

濟定檢省部文

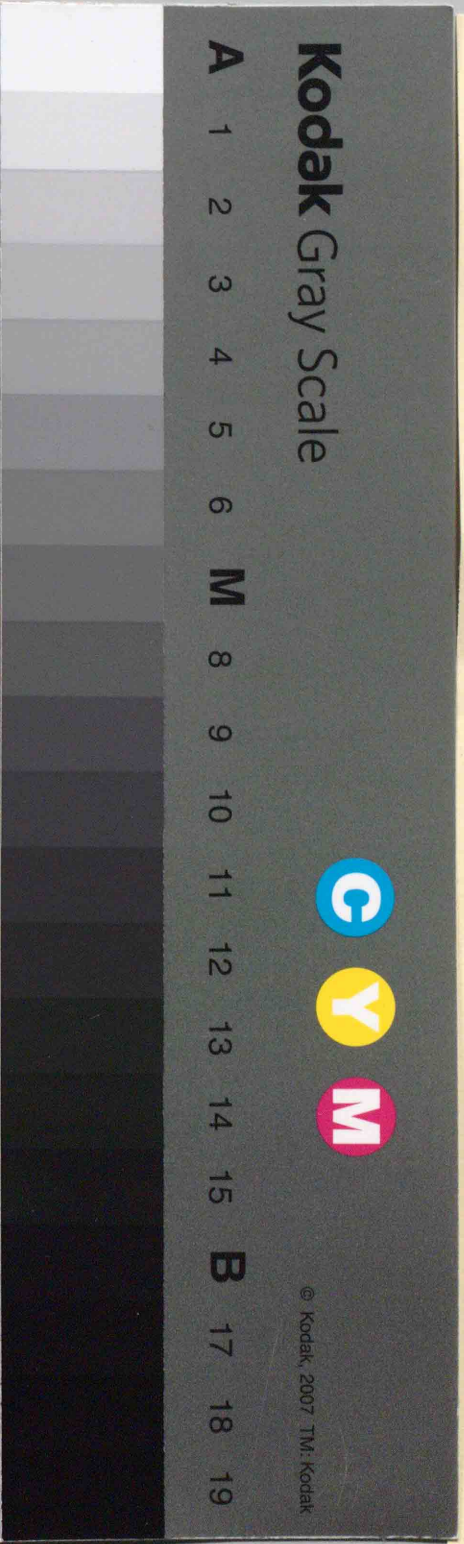
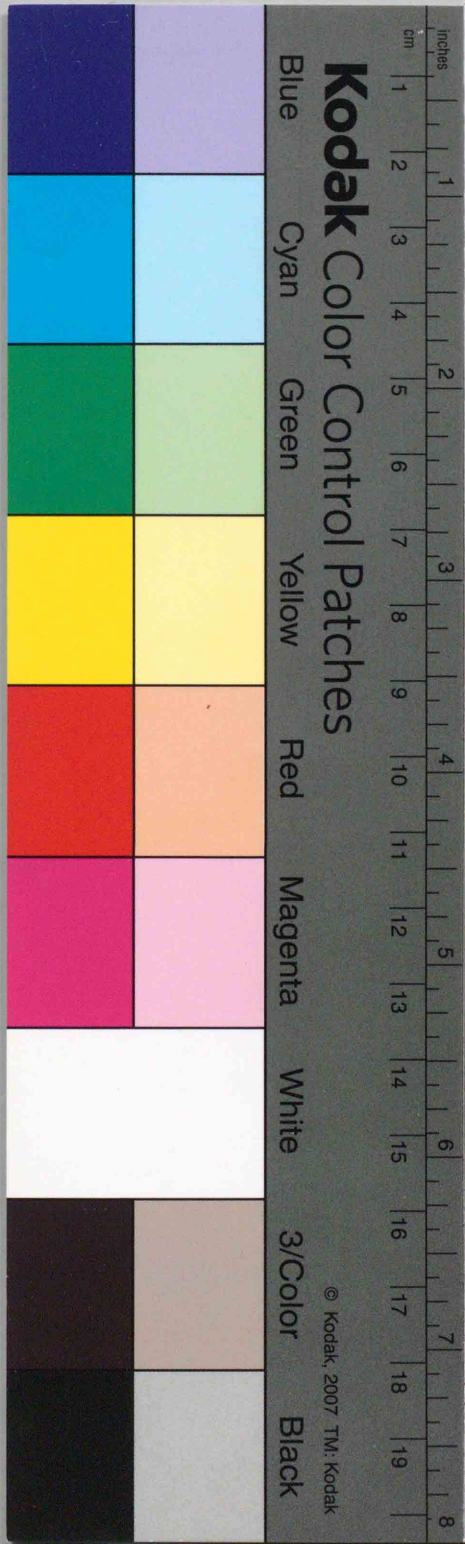
TEXT-BOOK OF MODERN PHYSICS

近世物理學教科書

理學博士 本多光太郎著

東京 開成館藏版

教科書文庫
4
421
51-1912
2000064457



40381

教科書文庫

4
421
51-1912
2000.0 64457



資料室

教科書文庫
4
421
51-1912
2000064457

文部省檢定
明治四十五年四月四日 師範學校物理科用

近世
物理學教科書

東京帝國大學物理科教授

理學博士

本多光太郎

著



広島大学図書
2000064457

関成館藏版

東京

3759
Ho 14
Gaisy's 3rd year

1915

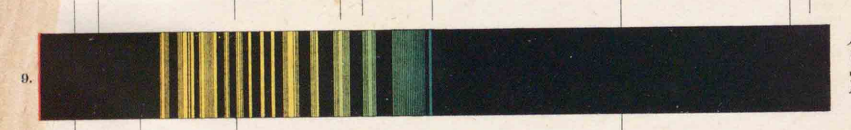
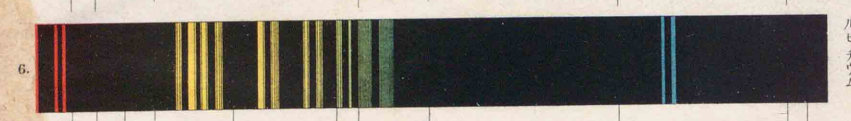
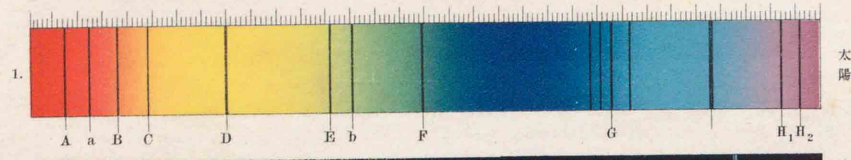
Text Book of
Modern
Physics

G. Konog
3rd year class

Industrial
School

Sibagan
Firoshimaken
It is a love

G. Konog
3rd year class
Industrial School
Sibagan



目次

第一篇 物性總說

(一一—二四)

物理學。物質。物質の不滅。萬有引力。慣性。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

(二五—六三)

第一章 固體 二六

力の釣合。力の合成及び分解。槌子。天秤。桿秤。臺秤。滑車。斜
面。楔。ネヂ。重心。物體の釣合。摩擦力。仕事。器械のなす仕事。
工率。

第二章 液體 三四

壓力の傳達。液體の表面。壓力と深さとの關係。連通管。アルキメ
デスの原理。比重の測定。

第三章 氣體 四二

氣體の重さ。氣壓。氣壓計。輕氣球。ボイルの法則。サイフォン。ポンプ。空氣ポンプ。霧吹。……………

第四章 運動……………

速度。落體。拋射體。作用及び反作用。衝突。圓運動。振子。時計。推進機。……………

第三篇 熱學…………… (六四—八六)

第一章 溫度及び熱……………

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……………

物體の膨脹。膨脹の例。例外の膨脹。……………

第三章 融解及び蒸發……………

融解。凝固。寒劑。蒸發。沸騰。蒸餾。大氣中の水蒸氣。濕度。……………

第四章 諸種の機關……………

蒸氣機關。瓦斯機關。……………

第四篇 音響學

(八七—一〇二)

第一章 音波……………

波動。音波。音の速度。音の反射。……………

第二章 音の性質……………

樂音及び噪音。音の高低。音の調和。音階。音色。……………

第三章 發音體……………

絃。音叉。風琴管。聲帶。蓄音機。……………

第五篇 光學

(一〇三—一五〇)

第一章 光の直進……………

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。光の強さ。……………

第二章 光の反射……………

光の反射。亂反射。平面鏡。球面鏡。……………

第三章 光の屈折……………

光の屈折。複屈折。大氣中の屈折。全反射。プリズム。レンズ。レ……………

レンズの焦點。レンズの作る像。……………

第四章 光學器械……………一三三

幻燈。寫真器。眼。眼鏡。實體鏡。望遠鏡。雙眼鏡。顯微鏡。……………

第五章 光の分散……………一三三

分散。スペクトルの種類。物體の色。燐光及び螢光。虹。光波。……………

第六篇 磁氣學……………(二四一—二四八)

第一章 磁石の作用……………一四一

磁石。磁石の作用。磁石の感應。磁石の製法。磁氣の配布。……………

第二章 地球磁氣……………一四五

方位角及び伏角。羅針盤。……………

第七篇 電氣學……………(二四九—二九八)

第一章 電氣の作用……………二四九

帶電體。電氣の二種。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……………二五五

電氣の感應。電氣盆。感應起電機。ライデン壘。放電。大氣中の電氣。避雷針。……………

第三章 電池……………二六三

電流。ブンゼン電池。ダニエル電池。ルクランシエ電池。重クロム酸電池。……………

第四章 電流の化學作用……………二六七

電氣分解。電鍍術。……………

第五章 電流の熱作用……………二六九

白熱燈。弧燈。……………

第六章 電流の磁氣作用……………二七一

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。……………

第七章 感應電流……………二八一

感應電流。感應コイル。發電機。電話機。無線電信。……………

第八章 X線及び放射能作……………二九二

ガイスレル管。レントゲン線。放射能作。

第八篇 勢力

勢力。動勢力及び潜勢力。熱の勢力。勢力の本源。勢力の不滅。

一九

附 録

- 第一篇の問題
- 第二篇の問題
- 第三篇の問題
- 第四篇の問題
- 第五篇の問題
- 第七篇の問題

近世物理學教科書

理學博士 本多光太郎 著

第一篇 物性總說

一 物理學。今よりおよそ二百五十年の昔、英國のニュートンといへる學者、たまく後園に出でて、林檎の實がその枝より落つるを見、何故にかく落ち來るかといふ點に想ひ到り、その理を究めて、遂にこれを宇宙の萬物間に作用する引力に歸するに至れり。そもく、林檎の實の落つる現象は尋常の事實にして、人これを怪しまず、隨ひてその然る所以の理を究めんともせず。然るにニュートンはこれが研究によりて

遂に萬物の間に作用する引力を發見せり。およそ、かゝる研究は物理学の範圍に屬するものとす。

右は僅に一例を挙げたるに過ぎざれど、その他、或は秤が重さを告げ、時計が時を報じ、寒暖計、晴雨計が寒暖、晴雨を教へ、飛行機が空際に昇り、風が起り、雲が生じ、雨が降り、虹が現れ、笛、太鼓が音を發し、雷が轟き、電が閃き、磁針が常に南北に向ふなどの日常現象の理は、皆物理学の研究によりて始めて説明せらるゝなり。また今日文明の利器と稱せらるゝ蒸氣機關、汽車、電信、電話、電車、自動車などの發明の如きも皆物理学研究の效果にあらざるはなし。

二

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。

物質の不可入性
特別の性質

物質の不可入性

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こと能はず。かくの如く、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。

三

慣性の法則

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、物質の運動または靜止の状態を變ずる作用を力といふ。

四

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 newly 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。

物質不滅則

五

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

distance

萬有引力の法則

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。

六

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。

物質の重さと質量との關係

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

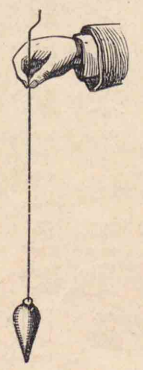
さに多少の差違を生ずべきなり。例へば東京にて一貫の重さのある物質は、富士山の頂にありては九百九十九匁なるが如し。

七 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**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。

八 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。



長単位
Centimeter (c.m.)
四單位體積
Square meter (sq. m.)
Centimeter (c.m.)
立方單位體積
Cubic meter (cu. m.)
米一量一リ
物性三單位
長 Centimeter (c.m.)
重 Gram (gram)
時 Second (second)

九 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隨ひて種々に變ず。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とる。かゝる物質を**氣體**といふ。物質の狀態は種々なれど、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。

三態の變化

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、同じ物質も周囲の状況によりて、三様の状態を呈することを得るものなり。

一

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。

分子の電氣的性質
Dielectric
一分子の電氣的性質
分子の電氣的性質

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。これによりて觀れば、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。

分子間の引力

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

凝集力と物質の三態との關係

ち固体及び液体にありては、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着力といふ。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。

固体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。液体はその凝集力、固体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。

附着力と凝集力との關係

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着力が、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、皆附着力の著しきが故なり。

二

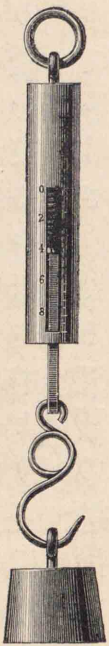
彈性。 ゴムは引張れば伸ぶれど、放てば忽ち縮みて舊に復す。また圓筒に活塞を設け、これを押し込みて筒内の空氣を壓搾するに、手を放てば空氣は忽ち廣がりて、活塞の押し出さるゝを見る。かくの如く、力の作用を受くれば、その形状または體積を變じ、この力の作用止めば、舊の状態に復する性を**彈性**といひ、彈性を有する物質を**彈性體**といふ。フックの研究に據れば、物質の形状或は體積の變化の小なる間は、その變化はこれに加ふる力に比例す。例へば針金に分銅

彈性的法則
Hooke's Law

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。

ゼンマイ秤の理

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。

三

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。

Amigaki

吸収と壓力との關係

三

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。

吸収及び溶解。 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**吸収**といふ。吸収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収されたる瓦斯の逸出するによるなり。

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。

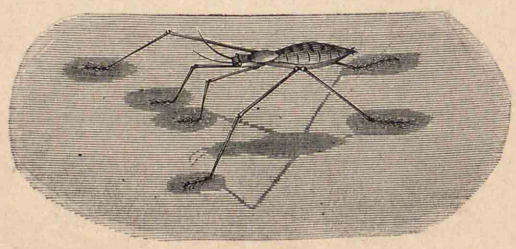
表面張力。 乾きたる輕き針を靜に水上に横たふれば、針は恰も薄き膜の上に載せられたるが如くに水面に浮かぶ。圖

一四

表面張力の大小

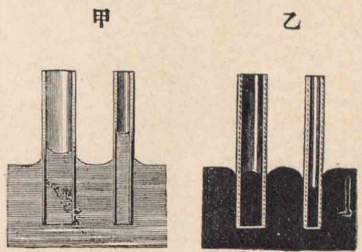
に示す「あめんぼう」といふ水蟲が水の表面に浮かぶ狀を見るに、またこれと同じ。かく、すべて液體の表面は薄膜を張りたるが如く、常に自ら收縮せんとする現象を呈す。これを**表面張力**といふ。木葉におく露滴が球形をなすも、また表面張力によるなり。

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。



一五

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、液體は圖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その他管を濕さざる液體の中に立つれば、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 固體

一 **力の釣合。** 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、これと反對の方向に作用するときは、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は、これを運動せしむれど、數箇の力が同時に作用するときは、その物體に運動を起さしめざることあり。かくの如き場合には、これらの諸力は互に**釣合**をなすといひ、またこの物體は**釣合**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

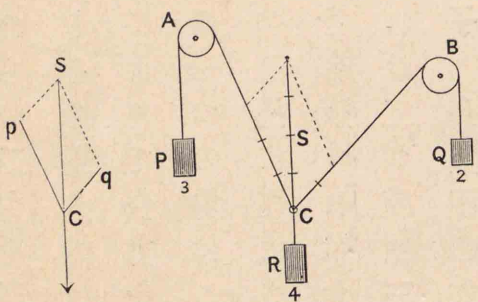
力の強さの測定

二

力の作用する方向と反対の方向に作用せしめて、これと釣合はしめざるべからず。また机上に置きたる物體が静止するも、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釣合ふ力を**抵抗力**といふ。

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

力の合成及び分解 二つの滑車に一條の絲を懸け、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、絲は静止すべし。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静止すべし。この時、C 點に作用する力を考ふるに、P、Q、R 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 P、Q 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、その大さ R に等しき他の一力 S が、反対の方向に作用せるに等し。

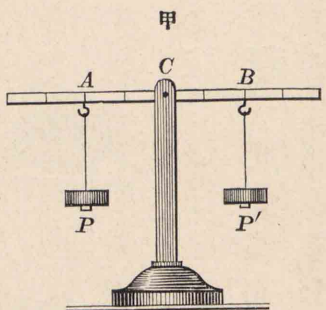
今これらの絲の後方に黑板を立て、その一點 C より P、Q、S なる三力の方向 CA、CB、CS に平行にして、長さがこれらの三力の大きさに比例する三直線 CP、CQ、CS を引くときは、CS は CP、CQ を二邊とせる平行四邊形の對角線に等しきことを知るべし。

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、二つ或は三つ以上の分力を得べし。

三

槌子。 今圖甲の如く、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

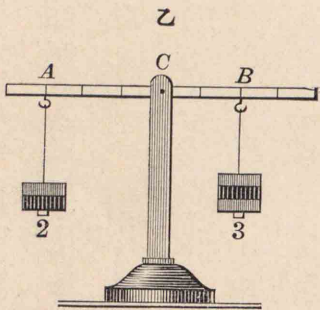


離異なるときは、棒はC點を廻りて、距離の大なる方へ顛覆すべし。次に圖乙の如く、C點の一方、三尺の距離Aに二貫の重さを懸け、他方、二尺の距離Bに三貫の重さを懸けるときは、棒は再び水平の位置に釣合ふべし。即ちこゝに

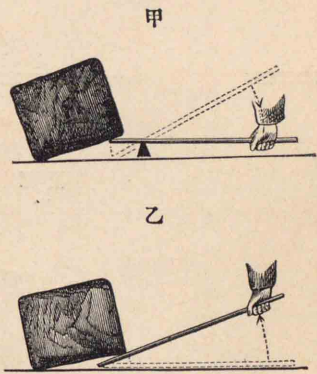
$$3(\text{尺}) \times 2(\text{貫}) = 2(\text{尺}) \times 3(\text{貫})$$

の關係あるを見る。

かく、固定せる一點の周に回轉し得る棒を槌子といひ、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槌子の臂といふ。一般に槌子の一方の臂の長さとその端に吊るしたる重さとの



相乗積が、他方の臂の長さとその端に吊るしたる重さとの相乗積に等しきときは、梘子は鈎合ふものなり。
 されば今圖甲の如く梘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。釘拔が能く釘を抜き得るも、この理による。



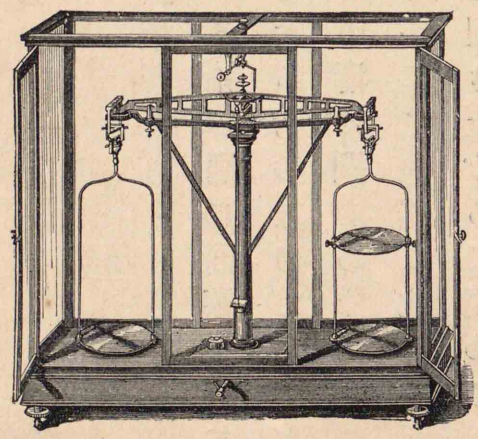
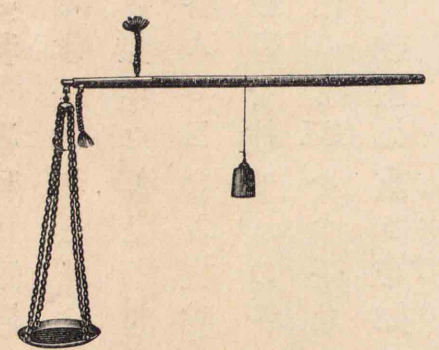
毛拔等の如きも、この種の梘子の例なり。
 梘子の支點は、また圖乙の如くその一端にあることあり。裁縫用はさみ、

四 **天秤**。天秤は次の圖の如く梘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梘子なり。左圖の如く桿の

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、桿を水平にし、桿上の目盛にてその物體の重さを知るなり。



六

臺秤

臺秤は下圖に示すが如く、 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

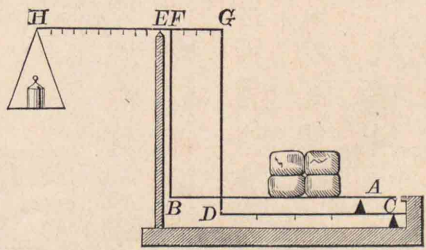
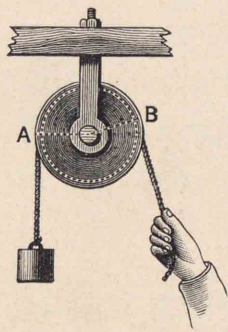
物體を載せ、 GH の一端 H に適當なる分銅を吊りて、 GH を水平ならしめ、これによりてその物體の重さを知るなり。

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。上圖に

示す滑車は、その溝に綱をめぐらし、この綱の一端を手にし、他端に物體を吊るして、これを引き上ぐるに用ゐるものにして、これを引き上ぐるに用ゐるものなり。



のにして、通常井戸に備へられて水を掬むの用に供せらる。かくの如き滑車を定滑車といひ、その軸を支點と見做すときは、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。

