

40292

教科書文庫

4,
421
41-1912.
20000 85177

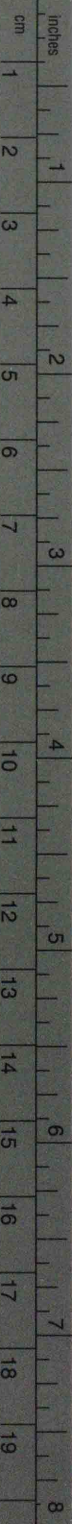
M45.
P12

Kodak Gray Scale



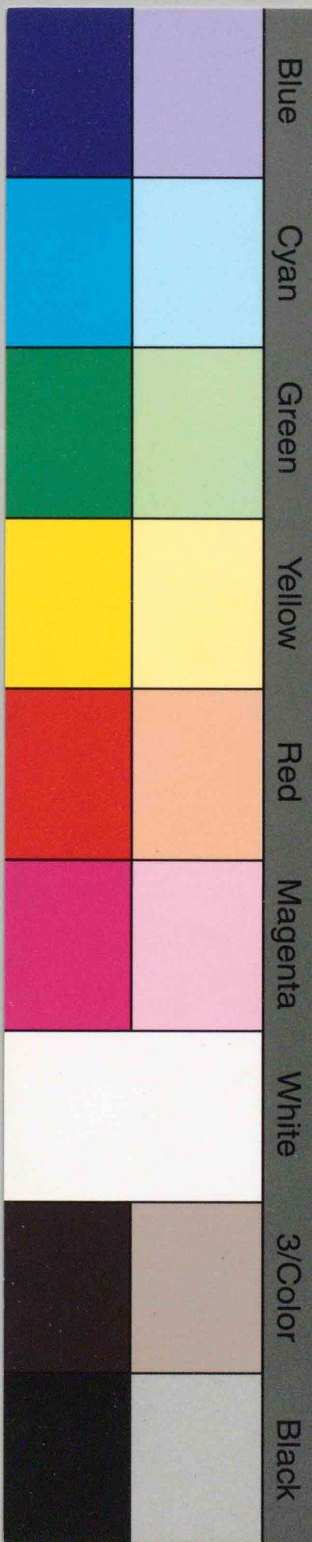
© Kodak, 2007 TM: Kodak

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



Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak



資

教科書文庫
4
421
41-1912
2000085177

40
421
明44

文部省檢定
明治四十五年一月八日 中學校師範學校理科用

增訂
新撰物理學教科書

東北帝國大學理學科教授

理學博士

本多光太郎

著



開成館藏版

訂正の要領

- 一、最近の學說に従ひ、全篇を通じて大なる訂正を施せり。殊に第二篇「力」に於ては圓運動衝突、浮體の釣合等の諸項及び最近の發達にかゝる飛行船及び飛行機に關する事項をも加へたり。また第三篇「熱」に於ては石油發動機及び瓦斯發動機等に關する事項をも附加せり。
- 二、最も插圖を改善し、特に本書改修のために海外より取寄せたる數種の資料によりて新刻せるもの多し。
- 三、舊版上欄に掲げたる諸公式はこれを本文の中に編入し、別に數量に關する諸表をも加へたり。
- 四、東京吉澤商店主人が特に本書のために活動寫眞機の寫眞及びフィルムを製して贈られたる厚意を謝す。

明治四十四年十月

著者識

広島大学図書

2000085177



例言

本書は最近の學說と實地教授者諸氏の多數の忠言とに基づき、さきに著せる「近世物理學教科書」を増補したるものにして、通卷嚴密なる修訂を施せり。特に空氣の液化、ラヂウムに關する事實及び學說等は生徒の理會し易き方法によりて平易明晰にこれを説明し、學ぶ者をしてその要領を得て、科學の進歩の如何に顯著なるかを覺らしめんことを期せり。その他、内容を豊富にし、挿畫を改善し、有益にして趣味ある數多の新圖を加へたるが如き、また重要な公式を選びて上欄に註し、教授者の取捨に任せたるが如き、また附録として新に計算問題及び物理學術語集を載せたるが如き、いづれも改善のおもなる點なりとす。

本書敘述の様式その他に至りては、今敢へて變更を試みず、予が學ぶ者の力を量りて、材料の選擇説明の方法に多大の工夫を凝らせるは、大方諸氏の諒せらるゝ所なるべし。

なほ本書の敷衍補説に關しては、予の新著「物理學詳解講義」を參見せられんことを望む。

明治三十九年九月

著者

目次

第一篇 物性總説

(一一五)

物質、慣性、物質の不滅、萬有引力、重力、密度及び比重、鉛直及び水平面、物質の三態、物質の組成、彈性、擴散及び滲透、吸收及び溶解、表面張力、毛管現象。

第二篇 力學

(二六七)

第一章 釣合へる固體……………二六

力の釣合、力の合成及び分解、槓子、天秤、桿秤、臺秤、滑車、輪軸、斜面、楔、ネヂ、重心、物體の釣合、摩擦力。

第二章 釣合へる流體……………三七

第一節 液體

液體の壓力、壓力の傳達、液體の表面、壓力と深さとの關係、アルキメデスの原理、浮體の釣合、比重の測定。

第二節 氣體

氣體の重さ、氣壓、氣壓計、輕氣球、ボイルの法則。

第三節 サイフォン ポンプ 霧吹
サイフォン。ポンプ。空氣ポンプ。霧吹。

第三章 運動せる物體……………六二

第一節 運動の法則

速度。加速度。運動の第一則。運動の第二則。運動の第三則。運動量。衝突。

第二節 運動せる物體

落體の運動。拋射體。圓運動。振子。時計。推進機。

第四章 仕事……………六六

仕事。器械のなす仕事。工率。

第三篇 熱學 (七九—一二)

第一章 溫度及び熱……………七九

溫度。熱。寒暖計。熱量の單位。比熱。熱の傳導。熱の對流。熱の輻射。

第二章 物體の膨脹……………八九

固體の膨脹。膨脹の例。液體の膨脹。氣體の膨脹。氣體の體積と壓

力及び溫度との關係。例外の膨脹。第三章 物體の状態の變化……………九六

融解及び凝固。寒劑。蒸發。液化。空氣の液化。沸騰。蒸餾。大氣中の水蒸氣。濕度。

第四章 熱機關……………一〇八

蒸氣機關。瓦斯機關

第四篇 音響學 (一一—一三二)

第一章 音波……………一一

波動。音波。音の速度。音の反射。音の干涉。

第二章 音の性質……………一九

樂音及び噪音。音の強弱。音の高低。音の調和。音階。サイレン。音色。

第三章 發音體……………二五

絃。音叉。風琴管。聲帶。蓄音機。

第五篇 光學 (一三三—一八六)

第一章 光の直進……………一三三

發光體及び暗體。透明體及び不透明體。光の直進。影。光の速度。照度。光度。……………一四〇

第二章 光の反射……………一四〇

光の反射。亂反射。平面鏡。球面鏡。凹面鏡。凸面鏡。

第三章 光の屈折……………一四一

光の屈折。複屈折。大氣中の屈折。全反射。プリズム。レンズ。レンズの焦點。凸レンズ。凹レンズ。レンズの作る像。

第四章 光學器械……………一六〇

幻燈。寫真器。眼。明視の距離。眼鏡。實體鏡。望遠鏡。雙眼鏡。顯微鏡。

第五章 光の分散……………一七一

分散。レンズの色収差。虹。スペクトルの種類。輻射線。物體の色。燐光及び螢光。光波。偏光。

第六篇 磁氣學……………(二八七—二九六)

第一章 磁石の作用……………一八七

磁石。磁石の作用。磁極の強さ。磁極間の作用。磁氣の感應。指力線。磁石の製法。磁氣の配布。

第二章 地球磁氣……………一九三

方位角及び伏角。羅針盤。

第七篇 電氣學……………(一九七—二六四)

第一章 電氣の作用……………一九七

帶電體。電氣の二種。電氣量。帶電體間の作用。導體及び不導體。金箔驗電器。電氣の配布。

第二章 電氣の感應……………二〇四

電氣の感應。電氣盆。感應起電機。ライデン礮。放電。大氣中の電氣。避雷針。

第三章 電位及び電流……………二二三

電位。電流。オームの法則。連結せる導線の全抵抗。

第四章 電池……………二二七

ボルタ電池。電池の分極。ダニエル電池。ブンゼン電池。ルクランシニ電池。乾電池。重クロム酸電池。電池の抵抗及び連結法。熱電流。

第五章 電流の化學作用……………二三四

電氣分解。ファラデーの法則。電鍍術。電鑄術。蓄電池。

第六章 電流の熱作用……………二三元

ジュールの法則。白熱燈。弧燈。……………

第七章 電流の磁氣作用……………

電流の磁氣作用。コイル。電流計。電磁石。電鈴。電信機。電氣發
動機。……………

第八章 感應電流……………

感應電流。レンツの法則。感應コイル。發電機。電話機。電波及び
無線電信。……………

第九章 眞空管内の放電……………

ガイスレル管。レントゲン線。放射能作。電子。……………

第八篇 エネルギー……………

エネルギー。運動のエネルギー及び位置のエネルギー。他種のエネ
ルギー。エネルギーの本源。エネルギーの不滅。……………

(二六五—二七二)

附 録

- 第一 計算問題
- 第二 物理學術語集

增訂 新撰物理學教科書

理學博士 本多光太郎 著

第一篇 物性總說

一 物質。金石、木、土、水、空氣等の如くすべて宇宙間にありて一
定の空間を占め、吾人の感覺によりてその存在を知ること
を得るものを、物質といふ。物理學は即ち物質に關する學
問の一分科なり。

水を滿盛したる器の中に手をさし入るれば、水の幾分は排
出せられ、硝子罎を倒にして水中に没すれば、罎内に存留せ
る空氣のために、水は全く罎内に入るに能はず。かくの

物質の不可入性

如く、物質は、その何たるに論なく、すべて多少の空間を占有し、他物質の同時に同處に共存することを許さず。この性を不可入性といふ。

〔問一〕 机の抽出しを抽出して、急にこれをさし入るれば、隣れる他の抽出しの押し出さるゝことあり。これ何故ぞ。

〔問二〕 二孔を有せる水入に水を入れんとして、これを水中に没するとき、その一孔より氣泡の立ち昇るは、何故なるか。

〔問三〕 硝子罎の口に密栓を施し、これに小孔を穿ちて口の甚だ小き漏斗を挿入し、これより水を注げば、水は罎内に入ることを得るか。

慣性の法則

二 慣性。机上の圖書は、これを動かすことなきときは、永くその位置を保たんとし、走れる車は、これを妨ぐるものなきときは、前進を續けんとす。かくの如く、静止せる物質は、他の物質の作用を受けざるときは、静止の状態を保たんとし、また運動せる物質は、他の物質の作用を受けざるときは、その

運動の状態を續けんとす。この性を物質の慣性といふ。静止せる物質が運動を始め、或は運動せる物質が運動の状態を變ずるは、他の物質のこれに作用を及せるによる。かくの如く、物質の運動または静止の状態を變ずる作用を力といふ。

〔問一〕 塵を拂ふとて、衣を振ふは、いかなる理に基づくか。

〔問二〕 下駄の齒の間に挟まりたる雪塊を去るに、下駄を劇しく他の物體に打ちつくるは、何故なるか。

〔問三〕 庖丁、小刀等をその柄に固定せしむるに、これを少し柄に嵌めかけおきて、柄の他端を他物體に叩きつくるは、何故なるか。

三 物質の不滅。草木の生長するは、草木が空氣中或は地中より養分となる物質を攝取して、自己の物質の量を増加するによるものにして、物質の新に創造せられたるにあらず。また木材等を燃すときは、物質は恰も消滅したるが如く見ゆ

物質不減則

れど、これ單に木材が炭酸瓦斯灰等に變化したるのみ。かくの如く、すべて物質は生ずべからず、また滅すべからざるものなり。

四

萬有引力。 ニュートンは宇宙間の物質はすべて皆相引くも

のとし、物質が地上をさして落つるも、これがためなりと説けり。實に天文學上の研究に據れば、諸天體の間にも同じく引力ありて、相引きつゝあるなり。この引力を**萬有引力**といふ。一般に、宇宙間にある物質は、その距離の遠近に關らず相引き、その力は物質の量即ち質量の相乗積に正比例し、距離の二乗に反比例するものなり。

萬有引力の法則

五

重力。 地球はその表面にある諸物質を引くが故に、物質を掌にて支ふれば、これがために掌の壓さるゝを感ず。かくの如く、地球がその表面にある物質を引く力を特に**重力**と

物質の重さと質量との關係

いふ。通常、物質の重さといふは、この力によりて起る吾人の感覺に外ならず。

萬有引力の法則によれば、地表上同一の場所に於ける物質の重さは、その質量に比例すべきなり。

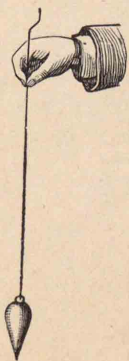
また物質間の引力は、距離の大なるほど弱きが故に、物質が地表上、高山の頂にあると海面上にあるとによりて、その重さに多少の差違を生ずべきなり。例へば東京にて一貫の重さのある物質は、富士山の頂にありては九百九十九匁なるが如し。

六

密度及び比重。 同じ體積の種々の物質を比較するに、その中に含まるゝ質量に多少あり。例へば鐵は同體積の水の殆ど八倍の質量を有し、金は殆どその十九倍の質量を有す。或物質の單位體積の質量を名づけて**密度**といふ。また或物

質の重さとこれと同じき體積の水の重さとの比を比重といふ。

七 鉛直及び水平面。 絲の一端に、圖の如く重錘を吊るせば、絲は重力の作用する方向を取りて靜止すべし。この方向を鉛直といふ。鉛直に直角なる平面を水平面といふ。



八 物質の三態。 例へば木、竹、金石等の如きものは、皆一定の體積及び形狀を具へて、容易にこれを變ずること能はず。かゝる物質を固體といふ。水、油、水銀等の如きは、また一定の體積を具へて、容易にこれを變ずること能はざれど、その形狀は、これを容れたる器の形狀に従ひて種々に變ず。かゝる物質を液體といふ。また空氣、酸素、水素等の如きは、いづれも

一定の體積及び形狀を具へずして、常にその容器内に充滿し、これに相應せる體積及び形狀を保つ。かゝる物質を氣體といふ。物質の状態は種々なれど、概して右の三種に類別することを得。また液體と氣體とを併せて流體と名づくることあり。

水は通常液體なれど、寒さに遇へば、凍りて固體となり、火にかくれれば、水蒸氣と化して氣體となるは、人の善く知れる事實なり。かくの如く、同じ物質も三様の状態を呈することを得るものなり。

(問) 固體、液體及び氣體の例各二三を挙げよ。

九 物質の組成。 砂糖の一塊を取り、これを分ちて細粉となし、その各粒を更に細分し、かくの如く進みてやまざる時は、終には砂糖の性質を失はずしては更に分割すること能は

分子間の引力

ざる極限に達すべし。この微小なる部分を分子と名づく。分子は化學的方法によるときは、更に原子と稱する一種もしくは二種以上の部分に分つことを得るものなり。これに由りて觀れば、物質は分子によりて組成せられ、分子はまた原子によりて組成せらる。

一般に、物質を組成せる分子は相密接して存在するものにあらずして、その間に多少の間隙を有するものなり。この分子間の間隙は、物質の状態の異なるに隨ひて差違あり。即ち固體及び液體にありては、間隙甚だ小にして、分子は互に引力の作用を及す。これを分子力といふ。同じ物質の分子の間に作用する分子力を特に凝集力といひ、その異なる物質の分子の間に作用するものを附著力といふ。共に分子間の距離の甚だ近きときにのみ作用するものなり。物質の

分子の振動

凝集力と物質の三態との關係

附著力と凝集力との關係

分子は、かくの如く互に引力を及すものなれど、その遂に密著せざるは、常に激しく振動して、互に衝突反跳しつゝあるによるなり。

固體は凝集力甚だ大なるが故に、容易にその體積及び形狀を變ずること能はず。液體はその凝集力、固體に比すれば著しく弱くして、容易にその一部を分離することを得。氣體にありては分子間の間隙著しく大にして、殆ど凝集力の作用を免る。

硝子棒を水中に入れて、これを引き出すときは、水の硝子棒に附きてこれを潤すを見る。これ水と硝子との附著力が、水の凝集力よりも大なるが故なり。糊が物を固著するに用ゐられ、墨が文字を印するに供せらるゝは、皆附著力の著しきが故なり。

〔問一〕 茶碗を破るとはいかなることぞ。一旦破れたる片々を單に壓し附くるのみにては、相合して一體とならず。これ何故なるか。

〔問二〕 煉瓦を疊むに、その間にセメントを用ゐるは何のためなるか。

〇

彈性。 ゴムは引張れば伸ぶれど、放てば忽ち縮みて舊に復す。また圓筒に活塞を設け、これを押し込みて筒内の空氣を

壓搾するに、手を放てば空氣は忽ち廣がりて、活塞の押し出さるゝを見る。かくの如く、力の作用を受くれば、その形狀または體積を變じ、この力の作用止めば、舊の状態に復する性を**彈性**といひ、彈性を有する物質を**彈性體**といふ。

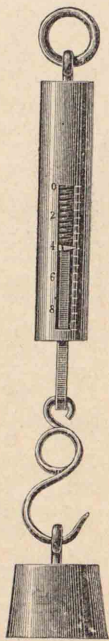
彈性の法則

フックの研究に據れば、物質の形狀或は體積の變化の小なる間は、その變化はこれに加ふる力に比例す。例へば針金に分銅を懸けてこれを引張る場合には、針金の延びは分銅の重さに比例し、また棒の兩端を支へ、中央に分銅を吊るしてこれ

ゼンマイ秤の理

を曲ぐる場合には、棒の曲りは分銅の重さに比例す。

ゼンマイ秤はゼンマイの彈性を應用したるものにして、圖



の如くこの秤の下端に物體を吊るし、ゼンマイの延ぶる長さによりて、この

物體の重さを知ることを得るなり。

〔問一〕 コルクが饅の栓に適するは何故なるか。

〔問二〕 自轉車自動車等の車輪に空氣入りの輪套を纏ふときは、いかなる利あるか。

二

擴散及び滲透。 二種の液體或は氣體を順次に一器に容る

るに、これらが次第に相混合することあり。この現象を**擴散**と名づけ、氣體に殊に著し。また二種の液體もしくは氣體

が隔壁を透して相混合する現象を、**滲透**といふ。擴散及び滲透の現象を考ふれば、氣體及び液體の分子が絶えず激しく振動しつゝあること、容易に了解せらる。

〔問一〕 窒素は酸素よりも輕きものなるに、この兩氣體は大氣中にありて層を成さざるは何故ぞ。

〔問二〕 擴散する液體と擴散せざる液體との實例二三を示せ。

〔問三〕 玩具の風船球に水素を充つるに、その始は空中に昇り行けど、後には昇らざるに至るは何故ぞ。

三 **吸收及び溶解。** 空氣に接觸せる水面に近き水は、多少空氣を含めり。これ空氣と水との間に一種の擴散の行はれたるに外ならず。通常、氣體が液體中に擴散することを**吸收**といふ。吸收は壓力の大なるほど大なり。かのラムネ、麥酒等の罎の栓を抜くや否や、中より盛に泡の立つは、壓力の減少によりて吸收せられたる氣體の逸出するによるなり。

吸收と壓力との關係

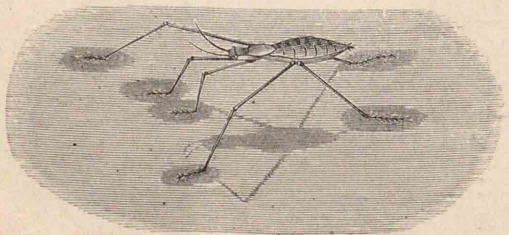
食鹽、砂糖等の固體を水中に投ずるに、これらは漸くその形狀を失ひて、遂には痕跡を留めざるに至る。かくの如き現象を**溶解**といひ、その液を**溶液**、その固體を**溶質**といふ。

〔問一〕 炭酸瓦斯は植物の食物なり。地上植物は空氣中よりこれを求む。

〔問二〕 藻類の如き水中植物は何處よりこれを求むるか。

〔問三〕 脂垢をおとすに揮發油を用ゐる、印刷用インキを洗ひ去るに石油を用ゐるは、何故なるか。

三 **表面張力。** 乾きたる輕き針を靜に水上に横たふれば、針は恰も薄き膜の上に載せたるが如くに水面に浮かぶ。圖に示す「あめんぼう」といふ水蟲が水の表面に浮かぶ状態を見るに、またこれと同じ。かく、すべて液體の表面は薄膜を張りたるが如く、常に自ら



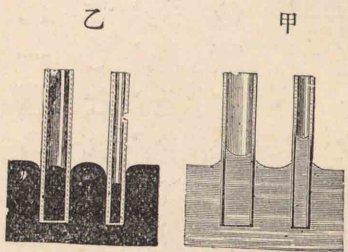
表面張力の大小

收縮せんとする現象を呈す。これを**表面張力**といふ。木葉におく露滴が球形をなすも、また表面張力によるなり。表面張力は液體によりて異なり。例へば、水は油石鹼水等に比して表面張力著しく大なり。水面に一滴の石油を落せば、石油は直に水の全表面に擴がる。これ油滴の周圍を引張る水の表面張力が、自ら收縮せんとする石油の表面張力よりも大なるが故なり。

〔問〕微小なる露滴は球狀をなすに、大なる露滴は少し扁平なり。この理を説明せよ。
其の水の量少キ時は其重さの比して表面張力の作用大なり。其の水の量大ナルときは表面張力の比して重さの作用大ナルなり。

二四

毛管現象。 細き硝子管を、水もしくははその他、管を濕す液體の中に立つれば、液體は次圖の甲に示すが如く管内に昇りて、その液面は管外の液面よりも高し。これに反して、細き硝子管を水銀もしくははその他、管を濕さざる液體の中に立つ



れば、上圖乙の如く管内の液面は管外の液面よりも低し。これらの現象を**毛管現象**といひ、管の徑の小なれば小なるほど、いよいよ著し。燈心が油を吸ひ上げ、毛筆が墨を含む等も、また毛管現象の例なり。

第二篇 力學

第一章 鈞合へる固體

一 **力の鈞合。** 棒の一端に力を加へて引くときは、棒は力の作用する方向に運動すれど、同時に等しき強さの他の力が、これと反対なる方向に作用するとき、その結果、棒は一も力の作用を受けざるに等しく、依然として靜止すべし。されば一箇の力が靜止せる物體に作用するとき、これを運動せしむれど、數箇の力が同時に作用するとき、その物體に運動を起さしめざるごとあり。かくの如き場合には、これらの諸力は互に**鈞合をなす**といひ、またこの物體は**鈞合へり**ともいふ。

物體を掌上に支ふるには、この物體の重さと等しき力を重

カ要素
1. 方向
2. 着力点

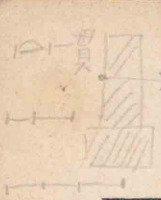
力の強さの測定

力の作用する方向と反対なる方向に作用せしめて、これを鈞合はしめざるべからず。また机上に置きたる物體が靜止するも、机がその物體の重さに等しき力をこれに作用せしむるによるなり。かくの如く、或力の作用するがために生じて正にこれと鈞合ふ力を、**抵抗力**といふ。

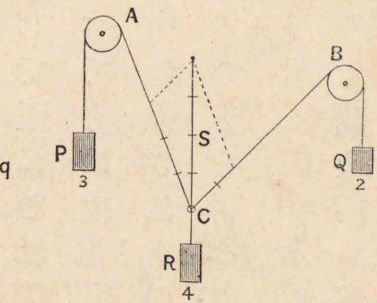
すべて力は或物體の重さと鈞合はしむることを得るが故に、力の強さはその力と鈞合へる物體の重さによりて測定することを得べし。通常、瓦、砵、貫、匁、封度等の重さを**力の單位**とす。

二 **力の合成及び分解。** 二つの滑車に一筋の絲を懸け、その兩端に等しき重さの錘を吊るすときは、重力は絲の兩端に作用するが故に、絲は靜止すべし。然るに、この兩端の錘の重さ異なるときは、重き錘は下りて、輕き錘を引き上ぐべし。こ

カラ同ニ表
サレニ次如
各其の着力点
ヨリカノ方向
ニカノ大サニ比
例スルニ表サ
線ヲ引キ線
端ノ矢ヲヨリテ
其ノ方向ヲ示
スモトス



の場合に、絲の一點Cに他の錘Rを吊るすに、絲及び錘は一時運動を生ずれど、やがて圖の如き位置に靜止すべし。こ



の時、C點に作用する力を考ふるに、PQRの三錘は各その絲の方向CA CB CRに錘の重さに等しき力を及せり。このPQの二力はRの力と釣合をなすが故に、これら二力の作用せる結果は、その大きRに等しき他の一力Sが、反対の方向に作用せるに等し。今これらの絲の後方に黑板を立て、その一點cよりPQS三力の方向CA CB CRに平行にして、長さがこれらの三力の大きさに比例する三直線cp cq csを引くときは、csはcp cqを二邊とせる平行四邊

二力の合力を求むる法

一力の分力を求むる法

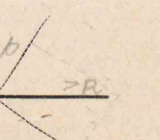
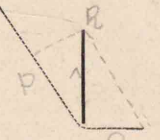
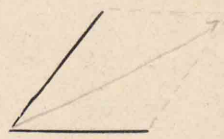
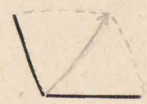
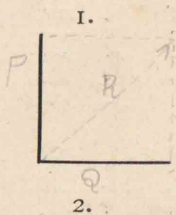
形の對角線に等しきことを知るべし。

一般に二力が一點に作用するとき、これを他の一力にて代表することを得。この一力をかの二力の合力といひ、かの二力をこの一力の分力といふ。二力の合力を求むるには、これらの二力を表す直線を二邊とせる平行四邊形を作るべし。その對角線は即ち合力を表す直線なり。かく平行四邊形によりて合力を求むることを力の中斜法といふ。

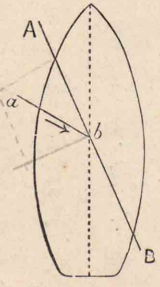
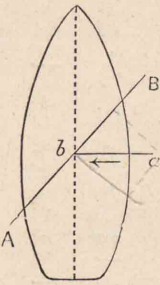
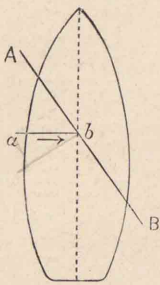
逆に、一つの力は、これを表す直線を對角線とする平行四邊形の二邊にて表さるゝ二力に分解することを得。二つの力を合成すれば、たゞ一つの合力を得れど、一つの力を分解すれば、二つ或は二つ以上の分力を得べし。

〔問二〕 同じ方向に向ひて作用するPQなる二力の合力を求めよ。またこれらが反対の方向に向ふときは如何。

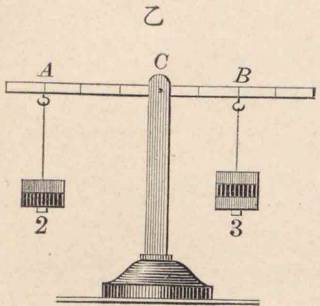
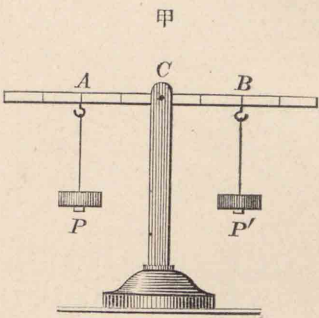
〔問二〕 次の圖の二力の合力を求めよ。また、その一方を點線の方向に分
解せよ。



〔問三〕 次の圖にて、ABは帆の向を示し、abは矢の方位に吹く風力を表すと
すれば、船を前進せしむる風力は如何。



三 槌子。今甲圖の如く、太さ一様なる棒の中點Cを支へて、こ



れより等距離にある二點A、Bに等しき
重さの錘P、P'を懸くれば、棒は水平の位
置を執りて釣合ふべし。されどその距離
異なるときは、棒はC點を廻りて、距離の
大なる方へ顛覆すべし。次に乙圖の如
く、C點の一方、三尺の距離Aに二貫の重
さを懸け、他方、二尺の距離Bに三貫の重
さを懸くるときは、棒は再び水平の位置
に釣合ふべし。即ちこゝに

$$3(R) \times 2(\text{尺}) = 2(R) \times 3(\text{尺})$$

の關係あるを見る。

一般にACをa、BCをbとし、A點に作用す
る力をP、B點に作用する力をQとすれ

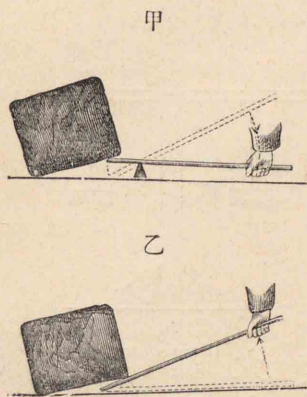
ば、棒が靜止する場合には、

$$Pa = Qb$$

かく、固定せる一點の周に回轉し得る棒を**槎子**といひ、この定點を**支點**といひ、支點より力の作用する點に至る距離を**槎子の臂**といふ。また臂の端に作用する力と臂の長さとの相乗積を**力の能率**といふ。前式によれば、槎子の兩端に作用する力の能率が相等しきとき、槎子は、釣合ふものなり。

されば今上圖甲の如く槎子を用ゐて重き物體を動かさんとするに、その支點より物體に至る距離が、支點より力の作用する點に至る距離に比して小なるほど、それだけ力を利することを得るなり。釘拔が能く釘

槎子の理

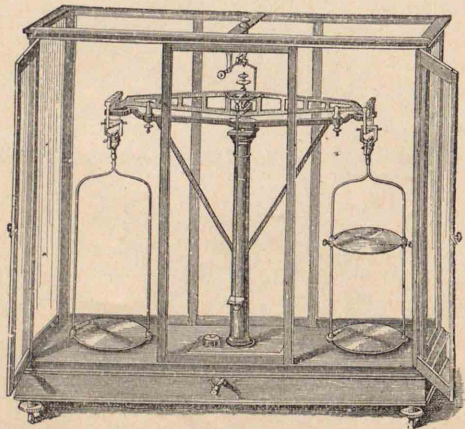


を抜き得るも、この理による。

槎子の支點は、また前圖乙の如くその一端にあることあり。裁縫用はさみ、毛拔等の如きも、この種の槎子の例なり。

四 天秤 天秤は圖の如く槎子の兩臂の相等しきものにして、その兩端に吊るしたる皿の一方に物體を載せ、他方に分銅を載せて、桿を水平ならしめ、分銅の重さによりて物體の重さを知るなり。

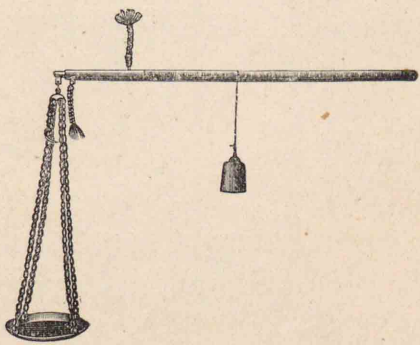
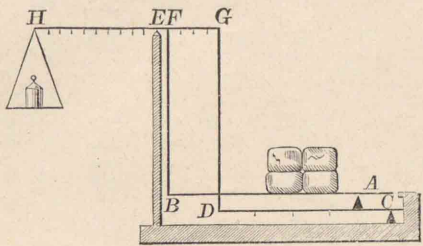
五 桿秤 桿秤は兩臂の相等しからざる槎子なり。次圖の如く桿の一端に近く支點を設け、この端に皿を吊るして、物體をこれに載せ、一定の重さある分銅を他



方の臂に懸け、これを桿に沿うて動かして、桿を水平ならしめ、桿上の目盛にてその物體の重さを知るなり。

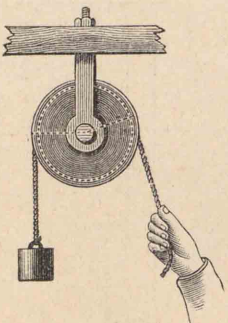
六 臺秤。臺秤は圖に示すが如く、 AB CD GH

なる水平の梃子と、これらを連結せる GD FB なる鉛直の桿とより成る。これらの梃子は各 A C E なる支點にて支へられ、 AB の上に物體を載せ、 GH の一端 H に適當なる分銅を吊りて、 GH を水平ならしめ、これによりてその物體の重さを知るなり。



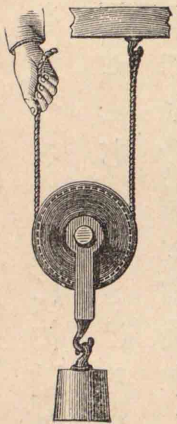
七 滑車。滑車は周邊に溝を穿てる圓板を、その中心を貫ける

軸の周に回轉せしむるやうに製したるものなり。圖に示す滑車は、その溝に綱をめぐらし、この綱の一端に物體を吊るし、他端を手にして、これを引き上ぐるに用ゐるものにして、通常、井戸に備へらるゝもの如きも、これなり。かくの如き滑車を定滑車といひ、その軸を支點と見做せば、この滑車は兩臂の相等しき梃子に當るが故に、これを用ゐて物體を引き上ぐるに要する力はその物體の重さに等し。



定滑車を用ゐるに要する力

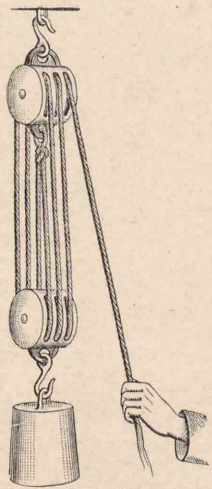
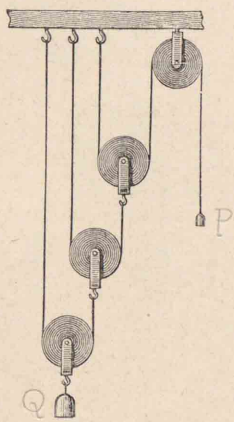
また上圖の如くに装置したる滑車に物體を吊るし、綱の他端を手にして、これを引き上ぐるに、物體を吊るしたる滑車に重



また上圖の如くに装置したる滑車に物體を吊るし、綱の他端を手にして、これを引き上ぐるに、物體を吊るしたる滑車に重

動滑車を用ゐるに要する力

$P = \frac{1}{8} Q$ ルトキ釣合ッベキヲトテ
 Q ルトキハ本ヲ引キ上ルニハ $\frac{1}{8} Q$ ヨリ
少ク大ナルカニカヨカフレバヨシ。

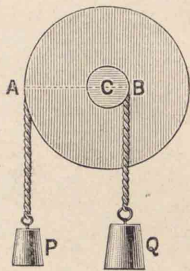


さのなきものとすれば、その兩側の綱は、各物體の重さの半分を負へるが故に、物體の重さの半分より少し大なる力を作用せしむるときは、その物體を引き上ぐることを得。かくの如き滑車を動滑車といふ。

〔問〕 左の兩圖の如く滑車を連結したる装置にありては引き上ぐる物體の重さと力との關係如何。

八 輪軸。輪軸は太き軸を有する大なる滑車にして、重き物體を動かすに用ゐる。次の圖のACを滑車の半徑、CBを軸の半

輪軸を用ゐるに要する力



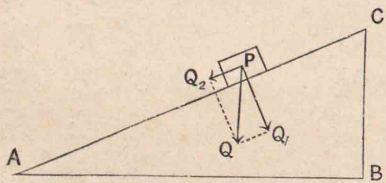
徑とし、軸にQなる物體を懸け、滑車にPなる分銅を懸けて釣合ふものとするれば、槌子の理によりて、

$$Q \times CB = P \times CA$$

されば、輪軸にては、滑車の半徑の大なれば大なるほど、小さな力にて重き物體を動かすことを得。

九 斜面。水平面に對して或角度をなせる面を斜面といひ、その水平面となす角を斜面の傾角といふ。

今圖の如く、平滑なる斜面AC上にある物體Pの重さをQとし、これをACに垂直なる Q_1 と平行なる Q_2 との二力に分解するとき、 Q_1 は斜面の抵抗力と釣合ふが故に、この物體を支へ



斜面を用ゐて物體を引き上げるに要する力

んには、單に Q_2 に等しくして反對の方に向へる力を用ゐるを要す。さればこの力が Q より少しにても大なるときは、この物體は斜面に沿うて引き上げらるゝなり。さて幾何學によりて、

$$Q_2 \parallel Q \times \frac{BC}{AC}$$

故に斜面はこの比 $\frac{BC}{AC}$ の小なるほど、即ち斜面の傾角の小なるほど、小なる力にて重き物體を引き上げ得るなり。

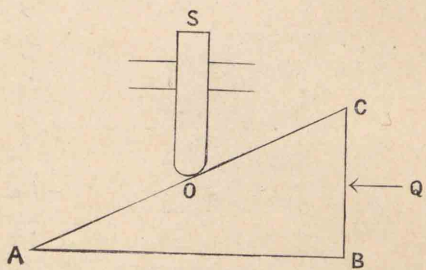
〔問〕 廣き坂を荷車を引きて上るに、一直線には進まずして、左へ右へうねりまがりつゝ行く。これは何故なるか。

〇

楔を用ゐて物體を持ち上げるに要する力

楔。楔は三角形をなせる木片或は鐵片より成る。今圖の如く直角三角形の楔 ABC の上に OS なる物體を載せ、楔を押し込む力を Q とし、これを AC 及び AB に垂直なる二力 P 及び P' に分解するものと考ふるときは、物體を眞上に押し上げる

楔を用ゐて物體を割るに要する力

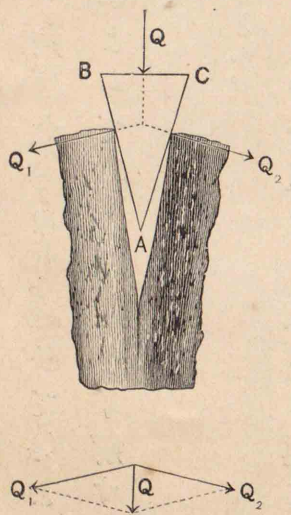


力 R は、鉛直の方向に於ける P の分力にして、 P' と大き相等しく、その方向相反す。さて幾何學によりて、
$$R = Q \times \frac{AB}{BC}$$

故にこの比 $\frac{AB}{BC}$ が大なるほど、即ち A 角が小にして楔が薄きほど、小なる力にて重き物體を上ぐることを得るなり。

次に下圖の如く堅

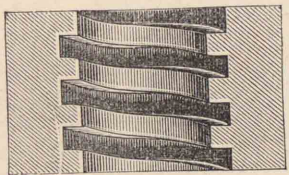
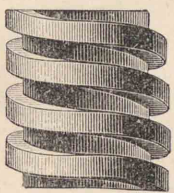
き物體を割るに打ち込む楔 ABC の背面 BC に垂直に作用する力を Q とし、これを楔と物體との相接する面 BA AC に垂



直なる Q_1 Q_2 の二力に分解すれば、 A の角が小なれば小なるほど、 Q と Q_1 または Q と Q_2 との角は大となり、随ひて Q より大なる力 Q_1 Q_2 を得べく、これによりて楔の功用を了解することを得。

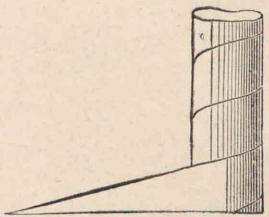
(問) 刃の鋭鈍といふは、いかなることか。

二 **ネヂ**。ネヂは雄ネヂと雌ネヂとの一組より成る。圖に示すが如く、雄ネヂは圓柱の側面に螺旋狀の突起を刻みたるもの、雌ネヂは圓筒の内側に同様の溝を刻みたるものにして、雄ネヂを雌ネヂの中にねぢ込むときは、雄ネヂの山は正に雌ネヂの谷に嵌るやうの装置なり。ネヂの一つの山の始の部と次の山の始の



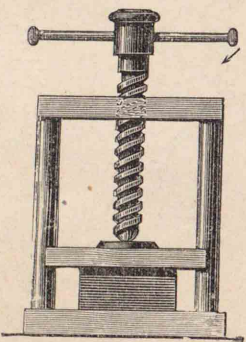
部の距離をネヂの歩アキといふ。ネヂは上の圖の如く直角三角形の楔を圓柱に巻きつけたる形にして、ネヂの歩は楔の高さに當り、ネヂの周邊は楔の底邊に當る。さればネヂを用ゐて力を利する模様は、楔を押し込む場合に同じ。重き物體を持ち上げるに用ゐるジャッキ、容カ高き物體を押し縮むるに用ゐる壓搾機下圖等は、ネヂを應用したるものなり。

ネヂを用ゐる利



部との距離をネヂの歩アキといふ。ネヂは上の圖の如く直角三角形の楔を圓柱に巻きつけたる形にして、ネヂの歩は楔の高さに當り、ネヂの周邊は楔の底邊に當る。さればネヂを用ゐて力を利する模様は、楔を押し込む場合に同じ。重き物體を持ち上げるに用ゐるジャッキ、容カ高き物體を押し縮むるに用ゐる壓搾機下圖等は、ネヂを應用したるものなり。

