

40311

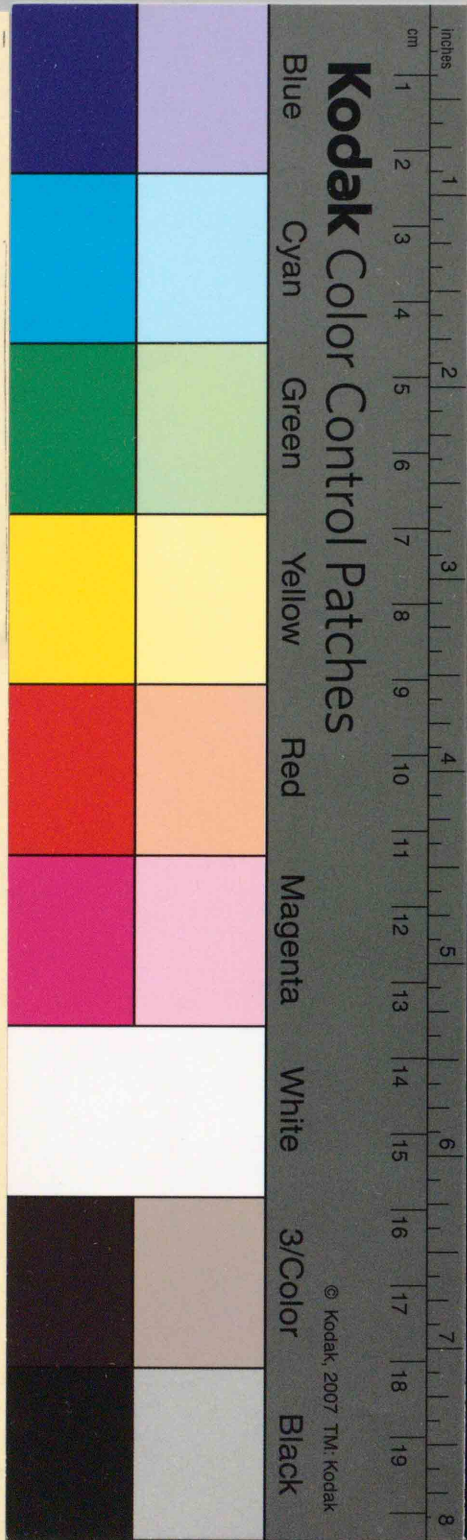
教科書文庫

4

421

41-1932

20000
80165

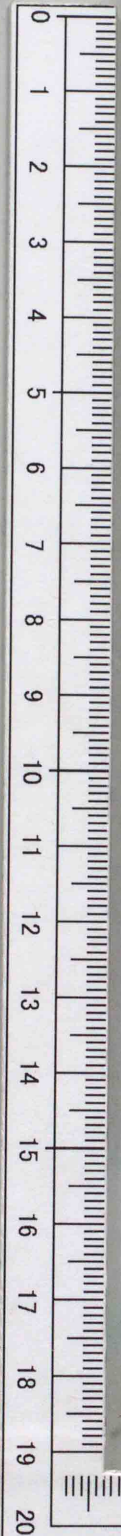


Kodak Gray Scale

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



© Kodak, 2007 TM: Kodak



新制理科 物理學教科書

(甲要目準據)

廣島高等師範學校附屬中學校

理科研究會著

上卷

東京
修文館藏版

広島大学図書

2000080165



文庫

421
1932

80165

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

42
420
087

教科書文庫
4
421
41-1932
2000080165

資料室
文部省檢定濟
昭和七年十月六日 中學校理科用

新制理科 物理學教科書

(甲要目準據)

廣島高等師範學校附屬中學校
理科研究會著

上卷



広島大学図書
2000080165


東京
修文館藏版

新編
書林雜誌

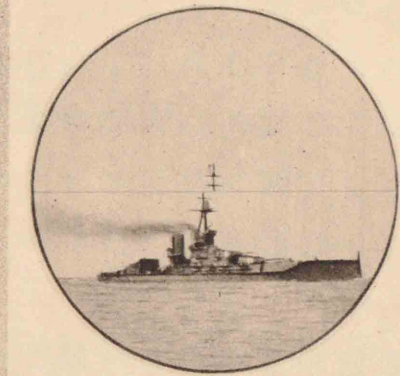
(月刊)

昭和十一年四月

發行所

卷五





測距儀を使用する兵士とそれで見えてゐる軍艦の像

緒 言

本書は昭和六年二月七日公布の**中學校理科改正教授要目(甲,物理)**に準據して編纂したもので、**第三學年**よりの使用に適せしめてをる。

本書は次の諸項に特に留意してこれを編纂した。

1. 第一二學年に於ける**一般理科**の課程との關係を考慮して、その聯絡を密ならしめてをる。

2. 他の諸教科の改正要目をも參考して、出來得る限りそれらに聯關せしめ、その様な事項を記載した部分には、特に括弧の中に**(化)**、**(動)**などの文字を挿入して、統一のある學習を促してをる。

3. **藥品**の名稱は、昭和六年一月三十一日內閣告示第一號を以つて公布された**資源**に関する**標準用語**によることにした。

4. **度量衡**に関する事項は、**新度量衡法**の示す所の諸單位を用ひて之を表示した。

5. 教授並びに學習上の難易に應じ、教材の取扱を丁寧或は簡潔ならしめた。

6. 隨所に問題を挿入して學習事項の應用に資した。

7. 教授並びに學習上の便宜の爲、多數の嶄新な説明圖を挿入した。

8. 物理科要目の要求しない項目、並びに生徒の自習に委し得るやうな教材は新五號活字とした。

9. 卷末には學習事項の整理並びに應用に適してをる多數の代表的問題を収録した。

10. 生徒實驗の課程を考慮し、同時に編纂した新制物理學實驗書との連絡に留意した。

本書には未だ完全を期し難い點もある。これらは實地教授者諸彦の御高評を仰いて、逐次改善の域に達せしめようと勉めてをる。

昭和七年七月 著者識す

新制理科 物理學教科書

甲 要目 準據

上 卷

目 次

緒 論 1-9^頁

- 1. 物理學。 2. 物體、物質、質量。 3. 單位。 4. 密度。
- 5. 運動。 6. 力、重力。 7. 比重。 8. 作用と反作用。
- 9. 力の釣合。

第一編 物 性 10-38

第一章 物性概説 10-14

- 10. 物質の三態。 11. 分子及び分子力。 12. 彈性。
- 13. 慣性。 14. 擴散と滲透。

第二章 液 體 15-28

- 15. 液體の表面。 16. パスカルの原理。 17. 重力によつて生ずる液體內の壓力。 18. 連通器。
- 19. アルキメデスの原理。 20. 物體の浮沈。
- 21. 比重の測定。 22. 表面張力。 23. 毛細管現象。

第三章 氣體.....28-38

- 24. 氣體の壓力。 25. 壓縮空氣。 26. 壓力計。
- 27. 大氣の浮力。 28. サイフォン。 29. 排氣ポンプ。
- 30. 水ポンプ。

第二編 熱.....39-61

第一章 熱,熱量,比熱.....39-41

- 31. 熱,熱量。 32. 熱容量,比熱。 33. 比熱測定法。

第二章 熱による膨脹.....42-47

- 34. 線膨脹。 35. 體膨脹。 36. 氣體の膨脹。
- 37. ボイル・シャルルの定律。

第三章 熱による三態の變化.....48-58

- 38. 融解と凝固。 39. 寒劑。 40. 氣化。 41. 氣化による冷却。
- 42. 液化。 43. 臨界溫度。 44. 空氣の液化。

第四章 大氣の乾濕.....59-61

- 45. 大氣中の水蒸氣。 46. 濕度。

第三編 光.....62-104

第一章 光の直進,光度.....62-66

- 47. 光,光の直進。 48. 影。 49. 照度。 50. 光度。

第二章 光の反射.....67-73

- 51. 光の反射。 52. 照明。 53. 球面鏡。
- 54. 凹面鏡の共軛點。 55. 球面鏡による物體の像。

第三章 光の屈折.....74-81

- 56. 光の屈折。 57. 全反射。 58. プリズム。
- 59. レンズの作用。 60. レンズの共軛點。
- 61. レンズの作る像の位置及び大きさ。

第四章 光學器械.....82-90

- 62. 映寫装置。 63. 顯微鏡。 64. 望遠鏡。 65. 潛望鏡。
- 66. 測距儀。

第五章 光の分散.....91-104

- 67. 光の分散。 68. 凸レンズの色収差。 69. 虹。
- 70. 分光器。 71. スペクトルの種類。 72. 輻射線。
- 73. 光の輻射。 74. 輻射線の吸収。 75. 物體の色。
- 76. 繪具の配合。

第1章 光の性質 第一章

第1節 光の直進性 1

第2節 光の反射 2

第3節 光の屈折 3

第4節 光の干渉 4

第5節 光の回折 5

第6節 光の偏光 6

第7節 光の吸収 7

第8節 光の散乱 8

第9節 光の速度 9

第10節 光のエネルギー 10

第11節 光の質量 11

第12節 光の波動性 12

第13節 光の粒子性 13

第14節 光の波長 14

第15節 光の周波数 15

第16節 光の振幅 16

第17節 光の位相 17

第18節 光の偏角 18

第19節 光の偏振角 19

第20節 光の偏振度 20

第21節 光の偏振面 21

第22節 光の偏振軸 22

第23節 光の偏振方向 23

第24節 光の偏振状態 24

第25節 光の偏振特性 25

第26節 光の偏振現象 26

第27節 光の偏振実験 27

第28節 光の偏振理論 28

第29節 光の偏振応用 29

第30節 光の偏振展望 30

第31節 光の偏振まとめ 31

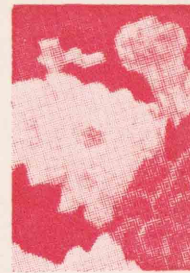
第32節 光の偏振参考文献 32

第33節 光の偏振索引 33

第34節 光の偏振謝辞 34

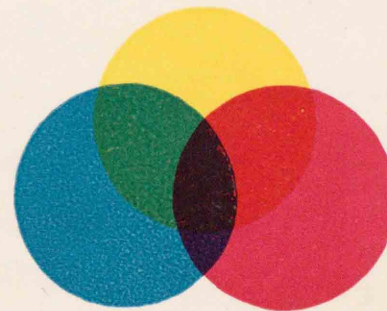
第35節 光の偏振おわりに 35

部分
廓大



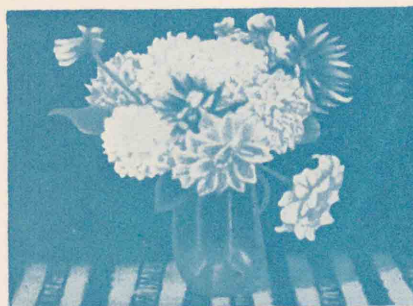
部分
廓大

黄・赤



三色
交配

青



黄

黄・赤・青



赤

三色版及其の作成の次第

新制理科
物理學教科書

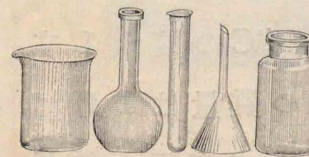
(甲要目準據)上卷

緒論

1. 物理學。自然界の諸變化を自然現象といひ、之を研究する學問を自然科學といふ。この自然現象にはその原因となる他の現象の伴ふもので、太陽の熱を受けて雪が融け、風に吹かれて草木の動くなど皆その例である。この原因結果の關係を正しく示すものを定律といふ。

物理學は自然科學の一分科で、物の性質、運動、熱、音、光、磁氣、電氣などの諸現象を、實驗、觀察、推理に依つて研究し、其の諸定律を求めて人智を啓發し、人生の幸福を増さうとするものである。

2. 物體、物質、質量。漏斗、試験管などのやうに一定の空間を占め、人の感



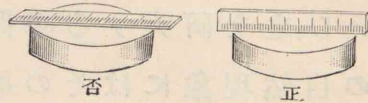
(圖1) 硝子(物質)製の物體。

覺で存在を認め得るものを物體といふ。物體をなす實質(例へば硝子のやうなもの)を物質と呼び、

一物體の有する物質の量をその質量といふ。

問. 次の言葉の中から物質名と物體名とを選び出せ。 石の門に鐵の扉。 木の舟に竹の棹。

3. 單位。 物理學では諸種の量を測ることが必要である。 量の測定は普通測る可き量をこれと同種の標準量、即ち單位Unitと比較して其の幾倍であるかを定める方法による。

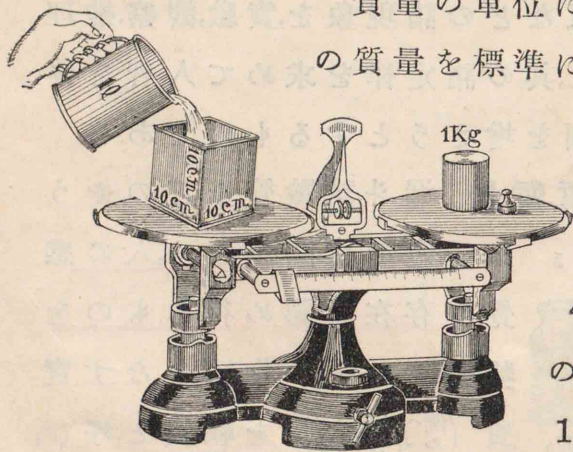


(圖2) 長さの測り方。 尺度の目盛が長さを測る部分に密着する様にし、眞向から見て目盛を讀みとる。

長さの單位には國際International米原器meter-standard上に刻んだ二標

線間の距離に等しい1米Meterをとり、是に之から十進的に導いた斤、稻、料、粉、糶、耗などを併せ用ひる。

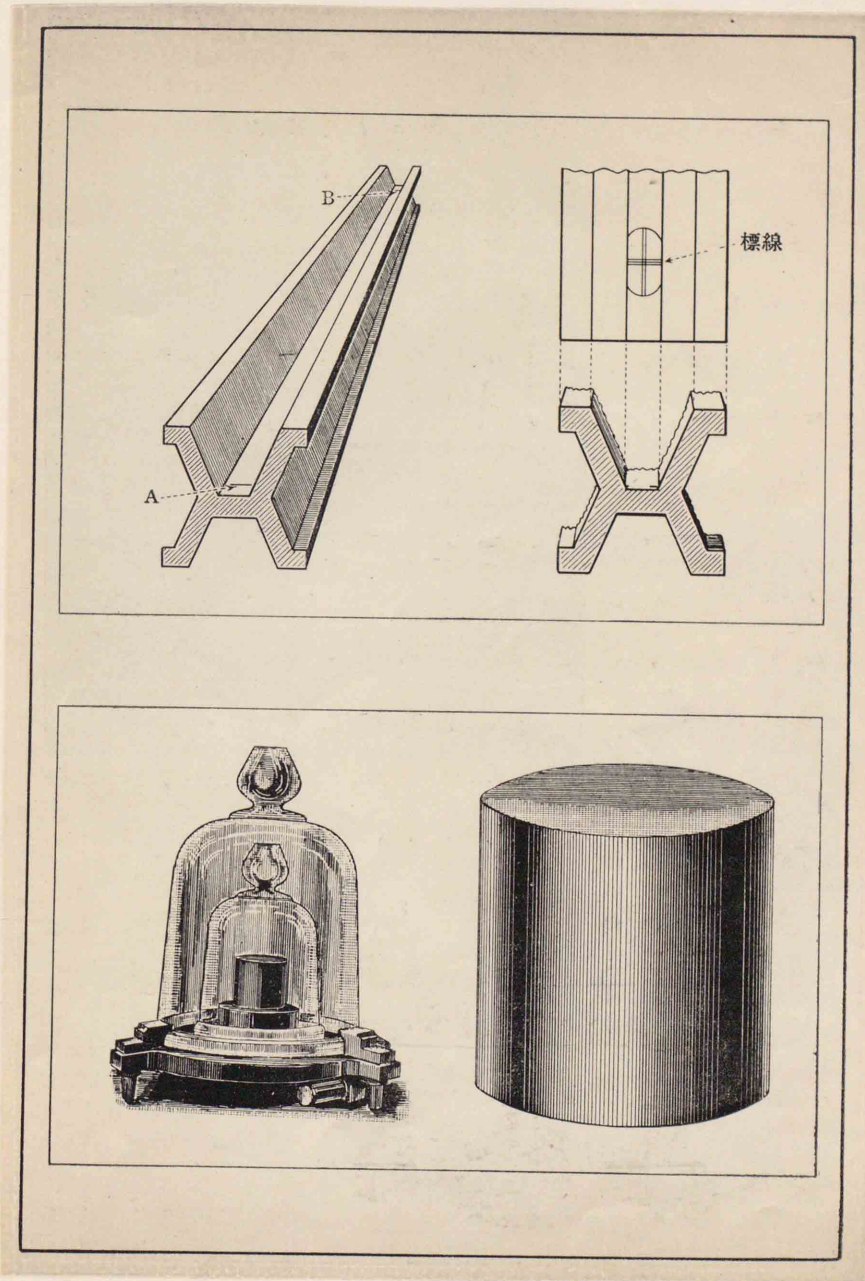
質量の單位には國際International砵原器kilogram-standardの質量を標準にとつて1砵Kilogram



(圖3) 純水1立の質量の測定。

稱し、その $\frac{1}{1000}$ を1瓦Gramといふ。

4°Cの純水1立の質量は1砵で、1立方糶の質量は1瓦である。



上 メートル原器 (左) 全圖 (右) 断面 (實物大)
下 砵原器 (左) 保管の實況 (右) 實物大

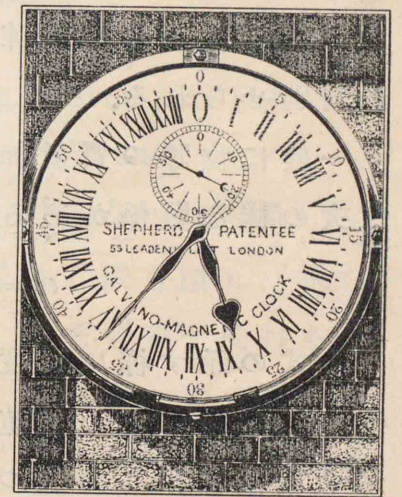
この単位にも珣, 𠄎, 𠄎, 𠄎, 𠄎などの補助単位がある。
 太陽が丁度南中してから其の次に同様に南中する迄の時間を1太陽日といひ、僅かの差ではあるが季節によつて長短がある。それを一年間に互つて測り平均したものを1平均太陽日といふ。