また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。



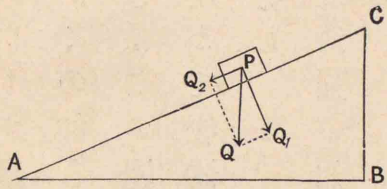
動滑車を用ゐるに要する力

八

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**傾角**といふ。

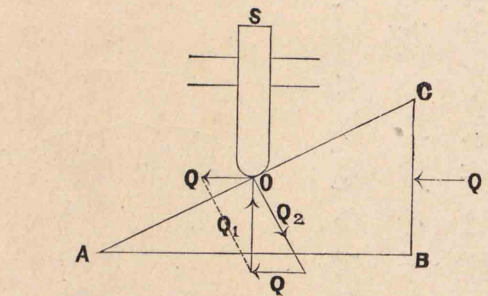
今圖の如く、平滑なる斜面AC上にある物體Pの重さをQとし、これをACに垂直なる Q_1 と平行なる Q_2 との二力に分解するときは、 Q_1 は斜面の抵抗力と釣合ふが故に、この物體を支持へんには、單に Q_2 に等しくして反對の方に向へる力を用ゐるを要す。さればこの力が Q_2 より少しにしても大なるときは、この物體は斜面に沿うて引き上げらるゝなり。さて斜面ACが底面ABと作る角の小なるほど、 Q_2 とQとの間の角は直角に近づき、隨ひて Q_2 の値はいよゝゝ小なる。この故に斜面はその傾角の小なるほど、小なる力にて重き物體を引き上げ得るなり。

斜面を用ゐて物體を引き上げるに要する力



九

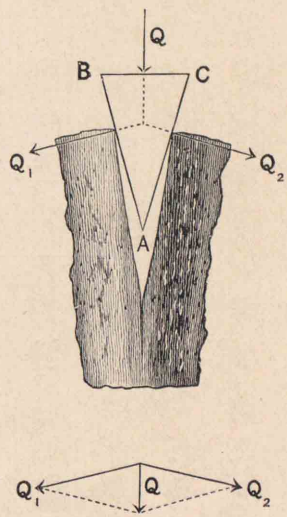
楔。 重き物體をもち擧ぐるに押し込む**楔**は、即ち移動し得べき斜面なり。今、楔を横に押し込む力をQとすれば、この力は、鉛直に上に向ひて作用する力 Q_1 と斜面ACに向ひて垂直に作用する力 Q_2 との二つに分解するを得べし。されど、 Q_2 はAC面の抵抗力と釣合ふが故に、Qが水平に作用せる結果は、 Q_1 が鉛直に上に向ひて作用するに等し。



さてACがABと作る角小なれば、小なるほど、 Q_1 と Q_2 との間の角は小となり、 Q_1 の値はいよゝゝ大となる。この故に楔はその薄きほど、小なる力にて重き物體をもち擧ぐることを得るなり。

楔を用ゐて物體を割るに要する力

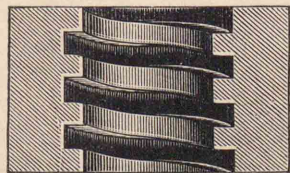
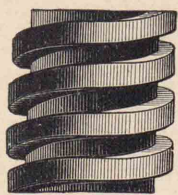
また次の圖の如く、堅き物體を割るに打ち込む楔ABCの背面



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。

二

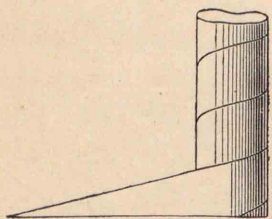
ネヂ。ネヂは雄ネヂと雌ネヂとの一組より成る。下圖に示すが如く、雄ネヂは圓柱の側面に螺旋狀の突起を刻みたるもの、雌ネヂは圓筒の内側に同様の溝を刻み



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との距離をネヂの歩ピッチといふ。

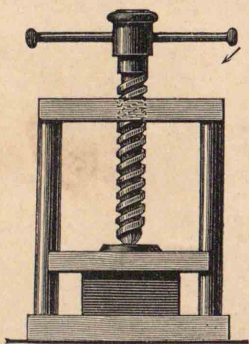
ネヂは上圖の如く直角三角形の楔を圓柱に巻きつけたる形にして、ネヂの歩は楔の高さに當り、ネヂの周邊は楔の底邊に當る。さればネヂを用ゐて力を利する模様は、楔を押し込む場合に同

ネヂを用ゐる利



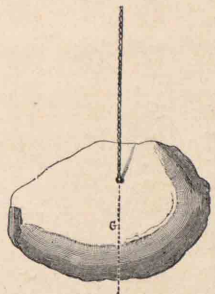
ネヂの應用

じ。重き物體を持ち上げるに用ゐるジャッキ、容カサ高さ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。



二 重心

重心の所在

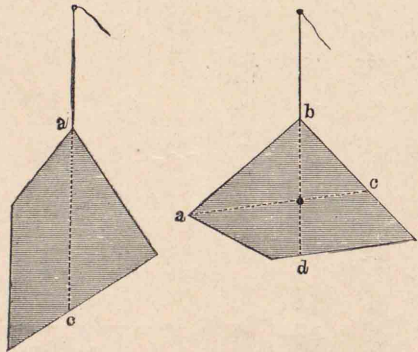


扁平なる物體の重心

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**重心**と名づく。右圖のGは重心の所在を示す。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。即ち次の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、重心は同じくこの

球圓筒立方體等の重心

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、太さの一樣なる棒等にては、重心はその中央にあることを知るべし。



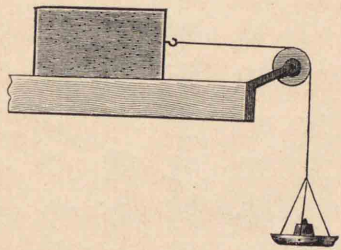
三 物體の釣合

物體の靜止及び顛覆の條件

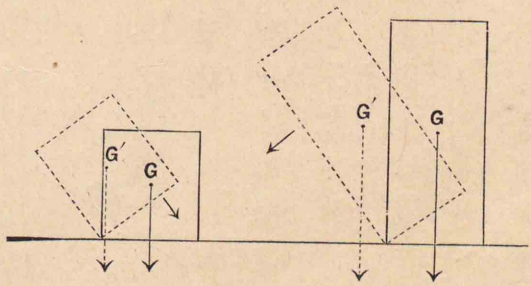
物體が机上に靜止するは、物體に作用する重力と机の抵抗力とが相釣合ふによる。而して重力は物體の重心に作用するものと見做さるゝが故に、物體の重心より下せる鉛直線が、物體の机に接せる表面の外に落つるときは、物體は直に顛覆すべし。例へば次の圖に示すが如く、一般に物體の重心低く、且底面の面積

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。

三 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。今物體の一點に絲を結び、滑



車を越えて上圖の如く垂れしめ、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、



摩擦力の大きさ

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、これを引きず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、この理によるなり。

二四

仕事。例へば、手にて書籍を舉ぐる場合の如く、力が物體に作用して、これを力の方向に動かすときは、力は物體に**仕事**

仕事の測定

をなせりといひ、或は力を作用せしむる物體が仕事をなせりともいふ。されど力が物體に作用したるのみにて、物體が少しも運動せざるときは力は物體に仕事をなせりといふを得ず。

仕事の多少は、作用せる力と、その力の作用せる間に物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^{ポンド}等の如し。

一五

滑車のなす仕事

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けらるべきなり。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上けらる。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、畢竟仕事に得失あることなし。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。即ち機械を用ゐる場合に仕事の效果は、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、槌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。

器械は仕事を利せず

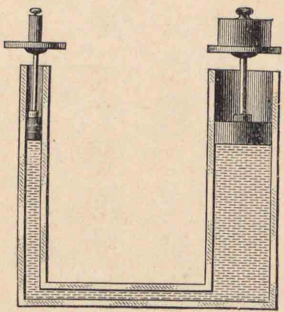
仕事の單位

二六 **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。

第二章 液體

一七 **壓力の傳達**

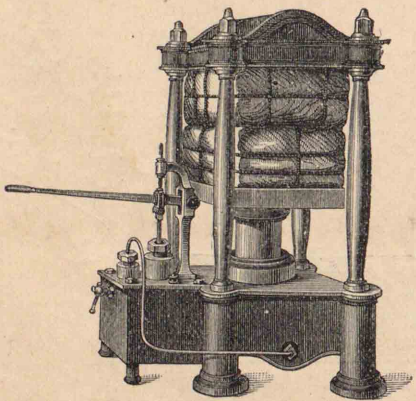
水を充てたる器の薄き側壁に、小孔を穿つときは、水は直に壁面に直角に流出す。これ、液の壁面と相接する處の**壓力**が、壁面に垂直に作用するが故なり。次の圖の如く、大小二個の活塞を具ふる器ありて、兩活塞の面積の比を $1:1$ とす。今、これに水を充て、大活塞の上に四百匁、小活塞の上に百匁の分銅を載するときは、兩者は正に相



釣合ふことを得るなり。これによりて、液體面の同じ面積に受くる壓力は、兩口互に相等しきを知る。されば、兩活塞の面積の比、大なれば大なるほど、小なる力にて大なる力を生

水壓機(下圖)

ぜしむることを得。はこの理を應用したるものにして、容^{カサ}高き物體を壓縮し或は重き物體を擧ぐるに用ゐらる。



液體の表面が水平をなす理

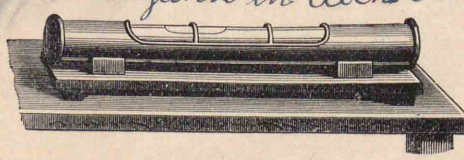
一八

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

水準器の構造

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。故に静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、少許の氣泡を殘して密閉せるものにして、これを水平面上に置くとときは、氣泡は管の最高部なる器の中央に位置す。今この器を或平面上に置いて、氣泡の位置が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、氣泡のある方の高きことを示す。

the subject in alcohol or ether



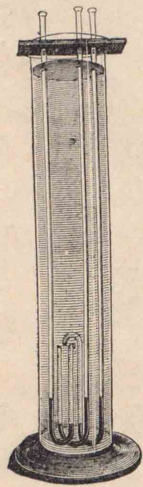
一九

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上層のもの

液體内部の壓力

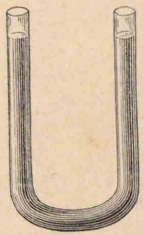
の重さを受くることとなるが故に、下層に至るに隨ひて次第に壓力を増す。されば、表面より二尺の深さにありては、一尺の深さにあるよりも、その液體は二倍の量を支ふるが故に、壓力も二倍だけ増加し、三尺の深さにありては同じく三倍だけ増加す。即ち液體の内部の壓力はその深さに比例して増加し、同一の水平面上にては、同じ値を有す。

數箇の細管を取り、その下端を曲けて各、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向に向け、これを液體を盛れる器の中に立つれば、左圖各管の水銀は、水の壓力のために、押し上げられ、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、いづれの方向にても相等し。

二〇 連通管。 U形管



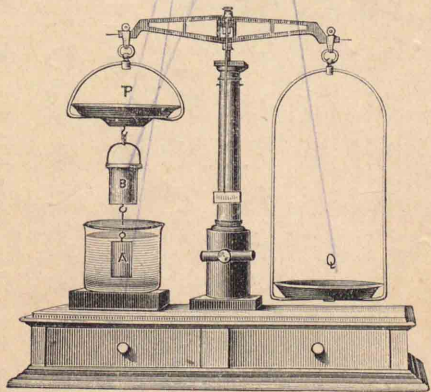
U字形の硝子管に液體を入るれば圖の如く兩管の液面は同一の水平面にあるを見る。液體は靜止するが故に、その最下部の一點が兩側より受くる壓力は相等しく、隨ひて此點より兩管の液面までの高さ相等し。

アルキメデスの原理の實驗

二一

アルキメデスの原理。 下圖の如く

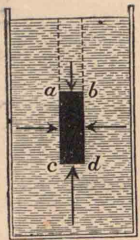
中空の圓壙Bを天秤の一方の皿Pの下に吊るし、更に密にBに嵌る圓壙Aをその下に吊るし、他方の皿Qに分銅を載せて天秤を釣合はしめ、Aを或液體中に没せしむるに、天秤は忽ち釣合を失ひてPは上り、Qは下るべし。されどこ



アルキメデスの原理の説明

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壙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、圓壙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壓し上げらるゝものにして、即ちそれだ



物體が液體中に
浮沈する理

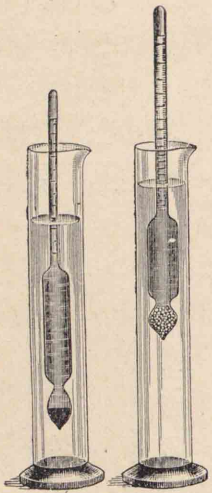
けの重さを減ず。かくの如く、液體がその中に没したる物體を押し上ぐる力を**浮力**といふ。
されば、物體が等體積の液體より重きときは、重力は浮力より大なるが故に、液體中に沈むべく、これに反して物體が等體積の液體より軽きときは、重力は浮力より小なるが故に、浮きてその一部分を液體の表面上に露出すべし、而してその浮かぶ場合には、物體の重さは液體中に没したる部分と等體積なる液體、即ちその排除したる液體の重さに等し。
また物體の重さが等體積の液體の重さに等しきときは、その物體は液體中のいづれの處にても靜止すべし。

三

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を得。例へば前々圖の圓壻Aの下に鉛片を吊るし、天秤を釣合はしむるに、その重さ二十二瓦なりとし、次に、そ

液體の比重を測
る法

のまゝ、これを水中に没し、同時にP盤上に二瓦の分銅を載せて、同じく釣合ふとすれば、この鉛片と等體積なる水の重さは二瓦にして、鉛の比重は $\frac{22}{2}$ 即ち11なるを知る。



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ガラス管にして、その下端に水銀或は小さき鉛丸を入れ、その重さによりて、眞直に液體中に立つことを得。この器を液體中に入ると、これがために排

除せらるゝ液體の重さは、この器の重さに等しきが故に、液體の輕きほど沈むこといよく、深し。その沈降の度を、管中に封じたる目盛によりて讀みて、液體の比重を知るなり。
次に、おもなる物體の比重を掲ぐ。

比重の表

白金	二一五	金	一九三	鉛	一一三
銀	一〇五	銅	八九	眞鍮	八四
鐵	七八	金剛石	三五	水	〇九
水銀	一三六	牛乳	一〇三	海水	一〇三

これによりて、海水が池、河などの水よりは、游泳するに身體を浮かせ易き所以、及び鐵丸がよく水銀上に浮ぶ所以を知ることを得べし。

比重の應用

比重によりて、その物體の純否眞實を鑑定することを得。例へば、純金は、その比重一九・三なるが故に、これと違ふものは純金にあらざるを知り、またその比重一・〇三にあらざる牛乳は純良ならざるを知るが如し。

第三章 氣體

二三

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。

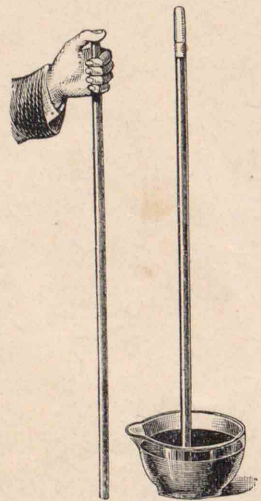
空氣の重さ

二四

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閉せ

氣壓の測定

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

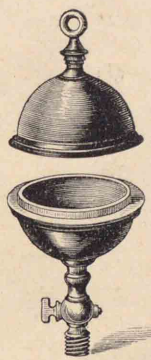


氣壓の單位

銀面より高さこと約二尺五寸即ち七十六糎の處に止り、上部に眞空を生ずべし。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。

氣體の壓力は、また液體と同じく、同じ高さの處にては同じ値を有し、且いづれの方向にも等しくして、これを受くる面に垂直なり。今圖の如き二箇の相密著すべき金屬製の中

マグデブルグ半球の實驗



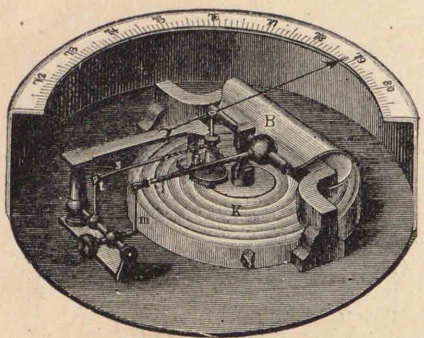
空半球、所謂**マグデブルグ半球**を合せおきて、内部の空氣を抜けば、大氣の壓力はたゞ外部のみに作用して、強く兩半球を壓するにより、これを

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るなり、

二五

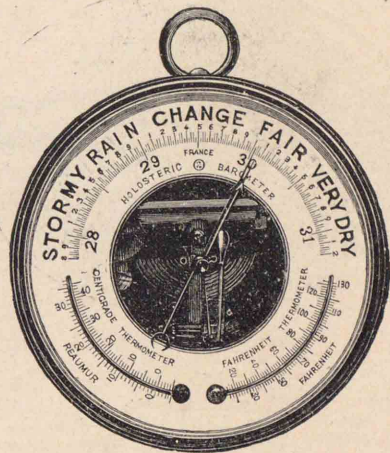
氣壓計。およそ大氣の壓力を測る器械を**氣壓計**といふ。前

記の水銀柱の高さによるものは、その一種なり。この水銀柱の代りに金屬板を用ゐて、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lm



アネロイドの構造

氣壓と天氣との關係



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。一般に氣壓高ければ
 天氣好く、氣壓低ければ天氣不
 良なり。されば氣壓の高低を見
 て、豫め晴雨を知るを得。故に氣壓計を晴雨計ともいふ。
 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
 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ムシカゼ

氣壓と土地の高
低との關係

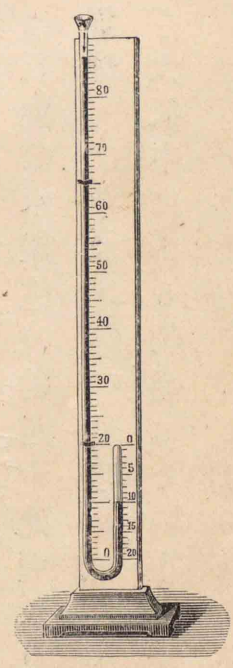
二六



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。低氣壓の中心に於ては風力却つて微弱にし
 て、その周圍のこれに近き處に最も烈し。
 液體の壓力が、その表面に近づくほど減するが如く、氣體の
 壓力も高處に上るに隨ひて次第に減す。例へば富士山頂に
 ては氣壓は水銀柱の約四十九糎センチなり。
 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。

ニモ

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が



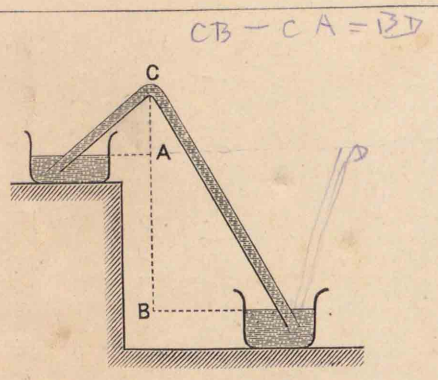
ために壓縮せられて、その體積正に原の二分の一に減じたときは、兩水銀面の差は正に晴雨計の高さに等し。即ち短脚内の空氣の壓力は外氣の壓力の二倍に等しきを知る。ボイルはこの種の實驗に

ニハ

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

pressure x Volume = constant
容積
P V = Constant (一定)

サイフォンの説明

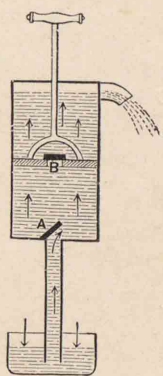


傾けずして、高處にある液體を低處に移すに用ゐらる。この器の短脚を液體中に入れて、一度長脚の端を吸ふときは、液體は引き續きて流下すべし。今圖に就きてサイフォンに液體の充ちたるるとき、器の最高部C點に於ける壓力を考ふるに、その一方、短脚の側よりは、外氣の壓力より短脚の高さCAの液柱の重さを減じたる壓力を受け、長脚の側よりは、同じく外氣の壓力より長脚の高さCBの液柱の重さを減じたる壓力を受く。即ち短脚の側より作用する壓力は常に長脚の側より作用するものより大なること、その差ABの液柱の及す壓力に等し。故に液體は長脚の方へ流動すべし。

二九

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。

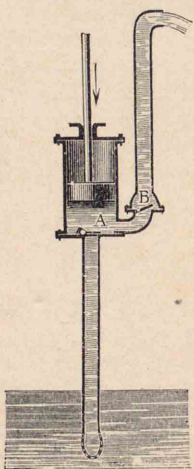
吸上ポンプの構造



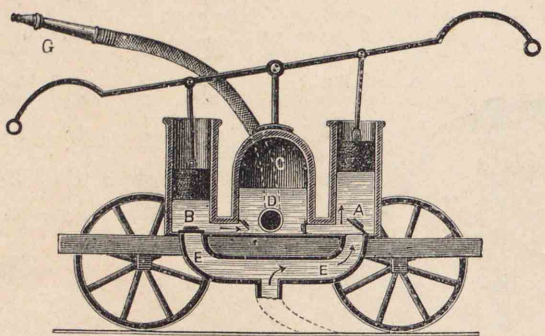
吸上ポンプにては、圖の如く瓣は圓筒の底部と活塞とにありて、共に上方へのみ開くことを得。今活塞を引き上ぐるときは、外氣の壓力のために活塞の瓣Bは閉ぢ、同時に活塞と圓筒の底との間の體積増して、壓力減するが故に、筒外の水は外氣の壓力によりて、筒底にある瓣Aを排して筒内に進入す。この時活塞を下せば、筒内の水はその壓力のために筒底の瓣Aを閉ぢ、活塞の瓣Bを開きて、活塞の上に出づ。故に、かくの如く活塞を上下して、次第に水を汲み上ぐることを得るなり。

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



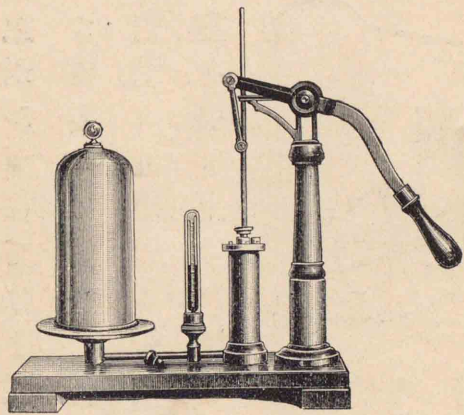
は吸上ポンプに於けるが如く筒内に入り來り、活塞を下せば、筒内の水はその壓力のために筒底の瓣Aを閉ぢて、管内の瓣Bを開きて押し上げらる。消火ポンプは、上圖の如く二箇の押上ポンプを有す。今上部にある槌子の兩端を上下に動かせば、左右の押上ポンプは交代に動きて、水を中央の空氣室Cに集む。この室内に壓縮せられた



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げ得るは、外氣の壓力によるものにして、この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。

空氣ポンプ。 空氣ポンプは器内の空氣を排除する器械にして、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

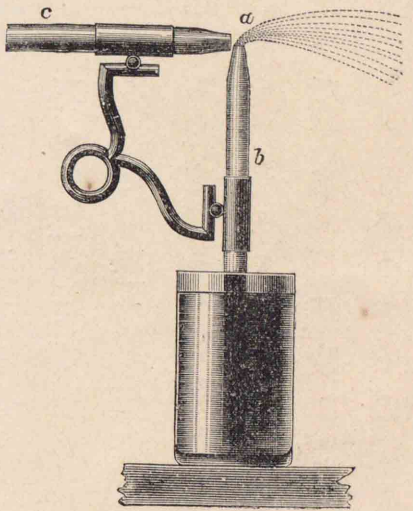


空氣ポンプの構造

平板上に硝子鐘を覆ひて、活塞を引き上げるときは、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。

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、次圖の如く水平の管cの細孔aの下に細管bを置きて、これ

霧吹の理



を液を入れたる器中に立て、
aより氣體を噴出せしむれば、
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。

第四章 運動

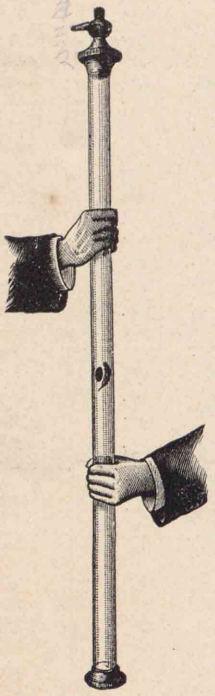
速度。運動する物體が、單位時間に進むべき距離を、速度といふ。例へば、二時間に十六里を行く汽車の速度は、毎時八里なり。

およそ物體の運動には、必ず上下、左右などの方向あり。而し

Handwritten notes in the top margin of the left page, including the characters '速度' (velocity) and '方向' (direction).