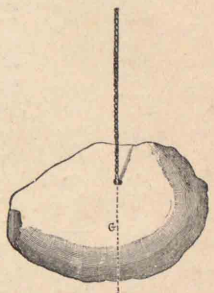
ネヂの應用



三

重心。物體の一點に絲を繋ぎてこれを吊るすときは、この物體は一定の位置を取りて靜止すべし。この場合には、物體の各點に作用する重力の合力は、絲の方向に作用す。物體

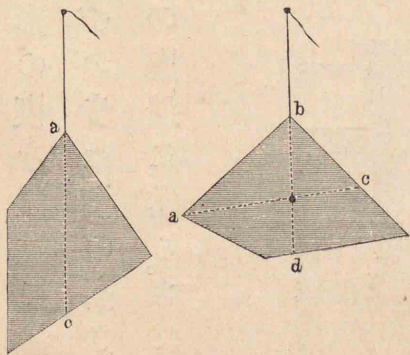
重心の所在



心と名づく。前の圖のGは重心の所在を示す。

扁平なる物體の重心

扁平なる物體の重心は、實驗によりて容易に求むることを得。即ち圖の如く物體の周邊の一點aに絲を結びつけて、これを吊るせば、その重心は絲の方向を下方へ延長したる直線acの上にあるべきこと明なり。次に別に絲を周邊の他の一點bに結びてこれを吊るせば、重心は同じ



を他の點にて吊るすも、また同様なり。この重力の合力は物體を吊るす點如何に關らず、常に絲の方向にある一定點を通過すべし。この點を重

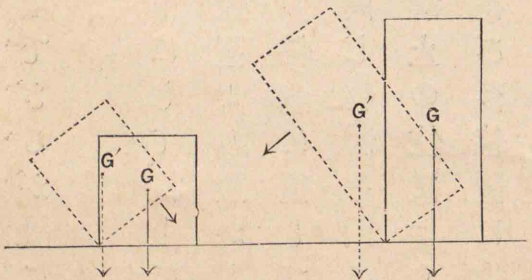
球圓筒立方體棒等の重心

くこの絲の下方の延長線bdの上にあるべし。されば、この兩延長線の交點はこの物體の重心たるべきなり。また、球圓筒立方體等の重心はいづれもその中心にあり、太さの一様な棒等にては、重心はその中央にあることを知るべし。

二三

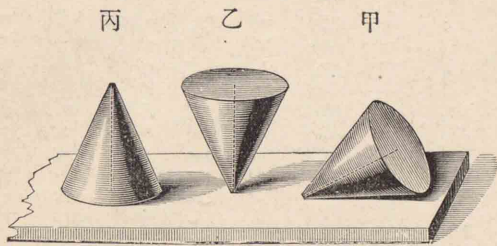
物體の靜止及び顛覆の條件

物體の釣合。物體が机上に靜止するは、物體に作用する重力と机の抵抗力とが相釣合ふによる。而して重力は物體の重心に作用するものと見做さるるが故に、物體の重心より下せる鉛直線が、物體の机に接せる表面の外に落ちるときは、物體は直に顛覆すべし。例へば下圖に示すが如く、一般に、物體



物体ヲ一點ニテ支ル場合
 ① 支點が重心ノ上ニアルトキ一安定
 ② 支點が重心ノ下ニアルトキ不安定

釣合の三様



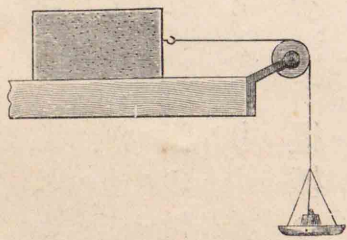
の重心低く且底面の面積廣きほど、物體を傾けても、重心より下せる鉛直線が容易に底面積の外に出でざるが故に、物體は顛覆の虞少しとす。

圓錐の頂を少し截り、圖丙の如く底面を下にして、机上に置けば、これを聊か靜止の位置より動かしても、手を放てば物體は初の位置に復して靜止す。されど圖乙の如く同じ物體を倒にして、机上に立つれば、聊か靜止の位置より動かしても忽ち顛覆して、再び舊位置に復せず。前の場合の如き釣合を**安定の釣合**といふ。後の場合の如きを**不安定の釣合**といふ。机上に置きたる書籍、ランプ等は安定の釣合にあり、盆の上に立てたる卵、掌上に立て

一四

摩擦力。

机上に置きたる物體を、その面に沿うて水平に動かさんとするに、容易に動かす。今物體の一點に糸を結び、滑車を越えて下圖の如く垂れしめ、その下端に錘を吊るすに、錘が一定の重さを超ゆるまでは、物體は動くことなし。これこ



たる棒の如きは不安定の釣合にあるなり。また圖甲の如く圓錐を横に机上に置けば、いかにこれを揺かすとも、常にその位置に靜止す。かくの如き釣合を**中性の釣合**といふ。

〔問一〕 重き物を左手に提ぐるときは、身體を右へ傾け、これを背に負ふときは、身體を前へ屈す。これ何故なるか。

〔問二〕 車に荷物を積むに、大きく重きものを下方に置くは、何故なるか。

〔問三〕 不倒翁の倒れても直に起きあがる理は如何。

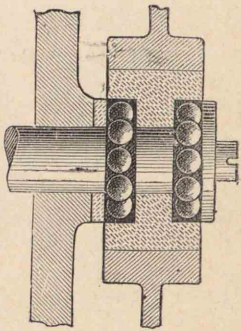
摩擦力の大小

の重さに釣合へる力が、この物體と机との相接觸する面に作用せるによるなり。この力を**摩擦力**といふ。實驗によるに、**摩擦力**は動かさるゝ物體の重さに比例して増減し、その接觸面の大小によることなし。**摩擦力**はまた接觸面の性質によりて異なり、滑なるほど小に、粗なるほど大なり。接觸面の間に油等を塗るときは、著しく**摩擦力**を減す。機械の諸部に油をさすは、これがためなり。

摩擦力の二種

圓柱形の物體を轉ばしつゝ動かさんとするに抵抗する**摩擦力**は、これを引きすりつゝ動かさんとするに抵抗する**摩擦力**に比して著しく小なり。前者を**回轉の摩擦力**といひ、後者を**滑りの摩擦力**といふ。物體を車上に載せて曳けば、直接に地上を曳くよりも著しく力を要せざるは、この理による。また次の圖に示すが如く、自轉車等の車軸の周に數多

摩擦力の用



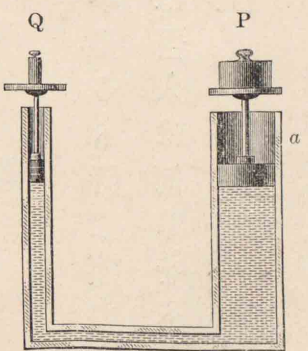
の鋼鐵製の小球を配置せるは、軸に於ける滑りの**摩擦力**を回轉の**摩擦力**に變ぜんがためなり。**摩擦力**は日用に缺くべからざるものにして、例へば物を攫み、地上を歩み得るも、皆**摩擦力**あるによる。もし物體間に**摩擦力**なくば、吾人は何事をも爲すこと能はざるべし。

第二章 釣合へる流體

第一節 液體

一五 **液體の壓力**。液體を充たせる器の薄き側壁に小孔を穿てば、液體は壁面に直角に流出す。これ、液の**壓力**がこれを容るる器の壁に垂直に作用するが故なり。通常或面積に作用

二六 する壓力をその面の受くる全壓力といひ、單位面積の受くる壓力を**壓力の強さ**或は單に**壓力**といふ。
壓力の傳達。 液體を充たせる器の一部に壓力を加ふれば、壓力の強さは増減なく諸方に傳達す。これを**パスカルの原理**といふ。



上圖の如く二箇の口を有する器に水を充たし、活塞にて兩口を密閉し、その上に各分銅を載せて釣合はしむるに、兩活塞の面積を a 及び b とし、分銅の重さを P 及び Q とすれば、兩口に於ける壓力の強さは、 P/a 及び Q/b なるが故に、相等し。即ち

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

されば兩活塞の面積の比が大なれば大なるほど、小なる力

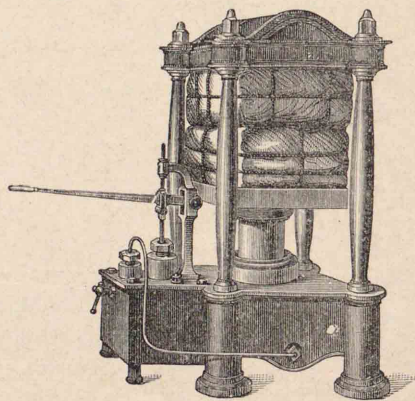
水壓機の理

Qにて大なる力Pを生ぜしむることを得。下圖の如き**水壓機**はこの理を應用したるものにして、容かさ高き物體を壓し或は重き物體を上ぐるに用ゐらる。

液體の表面が水平をなす理

一七

液體の表面。 液體の各部分は極めて流動し易きが故に、假にその表面を傾斜せるものと考ふとも、表面上の各分子は恰も斜面上にある球の如く、重力の作用によりて低き方へ流下し、その傾斜の漸次減少して、表面が遂に水平となるに至りてやむべし。この故に靜止せる液體の表面は水平なり。或平面の水平なりや否やを檢するには、**水準器**といふもの

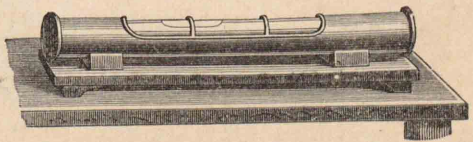


水準器の構造

を用ゐる。この器は稍曲りたる管にアルコール
或はエーテルを入れ、少許の氣泡を残して密閉
せるものにして、これを水平面上に置くときは、
氣泡は管の最高部なる器の中央に位す。今こ
の器を或平面上に置きて、氣泡の位置が下圖の
如く器の中央にあらざるときは、その平面は傾
斜して、氣泡のある方の高さことを示す。

一八

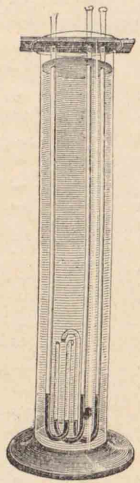
壓力と深さとの關係。器に盛りたる液體を數
層より成れるものと考ふれば、液體の下層のも
のは順次にその上層のもの重さを受くることとなるが
故に、下層に至るに隨ひて次第にその壓力を増す。されば、表
面より二尺の深さにありては、一尺の深さにあるよりも、そ
の液體は二倍の量を支ふるが故に、壓力も二倍だけ増加し、



液體内部の壓力

三尺の深さにありては同じく三倍だけ増加す。即ち液體
の内部の壓力はその深さに比例して増加し、同一の水平面
上にては同じ値を有す。

數箇の細管を取り、その下端を曲げて各、これに等量の水銀
を入れ、これらを一束とし、管の下口を同一の高さとして種



種の方角に向け、これを液體
を盛れる器の中に立つるこ

と上圖の如くすれば、各管の
水銀は、水の壓力のために壓

し上げられ、その高さ相等しきを見る。即ち液體内同じ深さ
に於ける壓力は、いづれの方角にても相等し。

また次の圖の如く、下端にて相連通せる種々の形の硝子管
に液體を入れるれば、その液體の表面は、いづれの管にても同

連通器の液面

一の水平面上にあるを見る。液體は
静止するが故に、同じ水平面 *ab* 上に於
ける壓力は、各處同一なるべきなり。故
にこの壓力は液面よりこの水平面に
至る深さによりて定まり、少しも管の
形状によることなきを知る。

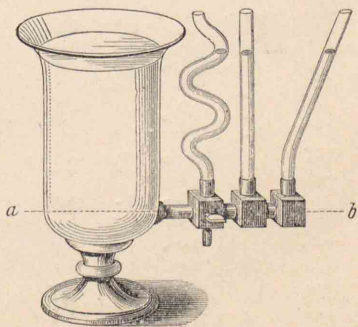
(問一) U字管の一脚には水銀を入れ、他の脚
には水を入れる、ときは、いづれの液面が高きか。

(問二) 噴水の高く噴き上がるは何故なるか。

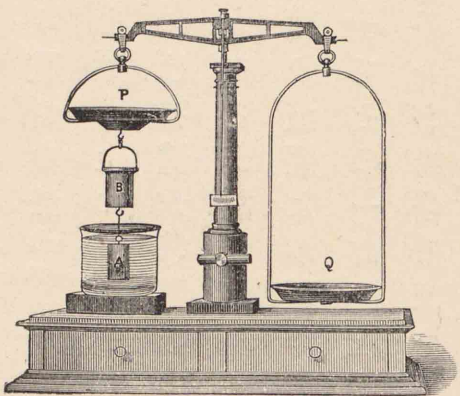
アルキメデスの
原理の實驗

一九

アルキメデスの原理。 次の圖の如く、中空の圓壻 *B* を天秤
の一方の皿 *P* の下に吊るし、更に密に *B* に嵌入する圓壻 *A*
をその下に吊るし、他方の皿 *Q* に分銅を載せて天秤を釣合
はしめ、さて *A* を或液體中に没せしむるに、天秤は忽ち釣合

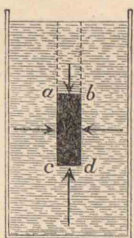


アルキメデスの
原理の説明



を失ひて、*P* は上り、*Q* は下るべし。
されどこの時、同質の液體を *B* に
充つれば、天秤は舊の如く再び釣
合ふを見る。これによりて、物體
が液體中にあるときは、その重さ
はこの物體と等體積なる液體の
重さだけ減するものなることを
知る。これを**アルキメデスの原理**
といふ。

液體中に没したる物體が重さを減するは、液體の壓力が深
さに比例して増加するによる。今次の圖の如く液體中に
圓壻 *abcd* の存するものと考ふるに、その側面に作用する壓力
は、左右等しくして相釣合ひ、その下面 *cd* に作用する液體の



上壓力は、上面 ab に作用する液體の下壓力より大なること、圓壩と等體積なる液體の重さに等し。故に液體中に没したる物體は、その物體と等體積なる液體の重さに等しき力にて押し上げらるゝものにして、即ちそれだけの重さを減ず。かくの如く、液體がその中に没したる物體を押し上ぐる力を**浮力**といふ。

されば、物體が等體積の液體より重きときは、重力は浮力より大なるが故に、液體中に沈むべく、これに反して物體が等體積の液體より軽きときは、重力は浮力より小なるが故に、浮きてその一部分を液體の表面上に露出すべし。而して、その浮かぶ場合には、物體の重さは液體中に没したる部分と等體積なる液體即ちその排除したる液體の重さに等し。

物體が液體中に浮沈する理

また物體の重さが等體積の液體の重さに等しきときは、その物體は液體中のいづれの處にても靜止すべし。

〔問一〕 茶碗鉢等を上向にするととき水上に浮かぶは、何故なるか。

〔問二〕 船艦等が浸水のために沈没するは、何の理によるか。

〔問三〕 杓にて水を汲むとき、水際を離るゝをり急に重くなるは、如何。

〔問四〕 魚はその筋肉の作用によりて鰾内の空氣の體積を増減し、これによりて水中に浮沈することを得。この理を説明せよ。

〔問五〕 水準器を水平の位置に置くとき、その氣泡が中央最高部にあるは、何故なるか。

二〇

浮力の作用點

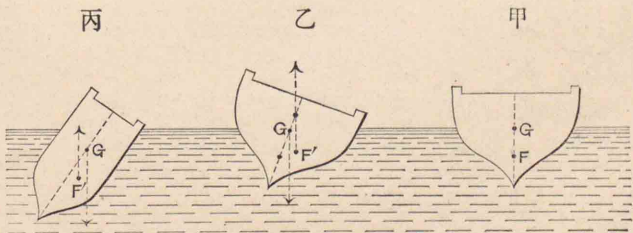
浮體の釣合。 液面に浮かべる物體に作用する浮力は、その物體が排除したる部分の液體の重心に作用すと考へらる。すべて物體が液面に浮かびて釣合ふには、浮力がその物體の重さに等しく、且次の圖甲の如く浮力の作用する點 F がその物體の重心 G を通過する鉛直線上にあるを要す。次

にこの浮體を下圖乙の如く傾くときは、浮力は轉じてF'點に作用し、G點に働く重力と共に物體を初の位置に復せんとす。故に浮體の釣合は安全なり。されど或浮體が下圖丙の如く傾くときは、浮力と重力とは、この浮體をして愈、初の位置を遠ざからしめんとするが故に、その釣合は不安定なり。上に説きたる浮體の釣合は船の構造上、注意すべき事項なり。

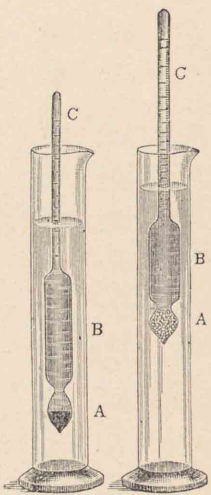
三

固體の比重の測定

比重の測定。 固體の比重はアルキメデスの原理によりて測定することを得。即ち空氣中にて測りたる物體の重さをPとし、水中にて測りたる重さをP'とすれば、この物體の比重は $\frac{P}{P-P'}$ となる。



液體の比重の測定



液體の比重を測るには**比重計**を用ゐる。比重計は圖の如く兩端の密閉したる硝子管Bの下端Aに水銀或は小き鉛丸を入れたるものにして、

この物の重さによりて眞直に液體中に立つことを得。この器を液體中に入るゝに、その排除する液體の重さは、この器の重さに等しきが故に、液體が輕ければ輕きほど、沈むこ

と愈、深し。その沈降の度を管中に封じたる目盛Cによりて讀みて、液體の比重を知るなり。

比重の表

白金	金	21.5
水	銀	19.3
鉛		13.6
銀		11.3
銅		10.6
亞鉛	鉛子	8.9
硝		7.1
アルミニウム		3.0
海水	水	2.6
水		1.03
アルコール		1.0
エーテル		0.79
コルク		0.72
		0.24

第二節 氣體

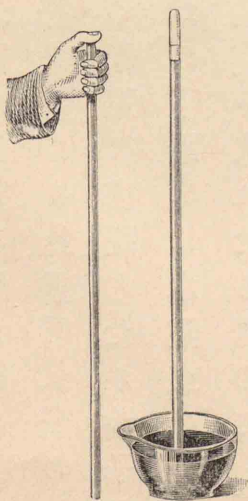
空氣の重さ

三

三 氣體の重さ。大なる鑊に氣體を充たして、その重さを測り、次によくこれを排除して再びその重さを測るに、前よりも重さの減ざるを見る。されば氣體にも重さあることを知る。これ氣體が地球の引力を受くるによるものにして、實驗によるに空氣の重さは一斗につき約六・二匁なり。

三 氣壓。大氣は上層に昇るに隨ひて次第に稀薄となれど、地表上約二十里の高さに達す。

されば、その重さによりて地表上の物體に大なる壓力を及すものなり。今圖の如く長さ三尺ばかりの一端の密

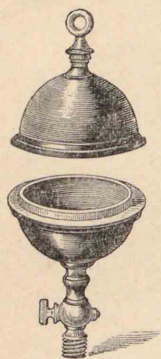


氣壓の測定

氣壓の單位

閉せる硝子管に水銀を充たして、これを水銀を盛りたる器の中に倒に立つるときは、管内の水銀は稍降りて、管外の水銀面より高さこと約二尺五寸即ち七十六糎の處に止り、上部に眞空を残すべし。これ管内の水銀柱の壓力と、外部に作用する大氣の壓力とが相釣合へるによるものなれば、この水銀柱の高さによりて、大氣の壓力を測定することを得べし。大氣の壓力が、一平方糎につき正に七十六糎の水銀柱の重さに等しきときは、これを一氣壓といふ。

マグデブルグ半球の實驗



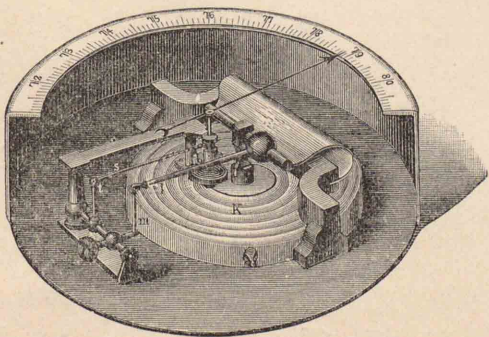
氣體の壓力は、また液體と同じく、同じ高さの處にては、いづれの方角にも等しくして、これを受ける面に垂直なり。今圖の如き二箇の相密著すべき金屬製の中空半球、所謂マグデブルグ半球を合はせ

おきて、内部の空氣を抜けば、大氣の壓力はたゞ外部のみに作用して、強く兩半球を壓するにより、これを引き離すこと難し。されど内部に大氣を流入せしめたる後は、内外の氣壓相釣合ふが故に、兩半球は自由に引き離すことを得。

〔問一〕 吾人が大氣の重さを感じざるは何故なるか。

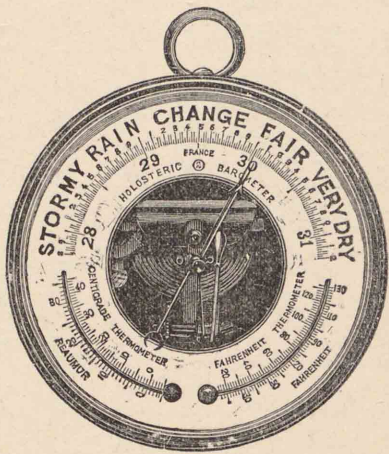
〔問二〕 水入れの一方の孔を塞ぐときは、水は流出せず。これ何故なるか。

二四 氣壓計。大氣の壓力を測る器械を氣壓計といひ、その前記の水銀柱の代に金屬板を用ゐて、携帶に便にしたるものをアネロイドといふ。アネロイドは圖にその内部を示すが如く、適當に



アネロイドの構造

氣壓と天氣との關係



空氣を排除したる圓筒の一面に、同心圓形の溝を有せる彈性ある薄き金屬板Kを貼りたるものにして、氣壓の増減するに隨ひて、Kの面が出入するにより、この運動を梃子の臂l mとstとを経て指針に傳へて、氣壓の變化を示さしむ。こゝに示すはその外部表面なり。氣壓の變化は著しく天氣の模様に關す。一般に氣壓高きときは天氣好く、氣壓低きときは天氣不良なり。されば氣壓の高低を見て、豫め晴雨を判定することを得。故に氣壓計をまた晴雨計ともいふ。風は氣壓の高き部分より低き部分へ流るゝ大氣の運動な

氣壓と土地の高
低との關係

るが故に、各地方の氣壓を知るときは、これによりて、風向の如何をも豫知することを得べし。

一般に、氣壓の次第に低くなるは、風雨の近づける兆にして、その下降急なるは暴風の來襲を示す。暴風は大規模の旋風ツルギにして、その中心に近き處は氣壓甚だ低し。故に**低氣壓の中心**の名あり。低氣壓の中心は却つて無風にして、その周圍のこれに近き處に風力最も烈し。

液體の壓力が、その表面に近づくほど減ずるが如く、氣體の壓力も高處に上るに隨ひて次第に減ず。例へば富士山頂にては氣壓は水銀柱の約四十九糎なり。

二五 輕氣球。 アルキメデスの原理は、氣體にも適用することを得。即ち大氣中にある物體は、その重さが等體積の空氣の重さより小なるときは、大氣中に飛揚すべし。輕氣球はこの



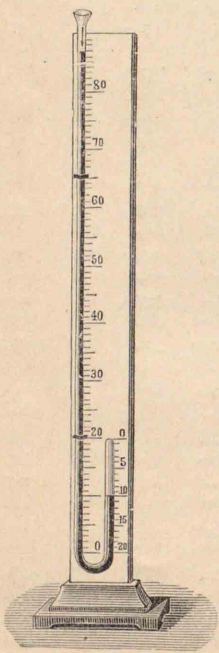
理に基づきて製したるものにして、圖の如く大なる輕き袋に、空氣より輕き氣體例へば水素或は石炭瓦斯を充たせるものなり。

二六

ボイルの法則。

圖の如く、短脚の密閉したるU字管に先少量の水銀を入れ、兩脚内の水銀面を同一の水平面上にあらしむるときは、短脚内の空氣の壓力は外氣の壓力に等し。

次に水銀を次第に管内に注入して、短脚内の空氣がこれのために壓縮せられて、その體積正に原の二分の一に減じたりときは、兩水銀面の差は正に晴雨計の高さに等し。即ち短脚内の空氣の壓力は外氣



の壓力の二倍に等しきを知る。ボイルはこの種の實驗によりて次の法則を發見せり。

一定量の氣體の體積は壓力に反比例す。

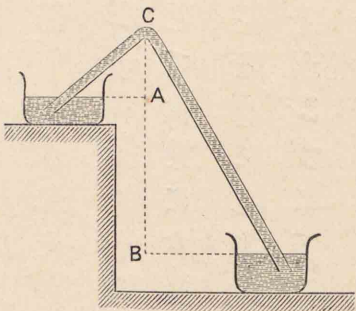
例へば氣體の受くる壓力が p より p' に變じたるがために、その體積が v より v' に變じたりとすれば、

$$\frac{v}{v'} = \frac{p'}{p} \quad \text{或は} \quad pv = p'v'$$

第三節 サイフォン ポンプ 霧吹

二七 サイフォン。サイフォンは長短兩脚を有する曲管にして、器を傾けずして、高處にある液體を低處に移すに用ゐらる。この器の短脚を液體中に入れて、一度長脚の端を吸ふときは、液體は引き續きて流下すべし。今、圖に就きてサイフォンに液體の充ちたるるとき、器の最高部C點に於ける壓力を考ふる

明 サイフォンの説

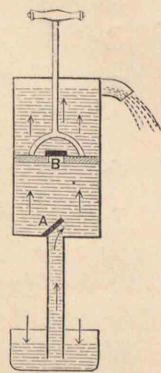


に、その一方、短脚の側よりは、外氣の壓力より短脚の高さCAの液柱の重さを減じたる壓力を受け、長脚の側よりは、同じく外氣の壓力より長脚の高さCBの液柱の重さを減じたる壓力を受く。即ち短脚の側より作用する壓力は常に長脚の側より作用するものより大なること、その差ABの液柱の及す壓力に等し。故に液體は長脚の方へ流動すべし。

(問) サイフォンを用ゐるに、先長脚の端を吸ふは何故なるか。

二八 ポンプ。ポンプに吸上ポンプと押上ポンプとの二種あり。いづれも圓筒とこれに密合せる活塞と及び二箇の瓣とより成る。

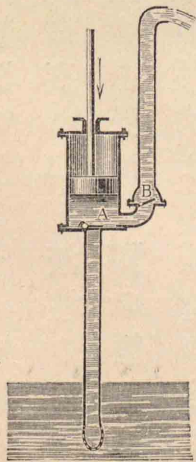
吸上ポンプの構造



吸上ポンプにては、圖の如く瓣は圓筒の底部と活塞とによりて、共に上方へのみ開くことを得。今活塞を引き上ぐるときは、外氣の壓力のために活塞の瓣Bは閉ぢ、同時に活塞と圓筒の底との間の體積増して、壓力減するが故に、筒外の水は外氣の壓力によりて、筒底にある瓣Aを排して筒内に進入す。この時活塞を下せば、筒内の水はその壓力のために筒底の瓣Aを閉ぢ、活塞の瓣Bを開きて、活塞の上に出づ。故に、かくの如く活塞を下して、次第に水を汲み上ぐることを得るなり。

押上ポンプの構造

押上ポンプにては、下圖の如く一つの瓣Aは筒底に、他の瓣B

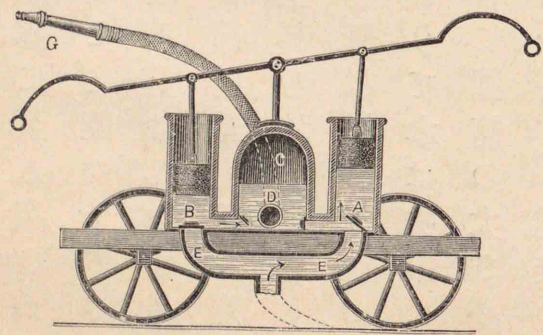


消火ポンプの構造

は筒壁より出づる管内にあり。活塞を引き上ぐれば、筒外の水は吸上ポンプに於けるが如く筒内に入り來り、活塞を下せば、筒内の水はその壓力のために筒底の瓣Aを閉ぢて管内の瓣Bを開きて押し上げらる。

ポンプが用をなす理

消火ポンプは、下圖の如く二箇の押上ポンプを有す。今上部にある梃子の兩端を上下に動かせば、左右の押上ポンプは交代に働きて、水を中央の空氣室Cに集む。この室内に壓縮せられたる空氣は、その壓力によりて間斷なく水をG口より噴出せしむるなり。ポンプが水を引き上ぐることを得るは、外氣の壓力によるものにして、この



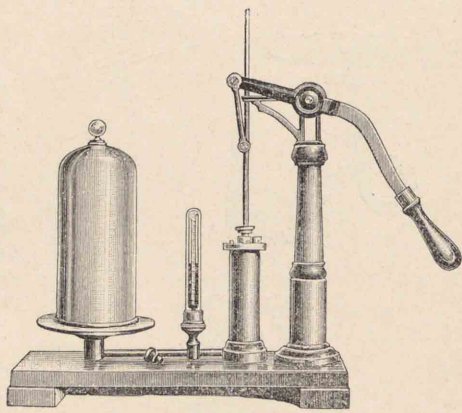
深井に裝置すべ
きポンプの構造

壓力は約七十六糎の水銀柱即ち高さ約三丈四尺の水柱の重さに等しきが故に、水面より筒底の活塞に至る高さが三丈四尺に達するときは、水を引き上ぐるゝこと能はず。されば深き井戸にポンプを裝置して水を汲み上げんとするには、吸上ポンプを用ゐ、圓筒を細長くし、下部の垂直管を廢し、圓筒の底部を直接に水中に入れ、その上部を地上に達せしめて、こゝに水の流出口を附し、活塞の昇降は數寸に止め、絶えずこれを動かすときは、前記の理によりて、水は次第に活塞の上に集り、上口より流出す。この場合に圓筒の太さ小ならざるときは、活塞を動かすに大なる力を要す。越後の油井にては、蒸氣機關によりて活塞を動かし、よく數百尺の深さより石油を汲み上げつゝあり。

二九

空氣ポンプ。空氣ポンプは器内の空氣を排除する器械に

空氣ポンプの構造



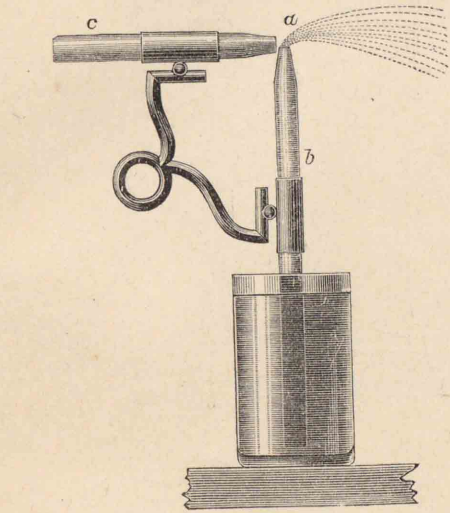
して吸上ポンプとその構造相似たり。即ち活塞と圓筒とありて、共にその底部に瓣を備ふ。今圖の如く、この圓筒に通ぜる管の末端にある平板上に硝子鐘を覆ひて、活塞を引き上ぐるときは、筒内の空氣の壓力減ずるにより、活塞の瓣は閉ぢて、鐘内の空氣の一部は筒底の瓣を開きて筒内に入る。次に活塞を押し下ぐるときは、筒内の空氣は活塞の瓣を開きて筒外に出づ。この故に活塞を上下するに隨ひて、鐘内の空氣は次第に排除せらるゝなり。

〔問〕空氣ポンプにて一器内の空氣を全く排除することを得るか。

霧吹の理

三〇

霧吹。大氣に通ずる管内の氣體が靜止するときはその壓力は大氣の壓力に等しけれど、管内の氣體が流動しつゝあるときは、その壓力は大氣の壓力より小にして、氣體の流動速なるほど、壓力は小なり。而して管の一部が著しく細きときは、その部の氣體の流動甚だ速なるが故に、壓力の減少も



隨ひて大なり。霧吹はこの理を應用したるものにして、圖の如く水平の管cの細孔aの下に細管bを置きて、これを液を入れたる器中に立て、aより氣體を噴出せしむるときは、aに近き部分は著しく壓力を減ずるにより、器

内の液はbを昇りて、aより出づる氣體と共に霧の如く吹き出さる。

第三章 運動せる物體

第一節 運動の法則

三三

速度 物體の運動に遲速あり。この遲速の度合を言ひ表すに速度といふ語を用ゐ、單位時間に進むべき距離の大小によりてこれを測る。例へば毎時幾里、毎秒幾厘の速度といふが如し。また毎時幾里、毎秒幾厘といふ代に、幾時里、幾秒厘といふことあり。およそ運動には速度の變ぜざるものと、變ずるものとあり。前者を等速運動といひ、後者を不等速運動といふ。

三三

加速度。不等速運動にて、單位時間の速度の變化を加速度

といふ。 加速度を言ひ表すには、一秒につき幾秒糎或は毎秒幾秒糎といふが如く、時の單位と速度の單位とを併せ用ゐる。

三

運動の第一則。 既に説きたるが如く、慣性の法則によりて、物體が他より力の作用を受けざるときは、静止せるものはその位置に静止し、運動せるものは運動の状態を變ずることなく、一直線上に等速運動をなす。

例 運動の第一則の

これをまた運動の第一則ともいふ。 進行しつゝある汽船にて、船を進めんとする機關の力と水の抵抗力とが正に釣合ふときは、船は一つも力の作用を受けざるに等しきが故に、一直線上に等速運動をなす。されど、機關の力が水の抵抗より大なるか或は小なるときは、船は次第にその速度を變ず。

三

運動の第二則。

實驗の結果によるに、

物體が或力の作用を受くる間は、現在の速度如何に關らず、その力の方向に一定の加速度を生ず。また物體に作用する力が増減するときは、この物體の受くる加速度は、力に比例して増減し、同一の力が種々の質量の物體に作用するときは、加速度は質量に反比例して増減す。

例 運動の第二則の

これを運動の第二則といふ。 例へば落下する物體は重力なる一定の力の作用を受くるが故に、下りゆくに隨ひて次第にその速度を増す。また物體を眞上に投げ上ぐる場合には、同じ理由によりて、昇りゆくに隨ひて次第にその速度を減す。

落體の加速度

實測によれば、空氣の抵抗なきときは、落體は重力のために毎秒九百八十秒糎の加速度を得るものなり。

運動の第二則に
よる力の單位

運動の第二則によりて、一瓦の物體に作用して毎秒一秒糧の加速度を生ずる力を一**ダイ**ンと名づけ、これを單位として、力の大小を測ることを得。これによれば、一瓦の物體に作用して毎秒 a 秒糧の加速度を生ずる力は a **ダイ**ンにして、二瓦の物體に作用して同じ加速度を生ずる力は $2a$ **ダイ**ンなり。同様に m 瓦の物體に作用して毎秒 a 秒糧の加速度を生ずる力 f は ma **ダイ**ンなり。故に

$$f = ma$$

なる關係を得。

三五

運動の第三則。實驗の結果によれば、

一物體甲が他物體乙に作用するとき、乙體は同時に甲體に作用す。而して甲體が乙體に作用する力は、乙體が甲體に作用する力と、その大きき相等しく、その方向相反す。

運動の第三則の
例

これを運動の第三則といふ。甲體が乙體に及す力と乙體が甲體に及す力とを同時に考ふるときは、一を作用といひ、他を**反作用**といふ。例へば湖上に浮かべる二舟ありて、甲舟より綱にて乙舟を引けば、乙舟が甲舟へ引き寄せらるゝと同時に、甲舟は乙舟へ引き附けらる。またこの二舟が相接するとき、甲舟が乙舟を押せば、乙舟の押し退けらるゝと共に、甲舟もまた押し退けらる。彈丸を發射するとき砲が後退するもまた同じ。

(問) 人が身を跳らし鳥が空を飛ぶことを得るも、また反作用によることを説明せよ。

三六

運動量。運動せる物體の質量と速度との相乗積を**運動量**といふ。發射せられたる彈丸は質量小なれど速度大に、また軌上を徐行する貨車は速度小なれど質量大なるがため

に、共に運動量大なり。疾走せる列車の如きは、速度も質量も共に大なるがために、その運動量は甚だ大なり。

三七

衝突。 一定の運動量を有する物體を靜止せしむるに要する力の大小は、力の作用し始めてより物體の靜止するまでの時間の長短に關す。その時間短ければ短きほど、大なる力を要するなり。例へば疾走せる二つの汽車の衝突する場合には、極めて短き時間に多大の運動量を有する汽車を靜止せしむるが故に、その間に作用する力は極めて大なり。通常衝突の際に生ずる慘狀はこれによるなり。また槌を振り上げて杵を打込むことを得るも、この理による。

衝突の効果を減殺する方法

衝突の効果を減殺せんには、衝突の始りてより運動の止むまでの時間を成るべく長からしむるを要す。汽車の車輛の前後にあるバネはこの用をなす。陶器硝子器を敷石の上

に落せば直に破壊すれど、疊の上に落せば破壊せざるは、またこの時間の長短によるなり。

第二節 運動せる物體

三八

落體の運動。 物體が落下するときの加速度を毎秒 g 秒糎とし、落下してより t 秒後の速度を v 秒糎とすれば、

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

また速度は同じ割合にて増すが故に、 t 秒間の平均速度は $\frac{1}{2}gt$ 秒糎に等し。さればこの間に落下する距離を s 糎とすれば、

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

(1) 及び (2) の式より

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

を得。

次に物體を v 秒糧の速度にて眞下に突き落すとき、 t 秒後の速度を v' 秒糧とすれば、

$$v' = v + gt \dots\dots\dots (4)$$

而してその平均速度は $\frac{1}{2}(v + v')$ 秒糧即ち $v + \frac{1}{2}gt$ 秒糧なるが故に、 t 秒間に落下する距離は

$$s = vt + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (5)$$

(4) 及び (5) の兩式より

$$v'^2 - v^2 = 2gs \dots\dots\dots (6)$$

を得。

物體を眞上に投げ上ぐるときは、その速度は毎秒 g 秒糧づつ減するが故に、投げ上ぐるときの速度を v 秒糧とし、 t 秒後の速度を v' 秒糧とすれば、

$$v' = v - gt \dots\dots\dots (7)$$

而してこの間に上昇する距離を s 糧とすれば、

$$s = vt - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (8)$$

(7) 及び (8) の兩式より

$$v^2 - v'^2 = 2gs \dots\dots\dots (9)$$

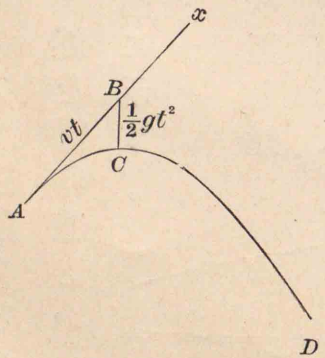
を得。

三九

拋射體。圖の如く、物體を v 秒糧の速度にて Ax の方向に抛

拋射體の速度

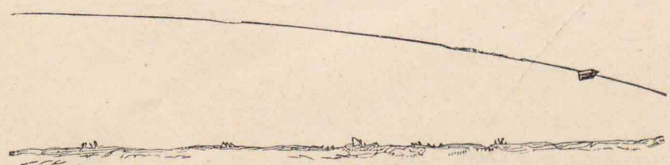
ぐるに、先重力の作用なきものと考えれば、物體は t 秒後に $AB(vt)$ なる距離を進むべし。然るに物體は同時に重力の作用を受けて $BC(\frac{1}{2}gt^2)$ なる距離を落下す。されば t 秒後に於ける物體の位置は C 點なり。かくの如く、種々の時刻



に於ける物體の位置を求めて、その運動する道を書くときは、前の圖の如き曲線 ACD を得べし。この曲線を **拋物線** といふ。彈道もまたほゞ拋物線をなすこと、下圖に示すが如し。

四〇 圓運動。 絲の一端に錘を吊るして振り廻し、錘に **圓運動** をなさしむるには、一定の力を用ゐて絶えず絲を圓の中心の方へ引かざるべからず。一般に物體が等速度にて圓運動をなすがためには、一定の力が絶えず圓の中心に向ひて、その物體に作用するを要す。この力を **求心力** といふ。また大きさは求心力と同じく、方向は反對なる力を假想して、これを **遠心力** と名づくることあり。圓運動をなす物體に作用しつゝある求心力が

