀の針金又はゴム管を引き張り、一端より波動を送るときは他端にて反射するを見るべし。これと同様に音波も亦反射す。深き井戸又は隔りたる壁に向つて發聲するときには容易に音の反射するを聞き得べく、これを反響といふ*。



* 彼の山彦・木靈は反響に外ならず。日光廟の啼龍も亦反響によりて生ずるものなり。

大なる室内に於ては音の反射する面の距離稍、近きため、反響は原の音と重なりて明瞭ならず。されど一層反射面の近きときは反響は直ちに返り來りて原の音に合し却つて之れを助くる作用あるものなり。

問題【4】 四秒間續く音の反響を原の音と區別して聞くためには反射面までの距離何程なるべきか。

111. 音の種類 車の走る音・戸を叩く音の如く其の振動不規則にして吾人に不快の感を與ふるものを噪音といひ、音叉・琴・オルガンの發する音の如く規則正しき振動によりて起るものは吾人に快感を與ふ、これを樂音といふ。されど兩者の間に嚴密なる境界なし。

112. 樂音の三要素 音叉の發する音は最初はよく聞き得るも次第に微弱となりて遂に聞き得ざるに至る。かくの如く音には強弱*の差あり、主として發音體の振幅の大小に基づくものなり。

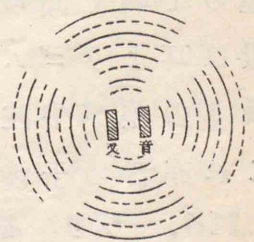
又音には高低即ち調子の差あり。發音體の振動數の大小によるものにして、振動數多ければ音

* 音の強弱はまた音の大小と云ふことあり。

は高く、少なければ低し。廻轉せる齒車に厚紙を觸れて音を發せしめ、その速さを變ずれば、廻轉の速かなるほど音の調子の高くなるを認め得べし。一般に小兒・女子の聲は男子の聲よりも高し*。

又同じ強さ同じ高さの音にても、發音體の種類によりて異なる感覺を與ふるものなり。例へば琴・笛・ピアノは同じ強さ同じ高さに調節するも、各特有の音を發して吾人の耳は容易にこれを區別することを得。これ音色を異にするがためなり。音色は發音體が主たる振動をなす以外に、これと振動數の異なる數多の副振動をなし、その結果一つの疎密波の中に幾多の小疎密波を含み、是等の小疎密波の數及び種類によりて音波の模様を異にするがために生ずるものなり。

113. 音波の干涉 振動する音叉をとり耳に近づけたるまま音叉を廻轉するときは、音の弱まりて聞えざる位置あるを感ずべ



* 男子の歌ふときは毎秒80乃至512、女子の歌ふときは170乃至1024の振動數を有し、吾人の耳は約24乃至2400の振動數の音を感ずることを得。

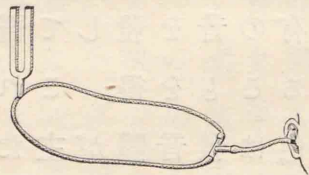
く、その位置は上圖*A, B, C, Dに相當することを知らるべし。これ音叉の振動は其の二脚同時に相近ぶき又は遠ざかるため二組の疎密波を生じ、A, B, C, Dの方向に於ては同時に反對の振動を受けて、その結果音の聞えざるに至るためなり。かくの如く二音波の相重なりて却て音の弱まる現象を音波の干渉といふ。

長さ四尺ばかりの稍太きゴム管を取り、その兩端をT字形硝子管の兩端に箆め、硝子管の脚には他のゴム管を箆めて、その端に耳を當つ。然る後振動しつつある音叉をとり、その下端をゴム管の各所に觸れしめて音を聞くに、音の極めて弱く聞ゆる位置あるを知り得べく、その位置は耳よりゴム管を経て音叉に至る二つの途の長さの差が半波長[†]に等しきことを確かめ得べし。これ亦音の干渉によるなり。

114. 唸り 振動數相等しき二音叉を同時に鳴すときは清朗なる一様の強音を聞く。されど一方の音叉に

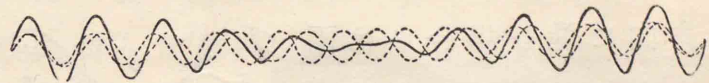
* 實線は密部、點線は疎部と看做して考ふべし。

† 一般には管の長さの差が半波長の奇數倍なるとき音の干渉あり。



少しく重みを付けて振動數を變ぜしめ、二音叉を同時に振動せしむるときは、強弱の變化交互に起るを感ずべし。これを唸りといふ。

今高低波によりて唸りの有様を圖に示さん。同じ振幅を有し波長の差少なき二波を同一線上に畫き、更に此

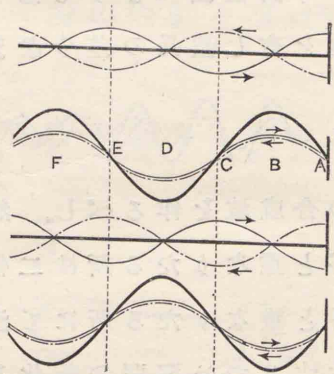


の合成波を作るべし。然るときは山と山、若しくは谷と谷と重なりたる所は二倍の高さの山又は谷となり、山と谷と重なりたる所にて波は消ゆべし。かく振幅に差を生ずるため強弱の變化を生ずるなり。もとの二波の間に丁度一波長だけの差を生ずる毎に、合成波に於ては一つの強部より次の強部に達して一つの唸りを生ず。一秒間に生ずる唸りの數は此の間に於ける二波の波長の數の差に等しく、從ひて二音の振動數の差に等し。

115. 定常波 六尺ばかりのゴム管の一端を固定し、他端を上下に振り其の速さを適當に加減すれば、中央に於て最も盛んに振動し兩端に至るに從ひて振動の減ずるを見るべし。更に速かに振れば中央は靜止し管は二つに分れて振動するを見るべし。是等の場合には唯だ一定の振動を

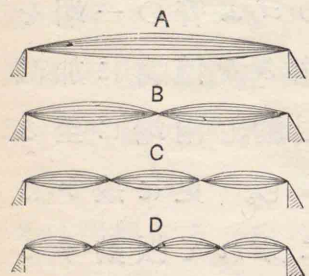
見るのみにして波の進行を見ることなし。かく波形の前進せざる波を定常波といふ。定常波の有様は作圖によりて容易に表はし得べし。

波長並びに振幅相等しき二つの波が同一媒質内を反対の方向に進む場合には兩者の會合の結果として恒に定常波を生ず。

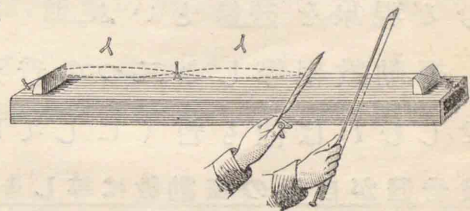
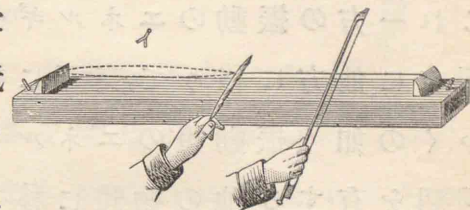


定常波の盛んに振動する部分を腹といひ、静止せる部分を節といふ。腹より次の腹まで、又は節より次の節までの長さは、もとの振動の半波長に相當す。疎密波にありても同様に定常波を生ず。

116. 絃の振動 絃の一部に振動を起すときは兩端に至りて反射し定常波を生ず。定常波の中、主として起るものは、兩端を節とし中央を腹とするものにして、これを原振動と稱し、その發する音を原音といふ。更に絃を二分或は三分して各區分



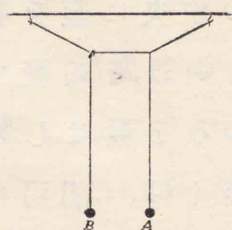
の中央に腹を有する副振動を生ず、これを倍振動といひ、その發する音を倍音といふ。又若し倍音のみを發せしめんとせば、その節に當るべき點を軽く抑へ、胡弓にて絃を摩すべし。この際、腹或は節の位置を検するため鞍形に切りたる紙を豫め絃に載せ置けば、腹部にあるものは撥ね飛ばされ節部にあるものは残る。



絃の振動に關しては次の定律あり。絃の振動數は其の絃の長さに逆比例し、絃を引き張る力の強さの平方根に正比例し、且つ絃の單位の長さにある質量の平方根に逆比例す。

117. 共振と共鳴 絲の長さ全く等しき二つの振子A及びBを取り、これを圖の如く水平に張れる絲に吊し、一方の振子Bを静止せしめ、他方の振子Aを振動せしむ。然る時はBは自然に振動を起して振幅は次第に増し、これに反してAは振

幅漸次に減少して遂に静止するに至るべし。更に其のまま放置するときはAは再び振動を起し、Bの振動は却て次第に衰ふべし。これ一方の振動のエネルギーが



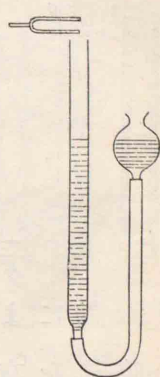
順次に他方に移りて、交互に振動するが爲めなり。かくの如く振動体のエネルギーがこれと同一の週期を有する他の物體に移りてこれを振動せしむる現象を共振といふ。

振動數相等しき二つの音叉を取り、一方を振動せしむれば他も暫くにして鳴り出すべし。かく發音體が自己の振動數に等しき振動數を有する他の發音體より發する波動を受けて自ら鳴り出す現象を共振といふ。従ひて共振は共振の一種なり。

問題[5] 運動場の遊動圓木を振動せしむるには如何にすればよきか。

118. 空氣柱の共振 圖の如き装置を作り、圓筒の底に入れたる水の高さを加減して空氣柱の長さを變じつつ筒口にて音叉を振動せしむるときは、空氣柱が一定の長さのとき共振するを聞き

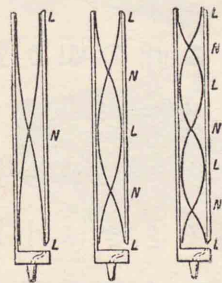
得べし。^{*} かくの如く一方の開きたる筒を閉管といふ。閉管にありては、その長さが音波の波長の $\frac{1}{4}$ のとき先づ共振し、更に $\frac{3}{4}$ 、 $\frac{5}{4}$ 等の長さの時にも亦共振するものなり。



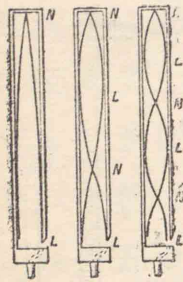
厚紙又はブリキにて兩端開きたる二重圓筒を作り、長さを變じつつ其の口にて音叉を振動せしめ、これに共振するときの筒の長さを求むれば、開管の共振は半波長の整数倍に當るときに起ることを知るべし。

問題[6] 音叉の臺箱・琴・三味線・ヴァイオリンの胴は何の用をなすか。

119. 風琴管及び簧 風琴管は圖に示す如く管の下端に鋭き稜ありて、これに狭き溝より空氣を吹きつくる様に作れるものなり。このとき稜は複雑なる振動をなし、管内の空氣柱は自己の長さに相當する振動にのみ共振して、その強さを増



* 波動は筒の底と口とに於て反射し、もとの波と反射せる波とが定常波を生じて盛んなる振動を起すためなり。

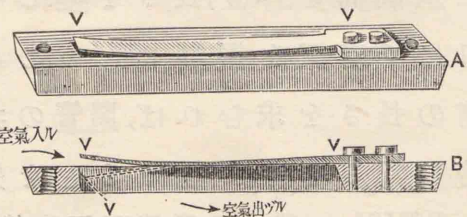


し一定の音を生ず。

尺八・横笛も亦同理によるものにして、指頭にて適當の孔を開閉して共鳴する音を變ぜしむるものなり。

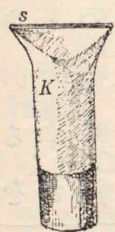
簧は舌と稱する彈性ある金屬板の振動によりて發音するものなるが、いづれも亦共鳴筒を有す。

是等の場合に開管の口は振動の腹となり、閉管の底は節となり、舌及び風琴管の稜は腹となり、笛の孔は開けるとき腹となる。



オルガンの舌

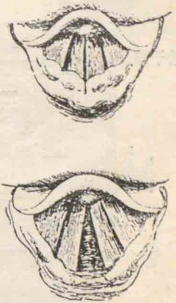
120. 人の聲



ゴム膜を張りたる圖の如き聲帯笛を作り、兩掌にて口腔の形を模して之を蔽ひ、口にて笛を吹きながら指を開閉して共鳴音を聞くとときは、小兒の泣聲の如き音を發す。* 人の音聲も

* 閉ちて次に開くときは小兒の聲に類し、開きて閉づるときは猫の聲に類す。

亦これに類し、聲帯より發する音が咽喉・口腔・鼻腔・齒・舌等のために種々の共鳴を生じ、茲に各種の聲を生ずるなり。人の聲の強弱は呼氣の強弱により、高低は聲帯の緊張の度によるものなり。



人の聲帯

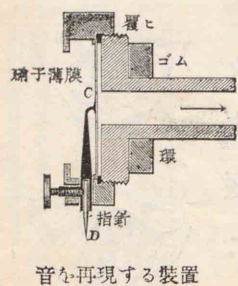
121. 蓄音器

蓄音器は音聲を再現せしむる器械にして米人エヂソンの發明したるものなり。その後種々の改良を加へ、現今にては平圓盤蓄音器一般に用ひらるるに至れり。



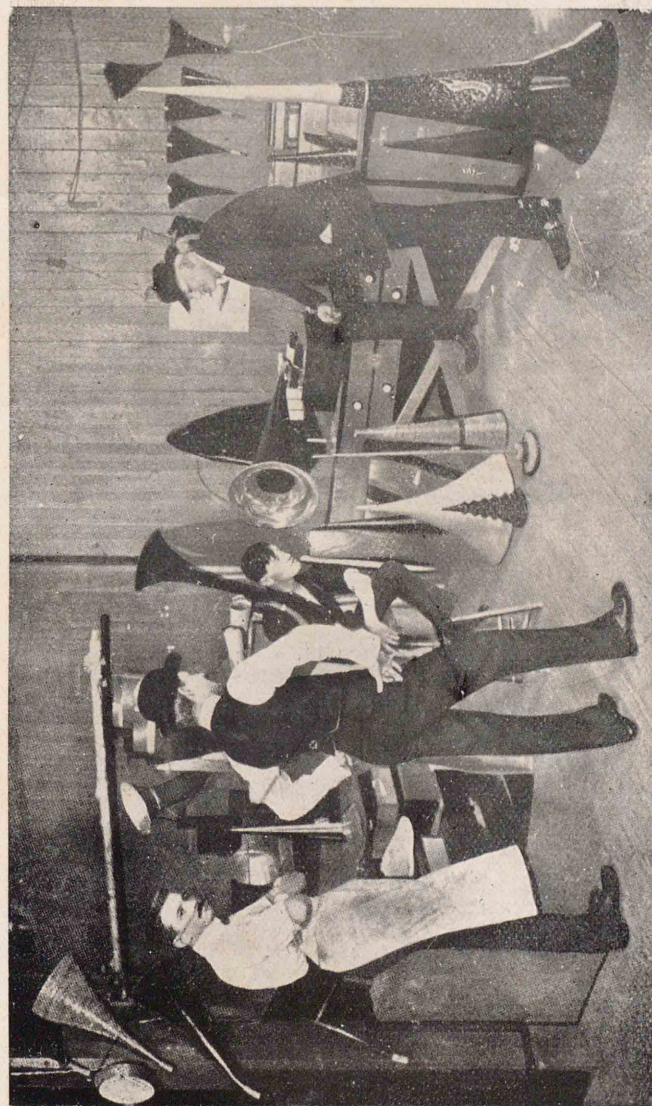
蓄音器の音譜盤を造るには喇叭口より音響を送り、その底にある雲母の薄板を振動せしめ、これに附したる針にて振動に相當する曲線を、脂肪を薄く塗りたる亞鉛製の圓盤上に刻ましむ。次にこの圓盤を酸にて腐蝕し、曲線を

溝線となし、更に電鍍によりて凸線として銅板に作り、これに温めたるエボナイト圓盤を壓しつけ、



冷やして後取り去る。かくして得たる音譜盤を蓄音器の臺に載せ、時計仕掛にて廻轉し、針をして曲線を辿らしめ針の運動を挺子の作用によりて振動板に移し、その振動によりて音を再現せしむ

るなり。



ン
ザ
ン
ン
ン

第五編 光

第一章 光の直進

122. 光 吾人が物體を見ることを得るは、その物體の發する光若しくは反射する光が眼に入りて視覺を起すによる。自ら光を發する物體を光體といひ、光を發せざる物體を暗體といふ。暗體も他より光を受けて輝くときは尙ほ光體と稱することあり。

光が物體の表面に達するときは其の物體の種類によりて、或はその表面にて反射せられ、或はその物體内に進入して吸収せられ、或はこれを透過す。光を通過せしむる物體を透明體といひ、通過せしめざる物體を不透明體といふ。然れども此の區別は判然たるものにあらず、物體の厚さによりて異なることあり。

123. 光の直進 光は組織一樣なる透明體內を一直線に進行す。小孔より暗室に入れる日光

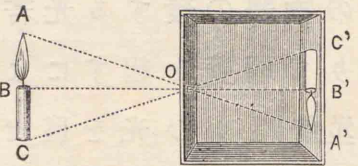
エヂソン Edison.

トーマス・アルバ・エヂソンは1874年2月11日米國オハイオ州に生れ、大正十一年七十五歳。幼より好奇心に富み、誤りて斧にて指を落さんとせしことあり、又新聞賣子となりてより汽車内に實驗器械を置き誤りて火を失せんとし、て露見せしことあり。其の時、耳を撃たれ、之れより一耳稍や遠くなれりと云ふ。其後電信技手となり、暇に機械を考案し、二十二歳のとき投票機の特許を得たり。電氣仕掛にて、直ちに投票の数を知らしむるも然れども、投票の時を費さしむることも亦政策の一たるを以て、此機械の精巧なることは反りて實用に適せざりき。次ぎて蓄音器、白熱電燈、蓄電池等、特許を得るもの數百。初めメソロに在りしが、三十九歳よりジュルシー州レヴァン、パークに移る。此所には特許器械製造工場あり、住宅あり、宏大なる研究所あり。研究所には全世界より諸方面の材料を集めて一つも缺く所なく、白熱電燈に我國近江八幡産の竹を用ひたる如き其一例とす。

大高く、活氣に富み、強健精勵、一晝夜に數時間の睡眠にて足る。初めエヂソンのフリンジベアを讀みて難解なりとして捨て、後フランダースの電氣實驗研究を愛讀せしと云ふ。

が其の通路にあたる塵埃を照するとき、又は發光體と眼とを結ぶ直線上に置きたる不透明體が光を遮る場合につきて、この事實を認め得べし。光の進行しつある路を 光線 といふ。

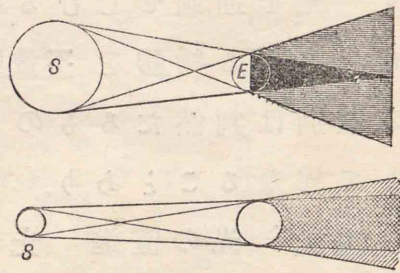
124. 小孔によりて生ずる倒像 暗箱の壁に小孔を穿ち、その前に蠟燭の火を置くときは、小孔の對壁上に燭火の倒像を生ずべし。然れども孔の大きさを増すに従ひて倒像の形は不鮮明となり、終に孔の形に髣髴たるに至る。



問題【1】 繁りたる木の葉の隙間を洩れ來る日光が地面を照す所は圓形なるか又は卵形なり。何故か。

125. 陰影 光の進路に不透明體あるときは、その背後に光の達せざる部分を生ず。この部分を 陰影* といふ。

光體が小なるときは陰影は鮮かなれども、光體が大なるときは陰影は不鮮明となり、光の全



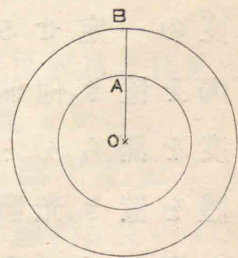
* 略して單に影とも云ふ。

く達せざる部分と光體の一部より來る光を受くる部分とを生ず。前者を 本影 といひ、後者を 半影 といふ。吾人が月の本影内にありて太陽を望むときは 皆既日蝕 を見、半影内にあるときは 部分日蝕 又は 金環蝕 を見る。又地球の本影が月面に映じたるときは 月蝕 を見る。

問題【2】 直立せる長き棒の下端の影は周邊明瞭なれども上端に至るに従ひ不明瞭となるは何故か。

126. 照度 單位面積の受くる光の量をその面の 照度 といふ。光體より發する光をこれに垂直なる面にて受くる場合につきて考へんに、その面が光體より遠ざかるに従ひて、これが受くる光の量は減ずべし。

今 A 及び B に於ける照度を比較するため光源 O を中心とし A 並びに B に至る距離を半徑とする球面を考ふれば、兩球面の受くる光の全量は相等しきが故に、兩球面上に於て單位面積の受くる光の量即ち照度 I_1, I_2 の間には次



の関係あり。

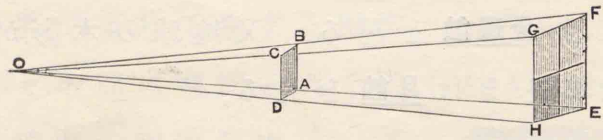
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

但し r_1, r_2 は兩球面の半径なり。即ち

一點より發

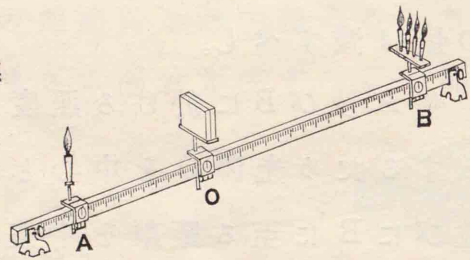
する光のこれ

に垂直なる面



上に於ける照度は、光源よりの距離の自乗に逆比例す。

127. 光度 光體より單位の距離にある面の照度をその光體の**光度**といふ。光度を比較するには**光度計**を用ふ。ジョリーの光度計は一様なるパラフィン板二個の中間に錫箔を挟み合はせたるものにして、一側には光度の一定せる標準蠟燭を置き、他側には光度を測らんとする光體を置き、光體の位置を變じてパラフィンの明るさを兩側ともに同じやうにす。このとき標準蠟燭及び光體より光度計のパラフィン板に至る距離を夫々 S_1, S_2 とし、又兩



者の光度を L_1, L_2 とすれば次の関係あり。

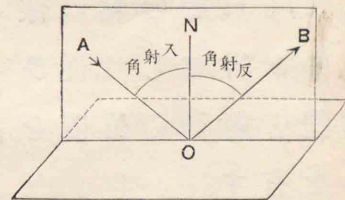
$$\frac{L_1}{S_1^2} = \frac{L_2}{S_2^2} \quad \text{或は} \quad L_2 = L_1 \times \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

標準蠟燭とは鯨蠟製にして一時間7.776瓦づつ燃ゆるものなり。その發する光の光度を以て、光度の單位とし、一燭光といふ。*

第二章 光の反射

128. 光の反射の定律 光が物體の表面にあたりて反射するときは次の関係あり。

(I) 入射光線及び反射光線は、入射點に於て反射面に立てたる垂線と同一平面内にあり、且つ其の垂線に對して反對の側にあり。



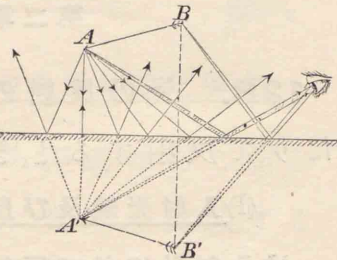
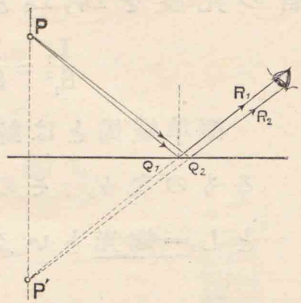
(II) 入射角の大小に關せず、入射角と反射角とは其の大き相等し。 これを**光の反射の定律**といふ。

129. 平面鏡 平面鏡の前に光點 P を置くときは、P より出でて鏡面にあたる光線 PQ_1 及び PQ_2 は反射の後光線 Q_1R_1 及び Q_2R_2 となり、この兩光線

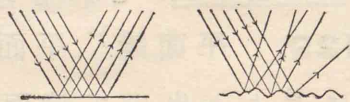
* 一燭光の定義は英・佛・獨の各國にて多少の相違あり、上に述べたるは英國制のものなり。

を逆に引き延せば P' にて交は
 る故、これを受けたる眼は恰も
 光點が P' にあるが如く感ずべ
 し。この P' を P の 虚像 といふ。
 P' は鏡に對して P と對稱の位
 置にあること、反射の定律によ
 りて容易に證明し得べし。

平面鏡に映ずる物體の像
 は物體の各點を光點と看做
 して、それ等の點の像を求め
 て知り得べし。従ひて物體の像は、鏡面に對して
 物體と對稱の位置を占め、且つその物體と同じ大
 さを有す。

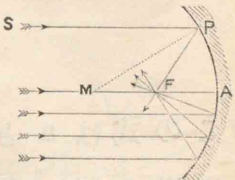


130. 亂反射 平滑ならざる面は種々の方向
 を有する極めて小なる平面の集まりと看做し得
 べく、従ひてこれに光があ
 たる時は種々の方向に
 反射せらる。これを 亂反射 といひ、その光を 散光
 といふ。机・書物の如き、自ら光を發せざる物體が
 何れの方向よりも認め得るは亂反射のためなり。

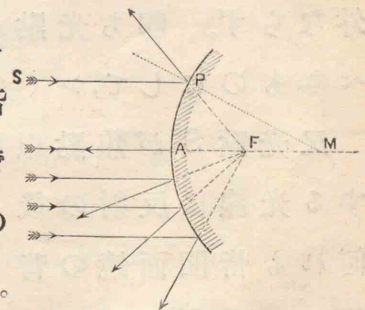


131. 球面鏡 球面の一部を反射面とせる鏡
 を 球面鏡 といひ、これに 凹面鏡 と 凸面鏡 とあり。
 球の半径を 曲率半径 と稱し、鏡の中央を 鏡心 とい
 ひ、鏡心と球の中心とを過ぎる直線を 鏡軸 といふ。

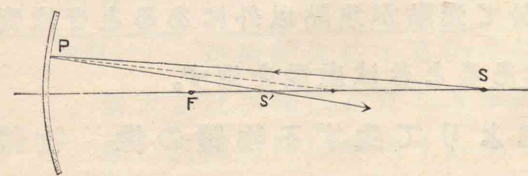
凹面鏡にありては、鏡軸に平行なる光線は反射
 の後悉く鏡軸上の一定點 F を通
 過す。この點を凹面鏡の 焦點 と
 いひ、焦點と鏡心との距離 AF を 焦
 點距離 といふ。焦點距離は曲率半径の $1/2$ に等し。



凸面鏡にありては、鏡軸に
 平行なる光線は反射の後皆
 鏡軸上の一定點 F より出で
 來りしが如くに進む。この
 點を凸面鏡の 虚焦點 といふ。



132. 凹面鏡の共軛點 鏡軸上の一
 點 S が焦點以外にあるときは、これより發する光線は凹面
 鏡にあたりて反
 射せし後、鏡軸上
 にある一點 S' に
 集るべし。この



S' を S の 實像 といふ。鏡心より光點 S までの距離を a, 像點 S' までの距離を b とし, 鏡の曲率半徑を r とすれば次の關係あり。

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

又焦點距離を f とすれば上式は次の如くなる。

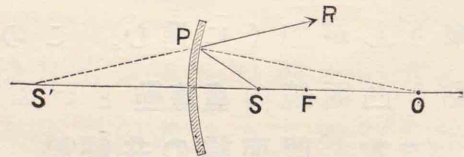
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

この式は a と b とを交換するも差支なし。これ光點を S' に移せば, その像を S に生ずることに外ならず。即ち光點と像點との位置は交換し得べきものにして, かくの如き二點を 共軛點 といふ。

又光點 S が焦點以内にあるときは, これより發する光線は反射の後

何れも皆凹面鏡の背後の一點 S' より出で

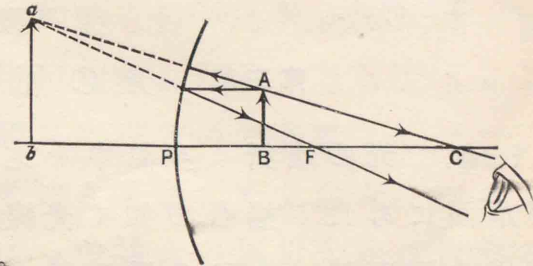
來りしが如くに進む。この S' を S 點の 虚像 といふ。故に 凹面鏡に於て光點が焦點以外にあるときは實像を生じ, 焦點以内にあるときは虚像を生ず。



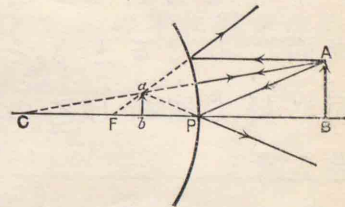
133. 球面鏡によりて生ずる物體の像 物體が鏡軸上の一處にありて之れに垂直なるときは,

その物體の像は次の如くして求め得べし。即ち

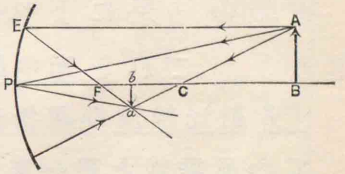
物體 AB の一點 A より出でて鏡軸に平行に進む光線は反射の後に焦點 F を過ぐ。



又 A より出でて之れと球の中心 C とを結ぶ直線上を進む光線は反射の後も同じ路を返る。この兩光線の交點を a とせん。



A より出でて鏡面にあたる光線は皆反射の後, この a 點に集まるべし。



これ a が A 點の像なることに外ならず。同様にして此の物體の一點 B より出づる光線の集まる點を求め得べく, これを b とすれば, 物體 AB の像は ab なり。

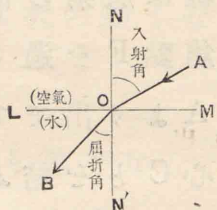
問題【1】 球面鏡に於て實物の位置如何により, 像の位置, 大き及び種類(正立なるか, 倒立なるか, 或は實像, 虚像の別)が如何に變化するかを吟味せよ。

問題【2】 曲率半徑 20 厘なる凹面鏡の前方 50 厘の所に

於て鏡軸に直立せる物體あり、その像の位置及び大きさを問ふ。

第三章 光の屈折

134. 光の屈折 空氣中を進行し來れる光線が水面にあたる場合の如く、光線が甲の透明體*より乙の透明體の表面にあたるとき、その一部は表面に於て屈折し乙の透明體内に進入す。



實驗の結果によれば光の屈折につきて次の定律あり。これを光の屈折の定律といふ。

(I) 入射光線及び屈折光線は入射點に於て境界面に立てたる垂線と同一平面内にありて、且つ其の反對の側にあり。

(II) 入射角の正弦と屈折角の正弦との比は、入射角の大小に關せず常に一定せる値を有す。

今光が甲の透明體より乙の透明體に入るとき、入射角を i 、屈折角を r とすれば、その正弦の比 $\frac{\sin i}{\sin r}$ は恒に一定の値を有し、これを n とすれば

* 光の通過する透明體を媒質といふことあり。後に述ぶる如く、光は波動なれば、この波動を傳ふる物體と云ふ意味に於て媒質といふなり。

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

なり。 n を甲の透明體に對する乙の透明體の屈折率といひ、特に甲が空氣又は眞空なるとき n を單に乙なる透明體(又は媒質)の屈折率といふ。

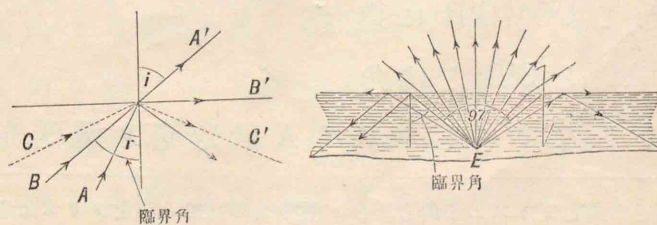
屈折光線の路を辿りて逆に光を送り、これを入射光線と看做せば、この場合の屈折光線は以前の入射光線の路を辿るべく、從ひて乙の甲に對する屈折率は、甲の乙に對する屈折率の逆數に等し。