て人の歩行するが如き、汽車の進行するが如きは、運動の方向時々變化す。速度といふ語には、この運動の方向をも含めて言ひ表すことあり。

落體。銅貨と羽毛との如く、重さの異なる二物體を、同時に同處より落ちしむるに、銅貨は羽毛よりも速に落ちること



常に見るが如し。されども、この二物體を共に圖の如き長さ真空管の中にて

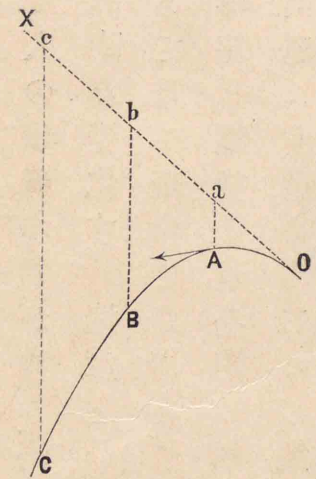
物體の落ちるに遅速ある所以
落體の速度

落ちしむるに、同時に管底に達するを見る。これによりて、空氣の抵抗することなきときは、物體はその輕重に關せずして、同時に落下するものなることを知るなり。また、物體の落下する模様を観るに、降り行くに、隨ひ次第に

その速度を増す。これ、重力が絶えず作用するによる。實驗に徴するに、重力は物體に作用して、一秒毎に毎秒九百八十一、即ち毎秒三十二尺の速度をこれに與ふるものなり。一般に、いかなる場合にても、力が一物體に作用する間は、物體はその力の方向に毎秒一定の速度の變化を受くるものなり。

三画 抛射體

物體を斜に投げ上ぐるときは、物體はその初に與へられたる速度のために、投げ出されたる方向に進まんと



し、同時にまた重力の作用によりて下方に落ちんとす。されば物體は、この二つの作用によりて、彎曲せる道を畫きて進行し、終に地上に墜つべし。この曲

線を抛物線と名づく。

三五

作用及び反作用

湖上に浮べる二舟ありて、甲舟より綱にて乙舟を引くときは、乙舟が甲舟へ引き寄せらるゝと同時に甲舟も亦乙舟へ引かれ、共に相近づく。またこの兩舟の相接せるとき、甲舟が乙舟を押すに、これがために乙舟の押し退けらるゝと共に、甲舟も亦押し退けらる。大砲を發射するとき、砲が背進するも、亦この例なり。これによりて、作用あれば、必ずこれに伴ふ反作用のあるを知る。實驗の結果によるに、作用と反作用とは、その力の大きさが相等しくして、その方向は正に相反す。

三六

衝突

運動せる物體を靜止せしむるに要する力の大小は、その速度と質量とに關す、速度及び質量が大なれば大なるほど、大なる力を要す。また力の作用し始めてより物體の靜

衝突の効果を減殺する方法

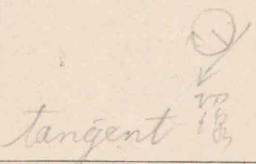
止するまでの時間の長短にも關す。その時間短ければ短きほど、大なる力を要するなり。例へば疾走せる二つの汽車の衝突する場合には、極めて短き時間に多大の質量及び速度を有する汽車を靜止せしむるが故に、その間に作用する力は極めて大ならざるべからず。通常衝突の際に生ずる慘狀はこれによるなり。また槌を振り上げて杵を打ち込むことを得るも、この理による。

三七

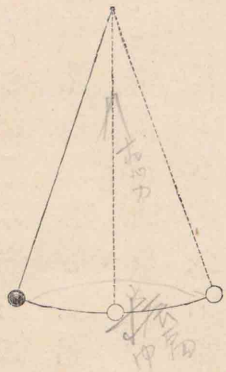
圓運動。絲の一端に錘を吊るして振り廻し、錘に圓運動を

圓運動をなさしむる力

天體の運動



三六



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。圓運動をなす物體に作用しつゝある求心力が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向に飛び去るべし。月が地球の周圍を回轉し、或は地球が大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。
振り子。絲の一端を固定して、他端に錘を吊るしたるものを**振り子**といふ。今圖の如く錘を一方に引きてこれを放

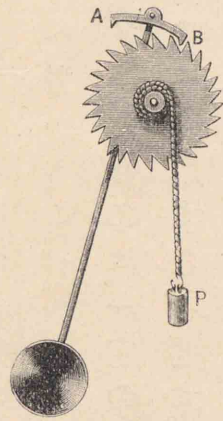
つときは、錘は左右に振動して暫くは止まざるべし。この左右兩端の距離を**振幅**といひ、錘が振幅を一度往復するに要する時間を**週期**といふ。

實驗によると、振幅の小なる間は、週期は常に一定の値を有す。これを**振子の等時性**といふ。また週期は振子の長さ長きほど大なり。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。

柱時計の要部

三九

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

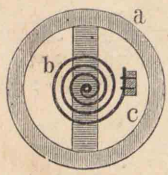


の要部は、圖に示すが如くアンコアといふ金屬片ABと、これより下がる振子と齒輪とより成り、この齒輪はその軸に巻たる綱の下端に吊るせる錘Pのために常に回

轉せんとす。今振子が左右に振動するとき、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

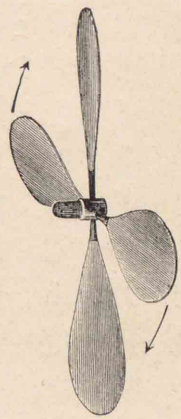
弾性體の等時性振動



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弾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、その弾性のために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

四〇

汽船の進行する理

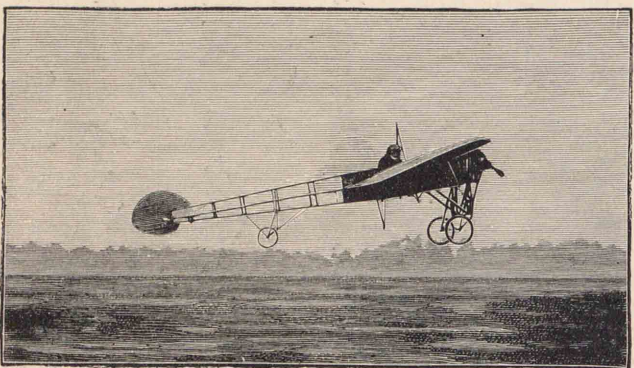


にも錘の代にゼンマイを用ゐたるものあり。
推進機。通常汽船の水中を進むは、**推進機**の回轉による。
 推進機は次の圖の如く回轉軸の周に直角に出づる三箇或
 は四箇の聊か振れたる翼を有し、
 その軸は機關によりて回轉す。
 今推進機を船尾に取附け、その軸
 を回轉せしむれば、翼はその回轉
 に伴ひて水を押し、水はその反作用によりて推進機を押
 すが故に、船は進行するなり。而して船の方向を變ずるには
 船尾に備へたる舵により、舵を右に傾ければ水の壓力は舵
 の右側に作用して、船尾を左へ、船首を右へ向く。
飛行船は輕き瓦斯を充たせる氣囊の下に輕きボート形の
 乗物を吊るし、この吊船に上下、左右の舵及び推進機を取附

舵の用

飛行船の進行

飛行機の飛揚及び進行



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、その速度が一定の値に達す
 るときは、翼の下面に及す空氣の上
 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
 飛行機の飛行の狀なり。

第三篇 熱 學

第一章 温度及び熱

一 **温度**。手を温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、**温度**といふ語を用ゐ、暖なる物體は冷なる物體よりも**温度高し**といふ。

二 **熱**。一物體に温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。また物體の温度がいかに變化するも、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。

温度の異なる二物體を相接觸せしむれば、**熱**は次第に温度の高き物體より温度の低き物體に移りて、兩物體の温度は

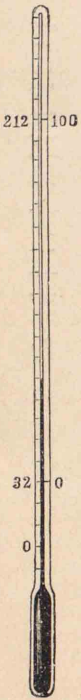
Quantity of heat
temperature

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、



温度の昇るに隨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。先この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騰せる湯より出づる蒸氣の中にさし入れて、水銀面のあ

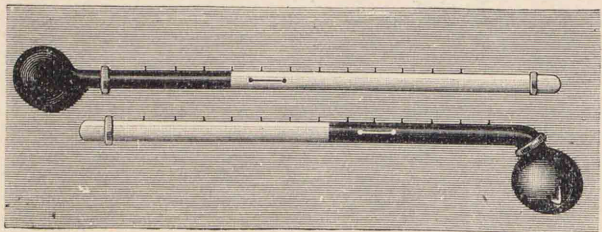
一種の度盛

る處を標し、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。

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small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

最高寒暖計の構造

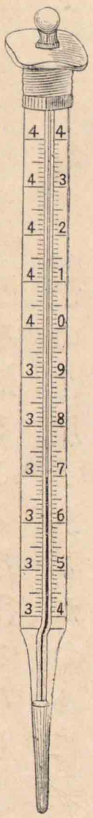
最低寒暖計の構造



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ひてこれを水平に置き、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く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収縮するときは、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、攝氏の度盛を用ゆ。この寒暖計にては、次の圖



の如く、その球と管との相連なる頸

部に當りて、管内に小なる障礙物を封ず。されば水銀が膨脹するときは、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。

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

五 比熱。 或物質の溫度を一度だけ高むるに要する熱量と、同質量の水の溫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溫度を

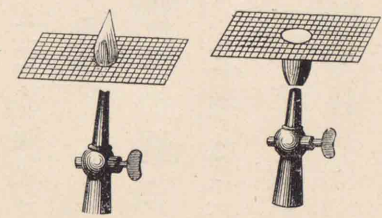
一度だけ高むるに要する熱量を、カロリーにて表したるものに等し。

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。

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、

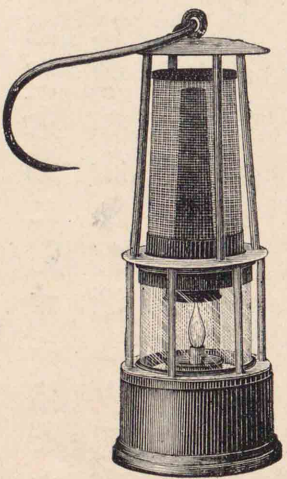
硝子棒にては、少し熱源を隔てたる球は容易に落つることなし。これ銅が熱を導くこと硝子よりも良きがためなり。一般に金屬は熱の良導體にして、液體及び氣體は熱の不良導體なり。而して通常、金屬に觸るゝとき、同じ溫度の毛布その他の不良導體に觸るゝときよりも冷に感ずるは、金屬が手の熱を奪ひ去ることの速に且大なるによるなり。

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に置きて、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燒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



安全燈の理

に基づきて造り、下圖の如く銅網にてランプを包みたるものなり。

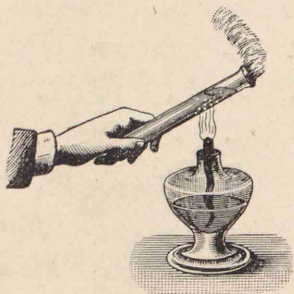


七

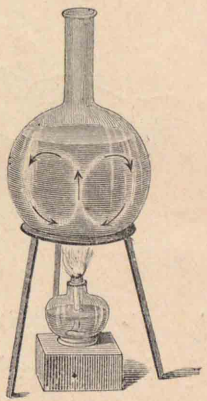
熱の對流。 左圖の如く細長き

硝子管に零度の水を盛り、その底に氷片を入れおき、これを斜にして口の近く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、これがために膨脹して密度を減じ、上昇して上部の密度の大なる水と交代し、次第に全体の水の熱せらるゝ



煙突の用



こと上圖に示すが如し。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は、下部にて熱せられたる水が對流によりて熱せらる。液体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。

煙突は燃燒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。

八

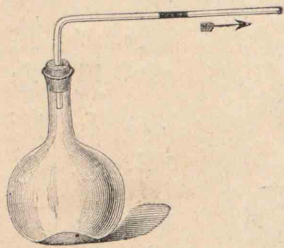
熱の輻射。日向に出づれば暖に感じ、火焰に對するもまた同じ感覺を生ず。これらの場合には、熱は恰も熱源より四方に射出せられて、吾人に達するが如く、その中間に物を挿むときは、その作用直に止む。この現象を熱の輻射と名づく。太陽、火焰その他高溫度の物體の外、通常の溫度にある物體

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

九

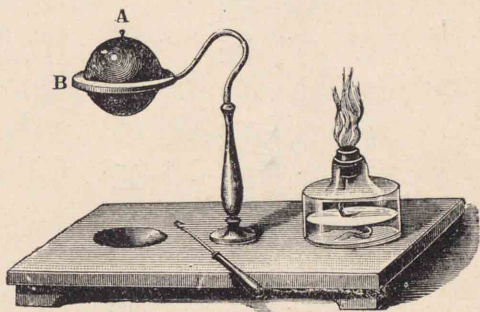
氣體の膨脹



物體の膨脹。およそ物體は、その溫度昇るに隨ひ、次第に膨脹するものにして、氣體は特に著し。今ガラス鑊に栓を施し、これにガラス管を挿入し、その上部を水平に曲け、此處に水銀の一滴を入れて、鑊を熱するときは、水銀滴は忽ち管口へ壓し出さる。これ鑊内の空氣が膨脹するによるなり。實驗により、多くの氣體は零度攝氏による。以下同じより、百度まで熱せらるゝときは、その原體積の十分の三七だけ膨脹するものなり。

液體の膨脹

次に、着色したる液體を鑷に充て、細きガラス管を挿入したる栓を施して、これを熱するとき、液體が次第に管内に昇るを見る。これ液體が膨脹するによるなり。而して、液體の膨脹する割合は、その質によりて同じからず。例へば、零度より



り百度まで熱するに、水はその原體積の百分の四、膨脹すれど、水銀は僅にその百分の二、膨脹するに過ぎず。また、眞鍮環と纜にこれを通過することを得る銅丸とを取り、この銅丸を熱して後に試みるに、眞鍮環を通過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。而して、固體は氣體、液體に比するに、その膨脹、更に、小にして、零

一〇

度より百度まで熱するに、鐵は長さ千分の一、體積千分の三、膨脹し、銅は長さ千分の二、體積千分の六、膨脹す。

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るが故に、水晶を融して造れるフラ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

温度の變化が時計に及ぶ影響

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。懐中時計にありても、テンプの膨脹によりて同様の結果を生ず。

二

例外の膨脹。 およそ物體はその温度の昇るに随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、これより温度の昇るに随ひて始めて漸く膨脹す。寒夜、池水の凍結するを見るに、その表面の漸く冷ゆるに随ひ、この部の水は密度漸く大となりて、下降すれど、温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

水の膨脹

水が表面より凍結し始むる理

第三章 融解及び蒸發

水がまづ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。

三

融解。 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、寒暖計は一定の温度を示して昇ることなし。この温度を氷の**融解點**といひ、攝氏寒暖計の零度なり。蓋し、この間に加へられたる熱量は、たゞ氷を水の状態に變ずるに費さるゝものにして、かく固體を同温度の液體になすに要せらるゝ熱を**融解熱**といふ。

融解點は物質によりて異なること次に示すが如し。

融解熱

融解點

融解

melting

凝固
融解
Energy
Energy
Energy

融解に伴ふ體積の變化

白金	一八〇〇度	金	一〇六四度
銀	九六〇度	鉛	三二七度
錫	二三〇度	氷	〇度
水銀	零下三九度		

およそ、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、活字用の合金などもまた然り。これらの金屬が鑄造に適するは、この性質によるなり。

三

凝固及び凝固點

凝固。 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**といふ。通常、一物體の凝固點はその融解點に等しく、液の全部が凝固し終るまでは、その溫度降ることなし。而して、凝固の際に、融解熱に等しき熱量を放出す。

四

寒劑。 二種或は三種以上の固體が互に溶解するときには、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て混合するとき零度以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。かゝる混合物を**寒劑**と名づく。

五

蒸發。 液體を皿に入れて、放置するときはその量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、液體によりて遲速あり。例へばアルコールは水よりも蒸發し易く、エーテルはアルコールよりも蒸發し易し。蒸發し易き性を特に**揮發性**といふ。次に、密閉せる器中に皿を置くときは、蒸發の量に限ありて、

水一立方センチメートルの重さ
は、三十一度、カドリー、
蒸氣の重さは、
三十三度、カドリー、
蒸氣の重さは、
三十三度、カドリー、
蒸氣の重さは、

いかに長き時間を経とも、一定の温度にありては、この量を超ゆることなし。かく蒸發作用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。最大壓力は温度の上昇と共に増加す。されば、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、温度の上昇及び風は蒸發作用を催進するものなり。

二六

沸騰點と氣壓との關係

沸騰 徐に液體を熱するときは、初は液體の表面より蒸發するのみなれども、一定の温度に達するときは、その内部より盛に氣泡を發して蒸發するに至る。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、温度は昇ることなく、たゞ益々液體が氣體に變ずるのみなり。この温度を**沸騰點**といふ。沸騰點は著しく氣壓によりて變化し、氣壓大

なれば大なるほど高く、小なれば小なるほど低い。

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。一般に液體を同温度の氣體に變ずるに要せらるゝ熱を**蒸發熱**といふ。逆に、氣體が液體に變ずるときは、**蒸發熱**と等しき熱量を放出するものなり。

およそ液體が氣化するときには、蒸發熱をその周圍より吸收するが故に、寒冷を伴ひ、氣體が液化するときには、これと等量の熱を放出するが故に、温暖を伴ふものなり。

二七

蒸餾 物質はいづれも、その固有の沸騰點を有するが故に、次の圖の如く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づ蒸發す。さればこの蒸氣を冷却して液化せしむるときは、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、混合溶液をその成分

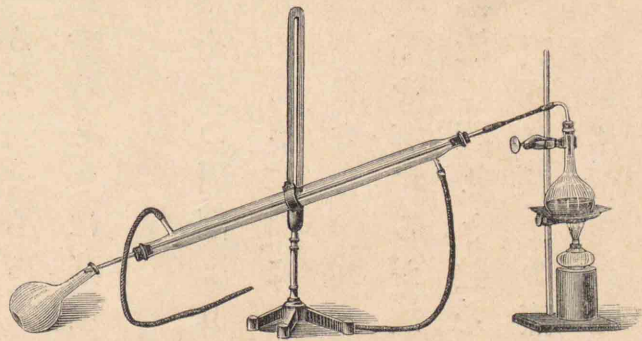
に分離することを得。石油の精製などその例なり。固體を溶解せる液體もまた蒸餾によりて、その溶液より溶質を分離することを得。海水より食鹽または淡水を得るは、この例なり。