圓運動をなさしむる力

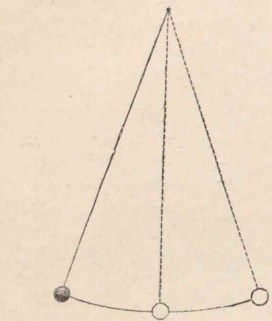


天體の運動

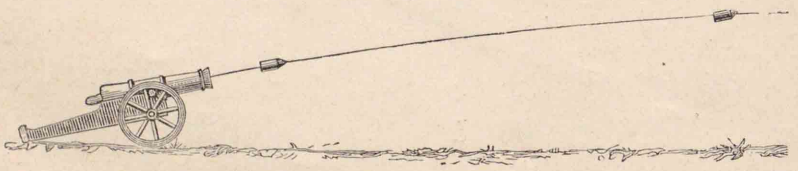
或瞬時に急に消滅するときは、物體は慣性によりてその瞬時に於ける物體の位置より圓に引ける切線の方に飛び去るべし。月が地球の周圍を回轉し、或は地球が太陽の周圍を回轉する運動は、ほゞ圓運動と見做すことを得。これらの場合に天體間の引力は求心力として作用す。

四一

振子。 絲の一端を固定して、他端に錘を吊るし



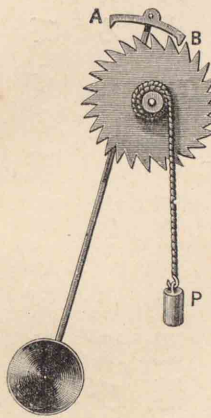
たるものを **振子** といふ。今上圖の如く錘を一方に引きてこれを放つときは、錘は左右に振動して暫くは止まざるべし。この左右



兩端の距離を**振幅**といひ、錘が振幅を一度往復するに要する時間を**週期**といふ。
 實驗によると、振幅の小なる間は、週期は振幅の大きさに關せずして常に一定す。これを**振子の等時性**といふ。また週期は振子の長さの平方根に比例して増加す。されば振子の長さを變じて、週期を伸縮することを得べし。

四二

柱時計の要部



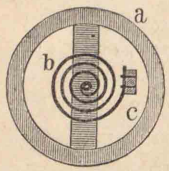
時計。柱時計は振子の等時性を利用したるものなり。その要部は、圖に示すが如くアンコアといふ金屬片ABと、これより下がる振子と齒輪とより成り、この齒輪はその軸に巻きたる綱の下端に吊るせる錘Pのため常に回轉せんとす。今振子が左右に振動するときは、アンコア

の各端は、代るく、等時間毎に齒輪の齒に噛み合ひて回轉を整理し、齒輪の齒はアンコアを押して振子の振動を助く。而して振子の一振動毎に齒輪は齒一つだけ回轉して、等速運動をなす。この運動を他の數箇の齒輪に傳へて、分針、時針等の指針を動かさしむるなり。

懐中時計の要部

彈性體の等時性振動

懐中時計にては、振子と錘との代に大小二箇のゼンマイを用ゐる。その大なる巻かれたるゼンマイは彈性のために戻らんとして、錘の用をなし、小なるゼンマイは通常髭ゼンマイと稱し、その彈性のため等時性なる振の振動をなして、振子の作用をなす。圖のbは髭ゼンマイを示し、その一端はテンブと稱する金屬環aの軸に、他端はcに固定す。柱時計にも錘の代にゼンマイを用ゐたるものあり。

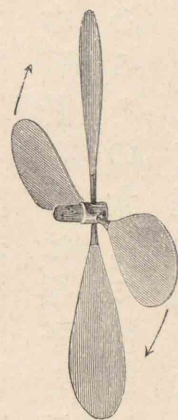


〔問〕 柱時計の時間を調節するに、おくるゝときには振子の球を上げ、進むときにはこれを下ぐるは、何故なるか。

四三

推進機。 通常、汽船の水中を進むは、**推進機**の回轉による。

推進機は圖の如く回轉軸の周に直角に出づる三箇或は四箇の聊か振れたる翼を有し、その軸は機關によりて回轉す。



今推進機を船尾に取附け、その軸を回轉せしむれば、翼はその回轉に伴ひて水を押し、水はその反作用によりて推進機を押すが故に、船は進行するなり。而して船の方向を變ずるには船尾に備へたる舵により、舵を右に傾くれば水の壓力は舵の右側に作用して、船尾を左へ、船首を右へ向く。

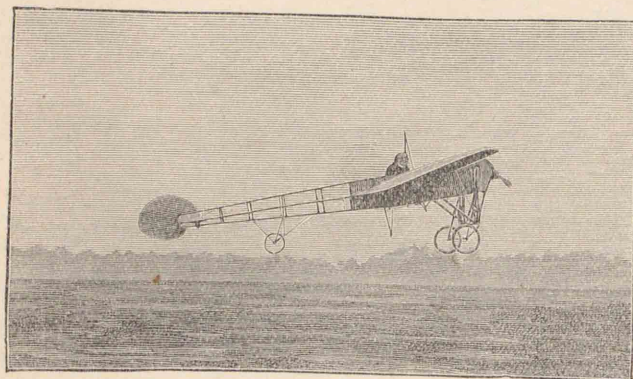
飛行船は輕き瓦斯を充たせる氣囊の下に輕きボート形の

汽船の進行する理

舵の用

飛行船の進行

飛行機の飛揚及び進行



乗物を吊るし、この吊船に上下左右の舵及び推進機を取附けたるものにして、自由に空氣中を飛行し得るなり。

飛行機は、飛行船の氣囊の代に前部が聊か上方に傾ける扁き翼を有し、これに推進機及び上下左右の舵を取附けたるものなり。今推進機を回轉せしむれば、飛行機はその最下部にある三箇の輕き車輪によりて地上を疾走し始め、その速度が一定の大きさに達するときは、翼の下面に及ぶ空氣の上壓力のために地を離れて上昇し、推進機と舵との作用にて自在に空中を飛行す。圖に示すはブレリオ式飛行機飛行の狀なり。

第四章 仕事

四

仕事。 一物體甲が一物體乙に作用して、これをその及す力の方向に動かすときは、甲體は乙體に**仕事をなせり**といふ。また乙體に同時に他の力が作用するがために、乙體が甲體の及す力と反對なる方向に動くときは、甲體は乙體に**仕事をせられたり**といふ。されど甲體が乙體に作用したるのみにて、乙體が少しも運動せざるときは、甲體は乙體に仕事をなせりといふを得ず。

甲體の乙體になす仕事の多少は、甲體の及せる力と、その力の作用せる間に乙體の運動せる距離との相乗積にて測る。仕事の單位は力の單位と長さの單位とを併記して表す。例へば幾貫尺、幾呎米、幾呎封^{フットポンド}等の如し。また一ダイン、糲の仕

仕事の測定

滑車のなす仕事

四五

事を一エルグといふ。

器械のなす仕事。 定滑車に於て、手を以て綱の一端の錘の重さに等しき力にて綱の他端を引けば、錘は釣合ふべく、而してこの綱を例へば二尺引き下ぐれば、錘はまた二尺引き上げらるべきなり。即ち手のなしたる仕事は、滑車が錘になしたる仕事に等し。動滑車にては、手が綱の一端を引きてこれを支ふるに足る力は、錘の重さの半分に等しくして、例へば綱の一端を二尺引き下ぐれば、錘はその半分即ち一尺引き上げらる。されば手のなしたる仕事は、滑車が錘になしたる仕事に等し。要するに、力に益あれば、路に損あり、路に益あれば、力に損ありて、畢竟仕事に得失を生ずることなし。なほ實際の場合には、滑車の軸に多少摩擦力の作用するがために、手の加ふべき力は、上に記せるものより常に大なり。

器械は仕事を利せず

即ち機械を用ゐる場合に、仕事の効果は常に摩擦力によりて多少減殺せらるゝなり。以上は滑車が仕事をなす簡單なる例なれど、この他、梘子斜面、楔等の器械を用ゐて重き物體を動かす場合も、同様に論ずることを得べし。一般に如何なる器械を用ゐるとも、決して仕事を利すること能はず。

四

仕事の單位

工率。以上、仕事の大小を測定するに、仕事をなすに要する時間の長短を論ぜざりしが、實際には、一定の仕事をなすに要する時間の長短によりて、經濟上に大なる得失あり。隨ひて器械が單位時間になす仕事の大小を考ふるを要す。單位時間の仕事の量を**工率**といひ、その單位を**馬力**と名づく。一馬力は英制にては毎秒五百五十呎封の仕事にして、佛制にては毎秒七十五瓦米の仕事なり。

第三篇 熱 學

第一章 溫度及び熱

一 溫度。手を溫湯中に入れば暖に感じ、冷水中に入れば冷に感ず。この暖冷の度合を言ひ表すに、**溫度**といふ語を用ゐ、暖なる物體は冷なる物體よりも**溫度高し**といふ。

二 熱。一物體に溫度の高きときと低きときとあるは、その物體が熱といふ一種の量を多く含むと少く含むとによる。また物體の溫度がいかに變動しても、その重量は少しも増減せざるによりて見れば、熱は物質にあらざることを知るなり。

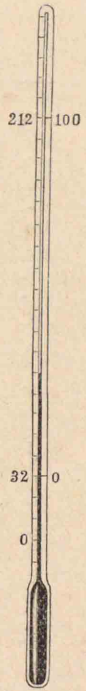
溫度の異なる二物體を相接觸せしむれば、熱は次第に溫度の高い物體より溫度の低い物體に移りて、兩物體の溫度は

遂に相等しくなるべし。これ恰も高處にある水が次第に低處に流れゆきて、兩處の水面の高さが遂に相等しくなるが如し。

水銀寒暖計の構造

三

寒暖計。 温度の高低を測るには、**寒暖計**を用ゐる。この器は、圖の如く、細き硝子管の一端の脹れたる部分(球)に水銀を入れ、管内の空氣を排除して、これを密閉したるものにして、



て、温度の昇るに随ひて水銀が膨脹すといふ事實によりて、物體の温度を測定するなり。これを**水銀寒暖計**といふ。先硝子管を融けかゝりたる氷片の中にさし入れ、水銀面のある處を標して、これを**氷點**と名づけ、次にまたこの管を沸湯より盛に發する蒸氣の中にさし入れて、水銀面のある處を

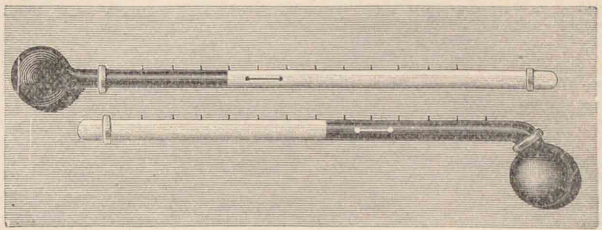
二種の度盛

標し、これを**沸騰點**と名づく。學問上におもに用ゐる**攝氏寒暖計**は、この兩點の間を百等分し、民間に多く用ゐる**華氏寒暖計**は、これを百八十等分したる割合にて、管に度を盛りたるものなり。氷點は攝氏寒暖計にては零度、華氏寒暖計にては三十二度にして、沸騰點は攝氏にては百度、華氏にては二百十二度なり。

最高寒暖計の構造

或時間中の最高温度を測るには**最高寒暖計**を用ゐる。この寒暖計は、次の圖の上部に示すが如く、水銀寒暖計を水平に置き、管内の水銀柱の頭に小き鐵製の指標を封じたるものなり。今温度昇りて水銀膨脹するときは、指標は水銀に押しされて進む。されど温度降りて水銀收縮するときは、指標は遺されて、舊位置に止る。これによりて、或時間中の最高温度を知ることを得るなり。また或時間中の最低温度を測るに

最低寒暖計の構造



は**最低寒暖計**を用ゐる。この寒暖計は水銀寒暖計の水銀の代にアルコールを用ゐたるものを水平に置き、上圖の下部に示すが如く、管内のアルコール中にその先端に近き處に硝子製の指標を入れたるものなり。今温度降りてアルコールの收縮するときは、指標はアルコールの表面張力に引かれて、アルコール柱と共に退く。されど温度昇りてアルコールの膨脹するときは、指標は遺されて舊位置に止る。これによりて或時間中の最低温度を知ることを得るなり。

體温計の構造

體温計は特に人體の温度を測るがために製したる最高寒暖計にして、攝氏の度盛を用ゐたり。この寒暖計にては、圖



の如く、その球と管との相連なる頸部に當りて、管内に小さな障碍物を封ず。されば水銀が膨脹するときは、水銀はこの間を通過することを得る。されど、收縮するときは、此處より切れて舊位置に止る。これによりて後にその最高の示度を知ることを得るなり。

(問) 攝氏の度と華氏の度との相互の換算法は如何。通常健康體の體温なる攝氏三十七度は、華氏の何度に當るか。また盛夏の高氣温なる華氏の九十三度は、攝氏の何度に當るか。

四 **熱量の單位。**通常、純粹なる水一瓦の温度を一度だけ高むるに要する熱の量を**カロリー**と名づけ、これを單位として熱量を測定す。

今 m 瓦の水に熱を加へて、その温度が t 度より t' 度まで昇れりとすれば、これに加へられたる熱量は $m(t' - t)$ カロリーなり。

五

比熱。 或物質の温度を一度だけ高むるに要する熱量と、同質量の水の温度を同じく一度だけ高むるに要する熱量との比を比熱といふ。されば比熱は或物質の一瓦の温度を一度だけ高むるに要する熱量を、カロリーにて表したるものに等し。

比熱は物質によりて異なり。水の比熱は最も大にして、銅鐵等の比熱はほゞその十分の一、硝子の比熱はほゞその五分の一に等し。要するに、液體の比熱は一般に固體の比熱より大なりとす。而して比熱の大なる物質は暖まること容易ならざれど、隨ひて冷ゆることもまた容易ならず。

一般に比熱 c なる m 瓦の物質の温度を t 度より t' 度まで高むるに要する熱量は $mc(t' - t)$ カロリーなり。

(問) 海邊が内地よりも氣候の溫和なる所以を説明せよ。

六

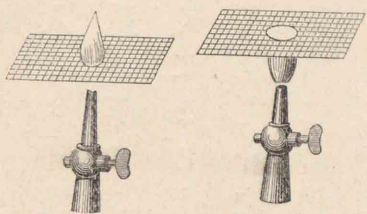
熱の傳導。

火箸の處々に蠟の小球を附し、その一端を火中に入るゝに、蠟球は火に最も近きものより次第に融けて、遂に悉く落つるに至る。これ熱が火箸の一端より他端に移り行くによるものにして、これを熱の傳導といふ。今銅棒と硝子棒とを取り、處々に蠟球を附して、各棒の一端を同時に熱するに、銅棒にある球は暫くにして悉く融けて落つれど、硝子棒にては、少し熱源を隔てたる球は容易に落つることなし。これ銅が熱を導くこと硝子よりも良きがためなり。一般に金屬は熱の良導體にして、液體及び氣體は熱の不良導體なり。而して通常、金屬に觸るゝとき、同じ温度の毛布そ

熱の良導體及び不良導體

安全燈の理

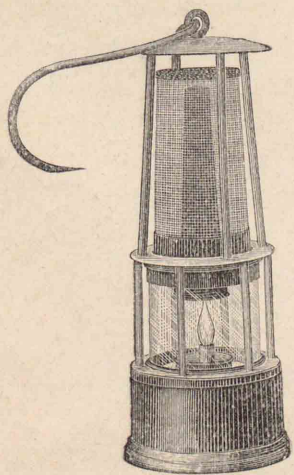
の他の不良導體に觸るゝときよりも冷に感ずるは、金屬が手の熱を奪ひ去ることの速に且大なるによるなり。圖の如く銅網にて瓦斯の焰を覆ふに、焰は網の上方に出づることなく、また銅網を瓦斯管の口の上



置きて、その上方に點火するに、火は下方に移ることなし。これ銅網が瓦斯の燃焼に要する熱を速に奪ひ去るによるなり。瓦斯の爆發を豫防

するがために石炭坑内にて

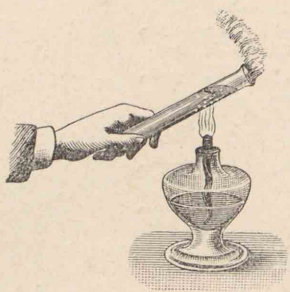
使用する安全燈は、この理に基づきて造り、圖の如く銅網にてランプを包みたるものなり。



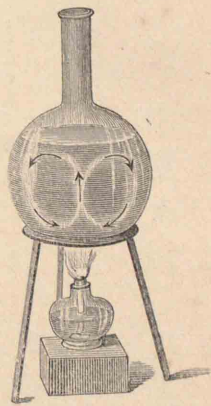
七 熱の對流。

圖の如く細長き硝子管に零度の水を盛り、その

〔問一〕 火箸の柄を木材にて造る利を説明せよ。
〔問二〕 冬季に水道の鐵管を藁にて巻き、植物をも藁にて蔽ふは、何のためなるか。
〔問三〕 毛布が防寒に適するは何故なるか。
〔問四〕 衣服を重ね著て温を感じる所以を説明せよ。



底に氷片を入れおき、これを斜にして口のあたりをアルコール燈にて熱するに、氷は容易に融けず。これ水が熱の不良導體なるによるなり。されど、水を盛りたる器を下方より熱するときは、器底の水先傳導によりて熱を受け、これがため膨脹して密度を減じ、上昇して上部の冷なる密度の大なる水と交代し、かく代るゝ上下に循環して次第に熱せらるゝ



こと圖に示すが如し。この現象を**熱の對流**といふ。湯槽の湯の上部が下部より暖なるも、下部にて熱せられたる水が對流によりて上部に集るが故なり。液體及び氣體は熱の不良導體なるが故に、その熱せらるゝはおもに對流による。

煙突の用

煙突は燃焼を盛にするがために設くるものにして、對流を助くる装置なり。

〔問一〕 海邊にては、晝間には風が海の方より吹き、夜間には陸の方より吹く。この理を説明せよ。

〔問二〕 ランプのホヤの用を述べよ。

八 **熱の輻射。** 日向に出づれば暖に感じ、火焰に對するもまた

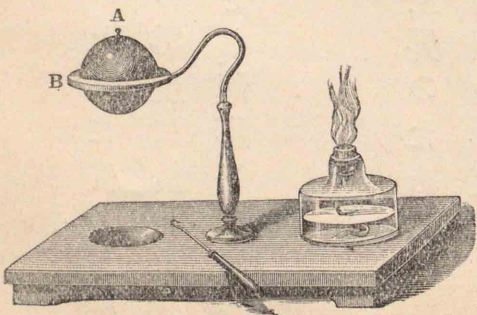
固體膨脹の證

九

同じ感覺を生ず。これらの場合には、熱は恰も熱源より四方に射出せられて、吾人に達するが如く、その中間に物を挿むときは、その作用直に止む。この現象を**熱の輻射**と名づく。太陽、火焰その他高温度の物體の外、通常の温度にある物體もまた熱を輻射す。夜間戶外の物體の冷却するはこれがためなり。

第二章 物體の膨脹

固體の膨脹。 およそ物體はその温度の昇るに隨ひて次第に膨脹するを常とす。今圖の如く眞鍮環Bと纜にこれを通して、銅丸Aとを取り、この銅丸を熱して後に試みるに、眞鍮環を通過



膨脹による固體の體積の變化

すること能はざるを見る。これ固體が熱を受けて膨脹する一證なり。
或物體の單位の體積が溫度一度の上昇のために受くる體積の變化を體膨脹係數といふ。今物體の零度に於ける體積を v とし、その t 度に於ける體積を v' とし、體膨脹係數を α とすれば、次の關係を得。

$$v' = v(1 + \alpha t)$$

また或物體の單位の長さが、溫度一度の上昇のために受くる長さの變化を線膨脹係數といふ。今物體の零度に於ける長さを l とし、 t 度に於ける長さを l' とし、線膨脹係數を γ とすれば、次の關係を得。

$$l' = l(1 + \gamma t)$$

固體の線膨脹係數は次の表に示すが如く一般に甚だ小に

膨脹による固體の長さの變化

線膨脹係數の表

亞鉛	0.000030
鉛	0.000029
アルミニウム	0.000023
銀	0.000019
銅	0.000017
金	0.000015
鐵	0.000012
白硝	0.000009
陶	0.000008
金子器	0.000003

して、溫度一度に對する長さの變化は原の長さの十萬分の三を越ゆるもの少し。また結晶體及び材木の如き組織を有する物體は、方向によりてその線膨脹係數を異にす。

一般に體膨脹係數は線膨脹係數の約三倍に等し。

一〇

膨脹の例。

硝子は熱の不良導體にして、その一部の急に熱せらるゝときは、その部は膨脹せんとすれど、他の部は然せざるが故に、破壊することあり。熱したるランプのホヤに水のかゝるとき、破るゝことあるは、ホヤの一部が急に收縮せんとするによる。

一度融したる水晶は、熱のために膨脹すること極めて小な

温度の變化が時計に及ぶ影響

るが故に、水晶を融して造れるフランスコ或は試験管を赤熱に熱し、急にこれを冷水の中に没しても、決して破るゝことなし。

振子の振動の週期は、振子の長さの長さほど、大なるが故に、振子を用ゐる時計にては、振子の週期は夏日は冬日よりも多少大なり。随ひて夏日は冬日よりも時計の遅るゝを見る。懷中時計にありても、テンプの膨脹によりて同様の結果を生ず。この闕點を補ふに、從來種々の形の**補正振子**及び**補正テンプ**を用ゐたりしが、近時フランスにて發見せる鐵とニッケルとの合金は、殆ど熱に遇ひて膨脹せざるが故に、今はこの合金を用ゐて振子或はテンプを造りて、温度の變化による週期の増減を防ぐに至れり。

殆ど膨脹せざる合金

二

液體の膨脹。著色したる液體を鑷に充たし、細き硝子管を

挿入したる栓を施して、これを熱するとき、鑷内の液體は次第に膨脹して管内に昇るを見るべし。液體は固體に比すれば、一般にその膨脹係數甚だ大なり。即ち下の表に示すが如し。

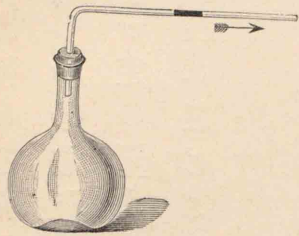
液體の膨脹係數の表

エーテル	0.0016
アルコール	0.0011
水	銀 0.00018

三

氣體の膨脹。圖の如く硝子鑷に栓を施し、こ

れに硝子管を挿入し、その上部を水平に曲げ、此處に水銀の一滴を入れて鑷を熱するとき、水銀滴は忽ち管口へ押し出さる。これ鑷内の空氣が膨脹するによるなり。實驗によるに、多くの氣體の體膨脹係數は殆ど同一にして、温度によりて變化することなし。即ち温度一度上昇する毎に、氣體の體積は零度に於け



る體積の二百七十三分の一づゝ増加するものなり。これをシャルルの法則といふ。

今一定の壓力を受くる氣體の零度に於ける體積を v とし、 t 度に於ける體積を v' とするときは、左の關係あり。

$$v' = v \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

三

氣體の體積と壓力及び溫度との關係。今溫度零度、壓力七

百六十耗にて體積 v なる氣體を取り、その溫度を一定に保

ちて、壓力を p 耗に變ずるときは、ボイルの法則によりて體

積は $\frac{160v}{p}$ となる。次に壓力をそのままにおきて、溫度を t

度に昇すとき、體積が v' となれりとすれば、シャルルの法則に

よりて、

$$v' = \frac{160v}{p} \left(1 + \frac{t}{273} \right)$$

これをボイル・シャルルの法則といひ、或溫度及び或壓力に於

ける氣體の體積を零度一氣壓のときの體積に換算するに
は上の式を用ゐる。

(問一) 鐵軌を續ぐに、その間に少しの空間を設くるは何故なるか。

(問二) 自轉車を長時間強き日光に曝すときは、輪套ホイールの破裂することあり。
この理如何。

(問三) 青竹を燃すとき、その爆發するは何故なるか。

(問四) 栗實を焼くに先少しその皮を剝ぐ。この用意は何のためか。

四

例外の膨脹。およそ物體は、その溫度の昇るに隨ひて次第

に膨脹すること、前に言へるが如くなれど、稀には却つて收

縮するものあり。ローズと名づくる鉛、蒼鉛、錫の合金或は

沃化銀の結晶の如きは、この例なり。

水の膨脹

水もまた零度より四度までの間は次第に收縮し、四度にて
その最大の密度に達し、これより溫度の昇るに隨ひて始め
て漸く膨脹す。寒夜、池水の凍結するを見るに、その表面の

水が表面より凍結し始むる理

漸く冷ゆるに隨ひ、この部の水は密度漸く大となりて、下降すれど、溫度四度を下るときは、密度却つて減ずるが故に、また下降せずして、そのまゝ表面にありて遂に凍結す。これ水が先その表面より凍結する所以にして、水にこの特性あるによりて、池中の魚類は凍死の災を免るゝなり。

第三章 物體の狀態の變化

一五

融解及び凝固

固體に十分熱を加ふるときは、液體に變ずるものあり。この變化を融解といふ。今碎きたる氷を器に盛り、その中に寒暖計を立てて下より徐に熱するに、氷の融解し終るまでは、寒暖計は一定の溫度を示して昇ることなし。すべて固體の融解し始むる溫度を融解點といひ、融解點に於ける物質一瓦を全く融解して同溫度の液體となす

合金の融解點

融解に伴なふ體積の變化

に要する熱量を、その物質の融解熱といふ。

融解點の表

金	1800°
白金	1060°
銀	960°
鉛	327°
錫	230°
硫	115°
黄	0°
水	-40°
銀	-40°
アルコール	-112°

融解熱の表

水	80.0
白	27.2
銀	21.0
鉛	5.4
水	2.8
銀	2.8

二種或は二種以上の物質より成れるものの融解點は、各自固有の融解點よりも低きこと少からず。かのローズの合金の如きは、熱湯中にも容易に融解す。

物體の融解するときは、その體積を増すを常とすれど、例へば氷の如くこれに反するものもなきにあらず。鑄鐵、活字金等も、また然り。これらの金屬が鑄造に適するは、この性質あるによるなり。

すべて液體は十分にこれを冷却せしむるときは、遂に固體

に變ず。これを**凝固**といひ、その時の溫度を**凝固點**といふ。通常一物體の凝固點はその融解點に等しく、液體の全部が凝固し終るまでは、その溫度は降ることなし。これ、凝固の際に融解熱に等しき熱量を放出するが故なり。

〔問一〕物を冷すに、零度の水よりは零度の氷を用ゐる方功多し。この理を説明せよ。

〔問二〕冶金術にて鑽石を熔すにコークス等の媒熔劑を用ゐるは、何故なるか。

〔問三〕鹹水は淡水の如く容易に凍結せず。その理如何。

二六

寒劑。二種或は二種以上の固體が互に融解するときには、融解熱を要するが故に、熱はこれらの物體及びその周圍より吸収せられ、隨ひて固體及び生じたる液體の溫度は著しく降るを常とす。例へば、食鹽と氷の碎片とを一と二との割合に混合するときには、零下二十度の低溫度を得。かのアイス

クリーム製造に用ゐるものこれなり。かくの如き混合物を**寒劑**と名づく。

〔問〕氷片と食鹽との寒劑が、甚だしき低溫度にありながら、よく液狀を保つは、何故なるか。

二七

蒸發。液體を皿に入れて放置するときには、その量の次第に減ずるを見る。これ絶えず液體が氣體となりて、その表面より發散するによる。この現象を**蒸發**といひ、その氣體を特に**蒸氣**といふ。蒸發は液體によりて遅速あり。例へばエーテルはアルコールよりも蒸發し易く、アルコールはまた水よりも蒸發し易し。蒸發し易き性を特に**揮發性**といふ。

密閉せる器中に液體を入れたる皿を置くときは、蒸發の量に限ありて、いかに長き時間を経とも、一定の溫度にありては、液體の蒸發はこの量を超ゆることなし。かくの如く蒸

蒸發の遅速

發作用がその極に達したるときは蒸氣を飽和蒸氣といひ、その壓力を**最大壓力**といふ。
 蒸發は、液面に接觸して存する蒸氣が飽和の状態に達せざる限は、絶えず行はるゝものにして、溫度の上昇及び風は蒸發作用を催進するものなり。

〔問〕濡れたる衣服を火にあて或は風にさらせば、早く乾くは何故か。

一八

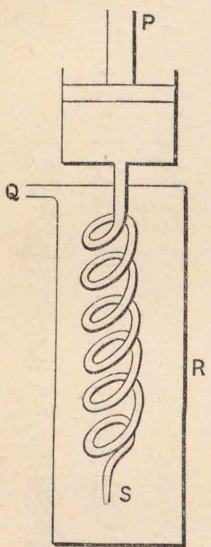
液化。 氣體を冷却し或は壓縮するときは、その氣體は遂に液化す。而して炭酸瓦斯の如きは單に壓縮してその壓力を増すのみにて液化すれど、空氣、酸素、窒素等は、通常の溫度にては、いかに壓縮してその壓力を増すとも、決して液化すること能はず。一般に氣體を液化するには、これを先各氣體に特有なる溫度以下に冷却し、然る後に壓縮するを要す。この溫度を**臨界溫度**といふ。臨界溫度に於ける氣體を壓縮

氣體液化の條件

液體空氣製出裝置の説明

一九

空氣の液化。 次の圖は多量に液體空氣を製出する裝置の原理を示すものなり。Pはポンプにして、外界の空氣を壓送する用をなす。Sは螺旋形銅管にして、その下端に極めて小さき孔を有し、ポンプより高壓力にて壓送せらるゝ空氣は、螺旋管を過ぎ、



物質	臨界溫度 (度)	臨界壓力 (氣壓)
水	-235	20
窒素	-146	35
空氣	-140	39
酸素	-119	50
炭酸瓦斯	31	77
アンモニア	130	115

酸素窒素等の液
化

この小孔より噴出す。Rは螺旋管を圍む管にして、螺旋管の小孔より噴出する空氣は、螺旋管の周圍を過ぎて、Qより大氣中に出づ。一般に高壓力を受くる氣體が、細孔より噴出して膨脹するときは、著しく冷却する性質を有するが故に、ポンプにて壓送せらるゝ空氣は、螺旋管の小孔より噴出するとき、著しく冷却す。この空氣は螺旋管の周圍を経て、管内の空氣を冷却せしむるが故に、絶えずポンプを働かして、空氣を小孔より噴出せしむるときは、螺旋管内の空氣は次第に冷却して、遂に小孔より噴出する際、液化するに至る。同じ方法によりて、酸素窒素等の他の氣體をも液化するこゝとを得べし。これらの氣體の液化する溫度は極めて低く、その液化したるものを空氣中に置くに、絶えず沸騰しつゝあり。通常の氣壓に於ける空氣の沸騰點は、零下百九十一

液體空氣の作用

二〇

度にして、酸素のは零下百八十二度半、窒素のは零下百九十八度なり。
液體空氣はかくの如く低溫度にあるが故に、ゴム管の如き柔なるものも、これをその中に浸せば凝りて固くなり、容易に折ることを得べし。また水銀の如きものも、その中に浸せば凝りて固體となる。液體空氣は多量の酸素を含むが故に、綿の一片をその中に浸し、引き出してこれに點火すれば、強き光を發して盛に燃燒す。
沸騰。 徐に液體を熱すれば、液體は初の間は表面より蒸發するのみなれど、一定の溫度に達したる後は、その内部よりも蒸發して、盛に氣泡を發す。この現象を**沸騰**といふ。液體が沸騰する間は、いかに熱を加ふとも溫度は昇ることなく、たゞ益々液體が氣體に化するのみなり。この溫度を**沸騰點**と

液體の受くる氣壓とその沸騰點との關係

いふ。沸騰點は著しく氣壓によりて變化し、氣壓大なるほど高く、小なるほど低し。

液體が沸騰する間に加へらるゝ熱は、液體を氣化するに費さるゝこと、融解の場合の如し。一般に液體を同温度の氣體に變ずるに要する熱

を蒸發熱といふ。逆に氣體が液體に變ずるときには、蒸發熱に等しき熱量を放出するものなり。

およそ液體が氣化する際には、蒸發熱をその周圍より吸収するが故に、寒冷を伴ひ、氣體が液化する際には、これと等量なる熱を放出するが故に、溫暖を伴ふものなり。

けるに於ける氣壓に於ける沸騰點の表

水	銀	357°
水		100°
アルコール		87.4
エーテル		34.9
酸素		-183°
窒素		-196°
水素		-253°

けるに於ける沸騰點に於ける蒸發熱の表

水	銀	536
アルコール		202
エーテル		91
水		68

氣化及び液化に伴ふ温度の變化

二

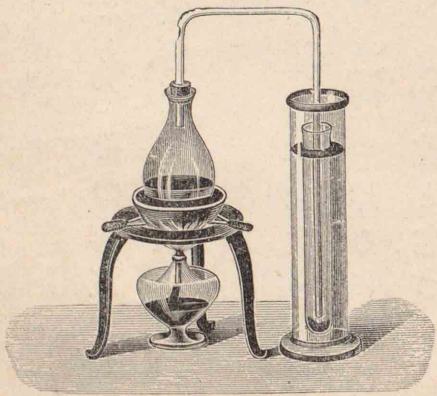
蒸餾 物質はいづれもその固有

の沸騰點を有するが故に、二種以上の物質の混合溶液に、程よき熱を加ふれば、沸騰點の最も低きもの先蒸發す。さればこの蒸氣を冷却して液化せしむれば、沸騰點の最も低き液を得。この方法を蒸餾といひ、これによりて混合溶液

〔問一〕 高山の頂にては水は容易に沸騰し、また飯は熱く煮えず。これ何の理によるか。

〔問二〕 アルコール及びエーテル等の揮發性液を皮膚に塗れば寒冷を覺ゆるは、何故なるか。

〔問三〕 炎天に道路庭園等に撒水するとき涼しくなるは、何故なるか。
〔問四〕 夏時、曇天に蒸し暑く感ずるは、何故なるか。



をその成分に分離することを得。石油の精製等はその例なり。前の圖に示すは蒸餾装置の一例なり。固體を溶解せる液體も、また蒸餾によりてその溶液より溶質を分離することを得。海水より食鹽または淡水を得るは、この例なり。

三

大氣中の水蒸氣。 大氣は常に多少海陸の表面より蒸發する水蒸氣を含み、この水蒸氣は、大氣の溫度の降るに隨ひて遂に飽和の状態に達す。この時の溫度を**露點**と名づく。大氣の溫度が露點より降るときは、水蒸氣の一部は液化して微細なる水滴となる。**雲、霧**は即ちかくの如き水滴が空中に浮游せるものにして、その相集りて落ち來るときは**雨**となり、この際寒冷なる大氣の層を通過して、これがために凝固するときは、**霰**となる。而して**雪**は大氣中の水蒸氣が液化す

成
雲霧雨雪等の生

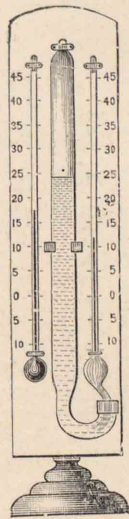
る際に直に氷結したるものなり。また大氣が夜間寒冷なる木葉等に觸れて露點以下に達し、その含める水蒸氣の一部これがために液化するときは、**露**を生じ、その時の溫度が零度以下なるときは、直に凝固して**霜**を結ぶ。

(問) 空澄みて月清き夜、暫く水晶の玉を月光にさらすときは、水の滴りおつるにより、俗に月は水の塊なりと傳ふ。この現象を説明せよ。

三

湿度。 空氣の乾濕の度は、單に空氣中にある水蒸氣の量の多少によりて表すこと能はず。空氣中の水蒸氣の量が同一なりとも、溫度高ければ高きほど、その溫度に相當する最大壓力大なるが故に、なほ多量の水蒸氣を含むことを得、隨ひて蒸發盛なり。されば空氣の乾濕の度を表すに現在の水蒸氣の壓力と、その溫度の最大壓力との比を用ゐ、これを**湿度**とす。この比は常に一より小にして、實用上不便なるが故

濕度の測定

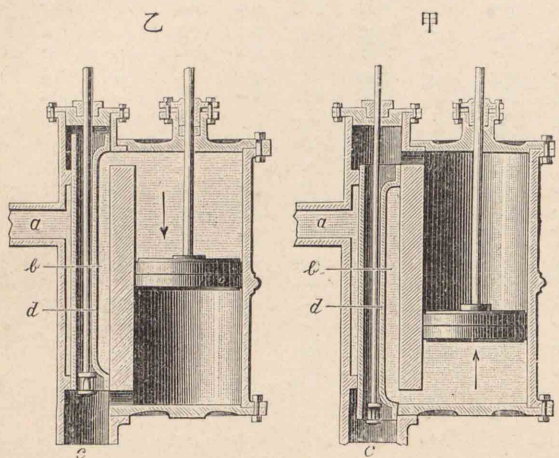


に、通常これを百倍して濕度を表す。例へば飽和せる空氣の濕度は百なるが如し。濕度を測るには、通常乾濕球濕度計を用ゐる。この器は圖の如く二箇の寒暖計を並べ、一方の球を濕したる布にて蔽ひたるものにして、空氣の濕度小なるときは、布の表面よりの蒸發盛に、濕度大なるときは蒸發少し。故に兩寒暖計の示度に差違を生ず。隨ひて特別の表によりて、この差違に相當する濕度を求むることを得。

第四章 熱機關

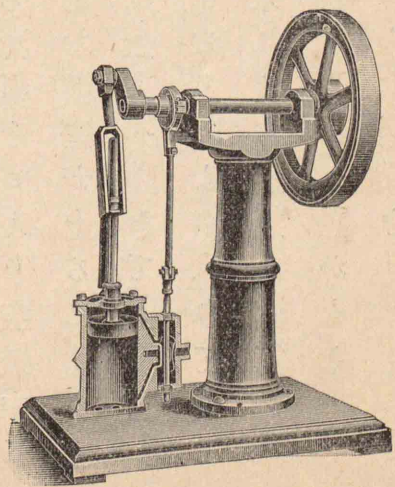
二四 蒸氣機關 蒸氣機關は蒸氣の壓力を利用して活塞を動かす、この運動を車軸に傳へてこれを回轉せしむる機關なり。

蒸氣機關の説明



今その一斑を説明せんに、火室より來る熱せられたる瓦斯は、水中を走る鐵管の中を通りて、水を暖めてこれを沸騰せしむ。かくて熱湯より出でたる蒸氣は、滑瓣スベリベが上圖甲の如き位置にあるときは、aより、りに出でて圓筒に入り、活塞を下方より押しして、活塞の上方にある蒸氣をcより空氣中に去らしむ。活塞が上るに隨ひて滑瓣は上方へ動きて、上圖乙の如くになり、aより入りてbを通り來れる水蒸氣は、圓筒に入り、活塞を下方へ動かす、その下方にある水蒸氣をcよりまた空

氣中に逃れしむ。かくの如く、活塞は代るく上下に運動し、車軸はこの運動を受けて絶えず回轉するなり。下圖は活塞の運動によりて車軸の回轉する模様を示す模型なり。



二五

瓦斯機關 瓦斯機關にては、石

炭瓦斯と空氣との混合物を活塞を有せる圓筒内に導き、これに點火して爆發せしめ、この壓力によりて活塞を動かし、その運動を車軸に傳ふるなり。すべてこれらの動作は次の順序に行はる。

- (一) 先活塞を抽出して瓦斯を圓筒内に導き、
- (二) 次に活塞を押込みて瓦斯を壓縮し、

(三) これを爆發せしめて、活塞を押出す。

(四) 次に活塞を押入れて、燃燒せる瓦斯を圓筒外に驅逐す。以上四段の動作は絶えず繰返されて、車軸の回轉を生ず。車軸は大なるハズミ車を有し、その慣性によりて、活塞の往復運動を調整す。

石油發動機にては、石油を熱して蒸氣とし、これを空氣と混ぜて圓筒内に導き、前記瓦斯機關の石炭瓦斯の役目をなさしむ。

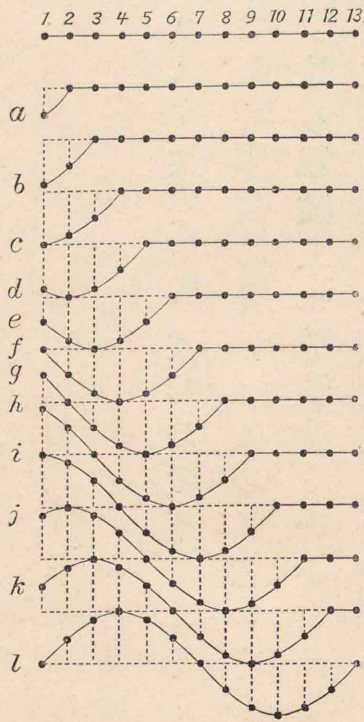
第四篇 音響學

第一章 音波

一 **波動。** 靜なる水面に石を投ずれば、その部分の水は上下に振動し、その運動次第に周圍に傳り、これがために圓形の波が四方に傳播するを見る。かくの如き運動を**波動**といふ。この際、水は波と共に進むが如く見ゆれど、實は然らず。これ水上に浮ける木葉等が波と共に進行せざるを見ても知らるゝなり。すべて波を傳ふる物質を波の**媒質**といふ。

今水の各部分が上下に振動をなすとして、波形の進行する模様を説明すべし。次の圖の1 2 3 …… 13を水面上、等距離にある隣接せる諸點とす。これらの諸點の振動の週期を各十二秒とし、各點の運動は、いづれもその前にある點の運