時の単位にはこの平均太陽日を標準とし、それにそれから導いた時、分、秒などを併せ用ひる。
 1秒は1平均太陽日の $\frac{1}{86400}$ に當る。

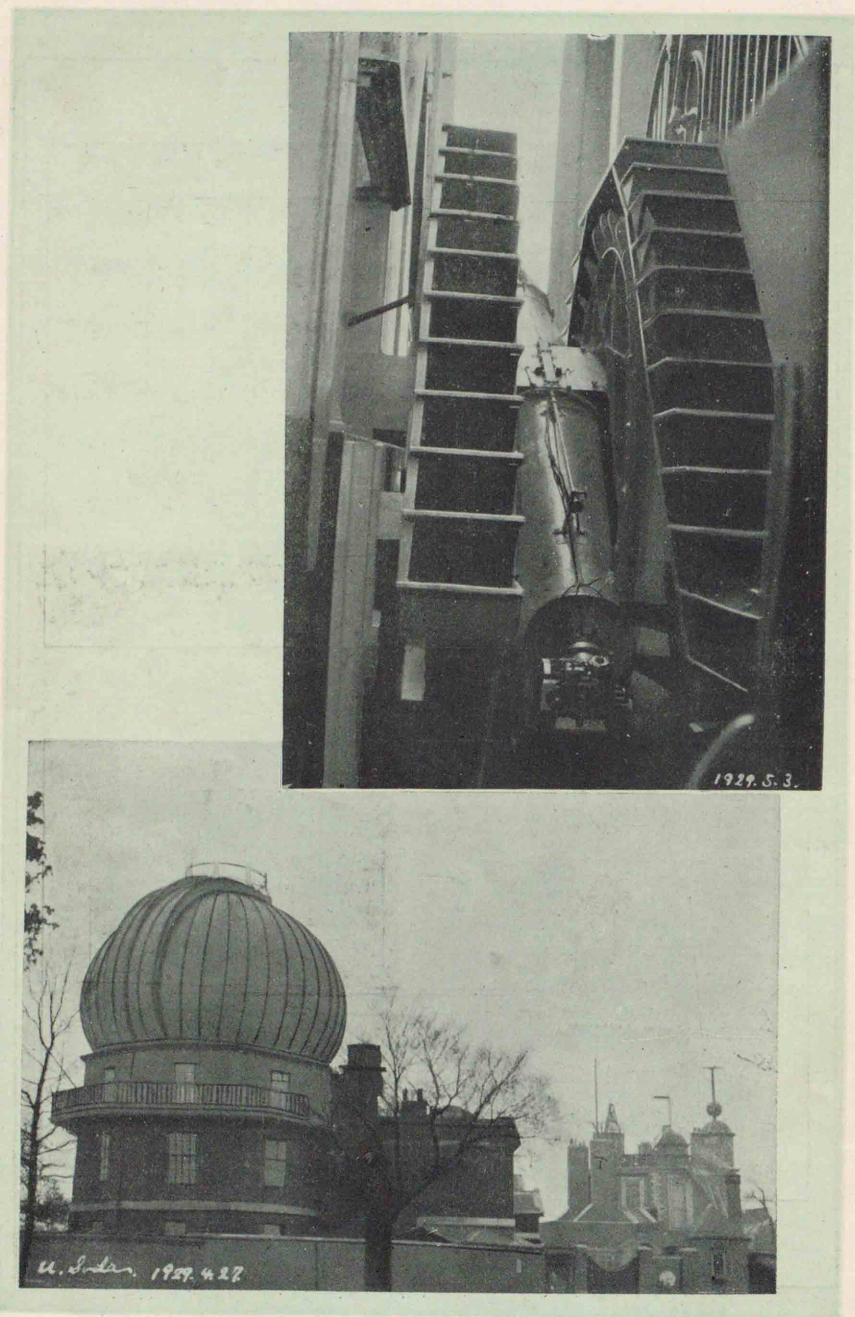
長さ、質量、及び時の単位は皆獨立して定めたもので、之を基本単位といひ、これらを組合せて定めた諸単位を誘導単位といふ。

物理学では糶 (cm), 瓦 (g), 秒 (Sec) の三基本単位と、これらを組合せた諸単位とを多く用ひ、これを C. G. S. 単位といふ。

問. 1立方米の體積を C. G. S. 單位で示し見よ。



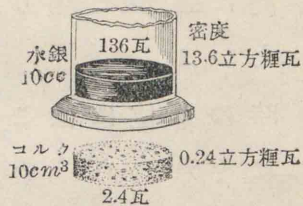
(圖4) グリニッチ天文臺の標準時計。



グリニッチ天文臺(下) 太陽その他天體の南中を觀測する同天文臺備付の子午線儀(上)

4. **密度。** 體積の相等しい物體も、その質量はそれを構成してをる物質の種類によつて大いに異なるものである。1立方糎(1cm³又は1cc)のコルクの質量は0.24瓦で、1ccの水銀の質量は13.6瓦である。

このやうに各物質の單位體積の質量をその**密度**といひ、それから物の疎密が判別せられる。



(圖5) 體積と質量及び密度。

一般に物體の質量(m), 體積(v), 密度(d)の間には次の様な關係がある。

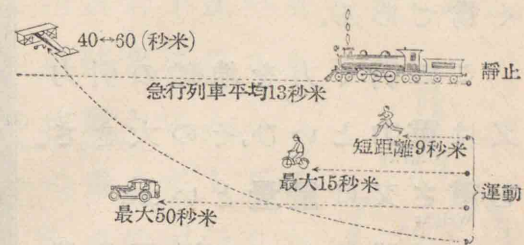
$$d = \frac{m}{v}$$

上式の示す様に密度は體積、質量の二つの單位の選び方でその數値を異にするから、密度を示す數値にはこの二つの單位を添へて表はすことが必要である。

問. 次の諸物質の密度を求めてその大小の順位を定めよ。

- 150cm³が1170gの鐵。
- 10cm³が89gの銅。
- 120cm³が1260gの銀。
- 15cm³が126gの眞鍮。

5. **運動。** 物體が位置を變へることを**運動**といひ、變へないのを**靜止**といふ。物體の運動に於てその遲速の度を**速さ**といひ、單位時間



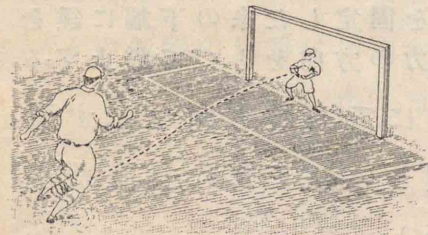
(圖6) 靜止と運動並びに速さの概略。

通過する距離でその大きさを測る。例へば30秒間に90米進む車の速さは毎秒3

米で、之を單に3秒米の速さといふことがある。

- 問1. 15秒米は幾時分に相當するか。
- 問2. 速さの單位は單位の種類の中何れに屬するか。

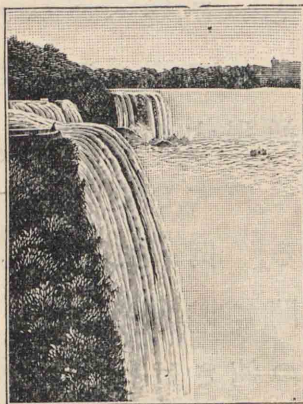
6. **力、重力。** 靜止してをる球も蹴れば飛び、



(圖7)

飛球も手で受けると止まる。このやうに靜止してをる物體を動かし、動いてをる物體を止めるなど、物體の運動の有様を變へる作用を**力**といふ。運動體の速さ、方向などを變へるにも亦力が必要である。

支へる物のない地上の物體が、降る雨滴の如く、流下する瀑布の水の如く落ちるのは、地球がそれを引く爲である。



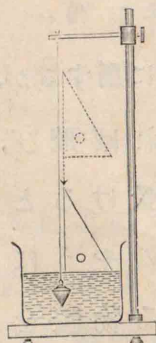
(圖8) 偉大な重力の作用。

この引く力を地球の引力又は**重力**といひ、その大きさを**重さ**又は**重量**といふ。

力の單位として屢、單位質量に働く重力を用ひ、これを

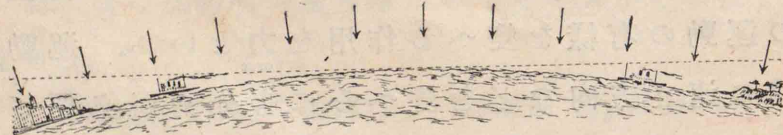
力の重力單位といふ。1瓦の重さ(1瓦重)、1珓の重さ(1珓重)などといふのがそれである。

實驗. 上端を固定した糸の下端に錘を吊すと、糸は重力の方向をとつて靜止する。



(圖9) 鉛直線と水平面。

このやうに重力の方向を示す直線を**鉛直線**といひ、それに垂直な平面を**水平面**といふ。

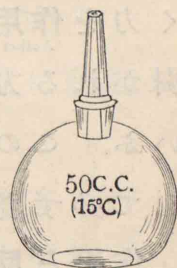


(圖10) 廣く大きく見た海面。

廣く大きく見ると海面は平面ではないが、31米を隔てて重力の方向が1秒の角度をなす程度のものであるから、普通には平面として扱つて差支ない。

7. 比重. 或る物質若干量の重さと、これと體積の等しい4°Cの純水の重さとの比を、その物質の**比重**といふ。

4°Cの純水1ccの重さが1瓦重に當るため、C. G. S. 單位で示した各物質の密度とその比重とは同一の數値を示す。



(圖11) 比重壺。

實驗. 空虛な時の重さWを測つた比重壺に、水を充たしてその重さW'を測り、更に比重を測る可き液體を充たしてその重さW''を測れ。

その液體の比重は何程か。

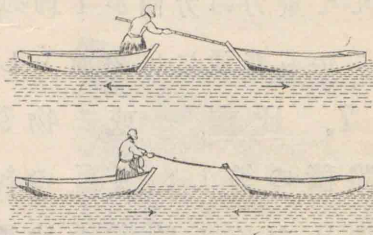
比 重 表

イリヂウム	22.4	錫	7.29	牛乳	1.03
白金	21.4	亞鉛	7.1	アルコール	0.81
金	19.3	アルミニウム	2.7	石油	0.75
水銀	13.6	金剛石	3.5	海水	1.01—1.05
鉛	11.3	石英	2.9	氷(0°C)	0.917
銀	10.5	石炭	1.2—1.8	パラフィン	0.87
銅	8.9	竹	0.4—0.6	セルロイド	1.4
眞鍮	8.4	樅	0.7—1.3	エポナイト	1.8
鐵	7.8	コルク	0.22—0.26		

問 1. 比重が8.9である銅200瓦の體積を計算せよ。

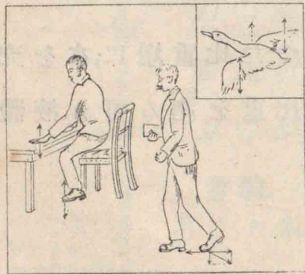
問 2. 210 瓦の眞鍮と同體積の銅の重さは何程か。

8. **作用と反作用。** 水夫が棹で他の船を押すと、水夫の船も反対に押され、引くと反対に引かれる。この押す力、引く力を**作用**、押される力、引かれる力を**反作用**といふ。このやうに力は二物體間の相互作用として必ず現れるもので、一般に



(圖12) 作用と反作用。

作用と反作用とはその大きさが相等しく、その方向が反対である。



(圖13) 反作用を利用する動作の一。

人は机を手で、床を足で押した反作用で起立し、床や地面を斜後方に押した反作用を利用して前進する。鳥がその翼で空気を打つて飛翔するのも亦空気の反作用を利用する爲である。

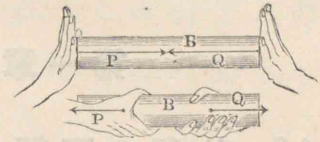
問。 人の動作や動物の運動につき反作用を利用する場合を挙げよ。

この定律を**反作用の定律**といふ。

Law of reaction

人類並びに諸動物の動作には反作用が非常に多く利用せられてをる。

9. **力の釣合。** 静止してをる物體 B に、反対の方向に大きさの等しい二力 P, Q が働くとそれが押合ふ場合であつても、又引き合ふ場合であつても B は動かない。この時二力 P, Q は互に**釣合**てをるといふ。



(圖14) 釣合ふ力。

机上の物體はその接觸面で机を下方に押し、机は同じ面で物體を上方に等しい力で押す。この様にその接觸面に垂直に互に押し合ふ力を**壓力**といふ。



壓力



張力

(圖15) 壓力と張力。

棒押の棒の内部や支柱の内部には、その軸に直角な面に作用する壓力がある。

又引張られた銅線、物體を吊せる紐などでは、相隣れる各部が常に外方に引合つてをる。この様な力を**張力**といふ。壓力、張力共にその接觸面の單位面積に現れる力の大きさをその**強さ**といふ。

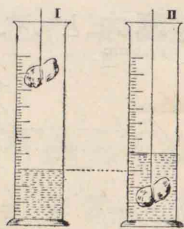
Tension

第一編 物 性

第一章 物性概説

10. 物質の三態。物質はその状態から普通三様に區別せられる。一定の形と體積とを保ち得るものを**固體**、一定の體積を保ちながら容れられる器に應じてその形を變化するものを**液體**、形も體積も共に不定で常に任意の容器内を充たすものを**氣體**といふ。又氣體と液體とを併せて**流體**と呼ぶことがある。

問. 右の圖に示すやうな方法によると不規則な固體の體積が測れる。その理由を説明せよ。



(圖16)

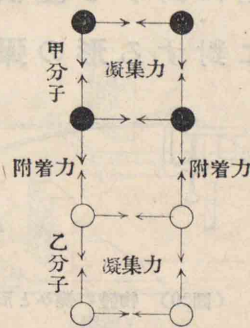
11. 分子及び分子力。物質は總て物質の固有性をもつ**分子**といふ微粒の集まりで、この相違から物質に異同が出来る。

分子の極めて小さいことは一滴の香水が全室に芳香を放ち、僅かの染料が多量の水を色づけることから解る。

これらの分子は或る間隙を保つて互に引き合ひ、また絶えず運動してをる。その引合ふ力を**分子力**といひ、極めて近い距離でのみ働くものである。

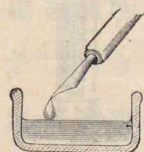
破損した硝子器はその破片をよく押し合せても接合が出来ない。之は分子力が甚だ近い距離許りで作用することを示すものである。

同種の分子間の分子力を**凝集力**と呼び、異種の分子間の分子力を**附着力**といふ。鐵棒の折れ難いのはその凝集力の爲で、糊が物體の接合に適するのはその附着力の爲である。



(圖17) 分子力の二種。

分子力は固體に於て最も強く、液體が之に次ぎ、氣體に至つては殆んど認めることが出来ない。物質の三態は之からでも區別できる。



(圖18)

問1. 紙と木とを糊で固着する時、その接合部の強弱はどんな分子力で定まるか。

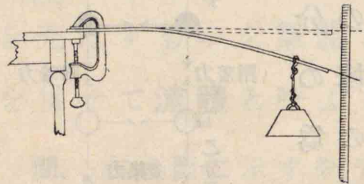
問2. 左圖のやうにペンにインクの附く理由を説明せよ。

12. 弾性。 物體を外力により壓縮し、引延し、
 振り、撓めなどして、その體積或は形
 を變ずると、物體中には初めの状態
 に復しようとする力、即ち**弾力**が現
 れて、外力の去る時舊狀に歸へる。



(圖19) ぜんまいの延びとその弾性。

この性質を**弾性**といひ、體積の變
 化に對する**體積の弾性**と、形の變化
 に對する**形の弾性**との二種類が認められる。



(圖20) 物體の撓みと形の弾性。

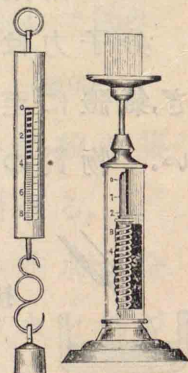
しかしその變化が一定の境を越すと、外力を去つても舊狀に歸らなくなる。この境を**弾性**

の**際限**といひ、この際限以内に於ける弾性に關し次のやうな**フツク**の定律がある。

Hooke's law

物體の體積又は形の變化(歪)は、それに加へる外力に正比例する。

ぜんまい秤はぜんまいの弾性を應用した器械で、物體の重さ並びにその他の力の測定に用ひられる。



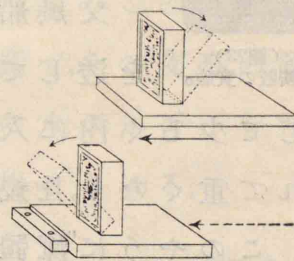
(圖21) ぜんまい秤。

問. 吊す物體が 100 瓦の時 50 種となり、150 瓦の時 55 種となるせんまい秤の物體を吊さない時の長さを問ふ。

13. 慣性。 外から力の作用を受けないと、靜止してをる物體は永久に靜止し、運動してをる物體はその速さで、その方向に運動をつづける。

この性質は總ての物體が通有してをるもので、之を**慣性**といふ。

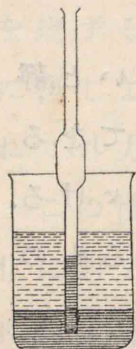
實驗. 右圖のやうにマッチ箱を板の上に立て、板を急に押すと箱は後方に倒れるが、板と共に始めは徐々に、而して次第に速かに押し動かして急に止めると箱は前方に倒れる。之で慣性の二方面が見られる。



(圖22)

慣性の實例は日常生活の各方面で見られる。塵埃を除く爲に衣服を打ち揮ひ、洗筆、刷毛などの水を除く爲に急に之を振り、及物を柄に嵌める爲に柄の端を他物に打ちつけるなどは、皆慣性の利用で、乗物が急に動き急に止まる時、乗客が倒されやうとすること、速い運動體が急に止め難いことなどは、皆慣性の顯れである。

14. 擴散と滲透。軽い水と重い硫酸銅水溶液とを上下に接せしめて置くと、時を経るにつ



(圖23) 擴散の實驗。

れ二液は互に混じて一樣な濃さになる。このやうな現象を擴散といふ。

Diffusion

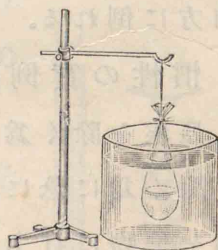
空氣が一樣に混じた酸素、窒素などよりなり、その比重に従つて層に分れないのも亦この現象と見られる。

又風船球に充たした水素は、その膜を透して外に出で、外の空氣は膜を通して少しく内に入る。風船球が時を経るにつれて重くなり、且幾分縮むのはこの爲である。

このやうに流體が境界の隔壁を通過して混じ合ふ現象を滲透といふ。

Osmosis

實驗。膀胱膜に硫酸銅のやうな有色鹽類の溶液を入れて密封し、それを硝子器に盛つた水の中に入れて置き、後でそれを引上げて水の着色度を見よ。



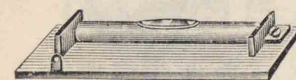
(圖24) 滲透の實驗。

鹽漬に於て大根菜などの内に含まれてをる多くの水分が外に出で、食鹽の小部分がそれらの内に入り込むのも亦滲透の現象である。

第二章 液 體

15. 液體の表面。液體を器に注ぐと、その形を變へ易い爲、重力の作用で低所に流れ、器の下部を充してその上部に水平面をつくつて靜止する。この表面を液體の自由表面といふ。