屈折率 (15°Cにて空氣に對するもの)			
	D線につきて	赤色につきて	紫色につきて
水	1.3330 (約 $\frac{4}{3}$)	1.331	1.343
クラウン硝子	1.48—1.61(約1.52)	1.51	1.53
フリント硝子	1.57—1.97(約1.65)	1.64	1.69
酒精	1.36		
エーテル	1.3594		
金剛石	2.42		

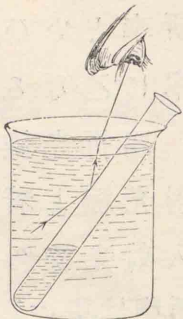
問題【1】 水中に挿入したる棒は水面の所にて屈曲して見ゆ。その理如何。

135. 全反射 光が水より空氣中に入る場合

の如く、屈折角が入射角より



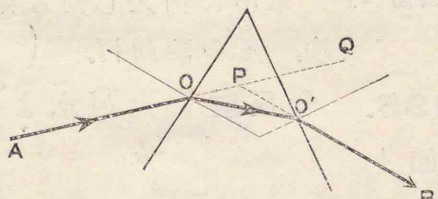
大なるときは、或る入射角に對して屈折角は既に九十度となり、若し更に入射角を増すときは光は屈折し得ずして、全部水中に反射せらるべし。この現象を光の全反射と稱し、九十度の屈折角に對する入射角を臨界角といふ。水と空氣とに於ては臨界角は約四十八度半、硝子と空氣とに於ては約四十二度なり。



問題【2】 コップに水を入れ、別に少しく水を注ぎたる試験管をコップの中に入れ、上方より見るときは、試験管の水無き部分は銀色の輝きを呈すべし。その理如何。

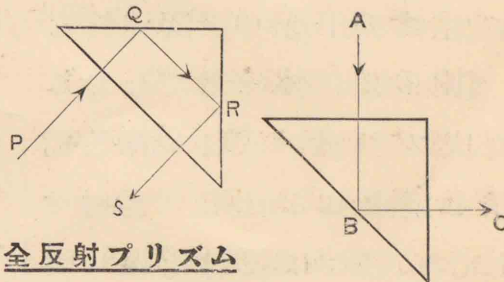
136. プリズムに於ける屈折 透明體の兩側面が平行せずして或角をなすとき、これをプリズムといふ。^{*}プリズム

に於て光線 AO は屈折して OO', O'B に進み、AO と O'B とは角 BPQ をなすべし。かく入射光線と透過光線との



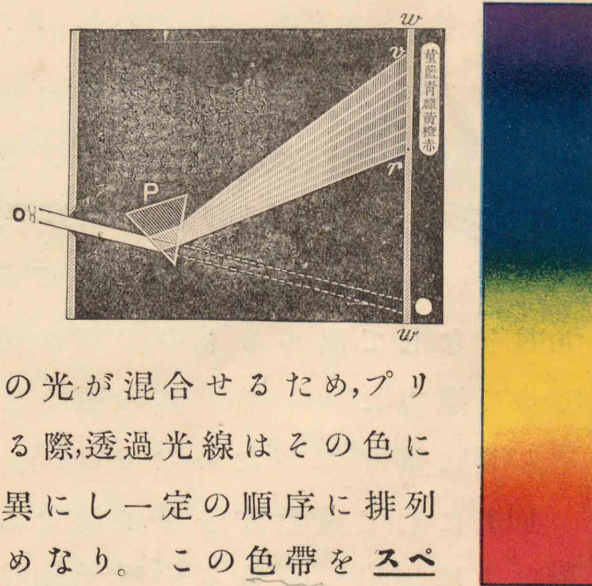
* 又この角をプリズムの角といひ、兩側面の交はる線をプリズムの稜といふ。

方向の偏りによりて生じたる角 BPQ を 偏角 といふ。プリズムの角が直角なるときは、其の一面に垂直に入射せる光は全反射をなす故これを 全反射プリズム といふ。



137. 光の分散 太陽の光線をプリズムにて

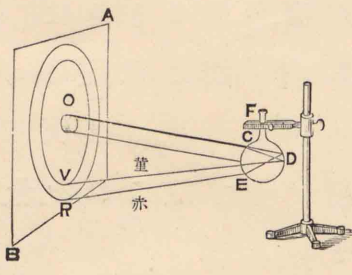
屈折せしむるときは色帯を現はす。これ太陽の光は單一ならずして屈折率を異にする多くの色の光が混合せるため、プリズムを通過する際、透過光線はその色に応じて偏角を異にし一定の順序に排列せらるるが爲めなり。この色帯を スペクトル と稱し、赤・橙・黄・緑・青・藍・堇を主なる色とす。



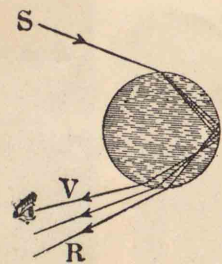
138. 虹 虹は日光が降雨の場所を背面より

照すときに生ずる現象にして、無数の雨滴によりて生ずる日光の分散に外ならず。

圖の如く水を充たしたる丸底フラスコを取り、赤色硝子を通過せる日光を直射せしむるときは、投射光線に對して四十二度二十分の方



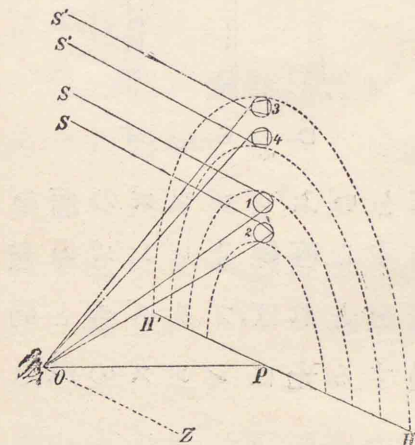
に平行光線を射出して衝立上に赤色輪を生ずべし。これ水滴中に進入せる赤色の平行光線が内面にて一回反射をなせし後再び空氣中に出て來り、その多くは發散して光度微弱となり眼に感ぜざるも、ただ上の角度をなして出づるもののみは再び平行光線となりて遠方に至りても其の強さを減ぜず、よく吾人の眼に感ずるがためなり。



同様にして靑色硝子を通過せる日光を以て實驗すれば、射出せらるる平行光線は其の位置少しく變じて四十度三十二分の角をなすべし。

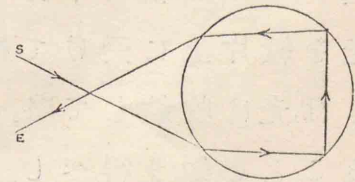
故に太陽を背後にして太陽と眼とを連結せる

直線を軸とし、四十二度二十分の角をなせる圓錐面上にある水滴よりは赤色の平行光線を吾人の眼に送るべく、又四十度三十二分の方



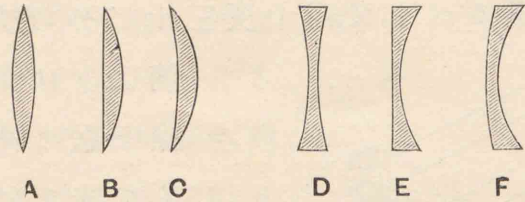
滴よりは靑色の平行光線を送り來るべし。かくて赤を外輪とし橙・黄・緑・靑・藍・靑の順に配列せる輪狀スペクトルを生ずるなり。此の虹を主虹と稱す。

副虹は水滴内にて二回反射したる光線によりて生ずるものにして、約五十度二十四分に赤色を、五十三度四十六分に靑色を排列し、從ひて此の虹の色の順序は主虹のものに反對にして且つ亦其の光も微弱なり。



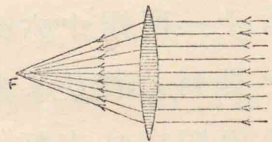
139. レンズ 透明體の兩面ともに球面の一部をなすか、或はその一方が平面にして他が球面の一部をなすとき、これをレンズといふ。

レンズは通常圖に示すが如き六種に分たる。
A, B, C を 収斂レンズ といひて中央厚く, D, E, F
を 發散
レンズ とい
ひて中央
薄し。又



A を 凸レンズ, D を 凹レンズ といふ。^{*} レンズの面を
含む兩球面の中心を連結する直線をレンズの 軸
といふ。レンズの一部分をとれば,プリズムと同
じなるが故に,これを通過する光はレンズの厚き
方に偏るべし。

140. 凸レンズ 日光の如き平行なる光線を
凸レンズの軸に平行に投射し,レンズを通過する
光を紙片上に受けて檢すると
きは,光は収斂して略,一點に集
ることを知り得べし。かく軸
に平行なる光線が凸レンズを通過せし後集る一
點を凸レンズの 焦點 といひ,焦點とレンズの中心^{††}
との距離を 焦點距離 といふ。



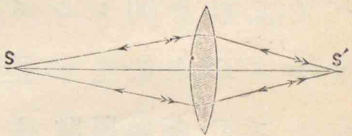
* 委しく言ふときはAは兩凸レンズ, Dは兩凹レンズなり。

†† 中心とはレンズの面の中央のことにして,レンズの厚さ小なるものとしてか
く考ふるなり。

141. 凸レンズの共軛點 軸上の一^{*}點より發
する光が凸レンズを通過するときは,その發光點
の位置の如何によりて収斂するか,發散するか,又
は平行す。

發光點が焦點以外にあるときは,凸レンズを通
過せる光線は収斂して實像を生ず。光は同じ路
を逆に進み得るものなれば,發光點と像點との位
置を互に交換し得べく,斯か

る二點を凸レンズの 共軛點 S といふ。共軛點の各,とレン
ズの中心との距離を夫々 a 及び b とすれば a, b
と焦點距離 f との間には次の關係あり。



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

問題[3] 上の式を吟味し, a の種々の値に對する b の
値を定めて表に作れ。

問題[4] 凸レンズの前側軸上40 厘の所にある發光點
より來る光の凸レンズによりて生ずる像點を求む,
但し焦點距離は15 厘なりとす。

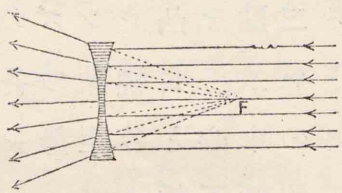
問題[5] 焦點距離30 厘の凸レンズの前方25 厘の所に
長さ10 厘の物體直立せるとき,その像の位置及び像

の長さを求めよ。

問題[6] 凸レンズの一侧1米の所に實物を置きたるに他側の50糎の所に實像を生じたりとせば、その焦點距離幾何なるべきか。

142. 凹レンズ 凹レンズに於ては軸に平行なる光線はレンズを通過せる後發散す。是等の發散光線を逆の方向に延長すれば略、一點に集るべく、これを凹レンズの虚焦點といふ。虚焦點と

レンズの中心との距離を凹レンズの焦點距離といふ。又軸上の任意の一點より出づる光が凹レンズを通過す



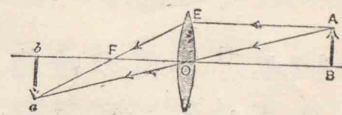
れば常に發散光線となり、この發散光線を逆の方向に延長すれば略、一點に集りて虚像を作る。凸レンズの場合と同様に a, b 及び f の間に次の關係あり。

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

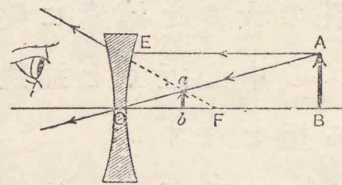
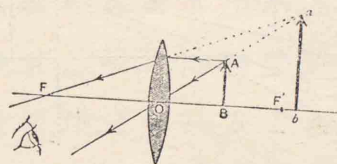
この式は凸レンズの公式に於ける b 及び f の符號を負として得らるるものなり。

143. レンズの作る物体の像 レンズにより

て生ずる物体 AB の像 ab は、二つの特種なる光線に注目して作圖により容易



に求め得べし。即ち (I) レンズの中心を通過する



光線は其の方向を變ずることなく、(II) 軸に平行なる光線はレンズを通過せる後焦點を過ぐ。故に物体の一點 A より出づる是等の二光線の交點 a を求めれば A 點の像を得べし。

同様にして物体の各點の像を作ることを得。

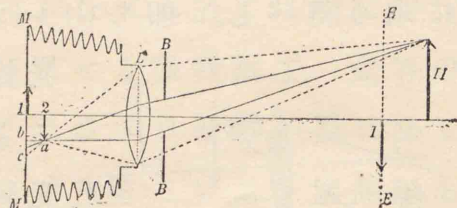
圖によりて明かなるが如く、物体の長さ AB と像の長さ ab との間には次の關係あり。

$$\frac{AB}{ab} = \frac{OB}{Ob} \quad \text{即ち} \quad \frac{\text{物体の長さ}}{\text{像の長さ}} = \frac{\text{物体とレンズとの距離}}{\text{像とレンズとの距離}}$$

問題[7] 凹レンズの前方40糎の距離にある物体の虚像を其の1/3の大きさに生ぜしめんには幾何の焦點距離を有するレンズを用ふべきか。

第四章 光學器械

144. 寫眞の暗箱 寫眞の暗箱には、前端に組合はせたるレンズありて凸レンズの作用をなし、後壁にはスリ硝子を置き、これに像を結ばしむるため伸縮自在なる蛇腹をとりつけ、又絞りと稱するものありて孔の大きさを適當に変化し、光をして成るべくレンズの中心近くを通過せしめ、且つ光の量を加減する用をなす*。

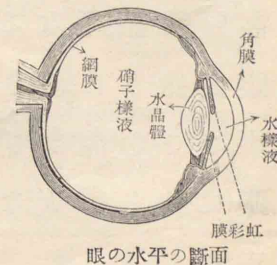


撮影するには目的物の像をスリ硝子上に生ぜしめ、次にスリ硝子の代りに乾板(臭化銀を含めるゼラチン膜を有する板)を置いて、これに感光せしむ。然らば光の強弱によりて化學的變化を受くるに差ある故これを現像すれば實物と明暗相反する陰畫を得、これ即ち種板なり。次に種板の下に感光紙を置いて日光に曝らし、通常の寫眞即ち

* 圖に於てBは絞り、Mはスリ硝子を示す。IIの鮮明なる像を硝子上に作るためには蛇腹を縮めてMを2の位置に持ち來すを要す。

陽畫を得るなり。

145. 眼 眼の構造は寫眞の暗箱に類す。水晶體及び角膜内の水様液はレンズの作用をなし、網膜は乾板に、虹彩は絞りに相當す。然れども暗箱と異なるは乾板の距離を變化する代りに、筋肉の働きによりて水晶體の形を變ぜしめ、目的物を正しく網膜上に映ぜしむること是れなり。



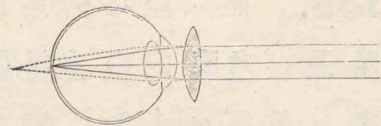
物體の見かけ上の大きさは、眼より物體の上下兩端に向ひて引きたる二直線のなす角によりて定まり、この角を視角といふ。大なる物體も遠くに在るときは視角小なり。又物體の一點より兩眼に引きたる二直線のなす角を光角と稱す。眼にて遠近を判じ得るは光角の大小によるなり。

健全なる眼にて物體を最も明瞭に見得るは、物體が眼より約二十五糎の距離にあるときなり。この距離を明視の距離といふ。

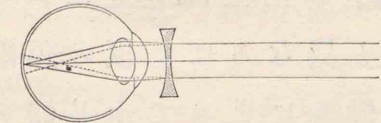
146. 眼鏡 近視眼は水晶體の彎曲の度大に過ぎたるか、又は眼底餘りに深きため、遠き物體の

像を網膜の前方に生ずるものにして、その明視距離は健眼に比して小なり。

故に凹レンズを用ひて水晶體を補正す。



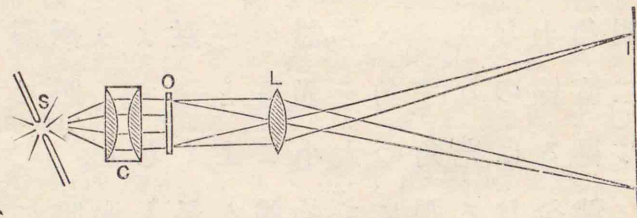
これに反して遠視眼は水晶體稍扁平なるか、又は眼底餘りに淺きため、近き物體の像を網膜上に生ずること能はざるものにして、その明視距離は健眼に比して大なり。



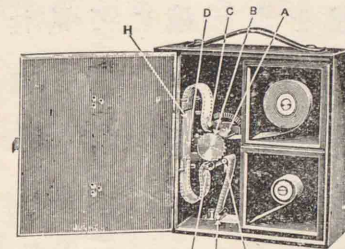
凸レンズを用ひてこれを補正す。

147. 幻燈及び活動寫真 幻燈は圖の如く燈火或は電燈 S の光を二枚の大なるレンズを組合はせたるものに受けて

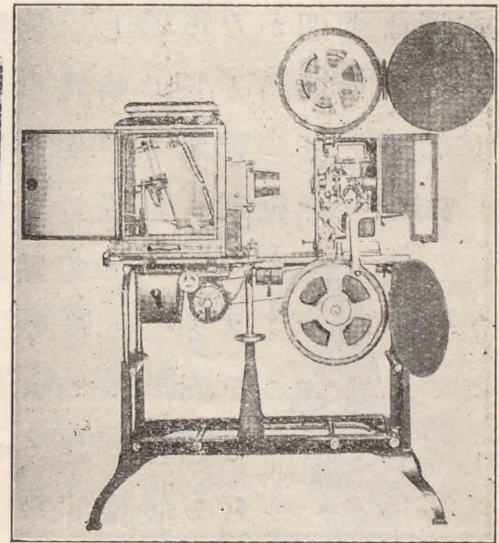
平行光線となし、この光線にて畫板 O を照し、前方にある凸レンズ L によりて其の像を映寫幕上に結ばしむるものなり。



眼の感覺は光の作用止みたる後も尙ほ暫らくは繼續して殘像を生ずるものなり。故に活動せ



攝影機



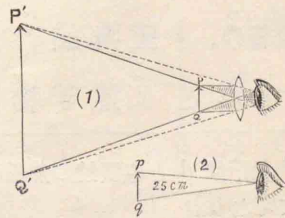
映寫機

るものを短時間毎に寫眞に撮り、これを畫板として幻燈にて幕上に映出し、

順次速に取り代ふれば殘像を生ずるため恰も連續せるものの如くなり、活動せる物を見ると同じ感を生ず。これ活動寫眞なり。

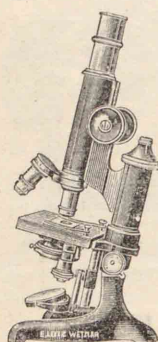
148. 蟲眼鏡 蟲眼鏡には一個の凸レンズを用ふることあり或は數個のレンズを重ねて用ふることあり。物體をその焦點以内に置いて大なる虚像を作れば、これより來る光にて物體は廓大して見ゆ。

光の通路は圖に示すが如く、物體の視角の大きくなることも



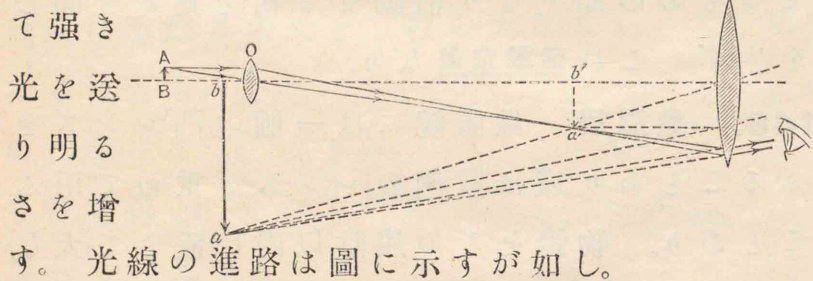
亦圖より明かなるべし。物體を蟲眼鏡にて見たときの視角と、同じ物體を明視の距離に置いて見たときの視角との比を蟲眼鏡の倍率*といふ。

149. 顯微鏡 顯微鏡は焦點距離小なる對物



レンズと焦點距離大なる接眼レンズとより成る。今微小なる物體ABを、對物レンズOの焦點以外に而かも焦點の近くに置いて比較的なる實像a'b'を作り、この實像を蟲眼鏡の作用をなす接眼レンズEを

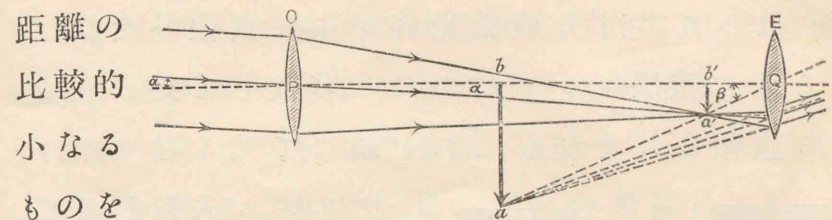
通じて更に廓大して見るなり。又反射鏡により



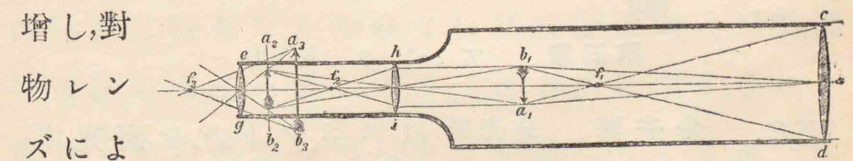
150. 望遠鏡 望遠鏡はその構造稍、顯微鏡に類すれども、遠き物體を見るために對物レンズに

* 明視距離 d と蟲眼鏡の焦點距離 f との比 d/f は蟲眼鏡の倍率を表はすと見て可なり。

焦點距離大なるものを用ひ、接眼レンズには焦點

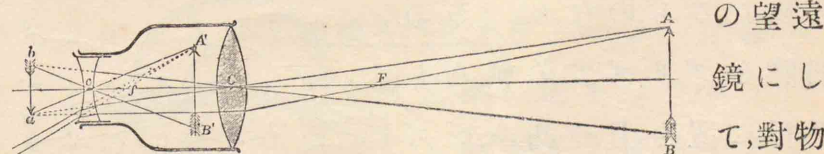


距離の比較的なるものを用ふるを異りとす。對物レンズOによりて遠き物體の實像a'b'を焦點の近くに生ぜしめ、接眼レンズにて其の廓大したる虚像を作る。この種のもは上下轉倒したる像を生ずるが故に、景色等を見るには不便なり。故に更に一つのレンズを



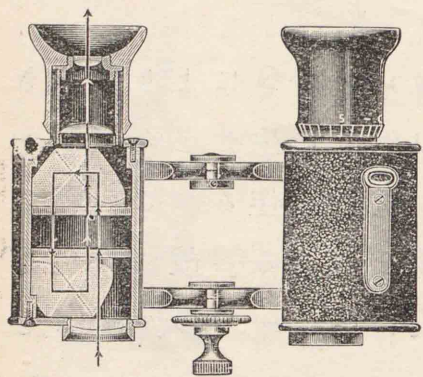
増し、對物レンズによりて生ぜる實像を再び轉倒せしめて正立せる像に變へ、然る後に接眼レンズにて廓大す。

151. 雙眼鏡 普通の雙眼鏡は所謂ガリレオ



の望遠鏡にして、對物レンズに凸レンズを用ひ、接眼レンズに凹レンズ

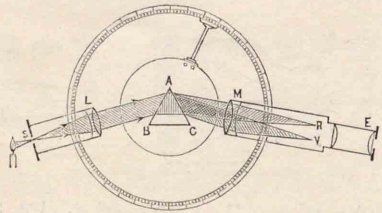
を用ひたるものなり。かくするときには對物レンズによりて生ずる收斂光線が未だ實像 ab を結ばざる前に接眼レンズにあたり、發散して茲に正立せる虚像 $A'B'$ を結び、これを眼にて見るなり。



プリズム入双眼鏡にては對物レンズ、接眼レンズともに凸レンズを用ひ、尚ほ二個のプリズムを入れ全反射によりて像を正立せしむ。

第五章 スペクトル

152. 分光器 分光器はスペクトルを研究する器械にして、中央にプリズムを置き、別に望遠鏡及びコリメーターを取りつく。コリメーターは二重圓筒の一端に細隙ありて他端に凸レンズを嵌めたるものなり。その細隙をプリズムの軸 A と平行に置き、且つ凸レンズ L の焦點にあるやう調節



し細隙より來る光をレンズによりて平行光線となし、プリズムに送りて分散せしむ。これを望遠鏡にて望めば明瞭なるスペクトルを見る。

153. スペクトルの種類 アルコール燈の芯に食鹽を載せて點火し、其の光を分光器にて窺ふときは單に一本の黄色線を見るべし。これをナトリウム線或は D 線と稱し*、ナトリウム元素に特有なるものなり。かくの如く熱したる瓦斯體の發する光を分光器にて窺へば輝きたる線を見る。これを輝線スペクトルといふ。輝線の位置及び數は元素に特有なるものなれば、成分未知の瓦斯體に電氣の火花を通じてスペクトルを作り、これを檢してその成分の何たるやを知ることが得べし。スペクトル分析これなり。

強熱せる固體又は液體より發する光を分光器にて窺ふときは、各種の色を連續せるスペクトルを見るべし、これを連續スペクトルといふ。連續スペクトルを生ずる光を分光器に送りつつ、コリメーターの細隙を色硝子にて蔽ふときは、スペクトル

* 良き分光器にて觀れば D 線は二本に分る。

ルの一部或は數個所に於て光の缺くを見るべし。これ硝子板が其の部分の光を吸収したるためにして、これを 吸収スペクトル といふ。



フラウンホーフェル
(獨. 1787-1826)

次に日光のスペクトルを検するに色帯中に多くの黒線ありて色の缺くるを見る。この黒線を フラウンホーフェル線 と稱し、大小種々ありて其の數も亦多く、主なるものに A, B, C, D 等の名稱を附す。

154. 黒線の説明 キルヒホッフは實驗の結果次の定律を得たり。

すべて氣體はそが高溫度に於て發すべき光を、低溫度に於ては吸収するものなり。

太陽の實體は強熱せる液體若しくは固體にして連続スペクトルを生ずべき光を發するものなれども、その周圍に存在する比較的低温度の瓦斯體のために黒線に相當する部分の光を吸収せられて、その部分の光を缺く。故に分光器にて窺へば其の缺所はフラウンホーフェル線となるなり。

スペクトルの圖



連続スペクトル



ナトリウムの輝線スペクトル



水素の輝線スペクトル



ナトリウムの吸収スペクトル



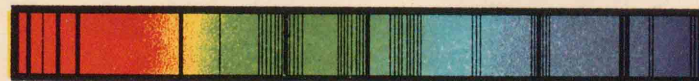
水素の吸収スペクトル



血液の吸収スペクトル



葉綠素の吸収スペクトル

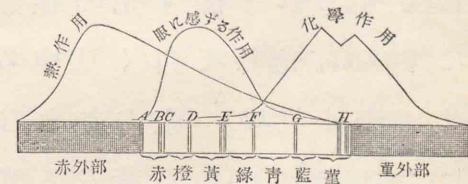


太陽のスペクトル

されば是等の黒線の研究によりて太陽の周圍にある瓦斯體をなせる元素の何たるやを推知し得べし。

155. 日光スペクトルの各部の作用 日光スペクトルの作用を各部につきて検するに一様ならず。先づ光として吾人の眼に最も強く感ずるは黄色にして、赤及び堇に近づくに從ひて次第に其の強さを減ず。然るに熱の作用は黄色の部より赤に近づくに從ひて次第に強さを増し、赤以外に於ても尙ほこれを認むるを得。かくの如く赤色以外吾人の眼に

見えざる部分にも存在すと考ふべきものを赤外線とい



ふ。赤外線は主として熱作用を有するが故に又熱線とも稱せらる。次に化學作用は堇色の部に於て最も強く、堇以外に於ても尙ほこれを認め得べし。故に堇以外にありて眼に見えざるも化學作用を有するものあるべく、これを堇外線といふ。堇外線は主として化學作用を有するが故に又化

學線とも稱せらる。莖外線、赤外線及び通常の光線を總稱して輻射線といふ。

第六章 物體の色

156. 物體の色 物體が各特種の色を呈するは、その受けたる光を吸収或は反射するによる。赤き花は主として赤き光を反射し、その他を吸収するによつて赤く見え、白き布は總ての色の光を一樣に反射するによつて白く見え、墨は總ての光を悉く吸収するによつて黒く見ゆ。又同一の物體にても、これを照す光の種類によりて其の色を異にす。日光にて白く見ゆるものも赤き光にて照せば赤く見ゆ。朱の如きは日光又は赤き光の下にては赤けれども、黄なる光にて照せば暗く見ゆ。

透明體が其の物に特有の色を現はすは、主として或る色の光を通過せしむるによる。赤色硝子を日光にかざして見れば、赤き光のみ通過せしめて其の他の光を吸収するが故に赤く見ゆ。

157. 繪具の色 青の繪具は青き光と幾分の

緑の光とを反射して其の他の光を吸収し、黄の繪具は黄の光と幾分の緑の光とを反射して其の他の光を吸収す。故にこの二種の繪具を混ざれば緑の光のみを反射して其の他の光を吸収す。かく繪具を混合せるときに生ずる色は各の繪具の何れによりても吸収せられざる反射光の色なり。^{*} かくの如くして赤・青・黄の三種の繪具を適當に混ざれば殆ど總ての色を生ずることを得。三色版はこの理を應用したるものなり。

158. 餘色及び原色 繪具を混じて生ずる色とスペクトル中の光を混じて生ずる色とは異なれり。スペクトルにありては赤色と青綠色、又は橙色と綠色とを混ざれば白色を生ず。かくの如く相混じて白色となる二色は互に餘色をなすと云ふ。

また赤・緑・黄の三色は之れを適當に混ざれば白色並びに他の任意の色を生じ得るを以て、この三色を原色といふ。

159. 螢光及び燐光 試験管に石油若しくは硫酸キ

^{*} 光の混合は其の種類を多くするに従て白色に近づくも、繪具の色は其の種類を多く混するに従て却て黒色に近づく。

ニ－ネ等の溶液を入れ日光を投射すれば液中より特有の光を發す。これ日光中より主として莖外線を吸收し、これを其の物體に特有なる光に變じて射出するによる。この現象を螢光といふ。

又硫化カルシウムの如きは暫時日光に曝せば其の後暫らくは特有の光を發するものなり。この現象を磷光といふ。

第七章 輻射及び光波

160. 輻射線の吸收 輻射線は物質の種類によりて透過又は吸收せらるる模様を異にす。油煙はこれに投射する輻射線の殆ど全部を吸收するも、磨きたる銀の表面はこれを吸收すること極めて少なく、殆どその全部を反射す。一般に黒色の物體は輻射線をよく吸收し、白色の物體はよくこれを反射す。されば寒暖計の球に油煙を着けたるものと、白堊を塗りたるものとを、同時に日光に曝すときは、油煙を着けたる方が温度の上昇速かなるを見るべし。

空氣はすべての輻射線をよく透過す。水蒸氣



水滴・硝子は熱線を吸収し、岩鹽はこれを透過せしむ。硝子は紫外線を透過せしめざれども、石英はよくこれを透過せしむ。

太陽より来る輻射線の一部は地面近くに存在する水蒸氣のために吸収せられ、残部の地面に達せるものが吸収せられて地面を温む。地面より輻射する熱線も亦水蒸氣に吸収せらるるを以て、地面に近き空氣は比較的温暖なり。

161. 太陽より来る輻射のエネルギー 輻射のエネルギーとなりて地面に到達する太陽のエネルギーは實に莫大なるものにして、これを悉く熱に變じたるものとして計算すれば一平方糎毎に毎分3.3カロリーなり。されば地球全體にて毎日受くる熱量は大凡 6×10^{21} カロリーにして、實に 4×10^{14} 馬力に相當す。是等のエネルギーの大部分は種々の形のエネルギーとなりて地面に止まり、地球上に於ける諸物活動の原動力となる。

162. 光波 今日一般に認めらるる學說によれば、宇宙間到處に存在し物質の分子間に至るまで瀰漫せる エーテル なるものあり。物質原子

の烈しき振動によりて、エーテル内に波動を生ず、この波動は即ち輻射線なり。故に輻射線は輻射波、光線は光波といふべきものにして、その波動の波長の大小によりて輻射線の種類に相異を生ず。波長最も短きものは紫外線にして稍、長きものは赤外線なり。今太陽スペクトルの黒線に相當する光の波長を擧ぐれば次表の如し。

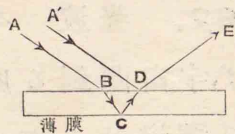


ホイゲンス
(和蘭・1629-1695)