一八

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が降るに隨ひて、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、露點より降るときは、その一部は液化して微細なる水滴となる。**雲霧**は即ちかかる水滴が空中に浮遊せるものにして、その相集りて落ち來ると

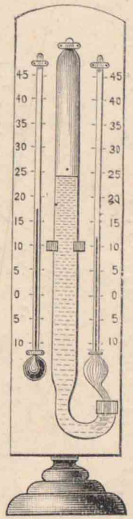


一九

濕度。 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。故に空氣の乾濕の度即ち**濕度**は空氣中にある水蒸氣の多少によらずして、現在の水蒸氣が飽和の状態に遠きか近きかによりなり。

濕度を測るには、通常**乾濕球濕度計**を用ゐる、この器は次の



圖の如く二個の寒暖計を並べ、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多く、濕度大なるときは蒸發少なし。隨ひて兩寒暖計の示度に差違を生ず。故に此差違の多少によつて濕度の大小を知ることを得べし。

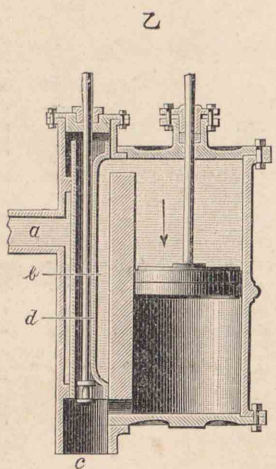
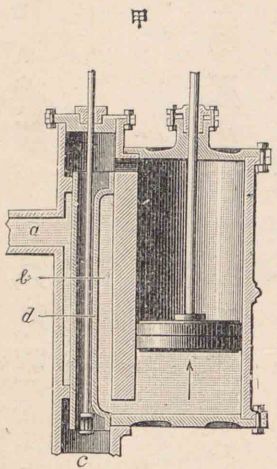
第四章 諸種の機關

二〇

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。今その一斑を説明せん、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dが次の圖甲

蒸氣機關の説明

の如き位置にあるときは、aよりbに出でて圓筒に入り、活塞を下方より押して、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

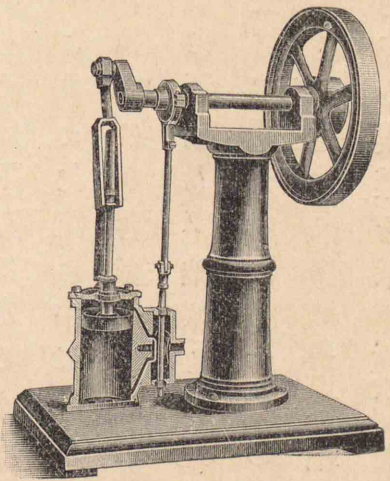


圖乙の如くになり、aより入りてbを通り來れる水蒸氣は、圓筒の上部に入り、活塞を下方へ動かす、その下方にある水蒸氣をcよりまた空氣中に逃れしむ。かくの如く、活塞は代るく上下に運動し、車軸はこの運動を受けて絶えず回轉す。次の圖は活塞の運動によりて車軸の回轉する模様を示す模型なり。

蒸氣機關の使用は甚だ廣く、諸種の工場に運轉しつゝある多くの機械、或は鐵軌の上を馳走しつゝある汽車の如きも、この機關の作用によるなり。

三

瓦斯機關。 瓦斯機關にては、石炭瓦斯と空氣との混合物を逐次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。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、これを空氣と混じて圓筒内に導き、前記瓦斯機關の石炭瓦斯の役目をなさしむ。



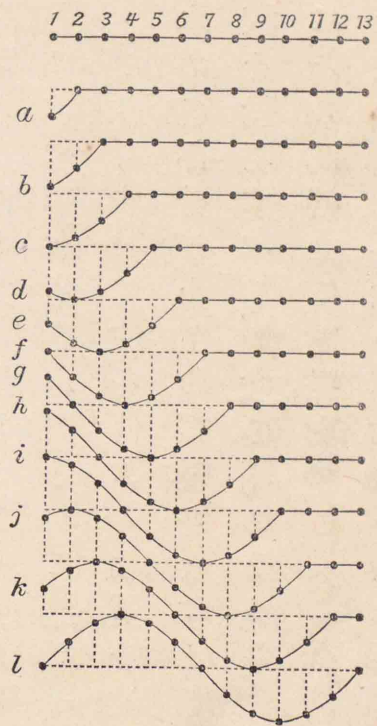
第四篇 音響學

第一章 音 波

横波の振動の様

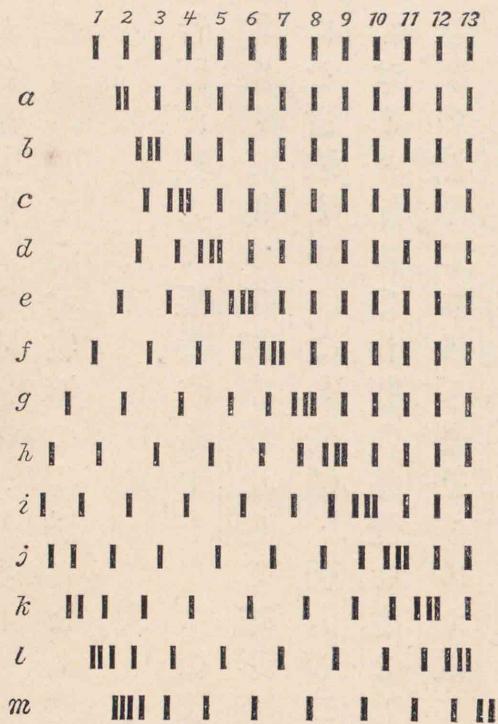
波動。 靜なる水面に石を投ずれば、その部分の水は上下に振動し、その運動次第に周圍に傳り、これがために圓形の波が四方に傳播するを見る。かくの如き運動を**波動**といふ。この際、水は波と共に進むが如く見ゆれど、實は然らず。これ水上に浮べる木葉等が波と共に進行せざるを見ても知らるゝなり。すべて波を傳ふる物質を波の**媒質**といふ。今水の各部分が上下の振動をなすとして、波形の進行する模様を説明すべし。次の圖の1 2 3 …… 13を水面上、等距離にある隣接せる諸點とす。これらの諸點の振動の週期を各十二秒とし、各點の運動は、いづれもその前にある點の運

縦波の振動の様



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

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



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るれば、第一、二、三……秒後の諸點の位置は、a b c …… の諸列にて

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

音の源

二

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。

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。

發音體が烈しく振動するときは、次の圖に示すが如く、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

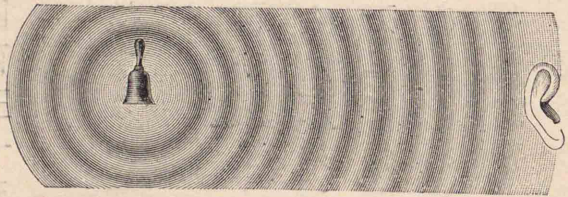
十五度、溫度より、
光、波、三、倍、米
音、波、三、百、早、若、傳、

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、固體の中にも傳播す。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。

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。實驗によるに、音波の速



音波

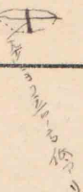
度は温度によりて多少異なれど、空氣中には攝氏十五度のとき、一秒につき約三百四十米にして、約千百尺に當る。而して固體及び液體にありては、音の速度は空氣中に於けるよりも著しく大なり。例へば水中にては毎秒千四百三十五米にして、鋼鐵にては毎秒五千米なり。

四

室内に於ける音の反射

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、音波もまた障礙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る所にして、これ音が水面より反射するによるなり。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。山彦もまた音の反射に基づく現象なり。通常、室内等の如く、障礙物の近く存する場合には、反射の音

振巾



音の二種

五

の來ること速なるが故に、別々に聽き取るを得ず。

第二章 音の性質

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。

六

音の強弱。強く琴を弾じて、絲の振動の幅即ち振幅大なる

ときは、その音強く、弱くこれを弾じて絲の振幅小なるとき

は、その音弱し。また鐘を鳴らすに、強く撞くときは、振幅大

にして、その音強く、軽く撞くときは、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りて生ずる

ものなり。

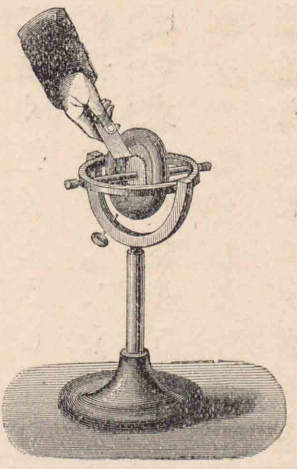
七

音の高低。次の圖の如く一つの齒輪を回轉し、次第にこれ

音の強弱と振幅との關係

二階の音階
振動数
三階の音階
五階の音階
七階の音階
九階の音階
十一階の音階
十三階の音階
十五階の音階
十七階の音階
十九階の音階
二十一階の音階
二十三階の音階
二十五階の音階
二十七階の音階
二十九階の音階
三十一階の音階
三十三階の音階
三十五階の音階
三十七階の音階
三十九階の音階
四十一階の音階
四十三階の音階
四十五階の音階
四十七階の音階
四十九階の音階
五十一階の音階
五十三階の音階
五十五階の音階
五十七階の音階
五十九階の音階
六十一階の音階
六十三階の音階
六十五階の音階
六十七階の音階
六十九階の音階
七十一階の音階
七十三階の音階
七十五階の音階
七十七階の音階
七十九階の音階
八十一階の音階
八十三階の音階
八十五階の音階
八十七階の音階
八十九階の音階
九十一階の音階
九十三階の音階
九十五階の音階
九十七階の音階
九十九階の音階
一百階の音階

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／＼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大なるほど、その音高し。されば音の高低は、單位時間、に發音體の振動する度數、即ち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、毎秒三十回より五萬回までの間にあり。



音の高低と振動數との關係

吾人の聞き取り得べき音の高さ

八階の音階
Octave

主音

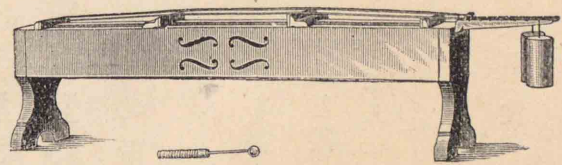
八音の調和。 二つの樂音を同時に聞くに、愉快なる感を起すことと然らざることとあり。一般に二音の振動數の比が例へば 1:2 2:3 3:4 等の如く簡單なるときは、耳に快感を生ぜしむ。かくの如き二音は互に調和すといふ。

九音階。 互に調和する諸音を並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。ヒの振動數に對する他の音の振動數の比を示せば左の如し。

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

一〇音色。 一絃琴は、次の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

音色の差



ずるに、その振幅及び振動数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模様にも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、人によりて多少音色を異にするによるなり。

第三章 發音體

二

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

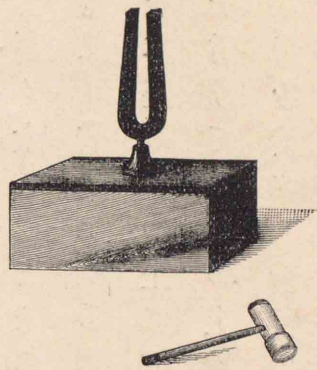
音の高低と絃の太さとの關係

三

二 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、これを弾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。

三 音叉。 音叉は次の圖の如く、U字形の鋼鐵に柄を付け、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付けて、音叉の上端を打つときは、鋼鐵は振動して鬮鳴たる音を發す。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。

樂器の胴または箱の用



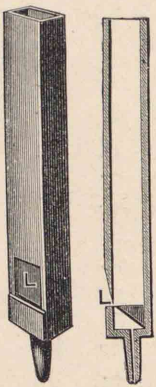
二箇の音叉の共鳴

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めし。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、明にこれを聴くことを得ず。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。

音叉の臺をなせる箱は、音を強大ならしむる用をなす。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。

二三

風琴管。風琴管は圖の如き木製の管にして、空氣を吹きこ



む細孔と楔形の唇とを具ふ。今下端の孔より空氣を吹き入るときは、この空氣は先唇に當りて複雑なる振動をなし、管内の氣柱はこれに應じて振動し、愉快なる音を發して鳴る。風琴

音の高低と管の長さとの關係

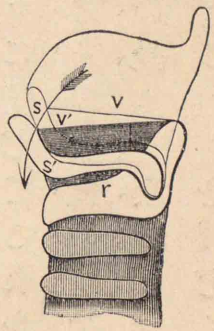
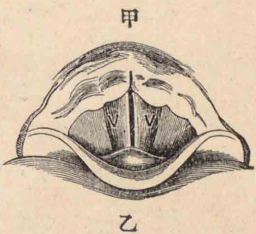
管の長さを種々に變じてこれを吹き、音の高低を比較するに、管の長さは、その音低く、管の短きは、その音高し。即ち音の高低は、管の長さに、反比例す。横笛、尺八等の樂器は、風琴管とその發音の性質を同じくす。これを吹くとき側面の孔を開閉するは、氣柱の長さを増減して音の高低を生ぜしめんがためなり。

二四

聲帶。吾人の音聲は、喉頭にある聲帶と名づくる左右二枚

發聲器

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 の間隔の閉ぢたる状を示す。圖乙はその左の側面を



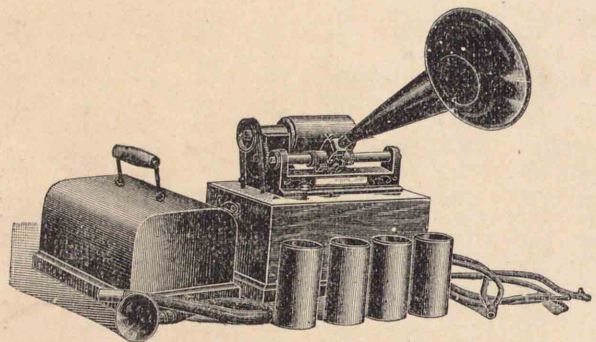
表はす、吾人は、筋肉の作用によりて、聲帶の著きたる甲狀軟骨を自在に S より S' に動かして、聲帶を V より V' にまで緊張するを得るが故に、音聲の高低を種

種々の音聲を發することを得る理

種に變ずることを得。聲帶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。聲帶の振動するときは、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

蓄音機の構造

一五



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、後に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淺く蠟管に刻す。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。

第五篇 光學

第一章 光の直進

Light

一 發光體及び暗體。太陽蠟燭の焰、その他燃焼しつゝある薪の如く、自ら光を發する物體を發光體light bodyといひ、木、石、紙等の如く、自ら光を發せざる物體を暗體dark body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。

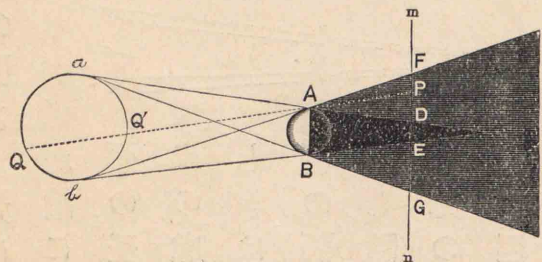
二 透明體及び不透明體。空氣、水、硝子等の如く、これを隔てて明に他の物體を見ることを得るもの、即ち善く光を通過せしむるものを透明體といひ、金石、土、木等の如く、これを隔てて他の物體を見ることを得ざるもの、即ち光を通過せしめざるものを不透明體といふ。十分に透明なる物體は、物體そのものをも見ること能はず。空氣及びよく磨きたる薄き

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。

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に投げ、下部bより出づる光はそ

日蝕及び月蝕の起る理



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。

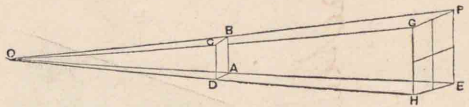
月蝕は、地球がその影を月の面に投ずるによりて生じ、その蝕分は日蝕の如くに處によりて異なることなし。

五 光の速度。嘗て光の進行には時間を要せざるものなりと

考へられたりしが、實測によりて、空氣中にては光の速度は、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、光の進行がいかにかに速なるかを知るべし。

六 光の強さ。

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。今燭火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り。これによつて、光の強さは距離の二乗に反比例することを知る。



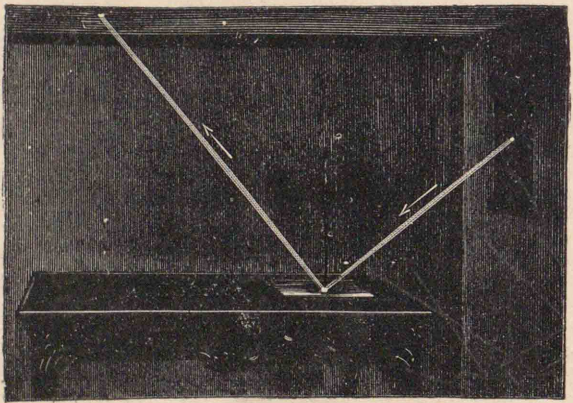
光度の單位

通常、鯨油にて製せる一定の蠟燭を燃して得らるゝ光の強さを一燭光といひ、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は十燭光或は十六燭光なり。

第二章 光の反射

七

光の反射。光が物體の平滑なる面を照らすときは、その一部は反射せらる。今暗室の側壁の小孔より日光を導きて、室内の鏡面に入射せしめ、その反射する有様を實驗するに、光の入射點において、鏡面に垂線を引くときは、反射光線は垂線と入射光線とを含む平面内に反射し、且垂



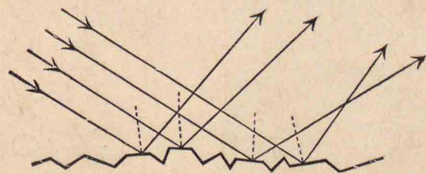
線と入射光線とのなす角は、垂線と反射光線とのなす角に等しきことを知る。前者を**入射角**といひ、後者を**反射角**といふ。

八

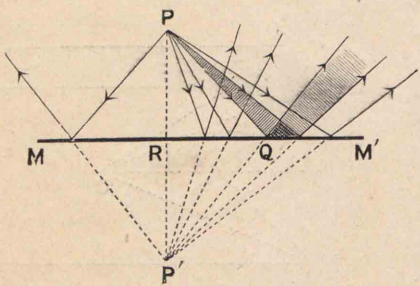
亂反射。 平行光線が平滑なる面に入射するときは、一定の方向に反射すれど、その面が平滑ならざるときは、反射光線は諸方向に發散すること、圖に示すが如し。一般に光線が粗糙なる物體の表面にあたるときは、反射光線は發散するものなり。この現象を**亂反射**といひ、亂反射をなせる光を**散光**といふ。通常、吾人がいづれの方向よりも物體を見ることが得るは、この物體の發散する散光によるなり。

九

平面鏡。 *Plane-mirror* 平面鏡の前に光點を置くときは、光



點は恰も鏡の背後の光點より鏡に至ると等しき距離にあるが如くに見ゆ。これ圖に示すが如く、光點Pより出づる諸



光線は鏡面MM'に當りて反射し、それら發散すれど、反射光線を反對の方向に延長したるものは、皆一定點P'を通過するによる。この點を光點の**像**といふ。

鏡の前に物體を置くときは、その各點は右に言へるが如く、鏡の背後にその像を作る。されば、物體の像は實物と同大にして、鏡の背後に現る、なり。

一〇

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

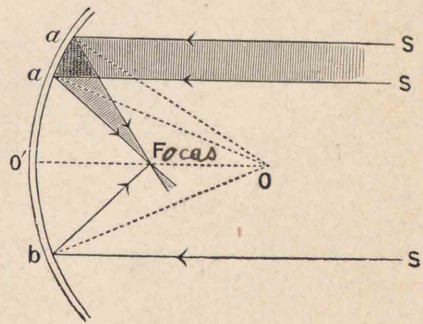
結ぶ線を鏡軸といふ。

暗室内にて、日光を凹面鏡の鏡軸に沿うて入射せしむると

Concave mirror

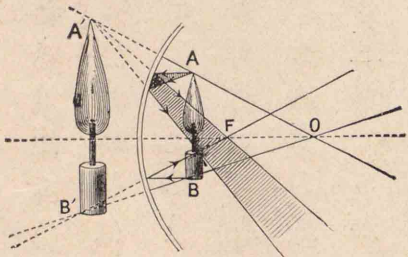
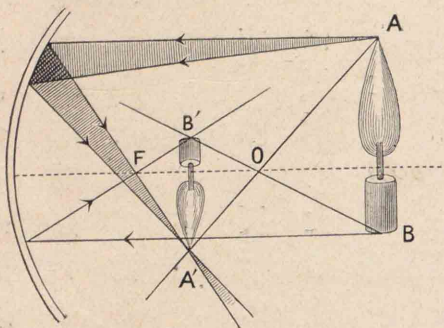
きは、光線は鏡軸上の一点に集合すること、空气中に浮べる塵埃の所在によりて容易に知ることを得べし。この点を**焦点**といふ。焦点は、鏡の中央を距ること、球の半径の半に等しき處にあり。この距離を**焦点距離**といふ。

今、暗室にて凹面鏡の前に、火を點じたる蠟燭を置き、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、燭火の像が最も明にこれに倒映するを見る。これ燭火の各點より出づる光が、鏡面に反射し來りて、これに集まるがためなり。この



凹面鏡の作る像

場合に、燭火が球の中心以外にあるときは、像は焦点と中心との間にありて、その大きさは實物より小なり。また燭火が球の中心と焦点との間にあるときは、像は中心より外方にありて、その大きさは實物より大なり。次に、燭火を焦点以内に置くときは、鏡の背後に、直立せる實物よりも大なる燭火あるが如くに見ゆ。されども、この場合には、ここに光が集まるにあらざるが故に、紙片を鏡の背後に置いても、像のこれに映ずることなし。かゝる像を**虚像**といふ。