Free surface



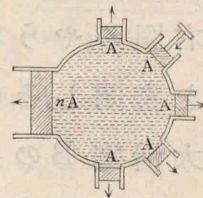
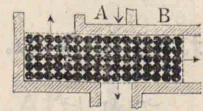
水準器は液體のこの性質を利用した装置で、その支臺の置



(圖25) 水準器。

かれる平面の水平か否かをためすのに使用せられる。

16. パスカルの原理。同大の球を右圖のやうに多く列べ、A B板で之を押すと、各球は順次にその力を及ぼしながら、間隙に沿うて動き各方向に押し出される。



(圖26)

この事實は流動し易い液體では一層明瞭に現はれる。例へばAなる單位斷面積の數活塞をもつ上圖のやうな密閉器に水を充て、その一活塞を1 疋の力で

押すと、同一斷面積の諸活塞は皆1疋の壓力を受ける。一般に密閉器中の液體はその一部に受けた壓力を等しい強さで四方に傳へる。

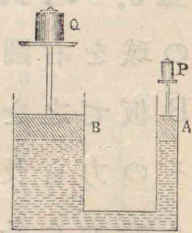
之をパスカルの原理といふ。
Pascal's principle

總て單位面積に作用する壓力の大きさをその壓力の強さといひ、全面に及ぶ壓力の大きさを全壓力といふ。
Intensity of pressure
Total pressure



(圖27) パスカル(佛人) Pascal (1623-1662) 物理學者、數學者でその偉業が多い。

依つて前圖の裝置に斷面積 nA なる一大活塞を添加すると、壓力が等しい強さで傳へられる爲、それには活塞 A の n 倍の全壓力が現はれねばならぬ。

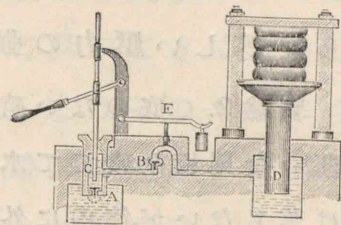


(圖28)

されば A, B なる斷面積を有する右圖のやうな大小二活塞の間に水を密閉し、その小活塞 A の上に P 瓦、大活塞 B の上に Q 瓦の分銅を載せて互に釣合ふものとする、その壓力の強さは各部分で相等的な筈であるから、次のやうな關係が成立する。

$$\frac{P}{A} = \frac{Q}{B} \quad P = \frac{A}{B} Q$$

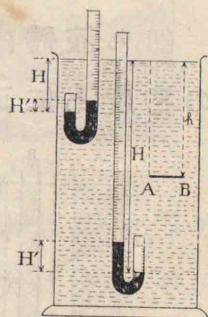
故に A, B の比を適當にすれば、一方に小力を加へて他方に大力を出すことも出来る。水壓機はこの理を應用した器械で、油を搾り、紙、綿を壓縮するなど、徐々に強い力を出す場合に多く用ひられる。



(圖29) 水壓機。

17. 重力によつて生ずる液體内の壓力。

實驗1. 水銀を入れた目盛曲管を水中に下すと、水の深さ H が増すにつれて、水が短管内の水銀面を強く押し、長管内に次第に水銀を多く押し上げる。



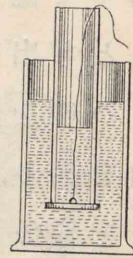
(圖30)

之は下層の液が上層の液の重さで押され、その壓力を傳へる爲で、該液體内の面積 a なる AB 水平面に對しては、 a を底面とし表面からの深さ h を高さとする液柱の重さが壓力となり働く。故に液の密度 (d) と、 a 面に働く液の重さによる壓力の強さ (P) との間には次の關係がある。

$$Pa = ahd \quad P = hd$$

この壓力の強さは各方に等しく及ぶから、等しい深さにある面はその方向に係らず等しい壓力の強さを受ける。

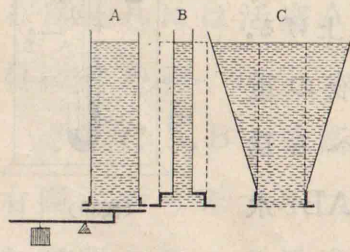
實驗2. 底のない硝子圓筒の下端に薄い金屬板を當てて水中に押込むと板は落ちないが、筒内に外の水面と略同じ高さに迄水を注ぐと板は落ちる。



(圖31)

之は板を上を押す水の上壓と、下に押すその下壓とが同一の深さで相等しくなる爲である。

即ち液體內の壓力の強さは、その深さと液體の密度とに正比例し、同一水平面上の各點では



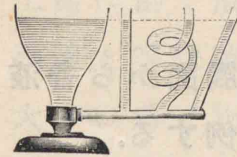
(圖32) 深さと廣さの等しい底面の受ける液體の全壓力の等しいことを示す實驗。

各方向共に皆相等しい。

之から底面に作用する壓力の強さは、同一の液體ではその深さのみに關係することが解る。

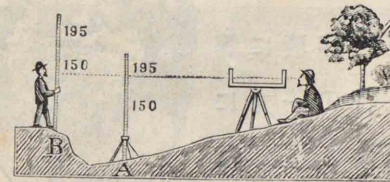
故に左圖のやうな器底の面積の全く相等しいA, B, C三容器に、同じ液體を同じ高さに迄入れると、その器底の受ける全壓力は何れの場合にも全く相等しい。

18. 連通器。底が相通じてをる連通器に水を注ぐと、水は各支管中に等しい高さに迄昇つてきて、その流動が止む。之はこのやうになつた時、連通部に於ける左右からの壓力の強さが互に等しい爲である。



(圖33) 連通器。

掘抜井戸、上水道、土地の高低を測量する水盛りなどは皆連通器のよい實例である。

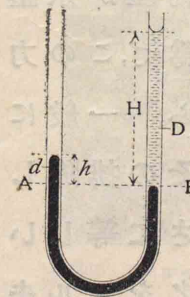


(圖34)



(圖35)

連通器の一種であるU字管に水銀のやうな重い液を先に入れ、次に水のやうな軽い液を一方の管に入れると、左圖のやうに兩液の相接する面(AB)の上に及ぶ兩液柱の壓力の強さが等しくなつて靜止する。



(圖36) U字管。

その時各液の密度(d 及び D)と、AB面上の液柱の高さ(h 及び H)と

の間には次式のやうな關係が成立する。

$$hd = HD \quad \frac{h}{H} = \frac{D}{d}$$

即ち、U字管に於ける兩液の接觸面から各液面迄の高さは兩液の密度に反比例する。

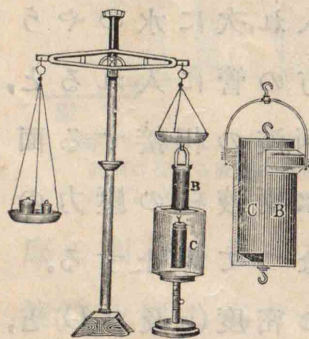
問. U字管の兩枝管に水と石油とを入れ、その境界面から各液面迄の高さが、水では24糎、石油では30糎であることを見た。石油の密度を問ふ。

19. アルキメデスの原理。

實驗. 體積がB圓筒の内容積に等しい圓筒Cを、Bと共に天秤の一方にかけて釣合はしめ、Cの没する迄外器に水を盛ると、天秤の平均は破れるが、B内に水を充すと再び釣合ってくる。



(圖37)アルキメデス(希臘人) Archimedes (287-212B.C.) 有名な數學者、物理學者。

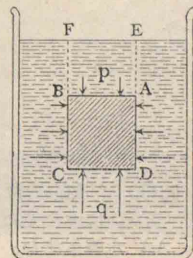


(圖38) アルキメデスの原理をためす實驗。

之は水中では物體が水壓で押揚げられる爲で、この力を水の浮力といふ。一般に液體中の物體は、その排除してをる液體の重さに等しい浮力を受ける。之をアルキメデスの原理といふ。

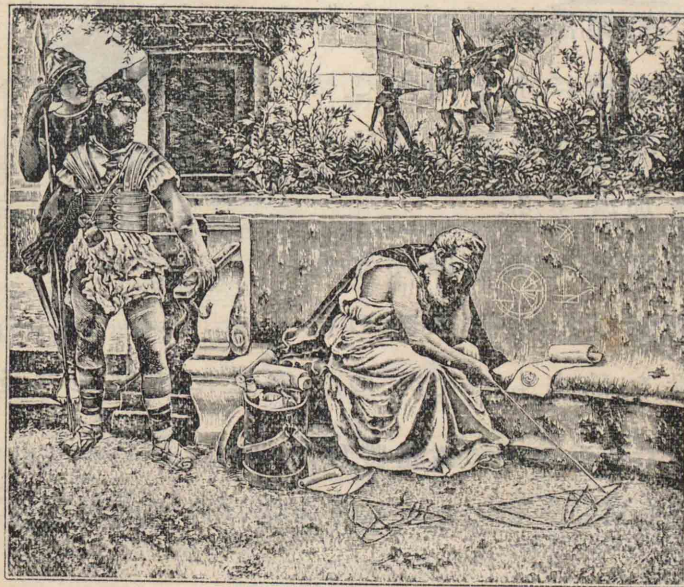
principle

之はその物體の下面に働く液體の上壓力が上面に働く液體の下壓力よりも、物體と等體積の液體の重さだけ大きい爲で、物體は重力と反對の方向に之だけの浮力を受けることになる。



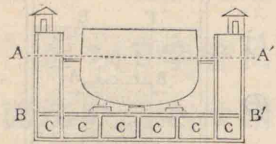
(圖39)

アルキメデスは入浴中に此の原理を發見したとのことが今に言ひ傳へられてをる。



(圖40) アルキメデスの最後。砂上に圖を描いて研究してをるのがアルキメデスで、後に立つてをるのがアルキメデスと知らずに之を刺殺したローマの兵士である。

20. 物體の浮沈。 液體中の物體は、その重

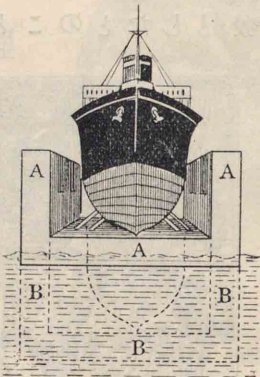


(圖41) 浮船渠の断面、C,C,C'に水を充たすとAA'水線迄沈む。

さが浮力よりも大きい時は液體中に沈み、浮力に等しい時には液體内の任意の位置に止る。

若しその重さが浮力よりも小さいと、重さが浮力に等しくなる迄液面に浮び出てくる。

浮船渠、潜水艦などでは、その水槽に水を出入させてその重さを變じ、浮沈の度を加減する。

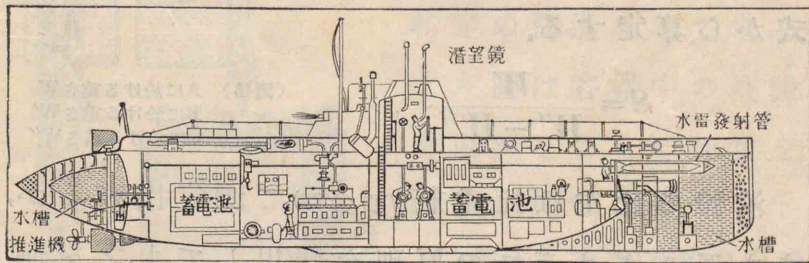
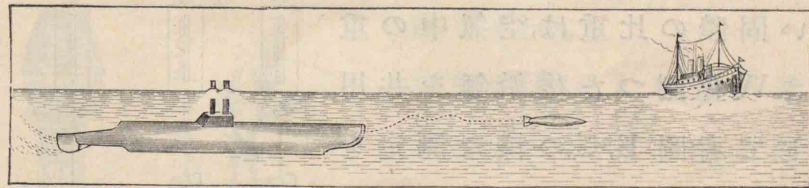
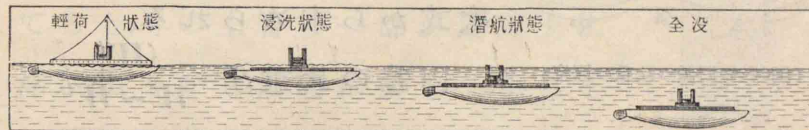
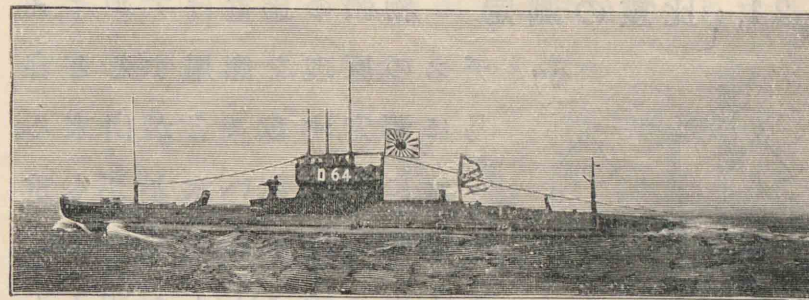


(圖42) 浮船渠の浮沈の有様。

又軍艦の噸數は兵器などを満載して浮ぶ時の排水量を示すもので、その全重量に相當してをる。

問1. 海面上の露出體積20000立方米なる氷山の全體積を問ふ。但し氷の比重を0.917、海水の比重を1.026とする。

問2. 712瓦の中空の銅器を、水中に吊してその重さを秤ると506瓦になるといふ。中空部の體積は何程か。

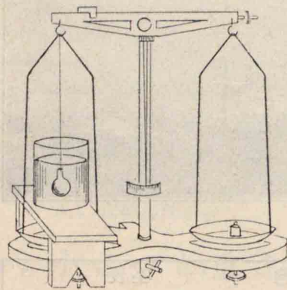


(圖43) 潜水艦とその浮沈並びに内部の構造。

21. 比重の測定。 物體の比重はアルキメ

デスの原理を應用すると容易に測定することが出来る。

水に溶けない水よりも重い固體の比重は、その重さWと水中の重さW'とを測ると次式から求められる。

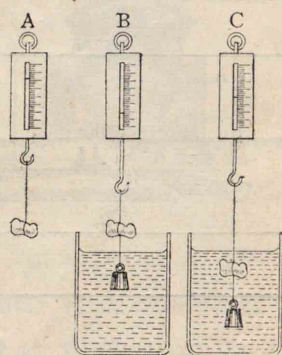


(圖44) 固體の比重の測定。

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

水に溶け難く水よりも軽い固體の比重は、空氣中の重さWを測つた後、鉛錘を共用して右圖B, Cの様な測定をなし夫々W', W''を得て、次式から算定する。

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



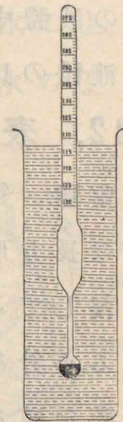
(圖45) Aに於ける重さW
Bに於ける重さW'
Cに於ける重さW''

液體の比重は比重瓶(7頁参照)で測定出来るが、またアルキメデスの原理を應用しても、之を測定することが出来る。即ち水及びその液體に溶けない固體で、水及びその液體よりも重いも

のを用ひ、その重さW, 水中での重さW', 及び液體中での重さW''を測ると次式からその比重が定められる。

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

簡易に液體の比重を測り得るものに浮秤がある。之を液體中に立てると、その上管の一部が液面上に浮び出るから、液面に接してをるその管側の目盛でその液體の比重が

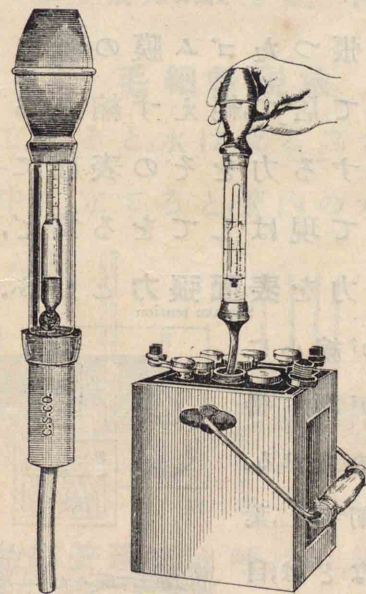


(圖46) 浮秤。

讀まれる。

浮秤はその種類が非常に多く、比重を測る液體の種類に應じて夫々特定の構造をしてをる。

左圖は容器中の液體を取出してその比重を測る浮秤である。



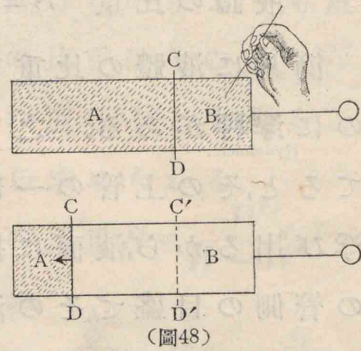
(圖47) 比重計。

問1. 重さ128瓦の固體を水中で測ると112瓦になるといふ。その固體の比重如何。

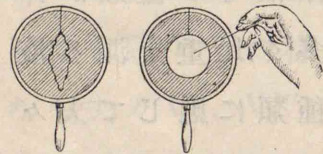
問2. 重さ124瓦の物體を水中で測ると108瓦になり、他の液體中で測ると98瓦になるといふ。その物體及び液體の比重を問ふ。

22. 表面張力。

實驗. 針金で作つた圖の様な長方形の框を石鹼液中に浸してその膜を張り、CDなる小針を載せてその一側の膜を破ると他側の膜はC Dを引きながら縮る。

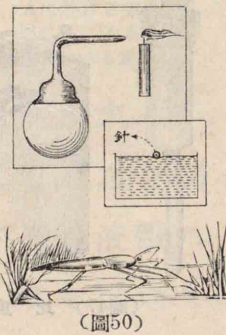


之は液體の表面が引き張つたゴム膜の様になつて居て、絶えず縮まらうとする力をその表面に沿うて現はしてをる爲で、この力を**表面張力**といふ。



(圖49) 石鹼液の膜とその表面張力。

管の端に膨らせた石鹼球が縮小に際して燭火を吹き、水上に針が浮べ得られることなどは實驗で認められる。この一方面で水蟲の水上を匍匐し、葉末の露や、雨滴が球形になるなどは、自然界で見られるその例である。



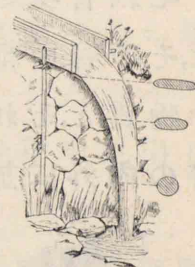
(圖50)

表面張力は液體の種類によつても相違がある。水銀の表面張力は水のより強く、酒精、石油などは水のよりも弱い。



(圖51)