輻射波の傳播する速度は每秒三十萬軒にして、その種類によりて異なることなし。吾人が通常光の速度と稱するものは是れなり。

A (赤)	0.00007661 軒
B (赤)	0.00006867 軒
C (橙)	0.00006563 軒
D (黄)	0.00005893 軒
E (緑)	0.00005270 軒
F (青)	0.00004861 軒
G (藍)	0.00004308 軒
H (紫)	0.00003968 軒

163. 薄膜の色 石油が水面に擴がる時は、甚だ薄き層となりて美麗なる色を呈す。かかるものを薄膜の色といひ、光波の干涉により



て生ずるものなり。即ち日光が薄膜に投射するときは表面より反射する光波と、液内に入りたる後反射して出で来る光波とは相重なるべく、若し赤き光波の山と谷とが重なりて互に打ち消すときは此の部分より来る光は赤色を缺くが故、その餘色なる黄綠色を呈す。又他の部分にありては膜の厚さ等の異なるがため、他の色を呈すべく、かくの如くして液面は種々の色を呈するなり。

石鹼球を吹くとき其の面に美麗なる色を現はすも、これと同理による。

第六編

磁気及び電気

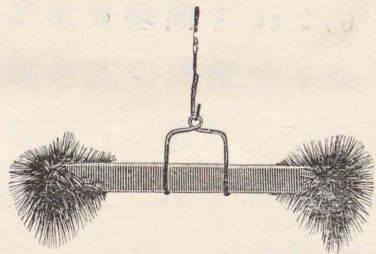
第一章 磁石

164. 磁石 一般に鐵を吸引する性質あるとき磁性ありといひ、磁性を有するものを磁石といふ。磁鐵鑛は天然に産する磁石の一種なり。

磁石を作るに種々の方法あり。その一つは鋼鐵棒を机上に置き磁石の一極を鋼鐵棒に沿うて一方にのみ繰り返へし動すときは鋼鐵に磁性を生ず*。是等の磁石はその形によりて馬蹄形磁石、磁針、棒磁石等の名稱あり。

165. 磁石の極 磁石の鐵粉を吸引する力は部分によりて強さを異にし、通例中央に於て極め

* 電流を用ひて磁石を作ることは後に述ぶ。



て弱く、兩端に至るに従ひて強し。この最も強き部分を磁石の極又は磁極といふ。

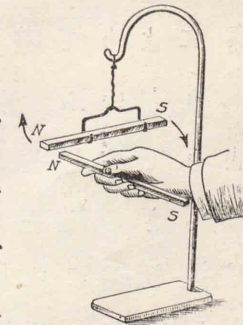
絲にて吊せる棒磁石又は磁針の如く、磁石を水平に支へて自由に廻轉し得るやうにすれば磁石は常に略、南北を指す。この北を指す極を磁石の北極(N)といひ、南を指す極を南極(S)といふ。

166. 磁極相互の作用 甲乙二個の磁石につき、甲の磁極と乙の磁極との作用を検するときは次の定律あるを見るべし。

磁石の同名の極は互に相斥け、異名の極は互に相引く。

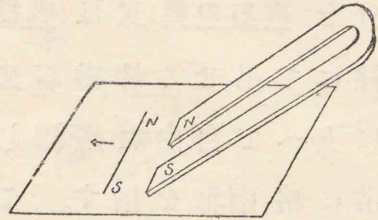
かく磁極の相引き或は相斥くる力を磁力といふ。磁石の極が有する磁氣の多少は、その極が一定の距離にある他の磁石に及ぼす力の強さによりて測る。クーロンは實驗の結果次の定律を得たり。

二つの磁極間に働く磁力は、其の各の磁氣量の相乗積に正比例し、其の距離の自乗に逆比例す。



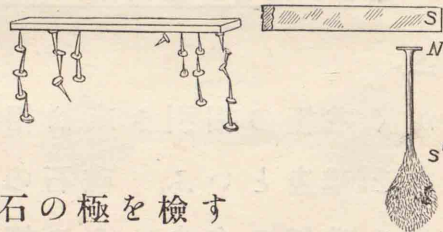
167. 磁場 磁石の周囲には磁力の作用あるべく、一般に磁力の作用ある場所を**磁場**といふ。

磁石の北極を磁場の一点に置きたるとき、これに作用する磁力の方向を**磁場の方向**といひ、又この北極が単位の磁氣量を有するとき、これに働く磁力の強さを其の點に於ける**磁場の強さ**といふ。



168. 磁氣感應 鐵片を棒磁石に近づくれば、鐵片には磁性を生じて鐵粉を吸引する性を生ず。

このとき鐵片は**磁氣感應**によりて磁石になれりといふ。感應

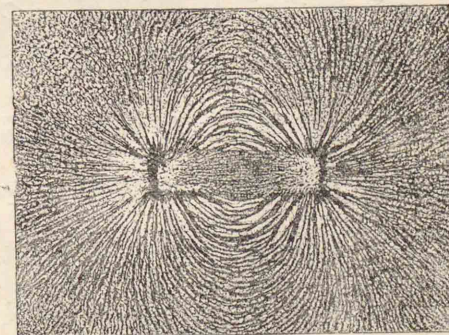
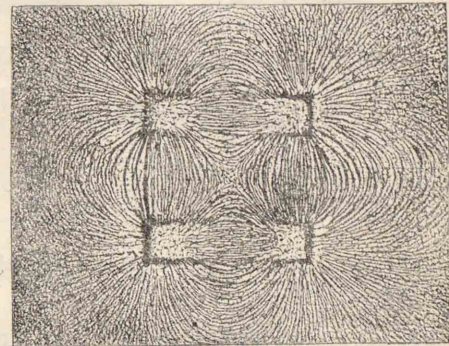


によりて生じたる磁石の極を検すれば、もとの磁石の一極に近き端には異名の極を生じ、遠き端には同名の極を生じたるを見るべし。鐵片が磁石に吸引せらるるは異名の二極間に生ずる引力が、同名の二極間に生ずる斥力よりも大なるがためなり。

鋼鐵が感應によりて磁性を生ずるときは、もと

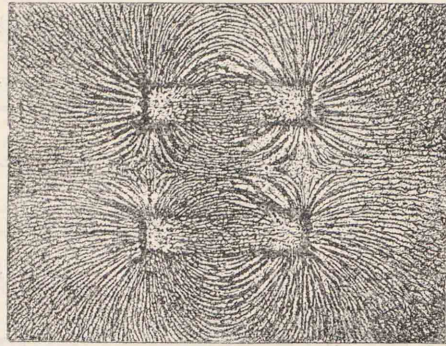
の磁石を取り去るも尚ほ磁性を保持し、軟鐵はこれに反してもとの磁石を去ると共に磁性を失ふ。依て前者を**永久磁石**といひ、後者を**一時磁石**といふ。又感應によりて磁性を生ずる物質を**磁性體**と稱す。鐵はその性質最も強く、ニッケル・コバルト等はその性質弱し*。

169. 指力線 磁石の上に硝子板を置き其の上に鐵粉を撒き、硝子板に微動を與ふるときは、鐵粉は互に連結して曲線を形成すべし。この曲線は磁場に於ける磁力の配布の有様を示すものにして、その密度の大小によりて其の場所の磁力の強弱を



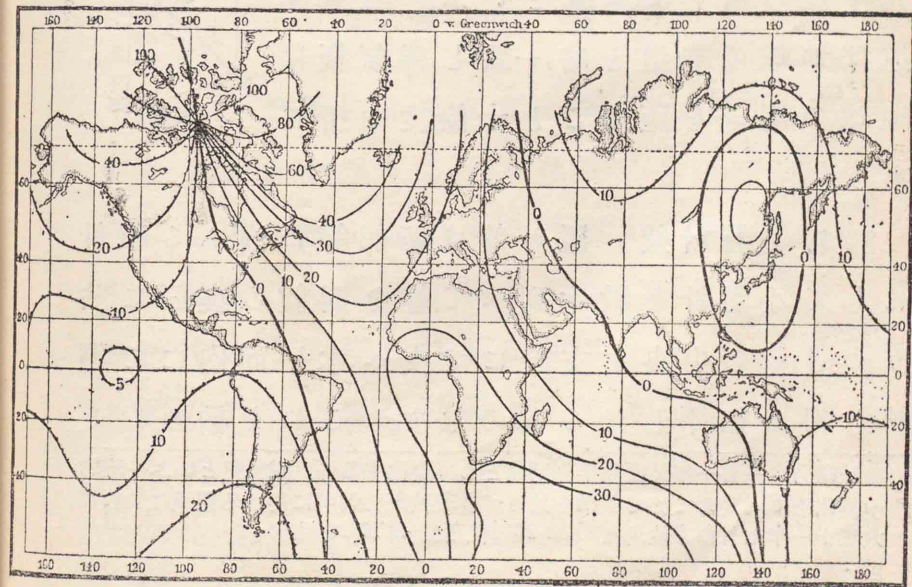
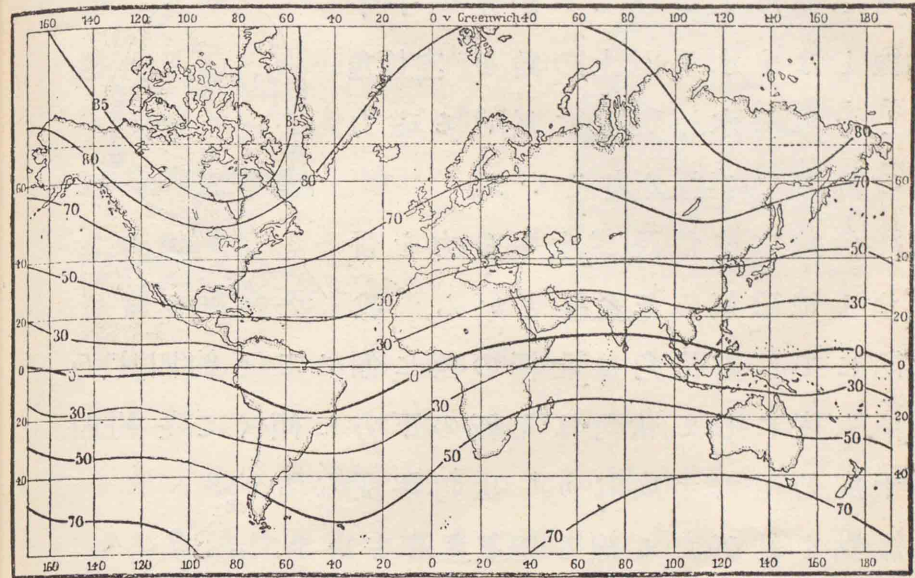
* 最近の研究によれば凡ての物質は皆多少磁性體なることを知れり。

知り得べし。これを磁氣の指力線といふ。指力線は鐵粉の各が感應によりて小磁石となり、互に吸引して連結せるものにして、常に磁石の北極に始まりて南極に終り、互に交叉することなし。指力線上の各點の切線は其の點に於ける磁場の方向を示すものなり。

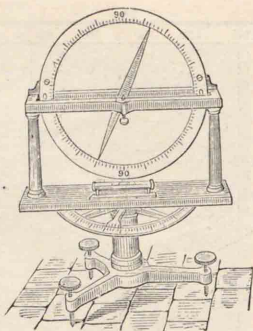


第二章 地球磁氣

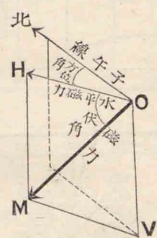
170. 地球の磁力。地球上に於ては磁針は略、南北を指す、これ地球が一つの大なる磁石たるによる。これを研究するため、磁針を重心にて吊し、上下及び左右に自由に廻轉し得るやう装置して、地球磁力の方向及び強さを檢するに各地に於て異なるを知る。即ち磁針は一般に南北を指せども、眞の南北よりは多少東又は西に偏るのみならず、水平面とも或る傾きをなすものなり。地表上の或る地點に於ける磁力の方向が水平面となす



角を **伏角** といひ、これが地球子午線となす水平面上の角を **方位角** といふ、又水平面上に於ける磁力の分力を **水平分力** といふ。



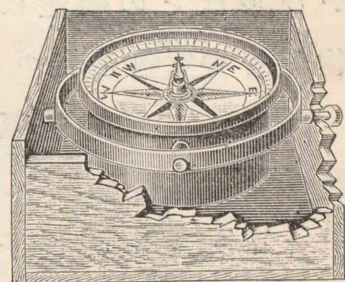
伏角・方位角及び水平分力を併せて地磁氣の **三要素** といふ。我國にては方位角は北極の西に偏ること約四度乃至六度にして、伏角は北極の下方に傾くこと約四十度乃至六十度なり。^{*} 伏角零度なる諸點を結びたる線を **磁氣赤道** といひ、九十度の所を **磁氣極** といふ。磁氣赤道は地球の赤道と略一致し、磁氣極は地球の兩極を距ること十餘度の所にあり。



171. 羅針盤 羅針盤は船舶等に備ふる磁針にして、小磁針を數本列べて輕き圓盤の裏面に貼りつけ、盤の中央を支針にて支へ、水平面内にて廻轉し得る如くしたるものなり。これを納めたる

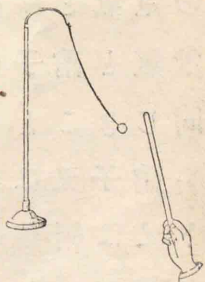
^{*} 地球磁力は一日一年又は數年を週期として變化する外、**磁氣嵐**といふ一時的の變化あり。我國に於て標準と見るべき茨城縣柿岡町に於ける觀測によれば大正十一年七月の方位角は $5^{\circ}32'23''$ 、伏角は $49^{\circ}27'20''$ なり。

箱には船首の方向に目標を附して船の進行の方向を知るに便ならしむ。又動搖を避くるため、箱を軸にて支へ此の軸をとりつけし環を再び前と直角なる軸にて支へ、何れの方向にも自由に廻轉するを得しめ、以て圓盤を常に水平の位置に保たしむ。尙ほ船體に用ひたる鐵の影響を避くるため羅針盤の近くに鐵球又は鐵棒を置いてその作用を打ち消さしむ。



第三章 靜 電 氣

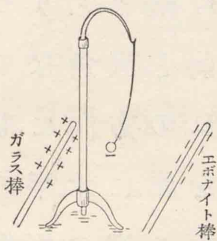
172. 摩擦によりて起る電氣 毛布にてエボナイト棒を摩擦するときは、毛布にもエボナイト棒にも輕き物を吸引する性質を生ず。又乾きたる硝子棒を絹布にて摩擦するも同様の性質を生ず。かく異なる二種の物體を互に摩擦して輕き物を吸引する性質を生じたる時、その物體に **電氣** 起れりと



いひ、或はその物體は 帯電 せりといふ。帯電せる物體を 帯電體 と名づく。

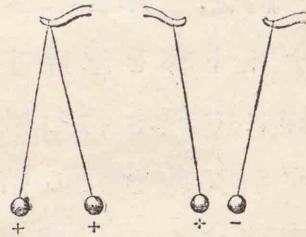
173. 二種の電氣 絹絲にて吊したる輕き木髓球を 電氣振子 といふ。毛布にて摩擦したるエボ

ナイト棒を電氣振子に觸るれば、球は帯電すると共に直ちに反撥せらる。されどこれに前の毛布の摩擦面を近づくれば却て吸引せらるるを見る。これによりて



エボナイトに起りし電氣と毛布に起りし電氣とは、其の性質に相異なることを知る。同様にして硝子棒と絹布との場合にも、相異なる二種の電氣を生ぜしことを知るべく、

又エボナイトの電氣と絹布の電氣とは相同じく、毛布の電氣と硝子の電氣とも亦相同じきことを知り得べし。



硝子又は毛布の電氣を 陽電氣 といひ、エボナイト又は絹布の電氣を 陰電氣 といふ。種々の物體を帯電せしめて其の電氣を検するに皆この二種

の電氣の何れかに屬するを知る。即ち電氣には二種ありて、次の定律に従ふ。

同種の電氣は相斥け、異種の電氣は相引く。

174. 電氣量及びクーロンの定律 同様に帯電せる相等しき物體が空氣中一種の距離に於て互に作用する力が一ダインなるとき、兩物體の有する各の電氣量を以て 電氣量の絕對單位 とし、又その 3×10^9 倍を 一クーロン と名づけて電氣量の實用單位とす。

クーロンの研究によれば、帯電體の間の作用は磁氣の場合と同様の定律に従ふものにして、即ち

帯電せる二物體の間に働く力は其の各の電氣量の

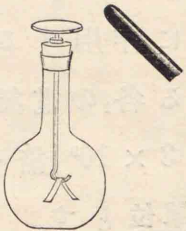
相乗積に正比例し、其の間の距離の自乗に逆比例す。*

175. 電氣の傳導 物質によりて電氣を導くに良好なるものと然らざるものとあり。良くこれを導くものを電氣の 良導體 といひ、然らざるものを 不良導體 といふ。不良導體を用ひて物體を隔離し電氣を傳はらざらしむることを得。これを 絶縁 といひ、絶縁に用ふる不良導體を 絶縁體 といふ。

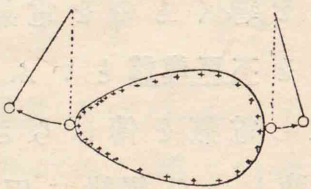
* これを クーロンの定律 とも云ふ。

良導體は絶縁するにあらざれば、これに帯電せしむること能はず。

176. 驗電器 帯電状態を検するには 驗電器 を用ふ。圖に示すは其の一種にして、上端に金属板を有する金属棒を、絶縁體にて造れる栓に貫き、その下端に二枚の金箔(或はアルミニウム箔)を垂下し、これをフラスコ内に納めたるものなり。これに電氣を與ふるときは箔は互に反撥して開くを見るべく、且つその開き方の大小によりて帯電の多寡を知り得べし。



177. 導體に於ける電氣の配布 同種の電氣は相斥けて互に遠ざからんとする故、導體に電氣を與ふるときは其の表面にのみ配布して内部には存在せず。金鋼にて作れる籠を絶縁臺上に載せ其の内に驗電器を入れ、金鋼に帯電せしむるも驗電器の箔は開くことなし。

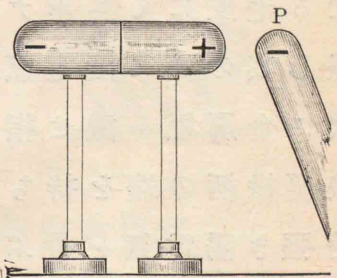


導體の表面に於て電氣は彎曲の度大なる部分に多く集り、尖端の如きは最

も著しく集まる。

178. 電氣感應 帯電體に導體を近づければ、この導體に電氣起る。この現象を 電氣感應 といふ。このとき導體が絶縁しあれば、帯電體に近き部分には帯電體と異種の電氣、遠き部分には同種の電氣起れるを見るべし、而して是等二種の電氣の量は相等し。

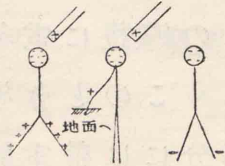
即ち充分に絶縁したる A, B 二個の金属球を取り、これを觸れたるまま帯電體 P に近づけ、後 A と B とを離して P より遠ざけ、A, B に起れる電氣を驗電器によりて検するに、A には P と異種の電氣、B には同種の電氣の起れるを知るべし。



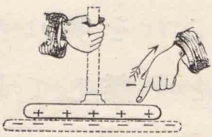
茲に於て再び A, B を接せしめて検するに電氣の存在せざることを知るべく、これ A と B とに起りし電氣量の相等しきことを示すものなり。このとき兩球の電氣は互に 中和 せりといふ。

問題【1】 帯電體が輕き物體を吸引する理を電氣感應によりて説明せよ。

問題【2】 金箔驗電器に帶電體を近づけるときは金箔開く。これを近づけたるまま手を驗電器の金屬板に觸るれば箔は閉づ。更に手と帶電體とを同時に遠ざくるときは箔は再び開く。この作用を説明せよ。

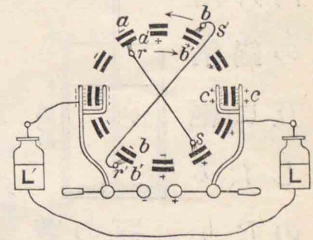
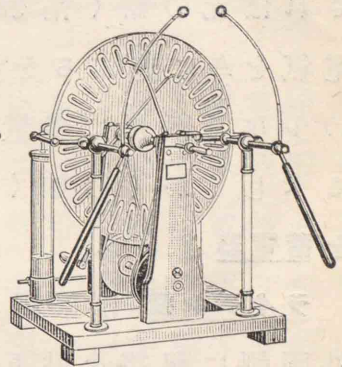


179. 電氣盆 電氣盆はエボナイト板を納めたる金屬盆と、硝子又はエボナイトの柄を有する金屬圓板とより成る。先づ乾きたる毛皮にてエボナイト板を摩擦し其の面に陰電氣を起し置き、次に金屬板を戴せ、指頭にて其の上面に觸れたる後、絶縁柄の端を持ちて急に引き離せば、金屬板は稍強き陽電氣を帶ぶべし。これ金屬板はエボナイト板によりて僅かに數點にて支へらるるに過ぎざれば、其の陰電氣を傳ふることなく、感應によりて金屬板の下面には陽電氣を誘起し上面には陰電氣を生ず。これに指頭を觸るときは陰電氣は地に向ひて逃れ去り、最後に板を引き離せば金屬板には陽電氣のみ現はるるなり。



180. 感應起電機 感應

起電機は感應の理によりて多量の電氣を得る器械なり。圖は其の一種を示すものにしてウイムスハーストの起電機なり。把手を廻轉すれば、多くの錫箔を扇形に貼りつけたる二枚の硝子或はエボナイト板は互に反對の方向に廻轉し感應によりて錫箔に電氣を起す。この電氣は錫箔に近く水平に置ける櫛或は刷毛に移り、これに連る二個の金屬球に集る。

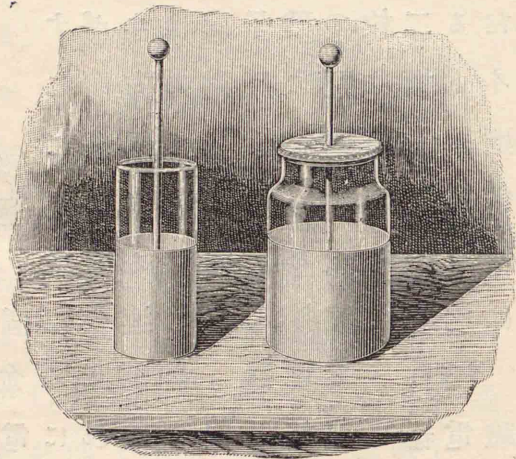


181. 蓄電器 絶縁せる金屬板Aを針金にて驗電器に連絡し置き、これに電氣を與へ驗電器の箔の開きに注意しながら、他の絶縁せる金屬板BをAに近づくる時は箔の少しく閉づるを見るべし。又金屬板Bを地に連絡するときは箔は更に閉づべし。次にA, B間にエボナイト或は硝子板を置けば箔の開きは一層小さくなるを見るべし。

されば元の如く箔を開かしめんには更に多量の電氣をAに與ふるを要し、Aは外部に對する作用の少なき割合に多量の電氣を蓄へたることとなるべし。かくの如く多量の電氣を蓄へ得る装置を蓄電器といふ。

ライデン瓶 は一種の蓄電器にして、硝子瓶の内外兩側に錫箔を貼りつけ、只瓶の上部は貼り残して内外兩

側の錫箔を互に絶縁したるものなり。瓶の蓋には金屬棒を貫き棒の下端を内側の箔に連絡せしめ、棒



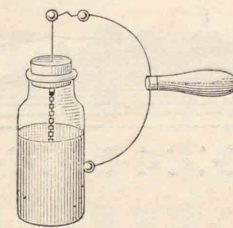
の上端には金屬球を附す。又外側の箔はこれを地に連絡し内外の箔に多量の電氣を蓄積せしむ。

182. 放電 帶電を失ふことを放電といふ。蓄電したるライデン瓶の内外兩錫箔を放電叉にて連絡せんとするときは、陰陽兩電氣の吸引力は

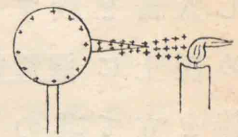
強く絶縁體なる空氣を破り、火花を放ちて中和する



に至る。これを**火花放電**といふ。強き帶電體に指頭を近づくる時も火花放電を生ず、こは帶電體の電氣とこれに感應して指頭に起りたる異種の電氣とが中和する時に起るものなり。

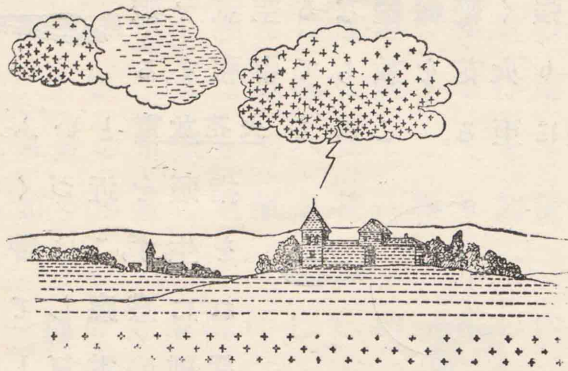


電氣は特に尖端より放電し易し。これ尖端には最も多くの電氣集るがためにして、周圍の空氣中にある塵埃を吸引し、塵埃は其の電氣を受け、反撥せられて去り、新しき塵埃これに代りて近づき再び反撥せられて去り、順次かくの如くして次第に放電するによる。これを**尖端放電**といふ。依りて尖端の近傍には風を生ず、これを**電氣風**といふ。



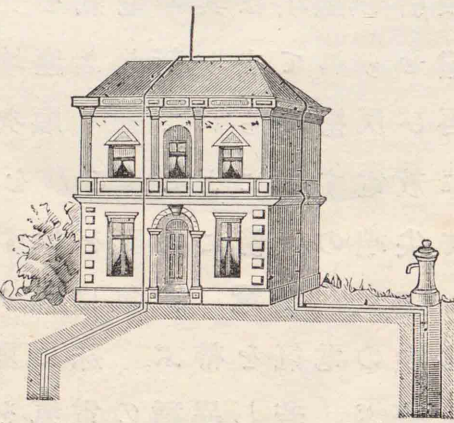
183. 雷電 大氣は種々の原因によりて常に多少の電氣を帶ぶ。殊に夏期の雲は多量の電氣を帶ぶ。若し異種の電氣を有する雲が相近づきて、其の間の引力非常に強大となるときは遂に烈

しき火花放電を起して雷電となる。又若し電氣を帶ぶる雲が地面に近づき、雲と地面との間に火花放電を起すときは落雷となる。



184. 避雷 落雷は家屋・樹木を害し火災を起し人畜を殺すことあるが故に、その害を避けたため屋上に避雷針を設く。その装置は屋上に金属棒を立て其の上端に數個の尖端を附し下端は太き針金にて地中に連絡せしめたるものなり。

避雷針は尖端放電により徐々に雲の電氣と地面の電氣との間に放電を起さしめて落雷を豫防し、又たとひ落



雷ありとも電氣はこの装置による導線を傳はりて地中に散ずるを以て被害を避くるを得。

第四章 電流及び電池

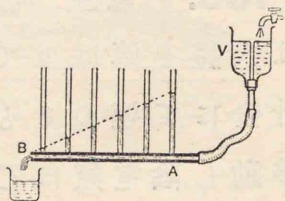
185. 電流 帶電體に指を觸るときは、電氣は人體を傳はりて地面に移る。起電機の兩極を針金にて連ぬるときは、陽電氣は甲端より乙端に移動し、陰電氣は乙端より甲端に移動す。かく導體を傳はりて電氣の移動するを電流といひ、陽電氣の流るる方向を電流の方向とす。

針金に電流の流るるは恰も導管に水の流るるに似たり。水流の強さが單位時間に導管の切口を流るる水の量にて定まる如く、電流の強さは單位時間に針金の切口を流るる電氣の量にて定まる。一秒間に移動する電氣の量が一クーロンなるときを電流の強さの單位とし、一アンペアと呼ぶ。

186. 電位 今圖の如き装置を用ひて導管内に水を流すに、管中の各點の水位は、側管の示すが如くに水流に沿ひて順次に低下するを見る。實に水位の差が水流を生ぜしむる動力にして、側管

を有せざる管の各點に於ても勿論かかる水位の差は存在すべく、管の兩端に於ける水位の差が大なるほど水流の強さも亦大なるべし。

電流の場合に於ては、これを生ぜしむる動力は針金の兩端に於て電氣の受くる壓力の差なり。かく電氣の受くる壓力をその點に於ける電位と稱す。今導線

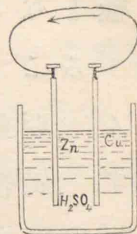


の甲端より乙端に向ふ電流あるときは、甲端の電位は乙端の電位より高く、電位は甲端より乙端に向つて次第に低下すべし。而して電位の差の大なるほど電流の強さも亦大なるべし。電位の差を電壓ともいふ。電位を測るに普通用ひらるる單位はボルトなり。

蓄電器は多量の電氣を與ふるも電位の昇ること極めて少なきものにして、かくの如きものを電氣容量大なりといふ。

187. 電池 化學的變化によりて電流を起す装置を電池といふ。ボルタ電池はその最も簡單なるものにして、稀硫酸中に銅板と亜鉛板とを浸

したるものなり。この場合に銅板の電位は亜鉛板の電位よりも高く、これを針金にて連結すれば、針金には銅板より亜鉛板に向うて流るる電流を生ず。銅板を陽極、亜鉛板を陰極といひ、



陰陽兩極を針金にて連結して電流を通ずることを輪道を開くといひ、これを切ることを輪道を開く

といふ。又電池の動電力と云はるるものは輪道を開きたる場合の兩極の電壓のことなり。

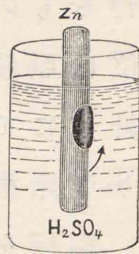
ボルタの電池に於て亜鉛は稀硫酸に溶けて陽電氣を帶び従ひて亜鉛板自身は陰電氣を得て陰極となる。この陽電氣を帶びたる亜鉛は溶液中にありて陽電氣を有する水素原子を驅逐し、水素原子は銅板に至りて之れに陽電氣を與ふる故に銅板は陽極となるなり。



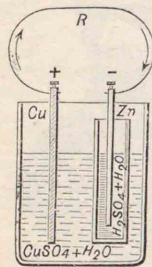
ボルタ
(伊. 1745-1827)

188. 局部電流と分極作用 ボルタの電池は良好なる電池にあらず。亜鉛板にある不純物は

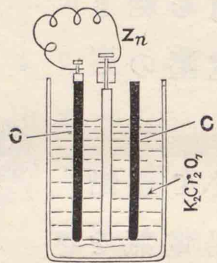
陽極となりて一局部を流るる電流を生ずることあり。これを **局部電流** といふ。亜鉛を浪費し、電池の動電力を減ず。局部電流の起るを防ぐには亜鉛板の表面に水銀を塗りてアマルガムとなすを常とす



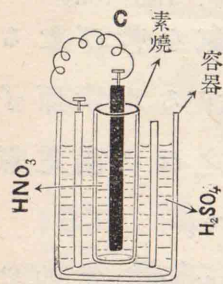
又ボルタの電池の陽極は水素瓦斯の集まるため、極板は之れに包まれて恰も水素瓦斯の極板たる如き觀を呈して



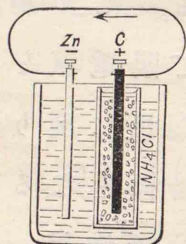
ダニエル電池



重クロム酸電池



ブンゼン電池



ルクランシエー電池

電位差を減じ、且つ又この瓦斯は電氣の不良導體なるがため電流の通ずるを妨げて其の強さを減ず。かくの如き作用を **分極作用** といふ。

分極作用を防ぐには酸化劑を陽極の周圍に置き、水素

を酸化して水となすことを要す。

分極作用及び局部電流の起らざ電池を **定常電池** と稱し、實用に供するものは皆この種の電池に屬す。これに **ダニエル電池・ブンゼン電池・重クロム酸電池・ルクランシエー電池・乾電池** 等あり。

下に重なる電池の構造及び動電力の表を掲ぐ。

電池の種類	動電力 (ボルト)	陰極板	陽極板	陰極液	陽極液	素焼
ダニエル電池	1.1	亜鉛	銅	稀硫酸	硫酸銅溶液	有
ブンゼン電池	1.9	亜鉛	炭素	稀硫酸	濃硝酸	有
重クロム酸電池	2.0	亜鉛	炭素	硫酸と重クロム酸加里との水溶液		無
ルクランシエー電池	1.5	亜鉛	炭素	鹽化アンモニウム	過酸化マンガ(固體)	有