虚像といふ。

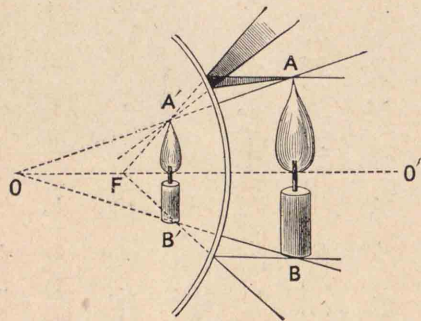
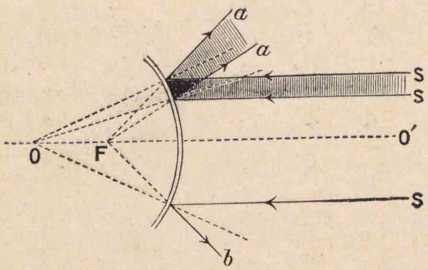
virtual image

real image

右に言へる、凹面鏡の反射における燭火とその像との關係を知るには、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、この光線には、鏡軸に竝行して出づるものと、球の中心を通過するものとの二つを選ぶを便なりとす。即ち反射の法則に據りて、鏡軸に竝行して出づるものは、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を得、隨ひて像の大きさと位置とを求むることを得べし。

また暗室内にて、日光を凸面鏡の鏡軸に沿うて入射せしむるに、光線は凹面鏡の場合の如くに一點に集まらずして、却つて發散すれども、鏡に向ひてこれを望むときは、鏡の背後の一點**虚焦點**より發するが如く見ゆ。これ、反射光線を反

凸面鏡とその虚像

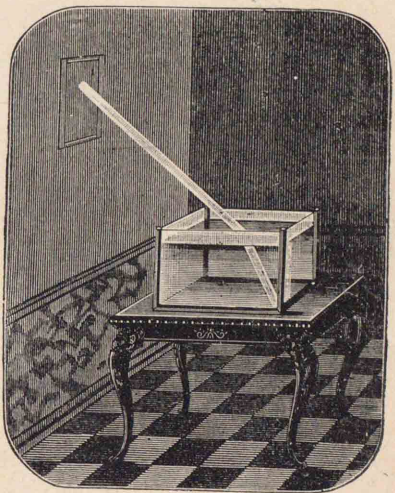


對の方向に延長したるものが、この點を通過するが故なり。また、燭火を凸面鏡の前に置くときは、鏡の背後に實物よりも小なる直立せる、虚像を見ること、凹面鏡の場合の如き作圖法によりて、了解することを得べし。

第三章 光の屈折

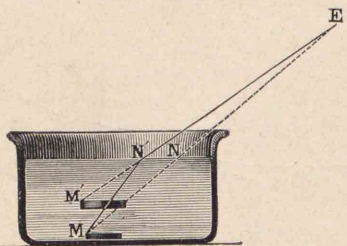
二 **光の屈折**。光が透明體の平滑なる面を照すときは、一部は反射すれども、一部はその物體に入る。この場合に、入射光

線の方向が面に垂直ならざるときは、物體中に進入する光線は、多少その方向を變ず。これを光の**屈折**といふ。



今、暗室内に、微小なる數多の塵埃を含める透明なる液體、例へば水を充てたるガラス槽を置き、細隙より日光を導きて、これを水面に入射せしむるに、日光は水中に入るとき、**屈折**す。而して、**屈折光線**は入射光線と入射點に引ける垂線とを含む平面内にありて、垂線に近づくを見る。この垂線と**屈折光線**との間の角を、**屈折角**といふ。日光が水面に垂直に入射するときは、**屈折光線**は其方向を變ずることなきも、その入射角が増加するに隨ひ、**屈折角**も

屈折の法則



亦次第に増加す。

また逆に、日光が水中より空氣中に出づるときは、**屈折**して、入射點に引ける垂線より遠ざかるを見る。多くの場合にては、**光線**が斜に疎なる物體より密なる物體に入るときは、**垂線**に近づき、密なる物體より疎なる物體に入るときは、**垂線**より遠ざかる。

實驗。

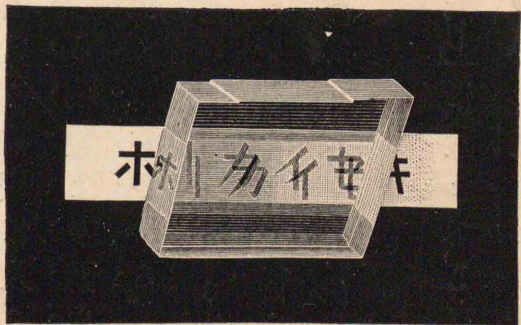
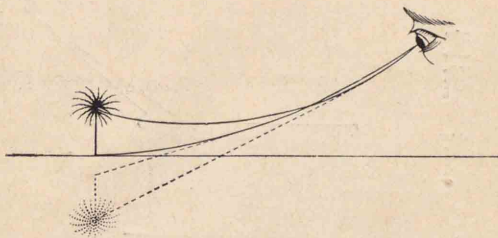
茶碗の中に銅貨を入れ、それが殆ど茶碗の縁に隠れて見えざる位置に眼を置きながら、徐に茶碗の中に水を注ぎ入る、ときは、銅貨は遂に浮き上りたるが如くに見ゆるに至る。これ銅貨より發する光線が水面にて**屈折**して、眼に入るによるなり。

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

三 大氣中の屈折。

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、晝間地面に近き大
氣の温度は著しく昇りて、その密度を減ず
るが故に、斯かる氣層を通過し來る光線は、
密度の大なる方に向ひて上圖の如く屈折
す。故に遠方の物體が倒立して下方に見ゆ



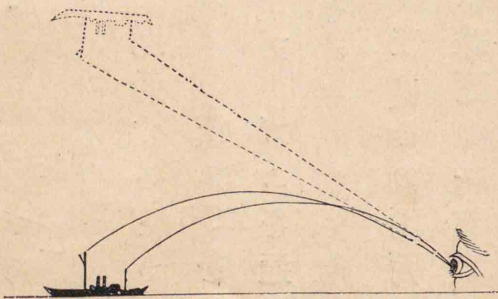
蜃氣樓の理

ることあり。また海面にて、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、下圖の如く、遠方にある
物體が倒立して、高く大氣中に現るゝこ
とあり。およそ、かゝる現象を蜃氣樓と
いふ。

一四

全反射。

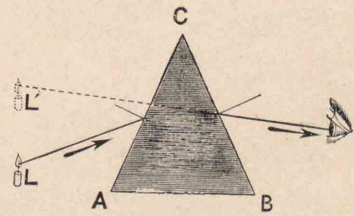
光線が密なる物質より疎なる
物質に進入せんとするに當りて、その入
射角が一定の値を超ゆるときは、光線は全部反射し、第二の
物質内に入ることなし。この現象を全反射といふ。今ビー
カーに半ば水を入れて下方より斜に水面を望むときは、水
面は輝きて銀白色に見ゆ。これ水面に入射し來る光線が全
部反射して、強き光を眼に送るが故なり。



全反射の例

二五 **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面に入射するときは、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を見るときは、Lは恰もL'にあるが如くに見ゆ。か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に屈折す。右圖のプリズムの頂角ACB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。

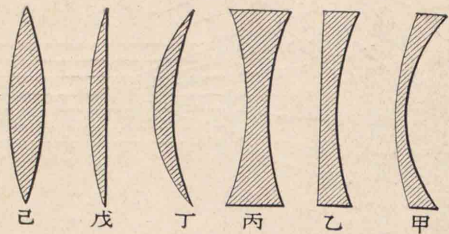
二六 **レンズ**。レンズは硝子の如き透明體より成り、その兩面は共に球面の一部に作られ、或はその一面は球面の一部に、他



レンズの種類

凸レンズに於ける日光の屈折

二七

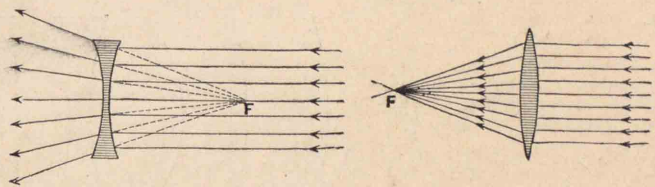


面は平面に作らる。眼鏡の玉の如きはその一例なり。上圖甲乙丙の如く中央の薄きものを**凹レンズ**といひ、丁戊己の如く、中央の厚きものを**凸レンズ**といふ。レンズの兩球面の中心を結べる直線をレンズの**軸**といふ。

レンズの焦点。今暗室内にて日光をその軸に平行して凸レンズを通過せしむれば、次の上圖の如く、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**焦点**といひ、レンズの中心よりこの點までの距離を**焦点距離**といふ。この場合に凸レンズの代に凹レンズを用ゐれば、日光はレンズを通過したる後發散す。されど、斯くの如く發散し來る光線をレンズの前に

凹レンズに於ける日光の屈折

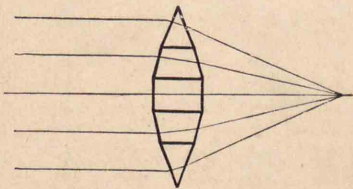
レンズの作用の説明



一八

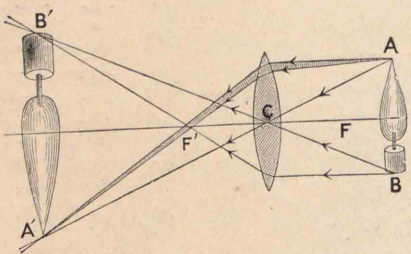
光線の屈折の模様を了解するを得べし。

燭火を凸レンズの一方の



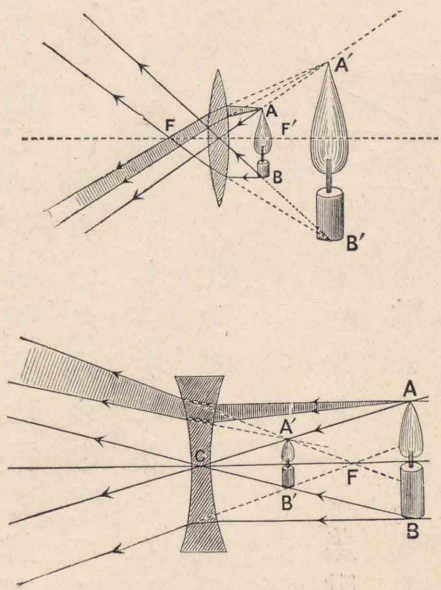
ありて望むときは、恰もレンズの後方なる一點Fより發するが如くに見ゆ。この點を**凹レンズの焦點**といふ。

下圖に示すが如く、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



焦點外に置き、その他方に衝立を立つるに、衝立が適當の位置を占むるとき、燭火は最も鮮明なる倒像をその上に作るべし。これ、燭火の各點より發する光が、一つ／＼レンズを通過し、屈折して、各一點に集まるが故なり。而して燭火を焦點より遠ざくるに隨ひて、像の位置は次第にレンズに近づき、その大きさも次第に減すべし。次に燭火を凸レンズの焦點以内に置くときは、その各點より出づる光はレンズを通過して、屈折したる後、一點に集まることなくして、却つて散開す。されども、屈折光線を反對の方向に延長するときは、各一點に會するが故に、この場合にレンズを透して物體を望むときは、その物體と同じき側に、遠く廓大せら

れて正立せる虚像を見るなり。これと同じく凹レンズを透して、物体を望むときは、亦物体と同じき側にて、レンズに近く、実物よりも小なる正立せる虚像を見る。すべてレンズの作る物体の像の大きさ及び位置を知るには、球面鏡におけるが如く、その物体の各点より出でてレンズの軸に竝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点を求むべし。レンズの軸に竝行に入射する光線は、通過の後、屈折して焦点を過ぎ、レンズの中心を通過する光線は、通



中心を通過する光線は、通

過の際、その方向を變ずることなし。

第四章 光學器械

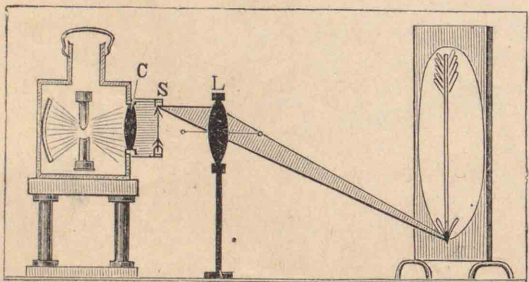
幻燈の構造

一九

幻燈。幻燈は下圖に示すが如く、箱の中央に強き發光體を置き、凹面鏡と凸レンズOと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、暗室内にて使用するものとす。

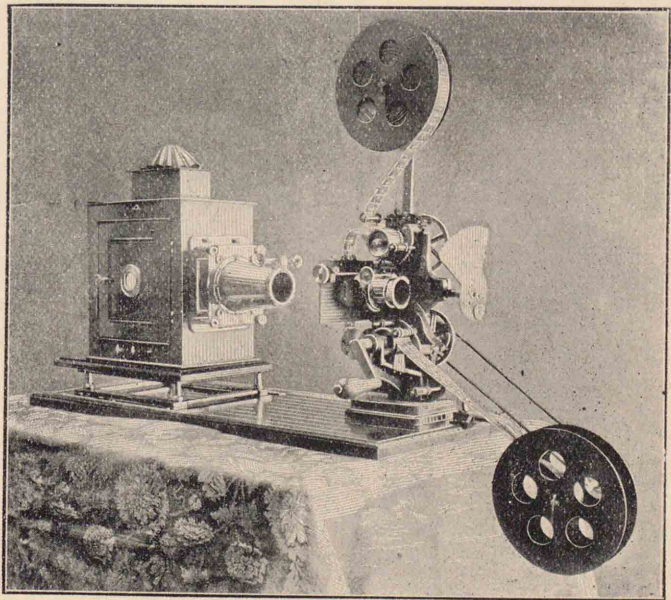
活動寫眞の理

運動せる物体を毎秒十數度順次に撮影



幻灯機
の構造

し、幻灯機械によりてその寫眞を同じ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。これ所謂活動寫眞にして、下の圖はその装置の圖はこれに用ゐるフィルム的一部分を示す。



二〇

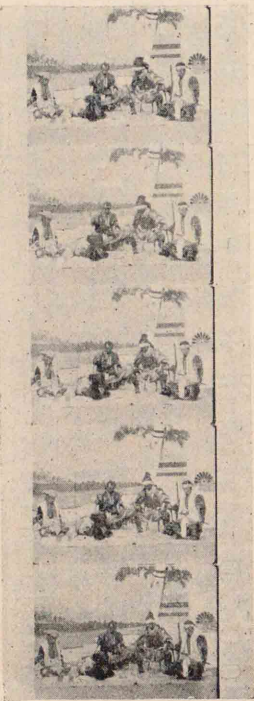
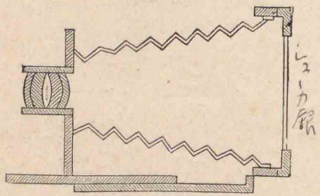
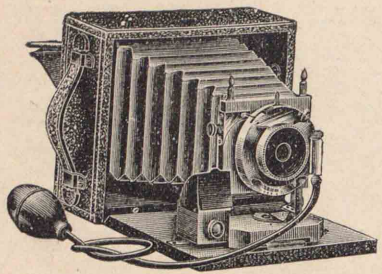
寫眞器

寫眞器の要部は暗箱なり。

暗箱はその内面を黒

寫眞器の構造

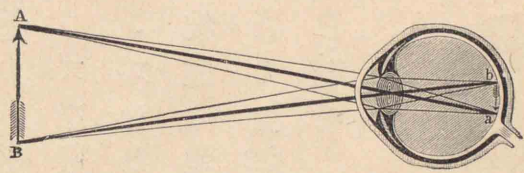
く塗り、前壁には凸レンズを嵌め、このレンズをして箱外の物體の像を後壁にある艶消硝子の上に映ぜしむる装置にして、前後兩壁の距離を適宜に變ず



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。上圖はその外形と縦断面とを示す。撮影するには、先づ蛇腹を伸縮して目的物の像を鮮明に艶消硝子の上に映ぜし

め、さて艶消硝子を撒して、光線に感じ易き薬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、その薬品が變化を生じたる後これを取りはづし、薬液に浸して現像せしめて、所謂種板を得。これを薬品を塗りたる紙面に焼きつけて、寫眞を製するなり。

眼。 眼は上圖の如く、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



眼球の構造

三

近眼及び遠眼の起る理

三

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の上に作らしむ。**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を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を能はざるものなり。かくの如き缺點を補ふには共に**眼鏡**を用ふる。

近眼鏡及び遠眼鏡の用

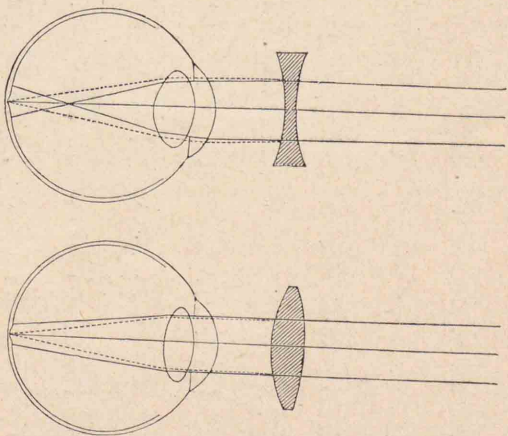
眼鏡の度

凸レンズはこれを收斂せしむる傾を有するが故に、近眼に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

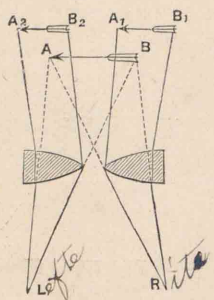
三

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、各一箇を作り、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



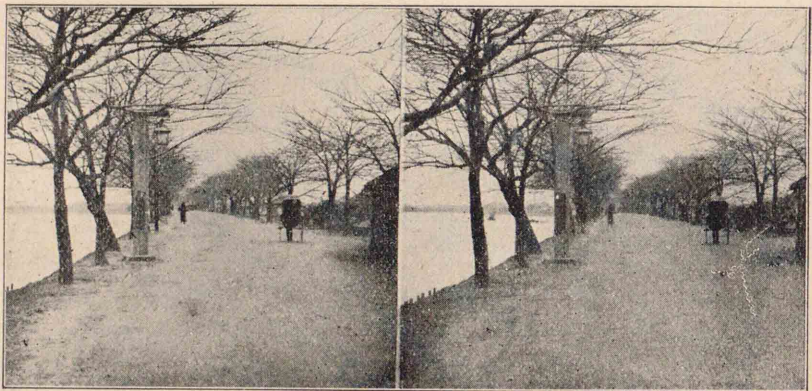
實體鏡の構造

體を見るが如くに感すべし。實體鏡は即ちこの理に基づきて造り、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_1, B_1 及び A_2, B_2 を右眼 R と左眼 L とにて別々

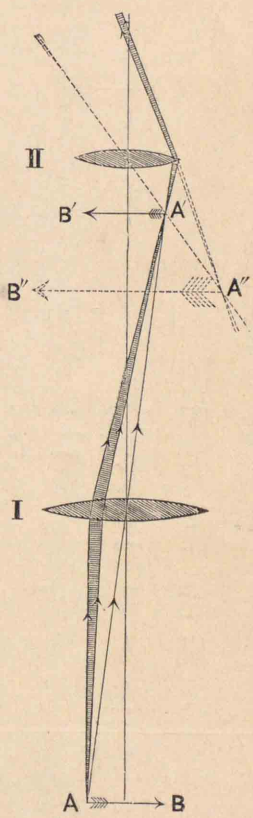
に見るときは、一箇の廓大せられたる立體 AB を見るが如く感す。下に示すは實體鏡に用ゐる寫眞にして、東京隅田川の東岸向島の景を寫せるものなり。



望遠鏡の要部

二四

望遠鏡。望遠鏡は、遠距離にある物体を近き處に現して明に見るがための器械なり。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のために物体ABの像は對眼レンズIIの焦點距離以内のこれに近き處に生じ、この像はIIによりて廓大せられ、倒立せる虚像をA''B''に作るなり。

望遠鏡の理

二五 雙眼鏡と望遠鏡との差違

二五

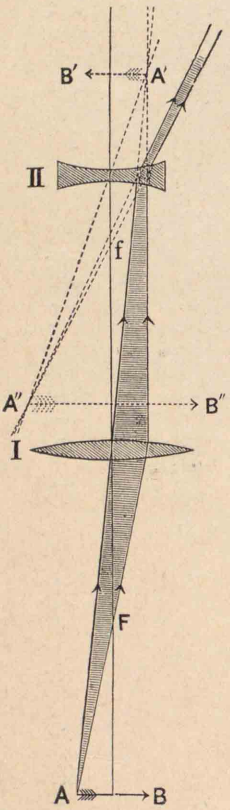
雙眼鏡

ネカリオ、望遠鏡、二、

雙眼鏡もまた遠距離にある物体を近く明に見るがための器械にして、その望遠鏡と異なるところは、圓筒の短きと物体の正立したる像を見ることを得るとにあり。

雙眼鏡の作用の説明

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。物体ABより發する光線は、Iによ

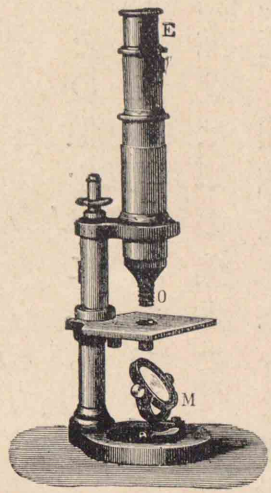
りてその像をA'B'に作らんとし、その途にある對眼レンズIIによりて發散せられて、正立したる虚像をA''B''に作る。FはIの焦點fはIIの焦點なり。