問1. 笥の口から幅廣く流れ落ちる水が、次第に丸紐のやう

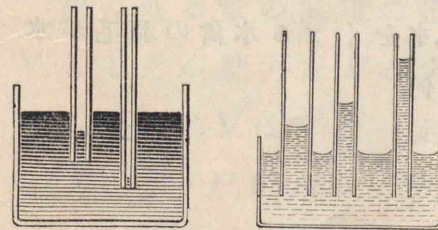


(圖52)

になるのは何故か。

問2. 融解した鉛を水中に滴下させると散弾ができる。何故か。

23. 毛細管現象。硝子製の細管を水中に立てると、水は或る高さにまで管内に昇り、水銀中に立てると、管内の水銀面は却つて降下する現象が見られる。



(圖53) 毛細管現象。

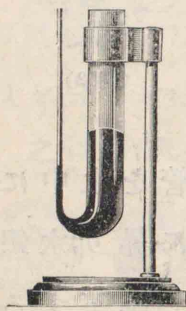
このやうな諸現象は細管に限らず、すべて物體の狭い間隙で起るもので、

毛細管現象と呼ばれ、細隙をつくつてをる物質が、その液に濡されるか否かで、その液が或は細

隙内に昇り、或は降るのである。

吸墨紙がインキを吸ひとり、石油がランプの芯に昇るなどは何れもこの實例である。

毛細管現象の起る場合に液の昇降する程度は、その管の細い程、間隙の狭い程著しく、管をなす物質と、それを挿入する液とが同一であると、管の内外に於ける液面の高さの差は、その管の内徑に逆比例する。



(圖54)

これをジュリンの定律といふ。
Turin's law

問1. 大小兩支管を備へてをる連通管に水銀を盛ると、左圖のやうに兩管の上面が同一水平面を作らない。

これは何故か。

問2. 海綿の水を吸ひ、水をくゞる水禽の羽毛が水の浸入を受けない理由如何。

第三章 氣 體

24. 氣體の壓力。 氣體を壓縮すると、體積の縮小につれて次第にその壓力を増してくる、英人ボイルは之に關し次の定律を見出した。

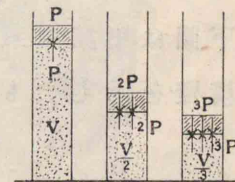


(圖55) ボイル(英國人)
Robert Boyle
(1627-1691)

定溫度にある一定量の氣體の體積は、その受けてをる壓力(氣體自らの壓力に等しい)に反比例する。

之をボイルの定律といふ。
Boyle's law

故に或る量の氣體の體積をVとし、その壓力をPとすると、



(圖56) 氣體の體積と壓力との關係。

その積のP.Vは常に一定の値(C)をとる。

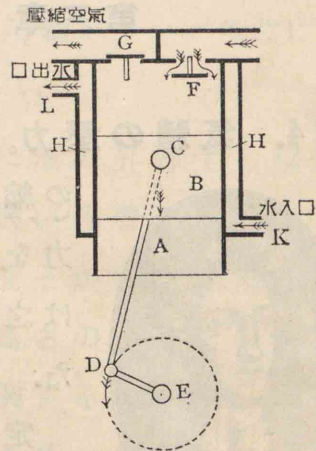
$$P.V=C$$

氣體の壓力の單位にも1氣壓がよく用ひられる。之は高さ76糎の水銀柱の壓力に等しいもので毎平方糎に1033.6瓦重の割合になる。

25. 壓縮空氣。 密閉器内に空氣を強く壓

入すると、大いにその壓力を増大して數百氣壓以上に及ぶ様になる。

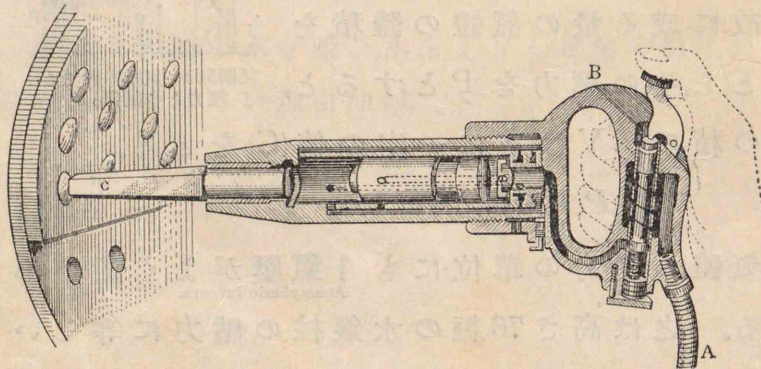
之を**壓縮空氣**と呼び、
Compressed air
穿孔器、鉸止め器、魚雷發射、その他の動力用に供せられる。



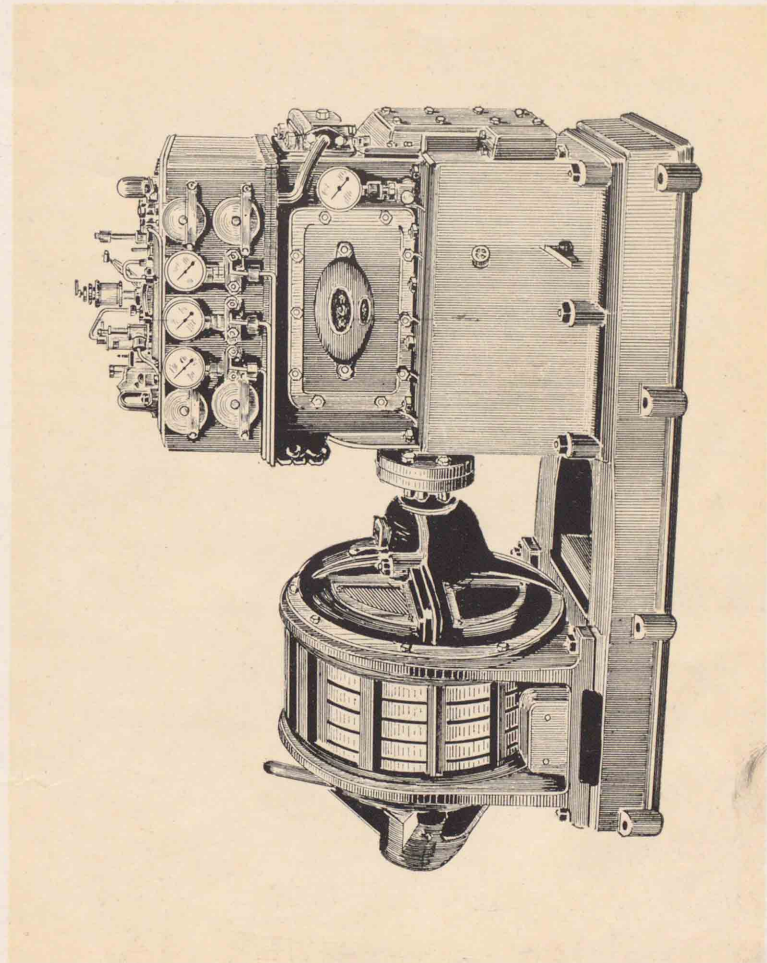
(圖57) 壓縮空氣製造機。

右圖のやうな壓縮空氣製出機はその壓縮に伴つて熱を發生するから、皆その要部の外側に水を通じてそれを冷す様にしてをる。

下圖は壓縮空氣を用ひて船艦用鐵板を鉸着してをる模様を示したものである。



(圖58) 壓縮空氣を用ひて船艦用鐵板の鉸着。



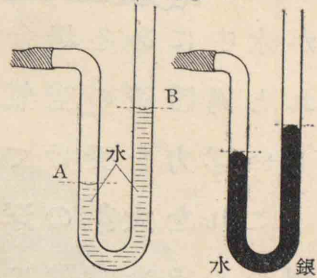
魚形水雷用壓縮空氣製造機
70馬力の電動機が毎分700廻轉して250氣壓の空氣を毎時間500立つづつ製出する。

3

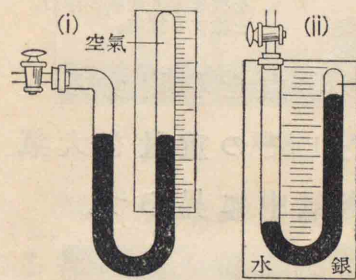
26. 4 壓力計。 壓力計は密閉器中の氣體の

壓力を測定する装置である。

大氣壓との差の少い壓力を測定する場合には、右圖に示すやうな 開管壓力計 が用ひられる。



(圖59) 開管壓力計。

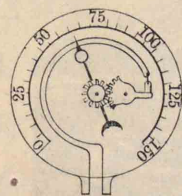


(圖60) 閉管壓力計。

大氣壓との差の甚だしい壓力を測る場合には、左圖のやうな 閉管壓力計 が使用せられる。

その大氣壓を著しく凌駕したものの測定には、閉端を有する管の上部に空氣を残した 高壓壓力計 を用ひ、壓力の小さいものの測定には上部迄水銀を充たした 眞空壓力計 が用ひられる!

左圖の 金屬壓力計 (ブルードン壓力計) は 強い蒸氣汽罐の壓力 などを測るに用ひる。

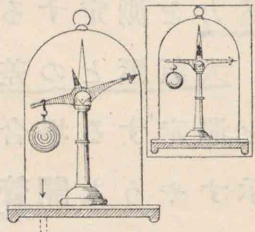


(圖61) ブルードン壓力計。

問. 壓力計の構造に基づきその作用を説明せよ。

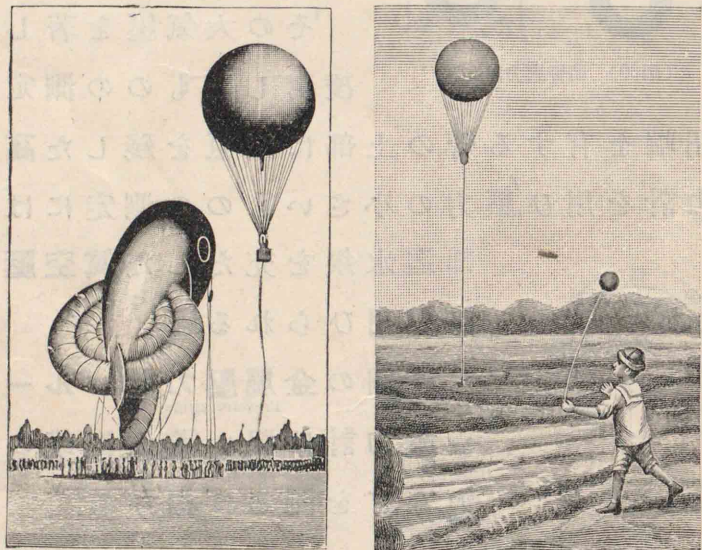
27. 大氣の浮力。大氣中の諸物體は、物體が水中にある場合のやうに、それと同體積の空氣の重さに等しい浮力を受けてをる。

これを大氣の浮力といひ、右圖のやうな實驗によるとこれが檢し得られる。

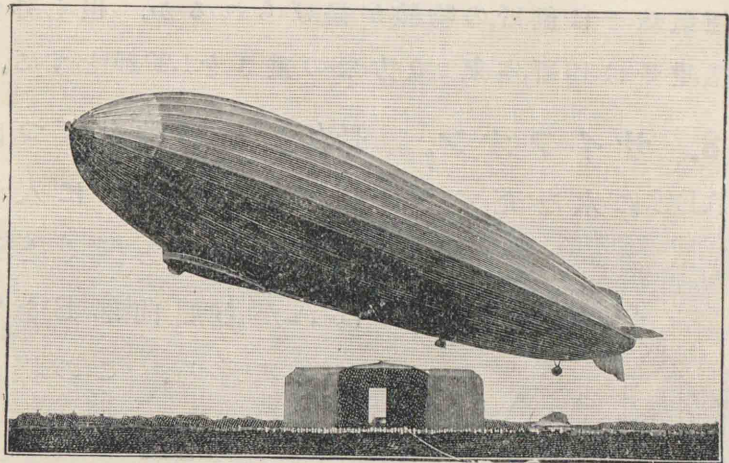


(圖62) 硝子鐘内の空氣を抜きとり大氣の浮力を檢する實驗。

輕氣球、飛行船などはこの浮力を利用するもので、氣囊に輕い氣體を充たし、その重量を大氣の浮力よりも小さくして空氣中に昇らす。



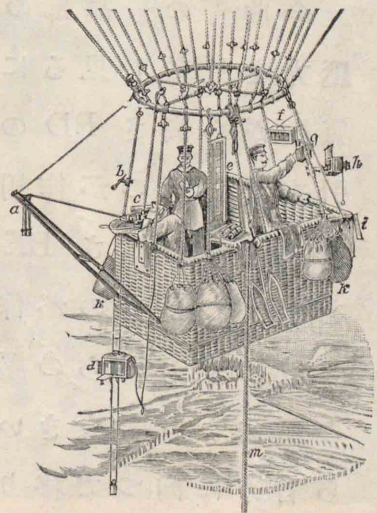
(圖63) 大氣の浮力の利用。



(圖64) 飛 行 船。

飛行船は更に舵機を備へ、且發動機で運轉する推進機を備へてゐて、その飛行を自由ならしめてをる。

輕氣球や飛行船に砂囊、空氣囊などを備へてをるものがあるのは、其の浮揚、飛行などを適當に調節する爲である。



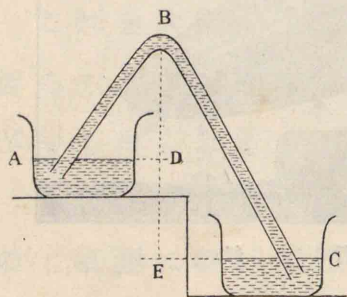
(圖65) 氣象觀測用輕氣球の搖籠。砂囊(k)を多く吊してをる。

問. 比重が空氣の $\frac{1}{13}$ である水素を入れた 100 立方米

水素 100 立方米 重 7.7 kg
 $1.29 \times 100 \times \frac{1}{13} = 9.923 \text{ kg}$
 空氣 100 立方米 重 129 kg
 $1.29 \times 100 = 129 \text{ kg}$
 $129 - (9.923 + 10) = 109.077 \text{ kg}$

の輕氣球では幾斤の物體が揚げられるか。但し外囊の總重量は19斤、空氣1立方米の重さを1.29斤とする。

28. サイフォン。長短二つの脚をもつ曲管ABCに水を充て、その短脚端Aを水中に入れて

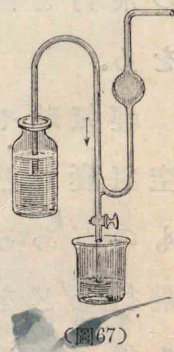


(圖66) サイフォン。

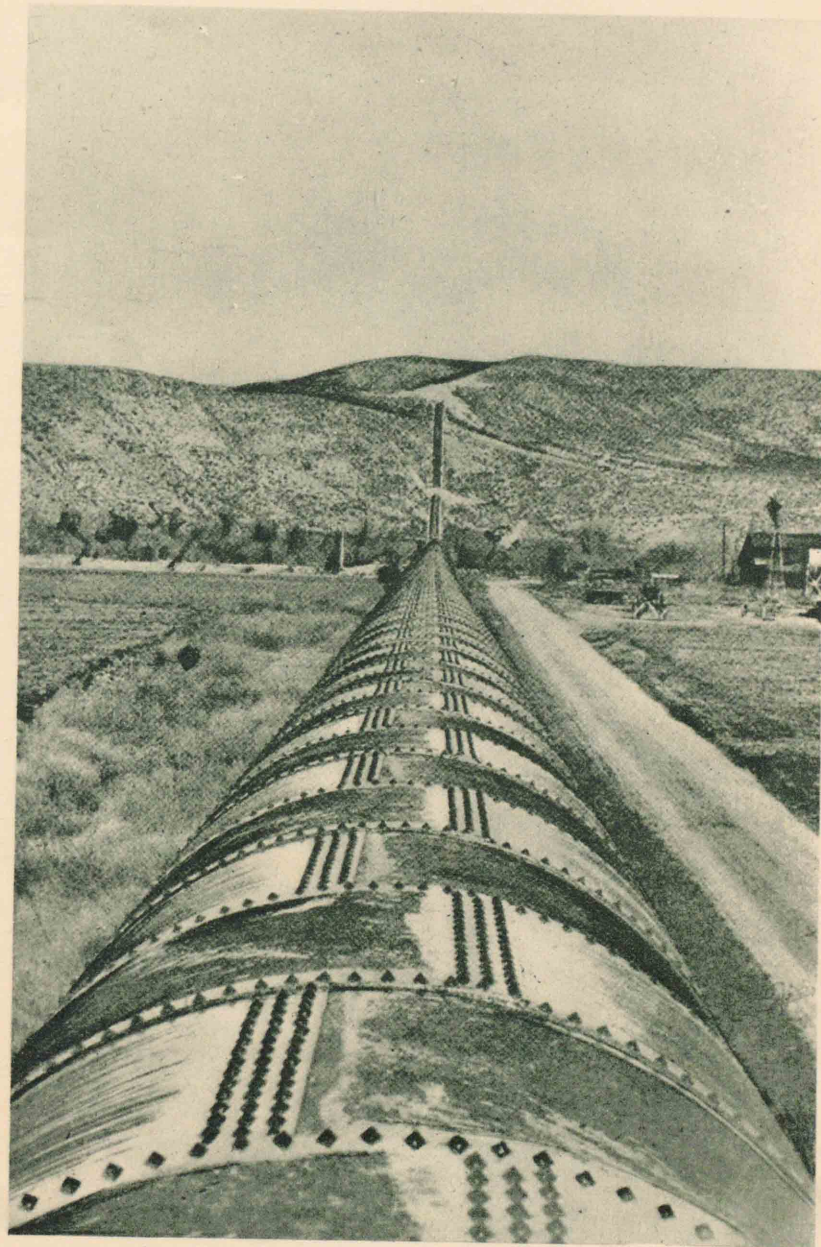
て長脚端Cを開くと、水はAから屈曲部Bを経てCに移る。この様な装置をサイフォンといひ、高所の液を低所に移すのに用ひられる。

今曲管の最高部の水につきその兩側に働く壓力を比較し見るに、左方よりは大氣壓から高さBDの水柱の壓力を引去つたものが作用し、右方よりは大氣壓から高さBEの水柱の壓力を引去つたものが作用してをる。

故に左方からの壓力が右方からの壓力よりも大きい間水は左方から右方に向つて移り動くことになる。圖67のサイフォンは實用向の便利なものである。

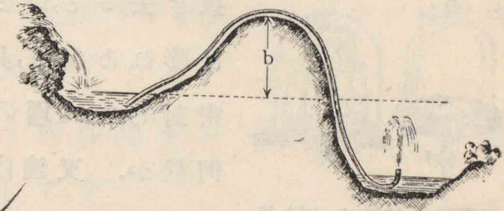


(圖67)