乾電池はルクランシエー電池の變形にして鹽化アンモニウム溶液を燈心又は石綿の如きものに浸すか或は石膏に混じて糊狀となし、携帯に便ならしめたるものなり。

第五章 電氣抵抗

189. オームの定律 獨人

オームは針金の兩端の電壓とこれを流るる電流の強さとの關係につきて次の定律を公にせり。



オーム (獨. 1789 1854)

同一の針金を流るる電流の強

さは、針金の両端の電圧に正比例す。

即ち、電流の強さを C アンペア、針金の両端の電圧を E ボルトとすれば、

$$C \propto E \quad \text{或は} \quad E \propto C$$

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

を得。この R は比例定数を表はすものなれば、同じ針金に就きては一定の値を有す。又若し同じ電圧 E を用ふるものとすれば、 R の大なる針金にありては電流 C は小にして、 R の小なる針金にありては C は大なり。

190. 電気抵抗 管の両端の水位の差が一定なる場合に、その管内の水流の強さは管の太さ及び長さによりて異なる。これと同様に針金の両端の電圧が一定なる場合にも、これを流るる電流の強さは其の針金の品質・太さ・長さ・温度等によりて異なる。これ電圧は一定なるも、物體が電氣の流れに及ぼす抵抗に多少あるがためにして、この抵抗を 電気抵抗 といふ。前節に述べたる R は電気抵抗に外ならず。而して 一ボルトの電圧のもとに、

一アンペアの電流の流るる時、その針金の抵抗を一オームと呼び、これを電気抵抗の単位とす。

一オームは切口の面積一平方耗、長さ106.3 種の水銀柱が攝氏零度のとき有する電気抵抗に等しきものなり。

故にオームの定律はまた次の如く述ぶることを得。

針金を流るる電流の強さ (C アンペア) は針金の両端の電圧 (E ボルト) を針金の電気抵抗 (R オーム) にて除したるものに等し。

而して同一の物質よりなる針金の電気抵抗は其の長さに正比例し、切口の面積に逆比例す。

即ち、電気抵抗を R とし、長さを l 、切口の面積を A とすれば

$$R \propto \frac{l}{A}$$

なり。

又金屬にては温度昇るに従ひて抵抗の増加するを恒とす。

問題[1] 切口の面積25平方耗、長さ100米の銅線の抵抗

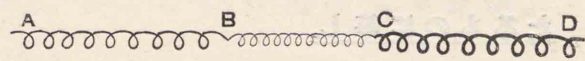
電氣抵抗の表 温度18° 切口1平方耗, 長さ1米

アルミニウム	0.029—0.032	オーム
銅	0.0178	
銀	0.0160—0.063	
鐵	0.09—0.12	
白金	0.11	
水銀	0.955	
洋銀	0.16—0.4	

は幾オームなるか。

問題[2] 針金あり, 其の兩端の電圧は3.4ボルトにして針金の抵抗は17オームなり。これを流るる電流の強さ何程なるか。

191. 行に連結せる針金の全抵抗 幾個かの針金を順次につなぐとき, これを行の連結といふ。今針金 AB, BC, CD の抵抗を夫々 R_1, R_2, R_3 とし, A, B, C, D の各點に於ける電位を夫々 E_A, E_B, E_C, E_D とし, 又これを流るる電流の強さを C とすれば, オームの定律によりて次の關係あり。



$$\left. \begin{aligned} E_A - E_B &= R_1 C \\ E_B - E_C &= R_2 C \\ E_C - E_D &= R_3 C \end{aligned} \right\} \therefore E_A - E_D = R_1 C + R_2 C + R_3 C = C(R_1 + R_2 + R_3)$$

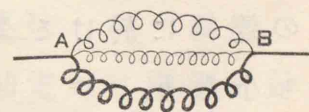
若し全體の抵抗を假りに R とすれば, A と D との間の電圧は $E_A - E_D$ なる故に

$$E_A - E_D = CR \quad \therefore R = R_1 + R_2 + R_3$$

即ち 行の連結に於ける全抵抗は, 各の針金の抵抗の和

に等し*。

192. 列に連結せる針金の全抵抗 幾個かの針金の一端を A 點にて結び, 又他端をも同様に B 點に於て結びて, 圖の如く束ねたるとき, これを列の連結といふ。各の針金の抵抗を R_1, R_2, R_3 とし, 又これを流るる電流の強さを C_1, C_2, C_3 とし, A と B との間の電圧を E とすれば



$$E = C_1 R_1 \quad \text{及び} \quad E = C_2 R_2 \quad \text{及び} \quad E = C_3 R_3$$

$$\text{即ち} \quad C_1 = \frac{E}{R_1}, \quad C_2 = \frac{E}{R_2}, \quad C_3 = \frac{E}{R_3}$$

A より B に流るる全體の電流の強さを C とすれば

$$\begin{aligned} C &= C_1 + C_2 + C_3 \\ &= \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} \\ &= E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \end{aligned}$$

又總べての針金を總括して A と B との間の全體の抵抗を R とすれば, C, E, R の間には

* これより針金が一様なる太さを有し, 且つ同一の物質よりなる場合に其の抵抗が長さに正比例する事を知るべし。

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

なる關係あるべき故

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

故に R は R_1, R_2, R_3 の何れよりも小なり。即ち列の連結に於ける全抵抗は何れの針金の抵抗よりも小なり。

又 R_1, R_2, R_3 の相等しき場合にありては、この各を r とし、その個数を n とすれば、全抵抗は $\frac{r}{n}$ に等しきことを知るべし。*

問題[2] 2 オーム, 5 オーム, 10 オームの抵抗を有する三本の針金を行と列とに連結したときの全抵抗を求めよ。

193. 電池の抵抗 電池の兩極を針金にて連結して輪道を開きたるときに、輪道の全抵抗と看るべきものは、針金の抵抗と電池の内部の抵抗との二つよりなる。針金の抵抗を 外抵抗 といひ、電池の内部の抵抗を 内抵抗 といふ。前者を R , 後者を r とし、又電池の動電力(即ち電圧)を e とし、電流の

* これより針金が同一の物質よりなる場合に其の抵抗が切口の面積に逆比例することを知り得べし。

強さを C とすれば、次の關係あり。

$$e = C(R+r)$$

又は

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

故に 輪道を通る電流の強さは、其の電池の動電力を輪道の全抵抗にて除したる商に等し。

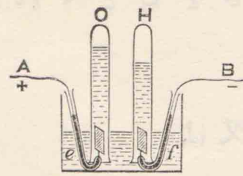
茲に注意すべきは、 e なる動電力は兩極を針金にて連結せざる時の電位差なることなり。兩極を針金にて連結して輪道を開きたる場合の兩極間の電位差を求むるには、この間の抵抗が R にして電流の強さが C なることを考へ、 $E=RC$ によりて求め得べし。故に e は常に E よりも大なり。

問題[3] 電池の電圧 1.4 ボルト、内抵抗 1 オーム、外抵抗 15 オームなる時に生ずる電流の強さを計算せよ。

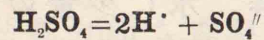
第六章 電流の化學作用

194. 電氣分解 水に少量の硫酸を加へ、これに浸したる二個の白金板を兩極として電流を通ずれば、陽極に酸素、陰極に水素を生ず。かく電流

によりて化學分解をなすことを電氣分解又は單に電解といひ、電解せらるる物質を電解質といふ。酸・鹽基・鹽等の水溶液は何れも電解質なり。電解の際金屬及び水素は陰極に出で來る。



イオン説によれば、電解質の溶液にありては其の分子の一部は陰又は陽の電氣を帶ぶる原子或は原子團に分解せるものにして、これを電離と稱す。又電氣を帶ぶる原子或は原子團をイオンと名づけ、陽電氣を帶ぶるものを陽イオン、陰電氣を帶ぶるものを陰イオンといふ。然るに電解質は全體として外部に帶電の現象を現はさざるが故、その中に存在する陽イオンの電氣量と陰イオンの電氣量とは相等しかるべし。前記の稀硫酸にありては、硫酸分子の一部は陽電氣を帶ぶる水素原子即ちHイオンと、陰電氣を帶ぶる硫酸根即ちSO₄イオンとに電離せり。これを次の如くして表はす。



さて白金板を電池に連結すれば陽極は陰イオンなるSO₄²⁻を引きて陽イオンなるH⁺を斥け、陰極はH⁺を引き

てSO₄²⁻を斥く。故にHは陰極に向つて進行し之れに觸れて放電し、普通の水素瓦斯となり、又SO₄²⁻は陽極に向ひて進み之れに觸れて放電し、電氣を帶びざるSO₄となるや直ちに周圍の水に作用して硫酸と酸素とを生ずるなり。

195. ファラデーの定律 ファラデーは電解につきて次の如き定律を公にせり。即ち、

(I) 電解によりて兩極に析出せらるる物質の量は、電流の強さと、電流を通せし時間との相乗積(即ち電解に用ひたる電氣量)に正比例す。

(II) 同じ電氣量によりて析出せらるる種々の物質の量は、其の化學當量に正比例す。

一アンペアの電流によりて一秒間に析出せらるる銀の量は實驗上 0.001118 瓦なり。故に化學當量 q なる物質が C アンペアの電流によりて t 秒間に析出せらるる質量を M 瓦とすれば

$$M = 0.001118 \times \frac{q}{107.9} \times Ct$$

問題(-) 硝酸銀溶

液に 10 分間電流

を通じたるに、陰

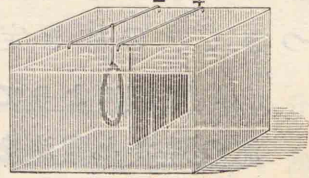
	原子量	原子價	化學當量
水素	1.008	1	1.008
酸素	16.0	2	8.0
鹽素	35.5	1	35.5
銅	63.6	2	31.8
銀	107.9	1	107.9

* 化學當量とは原子量を原子價にて除したる商なり。

極に析出せられたる銀の量は3.354瓦なりしといふ、電流の強さ何アンペアなるか。

196. 電氣分解の應用 電氣分解は電鍍・電鑄・電氣冶金等に應用せらる。

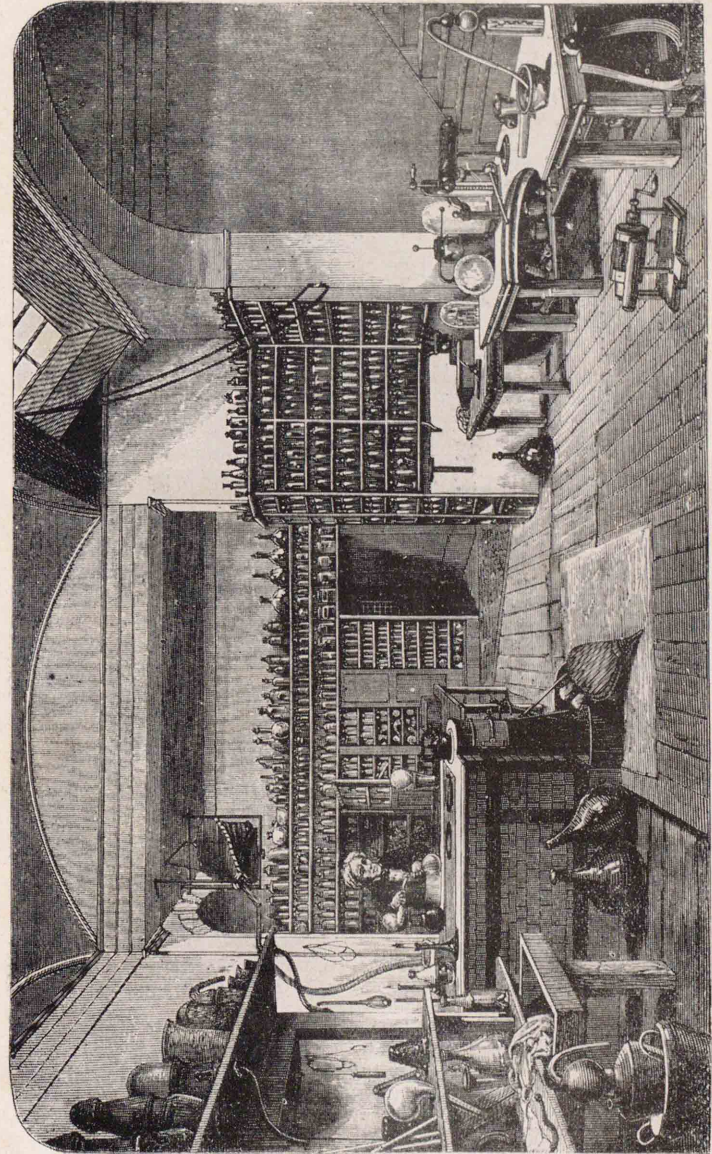
電鍍 は陰極に鍍金すべき金屬を置いて、適當なる液に浸し、陽極に用ひたる金屬をその表面に被覆せしむる方法なり。



電鑄 は蠟又は石膏にて木版或は彫刻の型を取り、これに石墨を塗りて電氣の導體となしたるものを陰極とし、電解によりて其の上に銅を厚く附着せしめて銅板即ち**電氣版**を得る方法なり。

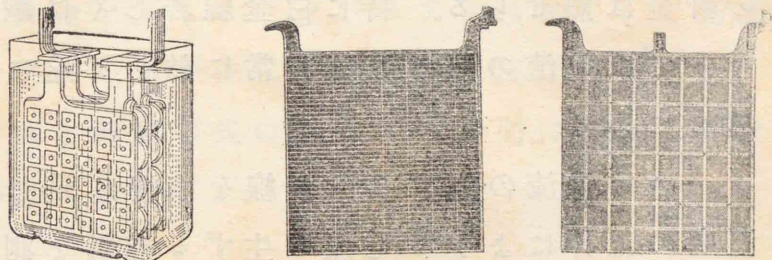
電氣冶金 は電解によりて金屬化合物の溶液若しくは熔融液より金屬を陰極に析出せしめて精製する方法なり。

197. 蓄電池 格子形の鉛板に酸化鉛を填めたるものを稀硫酸中に浸し、一つ置きに連結し、これを兩極として他より電流を通ずれば、電解起りて陰極は海綿狀の鉛となり、陽極は過酸化鉛とな



室 其 一 と ー デ ザ 質 驗

りて、電氣は茲に貯蓄せらる。次にこの兩極を針金にて結べば、前と反對の方向に流るる電流を生じて電池となる。故に蓄電池といふ。されど此

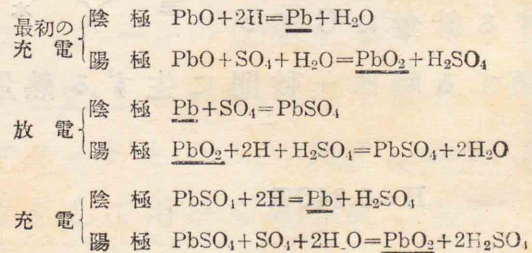


蓄電池

陽極板

陰極板

の電流は兩極板が共に硫酸鉛にて蔽はるるに至りて止む。依て再び外より電流を通ずれば以前の狀態に回復し、蓄電池はこの方法を繰り返して幾回となく使用せらる。蓄電池を電池として使用することを放電といひ、外より電流を通じてこれに電氣を貯ふることを充電といふ。



フアラデー Faraday.

ミケル・フアラデー。1791年9月21日生れ、英國鍛冶職の子にして製本業を學びしも、其閑に科學を獨習して化學者デビーの助手となり、終に其後任として王立協會の教授となる。

四十歳の頃より自己の天職が科學の發見にあることを確信し、化學分析等の内職をやめ、宴會の如きも一切出席せざることとし、一意研究に従事し、電氣感應、電氣分解、磁氣の光に對する作用等大發見に次ぐに大發見を以てす。又電磁氣の學說、電波の存在につきても述ぶる所あり。論文集に電氣實驗研究三卷、物理及び化學の實驗研究一卷あり。

晩年名聲世界に轟き、名譽學位・賞牌を得ること九十有餘に及ぶ。1867年8月25日死す。

圖に示すは王立協會内の實驗室に於けるフアラデーにして、其大發見をなせしは此の實驗室に於てなり

第七章 電流の熱作用

198. ジュールの定律 針金に電流を通ずれば其の針金は熱せらる。特に白金線若しくは鐵線にありては電流の強きとき非常に熱して遂に光を放つに至る。

ジュールは電流の通ずる白金線を水中に浸し、水の温度の上昇によりて、電流の生ずる熱量を測定し、次の定律を得たり。

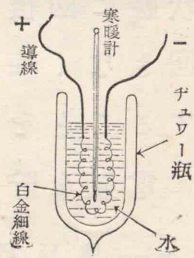
単位時間内に輪道の一部に生ずる熱量は、其の部の

抵抗と電流の強さの自乗との相乗積に正比例す。

實驗の結果によれば、抵抗一オームの針金に一アンペアの電流を通じて一秒間に生ずる熱量は0.24 カロリーなり。故にRオームの抵抗を有する針金にCアンペアの電流を通ずる時は一秒間に生ずる熱量Hカロリーは

$$H = 0.24C^2R$$

なり。



199. 電流の工率 水流が種々の仕事をなすと同様に電流も亦種々の仕事をなし、その量は電流の生ずる熱量によりて知ることが得べし。即ち針金を流るる電流がCアンペアにして兩端の電圧がEボルトならば、その抵抗は $R = \frac{E}{C}$ にして、これを前節の式に入れて、一秒間に生ずる熱量を計算すれば

$$H = 0.24CE$$

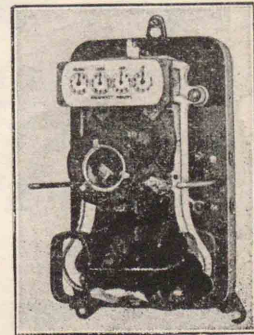
となる。

然るに一カロリーの熱量は 4.19×10^7 エルグの仕事に相當する故に、Hカロリーに相當する仕事Wは

$$W = H \times 4.19 \times 10^7 = CE \times 10^7 \text{ エルグ} = CE_{\text{ジュール}}$$

なり。

即ち一ボルトの電圧の下に一アンペアの電流を通ずる時一秒間に一ジュールの仕事をなす。これを 一ワット といひ、その千倍を一キロワット*といふ。共に工率の單位として用ひらる。故に電壓



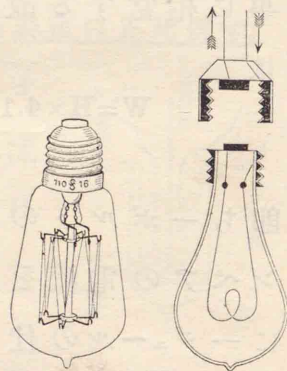
ワット時メーター 蓋を取りし所を示す

*746ワットは英制の一馬力に當る、従ひて1キロワットは約3/4馬力に當る。

Eボルト,電流の強さCアンペアのときは其の工率 $はCE$ ワットなり。又一キロワットの工率にて一時間になす仕事を 一キロワット時 といひ,工業上に於て普通用ふる仕事の單位とす。

200. 白熱電燈 電燈に白熱燈及び弧燈の二種あり。白熱燈は硝子球内に炭素又はタングステンの如き繊條を封入し球内の空気を排除したるものにして,繊條に電流を通ずれば白熱して強き光を發す。球内の空気を排除するは繊條が酸化することを防ぐためなり。

炭素電球を點ずるには一燭光につき約3.5ワットの工率を要すれども*,タングステン電球にありては約1.2ワットを要するに過ぎず。これによりて後者が遙に前者に優るを知るべし。白熱燈の壽命は約一千時間なり。

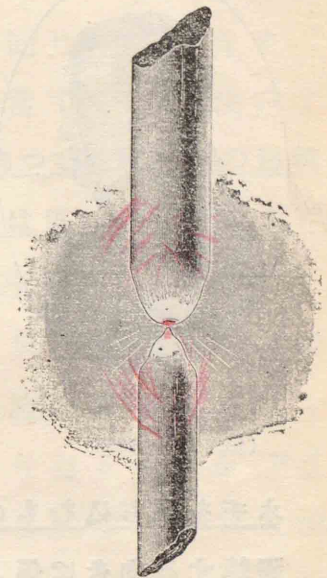


タングステン電球 炭素電球

201. 弧燈 二個の炭素棒の兩端を接觸して

* 炭素電球を長く使用する時は一燭光につき5ワットをも要するに至る。

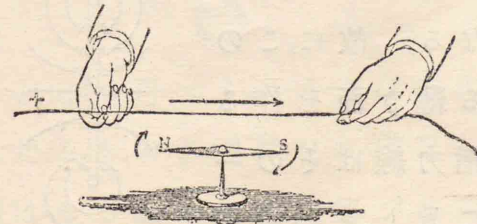
強き電流を通じたる後少しく引き離せば,火花は弧狀をなして其の間隙を飛び強き光を放つ。これを 弧燈 といふ。されど陽極となれる炭素棒の端は漸次凹形となり,陰極の端は凸形となりて,漸次に消耗す。かくて棒の間隙の増すときは弧燈も遂に消ゆべきを以て,その間隙を一定に保つため特に自動調整器を附す。弧燈は一燭光につき僅かに一ワットの工率を要するに過ぎず。



弧燈

第八章 電流の磁氣作用

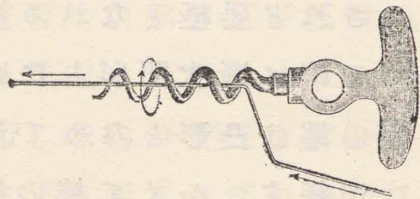
202. 電流の磁石に及ぼす作用 電流の通ずる針金を磁針の近くに置けば,磁針は一方に偏すべく,更に電流の方向を反





アンペア
(佛. 1775-1836)

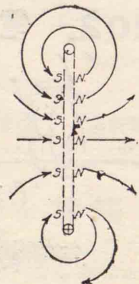
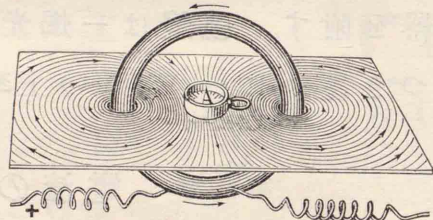
對にすれば磁針もまた反對の向きに偏る。電流と磁石との關係につきては次の定律あり。



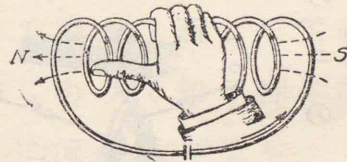
電流の流るる方向に進む様にネヂを撰ち込むものと考ふれば、磁針の北極はネヂの廻轉する向きに偏よる。これをアンペアの定律といふ。

いふ。

203. コイル 電流を通ずる針金にて環を作り、その周圍に起る磁場を検すれば、指力線は圖に示すが如きものとなる。故に、この環にて界ひせらるる薄き面を作るものと假想すれば、指力線はその一面より出でて他面に入り、その兩面

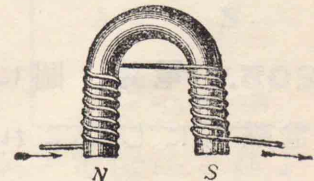
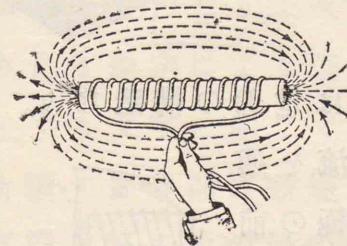


は恰も磁石の兩極たるの觀を呈すべし。即ち針金にて作れる扁平なる磁石と同じ作用を有す。その兩面が南北何れの極に相當するかを決定するには次の規則による。環に向つて時計の針の廻轉の向きに電流の流るとき、其の面は南極にして、これに反對の向きに流るとき其の面は北極なり。



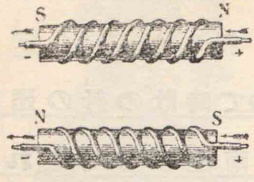
針金を只一回環に巻く代りに螺旋狀に幾回となく巻きつけたるものを コイル といふ。コイルに電流

を通ずれば一個の棒磁石の如く作用す。何となれば、針金の一と廻り毎に作れる環を扁平なる磁



石と考へ得べく、コイルは此の扁平なる磁石を重ねたるものと同じなればなり。コイルの兩端に顯はるる磁極の南北何づれなるかは次の如くに

しても判定することを得。

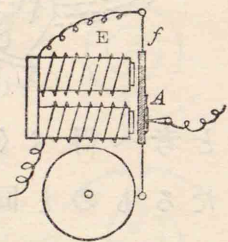


ネヂをコイル内に挿入し、此の柄を電流の方向に振り廻すときは、ネヂの進む方向にある端は北極なり。

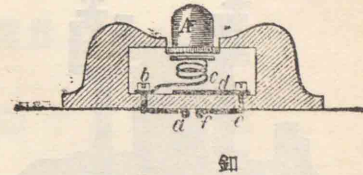
204. 電磁石 絹絲にて絶縁せる針金を軟鐵棒に幾回も捲きつけたるものを電磁石といふ。電磁石はコイル内に軟鐵を入れたるものに外ならざれば、針金に電流を通ずれば軟鐵は磁石となり、電流を断てば復た其の磁性を失ふ。



205. 電鈴 圖に示すは電鈴の構造なり。Eは電磁石にして、これに電流を通ずれば磁石となりて其の極の前方にある鐵片fを吸ひ、これがため鋼鐵板Aはネヂの尖端より離れて電流は切らる。ここに於て



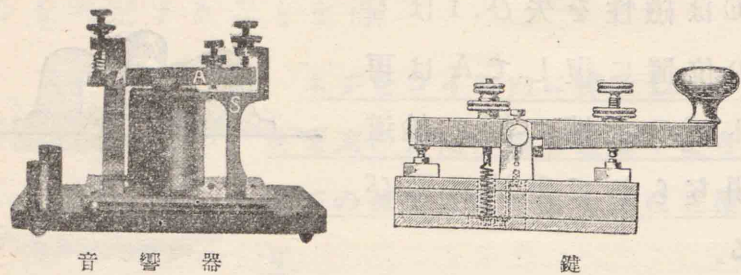
か、Eは磁性を失ひ、fはもとの位置に復してAは再びネヂの尖端に觸れ、輪道は閉ぢられて電流は再び流る。



かく、fが往復して運動すれば、fに固定せる槌は鈴を打ち、鈴は電流が電磁石に来れる間は連続して鳴る。而して電磁石を通ずる電流は釘に連結しありて釘を押す間輪道は閉ぢて電流は電磁石に流れ來るなり

206. 電信機 電信機の發信装置は鑿にして、挺子の作用によりて電流を断續するものなり。又豫め定めたる規定により通信せんとする文字に應じて電流を断續する時間に長短を作る。電流はこれより架空線を経て他の局の受信機に流れ入る。此のときの受信機の電磁石は磁性を生じて、鐵片を吸引し、鐵片の一端は臺を叩きて音を生ず。電流の流れ來る時間の長短によりて電磁石が鐵片を吸

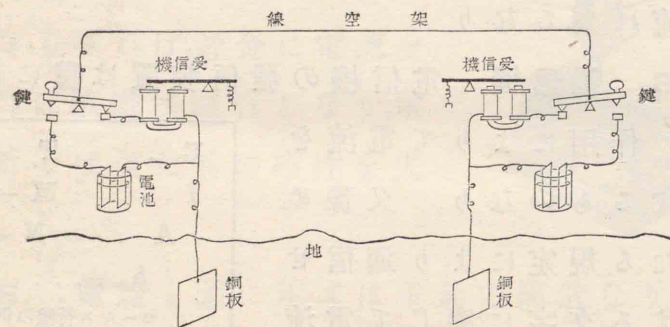
E .	T —
I . .	M — —
A . . —	N — .
5	
モールス符號の例	



音響器

鐘

引する時間に長短を生じ、従ひて鐵片の臺を叩く音に異りあり。この音によりて受信す。又鐵片の末端にインキを附け、電流の流れ來る時間の長短によりて紙上に點又は線を書き様になせるあ



り。點又は線の配列の模様によりて受信す。

通信距離遠くなるときは、發信局より流れ來る電流は微弱にして、受信装置を完全に働かしむること能はず。故に受信器を局に備へたる電池の輪道内に入れ置き、發信局より來る弱き電流は小

き電磁石に働きて上記の輪道をただ開閉せしむるに用ふ。この装置を繼電器といふ。

第九章 電流に關する測定器

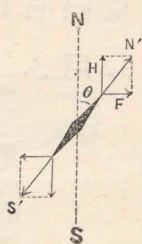
207. 正切電流計 實驗の結果によれば、電流の周圍に生ずる磁場の強さは、其の電流の強さに正比例す。故に磁力の強さを比較して、その磁場を生ずる電流の強さを知り得べし。

圖に示せるは 正切電流計 にして環狀コイルの中心に小磁針を置き、その周圍に度盛を施せるものなり。今磁針(即ち地球磁力の方向)を含む様にコイルの面を置いて、コイルに電流を通ずれば、磁針は廻轉してコイルに生ぜし磁力と地球磁力の水平分力との合力の方向を指す。磁針の廻轉せし角を θ とし、コイルの磁力を F 、地球磁力の水平分力を H とすれば、

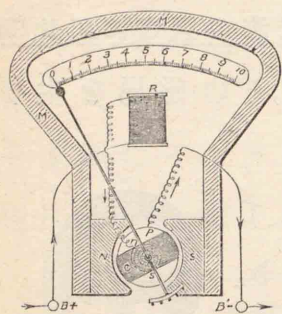


$$\frac{F}{H} = \tan \theta \quad \therefore \quad F = H \tan \theta$$

一定の場所に於てはHの値は變ぜざるが故に、角θを測定すれば、磁力Fを知るべく、従つて電流の強さを求め得べし。



208. アンペア計 アンペア計は工



業上に用ひらるる電流計なり。磁石の兩極間にコイルを置き、これに測らんとする電流を通ずればコイルは磁性を生じ、磁石の働きを受けて廻轉す。この廻轉を指針にて讀みて電流

の強さを知る。

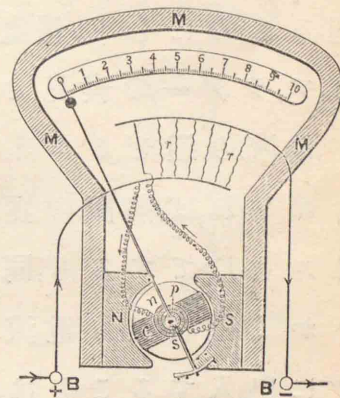
圖に於てN,Sは磁石の兩極にして、軟鐵の圓柱に巻きたるコイルCは紙面に直角なる軸を有し、常にはゼンマイPのために一定の位置を保てども、コイルに電流の通ずる時は軟鐵に磁性を生じ、磁石N,Sに働かれて廻轉し、軸に固定せる指針を動かす。指針の示す度盛によりて電流の強さを知るなり。

209. ボルト計 電流計に抵抗大なるコイル

を用ふれば、電壓を測ることを得。電壓を測らんとする針金の兩端に電流計を連結すれば、コイルの抵抗大なるためその中を流るる電流は極めて小にして、針金を流るる電流には殆ど影響なし。コイルの抵抗をRとし、その中を流るる極めて小なる電流をCとし、その兩端の電壓をEとすれば、オームの定律によりて

$$E = RC$$

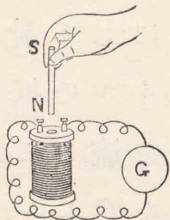
然るにRは一定なるが故、Cを求むればRC即ちEを求め得べし。さればEに相當する目盛を設け置きて直ちに電壓を知り得るやうにせり。かくの如き器械を **ボルト計** といふ。



第十章 感 應 電 流

210. 感應電流 鋭敏なる電流計にコイルの兩端を連結し、そのコイル内に棒磁石を急に挿入するときは、電流計の指針は俄然一方に偏して、コ

イルに電流の生じたることを示す。次に挿入したる磁石を急に引き出すときは、前と反対の方向に指針の偏するを見るべし。これ前と反対の方向に電流の生じたることを示すものなり。是等の電流は皆一時的に起るものにして、感應電流と稱せられ、フレデーの發見せる所なり。



電流の通ぜるコイルは磁石と同じ作用をなすものなれば、前記の實驗に於て、磁石に代ふるにコイルを以てするも、同じ結果を得べし。

かく磁石又は電流の通ぜるコイルを、他のコイルに出入することは、結局そのコイルの在る所の磁場を變ずることによらず。故に感應電流はコイルの在る所の磁場に變化あるとき生じ、この變化の止むと共に消滅し、且つ其の磁場の磁力が増加するときと、減少するときとによりて其の方向は相反す。