横波の振動の様

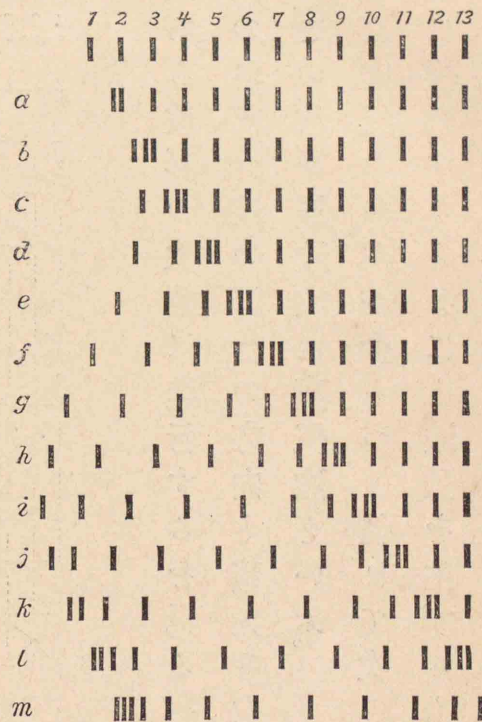


動より一秒づゝ後るゝものとす。かくの如くなれば、第一、二、三……秒後の水面は a b c …… の諸線にて表されて、高

縦波の振動の様

低ある波形の次第に進行するを見るべし。かくの如く媒質の各部分が波の進行の方向と直角をなして振動するとき、はこの波を**横波**或は**高低波**といふ。

また空氣の各部分が少しづゝ後れて、次の圖に示すが如く、左右に振動するときにも、波動を生ずるものなり。今1 2 3 …… 13を空氣中、等距離にある諸點とし、振動の週期を十二



表されて、疎密ある波形の次第に進行するを見るべし。かくの如く媒質の各部が波の進行の方向に振動するときは、この波を縦波或は疎密波といふ。高低波にて波の最も高き處を山といひ、その最も低き處を

秒とし、各點の運動はいづれもその前にある點の運動より一秒づつ後るゝものとすれば、第一、二、三……秒後の諸點の位置は、*a b c* ……の諸列にて

波動の振動の週期と進行の速度と波長との關係

谷といふ。相隣れる山と山との間の距離或は谷と谷との間の距離を波長といふ。疎密波にては、相隣れる疎部或は密部の距離を波長といふ。振動を傳ふる媒質の各部が一振動する間に、波形は一波長だけ前進するが故に、振動の週期を T 、波の進行の速度を v 、波長を λ とすれば、次の關係あり。

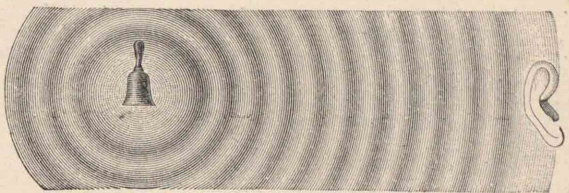
また一秒間の振動數を n とすれば、

$$v = \lambda n$$

故に $\lambda = \frac{v}{n}$

音の源

二 音波。琴を弾じ或は鐘を打てば、皆音を發す。この時、琴緒或は鐘壁に軽く手を觸るれば、共に烈しき振動を感ずべし。これによりて、音は物體の振動によりて生ずるものなることを知る。



音波の傳播

發音體が烈しく振動するときは、圖に示すが如くその振動、空氣に傳りて疎密波を生じ、球形の波は四方へ傳播す。これを**音波**といふ。この音波は吾人の耳に達し、その鼓膜を振動せしめ、始めて音響の感覺を生ぜしむ。かくの如く音は空氣の波動によりて傳播するが故に、空氣なきときは音を聞くこと能はず。されば、例へば大なる硝子罎の内に鈴を吊るし、内部の空氣をよく排除するときは、罎を振りても殆ど鈴の音を聞くこと能はず。

音波は、また空氣中のみならず、他の氣體或は液體、固體の中にも傳る。即ちすべて彈性體は音を傳播するものなり。人が水中に没せるとき、よく水面外の音を聞き、壁の一端に耳

をあつるとき、よく他端に起る微音を聞くことを得る等、その例なり。

〔問〕 激しき砲聲の起るとき、遠距離にある戸、障子等の振動することあり。この理を説明せよ。

三

音の速度。

音は空氣等の媒質の波動によりて傳播するものなるが故に、甲處より乙處に至るには多少の時間を要す。かの遠く花火を望むに、初に先煙の揚るを見て後に爆聲を聞くが如きは、音の傳播に時間を要することを證するものなり。實驗によると、音波の速度は溫度によりて多少異なる。空氣中にては、攝氏十五度るとき、一秒につき約三百四十米にして、約千百尺に當る。而して一般に固體及び液體にありては、音の速度は空氣中に於けるよりも著しく大なり。例へば音の速度は水中にては毎秒千四百三十五米にして、

鋼鐵中にては毎秒五千米なり。

〔問〕電光を見たる後二秒にして雷鳴を聞きたりとすれば、その距離幾許なるか。

室内に於ける音の反射

四 音の反射。水上の波が岸に達して、反射して逆進するが如く、音波もまた障碍物にあたりて反射するものなり、深き井戸を覗きて大聲を發するとき、おのれの聲を再び聞くことあるは、善く人の知れることにして、これ音が水面より反射するによるなり。通常、室内等の如く、障碍物の近く存する場合には、反射の音の來ること速なるが故に、別々に聽き取ることを得ず。

〔問一〕谿谷等にて大聲を發するとき、彼方にて何者かこれを眞似するが如く、同様の聲を聞くことあり。これを俗に山彦といふ。これは何の理によるか。

〔問二〕汽船が港に著かんとするとき汽笛を鳴らすに、音の止みたる後も、暫く陸上より同様の響を聞くは、何故なるか。

同時に來る二音

五 音の干涉。空氣が同時に二つの音波を受けて、二つの波の密部と密部と或は疎部と疎部と相合するときは、その密部は益、密となり、疎部は益、疎となりて、音は著しく強く聞ゆ。また一つの波の密部と他の波の疎部と相重なるときは、その疎密の有様は相殺して、音は著しく弱く聞ゆ。この現象を音の干涉といふ。

第二章 音の性質

音の二種

六 樂音及び噪音。笛、太鼓、琴の發する音の如く、耳に愉快なる感覺を與ふるものを樂音といひ、砲聲或は走行中の車輪の音の如く、耳に不快なる感覺を與ふるものを噪音といふ。

音の強弱と振幅との關係

音の強弱と距離との關係

七

音の強弱

強く琴を弾じて、絲の振動の振幅大なるときは、その音強く、弱くこれを弾じて絲の振動の振幅小なるときは、その音弱し。また鐘を鳴らすに、強く撞くときは、振動の振幅大にして、その音強く、軽く撞くときは、振動の振幅小にして、その音弱し。されば音の強弱は振動の振幅の大小によるものなり。

また同じ音も、これを遠方にて聞くときは弱く、これを近方にて聞くときは強し。一般に音の強さは距離の二乗に反比例す。

八

音の高低

圖の如く一つの齒輪を回轉して、次第にこれを速めつゝ、厚き紙片をその齒に觸れしむれば、初は齒の紙片を叩く音を一つく聞けど、回轉の速なるに隨ひて、遂には連續せる一箇の音を聞くに至る。而して回轉の速度大なれば

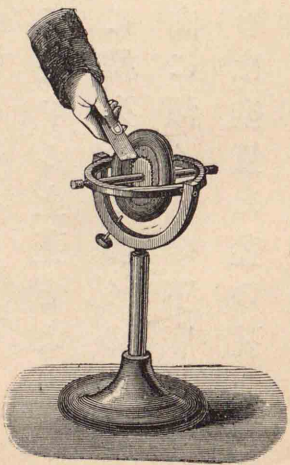
音の高低と振動數との關係

吾人の聽き取り得べき音の高さ

九

音の調和

二つの樂音を同時に聞くに、愉快なる感を起すことと然らざることとあり。一般に二音の振動數の比が、例へば1:2 2:3 3:4等の如く簡單なるときは、耳に快感を生ぜしむ。かくの如き二音は互に調和すといふ。



ば大なるほど、その音漸く高し。されば音の高低は振動數の多少によるものなり。琴絲の振動數は、これを緊張するほど大なるが故に、その音の高さは絲の緊張の度と共に増加す。

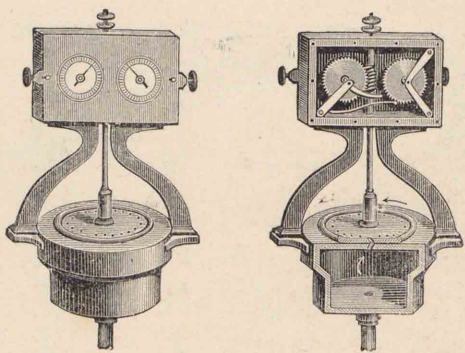
吾人の耳は餘り低き音或は餘り高き音を聞くことを得ず。通常耳に感じ得る音の振動數は、毎秒十六回より三萬六千回までの間にあり。

主音

一〇 音階。互に調和する諸音を竝べて作りたる階段を音階といふ。その第一階第二階第三階等をヒ、フ、ミ等と名づけ、ヒに當る音を**主音**といふ。洋樂自然長音階に於ける主音と他の音との振動數の比は左の如し。

音階の振動數の比	ヒ	フ	ミ	ヨ	イ	ム	ナ	ヒ
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

二 サイレン。サイレンは振動數を測るに用ゐる器にして、その構造は圖に示すが如く、圓筒形の箱とその上部にありて自由に回轉し得べき圓板とこれに接する上蓋とより成る。上蓋及び圓板には、周邊に等距離に排列せる多くの小孔、同じ數だけありて、各、互に反對の方向に傾く。箱の下底に連結する管より空氣を吹き入るときは、空氣は蓋の孔より出でて圓板の孔の側壁を衝き、圓板をして一定の方向に回轉



せしむ。而して蓋の孔と圓板の孔とが互に重なり合ふときは、空氣は流出して濃厚部を生じ、喰ひ違ふときは稀薄部を生ずるが故に、圓板の回轉の遲速に應じて、種々の高さの音を發す。また圓板の軸の上部には齒輪と噛み合ふ螺旋ありて、圓板の回轉に伴なひて外部の盤面に裝置せる指針を動かし、その回轉數を盤面に表さしむ。今この器にて或發音體の振動數を測るには、先圓板を適當の速さに回轉せしめて、發音體の音の高さと一致する高さの音を發するに至らしめ、その時の圓板の一秒間の回轉數を求むべし。この回轉數を m とし、孔の數を

n とすれば、この時にサイレンの發する音の振動數は mn にして、これ即ち發音體の振動數なり。

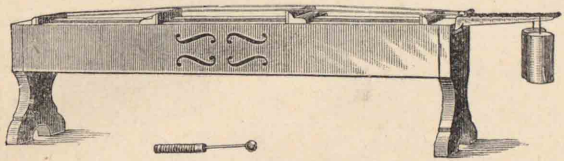
三

音色。

一絃琴は、圖に示すが如く臺上に絲或は金屬線を張

りたるものにして、絃の一端を釘に結び、他端に錘を吊るす。この樂器に、初に絲を、次に金屬線を張りて、これを彈ずるに、その振動の振幅及び振動數を同一ならしめても、この二種の絃の發する音の全く相同じからざるを知る。これ絲及び金屬線が各固有の音色を有するが故なり。音色の差は、發音體の振動の様様に多少の差あるによりて生ず。一般に各發音體はいづれも固有の音色を有す。例へば笛は笛の音色を有し、太鼓は太鼓の

音色の差



音色を有するが如し。吾人が聲によりて直にその人を識別することを得るは、即ち人々各多少その音色を異にするによるなり。

第三章 發音體

三

絃。

一絃琴の枕を移して、絃の長さを種々に變じ、その度毎

に絃を弾じて、音の高低を比較するに、絃の長さほどその音低く、絃の短きほどその音高きを知る。次に絃の一端に吊るしたる錘の重さを種々に變じ、これを彈じて音の高低を比較するに、絃の張力の強きほどその音高く、張力の弱きほどその音低きを知る。また絃の長さ及び張力を一定し、單に絃の太さを種々に變じて實驗するに、絃の細きほどその音高く、太きほどその音低きを知る。

音の高低と絃の長短との關係

音の高低と絃の張力との關係

音の高低と絃の太さとの關係

要するに音の高低は(一)絃の長さに反比例し、(二)絃の張力の平方根に正比例し、(三)絃の徑に反比例す。

(問二) 琵琶は何の用をなすか。

(問三) 琵琶の轉手、三味線の絲卷等を緊むるは、何のためなるか。

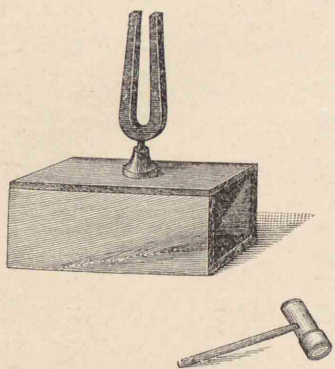
(問四) 三味線をひく間に絃の處々を指にて壓すは何のためなるか。

二四 音叉

音叉は圖の如く、U字形の鋼鐵に柄を附け、これを木

製の箱の上に立てたるものにして、小槌の一端にゴムを附けて、その上端を打つときは、鋼鐵は振動して唸る音を發す。音叉はその音極めて單純なるが故に、音を比較する標準として用ゐらる。

音叉の臺をなせる箱は、音を強大な



樂器の胴または箱の用

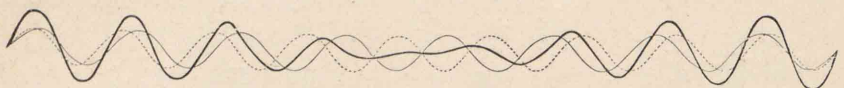
らしむる用をなす。これ音叉の振動が箱に傳り、その内の空氣が箱の振動に伴なうて振動するがためなり。この現象を**共鳴**といふ。琴、三味線、太鼓等の胴及び風琴、洋琴等の箱もまた音叉の臺と同じき用をなす。

また振動數の同じき二箇の音叉を相對せしめ、小槌にてその一方を打ち鳴らせば、暫時の後、他は共鳴によりて鳴り始むべし。されどその音微弱なるが故に、前の音叉を抑へてその振動を止むるにあらざれば、明にこれを聽くことを得ず。振動數の異なる二箇の音叉を用ゐて同一の實驗を行ふに、共鳴を生ずることなし。

振動數の僅に異なる二箇の音叉を同時に鳴らし

唸りの説明

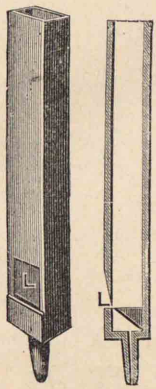
二箇の音叉の共鳴



て聴くときは、その音或は強く或は弱く、所謂唸りの現象を生ず。釣鐘の音の唸りを生ずるは、鐘の諸部より發する近き振動數の諸音を同時に聞くによるなり。唸りは振動數の僅に異なる二つの音の干涉によりて生ずるものなること、前の圖によりて知ることを得べし。圖の細き實線と點線とはかくの如き二つの音波を表し、太き實線は干涉の結果として生じたる合成音波を表す。

二五

風琴管。風琴管は圖の如き木製の管にして、空氣を吹きこむ細孔と楔形の唇Lとを具ふ。今下端の孔より空氣を吹



き入るゝときは、この空氣は先唇に當りて複雑なる振動をなし、管内の氣柱はまたこれに應じて振動し、愉快なる音を發して鳴る。

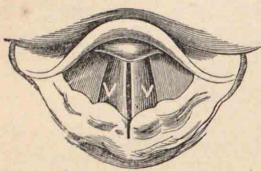
音の高低と管の長さとの關係

發聲器

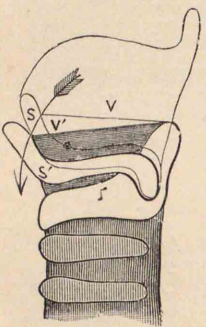
二六

風琴管の長さを種々に變じてこれを吹き、音の高低を比較するに、管の長さほどその音低く、管の短きほどその音高し。即ち音の高低は管の長さに反比例す。横笛、尺八等の樂器は、風琴管とその發音の性質を同じくす。これを吹くに側面の孔を開閉するは、氣柱の長さを増減して音の高低を生ぜしめんがためなり。

甲



乙



聲帶。吾人の音聲は、喉頭にある聲帶と名づくる左右二枚の膜の振動によりて發す。圖甲は喉頭を上方より見て聲帶v vの間隔の閉ちたる状を示す。圖乙にその左の側面を見るが如く、吾人は、筋肉の作用により

種々の音聲を發
理 することを得る

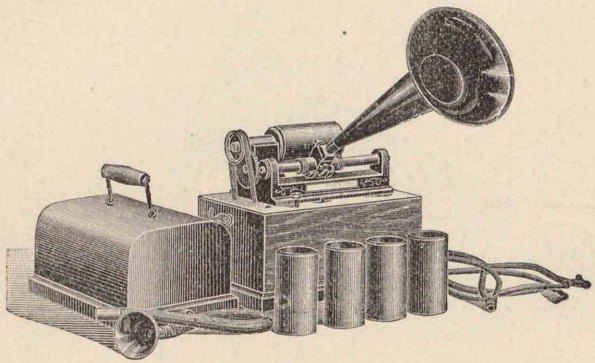
蓄音機の構造

一七

て、聲帯の著きたる甲狀軟骨を自在にsよりs'に動かして、聲帯をvよりv'にまで緊張することを得るが故に、音聲の高低を種々に變ずることを得。聲帯はまた薄くして短きほど、高き音を發す。女子及び小兒の音聲が男子の音聲よりも高きは、これがためなり。聲帯の振動するときは、口腔内の空氣はこれと共鳴をなす。されば口腔の形を變じ、或は舌唇等を動かして、種々の音聲を發することを得るなり。

蓄音機。蓄音機は一度受けたる音を蓄へおき、後に再び發現せしむる機械にして、その要部は圖に示すが如く、ゼンマイ仕掛にて回轉する蠟製の圓管と、音聲に相當する空氣の振動をこれに記入する喇叭口とより成る。喇叭口の底部は、硝子、雲母等の薄片より成り、その中央には突起せる短針

蓄音機の理



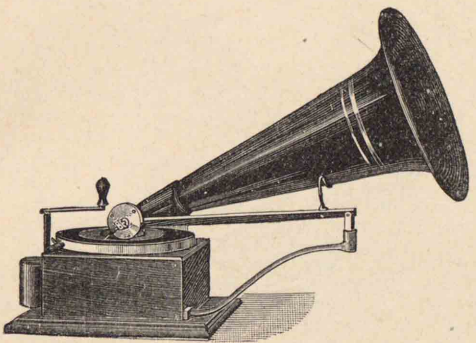
ありて、その尖端は蠟管の面に接す。また喇叭口の柄は蠟管に平行せる螺旋軸にはまり、この軸は蠟管の回轉に伴なひて回轉するが故に、喇叭口もまたその回轉に隨ひて進退す。

今ゼンマイ仕掛にて蠟管及び螺旋軸を回轉せしめつゝ、喇叭口より音聲を吹きこむときは、喇叭口の底部にある薄片はこれに應じて振動し、針の尖端はこの振動に相當する溝を或は深く或は浅く蠟管に刻す。次に喇叭口を初の位置に復し、その針端を蠟管に觸れしめて、ゼンマイ仕掛を働かしむるときは、針端が深

淺の溝をたどりゆくに隨ひ、薄片は前と同じき振動を繰返して、同じき音を發するなり。通常、音を發せしむるに用ゐる喇叭口は、これを記入するに用ゐるものと異にして、その

針の尖端を少し鈍くし、且聽取の便を計りて口を大きくす。

近時行はるゝ平圓盤蓄音機は、圓筒狀の蠟管の代に圖の如き圓形の平盤を用ゐる。この平盤の回轉に伴ひて、喇叭口は徐に圓盤の縁邊より中心へ半徑の方向に運動する装置なるが故に、音聲に相當する波狀の溝は、渦線狀に平盤上に刻せらる。



平圓盤蓄音機の説明

第五篇 光學

第一章 光の直進

一 **發光體及び暗體。** 太陽、蠟燭の焰、その他燃燒しつゝある薪の如く、自ら光を發する物體を**發光體**といひ、木、石、紙等の如く、自ら光を發せざる物體を**暗體**といふ。暗體は、他より光を受くるにあらざれば、見ることを得ず。

二 **透明體及び不透明體。** 空氣、水、硝子等の如く、これを隔てて明に他の物體を見ることを得るもの、即ち善く光を通過せしむるものを**透明體**といひ、金、石、土木等の如く、これを隔てて他の物體を見ることを得ざるもの、即ち光を通過せしめざるものを**不透明體**といふ。十分に透明なる物體は、物體そのものをも見ることに能はず。空氣及びよく磨きたる薄き

硝子等、この例なり。また艶消硝子の如く、幾分の光を通過せしむれど、これを隔てて明に他の物體を見ること能はざる物體を半透明體といふ。

三

光の直進。燈火の前に小孔を穿てる衝立を立てて、眼を燈火と小孔とを連ぬる直線の上におくときは、燈火を見ることを得れど、眼を少しにてもその位置より移せば、これを見ること能はず。これによりて光は直線に進行するものなるを知るべし。戸の隙間よりさしこむ日光が、空氣中の塵埃を照らして直線の路を示すは、その一證なり。

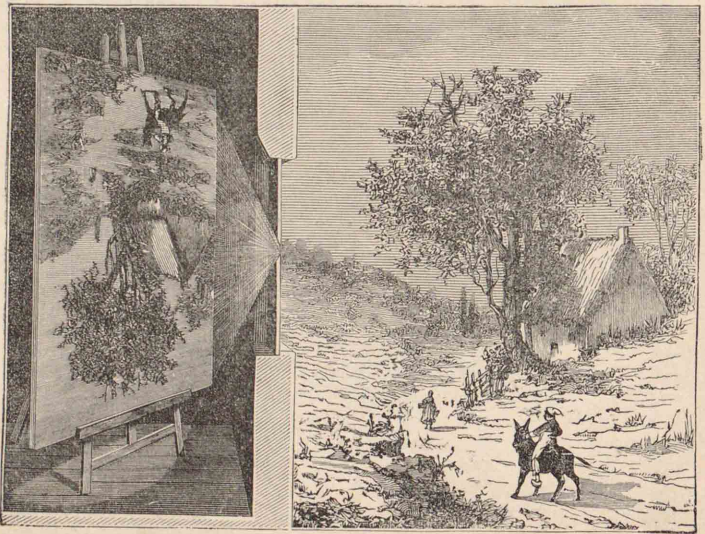
暗室の側壁に小孔を穿つときは、室外の樹木等が、圖の如く室内の對壁に倒に現るゝを見る。これ室外の物體の上部より發する光は、直線に小孔を過ぎて對壁の下部に達し、物體の下部より發する光は、同じく小孔を通りて對壁の上部に

木葉を洩る、日光の像

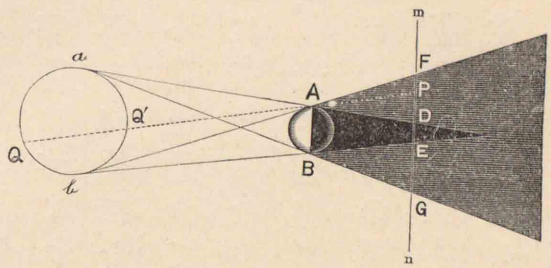
達するが故なり。茂りたる木葉の間より洩るゝ日光が、地上に無數の圓形の像を印するは同理による。即ち木葉の間隙は多くの小孔と見做し得るが故に、太陽はこれらの小孔を通りてその像を地上に投ずるなり。

四

影。光は直線に進行するが故に、發光體の前に不透明體を置くときは、その背後に影を生ず。今次の圖の ab を發光體とし、 AB を不透明體とすれば、發光體の上部 a より出づる光は AB の影を衝立 mn の上 DG



日蝕及び月蝕の起る理



五

月蝕は、地球がその影を月の面に投ずるによりて生じ、その蝕分は日蝕の如くに處によりて異なることなし。

光の速度。嘗て光の進行には時間を要せざるものなりと

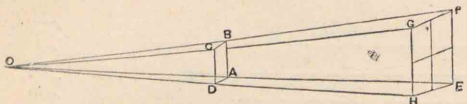
に投げ、下部より出づる光はその影をFEに投ぐ。而してFEとDGとの相重なる部分DEは、發光體のいづれの部分よりも全く光を受けざれど、FD EGの部分は然らず。例へばP點はQQ'以上の部分よりは光を受くべし。このDEの如きを**本影**といひ、FD EGの如きを**半影**といふ。

日蝕は月がその影を地球の表面に投ずるによりて生ず。而して本影の處にては皆既を見、半影の處にては分蝕を見る。

六

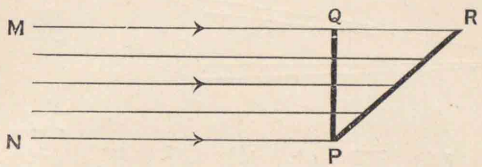
考へられたりしが、實測によりて、空氣中には光の速度は毎秒三億米即ち七萬六千里なることを知れり。これによりて、光の進行がいかに速なるかを知るべし。

照度。光は發光體より出でて四方へ廣がるものなるが故に、發光體を距ること大なれば大なるほど、或面の受くる光の量は減ず。今蠟燭を距ること一米の處に面積一平方糎の孔を有する衝立を置くときは、これを通過する光は、二米の處にて四平方糎の面積の上に廣がること、上圖にて知らるゝが如し。



隨ひて二米の處にて一平方糎の面積が受くる光の量は、一米の處にて同じ面積が受くる光の量の四分の一なることを知る。即ち一定の面積の受くる光の量は距離の二乗に反比例す。單位面積の

照度の最も大なる場合



受くる光の量をその面の照度といふ。

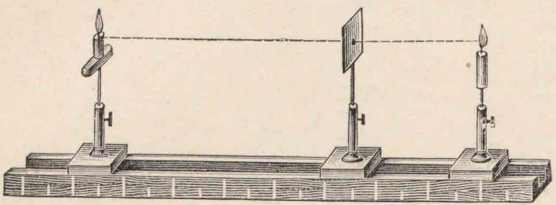
平行光線が次の圖のMR或はNPの方向に進むものとし、これをこれと直角を作る面PQ或はこれと或角を作る面PRにて受くるときは、この兩面の受くる光の量は相等しけれど、PQの面積はPRの面積よりも小なるが故に、單位面積の受くる光の量即ち照度は、PQ面上にありてはPR面上にあるよりも大なり。即ち照度は面が光線に直角なる場合に最も大なりとす。

〔問〕 裏屋根の雪が太陽の光を受けても急に消えざるは、何故なるか。

七

光度。 發光體の異なるに隨ひて光に強弱あり。光源より單位の距離にある單位面積を直角に照らす光の強さを**光度**

光度の單位
光度の比較



といふ。通常、鯨油にて製せる一定の蠟燭の光度を一燭光といひ、これを單位として光の強弱を測る。普通室内にて用ゐる電燈の光度は十燭光または十六燭光なり。

光度を比較するに用ゐる装置を**光度計**といふ。圖に示すはブンゼンの光度計にして、中間に紙製の衝立の中央に一滴の蠟を塗りたるものを立て、その兩側に比較せんとする兩發光體を置くものなり。さて衝立を左右に動かして、或一定の位置に至れば、いづれの側よりも蠟を塗りたる部分の明さ相等しく見ゆべし。即ちこの位置にては、衝立の兩面が受くる兩發光體の照度相等し。今兩發光體より衝立までの距離を a 及び b とし、兩發光體の

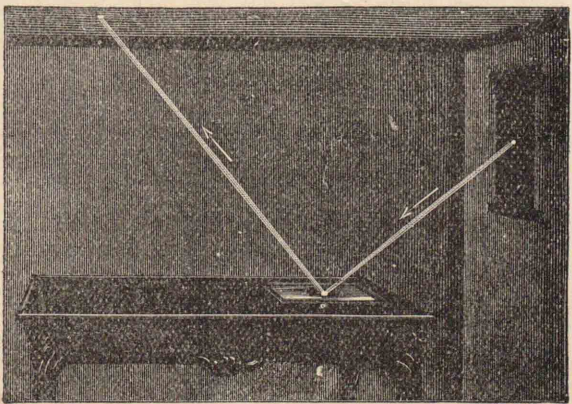
光度をA及びBとするときは、衝立に於ける照度は $\frac{A}{a^2}$ 及び $\frac{B}{b^2}$ なり。さればa及びbを測りて、次の式によりて兩發光體の光度を比較することを得。

$$\frac{A}{a^2} = \frac{B}{b^2} \quad \therefore \frac{A}{B} = \frac{a^2}{b^2}$$

第二章 光の反射

八

光の反射。 圖の如く暗室の側壁の小孔より日光を導きて、室内の鏡面を照らさしむるときは、光の一部は**反射**せらる。光の入射點に於て鏡面に垂線を引くときは、垂線と入射光線との間の角を**入射角**といひ、垂線と反射光線との間の角を**反射角**



光の反射の法則

といふ。

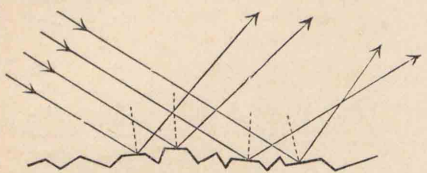
一般に光は次の二法則に従ひて反射す。

- (一) 反射光線は垂線と入射光線とを含む平面内にあり。
- (二) 反射角は常に入射角に等し。

九

亂反射。

平行光線が平滑なる面に入射するときは、一定の方向に反射すれど、その面が平滑ならざるときは、反射光線は諸方向に發散すること、圖に示すが如し。一般に光線が粗糙なる物體の表面にあたるときは、反射光線は發散するものなり。この現象を**亂反射**といひ、亂反射をなせる光を**散光**といふ。通常、吾人がいつれの方角よりも物體を見ることを得るは、この物體の發散する散光によるなり。

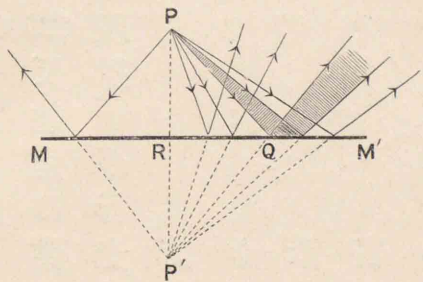


平面鏡の反射

一〇

平面鏡。平面鏡の前に光点を置く場合を考ふるに、次の圖

にて光点Pより出づる任意の光線PQを取り、その反射後の方向を逆に延長したるものが、Pより鏡面MM'に垂直に引ける線PRを切る点をP'とするときは、反射



の法則によりてPQR角はP'QR角に等し。故に兩直角三角形PQRとP'QRとは相等しく、PRはPRに等し。随ひてP'はPの位置によりて定まる一定点にして、Pより出づる反射光線を逆に延長するときは皆P'を通過す。されば光点は、恰も鏡背に於て、光点より鏡に至ると等しき距離、即ち對稱の

位置にあるが如くに見ゆ。P'をPの像といふ。

鏡の前に物体を置くとときは、その各点は右に言へるが如く、

平面鏡の作る像

凹面鏡に於ける日光の反射

二

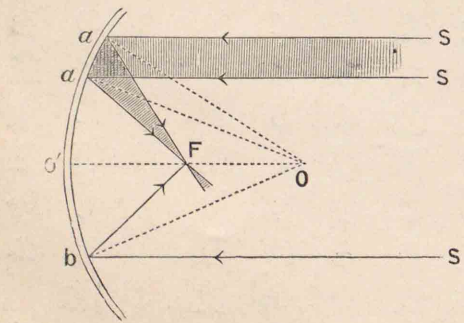
鏡に對して對稱の位置にその像を作る。されば物体の像は實物と同大にして、鏡の背後にその對稱の位置に現るゝなり。

球面鏡。鏡の面が球面の一部にて成れるものを球面鏡といふ。球面鏡には中央のくぼめる凹面鏡と中央の高まれる

凸面鏡との二種あり。球面鏡の中央とその球の中心とを結ぶ線を鏡軸といふ。

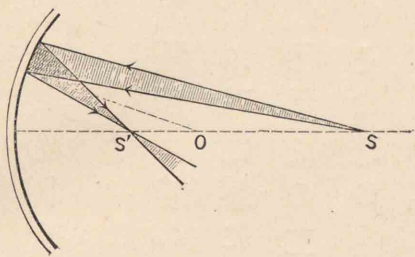
三

凹面鏡。下の圖に示すが如く、暗室内にて日光を凹面鏡abの鏡軸OO'に平行して入射せしむれば、これらのsab等



の光線は、鏡軸上の一点Fに集合すること、空氣中に浮かべる塵埃の所在に

凹面鏡の作る光
點の像



よりて容易に知ることを得べし。この點を**焦點**といふ。焦點は、鏡の中央O'を距ること球の半徑OO'の半に等しき處にあり。この距離FO'を**焦點距離**といふ。

次に暗室内にて凹面鏡の前に光點を置き、小き紙片を鏡の前に進退せしむるに、紙片が一定の位置にあるときは、光點の像が最も小に且最も明瞭に映ずるを見る。これ光點より發する光が鏡面より反射し來りて、こゝに集るがためなり。光點が球の中心O以外Sにあるときは、像は焦點と中心との間S'に生じ、光點が球の中心と焦點との間S'にあるときは、像は中心より外方なるSに生ずること、上の圖に見るが如し。

凹面鏡の作る光
點の虚像

一般に凹面鏡の中央より光點とその像とに至る距離をそれぞれa及びbとし、球の半徑をrとすれば、實驗によりて次の關係あることを知る。

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

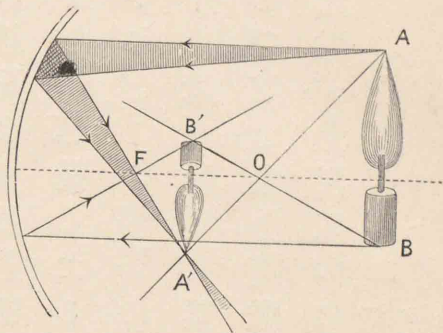
また光點を焦點以内に置くときは、鏡背にその像を見る。これ鏡面より反射せる光線は反射の後發散すれど、反射光線を逆に延長したるものは、鏡背の一點に會するが故なり。されど、この場合にはこゝに光が集るにあらざるが故に、紙片を鏡の背後に置きても、像のこれに映ずることなし。かくの如き像を**虚像**といふ。

光點が焦點以内に来るときは、前式は次の如く變ず。

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

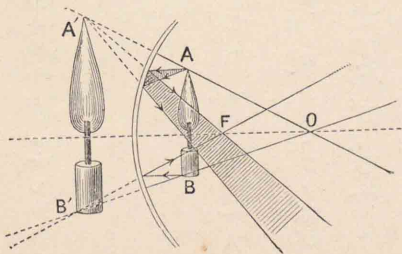
凹面鏡の前に火を點じたる蠟燭を置けば、次の圖の如く、そ

凹面鏡の作る物
體の像



凹面鏡の作る物體の虚像を求むる作圖法

にありて倒立し、その大きさは實物より大なり。また下圖の如く燭火ABが焦點F以内にあるときは、鏡の背後A'B'に實物よりも大なる直立せる虚像を生ず。凹面鏡に於ける燭火とその像との關係



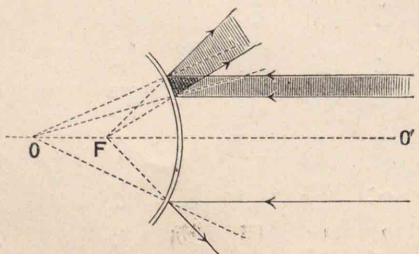
の各點は、前記の理によりて各、その像を造る。故に燭火ABが球の中心O以外にあるときは、像B'A'は焦點Fと中心Oとの間にありて倒立し、その大きさは實物より小なり。また燭火B'A'が球の中心Oと焦點Fとの間にあるときは、像ABは中心より外方にありて倒立し、その大きさは實物より大なり。また下圖の如く燭火ABが焦點F以内にあるときは、鏡の背後A'B'に實物よりも大なる直立せる虚像を生ず。

凸面鏡に於ける日光の反射

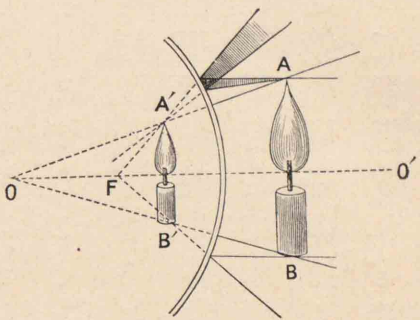
一三

を知るには、燭火の各點より出づる任意の二光線の會點を求むるを要す。而してこの二光線には、鏡軸に平行するものと、球の中心を通過するものを選ぶを便なりとす。即ち反射の法則によりて、鏡軸に平行する光線は、反射したる後、焦點を通過し、球の中心へ向ふものは、反射したる後、再び中心を通過するが故に、この二線の會點は容易に知ることが得、隨ひて像の大きさと位置とを求むることを得べし。

凸面鏡。 暗室内にて日光を凸面鏡の鏡軸に平行して入射せしむるに、光線は凹面鏡の場合の如く一點に集らずして、却つて發散すれど、鏡の背後の一點(虚焦點F)より發するが如くに見ゆ。これ反射



凸面鏡の作る物體の虚像



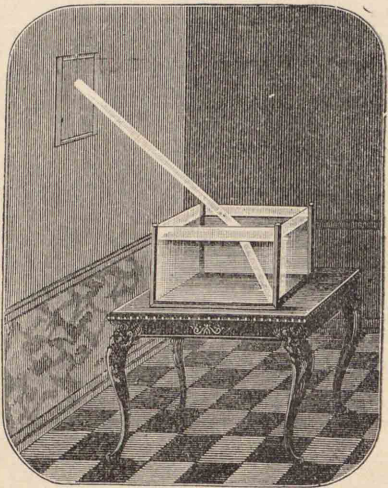
に、長く延びて見ゆ。この現象を説明せよ。

光線を逆に延長したるものが、この點を通過するが故なり。
 また燭火を凸面鏡の前に置くときは、上圖に示すが如く、鏡の背後に實物ABよりも小なる直立せる虚像A'B'を見ること、凹面鏡の場合の如き作圖法によりて容易に了解することを得べし。

(問) さ、波の立ちたる水面に映る月光を望む

第三章 光の屈折

二 光の屈折。次の圖の如く水を充たせる硝子槽を暗室内に置き、細孔より日光を導きてこれを水面に入射せしむるに、



日光の一部はその方向を變じて水中に入る。一般に光が透明體の平滑なる面に斜に入射するときは、一部は反射すれど、一部はその物質内に入り、多少その方向を變ず。これを**光の屈折**といふ。屈折光線と入射點

光線屈折の法則

に引きたる垂線との間の角を**屈折角**といふ。
 實驗の結果によるに、光線は次の二法則に従ひて屈折す。

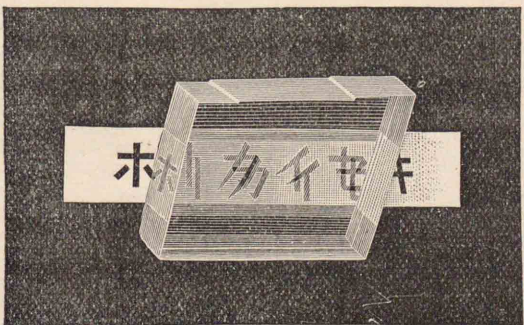
- (一) 屈折光線と入射光線とは入射點に引ける垂線を含む一平面内にありて、垂線の兩側にあり。
- (二) 入射角の正弦と屈折角の正弦との比は一定にして、入射角の大小によることなし。

今光線が一つの物質に入るときの入射角を i とし、屈折角を r とすれば、屈折の法則によりて、 $\frac{\sin i}{\sin r}$ は i の値に關らず一定す。この比をこの物質の**屈折率**と名づく。多くの場合には、光線が疎なる物質より密なる物質に入るときは、屈折角は入射角よりも小にして、密なる物質より疎なる物質に入るときは、これに反す。

(問一) 水面にさゝ波の立つときは、水中の物體を明に視ること能はず。何故なるか。

(問二) 圓筒の底に硝子板を貼り、これを一部水中に入れて上より望むときは、海底の様を見ることを得。これ何故なるか。

二五 複屈折。 圖の如く、方解石の一片を紙上に置きて、これを透して文字を見れば、

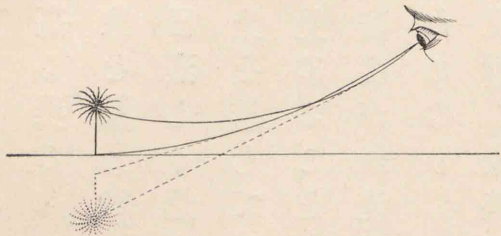


層氣樓の理

二六 大氣中の屈折。

ば、文字は二重に見ゆ。これ文字より發する光線が方解石に入るとき、二様の方向に屈折するによるなり。かくの如き現象を**複屈折**といふ。

大氣の密度が處によりて異なるときは、これを通過する光線は曲線の道を取りて進行す。例へば熱帶地方の廣原にては、晝間の地面に近き大氣の溫度は著しく昇りて、その密度を減ずるが故に、かゝる氣層を通過し來る光線は、密度の大なる方に向ひて圖の如く屈折す。故に遠方の物體の像が下方に倒立して見ゆることあり。また海濱にて、下層の空氣が冷なる海水に觸れて冷却し、著しく密度を増すときは、次の圖の如く、