湖水の水を岳を越えてロスアンゼルスに供給してゐる大サイフォン

北米合衆國ロスアンゼルス市では非常に大
 きいサイフォンで、湖水の水を丘
 を越えて大仕掛
 けに送つてをる。

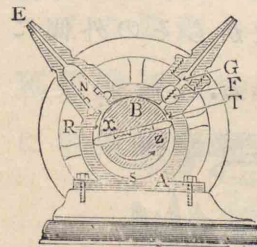


(圖68) 大仕掛なサイフォン。

29. 排氣ポンプ。

一般理科で學んだ排氣ポンプその他の空氣ポンプ
 について思ひ起せ。

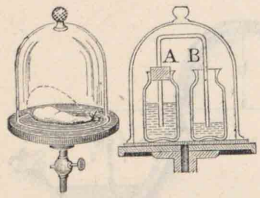
排氣ポンプ中、比較的能率のよいものは左圖
 Exhausting pump



(圖69) 廻轉式ポンプ。
 圓筒形室 A の内に B 圓筒が
 偏心的に取りつけられてを
 る。發條瓣 x, z は B 圓筒の直
 徑方向に取りつけられた出
 入自在のもので、常に A の外
 廓を押しながら廻轉する。

に示す廻轉式ポンプである。
 Rotary pump
 その中央にある圓筒狀の A
 室内で、B 圓筒が矢の方向に
 廻轉しながら R 間隙を増す
 と、空氣は E 口から吸ひとら
 れる。その R 空隙はやがて
 S 空隙となり、更に T 空隙と
 なつてその體積を縮少し、包
 容してをる空氣を FG を經て外部に出す。そ
 れで E に連ねた器中の空氣は抜き取られる。

実験1. 下圖のやうに準備した排氣鐘内の空気を

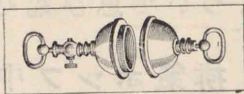


(圖70) 排氣ポンプを使用する實驗。

抜き去ると、口をしめてある膀胱膜は膨れ上がり、上部に空気を残して密封したA壺の水はB壺に移る。何故か。又鐘内に空気を送る時起る變化を説明せよ。

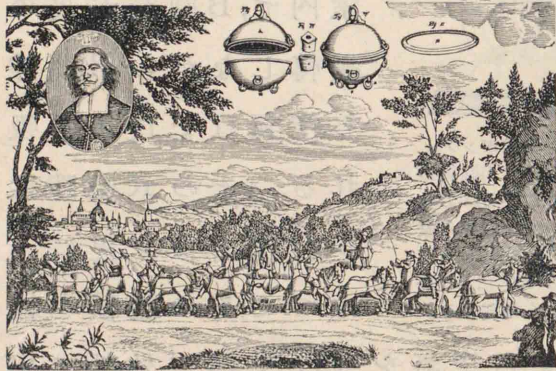
実験2. 下圖のやうな半球を氣密に合せ、排氣ポン

プで内部の空気を抜き去ると、兩方から強く引き合つても離れ難くなる。



(圖71) マグデブルグの半球。

之は嘗て獨人ギユリツケーがマグデブルグ市で試みた實驗で、之からその外側に作用する大氣壓の強いことが知られる。

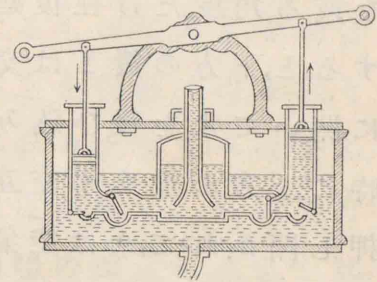


(圖72) マグデブルグ市に於ける大氣壓に關する實驗と、その實驗主宰者オットー、フォン、ギユリツケーの肖像。

30. 水ポンプ。

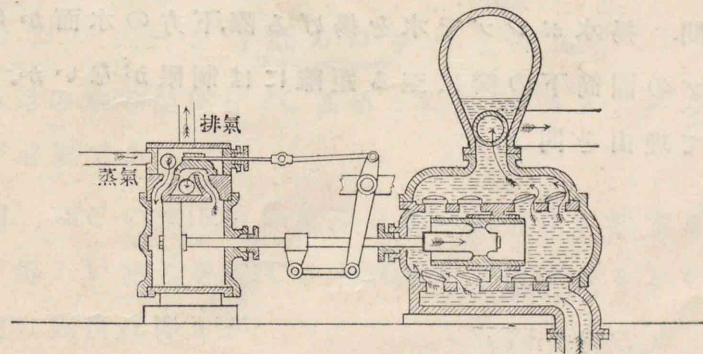
小學校理科及び一般理科で學んだ水ポンプ殊に押揚ポンプにつき思ひ起せ。

既に學んだやうな押揚ポンプの二個を一個の空氣室に連結して、その各を交互に反對に動かす仕組にすると、一層連続的に且強く水を噴出せしめ得る消火用ポンプが出来る。



(圖73) 消火用ポンプ。

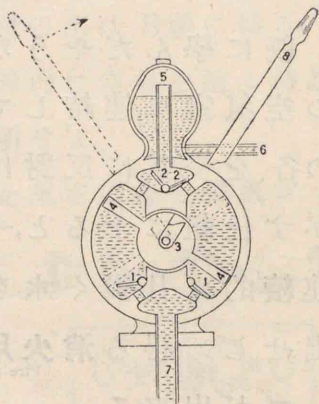
その要部の構造を下圖の様に變じて、それを蒸氣機關、内燃機關などで動かす様にすると、更に敏速に活動せしめ得るものになる。



(圖74) 蒸氣ポンプの要部。

ウイングポンプは近頃家庭でもよく用ひられる様になつたもので、下圖はその要部の斷面を示したものである。

今把手8によつて翼4を或る角度だけ往復廻轉すると、下方の瓣1は交互に開いて水を吸ひ込み、同時に上方の瓣2も交互に押し開かれて、水は空氣室5に押し入れられる。



(圖75) ウイングポンプ。

その空氣室から水の送り出される模様は、消火用ポンプのそれと略同様である。

問. 揚水ポンプで水を揚げる際、下方の水面から、ポンプの圓筒下の瓣に至る距離には制限がないか。併せて理由を問ふ。

第二編 熱

第一章 熱、熱量、比熱

31. 熱、熱量。熱は燃焼、摩擦などの際に生じ、また電流に伴つて發生するもので、多くの場合に、物體が之を得れば得る程その溫度が昇り、之を失へば失ふ程その溫度が降る。このやうに熱は物體の溫度の高低を起す原因になる一種の量である。



(圖76) 摩擦による發熱。

物體が得または失ふ熱量の多少を表はすために、1瓦の純水の溫度を 1°C 昇すに要する熱量をその單位にとつて之を1カロリーと呼び、1000カロリーを1珎カロリーといふ。

m 瓦の水の溫度を $t^{\circ}\text{C}$ 高めるには mt カロリーの熱量が必要である。

問. 12°C の水150瓦の溫度を 68°C に昇すに要する熱量と等しい熱量を、 50°C の水200瓦から取り去ると、その溫度は幾度に降るか。

$$\text{總熱量} = Smt$$
比熱 質量 温度

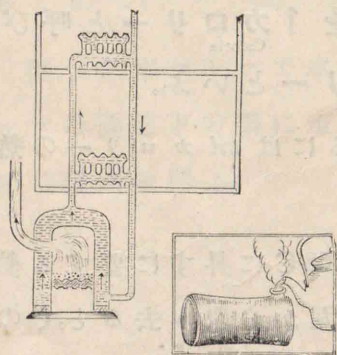
32. 熱容量,比熱。一物體の溫度を1°C昇すに要する熱量をその物體の熱容量といふ。熱容量はその物體を構成する物質の種類,質量などで大差がある。

また或る物質の溫度を1°C昇すに要する熱量と,同質量の水の溫度を1°C昇すに要する熱量との比を,その物質の比熱といふ。之はその物質1瓦の溫度を1°C昇すに要する熱量をカロリーで示した數に等しい。故に水の比熱は1で,上表の示すやうに最も大きい。

比熱表	
鉛	0.031
白金	0.032
銀	0.056
銅	0.093
眞鍮	0.088↔0.092
鐵	0.113
アルミニウム	0.22
水晶	0.17
硝子	0.12↔0.19
水	1.00
海水	0.94
アルコール	0.55
オリーブ油	0.47

一般に比熱の大きいもの程温り難く,また冷え難い。

熱湯暖房装置,湯タンポなどは何れも水のこの特性を利用したものである。



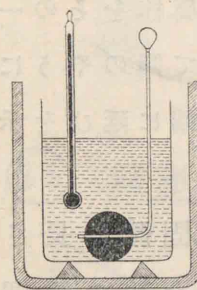
(圖77) 熱湯暖房装置と湯タンポ。

問. 15°Cのアルミニウムが100瓦ある。これを60°Cに温めるには幾カロリーの熱が必要か。

33. 比熱測定法。比熱を測定する方法中最も簡単なものは混合法である。

Method of mixture

今 t 度に熱した物質 m 瓦を, t' 度, m' 瓦の水の中に投じ,よく攪拌して均一な溫度 T 度を得たとすると,その物質の失うた熱量は水の得た熱量と等しい筈であるから,その物質の比熱を S として次の關係式が得られる。



(圖78) 比熱の測定。

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

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

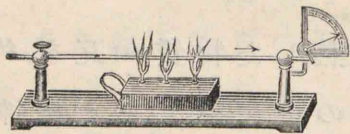
問. 溫度98°C,質量20瓦の銅塊を,溫度15°C,質量50瓦の水の中に投じた結果,その水の溫度が3°C昇つたといふ。銅の比熱は何程か。

$$S \times 20 \times (98 - 18) = 50 \times (18 - 15)$$

$$S = \frac{50 \times (18 - 15)}{20 \times (98 - 18)} = \frac{50 \times 3}{20 \times 80} = \frac{3}{32} = 0.094$$

第二章 熱による膨脹

34. 線膨脹。 熱を得て温度が昇ると多くの物體は膨脹する。



(圖79) 長さの膨脹を見る實驗。

實驗. 金屬棒をその一端を固定して圖のやうに熱すると、他端に延びを示

して指針を動かすのが見られる。

このやうに温度の上昇に伴つて、固體の長さが増加することを線膨脹といふ。今棒の零度の長さを l_0 とし、 t 度の長さを l とすると、その線膨脹は1度につき $(l-l_0)/t$ となり、それと零度の長さ l_0 との比 a をその線膨脹係數といふ。

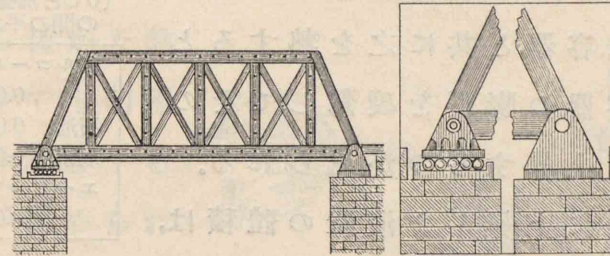
$$a = \frac{l-l_0}{l_0 t} \quad l = l_0(1+at)$$

固體のこの伸縮が妨げられると、大きい力を現はすことがある。熱湯を注がれて硝子器が破損し、鐵道の鐵軌の継目に餘地をおくなどは、之に關聯した好研究資料である。

線膨脹係數表

白金	0.0000089
銅	0.0000168
鐵	0.0000106
亞鉛	0.0000292
眞鍮	0.0000189
硝子	{0.0000075}
	{0.0000097} の間
石英硝子	0.0000005
ニツケル鋼	
(ニツケル36%)	0.0000009
(ニツケル40%)	0.0000060

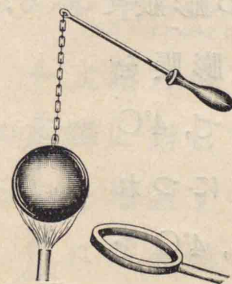
鐵橋を架ける場合などにも此の點に關して考慮が拂はれてゐる。



(圖80) 固體の線膨脹を考慮した鐵橋の構造。

35. 體膨脹。

温度の上昇に伴つて物體が體積を増すことを體膨脹といふ。



(圖81) 固體の體膨脹。

ひ、温度 1°C の上昇の爲に増加した體積の舊體積に對する比をその體膨脹係數といふ。今一物體の 0°C 並びに $t^\circ\text{C}$ の體積

を V_0, V_t とし、その體膨脹係數を β とすると、その間には次のやうな關係式が成り立つ。

$$\beta = \frac{V_t - V_0}{V_0 t} \quad V_t = V_0(1 + \beta t)$$

固體の體膨脹係數は、その線膨脹係數の約3倍に相當する。

$$\beta = 3a$$

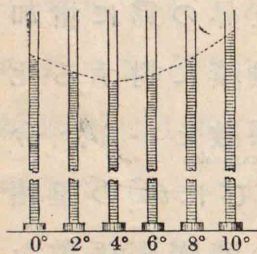
液體の膨脹度は固體に比べると著しく大で右表のやうな體膨脹係數を示す。故に容器と共に之を熱するとその容器の膨脹を凌駕してその液面上昇するのが見られる。

液體の體膨脹係數
(0°Cと沸騰點との間の平均値)

アルコール	0.00112
石油	0.00095
水銀	0.00018
エーテル	0.00166

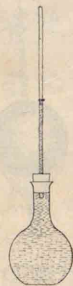
ここに上昇した液體の體積は、液體の眞の體膨脹と容器の膨脹との差にあたるもので、之を**見懸けの膨脹**といふ。日常見る液體の膨脹は多く此の様な見懸の膨脹である。

Apparent expansion

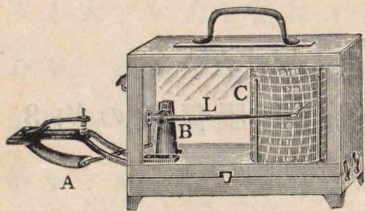


(圖82) 不規則な水の膨脹。

水は不規則な膨脹をする例外のもので、4°C迄は溫度が昇るにつれて次第に收縮し、4°Cを超へてから漸次に膨脹する。



(圖83)



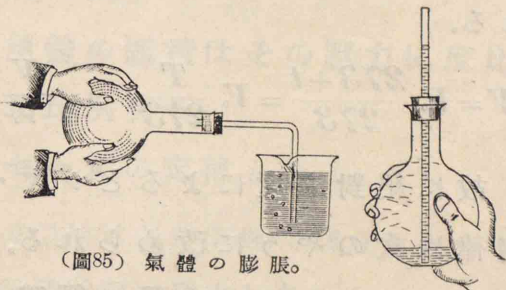
(圖84) 自記寒暖計。

左圖に示す自記寒暖計はAの中に入れてあるアルコールの體膨脹を利用するもので、それを挺子で廓大してC圓筒に時々刻々その溫度を自記せしめる。

36. 氣體の膨脹。氣體は液體に比べると

更に著しく膨脹するもので、下圖のやうに手で加へる僅かな熱

によつても明瞭にその膨脹する模様が認められる。



(圖85) 氣體の膨脹。

又氣體はその膨脹、收縮の度が全部一樣で、皆次の**シャルの定律**に従ふ。

Charles' law

一定壓力の下にある氣體の體積は、溫度 1°C の昇降に對して 0°C に於けるその體積の $\frac{1}{273}$ づつを増減する。

故に一氣體の 0°C 及び t°C の體積を夫々 V₀ 及び V とすると、その間には次の關係が成立つ。

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273}t\right) \quad V = V_0 \frac{273+t}{273}$$

攝氏の零下 273 度を 0 度とし、攝氏の 0 度を 273 度、t 度を (273+t) 度とする溫度を**絕對溫度**といふ。

Absolute temperature

攝氏溫度	沸騰點	絕對溫度
100°C		373°
0°C	氷點	273°
-273°C		0°

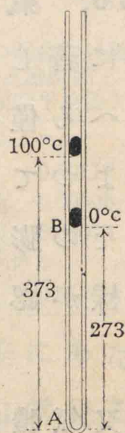
(圖86)

今前記の氣體の溫度 $t^{\circ}\text{C}$ を絕對溫度 T で示すと、前式は次の様に變へられる。

$$V = V_0 \frac{273+t}{273} = V_0 \frac{T}{273} \quad \frac{V}{V_0} = \frac{T}{273}$$

故に絕對溫度によるとシャルルの定律は次のやうに改められる。

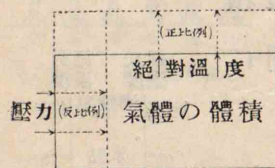
壓力一定なる一定量の氣體の體積は、その絕對溫度に正比例する。



(圖87)

637. ボイル・シャルルの定律。一定量の

氣體につきその溫度と壓力とを同時に變化せしめると、ボイルの定律とシャルルの定律とが



(圖88) 氣體の體積に及ぼす溫度と壓力との影響。

並び行はれる關係上、その體積はその壓力に反比例しながら、絕對溫度に正比例して變化する。

例へば氣壓 P_0 、絕對溫度 T_0 で體積 V_0 を占める一氣體の壓力を P に、絕對溫度を T に變じて體積 V を得たとすると、それらの中には次の關係がある。

問題 $1 \times 60 \times 80$
 $1 \times 60 \times (80 - t) = 40 \times 20 + 1 \times 20 \times t$
 $4800 - 60t = 1600 + 20t$
 $-80t = -3200 \quad t = 40^{\circ}\text{C}$

$$V = V_0 \frac{P_0}{P} \frac{T}{T_0}$$

壓力の反比 絕對溫度の正比

故に、一定量の氣體の體積はその壓力に反比例し、絕對溫度に正比例する。

之をボイル・シャルルの定律といふ。

問1. 標準溫度 (0°C)、標準氣壓 (76 糎) で 16 立を占めてをる氣體は、 27.3°C 、氣壓 80 糎で幾立を占めるか。

問2. 27°C で 30 cc を占めてをる氣體を、 67°C に熱して 17 cc にするには、その壓力を元の何倍にすればよいか。

(1) $V = 16 \times \frac{300.3}{273} \times \frac{76}{80} = 16.73$

(2) $273 + 27 = 300$
 $273 + 67 = 340$
 $30 \times \frac{340}{300} = 34$

$34 \div 17 = 2$

問 59
燃燈温度

$$0.113 \times 800 \times 40 \div 80 = 11.3$$

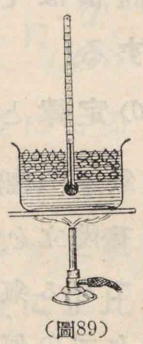
0.1 水 --- 11.39m

第三章 熱による三態の變化

38. 融解と凝固。 固体が熱を得て液体に

融 解 點

タンダステン	3400°C
白金	1770°
純鉄	1527°
銅	1080°
金	1060°
鉛	327°
錫	232°
白鉄	182°
ウツドの可融金	65°
パラフィン	50°
水銀	-39°
アルコール	-114°