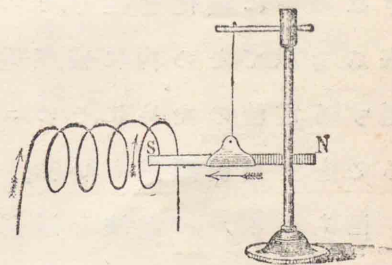
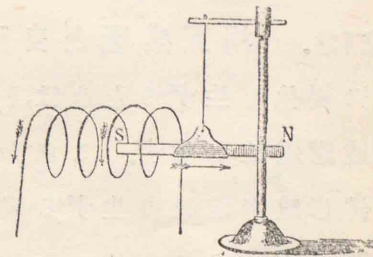
211. レンツの定律 レンツは感應電流の方向と、これを起す磁石の運動との關係につきて、次の定律を公にせり。

感應電流は、これを生ずる磁石の運動を妨げんとす

るが如き方向に起る。

故に磁石の南極をコイルの一端に近づけんとするとき、コイルに生ずる感應電流は其の端に南極を生じて磁石の近づくを妨ぐるが如きもの、これに反して磁石を遠ざけんとするときは其の端に北極を生じて磁石

の遠ざかるを妨ぐるが如きものなり。而してコイルの一端が初めの場合の如く南極となり、又次の場合の如く北極となるために、コイルに生ずべき電流の方向は前の定律(204節)によつて知り得べく、従ひて磁石の運動と感應電流の方向との關係をも知り得べし。



感應電流が磁石の運動を妨ぐるにも關はらず、磁石を動すには、外より仕事を加ふることを要す。

實に、その際外より加へたる仕事が變じて感應電流のエネルギーとなるなり。

212. 感應電流の動電力 實驗の結果によれば、感應電流の動電力はコイルの在る所の磁場の變化が急激なるほど大に、又コイルの巻き數及び切口の大なるほど大なり。

213. 相互感應と自己感應 コイルに通ずる電流に變化を生ずるときは、その磁場内に在る他のコイルに感應電流を生ず。これを相互感應といふ。

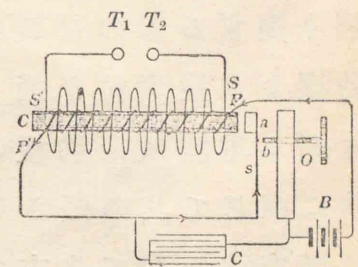
併し感應電流の生ずる處は必ずしも他のコイルたるを要せず。或るコイルを流るる電流に變化を生ずるときは磁場に變化を生じ、そのコイル自身も亦その磁場に在るを以て、その内に感應電流を生ず。かくコイル内を通ずる電流のために、そのコイル自身に感應電流を生ずることを自己感應といふ。

即ちコイルに電流を通じたる瞬間には、この電流と反對の方向を有する感應電流起り、電流を斷ちたる瞬間には之れと同方向の電流起る。故に前の場合の電流は弱く、後の場合の電流は強く、この強弱はコイルの電流を斷續する時に發する火花の大小によりて檢し得べし。

214. 感應コイル 感應によりて動電力大なる

る感應電流を得る装置を感應コイルといふ。數本の軟鐵を束ね、その周圍に稍、太き絶縁せる銅線を數回巻きつけ、更にその外圍に充分絶縁せる銅の細線を數千回巻きつけたるものにして、初めの太き線を第一コイルといひ、次の細き線を第二コイル

といふ。第二コイルの針金の兩端は火花路 $T_1 T_2$ に連結し、第一コイルの針金の兩端は斷續器に連結す。



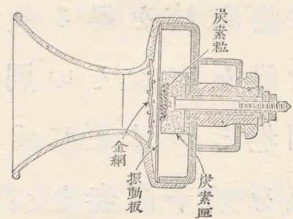
斷續器の構造は種々あるも、その一つは電鈴の斷續器に類す。即ち第一コイル内の軟鐵心の磁力の變化によりて、軟鐵片 a を振動せしめて電流を斷續するなり。かく第一コイルの電流が斷續せらるる毎に、第二コイルには感應電流を生じ、且つ第二コイルの針金は巻き數大なる故、その動電力は極めて大にして、火花路の電壓は數萬ボルトに及びて遂に火花を發するに至るなり。

215. 電話器 電話器は送話器と受話器とより成る。送話器には薄き炭素板ありて談話に應

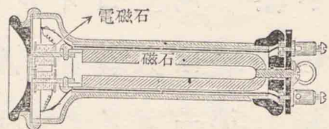
じて振動し振動板と云はる。これに接する炭素函には炭素の細粒を納む。炭素細粒の電気抵抗は微弱なる振動によりても著しく變ずるものなれば、振動板より炭素粒を通りて流るる電流は振動板の振動に應じて其の強さを變じ、架空線を経て先方の受話器に達す。

受話器は馬蹄形或は棒狀の磁石の極にコイルを附し、その前に薄き軟鐵板を置きたるものにして、送話器より來る電流の變化に應じて、コイルの磁力に強弱を生じ、従つて軟鐵板を吸引する力に變化を生じてこれを振動せしむ。かくて送話器に入りたる音を受話器に再生せしむ。實際通話に用ふる連結の有様は圖に示すが如し。

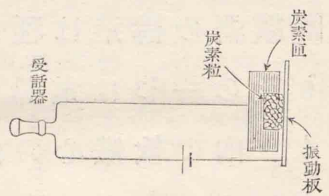
216. 發電機(ダイナモ) 發電機は機械的エネ



送話器

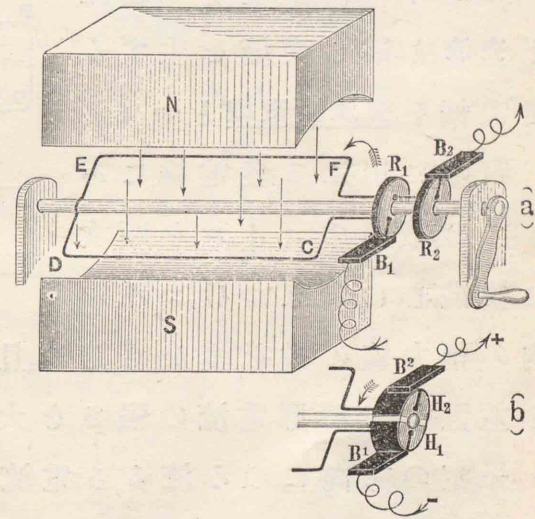


受話器



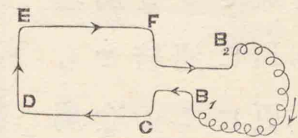
連結の模様

ルギーを電流のエネルギーに變ずる装置なり。強き磁場を作るために場磁石と稱する電磁石を置き、その磁場に於て、鼓狀をなせる軟鐵心の周りに絶縁せる針金を巻きつけたるコイルを廻轉して、これに感應電流を生ぜしむ。このコイルを發電子と稱し、その兩端は廻轉軸に固定し且つ互に絶縁せる金屬環 R_1, R_2 に連結せられ、更にこの金屬環には銅製の刷子 B_1, B_2 を接觸すること(a)圖に示すが如し。

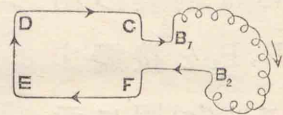


コイル内にある指力線の數は其の面が場磁石の指力線の方向と直角をなす時に最も多く、これよりコイルの廻轉するに従ひて次第に減ず。故にコイルに生ずる感應電流はレンツの定律によりてコイル内の磁力の増加するが如き方向即ち

CD, DE, EF の方向にありて B_1, B_2 を導線にて連結すれば B_2 より B_1 に向ひて流る。コイルが半廻轉の後、裏返しになる時は E と D, F と C とは位置を交換する故、電流は FE, ED, DC の方向に流れ、従ひて外部の導線にて B_1 より B_2 に向ひて流る。引き續きて發電子の半廻轉する毎に電流は向きを變ず。かく方向の變ずる電流を交流と稱し、交流を生ずる發電機を交流發電機といふ。



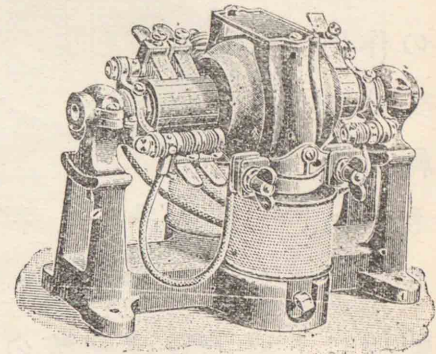
實際に用ふる發電機にありては、數多の coils を順次に軟鐵心に巻きつけ、コイル内の指力線の數を多からしめ、且つ數個の場磁石を並置して感應電流の強さを大ならしむ。



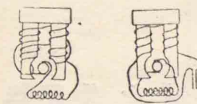
一定の方向にのみ流るる電流を直流といひ、直流を生ぜしむる發電機を直流發電機といふ。直流發電機にありては、コイルの兩端を別々の金屬環に連結せずして、(b)圖に示すが如く、互に絶縁したる半圓筒 H_1, H_2 に連ね、コイルの半廻轉する毎に刷子 B_1, B_2 を交互に H_1, H_2 に接觸せしむ。かくの如く

H_1, H_2 は電流の方向を一定ならしむるものなれば整流子と呼ぶる。

實際に用ひらるる直流發電機にありては、金屬の圓筒をコイルの數に應じて等分し、各片を互に絶縁し、廻轉軸に固定せるものを整流子として用ふ。

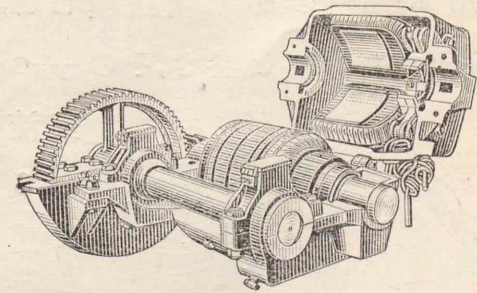


直流發電機



場磁石は通例電磁石にして、發電子に生じたる電流の一部をこれに通ずることあり。發電機に生ずる電流の強さは、その場磁石の強くしてコイルの廻轉の速き時大なり。

217. 電動機(モートル) 電動機は發電機を逆に使用したるものにして、發電子に外より電

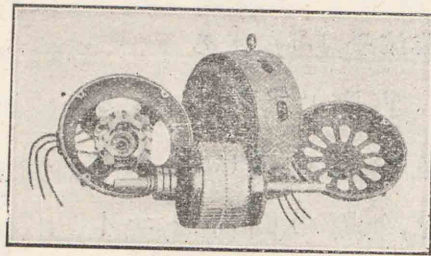


電車の發動機 場磁石の極四つあり。上半を開きたる所を示す。

流を送り
入れ、場磁
石の作用
を受けて
廻轉せし
むるもの



扇風機



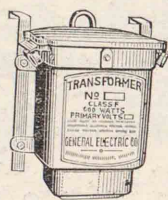
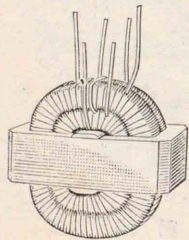
交流電動機を分解したる所を示す。

なり。この場合に發電子を特に **電動子** と名づく。
電動機にも直流及び交流の兩種あり。

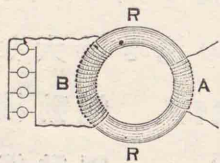
電動機は電気エネルギーを變じて機械的エネ
ルギーとなす装置なれば、電車・扇風機・其他工場の
動力機として用途極めて廣し。

218. 變壓器 電壓を變化する装置を **變壓器**
といふ。交流の電壓を或は高くし、或は低くする
に用ふ。圖の如く軟鐵環に A, B

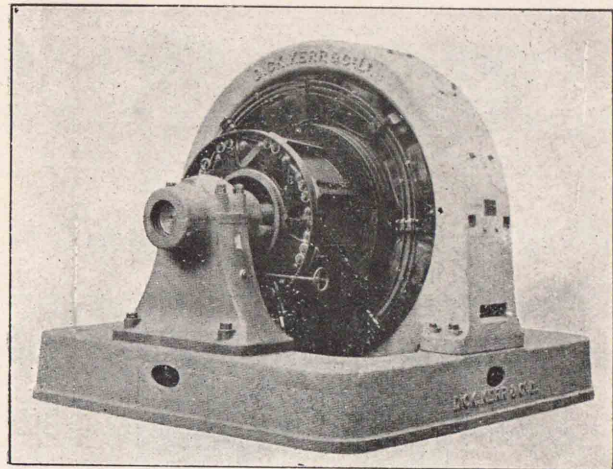
二組のコイルを巻き、その一つに



變 壓 器

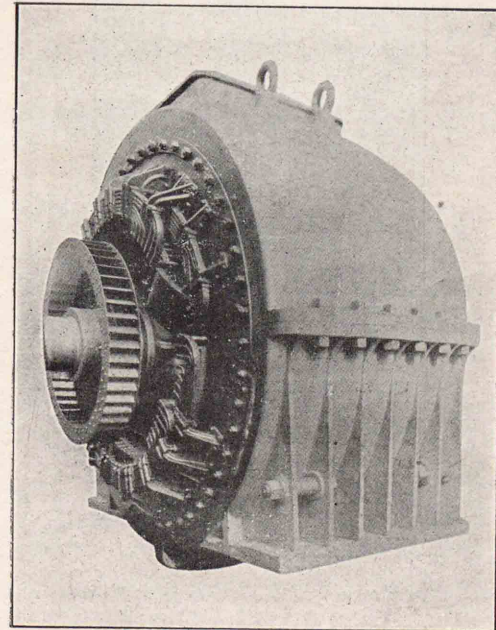


交流を
送るときは、他のコイル
に感應電流を誘發し、卷
き數多きコイルの方高
壓となる。されば A に



直 流 發 電 機

此の直流發電機は八極を有し、廻轉數は毎分 330 にして、700 キロワット
を生ず。動力力は 500 乃至 625 ボルト、電流の強さは 1330 アンペアなり。

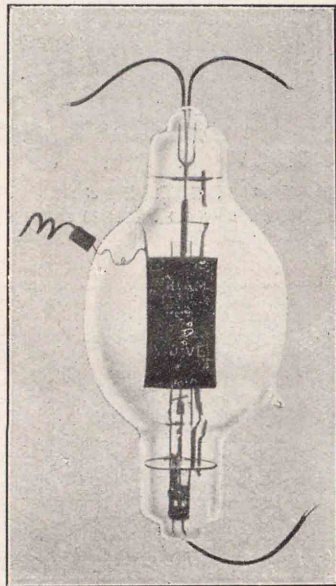
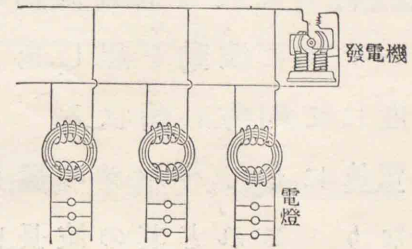


交 流 發 電 機

四極を有する三相交流發電機にして、廻轉數は毎
分 750 なり。8000 キロボルト・アンペアを生ず。

低壓の交流を送れば B には高壓の交流を生じ、又若し B に高壓の交流を送れば A に低壓の交流を生ず。

219. 電力輸送 甲地より乙地に向ひて電流としてエネルギーを送るを **電力輸送** といふ。發電所にて水力又は火力によりて發電機を廻轉して電流を生じ、これを變壓器によりて數千乃至數萬ボルトの高壓となし*、碍子にて良く絶縁したる針金によりて遠地に送り、その地に達したる後、再び變壓器によりて、これを百ボルト位の低壓に變じ、點燈その他の目的に用ふ。



三極真空管
三個の電極を有する真空管にして無線電信に於ける送波器として用ひらる。

第十一章 電氣振動・無線電信

220. 電氣振動 交流に於て電流の方向の變化非常に迅速なるときは、これを **電氣振動** といふ。

* 一度高壓となすは電流のエネルギーが熱のエネルギーとなりて浪費するを少くすると共に、針金を細くして其の經費を安からしむる爲めなり。

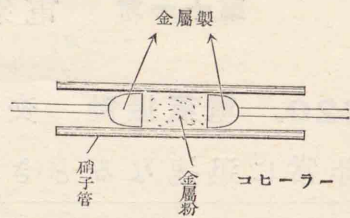
されど電氣振動を起すには火花放電を用ふること多し。蓄電せるライデン瓶を放電又にて放電するとき發する火花は單に一回飛ぶが如く見ゆるも、實は電氣振動起りて多くの火花が連続して飛ぶものなり。その數毎秒數百萬回の多きに及ぶものなり。

221. 電波 電氣振動の生ずるときは、周圍のエーテルに波動を起し、光と同じ速度にて四方に傳はる。これ即ち電波にして、ヘルツの發見する所なり。されど其の波長は光波に比して極めて大にして、無線電信に用ふるものは六百米及び三百米の二種なり。



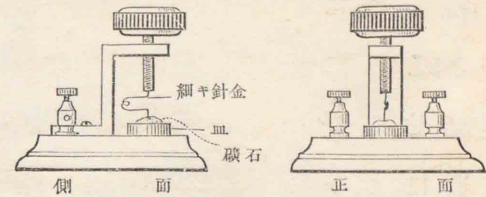
ヘルツ
(獨. 1857—1894.)

222. 電氣共鳴と檢波器 電波が導體にあたる時は、共鳴の理によりてその導體に電氣振動を誘起することあり。故に誘起せられたる振動によりて、逆に電波の到來せしことを知り得べし。こ



の装置を檢波器と稱す。

檢波器は無線電信の發達と共に進歩せり。歴史的に有名なるものにブランリーの創作にかかり、マルコニーこれを改良して、始めて無線電信に用ひたる **コヒーラ**



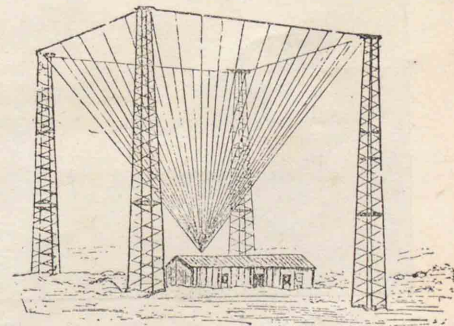
鑽石檢波器

ニあり。又紅亞鉛礦と黃銅礦とを接觸せしめたる鳥潟式の **鑽石檢波器** あり。

最近鋭敏なるを以て有名なる **オーヂラン** と稱する **眞空球檢波器** あり。

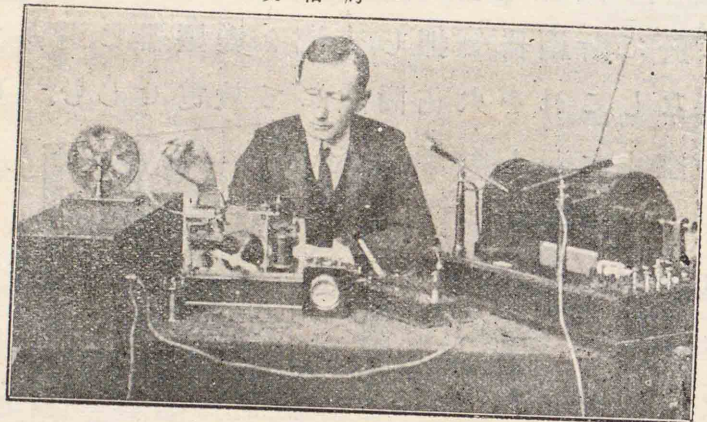
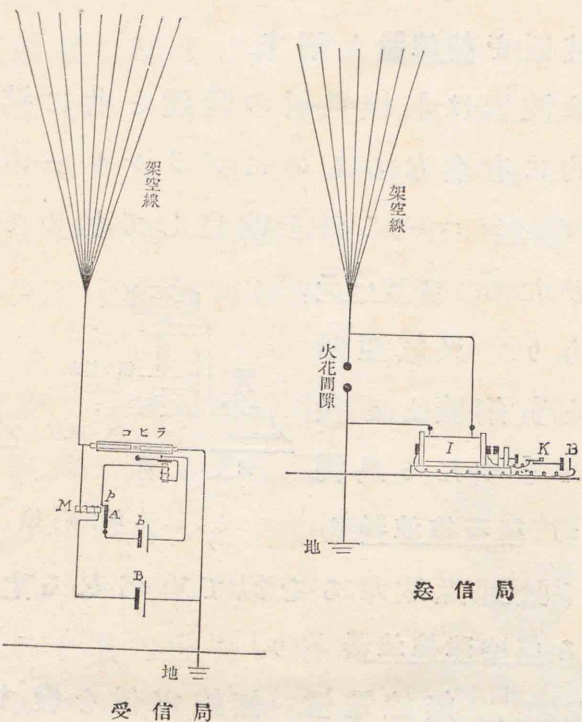
223. 無線電信 無線電信を發するには、發信局に於て斷續器を押し、交流を變壓器に送りて高壓となし、これを火花間隙にて放電せしむ。更に

高く空中に吊したる架空線に振動を誘起せしめて、電波を四方に出さしむ。かくして送り出されたる電波は受信

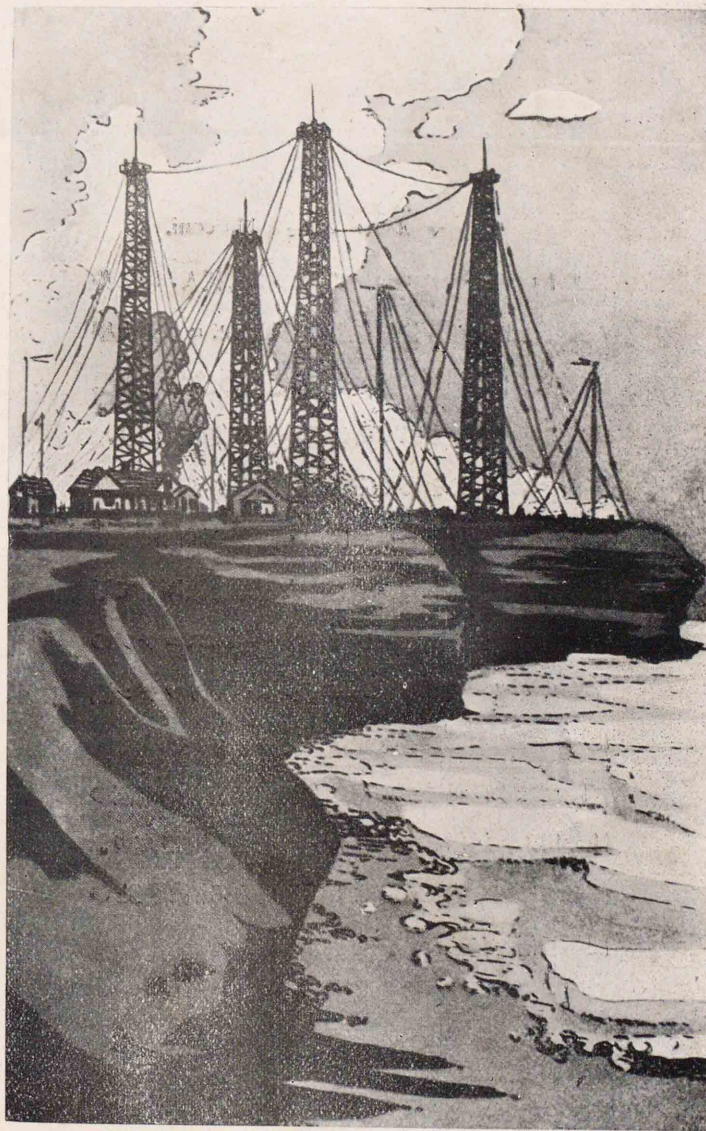


無線電信局

局の架空線にあたりて共鳴的に電気振動を生じ、検波器に働き、これに連結せる受信器によりて音響となり受信者の耳に感ぜらるるなり。



マルコニコ
(伊. 1874—)

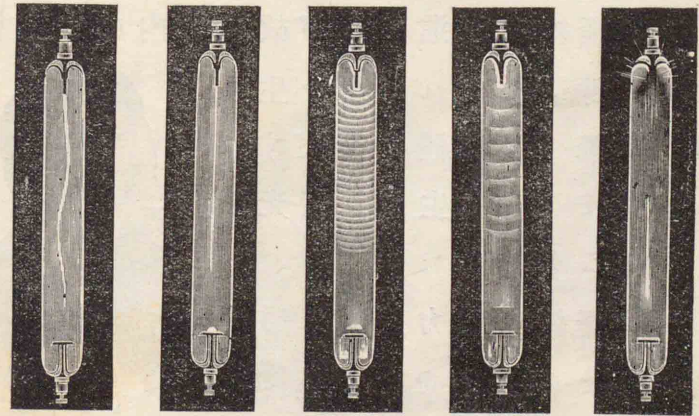


カナダのノーバ・スコチアに於ける
大西洋横断の無線電信局

第十二章 真空放電・X線及び放射能

224. 真空放電 二物體間に起る火花放電は普通の氣壓に於ては電壓の大なるときにのみ起り、火花は線狀をなす。されど氣壓の減ずると共に種々の現象を呈す。

今硝子管内に或る氣體を入れ、その氣壓を次第に減じつつ白金の電極間に火花放電を起さしむれば、先づ線狀の火花は變じて鱗片狀となり、陰極の前面に陰極光を生じ、暗黒部を隔てて更に陽極光と稱する光輝部を生ず。この陽極光は氣體の種類によりて特有の色を現はし、スペクトル分析に



真空管放電。右に順次氣壓の減じたるものを示す。

マルコニー Marconi.

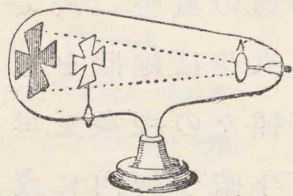
グイレルモ・マルコニーの父は伊太利人、母は英人。明治七年四月廿五日生れ。伊國ボロギナ大學に學び、引き続き自宅にて無線電信の研究をなし、成功に近づけるを以て明治二十九年英國に渡り、ブリースの助力を得て完成し、同三十年には無線電信會社を作り、翌年には英・佛間の通信に成功し、同三十四年には英・米間に大西洋を横斷して通信し、同四十三年よりカナダのノーバスコチアのグラス・ペーと英國アイルランドのクリフデン間に一般公衆の通信をなすに至れり。

圖に示すはカナダの局にして、送信・受信別個の柱を用ふ。通信料一字八ペンス(約三十錢)なり。

我國にても大正五年より船橋局と米國桑港との間の通信を始めたり。

用ひ得べし。かくの如く色を帯びたる陽極光を發する管をガイスレル管といふ。

更に氣體を排除して氣壓を減ずれば、陽極光は次第に消滅して、管内は暗黒となりたる後、管壁の螢光を放つを見るのみとなる。これ其の陰極より陰極線と稱する一種の放射線を出し、これが管壁にあたるが爲めなり。かくの如き管をクルックス管といふ。陰極線は陰電氣を帯びたる微粒の大なる速度を以て動くものにして、これを陰電子といふ。



陰極線につきては

(I) 陰極線は直進するが故に管内に十字板を立つれば、對壁にこれが影を生ず。

(II) 陰極線は物體に衝突すれば、力を及ぼし、熱を生じ、又螢光をも生ずることあり。

(III) 陰極線は電力並びに磁力によりて、その方向を曲げらる。

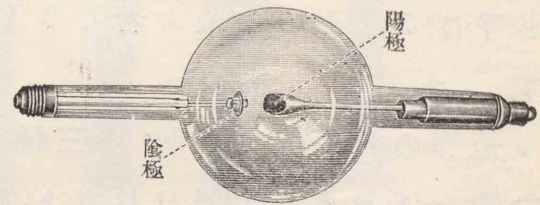
(IV) 陰極線は急にその進路を



レントゲン (獨. 1845-)

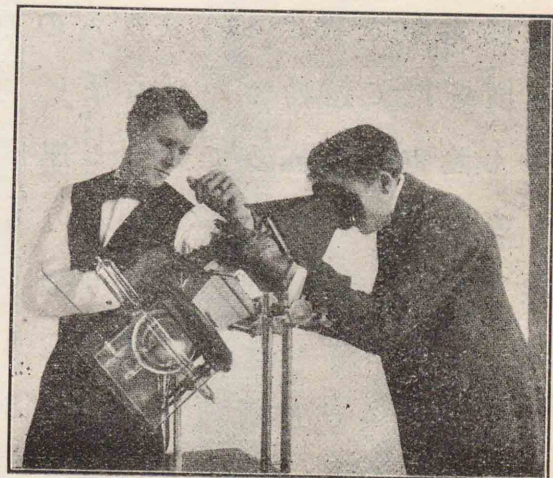
止めらるる時は X線 を出す。X線はレントゲンの發見せる眼に見えざる輻射線にして、波長の極めて短きエーテルの波動なり。

X線を出す爲めに作られたる真空管は圖に示すが如く、稍、凹形の陰極あり、これより射出する陰極線が集中する所にタングステン板ありて、陰極線はこれに衝突してX線を出す。



クーリッパのX線管。陰極にはタングステンの螺線を入れ、陽極はタングステンの板よりなる。

X線は物體を通過する力甚だ強くして、普通の光を通過せざるものも、自由に通過す。故に通過せるX線を螢光板上に受け、影の濃淡によりて物體の密度如何を窺ひ得べし。或はX線が寫眞板



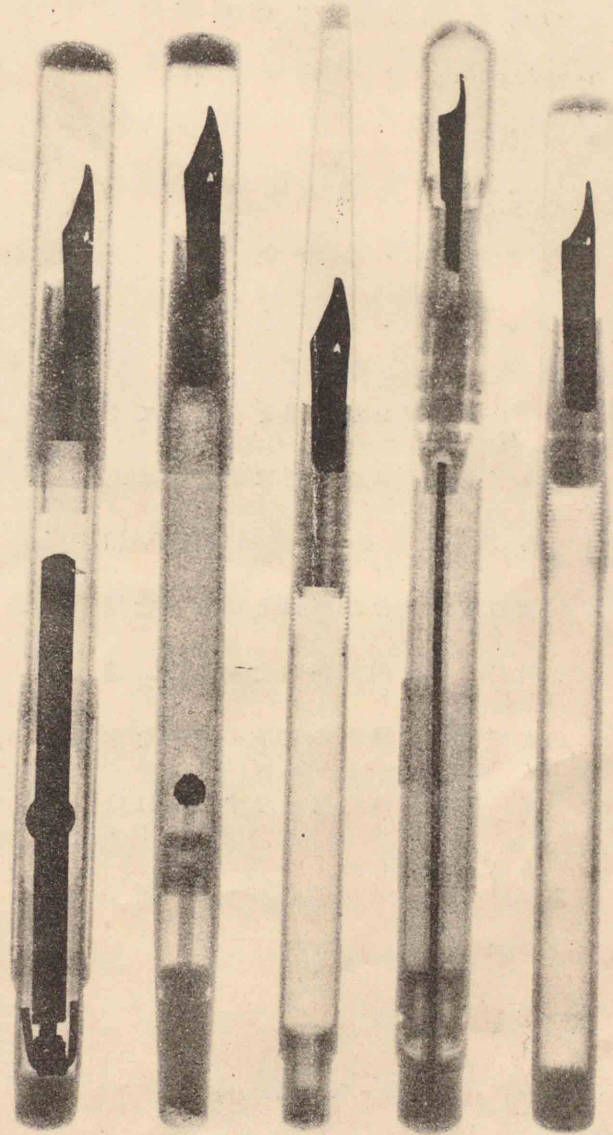
に作用することを利用して、物體を通過せる X 線を寫眞板に當てて、その物體内の模様を明かにし得べし。近來是等の事は盛んに醫術・工業等に應用せらるるに至れり。

225. 放射能 ウラニウム・トリウム及びラヂウムの如き物質は種々の放射線を出し、放射能體と呼ぶ。その中最も著しきものを ラヂウム とす。

是等の放射線は α 、 β 、 γ の三種に分たる。 α 線は物體を通過する力弱けれども、能く氣體を電離してイオンとなし、又螢光板に光を生ぜしむ。 α 線は陽電氣を帶ぶるヘリウムの原子の稍大なる速度を以て運動せるものなり。 β 線は通過力稍強く、陰電子の極めて大なる速度を以て運動せるものなり。その速度の稍小なるものは即ち陰極線なり。 γ 線は通過力最も強く、X線よりも波長の一層短きエーテルの波動なり*。

ラヂウムは放射線を出してラヂウム・エマネー

* X線の波長は約 10^{-7} 糎にして、 γ 線の波長は約 10^{-9} 糎なり。

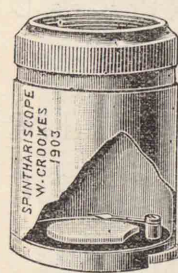


萬年筆を X 線にて撮れる寫眞

ジョンと稱する別種の元素となる。かくの如きを放射能體の變遷といふ。ラヂウム・エマネーションは瓦斯體なり。



キュリー夫人
(佛. 1864—)