二六

顯微鏡

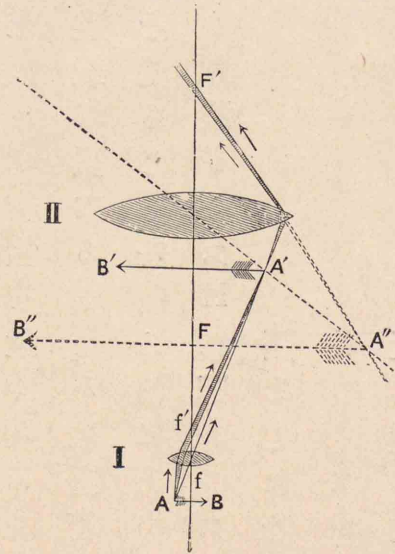
顯微鏡は微小なる物体を著しく廓大して見る器

顯微鏡の要部



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て見るなり。

顯微鏡に於ける光線の屈折の状は下圖に示すが如し。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、f'は



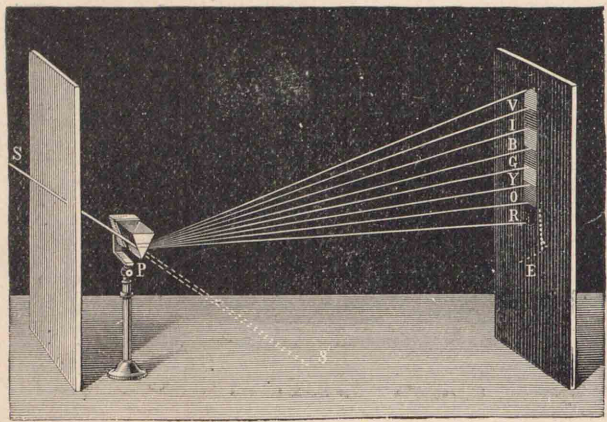
械にして、その外形は上圖に示すが如し。顯微鏡の要部は望遠鏡に似れど、ただその對物レンズの焦點距離甚だ小にして、物體を

顯微鏡の理

對物レンズの焦點、F、F'は對眼レンズの焦點なり。

第五章 光の分散

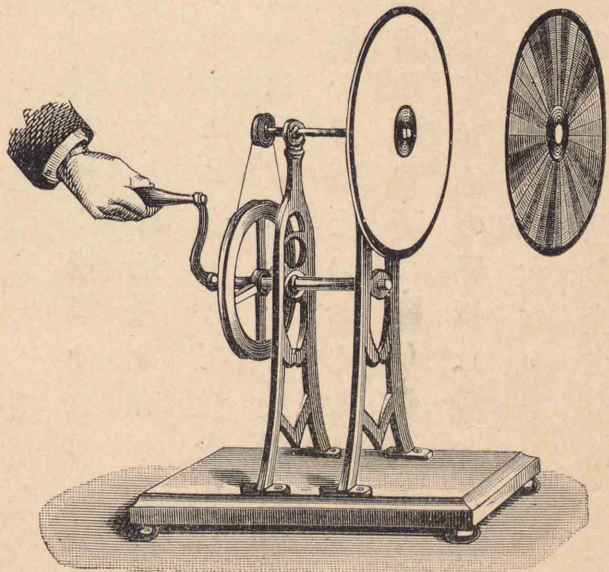
日光のスペクトル



分散。圖の如く暗室の壁に小孔を穿ち、これより日光SSを導き、孔の前にプリズムPを置いて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、綠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。



白色の分解

七色の混合

橙青
黄藍
黄綠
紅紫
青
紫
黄綠

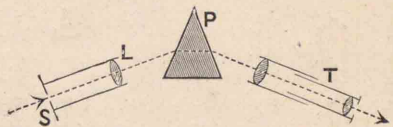
分光器の構造

二六

二つの色が相混じて白色となるときは、これらの色は互に餘色をなすといふ。また赤、綠、堇の三色を適當に混ずるときは、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より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。スペクトルの種類。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。

吸収スペクトルの説明

連続スペクトルの説明



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おもなるものに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

輝線スペクトルの説明

二元

物体が特殊の色を呈する理

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。

物体の色。 光が物体にあたる時は、その一部は物体の表面より反射せられ、他の一部は物体内に進入して、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。一般に物体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よるなり。

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

赤い上より光る、その色は、
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、おもに
綠色を悉く吸収するによる。

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
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。

透明體の色

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なり。

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。

三〇

燐光及び螢光。 硫化カルシウム、硫化ストロンチウム、弗化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。またフリュオオレシーンの溶液

露の彩色

三二

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。これらの色は光線の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。

虹。 ガラス球に日光をあてて眺むるときは、スペクトルに似たる美しい色の排列を見る。これ、球内に入射したる光が球外に出づるに當りて分散するによるなり。露が美しい彩色を帯ぶるも、この理による。**虹**は、日光が、空氣中に浮べる無數の雨滴に入射するによりて、生ずる同様の現象にして、鮮明なる七色の環帶をなす。時としては、一つの虹の外部に、これに比べては淡き、第二の虹を見ることあり。その色の排列の順序は、第一の虹に反す。

三三

光波。 音は發音體の振動が空氣に傳り、これに縦波を生ず

媒質

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。

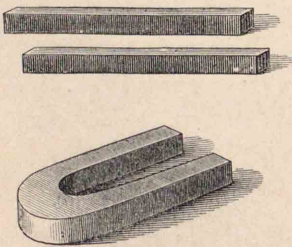
色の生ずることの説明

第六篇 磁氣學

第一章 磁石の作用

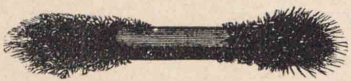
一 **磁石。** 磁鐵鑛といふ天然に産する一種の鑛物は、よく鐵片を引き付ける性を有し、この鑛物にて摩擦したる鋼鐵もまたこの性を受く。かくの

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。



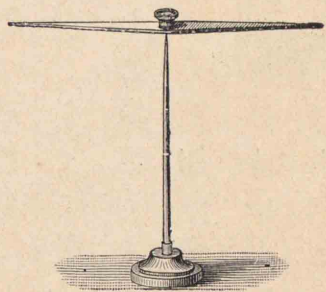
磁石を鐵粉中に埋めてこれを引き出せば、上圖の如く鐵粉は多くその兩端に集り、中央部に附著するもの極めて少きを見る。これによりて磁石が鐵

磁力の最も強き處



を引く力は、その両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きょくといひ、兩極を結ぶ直線を磁石の軸じくといふ。

磁針の向ふ方向

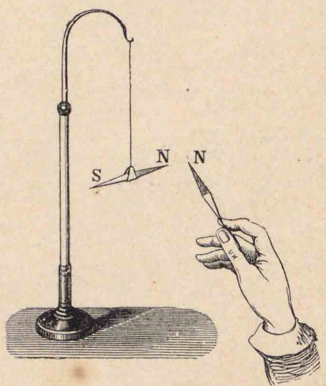


圖の如く、細長き磁石を中央にて支へ、水平の位置にありて自由に回轉することを得しめたるものを磁針じしんといふ。磁針はほゞ南北に向ふものにして、その北に向へる極を北極きたきょくといひ、南に向へる極を南極みなきょくといふ。通常、北極を表すにNを用ゐ、南極を表すにSを用ゐる。

同名の極は互に相引く

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



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、二つの磁石の同名の極は相斥け、異名の極は相引くことを知る。またこの引斥の作用は、兩極の距離の二乗に反比例して減少す。

三

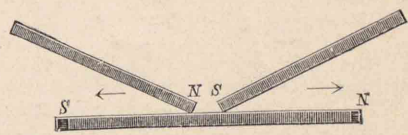
磁氣の感應

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じじやうに置かれたる鐵片が磁氣を帶ぶることを、磁氣の感應じきのかんおうといふ。

四

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ばしむるに、軟鐵は容易に磁氣を得れど、磁石を遠ざ

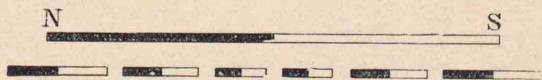


くれば、直にその大部分を失ふ。鋼鐵は磁氣を得ること軟鐵の如く容易ならざれど、一旦これを得れば、磁石を遠ざけても失ふこと大ならず。されば磁石を作るに鋼鐵を用ゐる。鋼鐵棒を磁石にするには、上圖に示すが如く二つの等しき磁石を取り、その異名の極を向ひ合はせて、棒を中央より兩端へ數度摩擦すべし。

五

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ざして、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

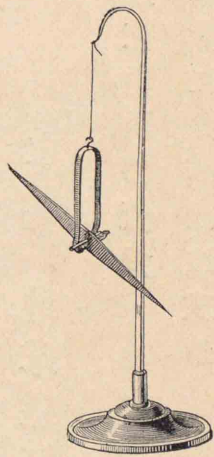
六

方位角及び伏角。

地球は一大磁石なり

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。

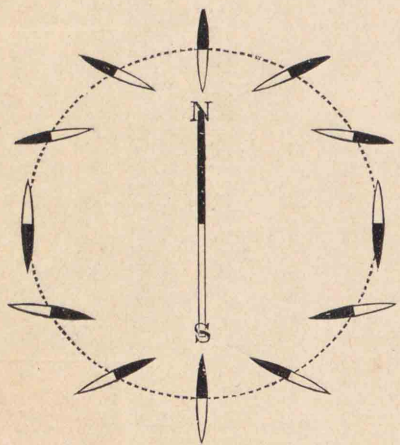


また次の圖の如く、磁針をその重心を貫ける水平の軸にて軽く支へて、自由に回轉することを得せしむれば、磁針は水平の位置に就かずして、その北極は、北半球にては下方に傾き、南半球にては上方に傾く。かくの如く磁針の軸が水平面となす角を**伏角**といふ。通常の磁針が常に水平の位置にあるは、少し重心をばづしてその支點を設けたるによる。

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

わが國に於ける
方位角及び伏角

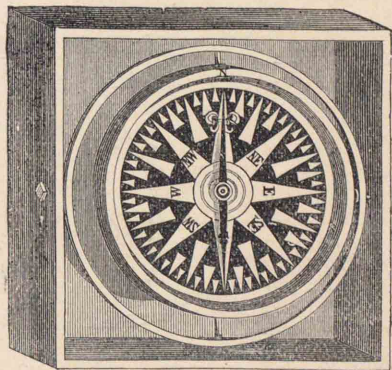
七



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



り。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

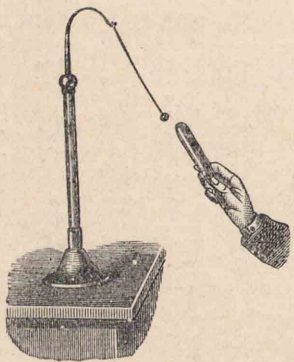
せる輕き圓盤に磁針を貼附したるものにして、通常、周邊を三十二等分して、これに一々方位を配す。また磁針の圓盤を容るゝ圓筒には、船の動搖に關らず常に水平の位置を保たしむべき装置を附す。圓筒の船の正面に當る處に指標を附し、指標の

第七篇 電氣學

第一章 電氣の作用

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。

帶電狀態の試験



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、兩球は互に相斥く。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、兩球は互に相引く。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

三

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。またこの引斥の作用は、二つの帶電體間の距離の二乗に反比例して減少す。

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。

導體及び不導體。絹布にて摩擦したる硝子棒に於ては、電氣は單に摩擦したる部分にのみ止まれど、硝子の柄を有する金屬棒を帶電體に觸るゝときは、電氣は直ちにその全部に擴がるを見る。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

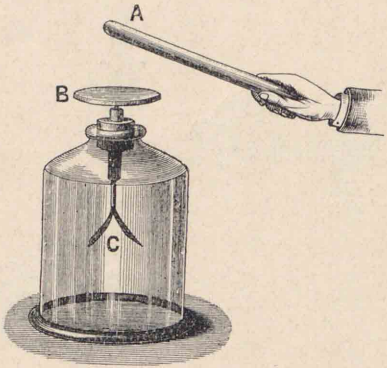
導體に帶電せしむること

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。但しその導體は不導體にて絶縁し、電氣の地球に逃逸することを防ぐを要す。

四

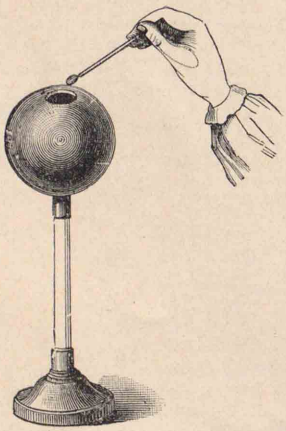
金箔驗電器。 帶電體が有する電氣量の多少を驗するには、**金箔驗電器**を用ゐるを便なりとす。この器は次の圖の如く、硝子罎の口にコルクを嵌め、これに金屬板Bを有する金屬棒を挿し、その下端に二枚の金箔Cを吊るしたるものなり。



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が故に、相斥けて左右に開くべし。かくの如く金箔の開く角度の大小によりて、電氣量の多少を知るなり。

五

電氣の配布。 次の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。

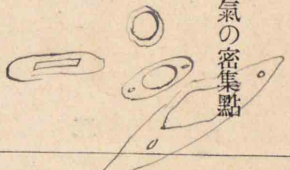


導體に於ける電氣の所在

電氣は表面に在り

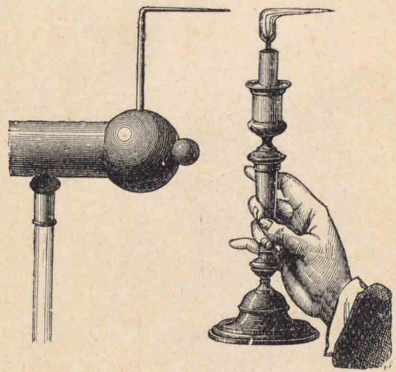
電氣の作用

電氣の密集點



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、これに觸れて電氣を帶び、一旦電氣を



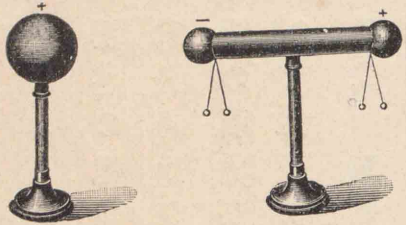
帶ぶれば忽ち斥けらる。かくの如くにして、導體の電氣はその尖端より次第に奪ひ去らるゝなり。さればこの尖端の附近には絶えず空氣の對流を生ずるが故に、上圖の如く燭火をこゝに置けば、その焰は恰も吹管にて吹きつけらるゝが如くなるべし。

電氣の作用

第二章 電氣の感應

六 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、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くときは、また自ら帶電するに至るものなり。而して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。
輕き小物體が帶電體に引き寄せらるゝは

電氣の作用

輕き物體が帶電體に引き寄せらるゝ理

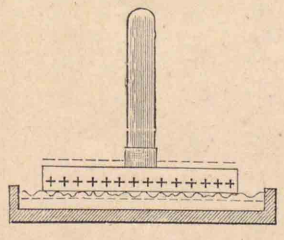
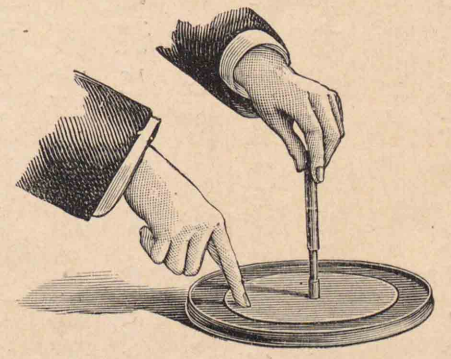
靜電氣
初電氣

世環、コイナ
空電氣、コイナ
コイナ、コイナ

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間の引力が、距離の遠き同名の電氣間の斥力より大なるによるなり。

七

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



電氣盆の説明

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るなり。

八

感應起電機。最も廣く用ゐらるゝ起電機はウムシナ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

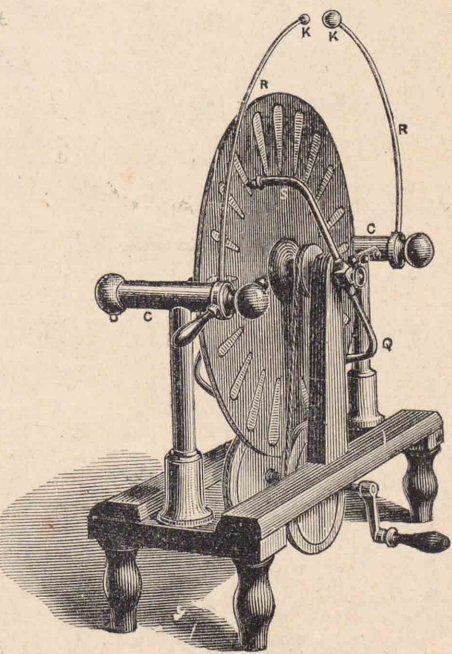
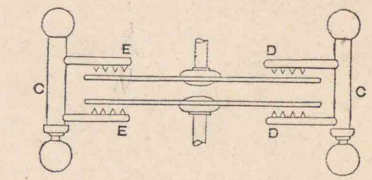
感應起電機の構造

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、相交又せる位置を執り、その刷毛はいづれも錫箔面を壓す。また橢形は處々に球狀部を有する絶縁

(縦断面)

せられたる
導體Cに連
なる。

感應起電機の説
明



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

九

毛は陰電氣を帶ぶ。この兩種の電氣は、前板の回轉に伴なひて續々これに觸るゝ錫箔片に傳へられ、これらの錫箔片が橢形を通過する際に、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。

ライデン壘。多量の電氣を蓄ふるには、ライデン壘を用ゐる

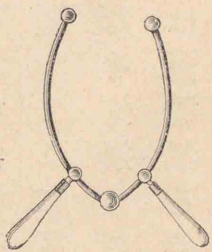
ライデン罎の説

る。この器は、圖の如く硝子罎の内外の
両面共にその頸に近き邊まで錫箔を貼
附し、木製の栓に金屬棒を貫き、棒の上端
を球狀にし、下端を鎖にて内面の錫箔に
連絡せるものなり。今罎の外表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、罎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。

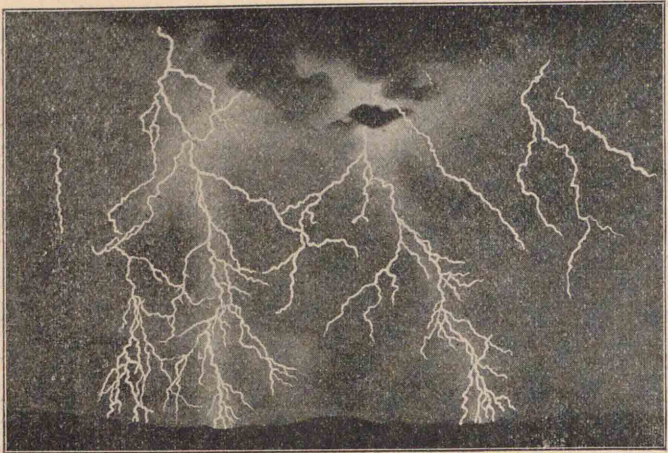
放電。 上圖の如く、兩端が球狀をなせる
曲りたる金屬棒に硝子の柄を附けたる
ものを**放電叉**といふ。放電叉の一端を
先づライデン罎の外面の錫箔に觸れ、他



端をその球狀部に近づければ、一種の音響と共に兩球間に
火花の發するを見る。これ罎の内外にある陰陽の電氣が中

和するによる。この現象を**放電**と
いふ。

大氣中の電氣。 觀測の結果によ
るに、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、空氣は急劇に擾亂



電光及び雷鳴を
發する理

落雷の理

雷鳴時の心得

せられて、所謂雷鳴を生ず。
また電氣を帯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、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。

三

避雷針の用
信用し程有知す

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錆を生ずるを防ぐ。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

完全なる落雷の豫防法

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 電池

電氣の流動

三

電流。例へば、起電機の兩導體を導線にて連結しおきて、その圓盤を回轉せしむるときは、陰陽の電氣は絶えず兩導體

電流とその方向

に集まり、集まりては直に導線中を流れて中和するが故に、導線には絶えず電氣の流即ち電流を生ず。通常陽電氣の流るゝ方向を電流の方向とす。

起電機によりて生ずる電流は、甚だ微弱なるが故に、その作用を認め難けれども、電池と稱する装置によるときは、強き

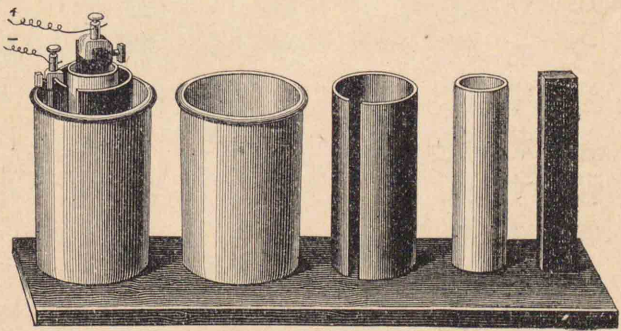
電流を生じて、電流の種々の作用を容易に實驗することを得るなり。左に通常用ゐる二三の電池を掲ぐ。

一四

ブンゼン電池。この電池は、稀硫酸を

入れたる器の中に、筒状の亜鉛板を立て、強硝酸を入れたる素焼の筒を、その中に置き、更にこれに炭素棒を漬けたるものなり。この電池に於ては、炭素棒は陽電氣を、亜鉛板は陰電氣を帶ぶ。この故に、炭素棒を電池の陽極といひ、亜鉛板をその陰極といふ。今導線にてこの二極を連絡するときは、陽電氣は炭素棒より亜鉛板に向つて流れ、陰電氣は亜鉛板より炭素棒に向つて流