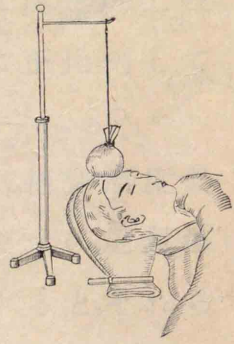
融 解 熱

アンモニア (-75°Cで)	108 カロリー
水 (0°Cで)	80
鉛 (327°Cで)	5
水銀 (-39°Cで)	3

量、その物質の融解熱といふ。

その際に温度が昇らないのは、加へる熱がその状態の變化にのみ費される爲である。

氷は融解熱が80カロリーで、多量の熱をその周囲より吸収して融けるから、氷嚢に入れて用ひられ、又魚類の保存、冷蔵庫などにも利用せられる。

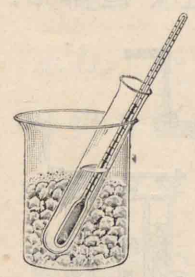


(圖90)

變る現象を融解といふ。融解の際には、固体の全部が融解し終る迄は熱を加へても温度が一定で變化しない。此の温度を融解點といひ融解點にある固体の1瓦を融解して同温度の液体に變ずるに要する熱

塩: 氷 = 33:100 -22°C
 海水: 氷 = 100:70 -5°C
 酒精: 氷 = 60:100 -136°C

液体が冷えて固体に變る現象を凝固といひ、

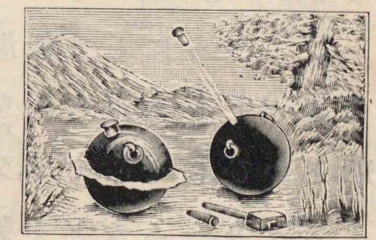


(圖91) 水の凝固。

同一物質では融解と同一温度で終始する。この温度を凝固點といひ、凝固の際には融解熱に等しい熱量を放出する。

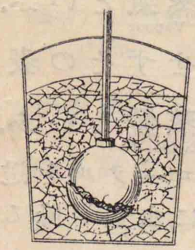
液体が他の物質を溶解するとその凝固點が降る。海水の結氷點が0°C以下で、合金の融解點が成分金属の融解點より低いのはこの爲である。

多くの物質は凝固の際その體積を縮小するが、水は例外で反對の現象を呈する。故に水が岩石の龜裂に入ると結氷の際之を破壊する。



(圖92) 1865年ウイリアムの野外實驗。一夜の内に中の水が凍つたため一つの鐵球は破裂し、他は栓が遠くへ飛んだ。

凝固の際收縮する金、銀、銅などは鑄造に適しない。故に貨幣の紋章は後から鋼型で打出すのである。

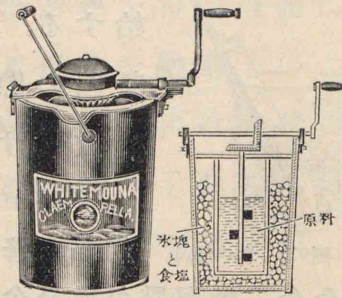


(圖93) 凝固の時膨脹する水。

- 問 1. 40°C の鐵塊 200 瓦を、0°C の氷塊中に埋めると、幾瓦の氷を融解するか。
- 問 2. 0°C の氷塊 20 瓦を、80°C の水 60 瓦中に入れた。混合後の水温如何。

39. **寒劑**。食鹽と碎いた氷とを1と3との割合に混ざると、その温度は -22°C 近く迄降る。

之はその食鹽が、氷に附いてをる水に溶けて濃い食鹽水となり、濃い食鹽水中では氷は -22°C 迄存在し得ないから、その周圍より融解熱をとつて急に融け、そこに非常な寒冷を起すためである。



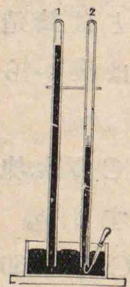
(圖94) アイスクリーム製造器。

このやうにして低温度を起さしめる混合物を**寒劑**といひ、物を冷やし、又アイスクリームなどを製するのに利用せられる。

寒劑の種類

	重さの割合	
硝酸アンモン	1	-15°C
水	1	
雪又は碎氷	3	-22°C
食鹽	1	
雪	3	-51°C
鹽化カルシウム(結晶)	4	

40. **氣化**。液體が氣體に變る現象を**氣化**といひ、その際出来る氣體を**蒸氣**といふ。



(圖95) 眞空中の氣化。

液體は温度の如何に關せずその表面で氣化するもので、之を**蒸發**といふ。

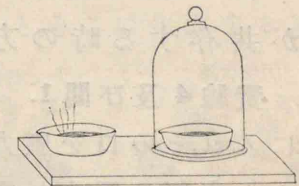
實驗1. トリセリーの眞空中にエーテルを送ると、その一部を残したまゝ急に水銀が降る。

之は眞空中に急に出来るエーテル

蒸氣の壓力によるもので、その壓力が一定の値に達すると、エーテルは存在してゐても蒸發は止む。かやうに接觸してをる液體の蒸發を停め得る壓力に達した蒸氣を**飽和蒸氣**といひ、その壓力をその物質のその温度に於ける**最大壓力**といふ。

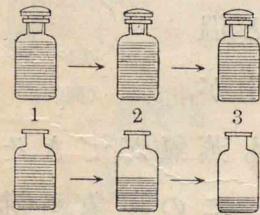
Saturated vapour
Maximum vapour pressure

實驗2. 水を蒸發皿に入れて放置すると減少してなくなるが、皿と共に密閉しておくとその減少は或る程度で止まる。



(圖96) 蒸發。

壇に入れて液體を保存する場合に、それに栓を施すことを忘れてをると、時と共にその液體の量を著しく減ずる。之は表面に飽和蒸氣が出来難くて蒸發がいつ迄も續く爲である。



(圖97) 栓の有無と内部の液の蒸發。

實驗3. 同容積のアルコール、エーテル、器械油、揮發油を同形の蒸發皿に入れて放置し、その蒸發の遲速を比較せよ。



(圖98) 液の種類と蒸發の遲速。

トムソ 圧縮効果 此の二名は気体を壓縮して之を細孔より噴出せし
 時ハ其の温度が降下することを発見す
 50気圧に於て壓縮1気圧に噴出せしムラバ

30°C 0° -80° -60° -100° -160°
 ↓
 8.8° -135° -85.7° -82.8° -133.7° -197°

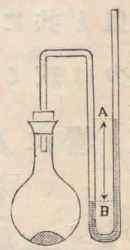
この最大壓力の値は、
 物質で異なり、又その温
 度の上昇と共に著しく
 増すが、共に存する他氣
 體の有無にはよらない。

最大壓力の表

物質 温度	水	アル コール	エー テル
0°C	0.46 糎	1.72 糎	18.5 糎
10°C	0.92	2.4	29.1
20°C	1.75	4.4	43.9
40°C	3.51	13.4	92.1
100°C	76.00	169.2	485.5

但し最大壓力に達する迄の時間は、他の氣體
 が共存する時の方が眞空の時より著しく長い。

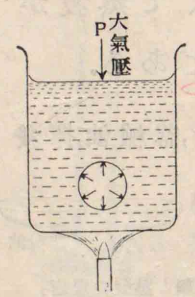
實驗4 及び問1. 綿にエーテルを浸してフラスコ
 に入れ、その口を壓力計に連ねて密封す
 ると、内部の壓力が次第に増すのが見ら
 れる。何故か。又外器を温めるとその
 壓力は急に増加する。何故か。



(圖99)

器内の液體を下から熱すると、温
 度の上昇につれ蒸發の度を増すが、

一定溫度に達した後は、下底にも蒸氣ができ、そ
 の泡沫が出てゆく。この現象を**沸騰**
 Boiling といふ。



(圖100) 液體内に
 出来る蒸氣。

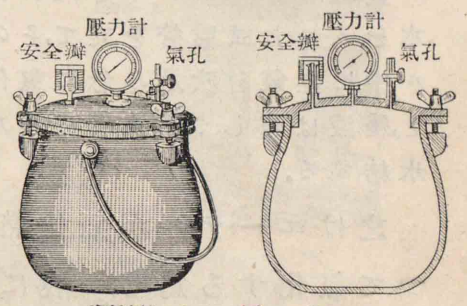
その際更に熱を加へても、その温
 度は一定して變らない。この一定
 溫度を**沸騰點**
 Boiling point といふ。

沸騰の際氣泡が液内に成立し得

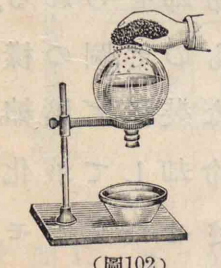
る爲には、その蒸氣の壓力が、外圍
 の壓力に對抗し得ることが必要
 である。随つて沸騰は蒸氣の最
 大壓力がその液面に働く大氣壓
 に等しい溫度で始まる。故に液
 體の沸騰點は大氣壓と密接な關係がある。

沸騰點(1氣壓)	
銅	2310°C
水銀	357°
水	100°
アルコール	78°
エーテル	35°
アンモニア	-33°
酸素	-183°
窒素	-196°
水素	-253°

容器を氣密にして水を熱すると、そこに生成する蒸
 氣が外に出ることなく
 水面に壓力を及ぼすか
 ら、その溫度の上昇と共
 にその壓力を増し、所謂
加壓釜(壓力鍋)としての
 働をするようになる。



(圖101) 加 壓 釜。



(圖102)

實驗5. 容器の水の沸騰中に密栓
 を加へ、沸騰の止んだ後、倒立して水を
 注ぐと再び熾んに沸騰する。何故か。

氣化の際にも多量の熱を要す
 るもので、液體

1瓦が同溫度の蒸氣となる
 に要する熱量をその**氣化熱**
 Heat of vaporization といふ。

氣化熱 (1氣壓の時 の沸騰點で)	
水	536 カロリー
アンモニア	341
アルコール	221
エーテル	92

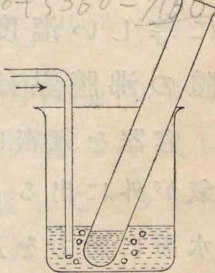
沸騰中液體の溫度が昇らないのは、加へる熱が總てこの氣化熱として費やされる爲である。

問2. 0°Cの水10瓦を熱して100°Cの水蒸氣に變化するには何程の熱量が必要か。

41. 氣化による冷却。

實驗1. アルコール、エーテルなどで濡した手を振ると冷たく感じる。

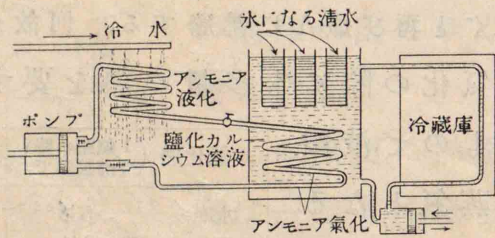
實驗2. エーテルを入れた器中に、水を入れた試験管を立て、そのエーテル中に空氣を吹込み急に氣化させると、殘液は著しく冷え、管内の水は遂に氷結する。



(圖103) 氣化による冷却。

之はエーテルが氣化熱を周圍のものからとつて氣化する爲で、一般に急激な氣化が起るとその殘液や、周圍のものは著しく冷却せられる。

氷の人造はこの理を應用したもので、圖の様な装置で壓縮冷却して液化させたアンモニアを蒸發管内に送つて急に氣化させ、その周圍の鹽化カルシウム溶液を



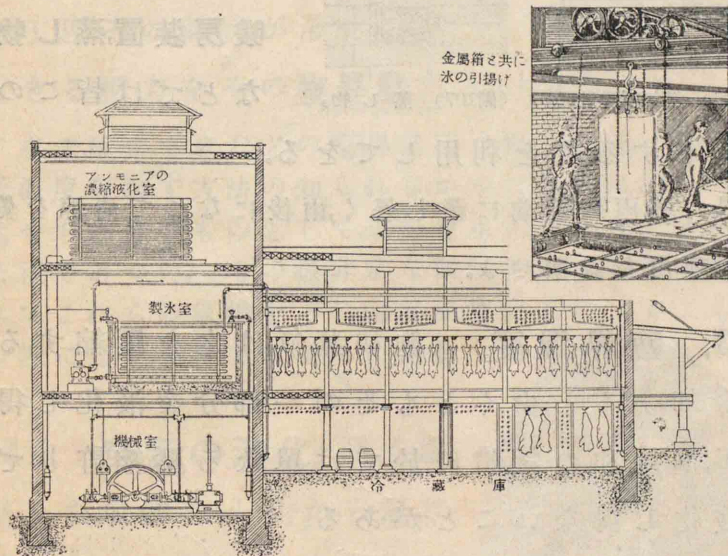
(圖104) 製氷装置と附設冷蔵庫との連絡。

Handwritten notes on the right page discussing boiling and evaporation, mentioning pressure and temperature. Includes the word '沸騰' (boiling) written vertically.

冷却して、その内に浸してある金屬箱内の清水を氷結せしめる。

又冷却された鹽化カルシウムの溶液を管で別室に送る様にポンプを裝備してそれを働かすと、その室の溫度を低下せしめることが出来る。人工製氷工場に附設した冷蔵庫は多くこの様な組織になつてをる。

Refrigerator



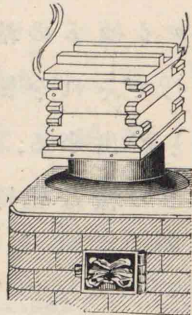
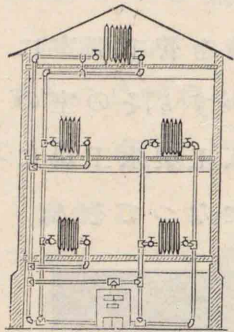
(圖105) 製氷會社が冷蔵庫を兼營せる場合の内部施設。

- 問1. 吾々が日常生活上、氣化による冷却を利用してをる場合はないか。
問2. 自然界にも氣化による冷却が行はれてをる。その適例の二三を擧げ見よ。

Handwritten answers to the questions, mentioning examples like rain and forest evaporation.

42. 液化。氣體が液體に變る現象を液化と

Liquifaction



(圖106) 蒸氣暖房装置。

(圖107) 蒸し物。

いひ、その際には氣化の時に要した氣化熱を逆戻しする。

蒸氣炊爨、蒸氣暖房装置、蒸し物などでは皆この

逆戻しする熱を利用してをる。

問. 驟雨の直前に蒸し暑く、雨後になつて清涼を覺える理由を説明せよ。

43. 臨界溫度。飽和蒸氣は之を壓縮するか、冷却すると、少くともその一部分を液化し得るが、不飽和の氣體に於ては單なる壓縮許りでは液化し得ないことがある。

一般に氣體はその物に關して一定してをる或る溫度以上では如何に強い壓力を加へても、液化し得ないもので、氣狀のアンモニアでさえも、その溫度が 130°C 以上の場合にはその液化は不可能である。

一般に一氣體が液化できるか、できないかの限界の溫度、即ちそれが

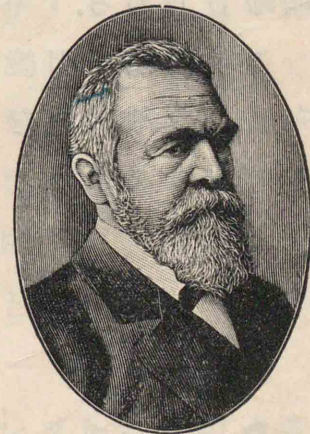
液化できる最高溫度をその氣體の臨界溫度といひ、臨界溫度に於けるその氣體の最大壓力、即ち丁度その氣體が液化できる壓力をその臨界壓力といふ。

臨界溫度及び臨界壓力

	溫度	氣壓
水	-240°.8C	14
酸素	-118°	50
窒素	-146°	33
空	-140°	39
炭酸ガス	31°	73
アンモニア	130°	115
水	365°	195

水素、酸素、窒素などの臨界溫度は極めて低く、著しい低溫度を起す方法の知られなかつた當時に於ては、液化せられないものとして、是等を永久ガスなどと稱した程であつた。その後非常な低溫度を起す方法が知られてこれらの氣體をその臨界溫度以下にすることが可能になり、今日では盛んに液化せられてをる。

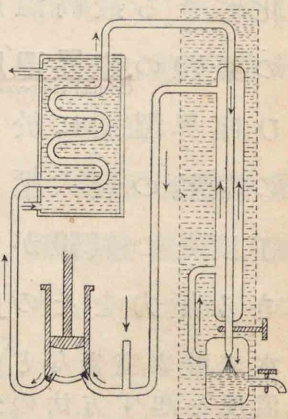
44. 空氣の液化。強く壓縮した氣體を小孔から急に噴出させて膨脹せしめると、その溫度が著しく低下するやうになる。この理を應用して空氣を液化する装置にリンデの空氣液化機がある。



(圖108) リンデ(獨人) Linde. (1842—1927)

Linde's liquid-air machine

下圖はその構造の概略を示したものである。
 この機械では先づ不純物を取去つた空気を、
 ポンプで 200 氣壓内外に
 壓縮し、次に冷却槽中を通
 過させて餘熱を去り、更に
 細口からそれを低氣壓の
 場所に急に噴出せしめる。
 この急膨脹で冷却した空
 気を逆に高壓空氣の進み
 來る管の外側を包んでを
 る抱擁管に沿ふて昇らしめつゝ、
 最初のポンプに歸らしめる。



(圖109) 空氣液化機。

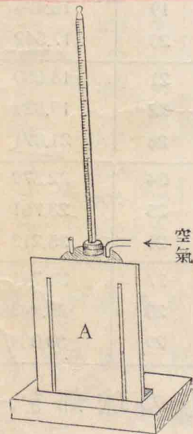
この手續を引續き繰返すと、噴出する空氣は
 次第に冷却の度を増し、遂に液體空氣が得られ
 るやうになる。

湿度 $\frac{\text{空中=現在の水蒸氣量}}{\text{空中=許すべし飽和蒸氣量}} = \frac{\text{空中=現在の水蒸氣壓力}}{\text{空中=許すべし飽和蒸氣壓力}}$
 = 50 ヒテアラハス

第四章 大氣の乾濕

45. 大氣中の水蒸氣。 動搖の少ない空氣
 中で物體を冷すと、それに觸れてをる空氣の溫
 度も漸次降つてその中の水蒸氣は飽和狀態に
 なる。

その冷却が更に進むと、水蒸氣の一部は液化
 してその物體の表面に露を結ぶ。 かやうに空
 氣中の水蒸氣が飽和狀態となり、將に露を結ば
 うとする溫度を露點といふ。



(圖110)ランプレヒト濕度計。金屬筒内にエーテルを入れ置き、空氣を送つてそれを氣化させ、A面に露の出來始める溫度を寒暖計で讀みとる。

空氣中に存する水蒸氣の壓
 力は、直接には測り難いもの
 であるが、溫度を測り得る物體を
 冷して露點を求め、その溫度に
 對する最大壓力を表で見出す
 方法によると、間接に知ること
 が出来る。