ラヂウムの放射線が螢光を生ずることを示す装置に スピンスサリスコープ あり。硫化亜鉛を塗りたる板の前面にラヂウムの少量を附けたる針を立て、これを蟲眼鏡に スピンスサリスコープ して窺ふなり。"線の板に衝る度毎に星の如き輝きを生じて甚だ美なり。

第十三章 電 子 論

226. 陰電子の有する電氣量 陰極線並びに β 線が陰電氣を帯びたる微粒なることは既に述べたり。一個の陰電子の有する電氣量を測定するに、恒に同一の値を得て少しも異なることなく、且つこれよりも小なる電氣量は未だ嘗て發見せられず。この電氣量こそ電氣の基本の單位とも

レントゲンがX線を發見してより三十年。其の應用は時と共に進み 醫術にありては内臟の様子、結核の有無、骨の挫折を示し 金屬材料にては内部組織を明かにし、進んでは結晶體内の原子の配列を示す。萬年筆の内部を示す如きは最も易々たるもの。

云ふべきものにして、これより進んで分割することを得ざるものの如し。この量を e にて表はせば、種々の測定の結果次の如き値を得。

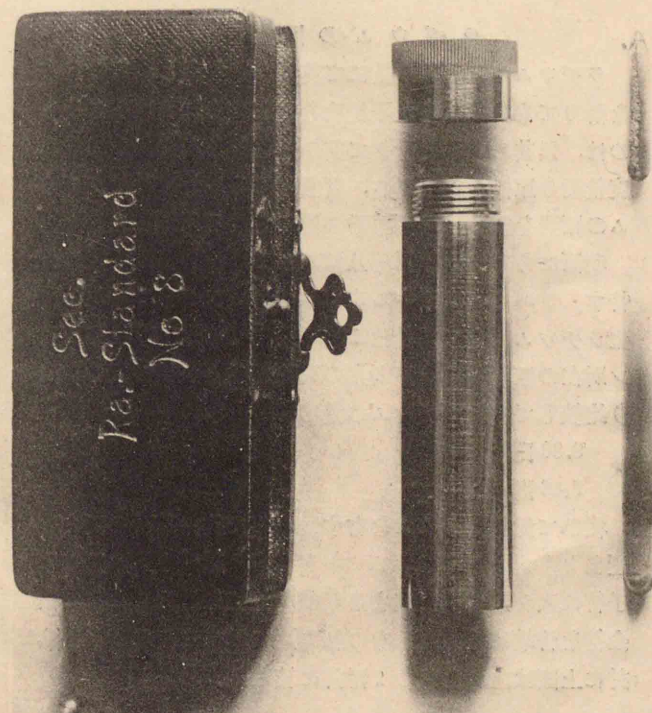
$$e = 1.59 \times 10^{-19} \text{ クーロン}$$

電気分解の際に一個の原子が有する電気量も亦上記の e に等しきか、或は e の整数倍に等しきものなり。

227. 電気を有するための質量 理論上、電気を帯びたる物体は、それが電気のエネルギーを有するがために質量を有すべしとの結論に達す。且つこの質量は普通にいふ所の質量とは稍異なりて、その速さによりて多少値を異にす。即ち速度 v のときの質量を m とし、静止せるときの質量を m_0 とし、又光の速度を c とすれば次の関係あり。

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

陰電子は電力並びに磁力の作用を受くれば、運動の方向を變ずるものにして、その方向の變化を測りて速度と質量とを知り得るものなり。實測の結果、次の如き値を得たり。



器原ウムのラ
愛知敬一著 放射能概論、(丸善株式会社)より轉載す。

陰極線にありては $v=10^9$ 乃至 10^{10} 秒・糎

β 線にありては $v=10^{10}$ 乃至 2.99×10^{10} 秒・糎

質量は速度によりて上式の如くに變ずるものとして、 m_0 を算出すれば

$$m_0 = 9 \times 10^{-28} \text{ 瓦}$$

を得て、何時も全く同一の値を得。

これ陰電子は同じ電氣量 e を有するのみならず、その靜止の場合に於ける質量も亦同一なることを示すものにして、従ひて種々の陰極線として又 β 線として顯はるる陰電子の相異は單に速度の大小にのみよるものなり。

228. 陰電子の大きさ 上の質量 m_0 を、陰電子が電氣量 e を有するがために起るものと看做せば、その大きさを算出し得べく*、即ち

$$\text{陰電子の直径} = 4 \times 10^{-10} \text{ 糎}$$

229. 一般に質量につきて 單に陰電子のみならず、普通の物體の質量と云はるるものも、實は

* 陰電子を半径 a の球と看做せば $m_0 = \frac{2}{3} a \left(\frac{\text{電氣量}}{10} \right)^2$ にて與へらる、但し此の電氣量はクーロンにて測る。又水素原子の質量は 1.66×10^{-24} 瓦、直径は 2×10^{-8} 糎なり。

ラヂウムの原器

ラヂウムの如き微量にて莫大の價を有し、且つ目方を計りても其純なるか不純物を含むやも知る可らざるものは、只其の作用を計りて其の量を知る可きのみ。之れ度量衡の原器として長さ、質量を採る以外に特にラヂウムの原器を要し、萬國原器の作られたる所以なり。

我國にあるは副原器第八號にして、東北帝國大學に保管す。ヨハイムスタール産ピッチブレンドより採れる鹽化ラヂウムにして重量は 10.26 瓦。されど 1913 年ヴィン所在の原器并に巴里所在の萬國原器と γ 線の強さにより比較して鹽化ラヂウムの量は

9.80 瓦

7.46 瓦

従ひて元素ラヂウムを有す。一年に約一萬分の四の變遷あり。之れを厚さ 0.27 糎、外徑 3.2 糎、長さ 23 糎の硝子管に入れ、管内に集まる電氣を外部に導びくために白金線を管端に入れたるもの即ち圖に示すものなり。中圖、并に上圖は之れを入る器并に箱なり。

上記の如き電気性のものなるべしと推測せらる。

且つ又質量なるものは、その物體が電氣を有するために生ずるのみならず、一般にエネルギーを有するときに生ずるものなり。即ちエネルギー E を有するときは、質量は

$$m = \frac{E}{c^2}$$

だけ増加す。勿論 c は極めて大なれば、 E が極めて大ならざる限り、これに相當する m は極めて小なり。されど光の如きものも一定のエネルギーを有するにより、一定の質量を有すべしとの結論に達す。實際、光も質量を有し、且つこの質量によりて萬有引力に働かるるなり*。

230. 陽電氣 かく陰電子なるものの存在を認めらるるに係はらず、陽電子なるものは未だ發見せられず。實際に陽電氣なるものの別に實在することは確答するを得ず、寧ろ中性の物體が陰

* 星より來る光が太陽の近傍を過ぐるときは少しく曲げらる。又アインシュタインの相對性原理によれば、物質の在る附近の空間は之れ無き空間に比して、極めて僅かなる變化を生ずるものにして、これが爲め星より來る光は太陽近くにて曲げらるるなり。此の二つの曲がりを合すれば約 (1.61 ± 0.30) 秒となり、最近に於ける日蝕の際の觀測にて確證せられたり。

電子を失ひたる場合に陽電氣を帶ぶと云はるるものの如し。陽電子の存在せざるため、陰電子を單に電子と呼ぶことあり。

231. 原子の構造 元素を週期律の順に並べたるとき、その順位を元素の番號といふ。例へば水素は一號、ヘリウムは二號、炭素は六號、酸素は八號、鐵は二十六號、金は七十九號、ウラニウムは九十二號といふが如し。

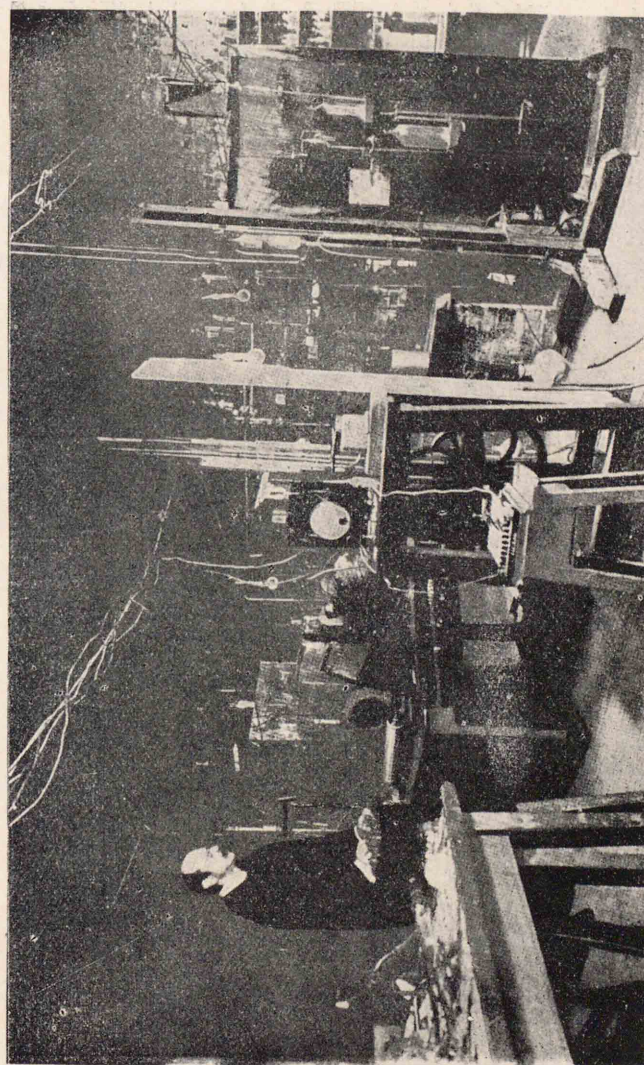
物質の原子は元素番號に相當するだけの個數の電子を有し、是等の電子は幾つかの輪にならびて廻轉す。その中央には陽電氣を帶びたる核ありて、原子全體として電氣的に中性となる。水素原子にありては、電子の數は唯だ一個にして核は非常に小なれども、ラヂウムの如き元素番號の大なる原子にありては、核は複雑なる構造を有して、その破壊するとき放射能を現はして他種の原子となる。これ元素の變遷なり。

かくの如く原子の構造は太陽系の構造に類すれども、相異の點二つあり。中心に位する核の必ずしも大ならざることと、電子が任意の軌道上を

運行するを得ざることとなり。即ち電子は定まれる幾つかの軌道の中、いづれかに沿うて運行し得るのみにして、その中間の軌道に於て運行することを得ず。電子が一つの軌道より他の軌道に移るときに光波・X線又は γ 線を輻射す*。

静止せる電子の集まるや静電気となり、金属内を移動するや電流となり、又圓周に沿ひて廻轉するや環状をなせる電流となりて磁性を示し磁石となる。その振動するや振動数の大小に従ひて或は熱線を出し、X線を出す。又集まりては物質の原子となり、分子となり、その運動は音を生じ、熱を生ず。物理学の現象は殆どすべて電子の與かる所なり。

* 電子が一つの軌道より他の軌道に移るとき發散又は吸収するエネルギーをEとし、このとき發散又は吸収せらるる輻射波の振動数を ν とすれば、 $E=h\nu$ なる關係あり。茲にhは一定の値を有す。プランクは輻射エネルギーの吸収及び發散は共に $h\nu$ の整数倍を以て行はると假定したるが後これを修正して、輻射エネルギーは如何なる分量に於ても吸収せらるるに反し、其の發散は $h\nu$ の整数倍になりたる時のみ起るとせり。 $h\nu$ 即ち E をエネルギー量子と云ふ。勿論 h の値は非常に小なれば、 ν の非常に大なる場合を除きては $h\nu$ は非常に小なり。上の假説を量子説といふ。



ケンブリッヂ大學物理学研究室に於けるタムソン教授

物理學問題集

第一編 力及び物性 (上)

第一章 運動及び力

- (1) 速さの C. G. S. 単位を問ふ。
- (2) 周圍 10 町の馬場を 1 分間に一周する馬の速さは何秒尺なるか。
- (3) 毎時 36 軒の速さは、毎秒何米に當るか。
- (4) 汽車の棚より落つる物體は汽車が靜止するも等速度にて走りつゝあるも、その直下に來るは何故か。
- (5) 幅飛をなすに速くより走り來るは何故か。
- (6) 開き戸を開く時と、これが床上に在るを上げる時とに就いて質量と重量との區別を説け。(大高工)
- (7) ゼンマイあり。その下端に 100 匁の分銅を懸くれば 1 尺の長さとなり、分銅の重さを増して 150 匁とするときは 1 尺 1 寸の長さになるといふ。ゼンマイの最初の長さは幾何ぞ。

第二章 液 體

- (8) 壓力の強さ及び全壓力の意義を問ふ。
- (9) 尖れる物と尖らざるものにて手の甲を押すに、その力は等しくとも、尖れる方の痛く感ずるは何故ぞ。(一高)
- (10) 水壓機の原理如何。略圖を描きて説明し、その應用を例

圖は英國ケンブリッジ大學物理學教室内の研究室にして其中央に立てるはジェームズ・トムソン教授 J. Thomson なり。

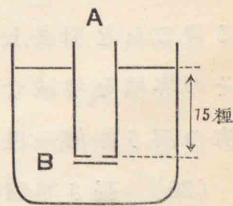
ジェームズ・トムソンは 1856 年 12 月 18 日に生れ、初めマンチェスター大學に學び、後に 1860 年ケンブリッジ大學を第二席にて出で二十七歳にて同大學教授に拔擢せらる。此拔擢は教授自身も一驚せりと云ふ程異數のものなるが、此任命相當を得たるものは蓋し少からざるべく、爾後卅五年、ケンブリッジは英國否世界に於ける物理學研究の中心となり、教授並に門下生の電子、陽極線等に於ける發見は數ふるに暇あらず、現今教職をルサフオードに譲りしも、尙孜々として研究に従事す。身長短くして性恬淡なり。

示すべし。(東師)(海兵)(東商)(水産)(東農)

- (11) 桶の箍は下方にあるものを丈夫に作るは何故なるか。
- (12) 底面積20平方糎の壘に水を充たし、切口5平方糎の栓を施し、これを一疋の力にて押すときは底面に増加せし全壓力如何。
- (13) 液を容れたる器が直柱體ならざる時は底壓力と液の重さとの差あり。その差だけの重さは如何になりしや。
- (14) 各邊10尺8寸なる立方體の水槽に比重1.025なる海水を充たしたる時、その側面全體に及ぼす全壓力は幾瓦なるか。
- (15) 連通管に水と石油とを入れたるに境界面より石油面までの高さ15糎なりしといふ。水面までの高さ如何。
- (16) 中空の細長き圓筒中に銃丸を入れて錘となし、これを縦に水中に入れたるに深さ6寸沈みたり。若し之れを比重0.79の酒精中に入れば液中に沈む深さは幾何なるか。
- (17) 純良なる牛乳の比重は1.03なりといふ。今或る牛乳に細長き直圓柱を入れたるに高さ13糎だけ沈み、更に水中に入れたるに12.2糎だけ沈みたりといふ。計算の理由を附して此の牛乳の純否を定めよ。(高等)
- (18) 海上に浮べる氷塊あり。その海面上に現はるゝ部分は1000立方尺なりといふ。氷塊の全體積を求む。但し氷の比重は0.97、海水の比重は1.026とす。
- (19) 空氣中にて重さ5.5瓦なる或る物體に分銅を附して比重1.05の食鹽水中に入れ、その重さを測りしに28瓦ありしといふ。この物體の比重を求めよ。但し分銅のみの食鹽水中の重さは30

瓦なりとす。

- (20) 木材1疋(比重0.7)に鉛(比重11.4)を錘とし、その體積の $\frac{9}{10}$ を水中に沈めんとするには鉛幾瓦を要するか。
- (a) 鉛を木材の上に載せたる時。
- (b) 鉛を木材の下に吊したる時。
- (21) 623瓦の中空の銅器あり、これを水中に吊して其の重さを測りたるに496瓦ありたりといふ。中空部の體積を求む。
- (22) 圖の如く底面に小孔を有する圓筒Aあり、小孔に重さなき薄板をあてB器の液中に深さ15糎まで鉛直に沈めたり。次でA内に靜かに水銀を注入し水銀の量153瓦になりし時、薄板は離れて水銀はB器中に漏れたり。圓筒底の孔の面積を10平方糎とすれば、B器中の液の比重如何。(東高工)
- (23) 647.4瓦の鐵塊あり、これを水銀に浮べ其の上に水を入れて鐵塊を覆へり。鐵塊の水中の部分の體積何程なるか。
- (24) 二本のマッチを一寸許り隔てゝ水面に浮べ、熱したる針金にて其の間の水面に觸るれば、マッチは急に相遠ざかるべし。この現象は表面張力と溫度とにつきて何を表はすか。
- (25) 毛筆を洗ふ時、水中にあれば穂先は八方に開くも、水より取り出せば集合す。その理如何。



第三章 氣體

- (26) 大氣が高所に於て稀薄となる理を問ふ。

(27) 輕氣球の袋に水素を充たして直徑10米の球となす時は幾疋の重さを揚げ得るか。但し空氣1立方尺の重さ1.293疋、水素の比重は空氣の $\frac{1}{13}$ 、袋1平方尺の重さは0.25疋、 $\pi=22/7$ とす。又問ふ、8000米の高さ(氣温 -50°C)に昇らんとせば、重さ幾許以内なることを要するか。

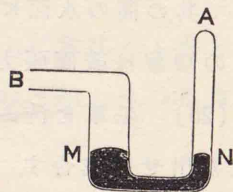
(28) 砂埃は石の細片なるに空中に浮遊して、石塊の如く急に落下せざるは何故なるか。

(29) 上端を閉ぢたる硝子管の下に錘を附して海底に沈めたる後これを引き上げたり。海底にて管内の空氣は壓縮せられて、その容積を半減せしまで管内に水の浸入せし形跡あり。然らば海の深さ如何。但し海水の比重は1.02とす。

(30) 長さ20尺の試験管を倒まにして水底に沈めしに、水は管口より2尺の處まで進入したりといふ、水の深さを問ふ。但し此の際の氣壓は76尺とす。

(31) 圖の如く兩脚の太さを異にし(但し各脚の斷面は夫々一様なりとす)且つ一端Aの閉ぢたるU字管あり。管を鉛直に立て、これに水銀を入れてNAに空氣を封ず。B

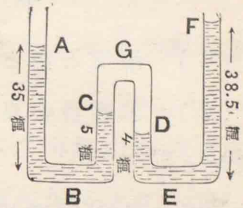
端が壓力一氣壓の大氣に開く時、兩脚の水銀面MとNとは同一の高さとなりNAの長さ30尺なり。B端を某壓力の甲氣體に連絡す



れば、水銀面Nは10尺昇りMは2尺降れり。又B端を某壓力の乙氣體に連絡すれば、水銀面Nは20尺昇れりといふ。甲氣體及び乙氣體の壓力各幾何なるか。但し溫度は不變なりとす。(大高工)

(32) 圖の如く鉛直に立てたる硝子管のABC部には硫酸銅液、DEF部には水、CGD部には空氣あり。その高さは $AB=35$ 尺、 $CB=5$ 尺、 $EF=38.5$ 尺、 $DE=4$ 尺なり。然ると

きは硫酸銅液の密度は何程なるか。又CGDの空氣の壓力は水銀柱にて何程なるか。但し大氣の壓力は水銀柱の76尺にして、水銀の比重は13.6なり。(東高工)



(33) 空氣ポンプの硝子鐘内の體積をV、活塞の上下する圓筒内の體積をv、鐘内の空氣の初めの密度をDとせば、活塞をn回上下したる後の鐘内の空氣の密度は $(\frac{V}{V+v})^n D$ なることを證せよ。

(34) 排氣機の圓筒の内徑8尺、活塞の動く距離30尺、鐘の容積10立ならば、一回活塞を上ぐるとき壓力幾何となるか。但し鐘と圓筒とを連結する管の體積は無きものとして計算せよ。

(35) サイフォンの切口1平方尺、長脚70尺、短脚20尺あり。これを瓶中に挿入して短脚を水中に没すること20尺ならば、最初に水の逆出する時の壓力如何。

(36) 塚の中に一疋の蠅を入れ、塚の口を密封して天秤に掛くるとき、蠅が塚に附着し居る場合と、飛び居る場合とにて目方に差異あるか。又この問題に於て、塚の口を密封せざりしときは如何。

第二編 熱

第一章 熱及び温度

- (1) 温度と熱との別を明かにせよ。
- (2) 寒暖計の良好なる条件を問ふ、且つ寒暖計の種類を分類せよ。
- (3) 水銀寒暖計と酒精寒暖計との特異点を列記せよ。
- (4) 通常の寒暖計に於て、その質量を小さく作るのは何の爲めなるか。(大高工)
- (5) 華氏と攝氏と同一示度の温度ありや、これを求めよ。(商船)

第二章 膨脹係數

- (6) 面の膨脹係數は線膨脹係數の二倍に等しき理を次の例によりて證明せよ。

亜鉛の線膨脹係數 = 0.00003

- (7) 眞鍮の圓板あり、その面積は 16°C にて 600 平方糎なり。これを 196°C に熱すれば、その面積 604 平方糎になるといふ。眞鍮の線膨脹係數如何。
- (8) 0°C の時正しき物指を 25°C の時に使用して或る長さを測り 125.5 糎なる値を得たり。この長さの眞の値は幾何なるか。但し物指の線膨脹係數は 0.000019 とす。
- (9) 0°C に於て正當なる目盛を施したる鋼鐵製の尺度を用ひ、 40°C の時にアルミニウム棒の長さを測りしに、その棒の長さは

其の時の尺度の目盛 30.306 米と相等しきを見たり。その棒の 0°C に於ける長さは幾許なるか。但し鋼の線膨脹係數は 0.0000115、アルミニウムの線膨脹係數は 0.0000255 なりとす。

- (10) 物體の温度昇りて、その容積の縮小する場合の實例を擧げよ。
- (11) 蓋のある容器に入れたる水を氷にて容器の外部より冷却せんとす。氷を容器の上に置くと、横に置くと、下に置くと、何れが最も有效なるか。
- (12) 液面に浮べる物體あり。その温度が液の温度と同じだけ上昇せしに、物體は前よりも多く沈みたりといふ。液と物體との膨脹係數は何れが大なるか。
- (13) 一定量の氣體あり。 0°C の時の壓力 P_0 なり。その體積を一定に保ちて $t^{\circ}\text{C}$ に温めたる時の壓力を P_t とせば、 $P_t = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$ なることを證せよ。
- (14) 懐中時計振子時計の夏期遅れ易く、冬期進み易き理如何。
- (15) 容積 100 立方糎の電球あり。これを 127°C に熱して圓筒の容積 900 立方糎の空氣ポンプに連結し活塞を三回上下したる後、これを封じて球の温度を 27°C に下げたりといふ。球内の空氣の初めの壓力 760 糎なる時は最後の壓力如何。

第三章 熱 量

- (16) 茲に質量・温度相等しき二物體あり。各々を熱し、一つは他の物よりも高温度になりたりとすれば、その物は他の物よりも多

量の熱を吸収せりや否や。(二高)

(17) 重量及び物質相異なる同温度の二つの物體に夫々同量の熱を與ふる時、その上昇の温度相等しきことあるは何に起因するか。(熊高工)

(18) 同温度にまで熱せられたる種々の液體が同一状態にありて冷却する時、冷却に遅速あるは何に由るか。

(19) 氣體に二様の比熱あり、各々に就き説明を施し、又相互の關係を記載すべし。(水産)(名高工)

(20) 200 瓦の銅を 100°C に熱し、これを 8°C の酒精 100 瓦を入れたる銅製の熱量計の中に投入せしに 28.5°C となれり、この酒精の比熱を求む。但し銅製の熱量計の質量は 25 瓦、又銅の比熱は 0.095 なりとす。

(21) 爐の温度を測る爲めに白金塊を其の中に入れて熱したる後、これを 20°C の水銀中に投じたるに、平均の温度 60°C を得たり。次に此の白金塊を 120°C に熱し、これを温度 15°C にして前と同量の水銀中に投じたるに、平均の温度 20°C を得たりといふ。爐の温度を計算せよ。(醫專)

第四章 熱の傳播

(22) 同形同大の金屬棒三本あり、夫々銅・鐵・銀を以て作らる。共に其の一端を手にし、他端を同時に一つの火中に入るゝ時は、三本の内何れが最も早く、何れが最も遅く支ふる事能はざるほどに熱くなるか。これを説明せよ。

(23) 工場にて高き煙突を立つる理如何。

(24) 物質は其の性質により輻射熱を受くるに、如何に異なる場合ありや。例を擧げて説明せよ。

(25) 太陽により地面の一部が熱せらるゝときは、これに接する空氣は、(a)上方に向つて昇騰し、しかも(b)上層に至るに従ひて冷却し、終に(c)雲を生ずるに至る。(a)(b)(c)の三段につきて其の理を問ふ。

(26) 太陽は正午に於て最も高きに係はらず、空氣の温度は通常午後二時頃最高となる理を問ふ。

(27) 高山の頂の寒冷なるは何故ぞ。

(28) 時候の寒暖なる感覺は單に氣温の高低のみに依るか、或は他に原因するものあるか。若し有らば其等を列擧せよ。

(29) 空氣の温度同じきも湿度の大なる時の方暑く感ずるは何故か。(高等)

第五章 状態の變化

第六章 空氣中の水蒸氣

(30) 寒暖計の零度を定むるとき、氷と蒸溜水との混合物を用ふる理由如何。何故に氷のみを用ひざるか、又何故に蒸溜水のみを用ひざるか。

(31) 物質の融解點と其の受くる壓力との關係を述べよ。

(32) 鉛塊に一定の割合にて熱を加へしに、毎秒 1°C づゝ温度上昇し、融解點に達してより全く融け終る迄に 3 分 20 秒を要した

りといふ。鉛の比熱を0.03として融解熱を求めよ。

(33) 或る器に 50°C の水20疋を入れ、これに -5°C の氷10疋を浮べたり。氷が全く融解したる後の水の温度を求め。又問ふ、氷が融解したる後の水平面は融解前の水面より昇りしや又は降りしや。但し氷の比熱を0.5とす。

(34) 0°C の大なる氷塊の凹處に温度 80°C 、比重0.97の水200立方糎を注入すれば、幾何の氷を融解し得るか。

(35) 飽和せる蒸氣と飽和せざる蒸氣との性質の差異如何。

(36) 過熱蒸氣と飽和蒸氣との區別を問ふ。

(37) 氣壓756耗、温度 30°C のとき水蒸氣及び空氣の呈るす壓力各、如何。但し 30°C に於ける水蒸氣の最大壓力を31.6耗とす。

(38) 液の沸騰は外壓力の強弱に依りて變すべきことを飽和蒸氣の壓力によりて説明せよ。

(39) 富士山頂の氣壓を488耗として、直徑30糎の釜の蓋に如何程の重さを載すれば釜の中の水が平地に於けると同様の温度にて沸騰すべきか。

(40) 1氣壓に於て 0°C の氷100瓦を絶えず一様に熱したるに、4分間にて全く融解し、尚ほ5分を経て沸騰點に達せり。氷の融解熱を問ふ。(海兵)

(41) 68°F .の水1貫目を悉く氣化するには幾疋カロリーの熱量を要するか。

(42) 温度 0° の氷に一定の割合にて熱を供給せしに、20分の後温度上昇し始め、更に25分の後沸騰し始め、更に45分の後 $\frac{1}{3}$ だけ

の水が氣化せりといふ。沸騰前の水の蒸發を無視して水及び水蒸氣の潜熱を算出せよ。(高等)

(43) 石炭1瓦を燃焼すれば7500カロリーの熱を發生す。 16°C の水1石を蒸發せしむるには石炭幾斤を要するか。但し水1升は1800瓦、石炭1斤は600瓦とす。

(44) 0°C の氷、 50°C の水及び 100°C の水蒸氣を、重量の比10:9:1の割合にて混するとき、その結果如何。

(45) 水の熱に關して有する特徴を列擧し、各特性の地球並びに其の生物に對する影響を述べよ。

(46) 海岸地方又は森林に富める地方に氣候の變化少き理を問ふ。

(47) 一定量の或る蒸氣を其の體積が半分とならうまで、温度を一定にして壓縮すれば、その壓力は如何に變するか。可能なる種々の場合につきて考へよ。

(48) 低温度を起す種々の方法を擧げ、且つ其の實例を示せ。

(49) 水の蒸發に遲速を生ずる條件を列記せよ。

(50) 濕ひたるものを早く乾すには如何にすべきか、其の理を述べよ。

第三編 力及び物性 (下)

第一章 固 體

- (1) 一點に働く三つの力が釣合をなすための要件如何。分力が合力よりも強きこと有り得るか。(海兵)
- (2) 長さ20間の電線の中點が兩端より5寸だけ垂下せるとき、その張力は重さの何倍なるか。
- (3) 剛體に働く三つの力が釣合ふ場合には各力の方向及び強さの間に如何なる關係あるか。あらゆる場合を列記すべし。
- (4) 三力あり、各力は夫々或る三角形をなせる板の各周邊に沿ひて働けり。然らば是等の三力のために此の三角板は釣合にありや否や、その理を述べよ。
- (5) 長さ5尺の糸の上端を固定し、下端に2貫の物體を吊し、これに水平力を加へて糸の方向を鉛直線と 30° の傾きに保たしむるには幾何の水平力を要するか。又問ふ、糸の張力如何。
- (6) 長さ20尺の糸ABの一端Aを鉛直の壁に固着せしめ、他端Bに8貫の物體を吊し、これに水平の方向の力を加へて壁より12尺離して支ふるときは幾何の水平力を要するか。又問ふ、糸の張力如何。
- (7) 長さ4尺、幅3尺、重さ2貫の机あり。短き縁より2尺、長き縁より1尺の處に3貫の物體を置けり。四隅にある各脚が床を壓する力幾何なるか。
- (8) 眞直なる針金の長さを1と2との比に直角に曲げ、この

曲點を刃の上に支ふる時は、兩脚は鉛直線と何度の傾きをなすか。

- (9) 一つの圓板より其の半徑に等しき直徑を有する内接圓を缺きたる形のものの重心の位置を求む。(名高工)
- (10) 等質の物質にて作れる同じ厚さの正方形板ありて、その對角線によりて作られたる四つの三角形の一つは缺損せり。殘部の重心を求む。
- (11) 前問の正方形ABCDの相隣れる二邊AD、DCの中點E、Fを直線にて連結して得らるる三角形DEFを缺除したる殘部の重心は何處にあるか。
- (12) 水平に置かれたる不等邊四角形の鐵板あり。その各部の厚さは總て一樣なり。今これを動すことなくして、此の板の重心を見出す方法を求めよ。
- (13) 比重0.5なる木の圓板の中心を外づれて、厚さ等しき鉛の圓板を填めたるものの重心の位置を求む。但し木板の直徑1尺、鉛板の直徑2寸、兩圓心の距離を3寸とす。
- (14) 偶力の一支點に對する能率は不變なることを證せよ。
- (15) 直徑5寸の圓壻を 30° の傾斜をなす粗面上に立て得るためには其の高さ如何。
- (16) 机上に直立せる直六面體の側面を直角に押して、これを倒さんとするに、押す點が高き程倒れ易きは何故ぞ。(高等)
- (17) 箸にて物を挟むに、長短何れが挟み易きか。
- (18) 棒を折るに、短くなる程折り難くなるは何故なるか。
- (19) 日本鋏は如何なる方面に利あるか。

(20) 棒を肩にかけ、肩よりも後ろに重き物體を垂れ、前の部分を手にて支ふる場合に、力の働き方及び肩の感ずる重さ如何。

(21) A, B 二人にて長さ7尺の棒の兩端を持ち、これに懸る二個の物體を支へんとす。A 點より2尺の處に3貫目、4尺の處に5貫の物體を懸くれば、二人の分擔量各幾何。又後者を其の儘にし、前者を移して二人の分擔を等しくするには何處に移すべきか。

(22) 「ボート」の櫂に於て、力と抵抗との關係を求めよ。

(23) 櫂を押すとき、船の進行する理由を説明せよ。(高等)

(24) 地上に横たはる一本の丸太木あり。その一端のみを少しく揚ぐるに18貫の力を要し、又他端のみを少しく持ち揚ぐるに30貫の力を要すといふ。この丸太木の重さを問ふ。