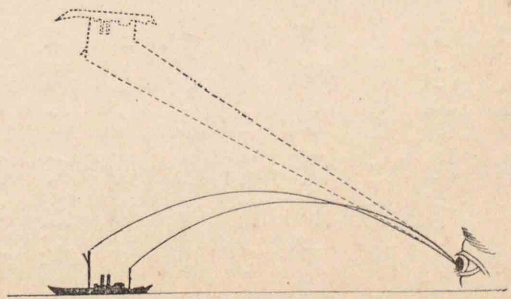


遠方にある物體の像が倒立して、大氣中に高く現るゝことあり。およそ、かゝる現象を**蜃氣樓**といふ。

夏日、烈しく熱せられたる地面或は瓦等の上を透して見るときは、物體は振動して見ゆることあり。これその部の空氣の密度が、對流のために絶えず變化するがためなり。

一七

全反射 光線が密なる物質より疎なる物質に進み、せんとするに當りて、その入射角が一定の際限を超ゆるときは、光線は全部反射し、第二の物質内に入ることなし。この現象を**全反射**といひ、屈折角九〇度に對する入射角を**臨界角**といふ。今ビーカーに半ば水を入れて下方



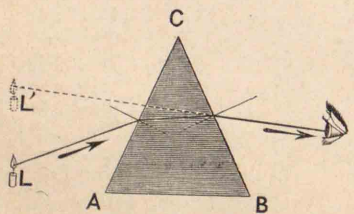
全反射の例

より斜に水面を望むときは、水面は輝きて銀白色に見ゆ。これ水面に入射し來る光線が全部反射して、強き光を眼に送るが故なり。

(問) コップに水を入れ、その中に試験管を斜に挿し、上方よりこれを望むときは、試験管の水中にある部は、銀白色に輝きて見ゆ。次にその管に水を充つるときは、銀白色は消失すべし。この理を説明せよ。

一八

プリズム。硝子の如き透明體より成れる三角柱を**プリズム**といふ。下の圖をプリズムの横断面を示すものとすれば、光線がAC面に入射するとき、屈折して垂線に近づき、BC面より出づるときは、再び屈折して垂線より遠ざかる。さればプリズムを透して物體Lを見ると、Lは恰もL'にある

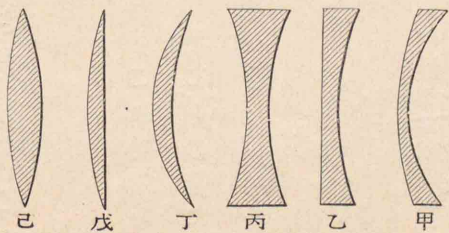


が如くに見ゆ。かくの如く、光線が硝子のプリズムを通過するときは、常にその厚き方へ屈折して出づ。前圖のプリズムのACB角を屈折角といふ。屈折角が大なれば大なるほど、プリズムを通過する前後に於ける光線の方向の差大なり。

一五

レンズの種類

レンズ。レンズは硝子の如き透明體より成り、その兩面は共に球面の一部に作られ、或はその一面は球面の一部に、他面は平面に作らる。眼鏡の玉の如きはその一例なり。下圖甲乙丙の如く中央の薄きものを凹レンズといひ、丁戊己の如く、中央の厚きものを凸レンズといふ。レンズの兩球面の中心を結べる直線をレンズの軸といふ。



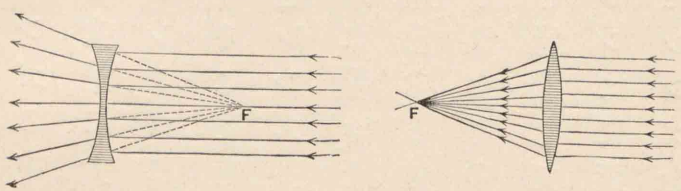
二〇

レンズの焦點。今暗室内にて日光をその軸に平行して凸

凸レンズに於ける日光の屈折

凹レンズに於ける日光の屈折

レンズの作用の説明



レンズを通過せしむれば、圖の如く、日光はレンズの後方なる一點Fに集るを見る。この點を凸レンズの焦點といひ、レンズの中心よりこの點までの距離を焦點距離といふ。この場合に凸レンズの代に凹レンズを用るれば、日光はレンズを通過したる後發散す。されど、かくの如く發散し來る光線をレンズの前にありて望むときは、恰もレンズの後方なる一點Fより發するが如くに見ゆ。この點を凹レンズの焦點といふ。

次圖に示すが如く、すべてレンズは順次に屈折角の異なるプリズムの斷片が集りて成れるものと見做すことを得るが故に、その各部

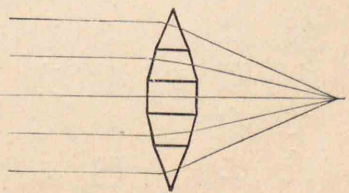
に進入する光線は、これを通過するに當りて、レンズの中心を遠ざかるに隨ひ、屈折するこ
と次第に大なり。これによりて前に述べた
るレンズに於ける光線の屈折の模様を了解
することを得べし。

三

凸レンズ。今光點を凸レンズの一方の焦點

凸レンズの屈折

外に置き、その他側に衝立を立つるに、衝立が
適當なる位置を占むるとき、光點は最も鮮明にして且小な
る像をその上に作るべし。これ光點より發する光がレンズ
を通過して、屈折したる後、この點に集るが故なり。光點が
レンズに近づくに隨ひて、像の位置は他側の焦點より次第
にレンズを遠ざかり、光點が焦點に達するときは、レンズを
過ぐる光線は遂に平行となる。また光點が焦點内に來る



ときは、光線はレンズを通過して發散すれど、この方向を逆
に延長したるものは、レンズに遠き一點に會す。

一般に凸レンズの中心より光點に至る距離を a 、像に至る
距離を b とし、レンズの焦點距離を f とすれば、實驗により
て次の關係の成り立つを知る。

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

光點が焦點以内に來るときは、前式は變じて次の如くなる。

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

三

凹レンズ。凹レンズの前に光點を置き、他側よりこれを望

凹レンズの屈折

めば、光線は恰もレンズに近き一點より發するが如く見ゆ。
これレンズを通過する光線は發散すれど、その方向を逆に
延長するときは、この點に會するが故なり。光點が遠方よ
りレンズに近づくに隨ひ、像もまた次第にレンズに近づく。

この場合には、 a, b, f の間に次の關係あり。

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

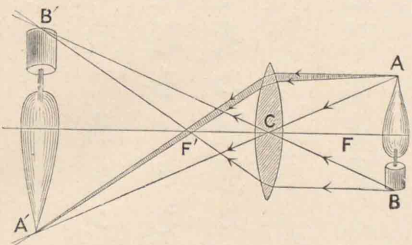
三 レンズの作る像

今圖の如く燭火 AB を凸レンズの一方の焦點 F の外に置くときは、前記の理によりて、各點は各、その像をレンズの他方に作りて、倒立せる燭火の像を $B'A'$ に生ず。

燭火が焦點に近づくと、像は次第にレンズを遠ざかり、その大きさは次第に増すべし。されば凸レンズを透してその焦點外にある物體を見るに、眼を像の前方、適當なる位置に置くときは、明にその物體の倒像を見ることを得るなり。

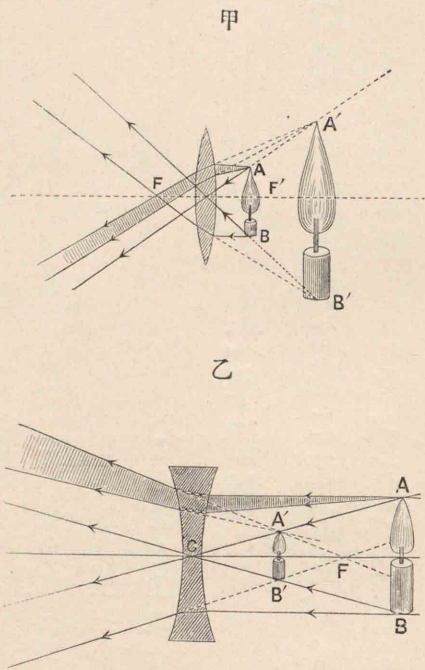
次に左圖甲の如く燭火 AB を凸レンズの焦點 F 以内に置き、レンズを透してこれを望

凸レンズの作る像(その一)



凸レンズの作る像(その二)

凹レンズの作る像

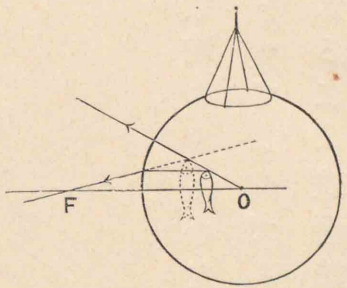


實物よりも小なる正立せる虚像 $A'B'$ を見る。

すべてレンズの場合に於ける物體の像の位置及び大きさを知るには、球面鏡の場合に於けるが如く、その物體の各點より出でてレンズの軸に平行に入射する光線と、レンズの中心を通過する光線との會點を求むべし。レンズの軸に平

レンズの作る像を求むる作圖法

行に入射する光線は、レンズを通過したる後、屈折して焦點を過ぎ、レンズの中心を通過する光線は、通過の際にその方向を變ずることなしとす。



(問一) 蟲眼鏡は單一のレンズより成る。その用を説明せよ。

(問二) 金魚等を球形の硝子壺に入れて、側より望むときは、上圖の如く實物よりも大きく見ゆ。この理を説明せよ。

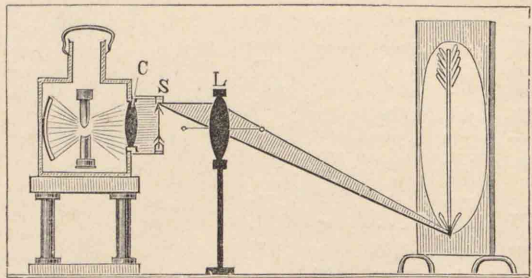
第四章 光學器械

幻燈の構造

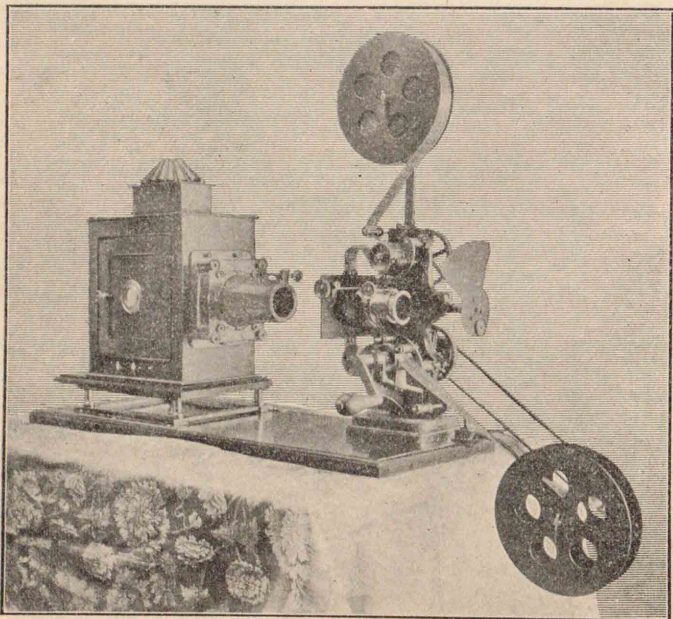
二 幻燈。幻燈は次の圖に示すが如く、箱の中央に強き發光體を置き、凹面鏡と凸レンズCによりてその光を集め、これをして硝子板に畫きたる繪畫Sを強く照らさしめ、他の凸

活動寫眞の理

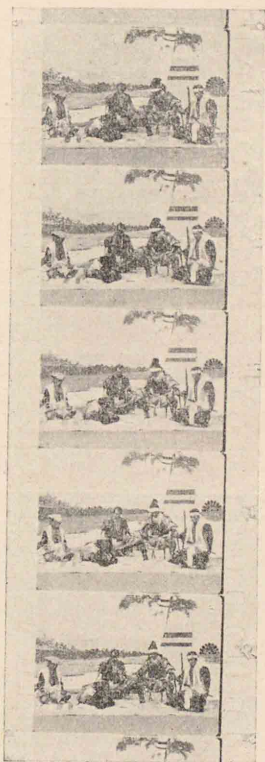
使用するものとす。運動せる物體を毎秒十數度順次に撮影し、幻燈機械によりてその寫眞を同じ



レンズLをして、その廓大せられたる像を衝立の上に作らしむる装置なり。幻燈は映像を鮮明ならしむるがために、暗室内にて



順序に毎秒同じ度数だけ映出すれば、物體の各瞬時に於ける運動の模様を順次に且迅速に見ることとなりて、恰もその物體の像が運動するが如く感ず。これ所謂**活動寫真**にして、前の圖は活動



寫真機の裝置、ここに示すはこれに用ゐるフィルム的一部分なり。

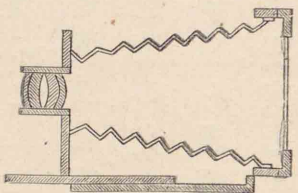
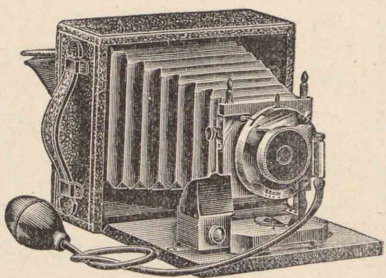
寫真器械の構造

二五

寫真器。 寫真器の要部は暗箱なり。暗箱は、その内面を黒く塗り、前壁には凸レンズを嵌め、このレンズをして箱外の物體の像を後壁にある**艶消硝子**の上に映せしむるものにして、前後兩壁の距離を適宜に變ずることを得しむるがために、側壁の一部を革にて蛇腹に造れり。次の圖はその外形

と縦断面とを示す。撮影

するには、先蛇腹を伸縮して目的物の像を鮮明に艶消硝子の上に映せしめ、さて艶消硝子を撤して、光線に感じ易き藥品を塗りたる硝子板即ち所謂乾板を



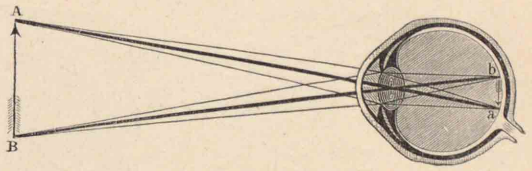
これに代へ、暫時光を受けしめて、その藥品が變化を生じた後これを取りはづし、藥液に浸して現像せしめて、所謂種板を得。これを藥品を塗りたる紙面に焼きつけて、寫真を製するなり。

二六

眼球の構造

眼。 眼は次の圖に示すが如く、一種の暗箱と見做すことを得。眼球の正面の前部に、レンズの用をなす**水晶體**と稱す

視覺の起る理



るものありて、その前に虹彩と稱する不透明なる膜あり。虹彩の中央には瞳孔と稱する孔あり。また眼底には網膜と稱する膜ありて、視神經こゝに配布せらる。

吾人が物體を見ることを得るは、物體より發する光線が瞳孔より入り來り、水晶體を通過して屈折し、網膜の上にその物體の像を作り、視神經のこれに感ずるによるなり。而して瞳孔は明暗に應じて張縮し、その大きさを調節して適度の光を眼中に入らしむる用をなし、別に水晶體の彎曲の度を調節する筋肉ありて、物體の遠近に應じて伸縮し、常に明瞭なる像を網膜上に造らしむ。

二七

明視の距離

眼の調節の行はるゝ範圍内にては、物體を眼

近眼及び遠眼の起る理

に近く置けば置くほど、物體は大きく且精細に見ゆるなり。通常、眼を苦しめずして物體を最も精細に見ることを得る距離を明視の距離といひ、健全なる眼にては、この距離約二十五糎なり。

二八

眼鏡。近眼は、眼底の深きに過ぐるか、もしくは水晶體の彎

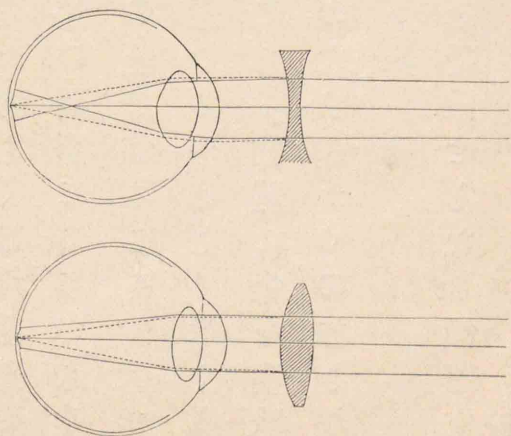
曲の度大に過ぐるがために、水晶體の調節によりても遠距離にある物體の像を明瞭に網膜の上に作ることは能はざるものにして、遠眼は眼底の淺きに過ぐるか、もしくは水晶體の扁平に過ぐるがために、近距離にある物體の像を明瞭に網膜の上に作ることは能はざるものなり。かくの如き缺點を補ふには共に眼鏡を用ゐる。

近眼鏡及び遠眼鏡の用

凹レンズはこれを通過する光線を發散せしむる傾を有し、凸レンズはこれを収斂せしむる傾を有するが故に、近眼に

眼鏡の度

は凹レンズの眼鏡を用ゐ、遠眼には凸レンズの眼鏡を用ゐて、前記の缺點を補ふことを得ること、圖に示すが如し。眼鏡の度はその焦點距離を吋インチにて表したるものにして、度の小なるほど、レンズの彎曲大なり。



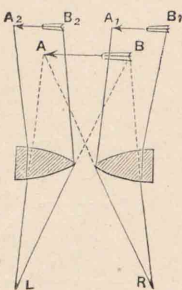
實體鏡の理

二九

實體鏡。 同一の物體を左眼のみにて見たる圖と右眼のみにて見たる圖と、各一箇を造り、これを並べて、左眼はたゞ左眼のみにて見たる圖のみを見、右眼はたゞ右眼のみにて見たる圖のみを見ることを得るやうに装置すれば、真に一箇の立體を見るが如くに感ずべし。 **實體鏡**は即ちこの理に基

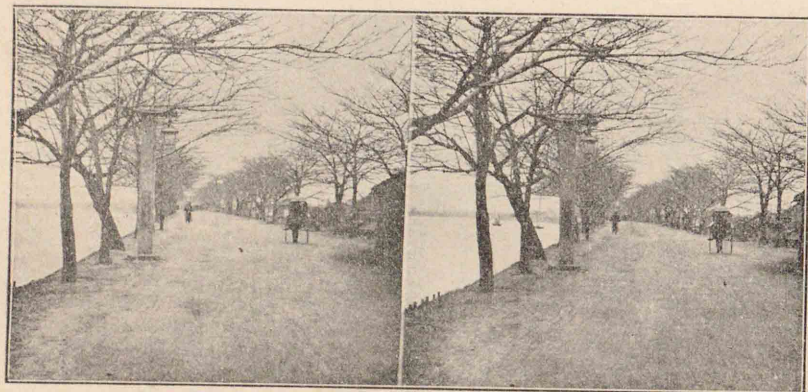
實體鏡の構造

づきて造り、凸レンズ一箇を兩斷してその縁邊を相對せしめたるものなり。これを用ゐて前に述べたるが如き二箇の圖 A_1B_1 及び A_2B_2 を右眼 R と左眼 L とにて別々に見るときは、一箇の廓大せられたる立體 AB を見るが如く感ず。



下に示すは、實體鏡に用ゐる寫眞にして、東京隅田川の東岸向島の景を寫せるものなり。

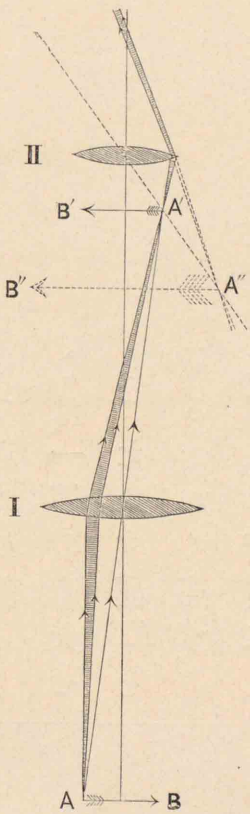
望遠鏡。 望遠鏡は、遠距離にある物體を近き處に現して明に見るがための



望遠鏡の要部

器械なり。その要部は、黄銅製の圓筒の一端に凸レンズを嵌め、他端に出入することを得る小圓筒を挿入し、その端にもまた凸レンズを嵌めたるものにして、太き圓筒の端にあるレンズを**對物レンズ**といひ、細き圓筒の端にあるレンズを**對眼レンズ**

望遠鏡の理



といふ。望遠鏡にては、光線は圖の如く屈折して、對物レ

ンズIのために物體ABの像は對眼レンズIIの焦點距離以内のこれに近き處B'A'に生じ、この像はIIによりて廓大せられて、倒立せる虚像をB''A''に作るなり。

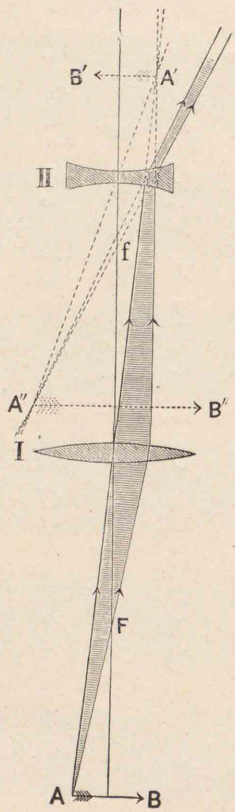
三

雙眼鏡。雙眼鏡もまた遠距離にある物體を近く明に見る

雙眼鏡と望遠鏡との差違

雙眼鏡の作用の説明

がための器械にして、その望遠鏡と異なるところは、圓筒の短きと物體の正立したる像を見ることを得るところにあり。雙眼鏡にては圖に示すが如く、對眼レンズIIに凹レンズを用ゐ、これを對物レンズIに近く置く。物體ABより發する光線は、Iによりてその像をB'A'に作らんとし、その途にある對眼レンズIIに作る。FはI

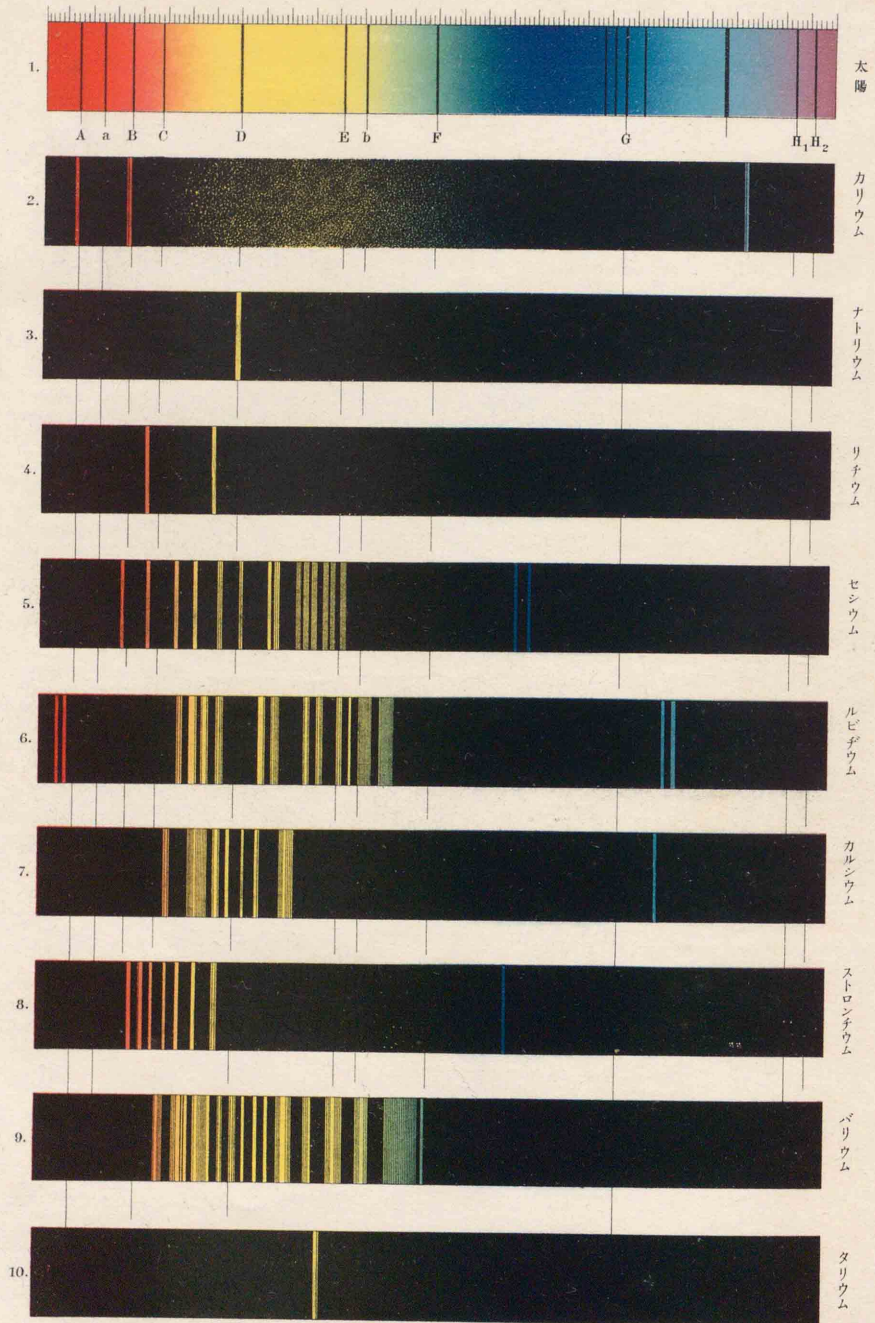


によりて發散せられて、正立したる虚像をA'B''に作る。FはIの焦點、fはIIの焦點なり。

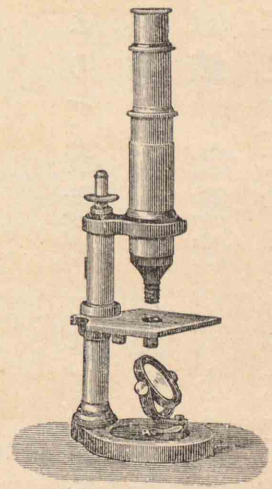
三

顯微鏡の要部

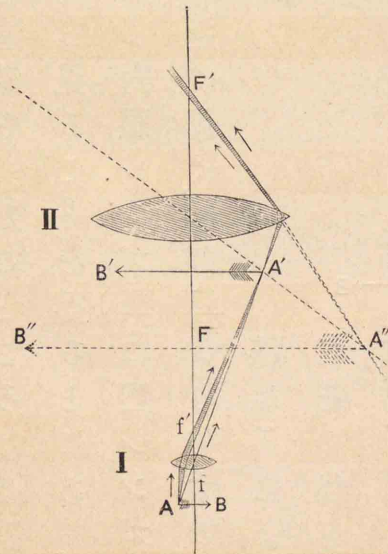
顯微鏡。顯微鏡は微小なる物體を著しく廓大して見る器械にして、その外形は次に示すが如し。顯微鏡の要部は望



顯微鏡の理



て見るなり。顯微鏡に於ける光線の屈折の状は次の圖に示すが如し。即ち物體ABの像は對物レンズIによりてB'A'に生じ、B'A'は對眼レンズIIによりて虚像B''A''を生ず。f'は對物レンズの焦點、F'は對眼レンズの焦點なり。



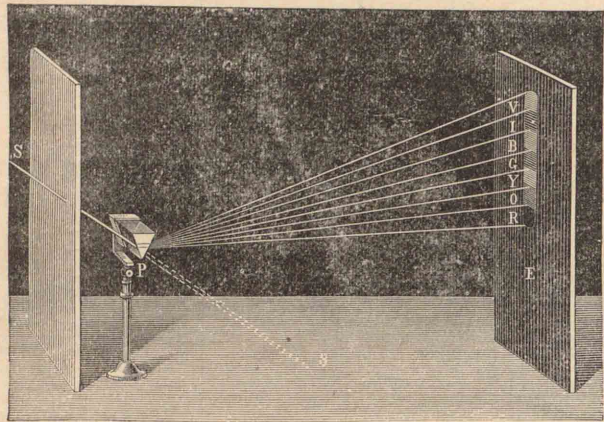
遠鏡に似れど、たゞその對物レンズの焦點距離甚だ小にして、物體を焦點の少し外方に置き、その廓大したる像を更に對眼レンズにて廓大し

日光のスペクトル

三

分散。

第五章 光の分散

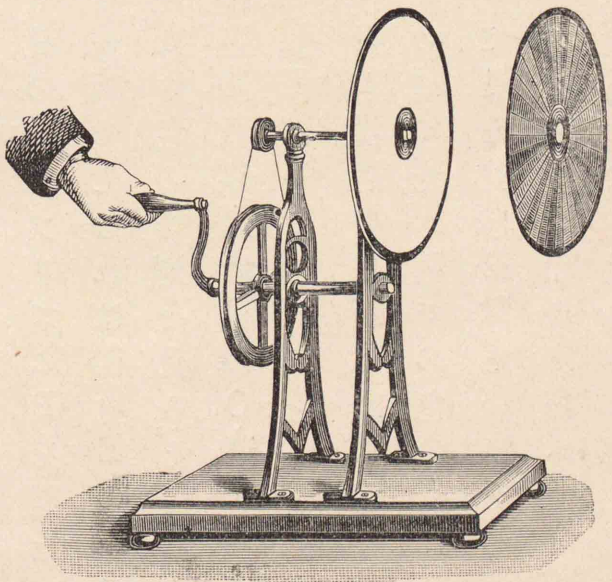


導き、孔の前にプリズムPを置き、日光SSを光を屈折せしむれば、衝立Eの上に美麗なる色の排列を見る。そのおもなる色の順序は赤R、橙O、黄Y、緑G、青B、藍I、靑Vにして、赤色の屈折は最も小に、靑色の屈折は最も大なり。かくの如く、光が種々の色の光に分るゝことを光の分散といひ、その色の排列をスペクトルといふ。一旦分散したる光を凸レンズにて

白色の分解

七色の混合

集合せしむれば、原の白色となる。これによりて太陽の光は屈折の度の異なる種々の光の集合して成れるものなることを知るべし。また下の圖の如く、圓板上に右に言へる七色の繪具を半徑に沿うて適當の幅に塗り、これを速に回轉せしむれば、圓板は白色に見ゆ。これまた白色がこれらの色の集りて成れるものなることを示す。二つの色が相混じて白色となるときは、これらの色は互に

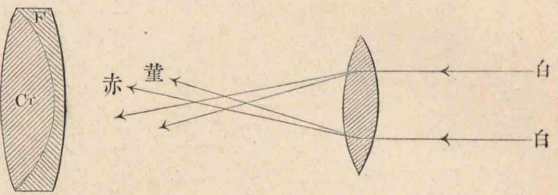


レンズの色収差の起る理

三四

餘色をなすといふ。また赤、綠、堇の三色を適當に混ざるときは、白色或は他の任意の色を作ることを得るが故に、この三色を原色といふ。或色の光が種々の色の光の混合して成れるものなるときは、その光を複光といひ、單一の色の光より成れるものなるときは、これを單光といふ。複光はプリズムのために分散すれど、單光は然らず。レンズの色収差。日光を凸レンズを透して屈折せしめ、その焦點内のこれに近き處に衝立を置きて光を受くるに、像の輪廓は赤色を帯び、衝立を焦點外のこれに近き處に置けば、像の輪廓は堇色を帯ぶるを見る。これ日光は屈折率を異にせる多くの光より成り、次の圖に示すが如く、この中の屈折率大なる堇色光は屈折率小なる赤色光よりもレンズ

色消レンズの構成



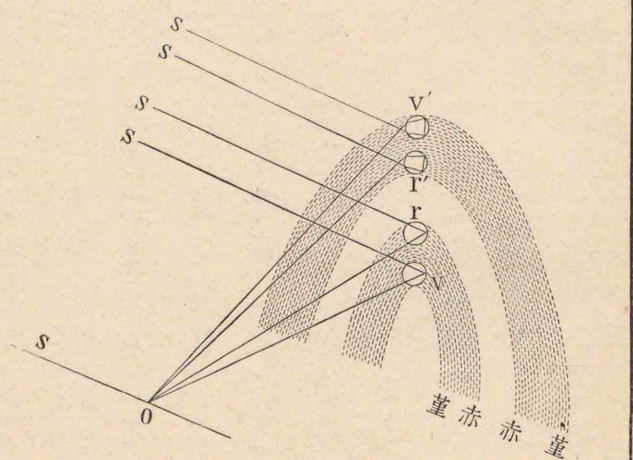
に近く焦点を結ぶによる。この現象を**レンズの色収差**といふ。レンズの色収差は物體の像を不鮮明ならしむるが故に、光學器械の精巧なるものは、これを避くるがために**皆色消レンズ**といふものを用ゐる。このレンズは圖に示すが如く、クラウン硝子の凸レンズCrにフリント硝子の凹レンズFを合はせたるものにして、凸レンズによりて分散して異なる點に焦点を結ばんとする光を、凹レンズを通過せしめてほゞ同一點に集らしむ。

三五

虹の見ゆる理

虹。虹は日光が空氣中に浮かべる無數の雨滴にあたりて生ずる現象なり。次の圖の如く、太陽より來る平行光線svが水滴vにあたるときは、屈折してその中に入り、内面にて

虹の弧狀をなす理



反射し、再び屈折して外に出で、吾人の眼oに達す。この場合に、水滴より出づる光線voが入射光線と一定の角をなすときは、再び平行光線となれど、この他の光線は發散して微弱となる。故に眼に對してこの方向ovにある水滴は強き平行光線を眼に送る。この角は色によりて多少異なり、赤色にては約四十二度にして、靑色にては約四十度なり。而してこの角は、太陽とを連ぬる直線soとの間の角に等しく、このsoと同じき角をなす方向にある雨滴は、皆強き同一の色の光を眼に

二重の虹の現るる理

送るが故に、各色は弧狀に排列せらる。時としては一つの虹の外部に他の虹の現ることあり。この虹の色の順序は前の虹の色の順序と反對にして、赤色は約五十一度、堇色は約五十四度の角半徑の處に現る。而して光の強さは前の虹よりも著しく弱し。この虹は、日光が水滴内にて二度反射して出づるがために生ず。

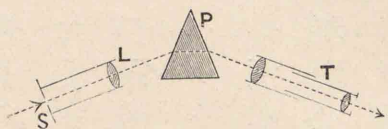
三六

分光器の構造

分光器の種類。スペクトルを検するには分光器を用ゐる。分光器は次の圖の如く望遠鏡T、プリズムP、及び一端に細隙Sを有し他端にレンズLを有する圓筒より成り、細隙より來る光をプリズムを透して屈折せしめ、その光を望遠鏡にて望む装置なり。分光器にて太陽スペクトルを検するに、その中に數多の黒線の排列するを見る。フラウンホーフェルはその中のおもなる

吸収スペクトルの説明

連続スペクトルの説明



ものにA B C D E F G H等の名を與へたり。これを**フラウンホーフェルの黒線**と名づけ、黒線を有するスペクトルを**吸収スペクトル**といふ。これ日光中にそれらの位置に相當する色の光を缺くがためなり。高温度に熱せられたる固體或は液體、例へば蠟燭ランプ等より發する光を検するに、太陽スペクトルと同様なるスペクトルを生ずれど、黒線を見ることなし。これを**連続スペクトル**といふ。これ高温度に熱せられたる固體及び液體の發する光が、あらゆる種類の光を有することを示す。また高温度に熱せられたる氣體或は金屬の蒸氣、例へば酸素窒素、水素カリウム、ナトリウム等の發する光を検するに、固體、液體の場合の如く**連続スペクトル**を生ずることなく、處々に輝線

輝線スペクトルの説明

スペクトル分析術の應用

發光體の状態とスペクトルとの關係

黒線の説明

の存在するを見るのみ。これを輝線スペクトルといふ。これ
氣體は單に一定の數箇の色の光を發することを示す。
氣體のスペクトルは一定の位置にその氣體に特有なる輝
線を有するが故に、一旦種々の元素の蒸氣に就きてスペク
トル上に於ける輝線の位置を定め置くときは、逆に或物質
中に存在する種々の元素を知ることを得。この方法をス
ペクトル分析術といふ。

また發光體が固體或は液體なるときは、連続スペクトルを
生じ、氣體なるときは、輝線スペクトルを生ずるが故に、逆に
スペクトルの種類によりて發光體の種類を判定すること
を得。例へば、太陽はほゞ連續スペクトルを生ずるが故に、そ
の表面は液體或は固體の状態にあるを知るべし。またす
べて氣體は高温度にて輻射し得べき光を低温度にて吸収

天體中にある物質の探究

太陽スペクトルの熱作用

三七

するものなり。太陽スペクトル中に黒線の存在するは、太陽
の周圍にある比較的低温度の種々の氣體が、その内部より
出づる特殊の光を吸収するによるなり。故に太陽スペク
トル中にある黒線の位置と種々の氣體の輝線の位置とを
比較すれば、太陽の周圍に如何なる氣體の存在するかを判
定することを得べし。例へば、太陽スペクトル中のD線はナ
トリウム蒸氣のスペクトルの輝線と一致するが故に、太陽
の周圍にナトリウム蒸氣の存在することを知るが如し。
この方法によりて學者は天體中にある物質を探究して、そ
の地球上にあるものと大差なきことを知れり。
輻射線。太陽のスペクトル中に鋭敏なる測溫器を置いて、
各部の熱の作用を驗するに、その作用、黄色部に最も強く、堇
色部の方には急に減少し、赤色部の方には徐に減少して、吾

太陽スペクトルの化學作用

人の眼に感ぜざる赤色以外にも、なほその著しきを見る。また硝酸銀を塗りたる紙片をスペクトルの中に置いて、各部の化學作用を驗するに、その作用堇色部に最も強く、赤色部に至るに隨ひて急に減少す。されど吾人の眼に感ぜざる堇色以外にても、なほその著しきを見る。これによりて太陽の光の中には、眼に感ずる赤乃至堇等の光線の外に、なほ眼に感ぜざる光線のあることを知る。その太陽スペクトル中にて赤色以外に屈折し來るものは、おもに熱の作用を現すが故に、これを熱線といひ、堇色以外に屈折し來るものは、おもに化學作用を現すが故に、これを化學線といひ、光線、熱線、化學線を總稱して輻射線といふ。一般に物體を熱するとき、初は熱線のみを發すれど、温度の高まるに隨ひて赤色の光を發し、遂には白色に變ずるを

溫體の發する熱線

見る。この場合にはまた化學線をも發するものなり。溫體より發する熱線を通常輻射熱といふ。輻射熱及び化學線は、勿論通常の光線と同じく直線に進み、また反射、屈折等の法則に従ふものなり。吾人が熱學にて學びたる熱の輻射は、おもにこの輻射熱の作用なり。

三六

物體の色。光が物體にあたるときは、その一部は物體の表面より反射せられ、他の一部は物體內に進入して、或は通過

し或は吸収せらる。白紙の白く見ゆるは、太陽より受くる各色を一樣に反射するにより、墨の黒く見ゆるは、各色を悉く吸収するによる。また木葉の緑に見ゆるは、おもに綠色を反射して、他の色を吸収するによる。一般に物體が各特殊の色を有するは、その受けたる光を一樣に反射せざるに由るなり。

物體が特殊の色を呈する理

透明體の色

朱の如きは、日光にて見るときは、赤色に見ゆれど、酒精燈にて熱したる食鹽の光にて見るときは、殆ど暗黒色に見ゆ。これこの光の中には朱が反射することを得る赤色のなきが故なり。かくの如く、同一の物體にても、これを照らす光の種類によりて、その色を異にするものあり。

また赤硝子を通り来る日光の赤く見ゆるは、そのおもに赤色の光線を通過せしめて、他を吸収するによる。一般に物體を透り来る日光を見るとき、各特殊の色を表すは、おもにその色の光線を通過せしめて、他を吸収するによるなり。

〔問一〕 夜目にては物の色合が晝間に見ると異なるは何故なるか。

〔問二〕 夏季の衣服には、黒色のものより白色のものを選り用る。この理を説明せよ。

三九

燐光及び螢光。 硫化カルシウム、硫化ストロンチウム、弗化

光波の媒質

四〇

カルシウム等の如き物體を日光にさらしたる後、暗室内にて見れば、淡き青色の光を發す。この現象を**燐光**といふ。石油を入れたる硝子罎に日光をあてて、これより反射する光を見れば、淡き青藍色を呈す。またフリュオレシンの溶液を試験管に入れ、これを日光にあててその反射光線を望めば、美麗なる綠色を呈す。これらの色は光線にあたる間のみ發するものにして、これを暗室内に移せば直に消失す。これを**螢光**といふ。