左圖のランプレヒトの濕度
 Lanblecht's Hygrometer
 計はこの測定に便利である。

ラシプロレトの湿度
 人ラシプロレト
 乾球(湿度計)

46. 湿度。空氣の乾濕の度はその中の水蒸氣が飽和の状態に近いか、否かで定められる。

この度を湿度と呼び、その時空氣中に存する水蒸氣の壓力と、その溫度に對するその最大壓力との百分比で表はされる。故にその時の氣溫と露點とを測定すると、水蒸氣の最大壓力表から湿度が求められる。露點を測る装置が屢、湿度計と呼ばれる

のはこの爲で、時としてはそれらに對して露點湿度計なる名稱が用ひられることもある。

湿度の測定法は色々あるが、その簡単な測定に用ひられる乾濕球湿度計

は、二個の寒暖計を並置し、その一方の球部を、一端を水中に浸した濕布で包んだもので、之を室内に置くとその水分の蒸發の爲、室の乾濕に應

水蒸氣の最大壓力表 (單位托)

溫度 (C)	水蒸氣の最大壓力	溫度 (C)	水蒸氣の最大壓力
0°	4,579	15°	12,789
1	4,927	16	13,629
2	5,290	17	14,527
3	5,687	18	15,480
4	6,097	19	16,476
5	6,541	20	17,542
6	7,011	21	18,650
7	7,511	22	19,829
8	8,047	23	21,071
9	8,606	24	22,379
10	9,205	25	23,761
11	9,840	26	25,212
12	10,518	27	26,741
13	11,226	28	28,343
14	11,988	29	30,039

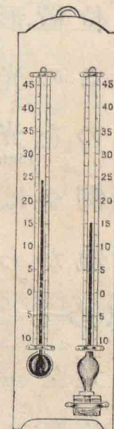
Dry and Wet bulb hygrometer

問 $\frac{9.805}{17.542} = 0.526\%$ 湿度

じ、乾球の示度と濕球の示度との差に多少が出来る。その示差と示度とを、下にその一部分を示す様な表に照すと、簡単に湿度が知れる。

乾濕球湿度計による湿度表 (一部分)

乾球の示度 (C)	乾球の示度と濕球の示度との差										
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
10°	100	87	74	62	50	39	28	16			
11	100	87	75	63	52	41	30	19			
12	100	88	76	65	54	43	33	22	13		
13	100	88	77	66	55	45	35	25	16		
14	100	88	78	67	57	47	37	28	18	10	
15	100	89	78	68	58	49	39	30	21	13	
16	100	89	79	69	59	50	41	32	24	15	
17	100	90	80	70	61	52	43	34	26	18	10
18	100	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13
19	100	90	81	72	63	54	46	38	30	23	16
20	100	91	81	72	64	55	47	40	32	25	18
21	100	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20
22	100	91	82	74	66	58	50	43	36	29	22
23	100	92	83	74	66	59	52	44	38	31	25
24	100	92	83	75	67	60	53	46	39	33	26
25	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28



(圖111) 乾濕球湿度計

湿度が過小の時は、水分の蒸發を促し、粘膜の乾燥で呼吸器を害し易く、食物はひからび、種々のものに龜裂ができる。又湿度が過大の際には、蒸し暑く、物が乾き難くなつて青黴が^{アアカビ}でき、不衛生的である。

問. 10°Cで露點になる20°Cの空氣の湿度を問ふ. 52%

5,898 $\frac{9.805}{17.542} = 0.526\%$ 湿度

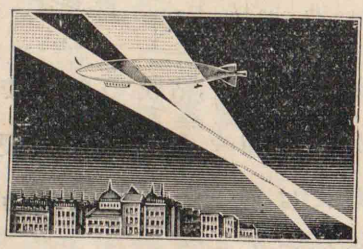
光
 亮体 -- 太陽 電燈 燭火 恆星
 暗体 -- 地球 月 惑星
 透明體 -- 水 硝子 硝子 硝子
 半透明體 -- 硝子 硝子 硝子
 不透明體 -- 硝子 硝子 硝子

光の直進 人の眼の通る硝子
 第三編 光
 第一章 光の直進 光度

第一章 光の直進 光度

47. 光の直進。眼に入る光で人は物體の位置、形、色などを知り、且その方向を判別する。この光を出す物體、例へば太陽、電燈のやうなものを光源又は發光體といひ、光を出さない物體例へば月のやうなものを暗體といふ。暗體も他から受けた光を反射する場合にはそれを認めることが出来る。

光を透過する物質を透明體といひ、透過しない物質を不透明體といふが、これにも程度があつて一様でなく、又同一物質でもその厚さによつて差等が出来る。

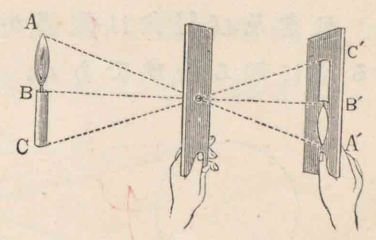


(圖112) 光の直進。

光は一樣な組織の透明體內を一直線に進行するもので、これを光線といふ。

1675年 = 新
 $\frac{299792458}{1000000} = 299.792458$
 第三編 光

實驗. 暗室で小孔のある板の兩側に、燭火と衝立とを對立すると衝立の上に燭火の倒像が出来て、光の直進することを示す。

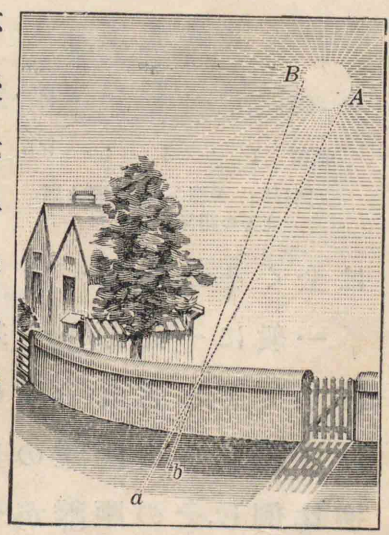


(圖113)

光が眞空又は空氣中を進む速さは毎秒3億米で、嘗て測られた速さの中で最も大きい。

- 問1. 日中森の繁みから漏れてくる日光が、樹蔭に圓形の班點をつくることがある。何故か。
- 問2. 遠方で打ち揚げた花火からは、その光を見た後に音が聞えてくる。何故か。

48. 影。光の進路に不透明體を置くと其の背後に影が出来る。この時光源が小さく、點と見做し得る程度のものであれば影は鮮かであるが、光源が大きい時は、全く暗黒な本影と、光源の一部の光のみを受けてをる薄暗い半影とが出来る。

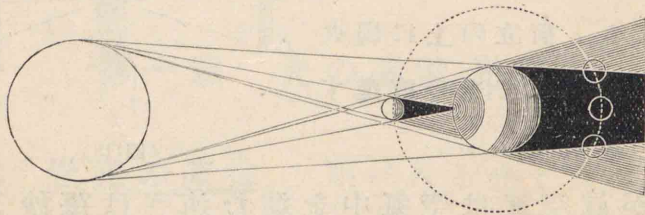


(圖114) 本影と半影。

光源が点状の場合
 光源が大きい場合

照度 1 度 = 関係ス
距離 自乗 逆比例ス

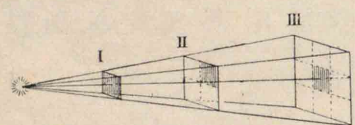
日食及び月食は太陽から来る光を、月又は地球が遮る時に起る現象である。



(圖115) 日食或は月食の出来る場合。

問. 日中棒を傾けて地面に近づかしめる時、その影の次第に濃くなるは何故か。

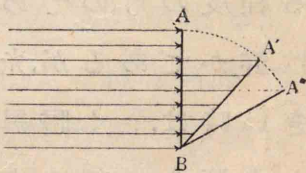
49. 照度。一表面の単位面積が単位時間に受ける光の量をその面の照度といふ。



(圖116) 光源からの距離と照度との關係。

照らされる表面の明るさはその表面の性質によつても異なるが、同一状態の諸面の明るさは全くその照度できまる。

一般に一光源から来る光許りて照らされる面の照度は、光源からの距離の自乗に逆比例し、その距離が一定であると、その面が光線に直角な時に最大で、平行な時最小である。



(圖117) 面の傾きと照度。

四年四月期

今一光源から r_1, r_2 なる距離に光線に直角な二平面を假想し、その各照度 I_1, I_2 を比較すると、次のやうな關係式が得られる。

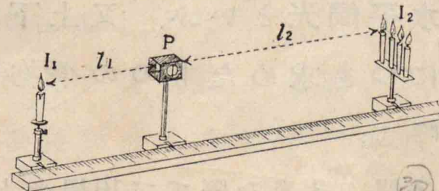
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

問. 面の明るさを左右する条件を列挙せよ。

50. 光度。光源の強弱を比較する爲に、その光線に直角な平面が光源から単位の距離にある時の照度を用ひ、之をその光度といふ。

光度の單位を燭光といひ、我國では標準ペンテーン燈の光度の $\frac{1}{10}$ を 1 燭光とする萬國燭光を用ひてをる。光度を測る装置を光度計といふ。

圖はジョリーの光度計で、兩光源の間に二枚のパラフィン片で錫箔を挟んだ衝立 P を立てたものである。その衝立を動かして兩光源から各、別々に照らされる兩パラフィン片の明るさが等しくなる位置を求め、兩光源からの距離を測つて光度を定める。



(圖118) 光度計。

光度計

$$\frac{70}{x^2} = \frac{40}{(3-x)^2}$$

$$(3-x)^2 = 4x^2 \Rightarrow 9 - 6x + x^2 = 4x^2$$

$$4x^2 - x^2 + 6x - 9 = 0 \Rightarrow 3x^2 + 6x - 9 = 0$$

$$x^2 + 2x - 3 = 0 \Rightarrow -(x-1)(x+3) = 0 \Rightarrow x = 1$$

今兩光源の光度を I_1, I_2 とし、その衝立迄の距離を l_1, l_2 とすると、次の關係式が成り立つ。

$$\frac{I_1}{l_1^2} = \frac{I_2}{l_2^2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2}$$

故に一方に光度の知れた光源を用ひると、他の光源の光度が定められる。

同一の光源でも場合によるとその光度を測定する方向でその値を異にする。電燈などはその著しい例である。

上記のやうに唯一方向許りから測つて得たものを水平燭光といひ、同様な測定を同一水平面上の各方向で行つて得たものの平均を平均水平燭光といふ。又上下左右のすべての方向につき求めたものの平均値を平均球面燭光と呼ぶ。

問. 3米を隔てて10燭光と40燭光との電燈がある。その二光源を連結する直線上で照度の相等しい點の位置を求めよ。

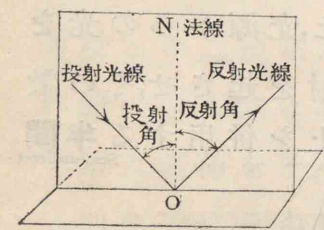
$$\frac{10}{x} \times 80 = 40 \times x$$

$$10 \times 20 = 40x$$

$$x = \frac{200}{40} = 5$$

第二章 光の反射

51. 光の反射。光が静かな水面や、平面鏡のやうな平滑な面に當る時には、常に次の反射の定律に従つて反射する。



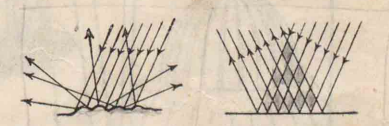
(圖119) 光の反射。

(1) 投射光線と反射光線とは、投射點に於てその反射面に立てた垂線(法線)と同一平面上にあつて、その兩側に位置する。

(2) 投射角と反射角とは、投射角の大小に關せずその大きさが相等しい。

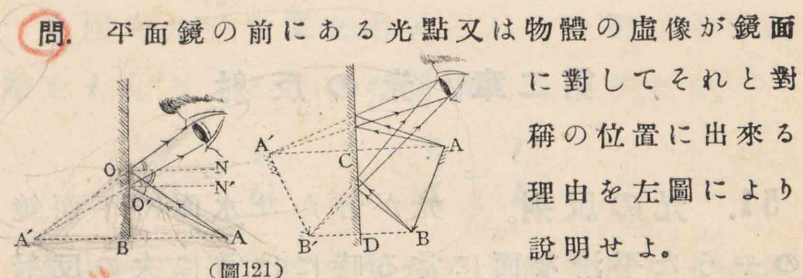
物體の表面は平滑に見えても微小な面が色の向に並んでをる場合が多く、之に平行光線が當ると、夫々の面で上の定律に従つて反射せられる爲、反射光線は各

方向に別れて進む。この現象を亂反射と呼び、その光を散光といふ。



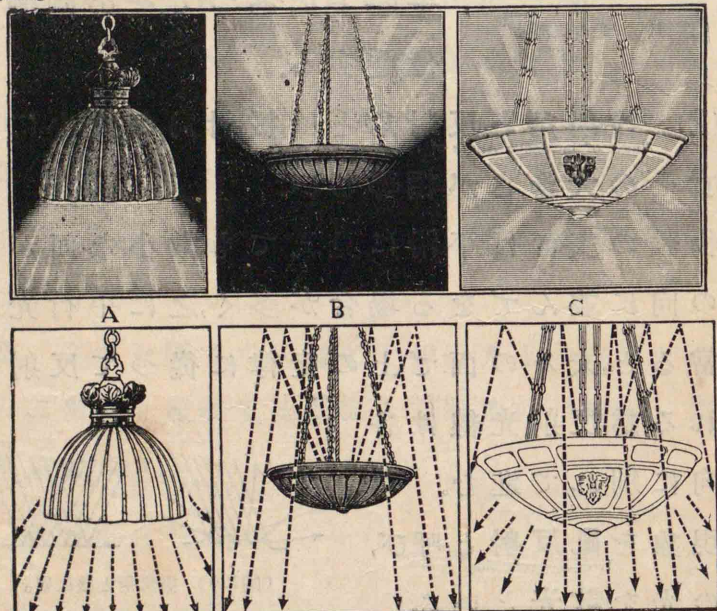
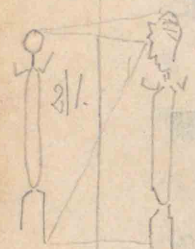
(圖120) 亂反射と整反射。

人間の姿も全身見るとは人間の身長半分
あつたら鏡にうつります



(圖121)

52. **照明**. 電燈などで室内を照す場合に、その直接の光による**直接照明**と、光源からの光を天井その他に投射して亂反射を起させ、その散光を利用する**間接照明**と、以上を併用する**半間接照明**とがある。

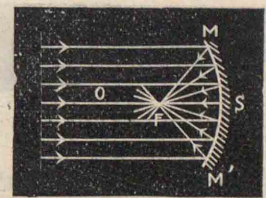


(圖122) 照明の各種。 A. 直接照明, B. 間接照明, C. 半間接照明

普通には光力を損しない直接照明によるが、間接照明にして散光を利用すると、眼の受ける刺戟も少く室内を溫和な柔かい感じのする明るさにすることができる。

53. **球面鏡**. 一般理科で學んだ様に球面の一部を反射面とせる**球面鏡**には**凹面鏡**と**凸面鏡**との二種類があるが、皆その鏡の中心點と球面の中心とを結ぶ直線をその**鏡軸**といふ。

凹面鏡にその鏡軸に平行させて日光のやうな平行光線をあてると、鏡面があまり廣くない場合には、それらの光線は反射の後悉く軸上の一定點を通過する。この點を凹面鏡の**焦點**といひ、焦點とその鏡の中心との距離をその**焦點距離**といふ。



(圖123) 凹面鏡の焦點。

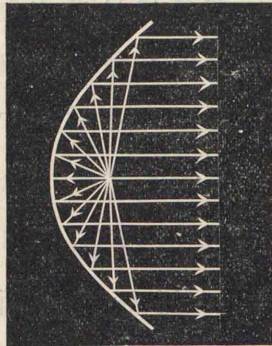
この焦點距離 f は凹面鏡をなす球の半徑 r の $\frac{1}{2}$ に等しい。

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

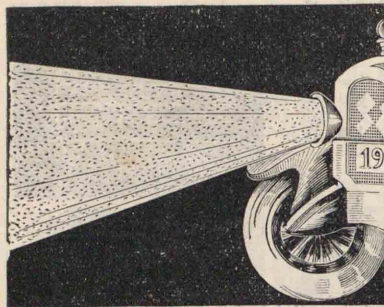
凹面鏡の焦點に光源を置くと、それから出て

鏡の中心に近い面に當る光は、鏡軸に平行に反射せられ、遠方迄弱らないで進む様になる。

右圖の拋物線鏡は全鏡面がこの様な働をする。その爲これらが反射鏡として屢用ひられる。

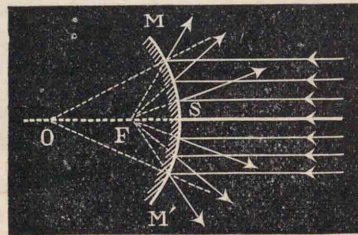


(圖124) 反射鏡。



(圖125) ヘッドライト。

平行して進む光が當ると、反射の際發散し、恰も鏡後の軸上の一定點 F から出る光と同様な方向をとる。この F 點を凸面鏡の虚焦點といふ。

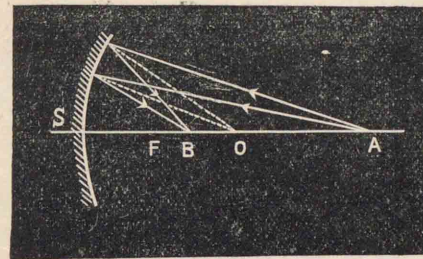


(圖126) 凸面鏡の虚焦點。

54. 凹面鏡の共軛點。 光點を凹面鏡の鏡軸上、焦點の外方なる A 點に置くと、それから出る光は反射後軸上の B 點に集り實像をつくる。

Handwritten notes: $\frac{AH}{BH} = \frac{AO}{BO}$, $AH=AS=a$, $AS=BS=b$, $BS=AO$, $半径OS=r$, $\frac{a}{b} = \frac{ar}{rb} = a(r-b) = b(a-r)$, $a-r-a-b = ab-br$, $br+ar-a-b = ab-br$, $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$, $f = \frac{r}{2}$