(25) 眞直なる挺子を用ふるに、棒を直角に働かしめざれば不利なりといふ理由如何。又挺子が曲り居らば、如何なる方向に力を加ふるが最も有利なるか。

(26) 長さ10尺、等質にして一樣なる太さの棒あり。その一端に500匁の分銅を掛けたるとき、その端より1尺の點を支ふれば、その棒は水平の位置を保つといふ。棒の重さ如何。

(27) 桿秤に於て、桿の質量は10匁、皿の質量は10匁、分銅の質量は50匁なり。秤索(トリヲ)の附きたる點Cと皿を懸けたる點Aとの距離は4寸、桿の重心GはAより7寸の處にあり。然らば零匁及び200匁の目盛はC點より幾寸の處に刻めば可なるか。

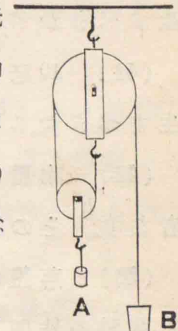
(28) 桿秤は桿の太さ一樣ならざるも、目盛を等距離にして可なるか。

(29) 桿秤の錘の重さを他の秤を用ひずして知る方法如何。

(30) 滑車あり。その糸を1尺引き、錘が2.5寸昇りたりといふ。200匁の物體を引き上ぐるには、何匁に等しき力を要するか。

(31) 輪Aは直径1尺にして一秒間にて廻轉す。調革にて、これを直径6寸の軸に連結し、この軸に直径24寸の輪Bあり。この輪の周邊の一點の速さ幾許なるか。

(32) 一個の定滑車と一個の動滑車とを圖の如く組合せ、動滑車に質量4匁の物體Aを懸け、綱の一端に質量6匁の物體Bを吊すとき、物體Aの上昇の加速度及び物體の降下の加速度を求む。但し滑車と綱の重さは省略し、且つ摩擦、抵抗等は一切なきものとす。(大高工)



(33) 等しき力を以て太さ一樣ならざる棒を捻るに、細太何れの端を持つを利とするか。

(34) 或る水平面上に重量12瓦の物體あり。この物體には水平の方向にP瓦の力働けるも摩擦のために静止す。Pの大きさ幾瓦とならば、物體は滑り始むべきか。但し摩擦係数は0.14とす。

(35) 斜面に重さ20匁の物體あり。これを斜面に沿ひて上方に向ふ力にて支へんとす、力の大きさを求む。但し斜角 $=30^\circ$ 、斜面と物體との間の最大摩擦力 $=210$ 瓦の重さ。

(36) 斜面上に100瓦の物體あり、斜角 45° の時自然に落下す。今斜面を 30° にし、この物體を斜面に平行なる力にて斜面に沿ひ引き上げんとする時に要する最小力を求む。

- (37) 綱にて物を曳くに、強く曳く程緊く綱を握るは何故ぞ。
- (38) 汽罐車には餘り輕きものを用ふるを得ざる理由如何。
- (39) 重さ100噸ある列車を動すに800ポンドに相當する力を要す。この場合に於ける「レール」と列車との摩擦係數を求む。

第二章 運動及び力

- (40) 1 匁の力が 1 匁の物體に作用する時は幾何の加速度を生すべきか。(海機)
- (41) 10 匁の物體を 20 匁の力にて引くときは幾何の加速度を生すべきか。
- (42) 物體に重さ無ければ、これを動すに力を要せずと考ふる者あり。その誤りなる場合を説け。
- (43) 落體の加速度は其の重さの大小に關せず一定なることを、運動の法則及び重力の法則によりて證明せよ。
- (44) 一秒につき毎秒 29.4 米の加速度を以て運動する 5 匁の物體あり。これに働く力は幾匁なるか。
- (45) 重さ 200000 匁の汽車が動き始めて 5 米だけ進行する間に毎 2 秒米の速度を得たりとせば、之れに幾匁の力が働きたるか。
- (46) 1000 匁の自動車が出發するとき 22 秒間に 2200 秒糧の速度を得たり。この際働きし力は幾匁の重さに等しきか。
- (47) 餘り粗ならざる水平の板の間にて同様なる靴を穿てる二人が綱引をなすとき勝負如何。
- (48) 奇術師が仰臥し人をして大なる槌を以て胸部を打たし

- むるとき胸上に重き鐵塊を置くと云ふ、其の効能如何。
- (49) 毎秒 30 米の速度にて運動しつつある 10 匁の物體に働きて 5 秒間に靜止せしむべき力を求む。
- (50) 柳に風折れなしと云ふ諺を物理學的に説明せよ。
- (51) 硝子製コップを或る高さより疊の上に落すとき破損せざるも石の上に落すとき破損することあり。此の理如何。
- (52) 質量 20 匁の彈丸が毎秒 4000 糧の速度を以て的に中り、5 糧陷入したり。的の平均抵抗力何程なるか。但し此の際發熱發音なきものとす。
- (53) 糸の兩端に重さの比が $\frac{3}{5}$ なる二つの物體を夫々結付け、之れを固定軸を有する滑車に掛けて放ちたりとせば各物體の加速度如何。但し糸の重さ、空氣の抵抗及び摩擦は省略するものとす。(桐染)
- (54) 毎秒毎秒 2 米の加速度を以て上昇せる輕氣球の上に 50 匁の體重の人が乗れるとき、其の人の輕氣球に及ぼす力を求めよ。又同じ加速度を以て落つるとき輕氣球の受くる力を求む。
- (55) 體重 65 匁の坑夫が 1170 匁の重さの籠に乗れるあり。此の籠が毎秒毎秒 20 糧の加速度を以て坑内より引き上げらるゝ時綱の張力は幾何なるか。
- (56) 質量 m なる物體を手に載せ a なる加速度にて上方に持ち上ぐるとき、手の受くる壓力如何。
- (57) 撥條の長さの伸びは張力に比例す。今 100 匁の重さにて全長の $\frac{1}{10}$ 伸びる撥條を或る加速度を以て上昇しつつある氣球

船より釣り其の下端に200瓦の重りを附し置きたるに長さの延び全長の $\frac{41}{20}$ なるを見たり。気球船の上昇加速度如何 (名高工)

(58) 地球の半径は約6400軒なり。地上10軒の高さにある物体の重さは其が地上にあるに比すれば如何。

(59) 1尺の距離にある各10貫目の二物体間の萬有引力は $\frac{1}{37}$ 毛の重さに等し。之れより地球(半径1600里)の質量を算出せよ。

(60) 甲乙二球あり。甲が墜落の後5秒を経て80秒米の速度にて乙を投下すれば幾秒の後に乙は甲に追いつくべきか。

(61) 弾丸を平地より鉛直の方向に毎秒250米の速度にて發射したり。然るときは此の弾丸は發射時より幾秒の後毎秒54米の速度を得るか、又其の時までに弾丸の経過したる距離を問ふ。但し空氣の抵抗なきものとす。

(62) 花火を打ち上げた瞬間より4秒時を経て爆發を見たりと云ふ。其の上昇せし高さ並に最初の速度を計算せよ。但し花火は最高點に達して爆發し且つ空氣の抵抗なきものとす。(高算)

(63) 毎秒5米の速度を以て眞上に上昇しつゝある氣球上より小石を落したるに6秒を経て地面に達したりと云ふ。石を落したるとき氣球は地面より幾許の高さにありしか。

(64) 小物体あり、高所より落下すること19.6米なるとき、速度毎秒39.2米にて水平に飛來せる等質量、同質の物体に逢ひ、相合して一體となりたりとせば、(a)相合する際落體の有したる速度、(b)相合したる際合一體の有する速度如何。

(65) 毎秒300米の速度にて地平面と 30° の角をなす方向に物体

を抛るときは3秒の後幾何の高さにあるべきか。(東高工)

(66) 30° の仰角をなして400秒米の速度を以て打ち出されたる彈丸は平地にて幾何の速さに達すべきか。(東高師)

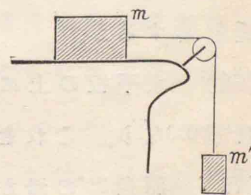
(67) 水平面と 30° をなす斜面上に球を轉落せしむるときは球が3秒間に落下する距離幾何なるか。

(68) 一定の高さにある物体は如何なる斜面に沿うて落下すとも地面に達するときの速さは常に相等しきことを説明せよ。

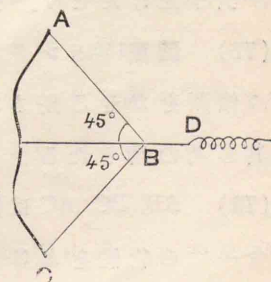
(69) 比重2.6の小石が20米の水中を落下するに何程の時間を要するか。但し物体に及ぼす水の作用は浮力のみと假定す。

(70) 雲は空中に浮遊して急に落下することなし、其の理如何。又雨は地上に達するとき等速運動をなす、其の理如何。

(71) 質量 m なる物体を平滑なる[テーブル]の表面に置き、これに糸を附し、糸の他端には質量 m' なる物体を附し、滑車によりて圖の如く之れを引く時は m, m' の運動の加速度及び糸の張力如何。但し糸は質量を有せず且つ伸長することなきものとす。(東高工)



(72) ゼンマイ秤の一端に質量1匁の錘を吊したるにゼンマイの長さ4匁延びたり。今このゼンマイ秤の一端を弓の弦ABCの中點Bに連結されたる糸BDの端Dに結び付け、之れを水平に引きてゼンマイの長さ6匁だけ延びたるとき、弦AB及



びCBは糸DBの延長線と 45° の角をなしたり。此の時(a)糸BDの張力幾ダインなるか、又(b)弦AB及びCBの張力幾ダインの重さに等しきか、更に(c)質量200瓦の矢を水平になし之れをBに番がへBDを切斷せば矢の飛び出す際の加速度加何。

第三章 仕事とエネルギー

第四章 熱機関

(73) 物体の重さに等しき力にて物体を揚ぐるとき、其の重さよりも大なる力にて同じ高さまで揚ぐるときとの仕事の量を比較せよ。

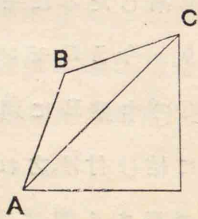
(74) 小なる力を以て大なる力に釣合はしむるには如何なる装置を要するか。

(75) 水平板の上に置きたる木片あり、高さ8呎、幅7呎、厚さ5呎、比重0.8なり。これを倒すに要する最小の仕事を求む。

(76) 斜角 30° の滑かなる斜面に沿ひて重量1ダインの物体を50呎だけ引き上げんとす。幾何の力及び仕事を要すべきか。(海兵)

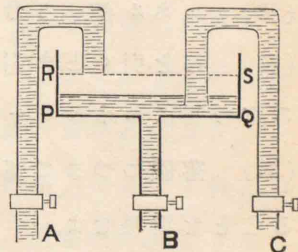
(77) 体重150ポンドの人が50ポンドの荷物を負ひて水平面と 60° の傾斜をなせる長さ20呎の梯子を上りしとき、其の人の爲したる仕事如何。(熊高工)

(78) AB, BC, ACは摩擦なき三つの斜面とす、今一つの物体をACに沿ひてAよりCに上ぐるに要する仕事と、同じ物体を先づABに沿



ひてAよりBに引き上げ、次でBCに沿ひてCまで上ぐるに要する仕事とを比較せよ。(名高工)

(79) [押上ポンプ]を用ひ圖の如きA, B, C管の一により高所にある水槽に水を汲み入れんとす。水は既に各管並に水槽のPQ線まで満たされ且つ各管の栓は一時鎖されたりとす。今一管の栓を開きR, S線まで汲み入れんとするに、其の際ポンプのなす仕事は何れの管に依れば小なるか。其の大小を比較し且つ其の理由を説明せよ。(東高工)



(80) 体重18貫の人、高さ50尺の頂上まで三分間にして達したりと云ふ。此の仕事は何程なるか、又此の馬力は何程なるか。

(81) 500噸の水を20呎の高さに在る水槽に汲み上げたり。其の仕事は幾呎ポンドなるか。此の仕事を爲すに5時間を要したり。其の工率は幾馬力なるか。

(82) 重さ75噸の列車が勾配 $\frac{1}{800}$ の坂路を毎時40哩の速度にて上るあり。摩擦を列車の質量一噸につき6ポンドの力に等しきものとせば、機關車は幾馬力の工率にて運轉し居るか。

(83) 100呎の高さより落つる瀑布の水量が1分間に3000立方呎なるときは、此の瀑布を利用せば幾馬力を得べきか。但し水1立方呎の重さは62.3ポンドとす。

(84) 重量50噸の列車を一時間につき30哩の速度にて水平に走しむる機關車は幾馬力なるか。但し駛走する列車に対する抵

抗は1噸につき16ポンドとす。

(85) 汽船の蒸汽機關が40馬力の工率にて働くとき、船が毎秒25呎の等速度を有すとせば、船の受くる空氣及び水の全抵抗は幾ポンドの重さに等しきか。

(86) エネルギーと力との關係を述べよ。

(87) 弓を引くとき、引き始めてより最後に矢が的中して靜止する迄の間にエネルギーの變遷する模様を説明せよ。(高等)

(88) 落體につきて運動及び位置の兩エネルギーの和は不變なることを證明せよ。

(89) 質量1匁の物體が高さ9呎の斜面に沿ひて落下し、其の最下點に達して毎秒5呎の速度を得たり。此の運動中、物體が失ひたるエネルギーの量を問ふ。

(90) 一種のエネルギーが他種のエネルギーに變化する實例を挙げよ。

(91) 鉛の棒又は板を曲ぐるときは其の部に熱の發生するを見れども(數回之れを試むれば容易に觸覺にて判るべし)、彈性に富みたる物質に於ては然る事なし。此の現象を説明せよ。

(92) 或る人高さ100米の丘上に登るに其の仕事の半分を熱として消費せりとし、人體の比熱を1とせば、此の人は溫度幾何を高むべきか。

(93) 300秒米の速度を有する15瓦の銃丸が鐵板に命中するとき、幾何の熱を生ずるか。

(94) 摩擦ある水平板上に置かれたる質量100瓦の物體に糸を

附し其の糸は滑車を越えて他端に質量300瓦の物體を結びつく。今兩物體が靜止の状態より動き始め300瓦の物體が400呎の高さを下りし時、速度毎秒700呎なりと云ふ。此の運動中100瓦のものと板との間に生ずる熱量如何。

(95) 通常機關車に生じたる熱量の $\frac{6}{100}$ は機械的工作をなす。而して最良なる石炭1瓦は8000カロリーの熱を生ず。然らば600馬力の機關車が一時間に消費する石炭の量幾許なるか。

(96) 或る蒸汽機關の圓筒内の蒸氣の壓力は各平方呎につき10匁にして、活塞の面積は427平方呎なり。活塞が50呎動きたるとき蒸氣は幾許の仕事をしたるか。又この際消失する熱量幾許なるか。

(97) 蒸汽機關と瓦斯機關との構造及び作用を比較せよ。

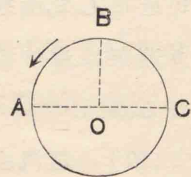
第四編 振動・波動及び音


第一章 圓運動及び振動

第二章 波 動

(1) コップに水を入れ、之れに糸を附け49種の半徑を以て廻轉し、水をこぼさざらんが爲めには少くとも一秒時間に幾廻轉せしむるを要するか。

(2) 糸の一端に石を附し他端Oを持ちて之れを鉛直平面内にて廻はし石が次記の各位置に來りしとき糸を放てば石が地面に達する迄の徑路及び速さの變化如何。



- 糸が水平になりて石がAに來りしとき。 
- 糸が鉛直になりて石が頂上に來りしとき。
- 糸が水平になりて石がCに來りしとき。 (東高工)

(3) 地球が月を牽引するにも係はらず、月が地球に落ち來らざる理を問ふ。

(4) 月と地球の中心との距離が常に一定にして地球半徑の60倍なりとすれば、月の處に於ける重力の加速度如何。又月が地球を一周する時間は幾許なるか。

(5) 地球は365.242日にて太陽の周りを一周し、二者の距離は38000000里なり。また月は27.32日にて地球を一周し、其の距離は95500里なり。然らば太陽の質量は地球の質量の何倍なるか。

(6) 地球自轉の速度が増加せば地球上の物體の重さに如何なる影響あるか。(海機)

(7) 一秒に一往復すべき振子を有する柱時計あり、一日に2分づゝ遅る。この振子を單振子と見做し、その長さを如何にせば正確なる時計となるか。

(8) 振子の週期は支點より錘までの針金の長さの平方根に正比例すと云ふ。 0°C に於て長さ1米、週期2秒なる振子は 35°C に於て幾何の週期を有するか。但し針金の線膨脹係数は0.000018とす。

(9) 單振子あり、糸の長さ1種、錘の質量m瓦なり。此の場合に糸の方向が靜止の位置と角 θ をなすまで錘を引上げたりとす。

- エネルギーの増加如何。
- 錘を放ちて振動せしむれば錘の得る最大速度如何。
- 錘が最高位置及び最低位置に來りしときの糸の張力各如何。

(10) 重力の加速度を測る種々の方法を問ふ。

(11) 鐵道の橋を建設するに當り、其の上を通すべき列車の重さよりも數倍大なる重さに堪ふる様に作るは何の爲めなるか。

(12) 地震の時往々にして高き煙突の倒れざるに短き煙突の倒るゝ理如何。

第三章 音 波

(1) 井戸に向つて發聲するに反響を聞き得ることと聞き得

ざることあり。其の理如何。

(2) 船の前面に断崖あり。断崖との距離を知らんと欲して船上より號笛を吹きたるに、5秒後に其の反響を聞きたりと云ふ。船と断崖との距離如何。次の場合につきて研究せよ。

- a. 船が静止し居る場合。
- b. 船が崖に向ひて一秒10米の速さにて近づきつゝある場合。
- c. 船が静止するも、風が船より崖の方に一秒10米の速さにて吹ける場合。(水産)

(3) 音楽堂講演場等にて天井或は後壁を穹窿状に建つるを可とする理由を問ふ。

(4) 人が音源に向ひて進みつゝある間は静止して聞くよりも其の音高く、これより遠ざかりつゝある間は低く聞ゆ。この理由を説明せよ。

(5) 深さを變じ得る圓筒の口にて音叉を鳴らしたるに、圓筒の深さ17種の時共鳴せりと云ふ。音叉の振動数を求む。但し空氣中の音の速度を340秒・米とす。

(6) 振動数毎秒450の最低音を發する閉管の長さを問ふ。

(7) 開管の長さ35種なるときは其の發する最低音の振動数如何。

(8) 琴、ヴァイオリン等にて絃の中央よりも一端に近き處を彈ずるは何故なるか。

(9) 毎秒振動数450と454との二音を同時に聞く時は如何な

る特殊の現象を認むるか。

(10) 甲乙丙三箇の音叉あり。乙の振動数は565, 丙の振動数は570なり。今甲と乙とを同時に鳴らすときは毎秒三個の唸りを發し、甲と丙とを鳴らすときは二回の唸りを發すと云ふ。甲の振動数は幾何なるか。

(11) 深き瓶に水を注ぐとき、水の充つるに従ひて水音の調子の高くなるは何故なるか。

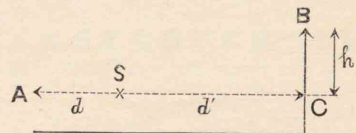
第五編 光

第一章 光の直進

(1) 日光により電柱は黑影を地上に投ずるも電線は然らずして其の影薄暗し。此の理由を問ふ。(東高師)

(2) 平行に來る光を受くる面が光の方向と30度の角をなすときは垂直なる場合に比して照度の差異幾何なるか。

(3) 二つの光源A, Bあり。BよりAを過ぐる水平面への距離BCをhとす。今ACに垂直に立てたる障子Sを兩光源A, Bにて照すにA, CよりS迄の距離が夫々d, d'なるときSの兩面の照度相等しと云ふ。Aの光度を單位としBの光度を求む。(東高工)



(4) 太陽が地球上の一點を照らす強さは、5500燭光の光が12時の距離にある點を照らす強さに等しく、又月が地球上の一點を照らす強さは1燭光の光が126時の距離にある點を照らす強さに等しと云ふ。然らば太陽と月とが地球上の一點を照らす強さの比如何。(東高工)

(5) 晝間屋外より硝子窓を見るときは硝子窓は他部に比して黒く見ゆるは何故ぞ。

(6) 擦硝子の透明ならざる理由如何。

(7) 平滑なる鏡の面は見る事難きも、其の枠及び周囲の物體の見易き理如何。

(8) 波立てる水の面に月影の長く引きて映る理由は如何。

(9) 水平と60度の角をなしたる直杆あり。平面鏡に映じたる其の像を鉛直ならしめんとするには鏡を如何に置くべきか。

(10) 鏡の中央部に白紙を置き、これに日光を送りて壁上に反射せしむれば紙の形は黒く映るべし。何故ぞ。

(11) 直立せる姿見(平面鏡)に向ひ、直立せる人が自己の全身を寫し得べき最小なる鏡の大きさと位置とを、身體に比較して圖解によりて求めよ。(大高工)

(12) 顔面の長さ8.2寸の人あり、直立せる平面鏡の前に立ち已れの顔面の全體を見んとす。鏡を方形のものとするれば鏡の長さ、幅の最小限如何。但し此の人の兩眼の距離は2.2寸とす。(農大實)

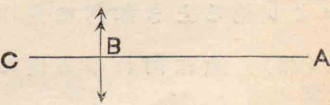
(13) 小なる平面鏡にては自己の全像を見ることを得ざるも、家屋樹木等の如き大なる物體の全像を見ることを得るは何故なるか。これを圖解せよ。(大豫)

(14) 人あり、對岸に直立せる樹木の池水に映ずるを見るに、若し水際より3間離れて立つときは其の水際に樹の頂を見るべしと云ふ。水面より眼の高さ9尺にして人と樹との距離15間なるときは樹の高さ水面より幾尺なるか。(海兵)

(15) 實物よりも割合に顔を長く見せしむる鏡は如何なる反射面を有するか。

(16) A, B, Cは一直線上にある三

點にして、ABの距離は15厘、BCの距離は5厘なり。今Aに半径20厘なる



球面凹鏡を置き、CにAC線と45度の角をなす平面鏡を置き、共に其の反射面をBの方に向け、Bに圖の如き物體を置くと、其れより出づる光が先づ球面鏡にて反射せられ、次に平面鏡にて反射せられて結ぶ實像の生ずる有様を圖示せよ。(陸士)

第三章 光の屈折

(17) 日出前又は日没後に少時間明るきは何故ぞ。

(18) 光が空氣より水に入るときは屈折率 $\frac{4}{3}$ にして、空氣より硝子に入るときは $\frac{3}{2}$ なり。硝子より水に入るときは屈折率を求めよ。(東高工)

(19) 水中に在る物體を望むとき、眼の位置を變ずるに従ひ物體の位置は如何に變じて見ゆるか。但し空氣に對する水の屈折率を $\frac{4}{3}$ とす。(熊高工)

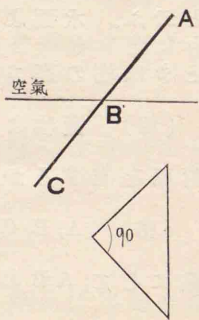
(20) 水中に電燈を點じ空氣中より之れを窺ふに其の光を認め得ざる場所ありや、其の理由を附して答へよ。

(21) 光が甲媒質より乙媒質に入る時の入射角が45度なる時は屈折角30度なりと云ふ。然らば光が乙媒質より甲媒質に出づるとき全反射を生ずる臨界角如何。(東高工)

(22) 棒ABCを空氣中より見るとき及び水中より見るとき如何に見ゆるか。

(23) 魚は何れの方に日没を見るか。

(24) 圖の如く切口が直角二等邊三角形なるプリズム



に對して己れの顔の倒像を明かに見得るは何故なるか。(海兵)

(25) 球形の硝子壺に入れたる金魚等が實物よりも大きく見ゆる理を説明せよ。(專檢)

(26) 燭火を凸レンズより12種を隔て、置きたるに30倍の實像を生じたり。今燭火を尙ほ3種遠ざくれば何倍の實像となるべきか。(東高工)

(7) 凸レンズに依りて遠方の物の像を生ぜしむるとき、レンズの焦點距離大なる程像の大なることを説明せよ。

(28) 50種を隔て、甲乙なる凸レンズあり。甲の焦點に一物體を直立さすとき、二つのレンズによりて生ずる像の位置及び實物と像との大きさの比を求めよ。但し甲及び乙の焦點距離は夫々20種及び30種とす。

(29) 凸レンズの焦點に軸と直角に發光體を置き、又このレンズの直後に軸と直角に平面鏡を置けば、何處に如何なる像を生ずべきか。(海兵)

第四章 光學器械

(30) 甚だ遠き場所の景を寫真に撮影せんとす。像の大小縮尺の大小は何によるか。

(31) 明視の距離15種の人は何度の近眼鏡を用ふべきか。但し1吋=2.54種なり。(大高工)

(32) 近眼者が眼鏡に依つて遠視し得る所以を圖によりて説明せよ

(33) 物體を明かに視得べき最小距離が50種の人と、最大距離が30種の人とが用ふべき各眼鏡の種類及び其の焦點距離を求む。

(神戸高商)

(34) 水中にては焦點距離非常に短き凸レンズを用ふるにあらざれば物を明瞭に見ること能はずといふ。其の理如何。(一高)

(35) 望遠鏡及び顯微鏡の倍率とは何ぞ。

(36) 對物レンズの焦點距離10種の望遠鏡あり。對物レンズの前方1.1米の物體を明瞭に見得る如く對眼レンズを調整し、次に他の物體を同様明瞭に望むため對眼レンズを對物レンズの方に5種近づけたり。對物レンズより此物體までの距離何程なるか。

(37) 實體鏡につきて説明せよ。

第五章 スペクトル

第六章 物體の色

(38) プリズムを通じて見るとき、物體が位置を換へて見え、且つ美しき色を帯ぶる所以を説明せよ。

(39) フラウンホーフェルの黒線は何を意味するや。

(40) 草花又は色紙はこれを透かして見るも或は照らして見るも同じ色に見ゆ。其の理由如何。

(41) 光の吸収と物體の色との關係を説明せよ。

(42) 物體を濕ほすとき其の色の濃くなる理由を問ふ。

(盛農)(秋鏝)

(43) 黒塗の椀に赤インキを入れるれば如何に見ゆるか。これ

に白紙を沈むれば如何。

(44) 白紙は不透明なるも、これを水に浸せば半透明となる。其の理を問ふ。(高師)

第七章 輻射及び光波

(45) 音波及び光波に於て振動数の多少、振幅の大小は夫々如何なる結果として感知するを得るか。(名高工)

(46) 音と光とを比較して其の異同の點を列記せよ。(七高)

(47) 偏りたる光を得る方法如何。(盛士)

第六編 磁氣及び電氣

第一章 磁 氣

- (1) 磁氣指力線の密集せると稀薄なるとは何を示すか。
- (2) 水平面内に於て自由に旋り得る磁石の針は南北の方向のみを取りて静止す。その理如何。
- (3) 磁氣指力線の定義を二た通り述べよ。
- (4) 軟鐵棒を永く地球磁力の方向に置くか又は此の方向に置いて槌にて打てば磁石となる。その理如何。
- (5) 磁石を吊し、その北極に他の大なる磁石の北極を急に近づくる時は却つて引くことあり。その理如何。
- (6) 磁石が磁氣を失ふ場合を列記せよ。
- (7) 地磁氣の赤道と、45度と、北極との三箇所にて於ける磁氣指力線の方向及び垂直分力と水平分力との大きさを示す圖を畫き、その説明を爲せ。(仙醫)
- (8) 磁針を糸にて水平に支ふるためには如何なる點に糸を附くべきか。その理由を説明せよ。(高等)

第二章 静 電 氣

- (9) 二個の同種に帯電せる同大の小球あり、その電氣量の比3:5なり。今兩球を觸れしめたる後、兩球を前の距離の半分に離せば前後兩つの場合に於ける斥力の比如何。

- (10) 一つの物體が電氣の導體なるか、又は不良導體なるかを知るべき實驗法を述べよ。(高師)
- (11) Aは陽電氣を、Bは陰電氣を有する小球にして、其の電氣量相等し。今陽電氣を有する他の小球Cを、AB間を直角に二等分する平面上の一點に置くと、Cは如何なる方向に動かんとするか。
- (12) 電氣盆は一度起電すれば金屬板を幾回も帯電せしむるを得。この毎回の電氣エネルギーは何處より來るか。(大高工)
- (13) 起電機を回轉するに、初めは輕けれども發電するに従ひて漸く重く感ずるは何故ぞ。
- (14) レイデン瓶の電氣聚積の量には限りあり。如何なる場合に於て其の極限に達するか。

第三章 電流及び電池

第四章 電氣抵抗

- (15) 二個の同種電池を二本の針金にて其の陽極と陰極とを結びて輪道を作るも電流を生ぜざるは何故なるか。同種電池の大形のものより小形のものより如何なる働きの差あるか。(大高工)
- (16) 同種の大なる電池及び小なる電池の働きは如何なる點に於て相等しく、如何なる點に於て相異なるか。(海兵)
- (17) 二つの電池の動電力の何れが大なるかを知る方法を述べよ。(海兵)
- (18) 電池の衰弱を來たす原因を問ふ。(盛農)

(19) ライデン瓶と電池との作用につき、相違の点を挙げよ。

(20) 直径0.05吋、長さ100呎の銅線の電気抵抗は零度に於て4オームなり。然らば直径0.2吋、長さ5000呎の銅線の150度に於ける抵抗は幾オームなるか。但し銅線の電気抵抗は温度が1度上昇する毎に零度に於ける抵抗の千分の四つ、増加するものとす。

(大高工)

(21) 電燈あり。炭素線の両端の電位差が100ボルトにして、これを通ずる電流が0.5アンペアのとき完全に發光す。今電位差が常に150ボルトを保つ二點A, B間に此の電燈を入れて完全に發光せしむるには尙ほ幾オームの抵抗を加ふべきか。(東高工)

(22) 圖の如く連絡せる

導線あり。BC間の動電力

は100ボルトにして、三導線B

EC, BFC, BGCの抵抗は夫々17, 23, 33オームなり。この三導線及びCDに通ずる各電流の強さを求む。

(23) 動電力1.3ボルトの電池の兩極を抵抗1オームの導線にて絡ぎたるに1アンペアの電流を得たり。若し0.8オームの導線を以て連絡すれば幾アンペアの電流を得べきか。(陸士)

(24) 動電力2ボルト、内抵抗0.5オームの電池を10オームの導線にて閉づる時、内抵抗のために失ふ動電力は幾ボルトなるか。

(25) ブンゼン電池3個を用ひて稀硫酸を電解するとき、輪道の全抵抗40オームにして分極動電力1.4ボルトならば電流の強さ如何。

(26) 動電力1.05ボルト、内抵抗1.0オームを有する電池5個を外抵抗10オームの導線にて列に繋ぐとき、この導線を通る電流の強さ及び導線の兩端に於ける電位差を求む。(商船)

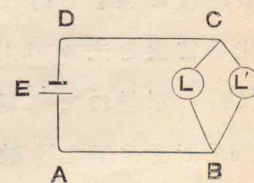
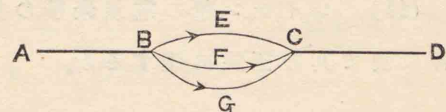
(27) 抵抗60オーム、20オームの二種の針金を列に繋ぎ、其の兩端に動電力2ボルト、内抵抗0.5オームの電池2個を行に繋ぐとせば、輪道を通る電流の強さ幾何なるか。(仙高工)

(28) 相等しき内抵抗を有し、動電力1.2ボルトなる六個の電池あり。總て之れを列に連結し、抵抗2.4オームなる銅線を以て輪道を作りしに0.4アンペアの電流を得たり。今この電池を三個づゝ行に連結せるものを二組列に連ね、同じ銅線を以て輪道を作らば、幾アンペアの電流を得べきか。(名高工)

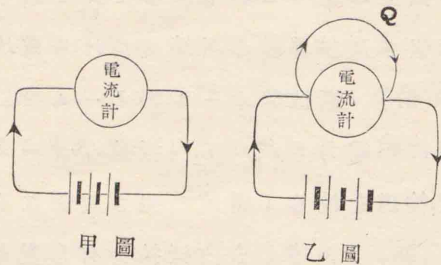
(29) 外抵抗に比して内抵抗の少き數多の電池を用ひて強き電流を得るには、如何なる連結法に依るが宜しきか。