電流の兩極

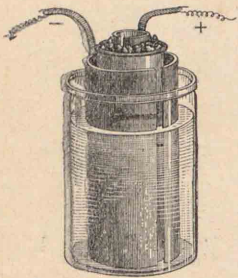


る。これと同時に、化學作用によりて、炭素棒は絶えず陽電氣を得、亜鉛板は陰電氣を得るが故に、電流は絶えず導線中を流るべし。

一五

ダニエル電池。

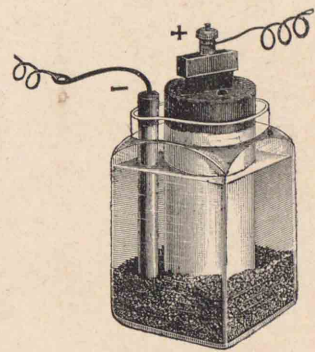
この電池にては、硫酸銅の溶液を一器に盛り、その中に、圓筒状の銅板を立て、稀硫酸を入れたる素焼の筒を、またその中に立て、更にこれに水銀を塗りたる亜鉛棒を漬けたるものなり。この電池にては、銅は陽極にして、亜鉛は陰極なり。



一六

ルクランシエ電池。

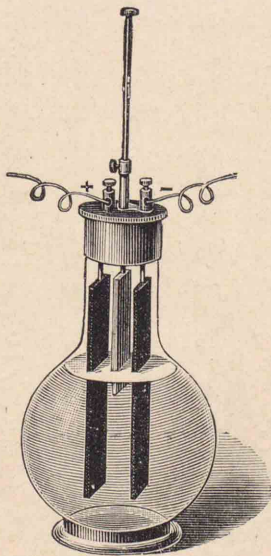
ブンゼン電池の稀硫酸の代に鹽化アンモニウムの濃溶液を用ゐる。その強硝酸の代に炭の粉と二酸化マンガンの混合物を用ゐたるものをルクランシエ電池といふ。その形は、次の圖に示すが如し。この電池にては、炭



素棒は陽極にして、亜鉛棒は陰極なり。
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。

重クロム酸電池。この電池は、重クロ

ム酸加里を稀硫酸に溶かしたる液を一器に盛り、その中に
亜鉛板と炭素板とを漬けたるものにして、炭素板は
陽極、亜鉛板は陰極なり。その形は下圖に示すが如し。

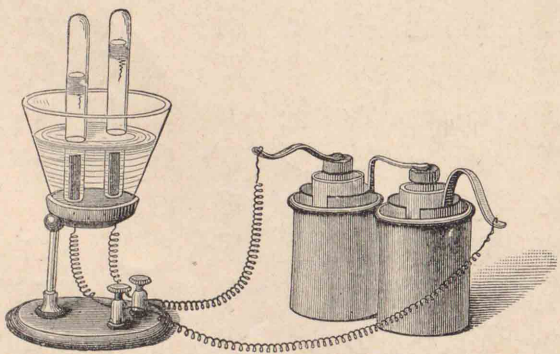


第四章 電流の化學作用

一八

電氣分解

水を盛りたる水槽の底に、白金片に終れる二本
の金屬線を挿入し、且つ電氣を導き
易からしむるがために、これに少量
の硫酸を加へ、さて各金屬線を電池
の兩極に連絡するときは、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、水を充てたるガラス管を倒
にして、兩白金片の上に立て、氣泡を
集めて試験するに、陽極に集まるも
のは、酸素にして、陰極に集まるもの



電解物

電流の強さと電解物の分解する量との關係

一九

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、分解せられたるを示す。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。

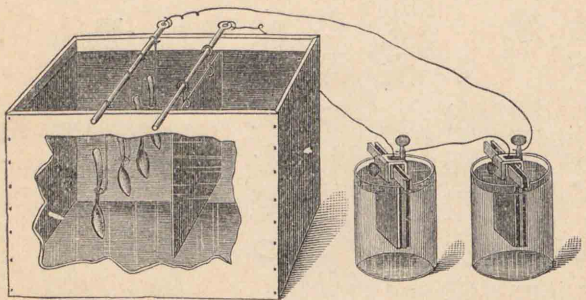
分解せらるゝ電解物の量は、電流の強弱によりて異なり。電流強ければ、その量多く、電流弱ければ、その量少し。

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。例へば

金鍍法

時計側に金を鍍せんとするには、金塊を電池の陽極に繋ぎ、シアン化カリウムとの混合溶液の中に漬けて、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。これと同時に、陽極の金は溶解して、

銀銅ニッケル等を鍍する法



溶液中の金の消耗を補ふ。

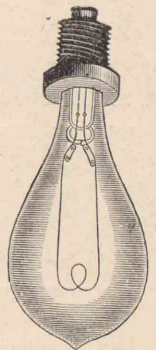
同様に、銀を鍍するにはシアン化銀とシアン化カリウムとの混合溶液を用ゐ、銅を鍍するには硫酸銅の溶液を用ゐ、ニッケルを鍍するには硫酸ニッケルの溶液を用ゐ、いづれも、その陽極には鍍せんとする金屬を繋ぎ、その陰極には鍍せらるべき金屬を繋ぐものとす。上圖は電鍍装置の一例を示す。

第五章 電流の熱作用

Ohm's Law $V = IR$
 $R = \frac{V}{I}$
 $I = \frac{V}{R}$
 Ohm Volt Ampere
 電流の単位はアンペア
 電圧の単位はボルト
 抵抗の単位はオーム
 電流の単位はアンペア
 電圧の単位はボルト
 抵抗の単位はオーム

二〇 白熱燈

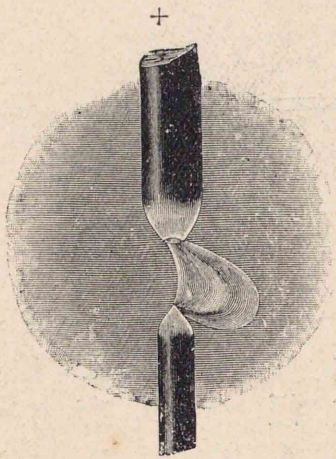
甚だ細き導線に強き電流を通ずれば、線の各部は烈しく熱せられて、光を發するに至る。白熱燈はこの性質を利用し、圖の如く、空氣を排際したる硝子球の内に炭素線を封入したるものにして、これに電



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、炭素線の代にタングステン、タングラム等の金屬線を用ゐる白熱燈、次第に廣く行はるゝに至れり。

三 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



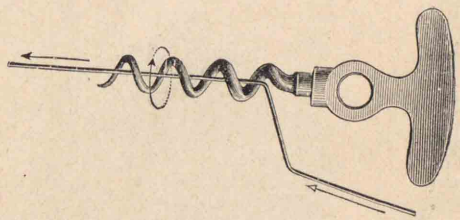
炭素棒の兩端は次第に消耗すれど、兩端の距離は、調整器によりて常に適當に保たる。

第六章 電流の磁氣作用

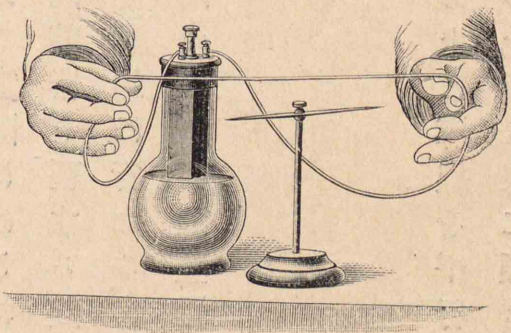
三 電流の磁氣作用 南北を指せる磁針の上に導線を平行に張りて、電流を北より南へ送れば、磁針の北極は東に傾き、こ

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平行に置くときは、磁針の傾く方向は前の場合と全く相反す。

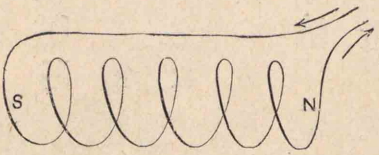
電流の方向と磁針の傾く方向との關係



一般に、電流の方向と磁針の傾く方向とは、右まはりの關係を有す。例へば上の圖の如く電流の方向に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、電流の強きほど大なり。

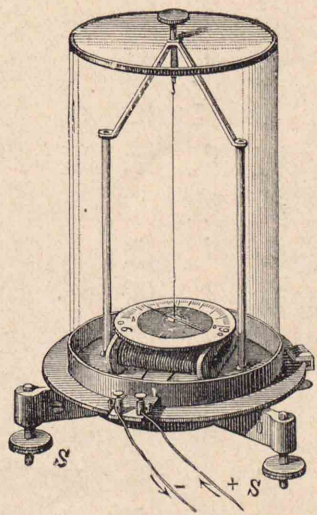


電流を通じたるコイルの作用



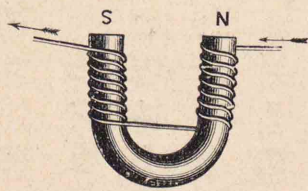
コイル。 絹絲を巻きて絶縁したる導線を螺旋狀に卷きたるものを、**コイル**といふ。コイルに電流を通じてこれに磁針を近づければ、磁針は忽ち引かるゝか或は斥けらる。またこれを水平に吊るし、棒磁石または電流を通じたる他のコイルを近づければ、吊るしたるコイルはこれに引かるゝか或は斥けらる。これによりて、電流を通じたるコイルは、磁石と同じき作用をなすことを知る。
電流計。 電流のために磁針が傾く角度の大小によりて、電流の強弱を測ることを得。次の圖に示すは**電流計**の一種にして、水平なる扁平のコイルの上に度盛したる圓盤を固定し、細き絹絲にて垂直の短き針金を圓盤の中央を通りてコイルの中心に吊るし、その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、コイルに電流を通じ、指針の示度によりて電流の強さを知るなり。

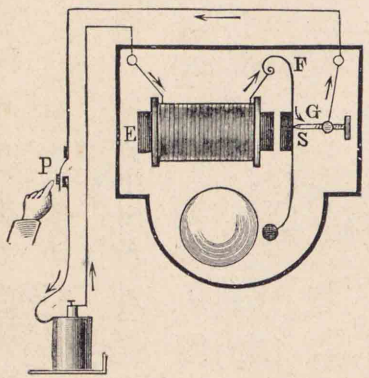


二五 電磁石。コイルの内に軟鐵の棒を入れ、コイルに電流を通じて試験するに、軟鐵は一時磁石となり、その磁氣は電流を斷つと共に直に消ゆるを見る。この装置を電磁石といふ。

二六 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は錠の



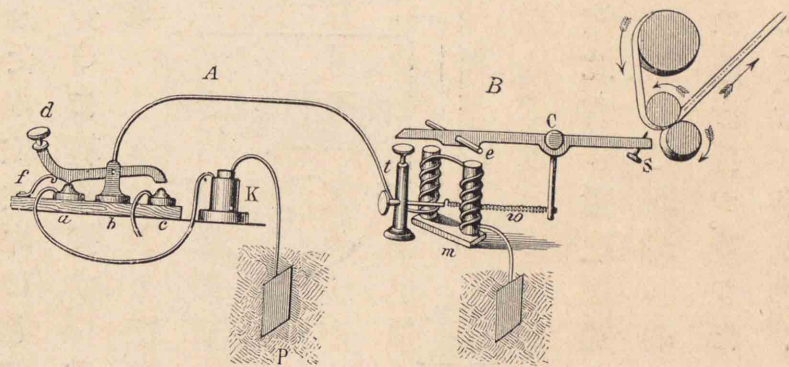
附きたる軟鐵片にして、バネEによりて、白金の尖を有するネヂGに軽く接す。電磁石を卷きたる導線の一端は、直接



に電池の一極に連なり、他端はバネ及びネヂを經、發信所に裝置したる鈕Pを介して電池の他極に連なる。今鈕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G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、錠は鈴を打つ。されば、鈕の押さるゝ間は、この動作反復せられて、鈴は鳴り續くべし。

發信機の装置



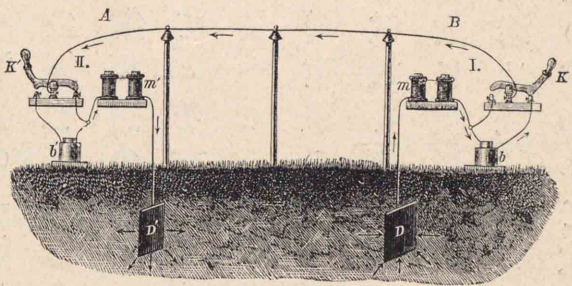
受信機の装置

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。上圖は甲地の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梘子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

電信機通信の説

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を支點とする梘子の一端に附著し、その他端は針Sを具へ、ゼンマイ仕掛によりて徐に引出さるゝ紙片に向ふ。今發信機の梘子dを押すときは、電流の道こゝに通じ、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、梘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

兩地間の電信の連絡



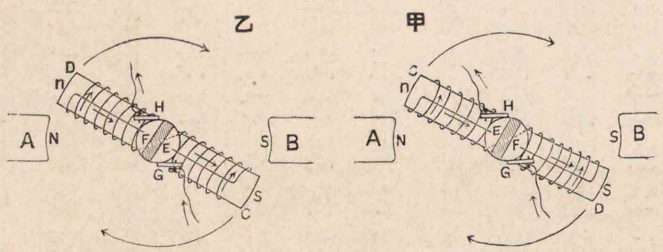
如くにして、甲地より乙地に通信することを得るなり。また乙地より甲地に通信せんとするには、同様に乙地に發信機、甲地に受信機を備ふるを要す。上の圖はI II兩地間の電信の連絡の模様を示すものにして、K K'は發信機、m m'は受信機、b b'は電池、D D'は地中に埋めたる銅板、A Bは兩地間に通ずる電線なり。この圖によりて前圖の發信機にあるc柱の用を了解することを得べし。即ち、先方例へばIより通信を受くるときには、此方IIの發信機の梃子の先端はc柱に觸るゝが故に、電流は矢にて示すが如く、よく兩地間に通ずることを得るなり。

電氣發動機

電氣發動機(モートル)

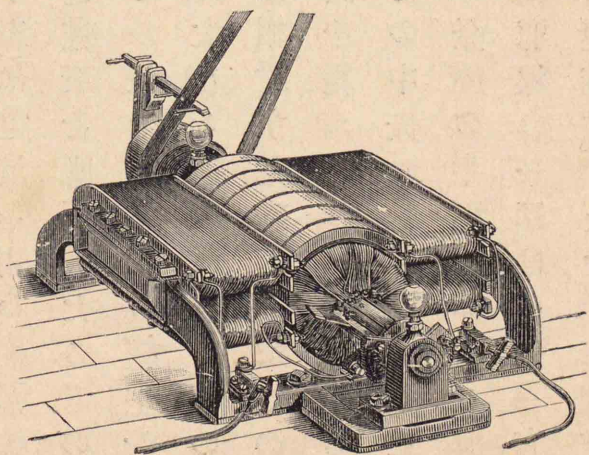
運轉せしむる装置にして、また電磁石を應用したるものなり。上圖はその最も簡單なる模型を示す。A及びBは大なる磁石にして、その異名

電氣發動機運轉の理



名の極N Sは相對す。電磁石CDはこ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



電氣發動機の應用

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。前圖に示すは、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す、これによりて車輪を廻轉せしむるなり。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。自動車には車體內に蓄電池を置きて、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。

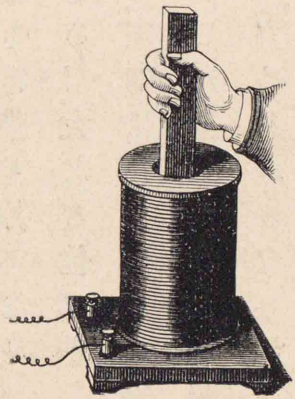
第七章 感應電流

二九

感應電流。

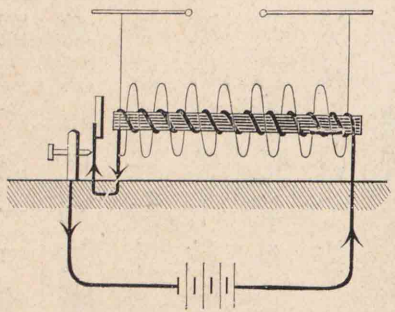
よく絶縁したる導線にてコイルを作り、その兩端を鋭敏なる電流計に繋ぎ、さてコイルの内に、北極を先にして磁石を挿し入れ、またはこれを引き出せば、その出入毎に電流計の針は一時の運動を生ずるを見る。これコイルの中に瞬時の電流の生じたるが故にして、この電流を**感應電流**といふ。而して、磁石を入れる、ときと出すときは、磁針の傾く方向は正に相反するが故に、この兩度の感應電流の方向は相反するを知る。

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。



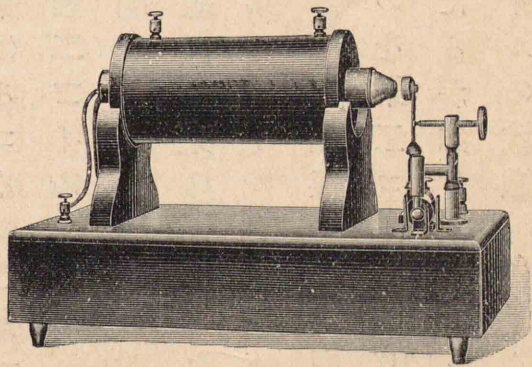
三〇

同様に、電流を通じたるコイルを他のコイルの内に出入せしむるとき、或は先づコイルの内に入れおきて後に電流を断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。



感應コイル。 上圖の如く、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**といふ。下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、圓筒上に直立せる二個の短かき金屬棒に連なる。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。

三

發電機。感應電流の最も主要なる應用は**發電機(ダイナモ)**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。

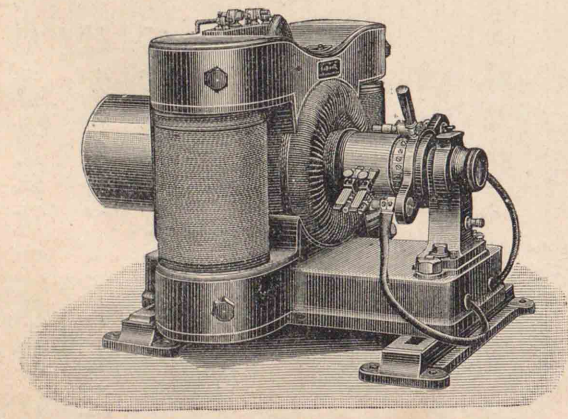
今前に示したる電氣發動機と同じき模型に就きて發電機の作用を説明せんに、次の圖の固定磁石A及びBのために回轉コイル内の軟鐵棒に現るゝ感應磁氣は、甲圖Iの位置にありては、そのC端に南極を、D端に北極を生ず。然るに、この軟鐵棒が矢の方向に回轉して、同圖IIの位置に至るま

甲 I 甲 II 乙 I 乙 II

では軟鐵棒の感應磁気はその極を變じ、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、或方向の感應電流は、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

發電機の應用

回轉を續けて、乙圖のIの位置よりIIの位置に來るまでには、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、前と反對のバネに接するが故に、バネを経て外に導かる、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の方向の電流を生ずるなり。下圖に示すは一種の發電機の外形なり。

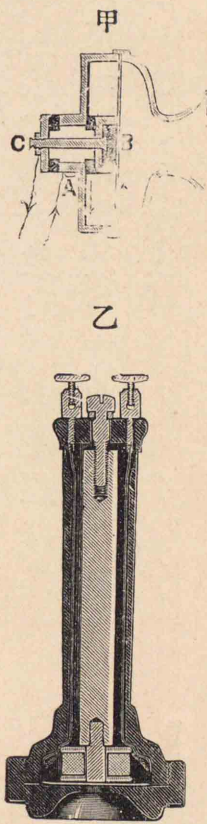


送話器の構造

三

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。圖甲は送話器の断面を示す。Bは音波を受けて振動する薄き炭素板



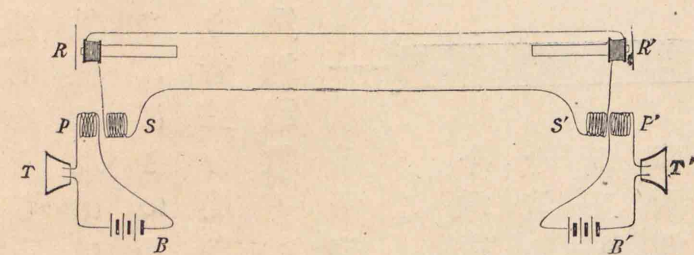
にして、その後方に寛く詰めたる數多の炭素粒あり。電流は

受話器の構造

Aより炭素板に移り、炭素粒を経てCに流る。受話器は圖乙にその断面を示すが如く、棒磁石の一端に短き軟鐵棒を繋ぎ、その周圍に導線を巻きてコイルを作り、これに近く薄

電話機通信の説

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。



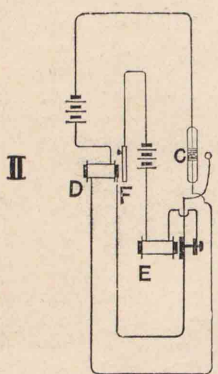
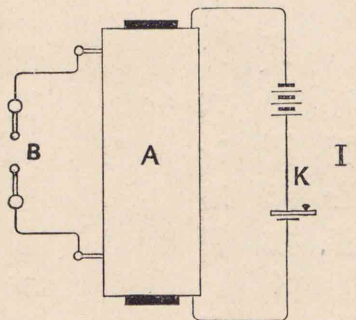
上圖は送話器と受話器とを連絡せる模様を示せるものなり。そのT T'は送話器、P P'は第一コイル、S S'は第二コイル、B B'は電池、R R'は受話器なり。今この一方の送話器に向ひて談話するときは、空氣の振動は炭素板に傳りてこれを振動せしめ、炭素粒はこれに相當する振動を受けて、その接觸部の抵抗を變じ、これがために電池の電流に強弱を生じ、この變化は、音聲の振動に相當する種々の強さの感應電流を第二コイルに生ぜしむ。かくの如く生じたる電流は他方の受話器のコイルに