光波。 音は發音體の振動が空氣に傳り、これに縦波を生ずるによるものにして、その發音體の振動數の多少によりて音の高低を生ずること、前に説きたるが如し。光もまた宇宙間及び物質の内部に瀰漫する一種の媒質の波動によるものにして、この媒質を**エーテル**と名づく。即ち發光體の分

色の生ずることの説明

熱線化學線の見えざる理

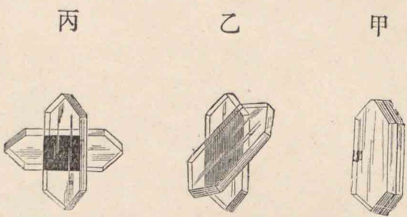
子の振動は、エーテルに傳り、これに横波を生じ、その波動は極めて大なる速度にて諸方に傳播す。各種の色はエーテル波の振動數の相異なるによりて生ずるものにして、赤色より堇色に至るに隨ひて、振動數は次第に増加す。耳が一定の範圍内の振動數の音のみを聞き得るが如く、眼もまた一定の範圍内の振動數を有する光のみを感ずることを得。これより小なる振動數の光、例へば熱線の如き、或はこれより大なる振動數の光、例へば化學線の如きは、感ずることを得ず。

四一

光波が横波なるべきことの實驗

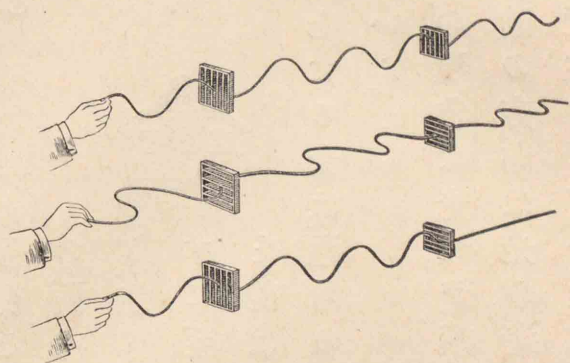
偏光。光波が音波の如き縦波にあらずして、横波なることを示すは、電氣石に關する實驗なり。電氣石をその主軸に平行に切りて二枚の板を造り、その一つを通過する光を見るに、肉眼にては通常の光と異なることなけれど、これを第

偏光の説明



二の板を透して望むに、圖甲の如く、第二の板の主軸の方向が第一の板の主軸の方向と一致するときは、第二の板のために光の強さに變化を生ぜざれど、圖乙の如く第二の板をその面内にて廻すときは、光の強さは次第に減じ、遂に圖丙の如く兩板の軸が互に直角をなすに至れば、光は殆ど第二の板を通過すること能はず。かくの如く一旦電氣石の板を通過したる光は、通常の光とその性質を異にす。この光を偏光といふ。

この現象は光波が横波なることを示す。即ち通常の光波の振動の方向は光の進行の路に直角なる面内にありて、絶えず變化すれど、一旦電氣石の板を通過したるものは、單にそ



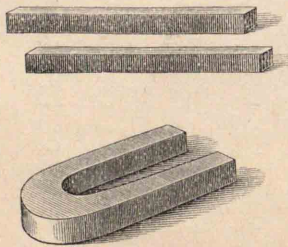
の主軸の方向に振動する光波となりて、偏光を生ず。故に二つの板の主軸の方向が互に平行なるときは、第一の板を通過する光は第二の板を通過することを得れど、第二の板の主軸の方向が第一の板の主軸の方向に直角なるときは、第一の板を通過する光は第二の板を通過することを得ず。その状はこゝに畫がける類例によりて明なり。

第六篇 磁氣學

第一章 磁石の作用

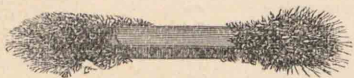
一 **磁石。** 磁鐵鑛といふ天然に産する一種の鑛物は、よく鐵片を引き付ける性を有し、この鑛物にて摩擦したる鋼鐵もまたこの性を受く。かくの

如く鐵片を引き付ける性を**磁氣**といひ、磁氣を有する物質を**磁石**と名づく。下圖に示すは棒磁石と蹄鐵磁石となり。



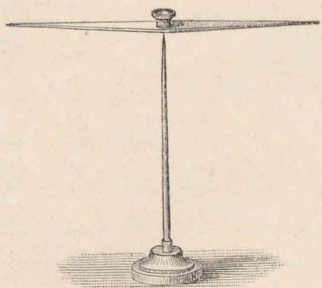
磁石を鐵粉中に埋めてこれを引き出せば、上圖の如く鐵粉は多くその兩端に集り、中央部に附著するもの極めて少きを見る。これによりて**磁石**が鐵

磁力の最も強き處



を引く力は、その兩端に近き部分に最も強きことを知るなり。この部分を磁石の極といひ、兩極を結ぶ直線を磁石の軸といふ。

磁針の向ふ方向



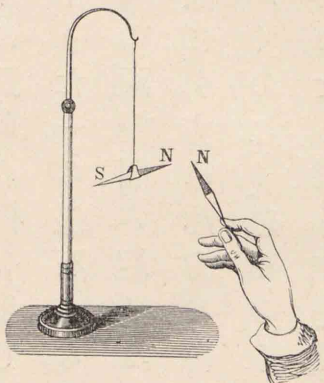
圖の如く、細長き磁石を中央にて支へ、水平の位置にありて自由に回轉することを得しめたるものを、磁針といふ。磁針はほゞ南北に向ふものにして、その北に向へる極を北極といひ、南に向へる極を南極といふ。通常北極を表すにNを用ゐ、南極を表すにSを用ゐる。

二

磁石の作用。甲乙二箇の磁針を取りて、次の圖の如く装置し、甲の北極を乙の南極に近づければ互に相引き、これを乙の北極に近づければ互に相斥く。また甲の南極を乙の南極

磁極の強さの測定

三



に近づければ互に相斥け、これを乙の北極に近づければ互に相引くを見る。これによりて、二つの磁石を近づくるときは、互に相作用するものにして、その同名の極は相斥け、異名の極は相引くことを知る。

磁極の強さ。磁石の極の強さを比較するには、その極が一定の距離にありて他の磁石に作用する力の大小による。例へば甲の磁石の北極Nが或距離にて丙の磁石の一極に作用する力と、乙の磁石の北極N'が同じ距離にて丙の磁石の同じ極に作用する力とが相等しきときは、N、N'の兩極の強さ相等しといひ、またN極の作用する力がN'極の作用する力のm倍なるときは、N極の強さはN'極の強さのm倍なる

クーロンの法則

四 磁極間の作用。クーロンは二つの磁極間の作用を研究して、次の法則を發見せり。

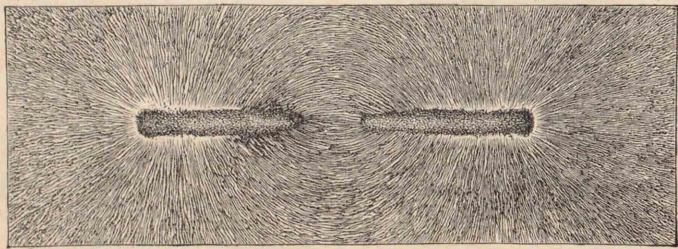
二つの磁極間の引力或は斥力は、兩極の強さの相乗積に正比例し、その間の距離の二乗に反比例す。

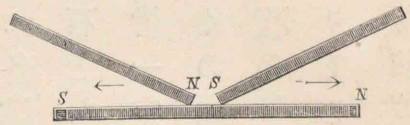
五 磁氣の感應。鐵片が磁石に引かるゝは、その磁石に近き一端に異名の極を生じ、遠き他端に同名の極を生じて、おのれもまた一の磁石となるによる。要するに、磁石と鐵片との異名の兩極間の距離は、同名の兩極間の距離よりも小なるが故に、引力は斥力に勝ちて、鐵片は磁石に吸引せらるゝなり。かくの如く、磁石の附近のその作用の及ぶ處所謂磁場に置かれたる鐵片が磁氣を帶ぶることを、磁氣の感應といふ。

蹄鐵磁石を蓄ふるには、兩極間に軟鐵の棒を渡す。これ磁石の極と軟鐵との相互の感應によりて磁氣の消失を防ぐことを得るが故なり。

六 指力線。磁石の上に硝子板を置き、その上に鐵粉を撒布して徐に板を敲けば、鐵粉は圖の如く整列して、無數の曲線を作るべし。これ各鐵粉が感應により磁氣を帶びて、小磁石となり、その兩極は磁石の作用を受けて皆一定の方向を指して靜止するによる。かくの如き曲線を指力線といふ。

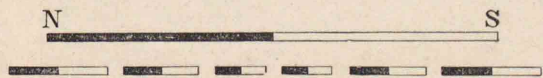
七 磁石の製法。磁石を鐵片に近づけ、感應によりてこれに磁氣を帶びしむるに、軟鐵は容易に磁氣を得れど、磁石を遠ざくれば、直にその大部分を





失ふ。鋼鐵は磁氣を得ること軟鐵の如く容易ならざれど、一旦これを得れば、磁石を遠ざけても失ふこと大ならず。されば磁石を作るに鋼鐵を用ゐる。鋼鐵棒を磁石にするには、上圖に示すが如く二つの等しき磁石を取り、その異名の極を向ひ合はせて、棒を中央より兩端へ數度摩擦すべし。

八 磁氣の配布。長き棒磁石を折りて數箇となすに、下圖の如くその各片は皆磁石の性を現し、原の磁石と同じき向に南北の兩極を生ず。次にその一片を取り、更にこれを折りて數箇となすに、その各片はまた同じく磁石となる。而してこの方法を繰返すこと幾度に及びても、その各斷片は決して磁



氣を失ふことなし。これによりて磁石の各分子は皆、一つの小磁石なるを知る。長き磁石の中央部に磁氣の現れざるは、磁氣を缺けるにあらずして、相接せる異名の極の作用が互に打消すによるなり。

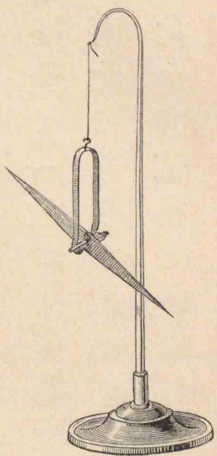
第二章 地球磁氣

地球は一大磁石なり

九

方位角及び伏角。地球上の各處に置かれたる磁針が、南北に向ふは、地球が一大磁石にして、その表面にある磁針に作用を及すによる。一般に磁針の指す方向は、地球の南北と全く一致するものにあらず、即ち地球磁石の南北は眞の南北にあらざるなり。磁針の南北と地球の南北との間の角を方位角といふ。

また次の圖の如く、磁針をその重心を貫ける水平の軸にて

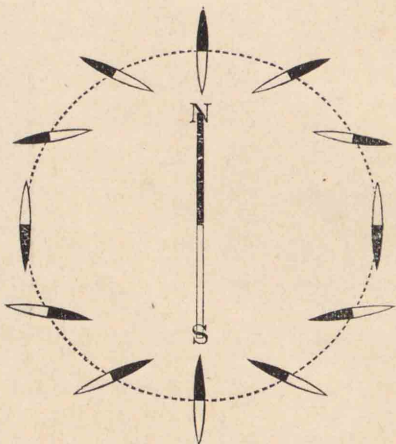


軽く支へて、自由に回轉するこ
とを得しむれば、磁針は水平の
位置に就かずして、その北極は、
北半球にては下方に傾き、南半
球にては上方に傾く。かくの如
く磁針の軸が水平面となす角を**伏角**といふ。通常の磁針
が常に水平の位置にあるは、少し重心をはづしてその支點
を設けたるによる。

伏角が地球の緯度に隨ひて變ずる模様は、次の類例に照ら
して明なり。即ち一の大磁石を水平に置き、これを徑の一
部とせる水平なる圓周の各點に小磁針を置くときは、各小
磁針の軸は次の圖に示すが如き方向を執るべし。但し實
際には、各小磁針は同時に地球磁氣の作用を受くるが故に、

わが國に於ける
方位角及び伏角

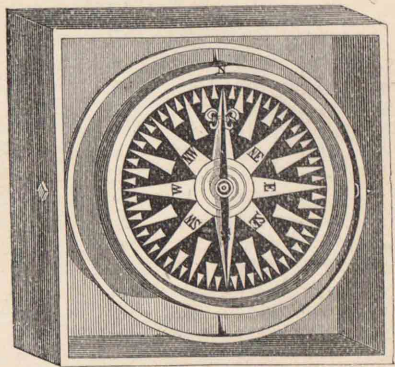
一〇



磁石が頗る強大ならざるとき
は、この圖の如き方向を執るこ
とを得ず。この實驗にて大磁
石を地球磁石とし、圓周を地球
の子午線と見做せば、圓周に對
する磁針の傾斜は伏角に當る
ものなり。

わが國の各地に於ける方位角
は、西に傾くこと四度乃至六度にして、伏角は下に傾くこと
四十度乃至六十度なり。

羅針盤。航海者の用ゐる**羅針盤**は、次の圖の如く方位を記
せる輕き圓盤に磁針を貼附したるものにして、通常、周邊を
三十二等分して、これに一々方位を配す。また磁針の圓盤を

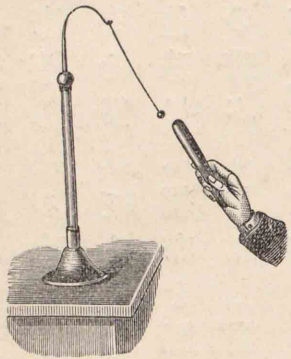


容る、圓筒には、船の動搖に關らず常に水平の位置を保たしむべき装置を附す。圓筒の船の正面に當る處に指標を附し、指標の示せる圓盤上の方位より直に船の進行する方向を知るなり。

第七篇 電氣學

第一章 電氣の作用

帶電狀態の試験



一 帶電體。乾きたる絹布にて硝子棒を摩擦すれば、硝子棒も絹布もよく輕き物體を引く。かくの如き性を有する物體を電氣を帶ぶる物體或は單に帶電體といふ。物體の帶電の狀態を驗するには、圖の如く木髓の小球を絹絲にて吊るしたるものを用ゐるを便なりとす。これを電氣振子といふ。帶電體を電氣振子の球に近づければ、小球はこれに引き付けらる。されば一旦これに觸接したる後は、忽ち斥けらる。

二 電氣の二種。二つの電氣振子を並べて、その各球に絹布にて摩擦したる硝子棒を觸るれば、兩球は相斥く。これにその絹布を觸れても、また同じ。されどその一球には硝子棒を觸れ、他球には絹布を觸るれば、兩球は相引く。これによりて、硝子の帶ぶる電氣と絹布の帶ぶる電氣とは相同じからざるを知る。通常、硝子の帶ぶる電氣を陽電氣或は正電氣といひ、絹布の帶ぶる電氣を陰電氣或は負電氣といふ。陽電氣を表すに+を、陰電氣を表すに-を用ゐる。

また硝子の代に封蠟を用ゐ、絹布の代に毛布を用ゐて試験しても、同様の結果を生ず。實驗に徴するに、いかなる二物體の相摩擦して生ずる電氣も、この二種の外に出づることなく、一方に陽電氣を生ずるときは、必ず他方に陰電氣を生ずるものなり。

兩種の電氣の相互の作用

陰陽兩電氣の中和

さて以上の事實によりて、同名の電氣は相斥け、異名の電氣は相引くことを知る。

また陽電氣を帶びたる物體に陰電氣を帶びたる物體を觸るれば、一部は中和して、その作用衰ふ。この場合に陰陽の兩電氣の量相等しければ、兩種の電氣は全く中和して、兩物體は共に帶電の状態を存することなし。

〔問〕 帶電したる硝子棒を電氣振子の球に近づくるに、球は一旦引き寄せられて、後には斥けらるゝこと前に言へり。この理を説明せよ。

電氣量の比較

三

電氣量。甲乙二箇の帶電體の有する電氣量を比較するに、甲が一定の距離にて他の帶電體丙に作用する力と、乙が同じ距離にて丙に作用する力と相等しきときは、甲乙の有する電氣量は互に相等しといひ、甲の力が乙の力の m 倍なるときは、甲の電氣量は乙の電氣量の m 倍なりといふ。これに

電氣量の單位

よりて或電氣量を單位とするときは、これに比して他の電氣量を測ることを得るなり。通常用ゐる電氣量の單位をクローロンといふ。

四

帶電體間の作用。クローロンの研究によれば、二箇の帶電體

の間の作用は、次の法則に従ふものなり。

二つの帶電體の間に作用する力は、その電氣量の相乗積に正比例し、距離の二乗に反比例す。

クローロンの法則

五

導體及び不導體。絹布にて摩擦したる硝子棒は、その摩擦

したる部分のみ電氣を帶ぶれど、硝子の柄を有する金屬棒は、これを帶電體に觸るゝとき、そのいづれの部分も皆電氣を帶ぶるを見る。これによりて金屬は電氣を導き、硝子は電氣を導かざることを知る。一般に電氣を導く物體を導體といひ、電氣を導かざる物體を不導體または絶縁體といふ。

電氣の導體及び不導體の例

導體に帶電せしむること

金屬、人體、酸類の溶液等は導體にして、硝子、封蠟、絹、毛布、空氣等は不導體なり。また水分はよく電氣を導くが故に、不導體も濕氣を帶ぶるときは、導體となるべし。

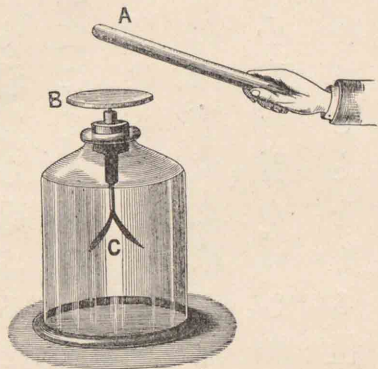
猫皮にて人體を摩擦するに、少しも帶電の状態を認むること能はざれど、人を硝子の脚を具ふる臺上に立たしめてこれを摩擦すれば、人體は帶電の状態を呈して、よく電氣振子の小球を引く。されば導體も摩擦によりて帶電せしむるを得ることを知る。但しその電氣は不導體にて絶縁し、その地球に逃逸することを防ぐを要す。

(問一) 電氣振子の木髓球を吊るすに絹絲を用ゐるは何故なるか。またこの絹絲を濕すときは、いかなる結果を生すべきか。

(問二) 電氣の實驗をなすに、夏季よりは冬季をよしとし、且室内に火鉢等を置くは、何故なるか。

六 金箔驗電器

帶電體が有する電氣量の多少を驗するには、**金箔驗電器**を用ゐるを便なりとす。この器は圖の如く、硝子罎の口にコルクを嵌め、上端に金屬板Bを有する金屬棒をこれに挿し、その下端に二枚の金箔Cを吊るしたるものなり。今帶電體Aをこの器の金屬板に觸るゝときは、電氣は二枚の金箔に傳り、その各片は同種の電氣を帶ぶることとなりて、相斥けて左右へ開くべし。かくの如く兩片の開く角度の大小によりて、電氣量の多少を知るなり。

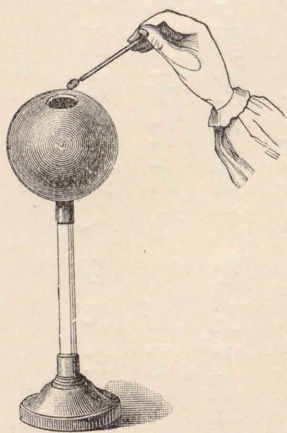


七 **電氣の配布**。圖の如く小孔を有する中空の絶縁したる導體に電氣を與へ、**驗し板**と稱する硝子の柄を附したる小金

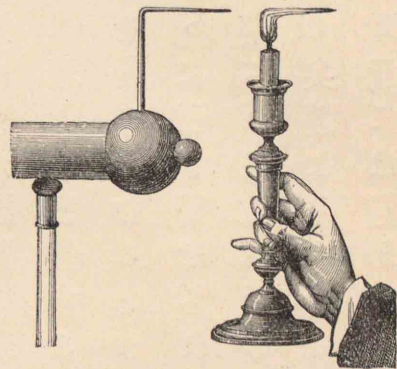
導體に於ける電氣の所在

電氣の密集點

屬板をその内部に觸れ、これを取り出して**金箔驗電器**の金屬板に接するに、金箔は少しも開くことなし。これ電氣は導體の表面にのみ廣がりて、その内部には存在せざることを示す。



電氣は、また導體の表面上、扁平なる部分よりは彎曲せる部分に著しく密集するものなり。今尖端を有する物體に電氣を帶びしむるときは、電氣は尖端に密集し、空氣中の塵埃こゝに引き寄せられて、これに觸れて電氣を帶び、一旦電氣を帶ぶれば忽ち斥けらる。かくの如くにして、導體の電氣はその尖端より次第に奪ひ去らるゝなり。さればこの尖端の附近には絶えず空氣の對流を生ずるが故に、次の圖の如



く燭火をこゝに置けば、その焰は恰も吹管にて吹きつけらるゝが如くなるべし。

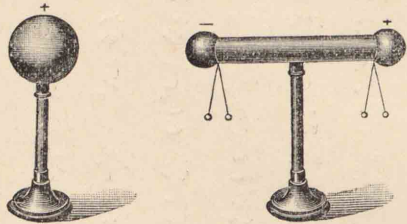
〔問一〕 危険なる電氣作業に従事するものは、銅網にて作れる衣服にて全身を包むをよしとす。その理如何。

〔問二〕 電氣器械の諸部の端を球形にするは何故なるか。

第二章 電氣の感應

八 電氣の感應。 次の圖の如く硝子の柄にて支へられたる金屬棒を帶電體に近づけおきて、電氣振子にてその帶電の模様を驗するに、帶電體に近き部分に異名の電氣を生じ、遠き部分に同名の電氣を生ずるを見る。これによりて觀れば、

輕き物體が帶電體に引き寄せらるゝ理



電氣にも磁氣の如く**感應作用**ありて、導體を帶電體に近づけるときは、また自ら帶電するに至るものなり。而してかくの如く感應によりて生じたる電氣は、帶電體を遠ざくるとき全く中和するが故に、その量の相等しきことを知る。

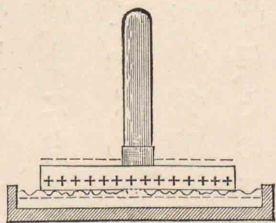
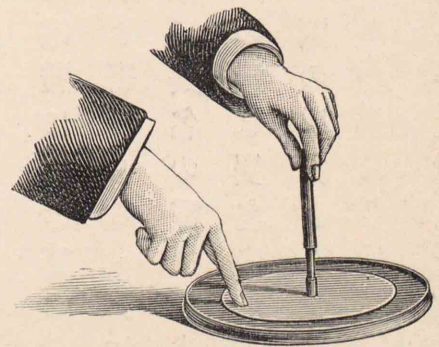
されば輕き小物體が帶電體に引き寄せらるゝは、鐵片が磁石に引き寄せらるゝが如く、感應によりて、その帶電體に近き部分に異名の電氣を生じ、遠き部分に同名の電氣を生じて、距離の近き異名の電氣の間の引力は、距離の遠き同名の電氣の間の斥力より大なるによる。

〔問〕 金箔驗電器の上部の板に帶電體を近づくるのみにて、金箔の開くを

見るは、何故なるか。またこの場合の金箱の電氣は、上部の板に帶電體を觸れたる場合と同じきか。

九

電氣盆。電氣盆は感應を利用したる簡單なる起電機にして、封蠟或はエボナイトの板にて盆を作り、その上に硝子の柄を有する金屬板を載せたるものなり。今この盆を猫皮にて劇しく打ちて、これに陰電氣を帶びしめ、さて金屬板をこれに載するときは、金屬板と盆とは實際若干の點にて相接觸するが故に、感應によりて金屬板の下面に陽電氣を生じ、その上面に陰電氣を



電氣盆の説明

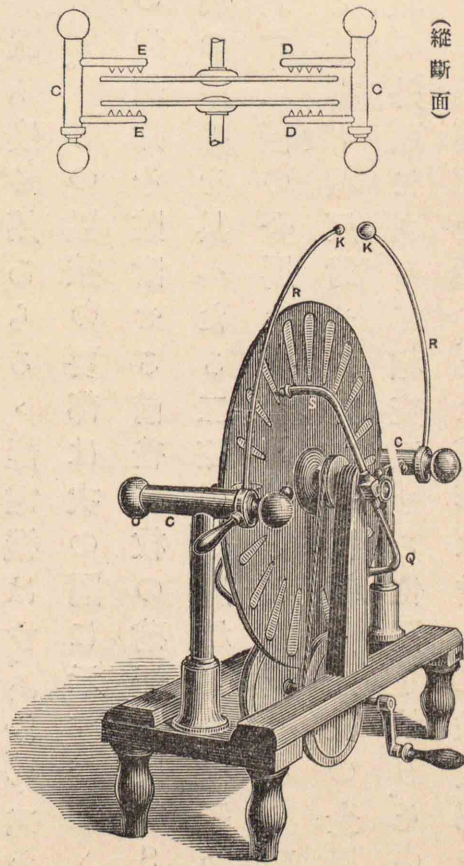
感應電起機の構造

一〇

生ずること、圖に示すが如くなるべし。この時、指頭を金屬板の上面に觸るれば、陰電氣は人體を経て地球に逃る。故に指を離したる後、金屬板を盆より離せば、金屬板は陽電氣を帶ぶべし。而して盆はなほその陰電氣を失はざるが故に、かくの如くにして幾度も金屬板に電氣を與ふることを得。
感應起電機。最も廣く用ゐらるゝ起電機はウ、ム、シルスト感應起電機なり。この機械の要部は次の圖に示すが如く、外面に多くの錫箔片を貼附せる前後二枚の硝子の圓板Sと、兩端に金屬の刷毛を具へたる二條の金屬棒Qと、硝子板を挟みたる左右二箇の金屬の楕形DEとより成り、その硝子板は前板と後板と相反對せる方向へ回轉し、二條の金屬棒は各、硝子板の外面にありて、相交叉せる位置を執り、その刷毛はいづれも錫箔面を壓す。また楕形は處々に球狀部を

感應起電機の説明

有する絶縁せられたる導體Cに連なる。
 今この起電機を回轉せしむるとき、後板の錫箔面に少量の陰電氣ありとすれば、前板のこれに對する刷毛は、感應によりて陽電氣を帶び、その金屬棒の他端にある刷毛は陰電氣を帶ぶ。この兩種の電氣は、前板の回轉に伴ひて續々これに觸るゝ錫箔片に傳へられ、これらの錫箔片が楕形を通過する際に、また感應によりてDには陰電氣を、E



には陽電氣を起して、自らこれと中和し、その結果、一方の導體には陽電氣を、他方の導體には陰電氣を集む。同時に、後板の刷毛はまた前板の錫箔の感應によりて帶電し、その電氣を後板の錫箔に傳ふ。これらの電氣はすべて前板に於けるものとは異種なれど、後板は反對の方へ回轉するが故に、導體には前板と同名なる電氣を送ることとなる。實際には空氣は多少電氣を帶ぶるが故に、錫箔にも初は少量の電氣あるべく、これによりて、起電機を回轉せしめて多量の電氣を導體に集むることを得るなり。

二
ライデン罎。 多量の電氣を蓄ふるには、**ライデン罎**を用ゐる。この器は、圖の如く硝子罎の内外の兩面共にその頸に近き邊まで錫箔を貼附し、木製の栓に金屬

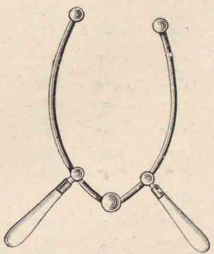


ライデン蠶の説

棒を貫き、棒の上端を球状にし、下端を鎖にて内面の錫箔に連絡せるものなり。今蠶の外面なる錫箔を地に通ぜしめ、起電機より金屬棒に電氣を送るときは、電氣は内面の錫箔に集る。この電氣は感應によりて外面の錫箔に異名の電氣を生ずるが故に、蠶の内外の電氣は相引き寄せて逃るゝことなく、多量にこゝに蓄積せらるゝなり。

三

放電。圖の如く、兩端が球状をなせる曲りたる金屬棒に硝子の柄を附けたるものを放電叉といふ。放電叉の一端を

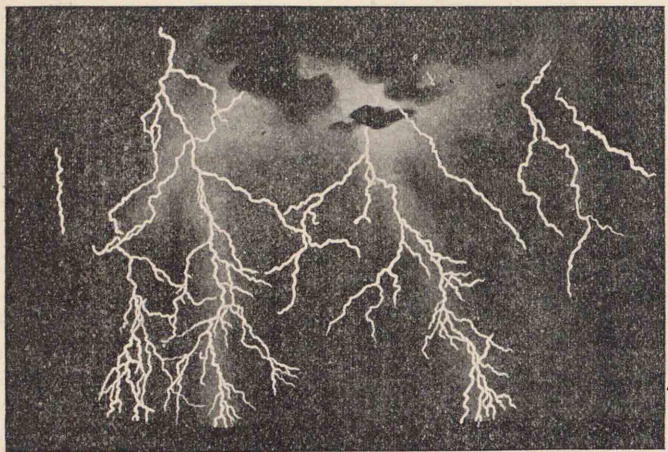


先ライデン蠶の外面の錫箔に觸れ、他端をその球状部に近づければ、一種の音響と共に兩球間に火花の發するを見る。これ蠶の内外にありし陰陽の電氣が中和するによる。この現象を放電といふ。

三

電光及び雷鳴を發する理

大氣中の電氣。觀測の結果によると、晴天のときは、大氣の上層は一般に陽電氣を帶ぶれど、雨天のときは陰陽定まら



落雷の理

ず。多量の異名の電氣を帶びたる雲と雲とが相近づくときは、その電氣は中間の空氣を通じて放電し、こゝに電光を發す。圖に示すはその例なり。これと同時に、空氣は非常に急劇に擾亂せられて、所謂雷鳴を生ず。

また電氣を帶びたる雲が地面に近づき、感應によりてこれに異名の電氣を生じ、その間に放電の起るときは、所謂落雷の現象を生じ、

雷鳴時の心得

屢家屋樹木等を破壊し、人畜を殺傷することあり。樹木は殊に高く立てるにより、感應によりて生じたる電氣はこれに密集し、かくて雲の電氣と放電し易き状態にあるが故に、落雷の災に遭ふこと屢なり。されば雷鳴の際に樹木の傍に居るは危険なりとす。また家屋に落雷するときは、電氣は比較的良導體なる屋根、柱等を経て中和するが故に、室の中央に靜坐するは災を免るゝに幾し。

一四

避雷針の用

避雷針。避雷針は、上端の尖りたる金屬棒を屋上に立て、これを數條の導線によりて地中に埋めたる金屬板に連絡したるものにして、通常、棒の尖端を鍍金して銹を生ずるを防ぐ。避雷針の用は、落雷の際に雲の電氣をこゝに導き、導線を経て地面の電氣と中和せしめ、これによりて家屋に害を及すことを防ぐにあり。されど劇烈なる落雷に遭ひては、避

完全なる落雷の豫防法

雷針も往々その功を奏せざることあり。落雷を防ぐ完全なる方法は、家屋の大部分を粗く太き銅網にて蔽ひ、これをよく地と連絡するにあり。

第三章 電位及び電流

一五

電位。水は水位の高きより低きに向ひて流れんとし、熱は温度の高きより低きに向ひて流れんとす。これと同じく、陽電氣を帶ぶる導體と陰電氣を帶ぶる導體とを相近づくれば、陽電氣は陰電氣の方に流れんとし、陰電氣はまた陽電氣の方に流れんとす。さればこの二つの導體を導線にて繋ぐときは、陽電氣は導線を経て陰電氣の方へ流れ、陰電氣はこれと反對なる方向に流る。この場合に、陽電氣を帶ぶる導體は、陰電氣を帶ぶる導體よりも電位高しといふ。通常、地

球の電位を零とし、これに對して導體の電位の高低を言ひ表す。

電位の單位
帶電せる導體を導線にて金箔驗電器に繋ぐときは、電氣の一部は導體より金箔に向ひて流る。導體の電位が高ければ、高きほど、多量の電氣は金箔に移るが故に、金箔の開きは、導體の電位の高低による。隨ひて金箔の開きの大小によりて、導體の電位の高低を比較することを得。通常用ゐる電位の單位を**ボルト**といふ。

電流の強さの單位
一六 **電流**。電位の異なる二つの導體を繋ぐときに生ずる電氣の流を**電流**といひ、陽電氣の流るゝ方向を**電流の方向**とす。電流の強弱を測る單位を**アンペア**といふ。また電流の流るゝは電位の差あるによるが故に、この差を**動電力**といふ。

一七 **オームの法則**。水位の異なる二つの器を種々の太さの管

導線と電流の強弱との關係

にて連ぬるに、同一時間内その中を流るゝ水量に多少ありて、管の太くして短きほど、水量多し。同様に二つの導體の電位の差を一定に保ち、これを種々の導線にて繋ぐに、その中を流るゝ電流に強弱あり。同質の導線にては、導線の太くして短きほど、電流強し。また同じ太さ、同じ長さの導線を用ゐても、銅線を用ゐるときの電流は、鐵線を用ゐるときの電流よりも著しく強し。これ、これらの導線が電流のその中を流るゝを妨ぐる度合に差違あるによる。これらの場合に、導線は異なる**抵抗**を有すといふ。實驗によるに、同じ導線を流るゝ電流の強さは、導線の兩端に於ける電位の差即ち動電力に比例す。これを**オームの法則**といふ。導線の抵抗は、導線の兩端の電位の差を導線を流るゝ電流の強さにて除したる商にて測る。導線の兩端の

導線の抵抗の測定

抵抗の單位

動電力一ボルトにして、電流の強さ一アンペアなるときは、その導線の抵抗を一オームといふ。今導線の兩端の動電力をEボルトとし、電流の強さをCアンペアとし、導線の抵抗をRオームとするときは、次の關係を得。

$$E = RC$$

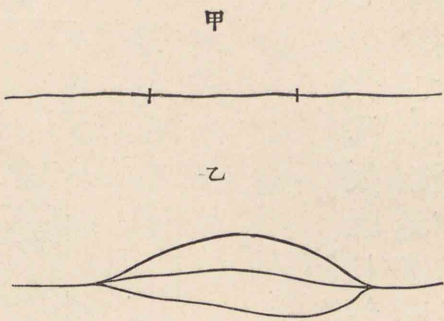
實驗によるに、同一物質の導線にては、その抵抗は長さに正比例し、切口の面積に反比例す。また温度の昇るに隨ひて抵抗を増すもの多し。零度にて長さ一米、切口の面積一平方耗の諸種の導線が有する抵抗は、下の表の如し。

抵抗の表

銀	0.015 ^{オーム}
銅	0.016
金	0.020
白金	0.090
白鐵	0.097
洋銀	0.250

一八 連結せる導線の全抵抗。 數條の導線を連結するに、次の圖甲の如くするを行並びといひ、乙の如くするを列並びとい

導線の連結法とその全抵抗との關係

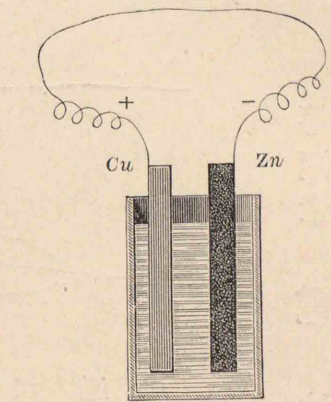


ふ。行並びにては、全抵抗は各導線の抵抗の和に等しく、列並びにては、太き導線を用ゐたると同様なるが故に、その全抵抗は各導線の抵抗よりも小なり。今同質、同形のn條の導線を行並びに連結するときは、その全抵抗は各導線の抵抗のn倍となり、これを列並びに連結するときは、全抵抗は各導線の抵抗の1/nとなる。

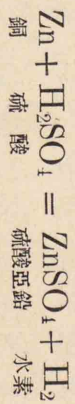
第四章 電池

一九

ボルタ電池。 次の圖の如く、硝子器に稀硫酸を盛り、その中に銅板Cuと亜鉛板Znとを對立せしめたるものを、ボルタ電



池といふ。その銅板及び亜鉛板を電池の極といひ、銅は陽電氣を、亜鉛は陰電氣を帶ぶるが故に、銅板を陽極、亜鉛板を陰極といふ。今導線にてこの兩極を連結するときは、電流は陽極より導線を経て陰極に向ひて流れ、同時に硫酸と亜鉛との間に化學作用起りて、銅板の面より水素の泡沫發生す。即ち

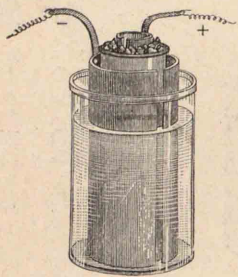


この化學反應に伴なひて、銅板は陽電氣を、亜鉛板は陰電氣を得て、電流は絶えず導線を流るべし。電池の兩極を連結せざるときは、兩極の電位の差を、電池の

動電力といふ。電池の動電力は極の金屬と液の品質とによつて、異なるものにして、極の形狀及び液の多少によることなし。ボルタ電池の動電力は約一ボルトなり。

電池の分極。ボルタ電池にては、銅板に水素の泡沫附着して、抵抗を増すのみならず、多少電池の動電力を減殺す。これを電池の分極といふ。次々に擧ぐる諸電池は、いづれも多少電池の分極を防ぎたるものなり。

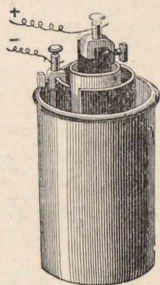
二 ダニエル電池。ダニエル電池は、圖の如く、硫酸銅の溶液を一器に盛り、その中に圓筒狀の銅板を立て、稀硫酸を入れたる素燒の筒をまたその中に立て、水銀を塗りたる亜鉛棒を更にこの稀硫酸中に漬けたるものなり。この電池にては、銅板は陽極



三

亞鉛棒は陰極にして、動電力は一〇八ボルトなり。

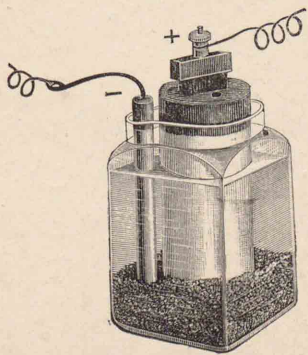
ブンゼン電池。ブンゼン電池は、圖の如く稀硫酸を入れたる器の中に筒状の亞鉛板を立て、強硝酸を入れたる素焼の筒をその中に置き、更にこの強硝酸中に炭素棒を漬けたるものなり。この電池にては、炭素棒は陽極、亞鉛板は陰極にして、動電力は一・九ボルトなり。



三

ルクランシエ電池。ブンゼン電池の稀

硫酸の代には鹽化アンモニウムの濃溶液を用ゐ、その強硝酸の代には炭の粉と二酸化マンガンの混合物を用ゐたるものをルクランシエ電池といふ。その形は、圖に示すが如し。この電池



二

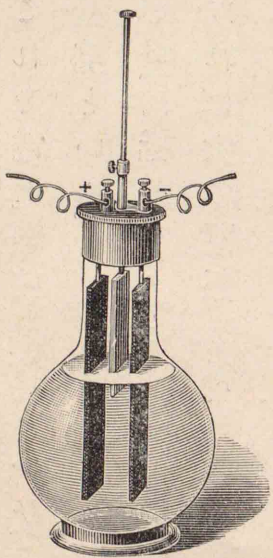
にては、炭素棒は陽極、亞鉛棒は陰極にして、動電力は一・五ボルトなり。

乾電池。乾電池は、ルクランシエ電池の鹽化アンモニウムの液を木髓の如き多孔質のものに浸したるものにして、運搬に便なり。

二

重クロム酸電池。この電池は、圖の如く重クロム酸加里を

強硫酸に溶し、水を加へて薄くし、これに亞鉛板と炭素板とを漬けたるものにして、炭素板は陽極、亞鉛板は陰極なり。この電池の動電力は二ボルト以上なり。



二

電池の抵抗及び連結法。電池の兩極を導線にて連結する

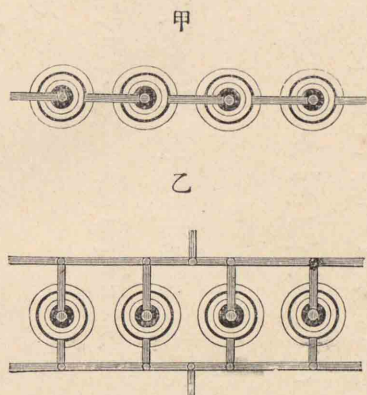
電池の電流の強さ

ときは、電流は導線内にては陽極より陰極に向ひて流れ、電池内にては陰極より陽極に向ひて流る。電流が電池を流るゝには、多少の抵抗を受く。これを電池の**内抵抗**といひ、これに對して、導線の抵抗を**外抵抗**といふ。