(30) 2ボルトの動電力と0.6オームの内抵抗とを有する電池六個あり。此の中、三個宛平行に連結し、其の各組を列に連結せり。此の輪道の外抵抗を0.4オームとせば、2分間に流る電氣量如何。(長高商)

(31) 抵抗が夫々200オーム及び100オームの白熱燈L及びL'を列に繋ぎ、これを圖の如くEなる電池の兩極に導線を以て連絡する時、Lなる白熱燈を通る電流は $\frac{1}{2}$ アンペアなりと云ふ。導線AB(又はCD)部を通る電流の強さ及びCB間の電池の動電力を求む。(大工)



(32) 抵抗5オームの電流計を抵抗50オームの導線Pにて電池に連絡すること甲圖の如くしたるに、電流計の指針は0.3アンペアを示せり。今更に抵抗1オームの導線Qを以て電流計の兩極を連絡すること乙圖の如くする時、電流計の指針は幾アンペアを示すべきか。但し電池の内抵抗は省略するものとす。(大工)



第五章 電流の化學作用

(33) 硫酸銅の電解に白金極を用ふれば如何なる結果を生ずるか、又銅極を用ふれば如何。

(34) 硫酸銅の電氣分解を行ひしに、5時間に2.952グラムの銅を析出せりといふ。此の場合の電流の強さ如何。但し銅の電氣化學當量は0.000328とす。(鹿農林)

(35) 15アンペアの電流を3時間硫酸銅溶液に通じて53.1グラムの銅を析出し得たり。然らば25アンペアの電流を53分間硝酸銀溶液に通ずる時は幾何の銀を析出し得るか。但し銅及び銀の化學當量を夫々31.8及び108とす。(大工)

(36) 單線にて電氣を輸送する電氣鐵道の近傍にある水道管及び瓦斯管は著しき破損を受くるといふ。何故ぞ。

(37) 蓄電池は充電及び放電によりて、その液中に浮べたる浮

秤の示度を異にす。その理如何。

第六章 電流の熱作用

(38) 抵抗5オームの針金を250瓦の水中に沈め、この針金に30分間1.4アンペアの電流を通じたり。然らば水の温度は如何ほど上昇するか。(商船)

(39) 10燭光の炭素線白熱燈は100ボルトの下に0.3アンペアの電流を要す。毎夜12時間宛點火するとして一個月の料金90錢なり。今この電流を動力用として購求する時は其の價格は燈用の $\frac{1}{2}$ の割合なりといふ。5キロワットの電氣發動機を毎日14時間宛運轉する爲めには、月に幾何の料金を支拂ふべきか。(名高工)

(40) 東京電燈會社の従量點火料は1キロワットにつき毎時18錢なり。16燭光の電燈二個、10燭光の電燈三個を毎夜5時間づゝ點火するときは、30日間の點燈料幾何なるか、但し電壓は100ボルトにして電流は1燭光につき0.03アンペアとして計算せよ。(専檢)

(41) 同じ長さ、同じ太さの銅線及び鐵線を行に絡ぎ、電池の兩極に結びて一つの輪道(電路)を作り、これに電流を送る時は、電流の強さ及び同一時間に發生する熱量は各線に於て異なるか。若し異なるものとすれば其の割合如何。但し鐵の抵抗は銅の抵抗の六倍とす。次に列に絡ぎたる時は如何。(高學)

(42) 50瓦の水中に浸せる針金あり。その抵抗16.8オームなり。今この針金に電流を通ずること1分30秒にして水の温度5度上昇せりといふ。電流の強さ如何。(熊工)

(43) 16燭光の炭素電燈は100ボルトの電位差にて0.56 アンペアの電流を要す。これを點火するには幾何の工率を要すべきか。又點火せるとき炭素の抵抗は幾何なるか。(札農豫)

(44) 白熱せる物體は光と共に熱を發す。例へば1燭光は毎秒1900000 エルグの光のエネルギーを發散す。而して16燭光の炭素線の電燈は50ワットを要す。この電燈に供給せられたるエネルギーの幾部分が光のエネルギーとなるか。

第七章 電流の磁氣作用

第八章 電流に関する測定器

(45) 磁石と電流との關係を説明せよ。(七高)

(46) 磁針の直上に電流が東より西に流るゝ時、磁針の占むる位置如何。(盛農)

(47) 電流の有無を知るべき重なる場合を列挙せよ。(大高工)

(48) 同一の向きに電流の通する二つの互に平行せる針金の間に作用する力は如何。(海機)

(49) 電流の強さを測るに利用し得べき原理を列挙し、且つ簡単にこれを説明せよ。(海兵)

(50) 電鈴一個、押鈕二個を用ひ、二個所より互に獨立して鈴を鳴らし得る電線連結方法を圖示し、殊に電鈴の働く模様及び押鈕内の構造を詳述せよ。(東高工)

第九章 感應電流

(51) 發動機を廻轉する時、電流が流れ始めれば廻轉し難くなるは何故ぞ。

(52) 何故に發電機を運轉するに引續き機械力を供給することを要するか。(大高工)

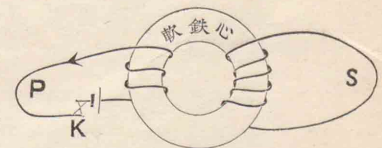
(53) 輪道に入れたる電池が或る原因により其の動電力少しづゝ絶えず増減するものとすれば、此の輪道に電磁石があると無きとは電流に如何なる影響あるべきか。

(54) ダイナモの運轉を急速ならしむれば如何なる電氣的結果を生ずるか。この際ダイナモの各部に全く摩擦なしとせば、外部より仕事を供給せずして電流を生じ得べきか。

(55) 若し感應電流の方向がレンツの法則に逆らふものと假定せば、電流によりて一度廻轉し始めたるモートルは更に電流を供給することなくして仕事を爲し得べし。これを證明せよ。

(56) 高所の水を利用して、ダイナモを廻轉して生ずる電流により電燈を點する迄のエネルギーの變遷を詳述せよ。(専檢)

(57) 環狀の軟鐵心に二條の絶縁銅線P, Sを巻き付くこと圖の如くし、Pに豫め矢の示す方向に電流を通じ置き、開閉器Kによりて急に此の電流を斷つ時はSに感應電流を生ずべし。その方向を圖示して説明せよ。(名高工)



(53) 電壓100ボルトなる發電機Dを抵抗各1.5オームなる導線AB及びA'B'を以て電動機M'に連絡して、これを運轉しつゝあり。而して輪道の一部に入れたるアンペア計Gの指針は3アンペア

を示せりといふ。この時次の各を求めよ。

- a. 電動機の両端に於ける電圧。
- b. 発電機が輪道に供給する全工率
- c. 電動機が消費する工率。
- d. 導線 A B, A/B' に於て熱となりて消費する工率。(大高工)

(59) 弱き電流を以て強き電流を起すには如何なる方法に依るべきか。

(60) 電話機, ダイナモ, 感應電流器(感應コイル, 變壓器)に於ける感應を起す方法の差別を問ふ。

(61) 導體の接觸部に於ける電氣抵抗が或る事情のために著しく變化することの實地應用の例を挙げよ。(大衆)

和英對譯術語集

緒 論

頁數		頁數	
1	物 體 Body	2	單 位 Unit
1	物 質 Matter	3	質 量 Mass or Quantity of matter
1	物 理 學 Physics	3	瓦 Gramme
1	自 然 現 象 Natural phenomena	3	平均太陽日 Mean solar day
1	定 律 Law	3	基本單位 Fundamental unit
2	量 Quantity	3	誘導單位 Derived unit
2	測 定 Measurement		

第一編 力及び物性(上)

第一章 運動及び力(其一)

4	運 動 Motion	6	重量(又は重さ) Weight
4	靜 止 Rest	7	密 度 Density
4	速 さ Speed	7	重力單位 Gravitational unit
5	速 度 Velocity	7	力の釣合 Equilibrium of forces
5	慣 性 Inertia	8	作 用 Action
5	ニュートン NEWTON	8	反 作用 Reaction
5	慣性の定律 Law of inertia	8	反作用の定律 Law of reaction
5	運動の第一定律 First law of motion	8	運動の第三定律 Third law of motion
6	力 Force	9	物質の三態 Three states of matter
6	重 力 Gravity	9	氣 體 Gas
6	落 下 Falling	9	液 體 Liquid
		9	固 體 Solid

9 流體	Fluid	19 凝集力	Cohesion
9 彈性	Elasticity	19 附着力	Adhesion
10 體積の彈性	Elasticity of volume	19 分子現象	Molecular phenomenon
10 形の彈性	— of form	19 擴散	Diffusion
10 彈力	Elastic force	20 滲透	Osmose
10 フック	FOOKE	20 溶解	Dissolve
10 彈性的極限	Limit of elasticity	20 蒸發	Vapourization
10 彈條秤	Spring balance	20 吸收	Absorption
		20 吸藏	Occlusion
第二章 液體		21 表面張力	Surface tension
10 パスカルの原理	Pascal's principle	22 毛細管現象	Capillarity
11 パスカル	PASCAL	22 氣壓	Atmospheric pressure
11 壓力	Pressure	23 トリチェリー	TORIZELLI
11 壓力の強さ	Intensity of pressure	23 標準壓力	Standard pressure
12 水壓器	Hydraulic press	23 晴雨計	Barometer
12 自由表面	Free surface	24 水銀晴雨計	Mercury barometer
12 鉛直線	Plumb line	24 アネロイド晴雨計	Aneroid barometer
12 水平面	Horizontal plane	25 サイフォン	Siphon
12 水準器	Level	26 ボイル	BOYLE
14 全壓力	Total pressure	26 ボイルの定律	Boyle's law
14 連通管	Communicating tubes	26 空氣ポンプ	Air pump
15 アルキメデス	ARCHIMEDES	27 マグデブルグの半球	Magdeburg semi-sphere
15 アルキメデスの原理	Archimedian principle	28 吸上ポンプ	Suction pump
16 浮力	Buoyancy	28 壓搾ポンプ	Compressing pump
16 比重	Specific gravity	28 押上ポンプ	Forcing pump
17 ボーメの浮秤	Beaume's areometer	29 消火ポンプ	Fire engine
18 分子	Molecule	29 空氣の浮力	Atmospheric buoyancy
18 原子	Atom	30 輕氣球	Balloon
18 電子	Electron	30 飛行機	Air ship
18 分子力	Molecular force	30 ツェペリン	ZEPELIN

第二編 熱

第一章 熱及び溫度

31 熱	Heat
31 溫度	Temperature
31 膨脹	Expansion
33 寒暖計	Thermometer
34 氷點	Freezing point
34 沸騰點	Boiling point
34 華氏の目盛	Fahrenheit's scale
34 攝氏の目盛	Celcius' scale
35 最高寒暖計	Maximum thermometer
35 最低寒暖計	Minimum thermometer
35 體溫器	Clinical thermometer

第二章 膨脹係數

36 膨脹係數	Coefficient of expansion
36 體膨脹係數	Coefficient of cubical expansion
36 線膨脹係數	Coefficient of linear expansion
37 シャール	CHARLES
37 シャールの定律	Charles' law
37 絕對溫度	Absolute temperature

第三章 熱量

39 熱量	Quantity of heat
39 カロリー	Calorie
40 熱容量	Heat capacity

40 比熱	Specific heat
40 混合法	Method of mixture

第四章 熱の傳播

42 熱の傳導	Conduction of heat
42 良導體	Conductor
42 不良導體	Non-conductor
43 安全燈	Safety lamp
43 對流	Convection
44 輻射	Radiation
45 魔法瓶	Thermos bottle
45 融解	Fusion or melting
45 凝固	Solidification
45 デュワー瓶	Dewar flask
46 融解點	Melting point
46 融解熱	Heat of fusion
47 凝固點	Solidifying point
47 寒劑	Freezing mixture
48 氣化	Vaporization
48 液化	Liquifaction
48 蒸發	Vapourization
48 蒸氣	Vapour
49 飽和蒸氣	Saturated vapour
49 最大張力	Maximum vapour tension
49 最大壓力	Maximum vapour pressure
50 沸騰	Boiling
50 沸騰點	Boiling point
52 製氷	Artificial ice

53 臨界溫度	Critical temperature	56 乾濕球濕度計	Dry and wet bulb hygrometer
53 臨界壓	Critical pressure	56 露	Dew
54 斷熱膨脹	Adiabatic expansion	56 霜	Hoarfrost
54 リンデ	LINDE	57 雲	Cloud
54 液體空氣	Liquid air	57 霧	Fog
55 露點	Dew point	57 霰	Soft hail
55 濕度	Humidity	57 雪	Snow
55 濕度計	Hygrometer	57 霰	Sleet
55 ランブレヒト	LAMBLECHT	57 雹	Hail
		57 雨	Rain

第三編 力及び物性 (下)

第一章 固體

58 力の三要素	Three elements of force	64 浮體の釣合	Equilibrium of floating body
58 力の強さ	Intensity of force	65 挺子	Lever
58 力の方向	Direction of force	67 秤	Balance
58 力の作用點	Point of application	68 桿秤(日本秤)	Steelyard
58 力の作用線	Line of action	68 輪軸	Wheel and axle
59 力の合成	Composition of forces	70 滑車	Pulley
59 合力	Resultant force	70 定滑車	Fixed Pulley
60 力の分解	Resolution of forces	70 動滑車	Moving Pulley
60 分力	Component force	71 機械	Machine
62 力の能率	Moment of forces	71 仕事	Work
62 能率の臂	Arm of moment	72 仕事の原理	Principle of work
63 偶力	Couple	72 斜面	Inclined plane
63 重心	Centre of gravity	72 傾角	Angle of inclination
64 物體の坐はり	Stability of body	73 楔	Wedge
		73 ネヂ	Screw
		74 ネヂの歩み	Pitch of screw
		74 摩擦	Friction

75 摩擦力	Frictional force
76 静止摩擦	— of rest
76 運動摩擦	— of motion
76 最大摩擦	Maximum frictional force
77 轉がりの摩擦	Rolling friction
77 滑り摩擦	Sliding friction

第二章 運動及び力 (其二)

76 變位	Displacement
76 速度	Velocity
77 加速度	Accelation
77 ニュートン	NEWTON
78 萬有引力	Universal gravitation
78 落體	Falling body
80 拋射體	Projectile
81 拋物線	Parabola
81 運動の第二定律	Second law of motion
82 ダイン	Dyne
82 力の絶對單位	Absolute unit of force
82 メガダイン	Megadyne
83 運動量	Momentum
84 打撃	Impact
84 衝突	Collision
85 抵抗	Resistance
85 抵抗力	Resisting force
86 風壓	Wind pressure

第三章 仕事とエネルギー

88 エルグ	Erg
88 ジュール	Joule
89 工率	Power
90 エネルギー	Energy
91 運動のエネルギー	Kinetic energy
91 位置のエネルギー	Potential energy
91 機械的エネルギー	Mechanical energy
91 エネルギーの變遷	Transformation of energy
93 エネルギー不滅の法則	Principle of conservation of energy

第四章 熱機關

93 仕事當量	Mechanical equivalent of heat
94 熱機關	Heat engine
94 蒸汽機關	Steam engine
94 汽罐	Boiler
94 汽笛	Cylinder
95 ハヅミ車	Fly wheel
95 離心盤	Eccentric
95 滑り瓣	Slide valve
96 凝結器	Condenser
96 瓦斯機關	Gas engine
97 蒸汽タービン	Steam turbine
98 瓦斯タービン	Gas turbine

第四編 振動・波動及び音

第一章 圓運動及び振動

99 圓運動	Circular motion	99 等速圓運動	Uniform circular motion
		99 求心力	Centripetal force

- 101 振子 Pendulum
- 101 振動 Oscillation or Vibration
- 101 單振子 Simple pendulum
- 101 振幅 Amplitude
- 101 週期 Period
- 101 等時性 Isochronism
- 102 複振 (合成振子) Compound pendulum
- 103 時計 Clock

第二章 波動

- 104 波動 Wave motion
- 104 媒質 Medium
- 105 橫波 Transversal wave
- 105 縱波 Longitudinal wave
- 105 山(波の) Crest
- 105 谷(波の) Trough
- 105 位相 Phase
- 105 密部 Dense part
- 105 疎部 Thin part
- 105 波長 Wave length

第三章 音波

- 106 音波 Sound wave
- 107 振動數 Frequency

- 107 反響 Echo
- 108 噪音 Noise
- 108 樂音 Musical sound
- 108 音叉 Tuning fork
- 103 強弱 Loudness
- 108 高低(調子) Pitch
- 109 音色 Timber
- 110 干涉 Interference
- 111 唸り Beat
- 112 定常波 Stationary wave
- 112 腹 Loop
- 112 節 Node
- 112 弦 String
- 112 原振動 Fundamental vibration
- 112 原音 Fundamental tone
- 113 倍振動 Harmonics
- 113 倍音 Overtone
- 114 共振 Resonance-vibration
- 114 共鳴 Resonance
- 114 空氣柱 Air column
- 115 閉管 Closed pipe
- 115 開管 Open pipe
- 115 風琴管 Organ pipe
- 117 蓄音器 Phonograph

第五編 光

第一章 光の直進

- 119 光 Light
- 119 光體 Luminous body

- 119 暗體 Dark body
- 119 透明體 Transparent body
- 119 不透明體 Opaque body
- 120 光線 Light ray

- 120 陰影 Shadow
- 121 本影 Umbra
- 121 半影 Penumbra
- 121 皆既日蝕 Total eclipse
- 121 部分日蝕 Partial eclipse
- 121 金環蝕 Annular eclipse
- 121 月蝕 Lunar eclipse
- 121 照度 Illumination
- 122 光度 Intensity of light
- 122 光度計 Photometer
- 123 燭光 Candle power

第二章 光の反射

- 123 反射 Reflection
- 123 入射光線 Incident ray
- 123 反射光線 Reflected ray
- 123 入射角 Angle of incidence
- 123 反射角 Angle of reflection
- 123 反射の定律 Law of reflection
- 123 平面鏡 Plane mirror
- 124 虚像 Virtual image
- 124 亂反射 Irregular reflection
- 125 球面鏡 Spherical mirror
- 125 凹面鏡 Concave mirror
- 125 凸面鏡 Convex mirror
- 125 曲率半徑 Radius of curvature
- 125 鏡心 Centre of mirror
- 125 鏡軸 Axis of mirror
- 125 焦點 Focus
- 125 焦點距離 Focal length
- 125 虚焦點 Virtual focus

- 126 實像 Real image
- 126 共軛點 Conjugate points

第三章 光の屈折

- 128 屈折 Refraction
- 128 屈折の法則 Law of refraction
- 128 屈折光線 Refracted ray
- 128 屈折角 Angle of refraction
- 129 屈折率 Index of refraction
- 130 全反射 Total refraction
- 130 臨界角 Critical angle
- 130 プリズム Prism
- 130 プリズムの角 Angle of prism
- 131 偏角 Deviation
- 131 光の分散 Dispersion of light
- 131 スペクトル Spectrum
- 131 虹 Rainbow
- 133 主虹 Principal rainbow
- 133 副虹 Secondary rainbow
- 133 レンズ Lens
- 134 収斂レンズ Convergent lens
- 134 發散レンズ Divergent lens
- 134 凸レンズ Convex lens
- 134 凹レンズ Concave lens
- 134 レンズの軸 Axis of lens

第四章 光學器械

- 138 寫真 Photography
- 138 暗函 Camera
- 138 絞り Stop or diaphragm
- 138 種板(陰畫) Negative plate

138 陽 畫 Positive plate
 138 感光紙 Sensitive paper
 139 眼 Eye
 139 水晶體 Crystalline lens
 139 角膜 Cornea
 139 水樣液 Aqueous humour
 139 網膜 Retina
 139 虹彩 Iris
 139 視角 Visual angle
 139 光角 Optical angle
 139 明視距離 Distance of distinct vision
 139 眼鏡 Spectacle
 139 近視眼 Short sighted eye
 140 遠視眼 Long sighted eye
 140 幻燈 Magic lantern
 140 殘像 Residual image
 141 活動寫真 Moving picture or Cinematograph
 141 蟲眼鏡 Lupe or Magnifying glass
 142 倍率 Magnification
 142 顯微鏡 Microscope
 142 望遠鏡 Telescope
 143 隻眼鏡 Binocular
 143 プリズム入双眼鏡 Prism-binocular

第五章 スペクトル

144 分光器 Spectroscope or Spectrometer
 144 コリメーター Collimator
 144 細隙 Slit
 145 輝線 Bright line
 145 スペクトル spectrum

145 連続スペクトル Continuous spectrum
 145 スペクトル分析 Spectrum analysis
 146 吸収スペクトル Absorption spectrum
 146 フラウンホーフェル線 FRAUNHOFEL
 146 フラウンホーフェル線 Fraunhofer's line
 146 黒線 Dark line
 146 キルヒホッフ KIRCHHOFF
 147 赤外線 Infra-red ray
 147 熱線 Heat ray
 147 化学線 Chemical ray
 147 紫外線 Ultra-violet ray
 148 輻射線 Radiation

第六章 物體の色

148 色 Colour
 148 物體の色 Colour of body
 148 繪具の色 Colour of Pigment
 149 三色版 Three-coloure printing
 149 餘色 Complementary Colour
 149 原色 Primary colour
 150 螢光 Fluorescence
 150 燐光 Phosphorescence

第七章 輻射及び光波

151 輻射エネルギー Radiant energy
 151 光波 Light wave
 151 エーテル Ether
 151 波動説 Undulation theory
 152 薄膜の色 Colour of thin film
 153 石鹼球 Soap bubble

第六編 磁氣及び電氣

第一章 磁石

154 磁性 Magnetic property
 154 磁石 Magnet
 155 磁石の極 (磁極) Magnetic pole or Pole of magnet
 155 北極 North pole
 155 南極 South pole
 155 磁力 Magnetic force
 155 クーロン COULOMB
 156 磁氣量 Quantity of magnetism
 156 磁場 Magnetic field
 156 磁場の方向 Direction of magnetic field
 156 磁場の強さ Intensity of —
 156 磁氣感應 Magnetic induction
 157 永久磁石 Permanent magnet
 157 一時磁石 Temporary magnet
 157 磁性體 Magnetic substance
 155 指力線 Line of force

第二章 地球磁氣

158 地磁氣 Terrestrial magnetism
 160 伏角 Inclination or Dip
 160 方位角 Angle of deviation
 160 水平分力 Horizontal component
 160 磁氣赤道 Magnetic equator
 160 磁氣極 Magnetic pole
 160 羅針盤 Compass

第三章 靜電氣

161 電氣 Electricity
 162 帶電 Electrification
 162 帶電體 Electrified body
 162 電氣振子 Electric pendulum
 162 陽電氣 Positive electricity
 162 陰電氣 Negative electricity
 163 クーロンの法則 Coulomb's law
 163 電氣量 Quantity of electricity
 163 絶對單位 Absolute unit
 163 實用單位 Practical unit
 163 電氣の傳導 Conduction of electricity
 163 電氣の良導體 Electric conductor
 163 電氣の不良導體 Electric non-conductor
 163 絶縁する to insulate
 163 絶縁體 Insulator
 164 驗電器 Electroscope
 164 電氣の配布 Distribution of electricity
 165 靜電氣感應 Electrostatic induction
 165 電氣の中和 Neutralization of electricity
 166 電氣盆 Electrophorus
 167 感應起電機 Electrical machine
 167 ウィムスハーの起電機 Wimshurst's —
 168 蓄電器 Electric condenser
 168 ライデン瓶 Leyden jar
 168 放電 Electric discharge
 168 放電叉 Discharger

- 169 火花放電 Spark discharge
 169 尖端放電 Point discharge
 169 電氣風 Electric wind
 170 雷 電 Lightning
 170 落 雷 Thunderbolt
 110 避 雷 針 Lightning conductor
- 第四章 電流及び電池**
- 171 電 流 Electric current
 171 電流の強さ Strength of current
 171 アンペア AMPÈRE
 172 電 位 Electric potential
 172 電位の差 Difference of potential
 172 電 壓 Electric pressure
 172 ボルト Volt
 172 電氣容量 Electric capacity
 172 電 池 Voltaic or galvanic cell
 172 ボルタ電池 Volta cell
 173 電池の陽極 Anode
 173 電池の陰極 Kathode
 173 輪 道 Electric circuit
 173 動 電 力 Electromotive force
 173 ボルタ VOLTA
 174 局部電流 Local current
 174 分 極 Polarization
 175 定常電池 Stationary cell
 175 ダニエル電池 Daniell cell
 175 ブンゼン電池 Bunsen cell
 175 重クロム酸電池 Bichromate cell
 175 ルクランシェー電池 Leclanche cell

- 175 乾 電 池 Dry cell
- 第五章 電氣抵抗**
- 175 オーム OHM
 175 オームの定律 Ohm's law
 176 電氣抵抗 Electric resistance
 178 全 抵 抗 Total resistance
 178 行の連結 Connection in series
 179 列の連結 Connection in parallel
 180 電池の抵抗 Resistance of cell
 180 外 抵 抗 External resistance
 187 内 抵 抗 Internal resistance

第六章 電流の化學作用

- 182 電氣分解 Electrolysis
 182 電 解 質 Electrolyte
 182 電 離 Electrolytic dissociation
 182 イオン Ion
 182 陽イオン Anode ion
 182 陰イオン Kathode ion
 183 ファラデー FARADAY
 183 ファラデーの定律 Faraday's law
 183 原 子 量 Atomic weight
 183 原 子 價 Atomic valency
 183 化學當量 Chemical equivalent
 184 電 鍍 Electroplating
 184 電 鑄 Electrotyping
 184 電 氣 版 Electrottype
 184 電氣冶金 Electrometallurgy
 185 蓄 電 池 Secondary cell or Accumulator

- 185 放 電 (蓄電池の) Discharge of—
 185 充 電 (蓄電池の) Charge of—

第七章 電流の熱作用

- 186 ジュールの定律 Joule's law
 187 電流の工率 Power of current
 187 ワット Watt
 187 ワット時メーター Watt-hour-meter
 188 キロワット時 Ki'o-watt-hour
 188 白熱燈 Incandescent lamp
 188 タングステン纖維 Tangusten filament
 189 弧 燈 Arc lamp

第八章 電流の磁氣作用

- 190 アンペアの定律 Ampère's law
 191 コイル Coil
 192 電磁石 Electro-magnet
 192 電 鈴 Electric bell
 193 電 信 機 Telegraphy
 193 音 響 器 Sounder
 193 電 鍵 Electric key
 193 繼 電 機 Electric relay

第九章 電流に関する測定器

- 195 測 定 器 Measuring apparatus
 195 正切電流計 Tangent galvanometer
 196 アンペア計 Ammeter
 197 ボルト計 Volt-meter

第十章 感應電流

- 198 感應電流 Induced current
 198 レンツ LENZ
 198 レンツの定律 Lenz's law
 200 相互感應 Mutual induction
 200 自己感應 Self induction
 201 感應コイル Induction coil
 201 第一コイル Primary coil
 201 第二コイル Secondary coil
 201 斷 續 器 Interrupter
 201 電 話 器 Telephone
 201 送 話 器 Transmitter
 202 受 話 器 Receiver
 202 發 電 機 Dynamo or Generator
 203 場 磁 石 Field magnet
 203 發 電 子 Armature
 204 交 流 Alternate current
 204 交流發電機 Alternate current dynamo
 204 直 流 Direct current
 204 直流發電機 Direct current dynamo
 205 整 流 子 Commutator
 205 發 動 機 Electric motor
 206 電 動 子 Rotor
 206 變 壓 器 Transformer
 207 電力輸送 Transmission of electric power

第十一章 電氣振動・無線電信

- 207 電氣振動 Electric oscillator
 208 ヘルツ HERTZ

- 208 電 波 Electric wave
 208 電氣共鳴 Electric resonance
 209 檢波器 Wave detector
 209 ブランリー BRANLY
 209 マルコニー MARCONI
 209 コヒーラー Coherer
 209 鳥 瀉 TORIGATA
 209 鑛石檢波器 Mineral detector
 209 オーヂラン Audion
 209 眞空球檢波器 Valve detector
 209 無線電信 Wireless telegraphy

第十二章 眞空放電・X線
 及び放射能

- 211 眞空放電 Vacuum discharge
 211 陰極光 Negative glow
 211 陽極光 Positive ray
 212 ガイスレル管 Geissler's tube
 212 陰極線 Cathode ray
 212 クルックス管 Crookes' tube
 212 陰電子 Negative election
 212 放射線 Ray
 212 レントゲン RÖNTGEN
 213 X 線 X-ray

- 214 放射能 Radioactivity
 214 放射能體 Radioactive
 substance
 214 ラヂウム Radium
 214 α 線 Alpha ray
 214 β 線 Beta ray
 214 γ 線 Gamma ray
 214 ラヂウム・エマネーション Radium
 emanation
 215 放射能體の變遷 Radioactive
 transformation
 215 スピンサリ スコープ Spintharoscope
 215 キュリーエー CURIER

第十三章 電子論

- 218 電子論 Electron theory
 218 陽電子 Positive election
 218 アインスタイン EINSTEIN
 218 相對性原理 Principle of
 relativity
 219 電 子 Electron
 219 元素の番號 Atomic number
 219 原子の核 Nucleus of atom
 219 元素の變遷 Transformation of
 elements
 220 量子説 Quantum theory
 220 プランク PLANCK

Radioactivity
 Radioactive substance
 Radium
 Alpha ray
 Beta ray
 Gamma ray
 Radium emanation
 Radioactive transformation
 Spinhariscope
 CURIER
 電子論
 Electron theory
 Positive election
 EINSTEIN
 Principle of relativity
 Electron
 Atomic number
 Nucleus of atom
 Transformation of elements
 Quantum theory
 PLANCK

年 表

アルキメデズ。 前287—前212。
 挺子。 浮力

ガリレオ。 1564—1642。
 落體。 慣性。 振子。 望遠鏡

ゲーリュケ。
 空気ポンプ。 1638。

トリチェリー。
 真空管。 1643。

バスカル。
 水 壓。 1650。

ボイル。 1632。 } マリオット。 1680。
 瓦斯體の容積と壓力。

レーメル。
 光の速度。 1675。

ニュートン。 1643—1727。
 宇宙引力。 光の分散。

ホイゲンス。 1629—1695。
 求心力。 光の波動説。

ファレンهایت(華氏) } セルシウス(攝氏)
 1708。 } 1736。
 寒 暖 計。

シャルル。 1787。 } ゲー・ルー・サック。
 1802。
 瓦斯體の容積と溫度。

フランクリン。
 雷。 1752。

クーロン。
 靜電氣。 磁氣。 1785。

ワット。
 蒸氣機關。 1769以後。

ガルバニー。
 動物電氣。 1789。

ボルタ。
 電流の發見。 1794

ステブenson。
 汽車。 1829。

エールステッド。
 電流の磁氣作用。 1820。

アンペア。
 電流の作用。 1820。

オーム。
 電 流。 1827。

フ라운ホーフェル。
 黑 線。 1814。

ジュール。
 電流の熱作用。 1841。
 熱當量。 1843。

ファラデー。
 感應電流。 1831。 電氣分解。 1834。

ブンゼン及キルヒホーフ。
 スペクトル分析。 1860。

ヘルムホルツ。 1821—1894。
 エネルギー不滅則。 音覺。 視覺。

モールス。
 電 信。 1835。

ブランテ。
 蓄電池。 1859。

ベル。
 電 話。 1876。

エヂソン。
 蓄音機。 1877。 白熱電燈。 1879。

ヘルツ。
 電 波。 1883。

リンデ。
 液體空氣。 1895。

レントゲン。
 X 線。 1895。

マルコニ。
 無線電信。 1893。

ローレンツ。
 電子説。 1892以後。

ジェ・ジェ・タムソン。
 電 子。 1897。

キュリエー。
 ラザウム。 1893。

ライト兄弟。
 發動機附の飛行機。 1906

アインシュタイン。
 相對律。 1905 及び 1916。

プランク。
 量子説。 1900。

大正十二年一月三十日
文部省檢定濟

大正十一年十月廿五日印
大正十一年十月廿八日發
大正十二年一月十二日修正再版印刷
大正十二年一月十五日修正再版發行

不	中等物理學教科書	複
許	定價金九拾錢	製



大正十二年度
臨時定價 金一圓五拾三錢

著者 愛知敬一

東京市麴町區大手町一丁目一番地

發行兼印刷者 株式會社 三省堂
代表者 神保周藏

東京市神田區三崎河岸十二號地

印刷所 株式會社 三省堂印刷部

東京市麴町區大手町一丁目一番地

發行所 株式會社 三省堂
(振替 東京三一五五番)

Sanyo
Middle
school
thru 2nd class
Masuo
J. La

4/1/12

11
九
九