通じて、その磁石の強さをこれに應じて變化せしめ、磁石が鉄板に及ぼ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。

無線電信

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。

今電池の兩極をコヘラの兩端に繋ぐに、電流はこれを流るゝこと能はざれど、その近傍に放電子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、コヘラはこれに感じて電流を通ぜしむるに至る。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。

この作用はコヘラと放電子との距離が甚だ大なるときにも行はるゝが故に、これを應用して信號を遠距離に傳達することを得べし。無線電信は即ちこの理に基づきたるものなり。上圖に示すは無線電信の要部なり。Iは感應コイルと放電子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。先づ釦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はこれに感じ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、錘にてコヘラを打ち、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。隨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。

第八章 X線及び放射能作

三四

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、次の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

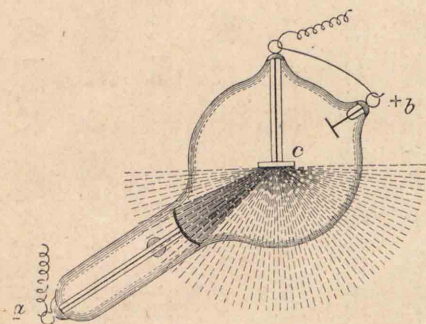
此章は時間の都合によりては授けざるも可なり



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

三五

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異なる。この管を**ガイスレル管**といふ。



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

レントゲン管の構造

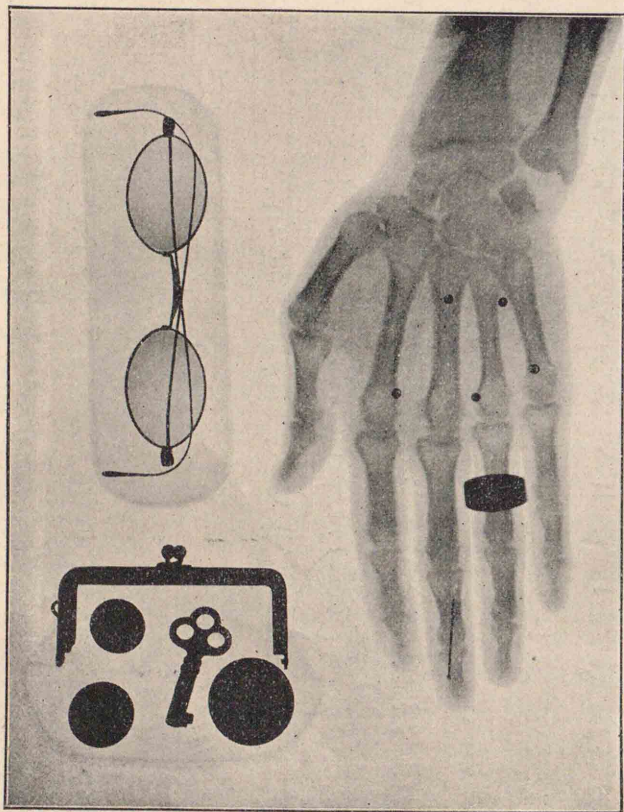
X線の作用

前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にして、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。

X線は不透明なる物體例へば木布、紙、筋肉等を通過し、アルミニウムの如き金屬板にても、あまり厚からざる時は、またこれを通す。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ゝと能はざれど、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時は、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きは、骨はよく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。



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。

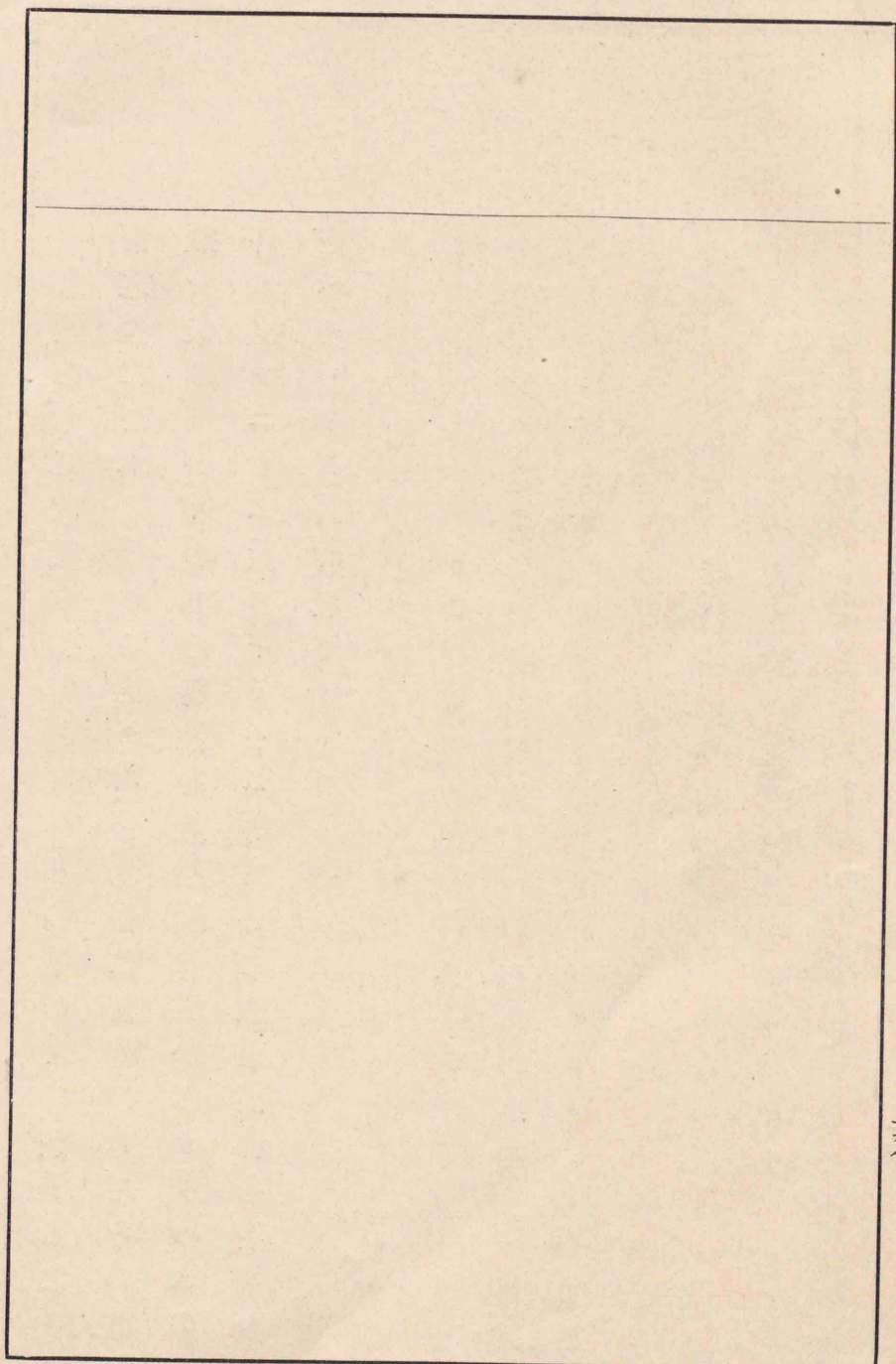
三六

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

ラヂウムの放射線の作用

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多少凡ての金屬板を通過す。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他の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**放射能作**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作を有すれど、ラヂウムの如く著しからず。



第八篇 勢力

精力 energy

一 勢力。汽車の機關車は重き列車を引きて走りつゝ、仕事をなし、諸種の工場に運轉しつゝある諸機關は日々に多大の仕事をなす。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ゝあるか、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**勢力**といふ。物體の有する勢力の多少は、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、石は或量の勢力を得。されど石が他物體にあたり、これに仕事をなして靜止するとき、石は前に得たる勢力を失ふ。

仕事と勢力との關係

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、勢力を増す。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勢力を失ひ、射出せられたる矢は弓の有したる勢力を得。

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、一定量の勢力を失ひ、仕事をなされたる物體は、これと等量の勢力を得るものなり。即ち仕事は、勢力が一物體より他物體に移るとき、手續に外ならず。

ニ

動勢力及び潜勢力。 運動しつつある物體は、或量の勢力を有す。これを**動勢力**といふ。例へば飛行せる彈丸、進行せる汽車等の有する勢力の如し。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**動勢力**を有すること

三

明なり。また彈性に抗してその形狀を變ぜられたる物體は、或量の勢力を有す。これを**潜勢力**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勢力の如き、これなり。**動勢力**及び**潜勢力**を總稱して**器械的勢力**といふ。

熱の勢力。 種々の實驗上の事實によると、熱は勢力の一態なり。分子説に隨へば、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勢力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、勢力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。

熱は勢力の一態なるが故に、一定量の器械的勢力が熱に變

粒ト空氣トモ體ナリ
熱トモ手クモ、電氣トモ、熱トモ、
空氣トモ、電氣トモ、熱トモ、
空氣トモ、電氣トモ、熱トモ、
空氣トモ、電氣トモ、熱トモ、

する場合には、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、四百二十九瓦ットの器械的勢力は一瓦ットカロリーの熱量に等し。これを**熱の仕事當量**と名づく。

四

勢力の本源。吾人の生活に必要な氣温も、太陽の輻射熱によりて保たれるのみならず、動物植物は皆太陽より多大の輻射熱を受くるが爲に生長す。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、その有する勢力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、地球上に於ける勢力の本源は實に太陽にありといふことを得。

五

勢力の不滅。勢力の種類は單に前記の器械的勢力及熱の勢力に止まらず、其他音、光、電氣、磁氣等に關する諸現象に伴ふ所の勢力あり、また諸種の化學的變化に際して現はるゝ

勢力あり。是等諸種の勢力は、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、變遷窮りなければ、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**勢力不滅則**といふ。即ち**勢力は物質と同じく、宇宙間に實在して、同じく不滅の法則に隨ふものにして、物理學は實に物質と勢力との關係を論ずる學科なりといふことを得べし。**

近世物理学教科書終

附録

問題集

第一篇の問題

- 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出さる、ことあり。これ何故ぞ。
- 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。
- 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。
- 四 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。
- 五 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。

六 固體、液體及び氣體の例各二三を挙げよ。

七 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。

八 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。

九 コルクが罎の栓に適するは、何故なるか。

一〇 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。

一一 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なさざるは何故ぞ。

一二 擴散する液體と擴散せざる液體との實例二三を示せ。

一三 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。

一四 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。藻類の如き水中植物は何處よりこれを求むるか。

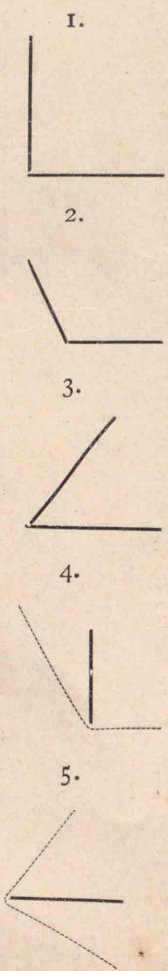
一五 脂垢をおとすに揮發油を用ゐ、印刷用インキを洗ひ去るに石油を用ゐるは、何故なるか。

一六 微小なる霧滴は球狀をなすに、大なる露滴は少し扁平なり。この理を説明せよ。

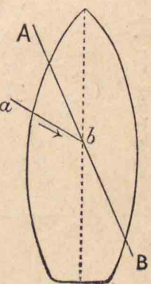
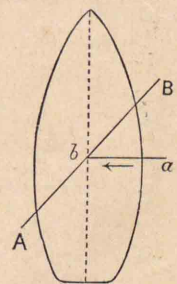
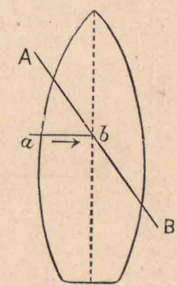
第二篇の問題

一 同じ方向に向ひて作用するP、Qなる二力の合力を求めよ。またこれらが反對の方向に向ふときは如何。

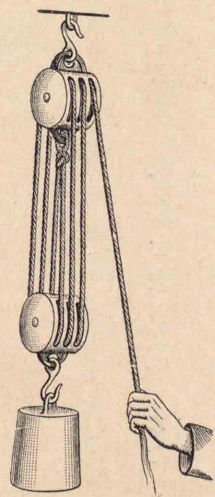
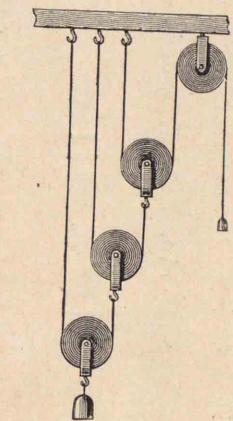
二 次の圖の二力の合力を求めよ。また、その一力を點線の方向に分解せよ。



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。



四 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。



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

六 刃の鋭鈍といふは、いかなることか。

七 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。

八 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。

九 不倒翁の倒れても直に起きあがる理は如何。

一〇 U字管の一脚には水銀を入れ、他脚には水を入れる、ときは、いづれの液面が高きか。

一一 噴水の高く噴き上がるは、何故なるか。

一二 茶碗鉢等を上向にすると、水上に浮かぶは、何故なるか。

一三 船艦等が浸水のために沈没するは、何の理によるか。

一四 杓にて水を汲むとき、水際を離る、をり急に重くなるは、如何。

一五 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。

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

一七 吾人が大氣の重さを感じざるは何故なるか。
 一八 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。



第三篇の問題

一九 サイフォンを用ゐるに、先づ長脚の端を吸ふは何故なるか。
 二〇 管にて液體を吸ひ上げ得る理を説明せよ。また、この管はいかに長くとも用をなすべきか。
 二一 噴水の矢車が回轉するは何故なるか(上圖)
 二二 人が身を跳らし、鳥が空を飛ぶことを得るも、亦反作用によることを説明せよ。
 二三 柱時計の時間を調節するに、おくる、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。

一 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。
 二 海邊が内地よりも氣候の温和なる所以を説明せよ。
 三 火箸の柄を木材にて造る利を説明せよ。
 四 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。
 五 毛布が防寒に適するは何故なるか。
 六 衣服を重ね著て温を感じる所以を説明せよ。
 七 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。
 八 ランプのホヤの用を述べよ。
 九 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。
 一〇 自轉車を長時間強き日光に曝すときは、輪套の破裂することあり。この理如何。

- 一一 青竹を燃やすとき、その爆發するは、何故なるか。
- 一二 栗實を焼くに、先づ少しその皮を剥ぐ。この用意は何のためか。
- 一三 ガラス器は、厚きものほど、急に熱せらるゝとき、破れ易し。この理如何。また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、何故なるか。
- 一四 冶金術にて鑛石を熔かすに、コークスなどの媒熔劑を用ゐるは、何故なるか。
- 一五 海水は、河湖の水の如く容易に凍結せず。その理如何。
- 一六 物を冷やすに、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。
- 一七 氷片と食鹽との寒劑が、甚しき低温度にありながら、よく液狀を保つは、何故なるか。
- 一八 濡れたる衣服を乾かすに、火にあつるか、風にさらすかするは、何故なるか。
- 一九 沸騰しつゝ、ある土瓶より發散する湯氣は、水蒸氣なるか。

- 二〇 フラスコに水を入れ、沸騰せしめたる後栓を施して、これを倒にし、上より冷水を注ぐに、フラスコの水、再び盛に沸騰す。この理を説明せよ。
- 二一 高山の巔にては、水は容易に沸騰し、また飯は熟く煮えず。これ何の理によるか。
- 二二 飯釜の蓋の厚きは、何のためなるか。
- 二三 アルコール及びエーテルなどの揮發性液を皮膚に塗れば、寒冷を覺ゆるは、何故なるか。
- 二四 炎天に道路庭園などに撒水するとき涼しくなるは、何故なるか。
- 二五 夏時曇天に、蒸し暑く感ずるは、何故なるか。
- 二六 冬の朝呼氣が白く見ゆるは、何故なるか。
- 二七 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るものあり。この現象を説明せよ。

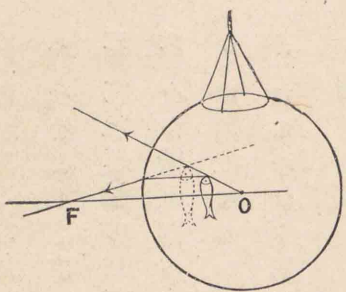


第四篇の問題

- 一 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。
- 二 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。
- 三 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。
- 四 琴柱は何の用をなすか。
- 五 琵琶の轉手、三味線の絲卷等を緊むるは、何のためなるか。
- 六 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。

第五篇の問題

- 一 日出前、日没後に雲の焼くるは何故なるか。日出前日没後の薄明は何に基づくか。



二 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。

三 蟲眼鏡は單一のレンズより成る。その用を説明せよ。

四 金魚等を球形の硝子罎に入れて、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。

五 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。

六 夏季の衣服には、黒色のものより白色のものを選び用ゐる。この理を説明せよ。

第七篇の問題

- 一 帯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。この理を説明せよ。

二 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。

三 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。

四 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。

五 電氣器械の諸部の端を球形にするは何故なるか。

六 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。またこの場合の金箔の電氣は、上部の板に帶電體を觸れたる場合と同じきか。

附録終

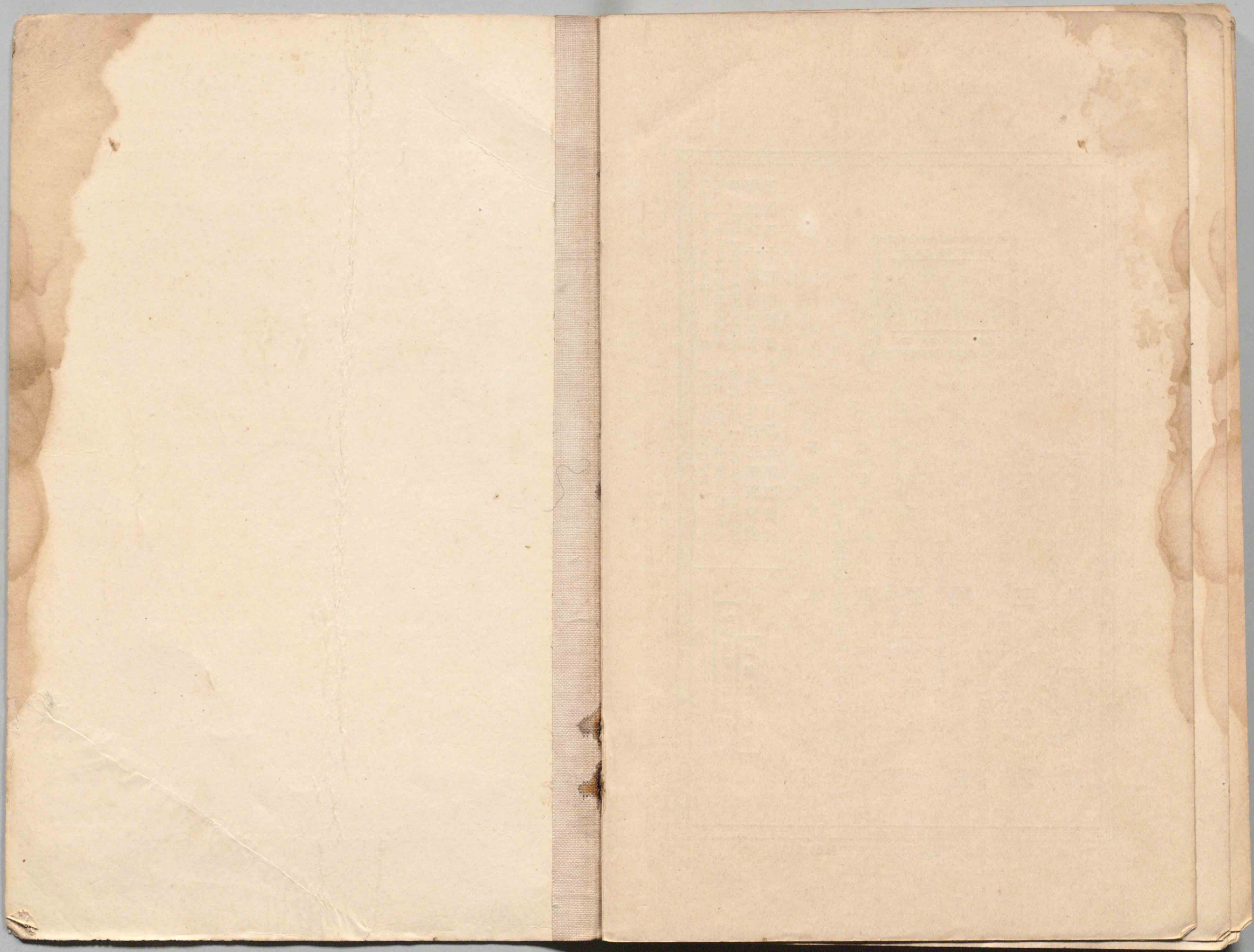
明治三十七年七月七日發行
 明治三十八年二月七日訂正再版發行
 明治三十八年二月十四日訂正再版印刷
 明治三十九年一月廿五日修正三版印刷
 明治四十五年三月九日訂正四版印刷
 明治四十五年三月十二日訂正四版發行

近物理學教科書
 定價金六拾錢

十、六



著者 本多光太郎
 發行所 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
 發行所 東京市京橋區築地三丁目十一番地
 發行所 東京市小石川區小日向水道町七十三番地
 發行所 大阪市東區心齋橋通北久寶寺町角
 發行所 東京市日本橋區數寄屋町九番地





広島大学図書

2000064457