今電池の動電力をE、外抵抗をR、内抵抗をrとし、兩極の間を流るゝ電流の強さをCとすれば、次の關係を得。

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

n箇の同種の電池を上圖甲の如く行並びに繋ぐときは、その全動電力は各電池の動電力のn倍に等しけれども、その全内抵抗も各電池の内抵抗のn倍に等し。またn箇の同種の電池を同圖乙の如く列並びに繋



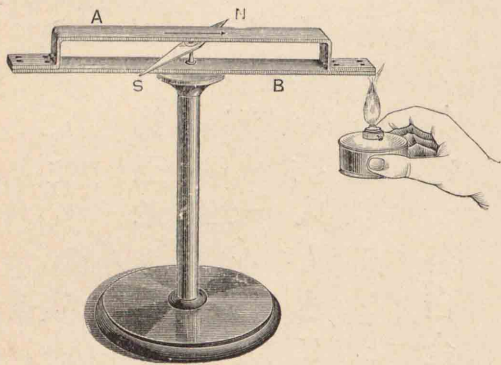
ぐときは、その全動電力は各電池の動電力と異ならざれど、その全内抵抗は各電池の内抵抗の1/nに等し。

二七

熱電流。 圖の如く、二種の金屬例へば蒼鉛Bとアンチモン

Aとを二箇處にて繼ぎあはせて、電流の通ずべき道を作り、

その繼目の一つを熱すれば、他の繼目との間に温度の差生じて、電流は兩金屬の一つより他に向ひて流る。この電流を**熱電流**といふ。熱電流の強さは金屬の種類によりて異なり、また繼目の温度の差の小なる間は、その差に比例す。これによりて豫め電流の強さと二つの繼目の温度の差との關係を測定しおけば、電



熱電流の強さ

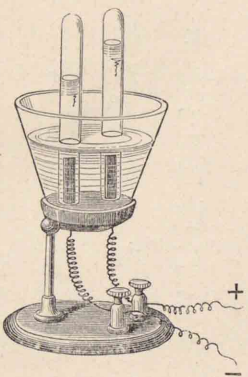
流の強さより二つの繼目の間の温度の差を知ることを得べし。故にこの事實を温度の測定に利用することあり。

第五章 電流の化學作用

二六

電氣分解

水を盛りたる水槽の底に、白金片に終れる二本の導線を挿入し、水に少量の硫酸を加へ、さて兩導線を電池の兩極に連結するときは、水を経て電流の通ずると共に、微細なる氣泡が各白金片の面より上昇するを見る。今水を



充たせる兩硝子管を倒にして各白金片の上に立て、氣泡を集めて試験するに、陽極に集るものは酸素にして、陰極に集るものは水素なり。而してその水素の體積は正に酸素の體

積に二倍するを見る。これ水が電流によりて分解せられたるなり。

すべて電流によりて分解するものを**電解物**といふ。一般に酸類及び鹽類の溶液は電解物なり。また電流によりて分解せられて生ずるものを**イオン**といひ、その陽極に集るものを**陰イオン**、陰極に集るものを**陽イオン**といふ。前の例にては、酸素は陰イオンにして、水素は陽イオンなり。

二五

ファデーの法則

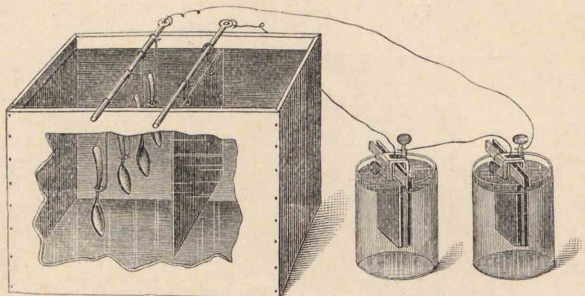
或電解物に電流を通ずるに、強き電流を少時間通じても、弱き電流を長時間通じても、電流の強さと電流の通ずる時間との相乗積即ち電氣の總量相等しきときは、これによりて分解せらるゝイオンの量は相等し。また同じ電流が種々の電解物を流れて、水素、酸素、鹽素等を分解するときは、水素一瓦の生ずる間に、酸素は八瓦、鹽素は三

十五瓦半を生ず。一般に
 (一) 電流によりて分解せらるゝイオンの量は、電解物を通過する電氣の總量に比例し、
 (二) 同一の電氣量によりて分解せらるゝイオンの量は、イオンの化學當量に比例す。
 これを**ファデーの法則**といふ。

三〇 **電鍍術。** 電氣分解を應用して、金、銀、銅、ニッケル等にて他の金屬の表面を被ふことを得べし。これを**電鍍**といふ。その法は、例へば時計側に金を鍍せんとするには、鹽化金とシアン化カリウムとの混合溶液を器に入れ、金塊を電池の陽極に繋ぎ、時計側の面を清潔にしてこれを陰極に繋ぎ、共にかの溶液中に漬けて、電流を通ずるなり。然るときは、鹽化金は電流のために分解して、金は陰極の時計側に附著す。これと

金鍍法

銀銅ニッケル等を鍍する法



同時に、陽極の金は溶解して、溶液中の金の消耗を補ふ。
 同様に、銀を鍍するにはシアン化銀とシアン化カリウムとの混合溶液を用ゐ、銅を鍍するには硫酸銅の溶液を用ゐ、ニッケルを鍍するには硫酸ニッケルの溶液を用ゐ、いづれも、その陽極には鍍せんとする金屬を繋ぎ、その陰極には鍍せらるべき金屬を繋ぐものとす。
 上圖は電鍍装置の一例を示す。

三一 **電鑄術。** 電鑄術は木版或は金屬の彫刻の型を取る方法にして、原版を蠟或は石膏に押し込みて反對の型を造り、これに石墨の粉末を塗りて導體とし、これを電池の陰極に繋ぎ、

蓄電池の構造

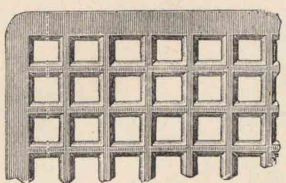
三

また銅を陽極に繋ぎ、硫酸銅の溶液に浸して、電流を通じ、型の面が十分なる厚さの銅にて被はれたる後、これを型より離せば、原版と同一なる銅の型を得るなり。

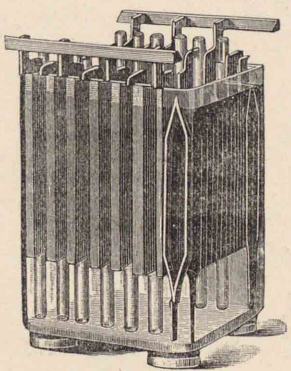
蓄電池。蓄電池は電池の分極作用を利用したるものにして、その構造は圖甲に示すが如く、格子状をなせる多くの小孔を有せる二枚の鉛板に、一酸化鉛を稀硫酸にて煉りたるものを詰め、これを稀硫酸を入れたる器の中に對立せしめ

蓄電池の蓄電

甲



乙



たるものなり。今鉛板を兩極として、強き電流を通ずれば、電氣分解によりて生ずる酸素は、陽極の一酸化鉛を酸化して二酸化

蓄電池の用途

鉛となし、水素は陰極の一酸化鉛を還元して鉛となす。さて十分に電流を通じたる後これを斷てば、兩鉛板間に二ボルト以上の動電力を生じ、二酸化鉛の附著する鉛板は陽極となり、他の鉛板は陰極となる。これを電池の蓄電といふ。この蓄電池の動電力は、使用するに隨ひて次第に減ずるが故に、時々これに強き電流を送りて、蓄電するを要す。實際の蓄電池にては、圖乙に示すが如く、上記の鉛板の數對を一つづつ、隔てて連結し、二組として稀硫酸中に立つ。この電池は強き電流を生ずるが故に、電車、自動車、その他、電流を要する事業に廣く用ゐらる。

第六章 電流の熱作用

三

ジュールの法則。電流が導體中を流るゝときは、その各部は

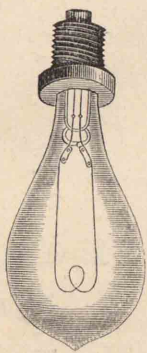
多少熱せらるゝを見る。これ電流が導線の抵抗を受けつゝ、流るゝによる。ジュールの研究によれば、電流の強さ、導線の抵抗、發生したる熱量間には、次の關係あり。

導線の一部分に單位時間に生ずる熱量は、電流の二乗と、その部分の抵抗との相乗積に比例す。

これをジュールの法則といふ。

三三

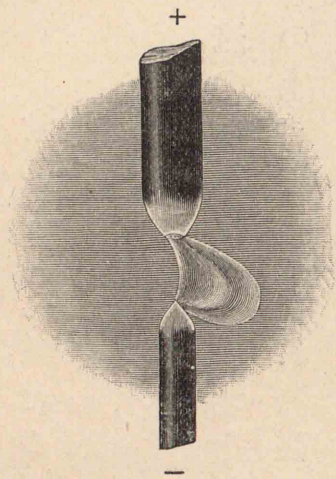
白熱燈 甚だ細き導線に強き電流を通ずれば、線の各部は烈しく熱せられて、光を發するに至る。白熱燈はこの性質を利用し、圖の如く、空氣を排除したる硝子球の内に炭素線を封入したるものにして、これに電流を通ずれば、細線は烈しく熱せられて、遂に白光を放つ。されど球内は眞空なるが故に、細線は燃ゆること



三五

なく、電流を絶つと共に燈は消滅し、同じ線は長く用ゐることを得べし。近來、炭素線の代にオスミウム、タンダステン、タンタラム等の金屬線及びオスミン、オスラム等の合金線を用ゐる白熱燈次第に廣く行はるゝに至れり。

弧燈 圖の如く、二條の炭素棒の尖端を上下相對して軽く接觸せしめ、これに強き電流を通ずれば、その接觸部は烈しく熱せられて、眩き光を發するに至る。この時、棒の兩端を少し引き離せば、白色の火花は弧狀をなしてその間を飛ぶ。これを**弧燈**といふ。實際には、これらの動作は調整器と稱する装置によりて自動的に行はる。また



炭素棒の兩端は次第に消耗すれど、兩端の距離は、調整器によりて常に適當に保たる。

第七章 電流の磁氣作用

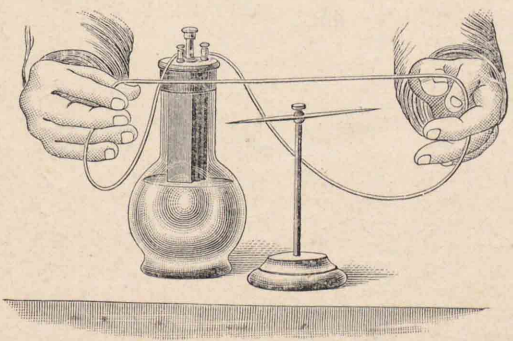
三六

電流の磁氣作用。南北を指せる磁

針の上に導線を平行に張りて、電流を北より南へ送れば、磁針の北極は東に傾き、これに反して電流を南より北へ送れば、その北極は西に傾く。次に導線を磁針の下にこれと平行に置くときは、磁針の傾く方向は前の場合に反す。

電流の方向と磁

一般に、電流の方向と磁針の傾く方



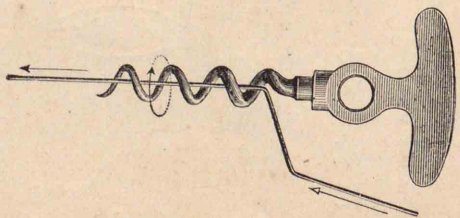
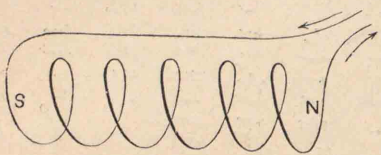
針の傾く方向との關係

向とは右まはりの關係を有す。即ち例へば下の圖の如く電流の方向へネヂをねぢこむとすれば、磁針の北極はネヂの回轉する方向に傾くものなり。而して磁針の傾く角度は、電流の強さほど大なり。

三七

コイル。絹絲を巻きて絶縁したる導線を

螺旋狀に巻きたるものを、コイルといふ。コイルに電流を通じてこれに磁針を近づければ、磁針は忽ち引かるゝか或は斥けらる。またこれを水平に吊るし、棒磁石または電流を通じたる他のコイルを近づければ、吊るしたるコイルはこれに引かるゝか或は斥けらる。これにより

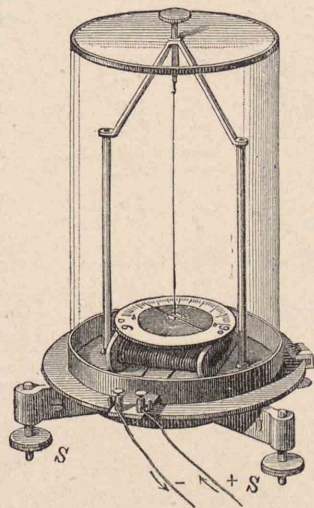


電流を通じたる
コイルの作用

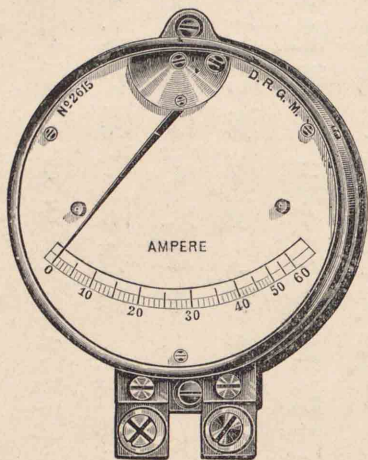
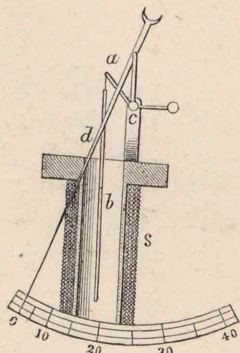
て、電流を通じたるコイルは磁石と同じき作用をなすことを知る。

三八

電流計。 電流のために磁針が傾く角度の大小によりて、電流の強弱を測ることを得。こゝに示すは電流計の一種にして、水平なる扁平のコイルの上に度盛したる圓盤を固定し、細き絹絲にて垂直の短き針金を圓盤の中央を通りてコイルの中心に吊るし、その下端に水平の磁針を吊るし、その上端圓盤の上に指針を附し、磁針がコイルの軸に垂直なるとき、指針が度盛の零を指すやうにす。先電流計を動かして指針をして圓盤の零を指さしめ、コイルに電流を



アムペア計の構造



通じ、指針の示度によりてその電流の強さを知るなり。電燈電車等に用ゐる強大なる電流を測るには、**アムペア計**と稱する電流計を用ゐる。アムペア計は形種々あり。その一種は、圖に示すが如く、太き導線を巻きたる垂直のコイル *s* の上にある棒より三又の挺子を出し、その左桿の先端 *a* より輕き軟鐵棒 *b* をコイルの中に吊るしたるものにして、挺子は軸 *c* の周に回轉することを得。電

流がコイルに通ずるときは、軟鐵棒は磁氣を帯びてコイルの中に引きこまれて、梘子は軸の周に回轉し、梘子の回轉は中央の桿に附著せる指針に傳へらる。梘子の回轉は電流の強さほど大なるが故に、これに相當する指針の運動によりて、電流の強さを度盛の上にて讀むことを得るなり。

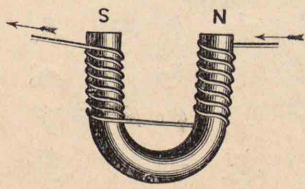
三九

電磁石。 コイル内に軟鐵の棒を入れ、コイル

に電流を通じて試験するに、軟鐵は一時磁石となり、その磁氣は電流を斷つと共に直に消ゆるを見る。この装置を**電磁石**といふ。

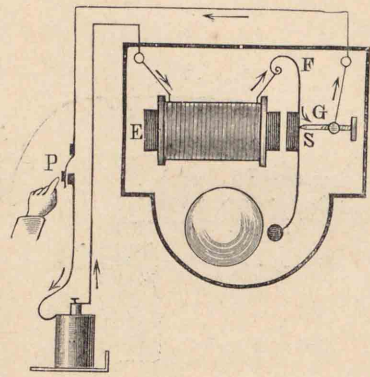
四〇

電鈴。 電鈴は電磁石の應用の一つなり。その構造は、次に示すが如く、Eは電磁石、Sは錘の附きたる軟鐵片にして、バネFによりて、白金の尖を有するネヂGに軽く接す。電磁石を卷きたる導線の一端は、發信



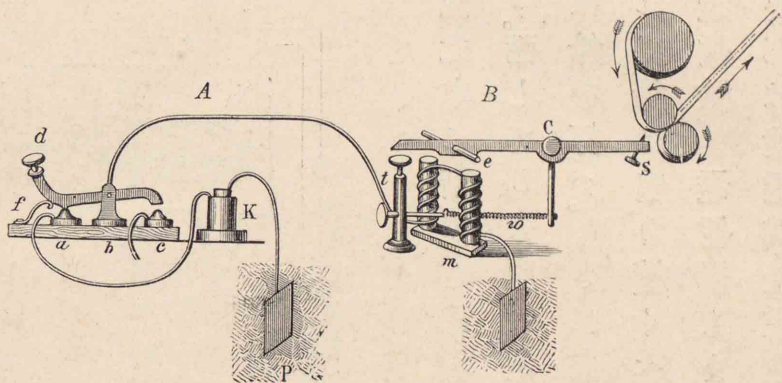
四一

電信機。 電信機もまた電磁石を應用せるものにして、その要部は**發信機**・**受信機**及び**電線**より成る。次の圖は甲地の



所に装置したる釘Pを介して電池の一極に連なり、他端はバネ及びネヂを介して電池の他極に連なる。今釘Pを押せば、電流は矢の方向に通じて、電磁石は軟鐵片Sを引き、鈴を打たしむ。かくて鈴を打つと同時に、Sはネヂより離るゝが故に、電流此處に斷絶し、電磁石は磁氣を失ひて、Sは原の位置に復す。而してSが原の位置に復するときは、電流再び通じて、錘は鈴を打つ。されば、釘の押さるゝ間は、この動作反復せられて、鈴は鳴り續くべし。

發信機の裝置



發信機と乙地の受信機との連絡を示す。Aは甲地にある發信機にして、木製の臺上に $a b c$ なる眞鍮の小柱あり。その b 柱は電線に連絡す。別にこの柱の上に支點を有する挺子 d ありて、これを押すときは a 柱に觸る。Kは電池にして、その一極は a 柱に、他極は地に埋めたる銅板Pに連なる。Bは乙地にある受信機にして、その電磁石 m に捲きたる導線の一端は電線に連絡し、他端は地に埋められたる他の銅板に連なる。而して土壤は一の導體なるが故に、電

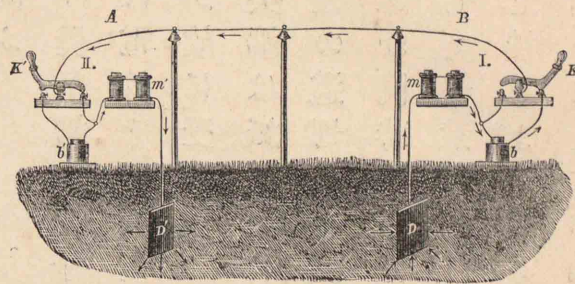
受信機の裝置

電信機通信の説
明

流は銅板間の土壤を通りて流るゝことを得。eは軟鐵片にして、Cを支點とする挺子の一端に附著し、その他端は針Sを具へ、ゼンマイ仕掛によりて徐に引き出さるゝ紙片に向ふ。

今發信機の挺子 d を押すときは、電流の道 c に通じ、電流は電線を経て受信機の電磁石に入り、地中より電池に歸るが故に、受信機の軟鐵片 e は電磁石に引き寄せられ、針Sの尖端は紙片上に點または線を印す。次に d を放つときは、電流の道切れて、軟鐵片はバネ w の作用によりて電磁石より離れ、同時に針端もまた紙片より離る。されば、挺子を動かして任意に電流を斷續するときは、針端はこれに應じて、點と線とより成る文字の記號を紙片の上に印すべく、かくの如くにして、甲地より乙地に通信することを得るなり。

兩地間の電信の連絡



わが國の電信記號

また乙地より甲地に通信せんとするには、同様に乙地に發信機、甲地に受信機を備ふるを要す。上の圖はI II兩地間の電信の連絡の模様を示すものにして、K K'は發信機、m m'は受信機、b b'は電池、D D'は地中に埋めたる銅板、BAは兩地間に通ずる電線なり。この圖によりて前圖の發信機にあるc柱の用を了解するこゝとを得べし。即ち、先方例へばIより通信を受くるときには、此方IIの發信機の槓子の先端がc柱に觸れてあるがために、電流は矢にて示すが如く、よく兩地間に通ずることを得るなり。わが國にて電信に用ゐる文字の記號は、次に示すが如し。

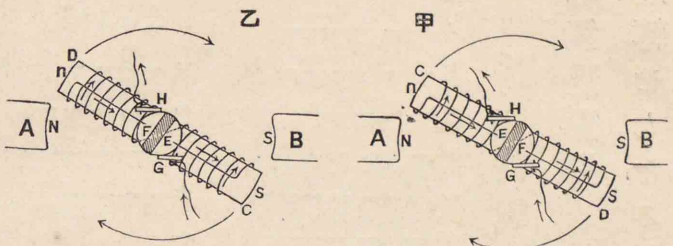
四二

電氣發動機 電氣發動機(モートル)は、電流を用ゐて機械を

運轉せしむる装置にして、また電磁石を應用したるものなり。次の圖はその最も簡單なる模型を示す。A及びBは大きな磁石にして、その異名の極N Sは相對す。電磁石CDはこ

ノ	イ
オ	ロ
ク	ハ
ヤ	ニ
マ	ホ
ケ	ヘ
フ	ト
コ	チ
エ	リ
テ	ヌ
ア	ル
サ	ヲ
キ	ワ
ユ	カ
メ	ヨ
ミ	タ
シ	レ
エ	ソ
ヒ	ツ
モ	ネ
セ	ナ
ス	ラ
ン	ム
濁	ウ
半濁	キ

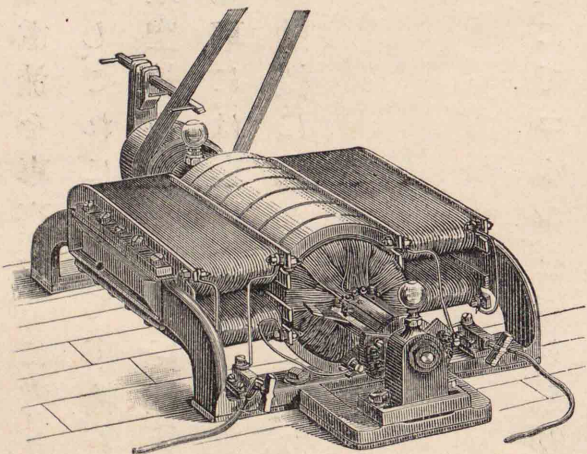
電氣發動機連轉の理



の磁石の兩端の間を纜にこれに觸れざるやうに回轉し、その中央の軸部には、互に絶縁せられたる金屬の半圓板E及びFありて、コイルの導線の一端はその一方に、他端は他方に連結す。また、別に固定せる金屬のバネG及びHありて、各F及びEの半圓板を壓して相對す。さて電磁石CDが上圖甲の如き位置にあるとき、即ちHがEに、GがFに接するるとき、導線に圖中矢にて示すが如き方向の電流を通ずれば、電磁石のD端には南極を、C端には北極を生じて、固定磁石A及びBとの間に逐斥の作用起り、C端はAに、D端はBに斥けられて、電磁石は矢の

電氣發動機の應用

方向に回轉すべし。かくてDCが正にAとBとの兩端の間に來り、慣性によりて此處を過ぎて、同圖乙の如き位置を執るときは、兩半圓板は交代して、GはEに、HはFに接するが故に、コイルに通ずる電流の方向は前の反對となり、C端には南極を、D端には北極を生じて、C端はBに、D端はAに斥けられ、電磁石は引續き同じ方向へ回轉すべし。下圖に示すは、一種の電氣發動機の外形なり。強き電流を用ゐるときは、電氣發動機をして車輪を回轉せし

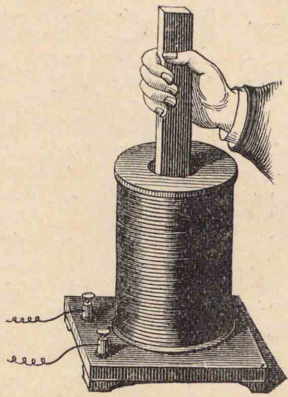


めて、大なる仕事をなすことを得。電車はその一例にして、空中に架したる二條の導線より電流を車臺の下に導き、ここに据ゑつけたる發動機を動かし、これによりて車輪を回轉せしむるなり。電車にはまた架空線の一を廢して、鐵軌をこれに代用したる式あり。自動車には車體内に蓄電池を置きて、これより生ずる電流を發動機に導き、これによりて車輪を回轉せしむるものあり。

第八章 感應電流

四

感應電流。よく絶縁したる導線にてコイルを作り、その兩端を鋭敏なる電流計に繋ぎ、さてコイルの内に、北極を先にして磁石を挿し入れ、またはこれを引き出せば、その出入毎に電流計の針は一時の運動を生ずるを見る。これコイルの



中に瞬時の電流の生じたるが故にして、この電流を**感應電流**といふ。而して磁石を入れる、ときと出すときは、磁針の傾く方向は正に相反するが故に、この兩度の感應電流の方向は相反するを知る。

また磁石の南極を先にして同様の實驗を試みるに、その結果は前と異なることなく、たゞ電流の方向の一々前の場合と相反するを見るのみ。

同様に、電流を通じたるコイルを他のコイル内に入出せしむるとき、或は先コイル内に入れおきて後に電流を斷續せしむるときにも、その度毎に感應電流を生ず。而して電流を通じたるコイルを磁石と見做すときは、その電流の方向は

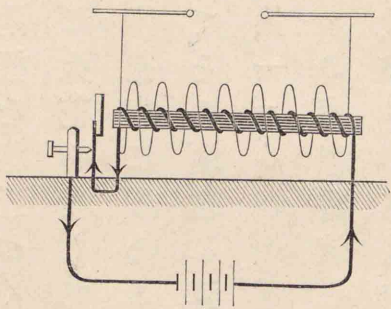
四

前の場合に同じ。通常電池に繋げるコイルを**第一コイル**といひ、これを容るゝコイルを**第二コイル**といふ。
レンツの法則。レンツの研究によれば、磁石の運動の方向と感應電流の方向との間に、次の關係あり。
 感應によりて生ずる電流はコイルに對する磁石の運動を妨ぐるが如き方向に流る。

例へば磁石の北極をコイルに近づくれば、コイルの磁石に對する面が北極となるが如き方向の電流生じ、これを遠ざくれば、コイルの磁石に對する面が南極となるが如き方向の電流生ず。

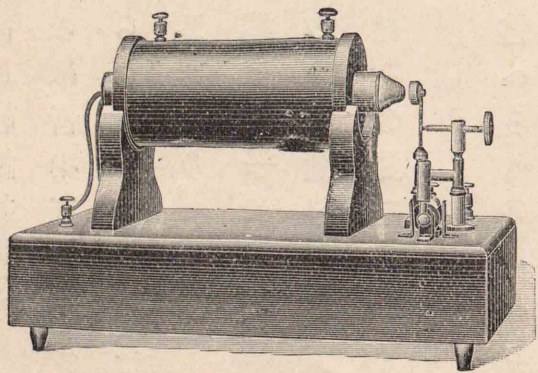
四

感應コイル。次の圖の如く、絶縁したる太き銅線を軟鐵線の一束の周に巻きつけたるものを**第一コイル**とし、圓筒によく絶縁したる細き銅線を數萬回巻きつけたるものを**第**



二コイルとし、別に電鈴に用ゐたるが如き軟鐵片とネヂとを**第一コイル**の軟鐵線に近く装置して、**第一コイル**に繋げる電池の電流の自動的斷續器たらしむるときは、**第一コイル**に通ずる電池

の電流は毎秒十數回斷續して、その度毎に感應電流は**第二コイル**を一方へ流れ、次いで他方へ流るべし。かくの如き装置を**感應コイル**といひ、これによりて、大なる動電力を有し、且週期的にその方向を變ずる感應



醫療用感應コイル

四六

電流を得。この装置にて、第一コイル内に軟鐵線の一束を入れ、また第二コイルの巻数を多くするは、皆第二コイルに起るべき感應電流の動電力を強大ならしめんがためなり。前の圖に示すは一種の感應コイルの外形なり。

感應コイルの第二コイルの銅線の兩端は、硝子にて絶縁したる金屬棒に連なる。これを**感應コイルの兩極**といふ。この兩極を相近づくるときは、感應電流はその間を通過する際に火花を發して放電す。

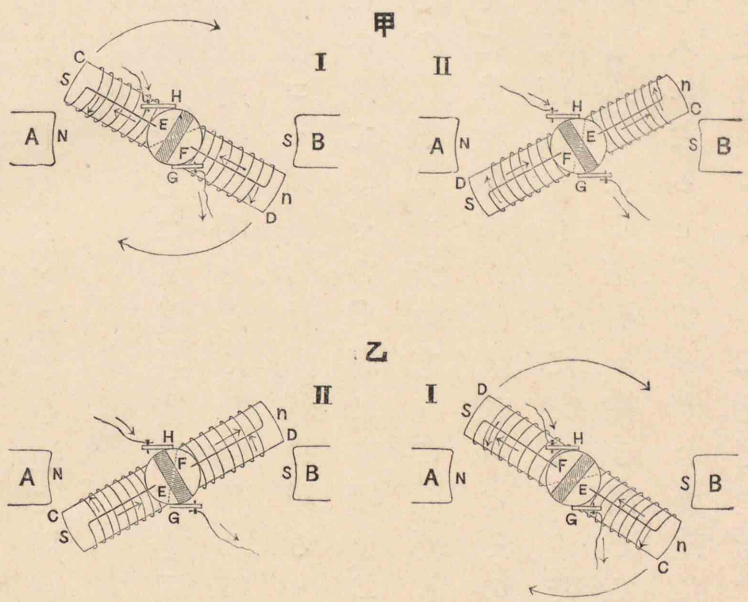
通常、醫療に用ゐる感應コイルは、右に言へるものの小形にして、その兩極に連絡せる金屬棒を身體の二箇所（腕部と脚部）に觸れしめ、第一コイルの電流を斷續し、これによりて生ずる第二コイルの感應電流を身體内に通ずるなり。

發電機。 感應電流の最も主要なる應用は**發電機(ダイナモ)**

發電機の作用の説明

にして、強き電流を得るに用ゐらる。その構造は電氣發動機と同じく、たゞこれを逆に用ゐて、反對の作用をなさしむるなり。

今前に示したる電氣發動機と同じき模型に就きて發電機の作用を説明せん、次の圖の固定磁石A及びBのために回轉コイル内の軟鐵棒に現るゝ感應磁氣は、甲圖Iの位置にありては、そのC端に南極を、D端に北極を生ず。然るに、この軟鐵棒が矢の方向に回轉して、同圖IIの位置に至るまでは、軟鐵棒の感應磁氣はその極を變じ、C端に北極を、D端に南極を生ずることとなり、その結果は、一旦コイル内に挿し入れたる磁石を抜き出して、更にその向を逆にして挿し入れたると正に同じきが故に、矢の示すが如き方向の感應電流は、コイル中に生じ、金屬の半圓板よりバネを経て他



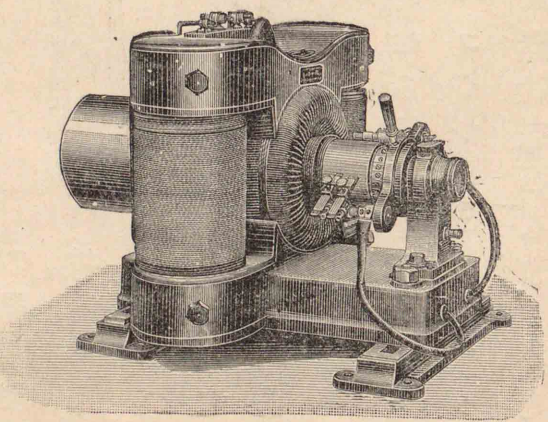
に導かる。次に軟鐵棒が回轉を續けて、乙圖のIの位置よりIIの位置に来るまでには、C端は北極より南極に、D端は南極より北極に變じて、その結果は前と反對なる方向の感應電流をコイルの中に生ず。されどこの時には半圓板もまた交代して、前と反對なるバネに接するが故に、バネを経て外に導かる

發電機の應用

送話器の構造

四七

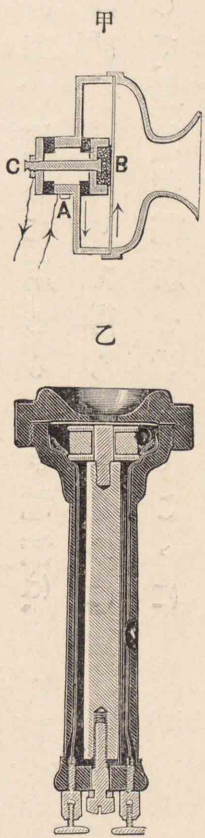
る電流の方向は異なることなし。されば、かくの如く引き續きコイルを回轉せしむるときは、外に導かる、導線には絶えず一定方向の電流を生ずるなり。下圖は一種の發電機の外形を示す。



電車、電燈等に用ゐる強き電流は、發電機によりて得らるゝものにして、通常、發電所を設けてこゝに發電機を据ゑつけ、蒸氣力或は水力等にてこれを運轉せしめ、生じたる電流を導線によりて諸方に傳送す。

電話機。電話機は送話器と受話器とより成る。次の圖甲は送話器の斷面を示す。Bは音波を受けて振動する薄き炭

受話器の構造



棒を繋ぎ、その周囲に導線を巻きてコイルを作り、これに近

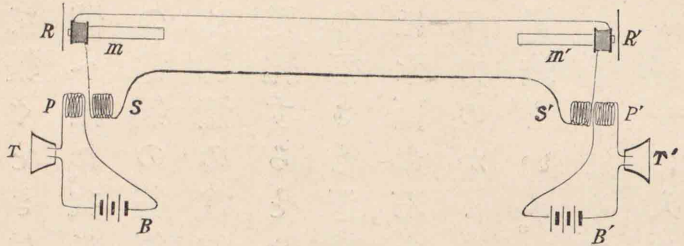
く薄き鐵板を置きたるものなり。コイルの兩端は送話器より來る電線に連なる。

次の圖は送話器と受話器とを連絡せる模様を示せるものなり。そのT、T'は送話器、P、P'は第一コイル、S、S'は第二コイル、B、B'は電池、R、R'は受話器、m、m'は棒狀磁石なり。今この

電話機通信の説

一方の送話器に向ひて談話するときは、空氣の振動は炭素

板に傳りてこれを振動せしめ、炭素粒はこれに相當する振動を受けて、その接觸部の抵抗を變じ、これがために電池の電流に強弱を生じ、この變化は、音聲の振動に相當する種々の強さの感應電流を第二コイルに生ぜしむ。かくの如く生じたる電流は他方の受話器のコイルに通じて、その磁石の強さをこれに應じて變化せしめ、磁石が鐵板に及す引力に強弱を生ぜしめて、鐵板を振動せしむ。さればこの受話器を耳にあつるときは、送話したると等しき音聲を聞き取ることを得るなり。

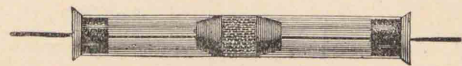


四八

電波及び無線電信。 電位を異にせる甲乙の二導體を導線にて繋ぐときは、電氣は先電位の高き甲體より電位の低き乙體へ流れ、次に乙體より甲體へと數回往復して後靜止す。この電氣の往復は極めて微小なる時間に行はる。かくの如く導體の電位及びその間を流るゝ電流の方向が週期的に變化するときは、周圍の媒質中に於ける電氣力及び磁氣力の強さも週期的に變化し、波動的に諸方に傳播すること、なほ水面に石を投じたるときの波動の如し。電氣力及び磁氣力のかくの如く波動的に傳播するを**電磁氣波**或は單に**電波**といふ。

次の圖の如くニッケル粉に少量の銀粉を混じたるものを細き硝子管に入れ、兩端より二箇の金屬板を封入して、軽くこれを押さへたるものを**コヘラ**といふ。今電池の兩極をコ

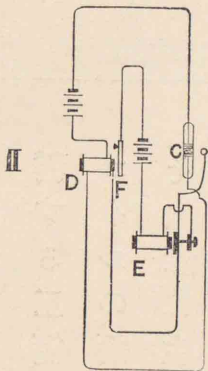
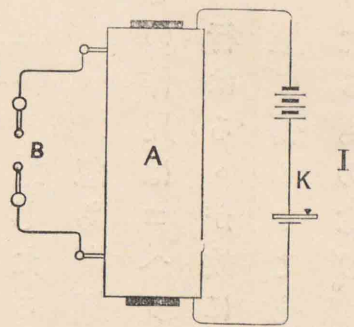
コヘラの構造



ヘラの兩端に繋ぐに、粉の抵抗多くして、電流はこれを流るゝこと能はざれど、その近傍に**送波器**と稱する二箇の相對する金屬棒を置き、これに感應コイルの兩極を結びてその間に放電せしむれば、その際に生ずる電波は、コヘラに達してその抵抗を減じ、電流をしてその内を通ぜしむ。而して一旦通じたる電流も、コヘラを叩きて粉を擾亂すれば、忽ち斷絶す。

無線電信法

この作用はコヘラと送波器との距離が甚だ大なるときにも行はるゝが故に、これを應用して電信機の如く信號を遠距離に傳ふることを得べし。**無線電信**は即ちこの理に基づきたるものなり。次の圖に示すは無線電信機の装置の要部なり、Iは感應コイルと送波器とより成る發信機にして、



IIはコヘラと二つの電磁石と二組の電池とより成る受信機なり。先釦Kを押して感應コイルAに電池の電流を通ずるときは、放電はBの間に續發し、コヘラCは電波を受けて第一電池の電流を通ぜしむ。この電流は直に電磁石Dに作用して鐵片Fを引き、第二電池の電流を通ぜしめ、これをして電磁石Eに作用して、電鈴に於けるが如く、鉤にてコヘラを打ち、管内の粉を擾亂して、第一電池の電流を斷たしむ。受信機のこの作用は、發信機の釦を押す間は絶えず反復せらるゝが故に、第一電池の道に電信

の受信機を挿入すれば、この受信機は恰もその間絶えず通ずる電流の作用を受くるに等し。随ひて釦を押す時間を種々に變じて、兩地間に通信することを得るなり。

第九章 眞空管内の放電

四九

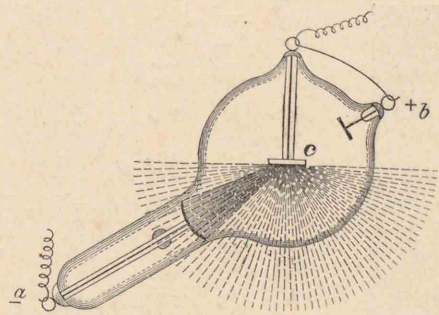


ガイスレル管。 稀薄なる氣體は電氣を導き易きものなれば、圖の如く細長き硝子管の兩端に白金線を封入し、管内の氣體を善く排除して、この白金線の兩端を感應コイルの兩極に繋ぎ、管に電流を通ずるときは、火花はその間に飛び、管内に數多の鱗狀の微光を現す。その色は管内にある氣體の性質によりて一定す。この管を**ガイスレル管**といふ。

五〇

レントゲン線。ガイスレル管内の氣體を更に稀薄にすれば鱗狀の光は次第に減じ、遂には管内の大部分は暗黒となり、たゞ陰極に對する管壁が美麗なる黄綠色の螢光を發するを見る。これと同時に管壁は肉眼に見えざる特殊の性質を有する放射線を放つ。これをレントゲン線またはX線といふ。通常X線を得るには、上の圖に示すが如き管を用ゐる。a及びbは感應コイルに連なれる兩極、cはaに對する白金板なり。この管にては、X線はこの白金板より諸方に發射す。かくの如き管をレントゲン管といふ。

X線は不透明なる物體例へば木、布、紙、筋肉等を通じて、アル

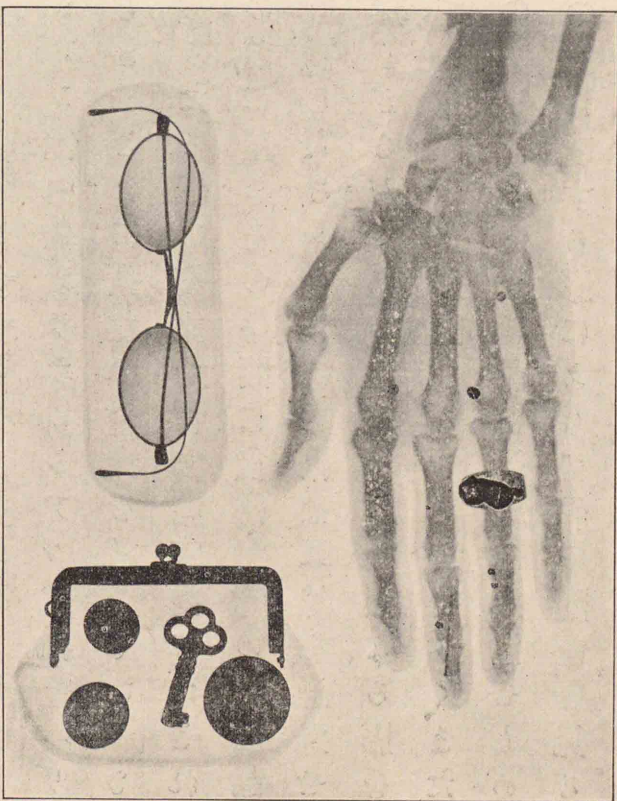


レントゲン管の構造

X線の作用

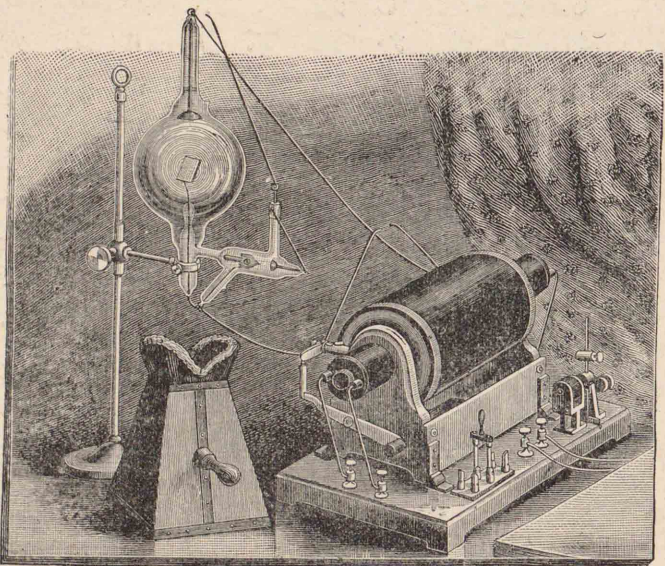
ミニウムの如き金屬板にても、あまり厚からざるときは、またこれを通過す。硝子は通常の光に對しては透明なれど、X線に對しては餘り透明ならず。X線は肉眼にては見ること能はざれど、シアン化白金カリウム、シアン化白金バリウム等にあたるときは、これに黄色の微光を放たしむ。さればこの藥品を塗りたる紙の衝立を作り、暗室内にてこれをレントゲン管の前に置き、その中間に貨幣鍵等の金屬品を入れたる財囊を挿し入るゝときは、布帛はX線を通過せしむれど、金屬は然らざるが故に、貨幣鍵等の暗黒なる影を黄色の微光を放てる衝立の上に認むることを得べく、また財囊の代に吾人の掌を置くとときは、骨はX線を通過せしめざるが故に、衝立の上に映ずる影によりて骨の配置を見ることを得べし。而して衝立の代に寫眞の乾板を置くとときは、X

線は光と等しき作用を乾板に生ずるが故に、こゝに示すが如き寫眞を得べし。次に示すは、X線の實驗裝置の一例なり。レントゲン管の下方にある箱は、内部を暗くして、底に前記の藥品を塗りたるものにして、その柄を手に持ちて、上方の孔を眼にあつれば、よく内底に映ず



五

るX線の影を見ることを得るなり。この箱を用ゐれば、室内を暗くするを要せずして、よくX線の實驗をなすことを得べし。X線はまた空氣の如き電氣の不導體を導體とする性質を有す。さればX線を受くる空氣中に帶電體を置くときは、容易にその電氣を失ふ。



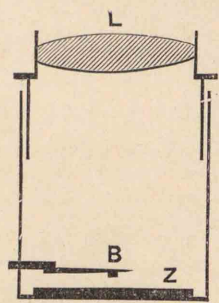
放射能作。 千八百九十九年フランスのキュリー夫妻は、多量のピッチブレンドといふ鑽石より微量のラヂウムと名づく

ラヂウムの放射線の作用

る新元素を析出せり。この元素は絶えず金屬板及び通常の不透明體をも通過する特殊の放射線を發射す。X線は、アルミニウム板の外、他の金屬板を通過せざれど、ラヂウムの放射線は一切の金屬板を多少通過す。ラヂウムの放射線は硫化亞鉛シアン化白金バリウム、ウラニウム鹽、螢石等にあたりて、これに螢光を放たしむ。且この放射線は寫眞板に作用するが故に、X線の如く不透明體を透して物體の寫眞をとることを得。またこの放射線は空氣及びその他の氣體をして電氣の導體とならしむるが故に、絶縁したる帶電體にこれをあつるときは、帶電體は暫時にしてその電氣を失ふ。かくの如き特性を**放射能**といふ。ラヂウムの外にウラニウム及びトリウム等もまた放射能を有すれど、ラヂウムの如く著しからず。

五二

電子。學者の間に信ぜらるゝ説によれば、原子は**電子**と名



ラヂウムが放射線を發射することを見るには、クルークスの案出せる**燦爛鏡**によるを便なりとす。燦爛鏡は上圖に示すが如く、眞鍮の針Bの先に極めて微量なるラヂウムを附著せしめ、その下に硫化亞鉛の粉末を塗りたる板Zを置き、その上よりレンズLにて望む装置にして、星の飛ぶが如き光は、板上の彼處に消え、此處に現れて、恰も線香花火を見るが如し。これラヂウムより發射する數多の放射線が、硫化亞鉛にあたりて、これに螢光を放たしむるによるなり。

つくる數多の帶電せる微粒子より成るものにして、放射能
 作を有する物質にありては、原子は變遷の状態にありて、徐
 に壞散しつゝあり。而して電子はこの際に飛散し、放射線と
 なりて現るゝなり。

第八篇 エネルギー

一 エネルギー。汽車の機關車は重き列車を引き走りつゝ、
 仕事をなし、諸種の工場に運轉しつゝ、ある諸機關は日々
 多大なる仕事をなす。また發射せられたる彈丸の如く、運動
 しつゝ、ある物體はたとひ現に仕事をなさずとも、他物體に
 仕事をなすの能を有す。かくの如く、物體が仕事をなしつ
 つあるか、或は仕事をなすの能を有するには、物體は特殊の
 要素を有せざるべからず。この要素を**エネルギー**或は**勢力**
 と名づく。物體の有するエネルギーの多少は、物體のなし
 得る仕事の多少によりて測る。

石を投ぐるには、手は石に仕事をなさざるべからず。その結
 果、石は或量のエネルギーを得。されど石が他物體にあたり、

仕事とエネルギーとの關係

これに仕事をなして静止するとき、石は前に得たるエネルギーを失ふ。また矢をつがへて弓を張るには、手はこれに仕事をなさざるべからず。その結果、弓は仕事をなすの能を得て、エネルギーを増す。手を放てば、矢は弓の弾力のために射出せらる。その際、弓は矢に仕事をなして前に得たるエネルギーを失ひ、射出せられたる矢は弓の失ひたるエネルギーを得。

以上は簡單なる二三の例なれど、一般に仕事をなす物體は、そのなしたる仕事の量に均しきエネルギーを失ひ、仕事をなされたる物體は等量のエネルギーを得るものなり。即ち仕事はエネルギーが一物體より他物體に移るとき、手續に過ぎず。

二

運動のエネルギー及び位置のエネルギー。運動しつゝあ

る物體は、或量のエネルギーを有す。これを運動のエネルギーといふ。例へば飛行せる彈丸、進行せる汽車等の有するエネルギーの如し。振動する物體もその振動のために仕事をなすことを得るが故に、また運動のエネルギーを有す。また弾性に抗してその形状を變ぜられたる物體は、或量のエネルギーを有す。これを位置のエネルギーといふ。例へば張られたる弓、壓搾せられたる空氣の有するエネルギーの如き、これなり。運動のエネルギー及び位置のエネルギーを總稱して、器械的エネルギーといふ。

三

他種のエネルギー。種々の實驗上の事實によるに、熱はエネルギーの一態なり。分子説に従へば、物質の温度の高低は、分子の振動の劇烈の度によるものにして、温度の高きは分子の振動の比較的劇烈なるを示し、温度の低きはその比較

的緩慢なるを示す。これら分子の振動は熱のエネルギーのために持續せらる。物體を摩擦し或は打ちてこれに仕事をなすとき、温度の昇るは、エネルギーが手より物體の分子に移り、その振動を盛ならしむるによる。

熱はエネルギーの一態なるが故に、一定量の諸種の器械的エネルギーが熱に變ずる場合には、常に同一の熱量を生ぜざるべからず。ジュールの研究によれば、四千二百萬エルグのエネルギーは一カロリーに當る。即ち四百二十九珎米のエネルギーは一珎カロリーに等し。これを**熱の仕事當量**と名づく。

音は發音體の振動によりて生ずる空氣の縦波にして、發音體は絶えず周圍の空氣に力を作用せしめてこれを動かす、空氣に仕事をなす。さればエネルギーは發音體より空氣に

音のエネルギー

移り、次第に諸方に發送せらる。發音體のエネルギーが次第に空氣に移りて遂に盡くるに至れば、その振動は止む。即ち音波の進行すると共に、エネルギーが諸方に發送せらるることを知るなり。

光は物質の分子の振動がエーテルに傳り、これに横波を生ずるによるものなるが故に、音の場合と同じく、エネルギーは發光體より諸方に發送せらる。光を受くる物質が暖くなるは、エネルギーが發光體よりエーテルを経て物質に移るが故なり。硝子の如き透明體にては、光波は自由にその中を通過し、エネルギーの大部分はエーテルよりエーテルに移りて、硝子を暖むること少し。されど、黒色の布にては、光波のエネルギーの大部分はエーテルより布に移りて、その分子の振動を盛ならしむ。布の暖くなるはこの理による。

光のエネルギー

磁氣及び電氣の
エネルギー

また磁石が鐵片を引き寄せ、帶電體が輕き物體を引き寄するは、磁石及び帶電體が仕事をなす一例にして、落雷の際に劇烈なる音及び火花を發するは、放電に伴なふエネルギーの偉大なるを示す。なほ電氣發動機及び發電機等の作用を考ふるときは、電流の有するエネルギーの如何に大なるかを知るを得べし。

化學的エネルギー

その他、電流の有するエネルギーが電池内に起る化學的變化によりて生ずるが如き、また彈丸が火藥の化學的變化に伴なふ爆發によりて發射せらるゝが如きは、**化學的エネルギー**の一例なりとす。

四

エネルギーの本源。 吾人の生活に必要な氣温も、太陽の輻射熱によりて保たるゝのみならず、動物植物は皆太陽より多大の輻射熱を受くるによりて生長す。また蒸氣機關の

運轉に要せらるゝ石炭は、古代の植物の炭化したるものなれば、その有するエネルギーの大部分は太陽より來れるものなること明なり。これによりて觀れば、地球上に於けるエネルギーの本源は實に太陽にありといふことを得。

五

エネルギーの不滅。 以上述べたる諸種のエネルギーは、物理的及び化學的變化のために一物體より他物體に移り、或は一態より他態に變じ、變遷窮りなけれど、その變遷の間に少しも創生或は消滅を見ることなし。これを**エネルギー不滅則**といふ。即ちエネルギーは物質と同じく宇宙間に實在して、同じく不滅の法則に従ふものにして、物理学は實に物質とエネルギーとの關係を論ずる學科なりといふことを得べし。

増訂 新撰物理學教科書終

こゝに掲ぐる問題の答は、適當の桁まで計算し、以下は省略すべし。

附 録

第一 計算問題

- 一 長さ三尺の梃子の兩端に二貫と五百匁との二つの物體を懸けて釣合はしめんとす。支點の位置を求めよ。
- 二 棒に或重さの物體を懸けて、兩人各その端を荷なふに、肩に加る重さを2:1とするには、物體を懸けたる點より兩端に至る距離の比如何。
- 三 輪軸の軸に十五貫、滑車に三貫の物體を懸けて釣合ふとき、滑車の半徑一尺なりとすれば、軸の半徑は幾許なるか。
- 四 高さ一米、長さ三五米の斜面の上に、七斤の物體を支ふるには、幾許の力を要するか。但し斜面には摩擦なきものとす。
- 五 直角三角形の截面を有する楔の長さを十糎、高さを一五糎とし、底面に直角に四五斤の力を加ふるときは、楔が物體を鉛直に上ぐる力幾許なるか。
- 六 二等邊三角形の截面を有する楔を木材に打ちこみて、これを劈かんとす。

するとき、楔と木材との接觸面に作用する力幾許なるか。但し楔の截面なる二等邊三角形の邊の長さを五寸底邊の長さを二寸とし、底面に垂直に作用する力を五貫とす。

七 端艇にて幅七町の河を真直に横ぎり、五分三十秒にて對岸に渡らんとす。端艇をいづれの方向に向けて、毎時幾許の速度にて漕ぐべきか。但し流水の速度は毎分五間とす。

八 或高さより落下する物體の三秒後の速度は毎秒幾糎なるか。また十五秒後の速度は幾許なるか。

九 井戸に小石を落すに、一秒半にして水面に達したりとすれば、その井戸の深さ幾許なるか。

一〇 高さ五丈の塔の上より小石を落すときは、幾秒後に地上に達するか。またこの石の地上に達したる瞬時の速度は幾許なるか。

一一 物體が眞上に投げ上げらるゝ場合には、一秒毎に毎秒九百八十糎の速度を減す。今或物體の投げ上げらるゝときの速度を毎秒五百三十九米とすれば、幾秒の後その速度を失ふか。また地上より幾許の高さに

達するか。その落ち來りて地上に達するは幾秒の後なるか。

一二 高さ十九六米の崖の上より毎秒五百四十米の速度にて水平に發射せられたる彈丸は、幾秒の後、地面に達するか。またその落下せる處は崖の下より幾許の距離にあるか。

一三 一貫の物體が一尺の高さより落つるときは、重力は幾許の仕事をしてこなすか。またこの物體を徐に前と同じ高さに上ぐるには、手は幾許の仕事をしてこなすを要するか。

一四 蒸氣機關を用ゐて、深さ五十五呎の井底より八時間にて二千百噸の水を汲み上げたりとすれば、その機關の馬力幾許なるか。但し一噸は二千二百四十ポンドとす。

一五 水壓機の大小の圓筒の徑の比を1:8とし、小なる圓筒に七貫五百匁の力を加ふるときは、大なる圓筒の上にある幾許の重さの物體を上げ得べきか。

一六 前記の水壓機の小なる圓筒を壓すに、梃子によるものとし、梃子の兩臂の比を1:5とし、二貫五百匁の力を梃子の一端に加ふるときは、大なる圓筒

- の上にある幾許の重さの物體を上げ得べきか。
- 一七 深さ千米の海底に於ける水の壓力幾許なるか。但し海水の一立方糎の重さは一〇三瓦とす。
- 一八 氷の比重〇・九二なるときは、一リートルの體積を有する氷塊は幾許を水面上に現すか。但し一リートルは一立方粉の容積なり。
- 一九 徑一糎長さ十糎の鐵の圓柱は幾瓦あるか。また同じ體積の鉛は如何。金は如何。但し水攝氏四度の一立方糎の重さは一瓦にして、鐵の比重は七・八、鉛の比重は一・三とす。
- 二〇 水一と牛乳五との割合にて混合せるものの比重を問ふ。
- 二一 銅の一疋を徑一六耗の針金に延き伸すときは、幾許の長さとなるか。但し銅の比重を八・八とす。
- 二二 氣密の膀胱に空氣を入れ、大氣の壓力が水銀柱の七十六糎なるときに、その有する體積を一五リートルとすれば、これを海中五米の深さに沈むるとききの體積如何。また十五米の深さに沈むるとききは如何。
- 二三 測壓器のU字管に水を入るゝとき、その兩脚の水位の差を十五糎なり

とし、器内の壓力を水銀柱の高さにて表せ。

- 二四 千五百リートルの體積を有する小輕氣球の全重量を五百瓦とすると、きは、これを押し上げる力は幾許なるか。
- 二五 100°の亞鉛二十瓦を10°の水六十五八瓦の中に投じて12・5°の水を得たりといふ。亞鉛の比熱幾許なるか。
- 二六 12・3°の水一疋の中に45°の金塊幾許を投ずるときは、水の溫度を15・7°に昇らしむることを得るか。但し金の比熱を〇・〇三二とす。
- 二七 0°にて半徑一寸五分を有する鐵丸を100°に熱すれば、その體積の變化幾許なるか。鐵丸の代に同じ大きさの銅丸を用ゐるときは如何。但し線膨脹係數、鐵は〇・〇〇〇〇一、銅は〇・〇〇〇〇一七とす。
- 二八 0°一氣壓の空氣の體積を二百五十立方糎とするときは、これを850°に熱すれば幾許の體積を占むるか。
- 二九 0°の氷百瓦を25°の水一リートルの中に入れて、氷の全く融け終る後の水の溫度は幾許なるか。但し氷の融解熱は一瓦につき八十カロリーとす。

- 三〇 100°の銅塊五十瓦を大なる0°の水塊の中に入るゝときは、水の幾許瓦を融解することを得べきか。
- 三一 100°の水蒸氣十瓦を15°の水一リートルの中に入るゝときは、水の温度は幾許に昇るべきか。但し水の蒸發熱は一瓦につき五百三十六カロリーとす。
- 三二 振動數毎秒二百七十四の音波の波長は幾許なるか。また波長五十糎の音波の振動數は幾許なるか。
- 三三 午砲を發する場所より三里と五里とを隔てたる兩處にては、各幾許時の後これを聞くか。
- 三四 長さ一糎の鐵軌の一端を打ちて、他端にありてその音を聞くとき、鐵軌を傳りて來る音と空氣を傳りて來る音との到著時間の差を求む。
- 三五 聲を發してより一秒半の後、反響を聞けりといふ。障礙物までの距離は幾許なるか。
- 三六 光が太陽より地球に達するには、幾許時を要するか。但し太陽と地球との距離を一億五千萬糎とす。

- 三七 或平面を日光に直角に向くると、四十五度の傾に向くると、その照度の比如何。
- 三八 半徑三十五糎の球面鏡の鏡軸上、鏡の中心より二十五糎の距離に光點を置くときは、鏡の中心より像に至る距離幾許なるか。
- 三九 前問にて鏡の中心より二十糎の處に、長さ五糎の尺度を立つるとき、像の大きさ幾許なるか。また鏡の中心より十五糎の處にこの尺度を置くときは、虚像の位置及びその大きさ如何。
- 四〇 半徑四十五糎の凸面鏡の前二十五糎の處に、長さ五糎の尺度を立つるときは、像の位置及びその大きさ如何。
- 四一 焦點距離二十五糎の凸レンズの軸上、三十二糎の距離に長さ五糎の尺度を立てて、その像の位置及び大きさを求めよ。この尺度をレンズより二十糎の距離に近づくるときは、虚像の距離及びその大きさ如何。
- 四二 白熱燈の兩極の電位の差百ボルトにして、これを流るゝ電流を〇・七五アンペアとするときは、その抵抗幾オームなるか。
- 四三 動電力二・二、内抵抗〇・〇一オームの蓄電池の兩極を外抵抗〇・三オーム

ムの導線にて連絡するときは、導線を通る、電流の強さ幾許なるか。また外抵抗五・五オームの導線にて連絡するときは如何。

四四 ダニエル電池の内抵抗を五オームとし、その兩極を外抵抗〇・五オームの導線にて繋ぐときは、導線を通る、電流の強さ幾許なるか。また外抵抗二・五オームの導線を用ゐるときは如何。

四五 内抵抗二・五オームのダニエル電池八箇を行に繋ぐときと、列に繋ぐときとの電流の強さを比較せよ。但し外抵抗を三オームとす。また外抵抗を八・五オームとして、これを比較せよ。

四六 動力二・二ボルト内抵抗〇・〇一オームの蓄電池二十五箇を行に繋ぐときと、列に繋ぐときとの電流の強さを比較せよ。但し外抵抗を一・五オームとす。

第二 物理學術語集

この術語集は著者が理學博士中村清二理學博士田丸卓郎の二氏と共に、現今世間に流布せる中等教育用の物理書を集めて、その中にある術語につきて協議編輯したるものなり。故に列記の順序は多數の物理書に採用せられたる排置に従へり。

總論

Motion	運動		
Phenomenon	現象		
Physics	物理學		
Porosity	有孔性		
Position	位置	Action	作用
Principle	原則,原理	Adhesion	附着力
Properties of matter	物性	Area	面積
Prototype	原器	Chemistry	化學
Pyknometer	比重罐	Cohesion	凝集力
Reaction	反作用	Conservation of mass	物質不滅
Rest	靜止	Correction	補正
Scale	物指 (モノサシ)	Density	密度
Screw-gauge	ネジ指	Experiment	實驗
Solid	固體	Explanation	説明
Specific gravity	比重	Fluid	液體
Speed	速さ (ハヤサ)	Force	力
State (of aggregation)	状態	Gas	氣體,瓦斯
Theory	理論,說	Gramme	瓦
Time	時,時間	Kilo—	疋
Unit	單位	Centi—	厘
Absolute —	絕對—	Milli—	毫
C. G. S. —	C.G.S.—	Gravity	重力
Gravitational —	重力—	Hypothesis	假說
Universal gravitation	萬有引力	Impenetrability	不可入性
Velocity	速度	Inertia	慣性
Vertical	鉛直	Law(physical)	法則,定律
Viscous body	粘體	Length	長さ
Weight	重さ,分銅	Liquid	液體
		Mass	質量
		Matter	物質
		Mean solar day	平均太陽日
		Meter	米
		Kilo—	籽
		Centi—	厘
		Milli—	毫
		Molecule	分子
Acceleration	加速度		
Action	作用		

力學

Bolometer	ボロメトル, 抵抗微熱計	Hydrometer	水壓機 浮秤 (ウキバカリ)	Strain	変位 (ヒズミ)
Bulb (of a thermometer)	球 (タマ)	Level	水準器	Stress	歪力
Calorie	カロリー	Level surface	水平面	Tension	張力
Calorimeter	熱量計	Manometer	測壓器	Torsion	捩り (ネダリ)
Celsius's (scale)	攝氏の (度盛)	Osmosis	滲透	Velocity	速度
Centigrade (scale)	攝氏 (度盛)	Partial pressure	部分壓	Virtual (displacement)	假設 (變位)
Compensated pendulum	補整振り子	Piston	活塞	Wedge	楔
Condenser	凝結器	Pressure	壓力	Weight	分銅, 重さ
Conduction	傳導	Intensity of —	—の強さ	Wheel-and-axle	輪軸
Conductor	導體	Total —	全 —	Work	仕事
Convection	對流	Pressure gauge	壓力計		
Critical (temperature)	臨界 (溫度)	Pump	ポンプ		流體
Dew point	露點	Air —	排氣器, 空氣 —	Absorption	吸收
Dissolution	溶解	Mercurial air —	水銀空氣 —	Adsorption	凝著
Distillation	蒸餾	Force —	押上 —	Aeroplane	飛行機
Ebullition	沸騰	Suction —	吸上 —	Air chamber (of a pump)	空氣室
Evaporation	蒸發	Pyknometer	比重秤	Air-ship	飛行船
Evolution	發生	Semi-permeable (wall)	半透性 (壁)	Aneroid	アネロイド
Expansion	膨脹	Stop-cock	カラン	Atmosphere	大氣, 氣壓 (單位の名)
Apparent —	見掛の —	Surface tension	表面張力	Barometer	晴雨計
Coefficient of —	—係數	Syphon	サイフォン	Buoyancy	浮力
Cubical —	體 —	Vacuum	眞空	Capillary phenomenon	毛管現象
Linear —	線 —	Vena contracta	縮脈	Communicating vessel	連通器
Fahrenheit's (scale)	華氏の (度盛)			Cylinder	圓筒
Fly wheel	ハズミ車			Dialysis	滲透分析法
Freezing	凝固			Diffusion	擴散
Freezing mixture	寒劑			Eflux	流出
Freezing point	凝固點, 氷點 (寒暖計の)			Floating body	浮體
Fusion	融解			Horizontal plane	水平面
				Hydraulic press	

Path	路	Stable —	安定の —	Amplitude	振幅
Pendulum	振り子	Unstable —	不安定の —	Arm	臂 (ウテ)
Compound —	複 —	Erg	エルグ	Attraction	引力
Compensated —	補整 —	Falling body	落體	Axis	軸
Equivalent simple —	相當單 —	Flexure	撓み	Balance	天秤
Simple —	單 —	Force	力	Beam	桿 (サチ)
Period	週期	Centrifugal —	遠心 —	Center	中心
Position	位置	Centripetal —	求心 —	— of gravity	重心
Power	工率	Point of application of a —	著力點	— of inertia	慣性の —
Pressure	壓力	Friction	摩擦	— of mass	質量の —
Principle of virtual displacements	假設運動の原理	Coefficient of —	—係數	— of oscillation	振動の —
Projectile	拋射體	Kinetic —	運動 —	— of suspension	懸りの點
Pulley	滑車	Statical —	靜止 —	Component —	分 —
Fixed —	定 —	Fulcrum	支點	Composition (of velocities)	合成
Movable —	動 —	Horse power	馬力 (バリキ)	Couple	偶力
Reaction	反作用	Impulse	力積	Displacement	變位
Repulsion	斥力	Impulsive force	擊力	Dynamics	力學
Resultant (of forces)	合 (力)	Inclined plane	斜面	Dyne	ダイン
Rigid body	剛體	Inertia	慣性	Efficiency	有效率
Rotation	回轉	Isochronism	等時性	Elastic body	彈性體
Rough	粗	Knife edge	刃	Elastic force	彈力
Screw	ネジ	Lever	槌子 (テコ)	Elasticity	彈性
Male —	雄 —	Mass	質量	Limit of —	彈性的際限
Female —	雌 —	Moment	能率	Elongation	延び
Pitch of a —	—の歩み	Momentum	運動量	Energy	エネルギー, 勢力
Simple machines	單一機械	Motion	運動	Conservation of —	—の不滅
Smooth	滑	Circular —	圓 —	Dissipation of —	—の散逸
Speed	速さ (ハヤサ)	Non-uniform —	不等速 —	Kinetic —	運動の —
Spring balance	ゼンマイ秤 (バカリ)	Simple harmonic —	—の散逸	Potential —	位置の —
Stability	坐り (スアリ), 安定度	Uniform —	等速 —	Equilibrium	釣合 (ツリアヒ)
Steelyard	桿秤 (サチバ)	Parallelogram (of forces)	中斜法 (力の)	Indifferent —	中立の —
		Particle	質點	Neutral —	—

Magnifying power 倍率	Fluorescence 螢光	屈折角
Medium 媒質	Focal distance 焦點距離	Axis, principal axis 軸, 主軸
Microscope (compound) 顯微鏡	Fraunhofer's dark line フランホーフ エル黒線	Blue 青
Microscope (simple) 蟲眼鏡	Green 綠	Camera obscura 暗箱
Mirage 蜃氣樓	Halo ハロ	Candle power 燭光
Mirror 鏡	Illumination 照度	Complementary colours 餘色
Plane — 平面—	Image 像	Conjugate foci 共軛點
Convex — 凸面—	Real — 實—	Corpuscular theory 微粒說
Concave — 凹面—	Virtual — 虛—	Critical angle 臨界角
Spherical — 球面—	Index of refraction 屈折率	Crystalline lens 水晶體
Negative 陰畫	Indigo 藍	Dense (optically) 密(光學的)
Normal 法線	Infra-red 赤外	Develop 現像
Objective 對物レンズ	Intensity of light 光度	Diffraction 廻折
Ocular 對眼レンズ	Lens レンズ	Diffused light 散光
Opaque 不透明	Achromatic 一色消—	Dispersion 分散
Opera glass 雙眼鏡	Convex — 凸—	Distance of distinct vision 明視の距離
Optical center 光心	Concave — 凹—	Double refraction 複屈折
Optics 光學	Biconvex — 兩凸—	Dry plate 乾板 (カンパ ン)
Orange 橙	Biconcave — 兩凹—	Emission theory 放射說
Penumbra 半影	Plano-convex — 平凸—	Ether エーテル
Phosphorescence 燐光	Plano-concave — 平凹—	Eye 眼
Photography 寫真術	Convexo-concave — 凸凹—	Normal — 正—
Photometer 光度計	Concavo convex — 凹凸—	Old-sighted — 老—
Polarization 光の偏り	Light 光	Short-sighted — 近—
Polarized light 偏光	Compound — 複—	Long-sighted — 遠—
Polarizing angle 偏光角	Homogeneous — 單—	Eye piece 對眼レンズ
Principal focus 焦點	Line of collimation 視線	Fix 定著
Primary colours 原色	Luminous body 發光體	
Prism プリズム	Magic lantern 幻燈	
Projection apparatus 投影器械		
Rainbow 虹		

Open — 開—	ル—	Governor 調整器
Closed — 閉—	Differential — 示差—	Graduation 目盛
Phonograph 蓄音機	Maximum — 最高—	Heat 熱
Pitch 高さ	Mercury — 水銀—	Heat capacity 熱容量
Plate 板	Minimum — 最低—	Humidity 濕度
Reed 舌(シタ)	Thermopile 熱電堆	Hygrometer 濕度計
Reflection 反射	Vaporization 氣化	Hair — 毛髮—
Resonance 共鳴	Vapour 蒸氣	Dry and wet bulb — 乾濕球—
Rod 棒	Saturated — 飽和— — tension — 張力	Latent heat (of vaporiza- tion) 潛熱(氣化の)
Scale 音階		Liquefaction 液化
Sound 音		Mechanical equivalent of heat 熱の仕事當量
String 絃		Melting 融解
Syren サイレン		Melting point 融解點
Timber 音色(ネイロ)	音響學及び波動	Psychrometer 乾濕球濕度計
Trough 谷	Acoustics 音響學	Radiation 輻射
Tuning fork 音叉	Beat 唸り	Reaumur's (scale) 列氏の(度盛)
Vibration 振動	Consonance 調和	Regelation 復水
Vocal chord 聲帶	Crest 山	Solidification 凝固
Wave 波	Dissonance 不調和	Solidifying point 凝固點
Longitudinal — 縱—	Echo 反響	Solution 溶液
Stationary — 定常—	Fifth 第五音, 第五度	Solvent 溶媒
Transverse — 横—	Fundamental tone 原音	Spheroidal state 球狀態
Wave length 波長	Harmonics 倍音	Specific heat 比熱
Wave front 等相面	Intensity 強さ	Steam-engine 蒸氣機關
Wave motion 波動	Interference 干涉	Supercooling 過冷却
	Interval 音程	Superfusion 過融解
	Loudness 強さ	Supersaturation 過飽和
	Loop 腹	Temperature 溫度
	Medium 媒質	Absolute — 絶對—
	Musical sound 樂音	Critical — 臨界—
	Nodal line 節線	Thermometer 寒暖計
	Node 節(フシ)	Air — 空氣—
	Noise 噪音	Alcohol — アルコ
	Overtone 倍音	
	Octave 第八音, 第八度	
	Phase 位相	
	Pipe 管	
Aberration 收差		
Chromatic — 色—		
Spherical — 球面—		
Accommodation 調節		
Angle of incidence 入射角		
Angle of reflection 反射角		
Angle of refraction		

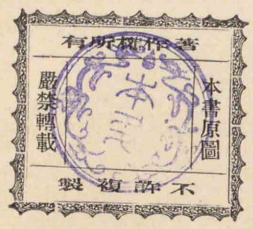
Influence machine 感應起電機	Electricity 電氣	Cathode 陰極
Insulated wire 絕緣線	Positive — 陽—	Circuit 輪道(ワミチ)
Insulator 絕緣體	Negative — 陰—	Coherer コヘラ
Interrupter 斷續器	Contact — 接觸—	Coil コイル
Ion イオン	Atmospheric — 空中—	Induction — 感應—
Junction 継ぎ目	Electrify 電氣を起す	Primary — 第一—
Leyden jar レイデン罐	Electrification 帶電	Secondary 第二—
Lightning conductor 避雷針, 避雷器	Electrodes 電極	Condenser 蓄電器
Microphone 微音器	Electro-chemical equivalent 電氣化學當量	Conductor 導體
Non-conductor 不導體	Electrogilding 電鍍術	Coulomb クロム
Ohm オーム	Electromagnet 電磁石	Crookes' tube クロウクス管
Parallel 列	Electrolysis 電氣分解	Current 電流
Polarization 分極	Electrolyte 電解物	Alternate — 交流—
Poles 極	Electrometer 電氣計	Direct — 直流—
Positive — 陽—	Electromotive force 動電力	Induced — 感應—
Negative — 陰—	Electrophorus 電氣盆	Thermo-electric — 熱—
Potential (electric) 電位	Sole 底	Dielectric 電媒體, 電媒質, ディエレクトリク體
Proof plane 驗し板	Cover 蓋	Discharge 放電
Pyrometer 高溫計	Cake 中身 (ナカミ)	Disruptive — 火花—
Receiver 受信器, 受話器	Electroscope 驗電器	Glow — 微光—
Relay 繼電器	Electrotyping 電鑄術	Brush — 刷毛狀—
Resistance 抵抗	Field magnet 場磁石	Discharger 放電又
Internal — 内—	Galvanometer 電流計	Dry cell 乾電池
External — 外—	Tangent — 正切—	Dynamo ダイナモ, 發電機
Resistance box 抵抗箱	Astatic — 無定位—	Electric bell 電鈴
Secondary product (electrolysis) 副生物	Mirror — 鏡—	Electric convection 電氣對流
Series 行	Geisler's tube ガイスレル管	Electric field 電場
Shunt 近路 (チカミチ)	Incandescent lamp 白熱燈	Electric machine 起電機
Solenoid ソレノイド	Induction 感應	Electric motor 電氣發動機
Spark 火花	Electrostatic — 靜電氣—	Electric oscillation 電氣振動
Telegraphy 電信	Electromagnetic — 電氣振動	Electric pendulum 電氣振子
Telephone 電話	Mutual — 相互—	Electric wave 電氣波
	Self — 自己—	

Magnetic pole 磁極	Undulatory theory 波動説	Primary — 第一の—
Magnetic storm 磁氣嵐	Violet 堇	Secondary — 第二の—
Magnetize 附磁する	Visual angle 視角	Rare (optically) 疎(光學的)
Magnetism 磁氣	Wave theory 波動説	Ray (of light) 光線
Moment (magnetic) 能率(磁氣)	Yellow 黄	Actinic — 化學線
Paramagnetic substance 常磁性體		Chemical — ”
Pole 極		Dark — 暗線
North — 北—		Heat — 熱線
South — 南—		Incident — 入射—
Terrestrial magnetism 地磁氣		Reflected — 反射—
Torsion balance 振り秤		Refracted — 屈折—
		Emergent — 出射—
		Red 赤
		Reflection 反射
		Regular — 正—
		Irregular — 亂—
		Total — 全—
		Refraction 屈折
		Retina 網膜
		Screen 衝立
		Shadow 影
		Spectroscope 分光器
		Spectrum スペクトル
		Continuous — 連續—
		Absorption — 吸收—
		Bright line — 輝線—
		Spectrum analysis スペクトル分析
		Stereoscope 實體鏡
		Telescope 望遠鏡
		Reflecting — 反射—
		Refracting — 屈折—
		Astronomical — 天體—
		Terrestrial — 地上—
		Translucent 半透明
		Ultra-violet 紫外
		Umra 本影

Thermopile	熱電堆
Transmitter	發信器, 送話器
Vacuum tube	真空管
Volt	ボルト
Voltaic cell	電池
Voltmeter	ボルト計
Voltmeter	ボルト計
Wireless telegraphy	無線電信
X-rays	X線

明治三十九年九月廿五日印
 明治三十九年五月一日訂正再版印刷
 明治三十九年七月十五日修正三版印刷
 明治三十九年九月廿八日發行
 明治三十九年五月五日訂正再版發行
 明治三十九年七月二十日修正三版發行
 明治四十四年十一月十一日訂正四版印刷
 明治四十四年十一月十五日訂正四版發行

訂新撰物理學教科書
 定價金八十五錢



著	者	本多光太郎
發	行	者 東京市小石川區小日向水道町七十三番地
印	刷	者 西野虎吉
發	行	者 東京市京橋區築地三丁目十一番地
發	行	者 東京市小石川區小日向水道町七十三番地
發	行	者 關成館
發	行	者 大阪市東區心齋橋通北久寶寺町角
發	行	者 三木佐助
發	行	者 東京市日本橋區數寄屋町九番地
發	行	者 林平次郎

TYÛTÔ-KYÔIKU
BUTURIGAKU KÔGI

中 等 教 育
物 理 學 講 義

東京帝國大學理學大科教學授

理 學 博 士

田 丸 卓 郎

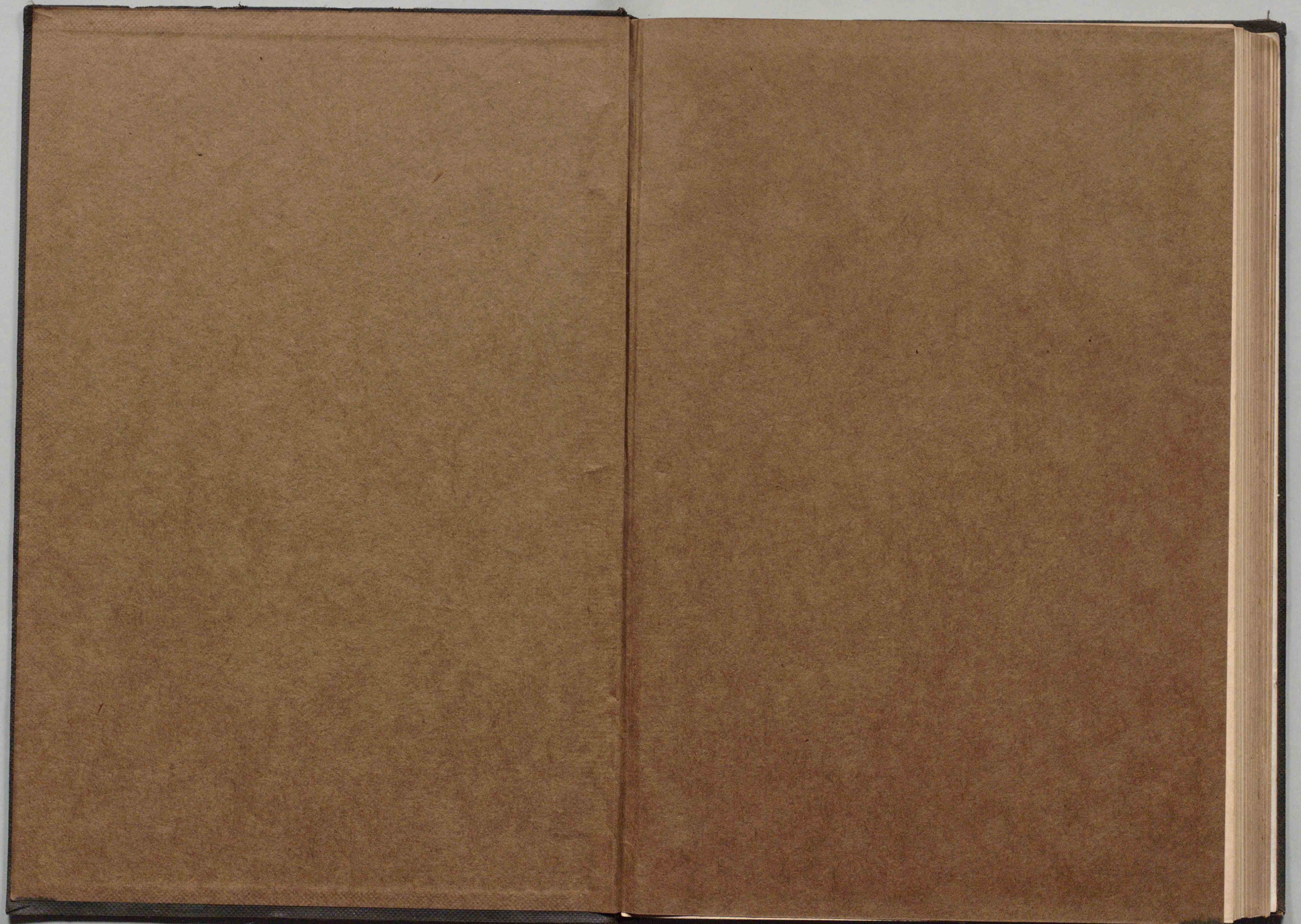
講 述

洋裝全一冊 定價參圓也

此書は中等教育の程度で、言文一致講義體に物理學全般を説明したものである。法則其他理窟だけで解し易くない部分は例を設け、又通常あるやうな簡單な説明では不十分で分り悪い處は説明を丁寧にし、凡て中等程度の材料に就て眞實の了解を與ふるやうに勉めたものである。又普通の教科書に載せないことも、日常生活に關係ある事項や學問上特に趣味ある事項及び議論は、なるべく説くやうにした。それ故、此書は中等學校の生徒が學校で學ぶことの了解を助けるのみでなく、それ以外又はそれ以上の人にも多少有益であらうと信する、特に進んで高等學校や陸海軍などの學校の入學試験を受けやうとするものは、補習に復習を兼ねて、此書を読んでおく必要がある。

開 成 館

東 京





広島大学図書

2000085177