今鏡の中心 S から光點迄の距離を a, 像迄の距離を b, 鏡の半徑を r, 焦點距離を f とすると、それらの間に次のやうな關係式が成

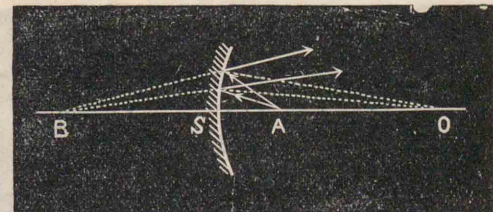


(圖127) 凹面鏡による光點の實像。

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

立つ。又光點を B に移すと、像點は A に移つて光點と像點とが入れ替ることが判る。このやうな一對の二點を共軛點 (Conjugate point) といふ。

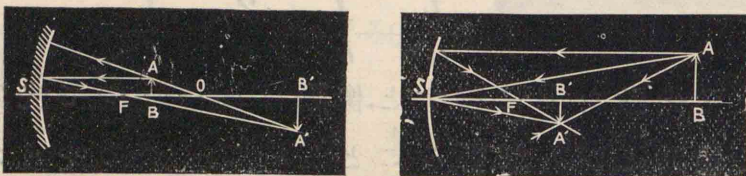
光點が無限遠に移ると、a の値が無限大となる爲、上式で b は f に等しくなる。之は鏡軸に平行な投射光線が、反射後焦點に集る事實とよく合致してをる。



(圖128) 凹面鏡による光點の虚像。

又光點がその焦點以内に移ると、反射光線は發散して集らず、それを眼に受ける人は鏡後にその虚像を認める。この場合に a, b, r, f 間の關係は、前式の b を負として表はし得られる。

55. 球面鏡による物体の像。凹面鏡に對立する物体 AB の一點 A から出て、鏡軸に平行に進む光線は、反射後必ずその焦點 F を通過する筈で、又球心 O を通過して進む光線 AO は、反射後同一線を逆行する筈である。故にその交點 A' は A の像となる。



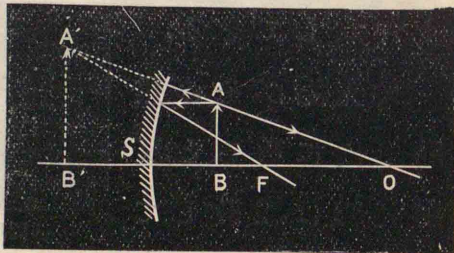
(圖129) 凹面鏡による實像。

一般に光點から軸に平行に進んで反射後焦點を通る光線と、光點と球心とを結ぶ直線上を進み、反射後それを逆行する光線との交點は、常にその像點に當る。

實像 A'B' 上の各點もこの關係できまる。

以上の關係は物体の位置が變つてもよ

くあてはまる。ただ虚像の場合にはその反射光線の延長線の交點による必要がある。

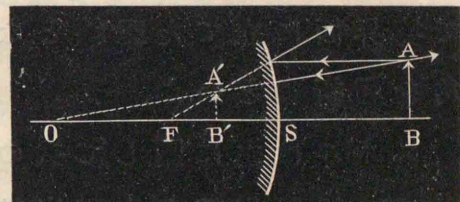


(圖130) 凹面鏡の焦點以内にある物体の虚像。

故に物体が(1)球心外に位置すると、焦點と球心との間に倒立する小實像を生じ、(2)焦點と球心との間にくると、球心外に倒立する大實像となつて現はれ、(3)焦點以内に置かれると、鏡後に正立する大虚像として認められる。

その際物体とその像との長さの比は、鏡の中心から物体、並びに像迄の距離の比に等しい。

凸面鏡による物体の像は、常に正立する小虚像で、必ず鏡の背後に認められる。その像の位置、長さなどは凹面鏡の場合



(圖131) 凸面鏡による物体の虚像。

と類似の作圖法で上圖のやうに求められる。

問. 半径40厘の凹面鏡がある。その鏡の中心から25厘隔つた鏡軸上の一處に物体を立てると、如何なる大きさの像が如何なる位置に出来るか。又この物体を鏡の中心から15厘の所に置く時はどうか。

Handwritten calculations for the problem:

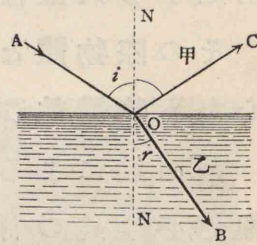
$$\frac{1}{25} + \frac{1}{b} = \frac{1}{20} \quad \frac{1}{b} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25} = \frac{5-4}{100} = \frac{1}{100} \quad b = 100 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{15} + \frac{1}{a} = \frac{1}{20} \quad \frac{1}{a} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15} = \frac{3-4}{60} = -\frac{1}{60} \quad a = -60 \text{ cm}$$

Additional notes and diagrams: A small diagram shows a concave mirror with center of curvature O, focal point F, and a point on the axis 25 units from O. A vertical line represents the object. Another diagram shows the resulting image formation with labels 25, 20, 40, and 15.

第三章 光の屈折

56. 光の屈折。 甲透明體中から乙透明體の表面に斜に投射する光が、その境界面で方向を變へて乙透明體內へ進む現象を光の屈折といふ。その際乙透明體內へ進む光線を屈折光線といひ、それが投射點に於て境界面に立てた垂線となす角を屈折角といふ。



(圖132) 光の屈折。

スネルは之に關して次の定律を發見した。

(I) 投射光線と屈折光線とは、共に投射點に於て境界面に立てた垂線(法線)と同一平面上にあつて、且必ずその垂線の兩側にある。

(II) 投射角の正弦と屈折角の正弦との比は、投射角の大小に關せず常に一定である。

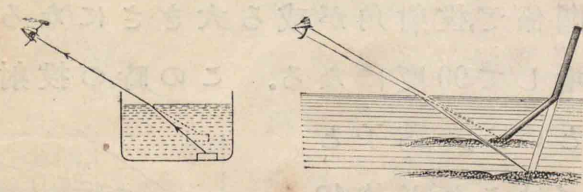
即ち
$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

この一定値 n を乙透明體の甲透明體に對する屈折率といひ、甲が空氣或は眞空の時に限り n を單に乙の屈折率といふ。

屈折率の大きい物質を光學的に密、小さい物質を光學的に疎であるといふことがある。前の圖で BO を投射光線とすると、光は同一徑路を逆行するから OA が屈折光線となる。従つて

屈折率の表	
水	1.33
氷	1.31
硝子(クラウン)	1.48
	1.62
同(フリント)	1.57
	1.97
アルコール	1.36
二硫化炭素	1.63
金剛石	2.42

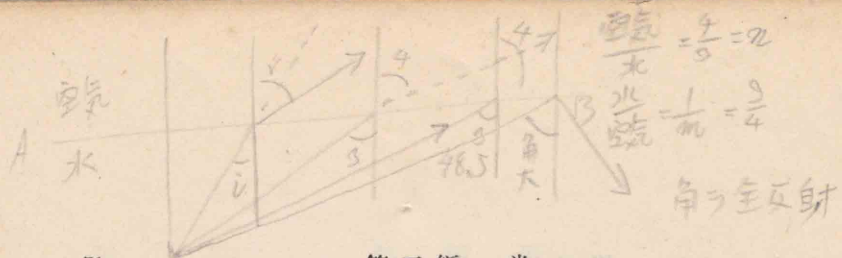
甲透明體の乙透明體に對する屈折率は、乙透明體の甲透明體に對する屈折率の逆數である。水中にある物體を水上から見る時に、それが多少浮き上つて見え、またそれが表面迄つき出



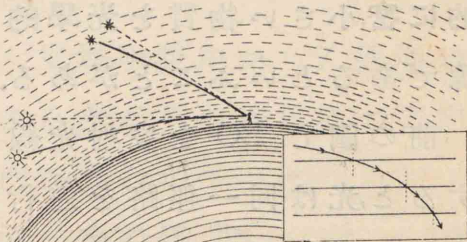
(圖133) 光の屈折によつて起る現象。

てをる場合に、その水面で折れて見えるのは、何れも光が光學的に密な物質から、疎な物質中に出るために起る現象に外ならない。

大氣のやうに上下の密度が異なる場合には同一透明體中でも光の屈折が起る。



天體から来る光が大氣中に入つて次第に屈折曲進するの此の爲て、天體は實際の位置よりも天頂に近づいて見える。

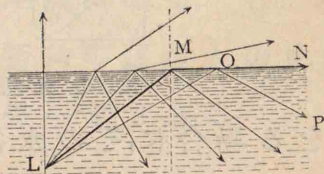


(圖134) 天體の天頂に近づいて見える理。

陽炎は密度の小さくなつた空氣が不規則に立ち昇つてをる部分を通過する光が不規則に屈折せられる爲に起る現象である。

問. 風の夜に星がちらついて見えるのは何故か。

57. 全反射. 光が光學的に密な物質から、疎な物質中に進む時には、屈折角が投射角より大きい關係で、投射角が或る大ききになると、屈折角は増して90度になる。この時の投射角を**臨界角**といふ。硝子と空氣とではこれが約42度で、水と空氣とではこれが約48.5度に當る。

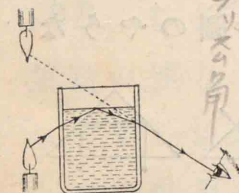
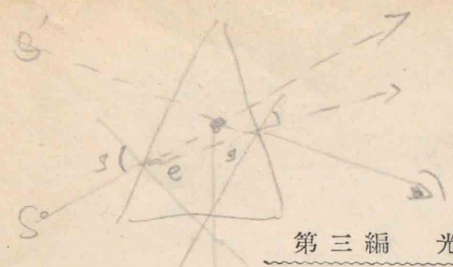


(圖135) 全反射。

投射角が臨界角以上に大きくなると、屈折は起らなくて、光は全部境界面から反射せられる。

この現象を**全反射**といふ。

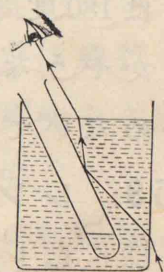
Total reflection



(圖136) 全反射の實驗。

實驗 1. 水を盛つた硝子器を透して、左圖の様にその反対側の光源からくる光を、斜上方に向けた眼に受けると、その光源の倒立像が見える。

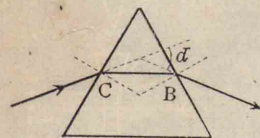
實驗 2. 水中に入れた内空の試験管は銀色に輝いて見えるが、その中に水を入れるとその輝が消える。何故か。



(圖137)

58. プリズム. 兩側面が互に傾斜してをる透明體を**プリズム**といひ、普通には三角柱狀のもの

を多く使用する。その一側面に斜に光を當てると、光は屈折してその内に入り、他の側面迄進んで再び屈折して出る。その際透過光線は常にプリズムの厚い部分に向つて屈折する。

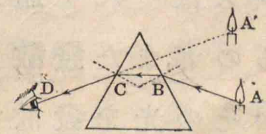


(圖138) プリズムを透過する光線。

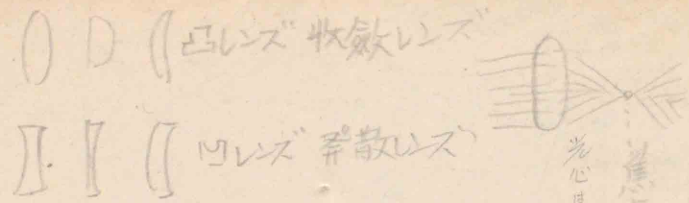
その**投射光線**の方向となす角(d)を**ふれの角**といふ。

Angle of deviation

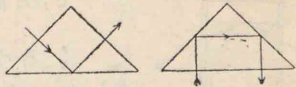
實驗. 右圖のやうな實驗を試み、プリズムの作用を調べよ。



(圖139) プリズムを透して見る物體。



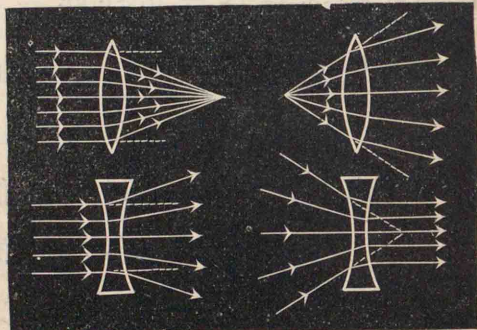
断面が直角二等邊三角形をなす圖のやうなプリズムの一側面に、直角に光を投入すると、一回或は二回の全反射の後90度又は180度その方向を變じて出てくる。



(圖140) 全反射プリズム。

かやうな装置を全反射プリズムと呼び、光を弱めないでその方向を轉換するのに用ひる。

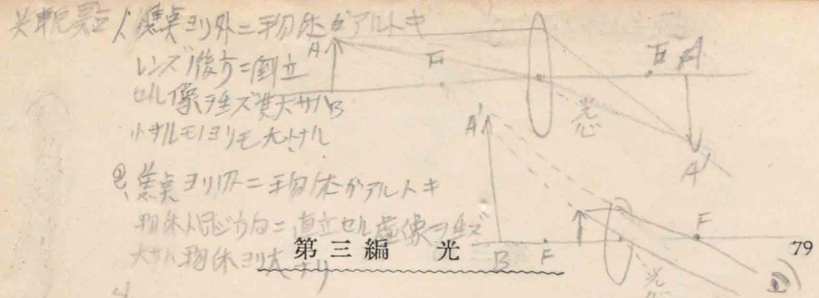
59. レンズの作用。既に一般理科で學んだ様に、凸レンズはそれを通過する光を収斂する作用があるので、又収斂レンズとも呼ばれる。その光を収斂する作用はその焦點距離の小さいもの程著しい。



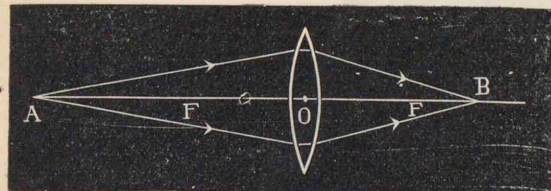
(圖141) 凸レンズの収斂作用と凹レンズの發散作用。

之に反して凹レンズはそれを通過する光を發散する作用があるので、また發散レンズとも呼ばれる。

その光を發散する作用はその焦點距離の小さいもの程著しい。



60. レンズの共軛點。光點を凸レンズの焦點の外方なる軸上の一點Aに置くと、それから出てレンズを通過する光は、他の側でその軸上の一點Bに集つてその實像を作る。その光



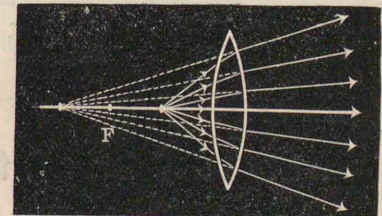
(圖142) 凸レンズの共軛點。

點をBに移すと、光は逆行して實像をA點に生ずる。

このA、Bのやうな二點をレンズの共軛點といひ、A及びBからレンズの中心迄の距離を夫々a及びbとし、レンズの焦點距離をfとすると、それらの間には次の關係式が成立つ。

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

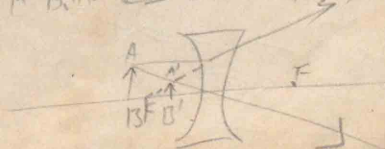
光點が焦點内に移るとレンズを通過する光線は、その収斂作用によるも實像を結ぶ程度に集らず、それを眼に受けると、その逆延長線の交點にその虚像を認める。この場合の關係は上式のbを負として表はされる。



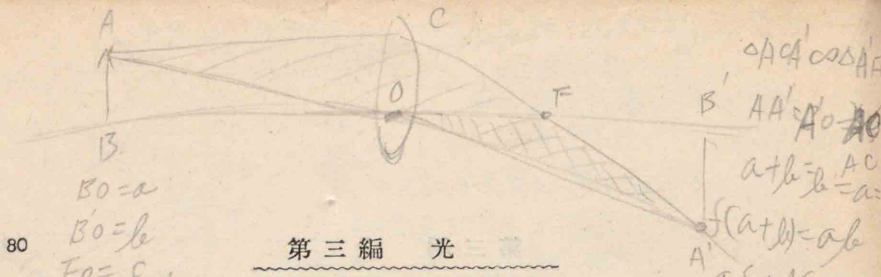
(圖143) 凸レンズによる光點の虚像。

この場合の關係は上式のbを負として表はされる。

Handwritten note: 入射光の中心より (F) 以内の位置に物体を置くと、虚像が生ずる。



61

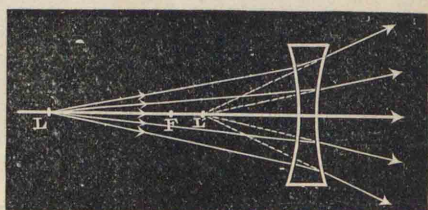


80

光点が無限遠に移り、 a が無限大となると式の b は f に等しくなり、主軸に平行な投入光線が透過後焦点に集る事実とよく合致する。

凹レンズは常に光を發散するから、光点を如何なる位置に置いてもすべて實像を作らない。

圖は光點 L から出る光が凹レンズで發散せられた爲、レンズに近い L' 點



(圖144) 凹レンズによる光點の虚像。

に、その虚像を生ずる次第を示したものである。

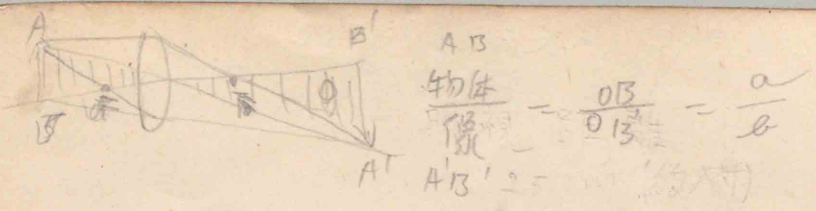
この場合にレンズの中心から L 及び L' に至る距離を a 及び b とし、レンズの焦点距離を f とすると、次の関係式が成立つ。

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

61. レンズの作る像の位置及び大きさ。

前節の諸関係式に於ける a, b, f は夫々レンズと光點との距離、レンズと像との距離、並びにレンズの焦点距離を示すものであるから、その中の何れか二つを知れば、他の一つは容易にそれを求めることが出来る。

凹レンズの時は $-\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
前問と似る。

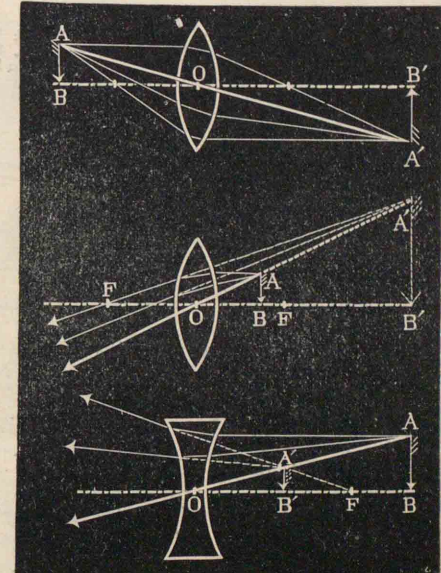


81

又物体 AB の實像或は虚像が $A'B'$ となつて現はれる場合に、物体とその像との長さの比は、レンズの中心から物体並びにその像迄の距離の比に等しい。

故に物体及びその像の長さを夫々 l_1 及び l_2 とし、そのレンズの中心からの距離を夫々 a 及び b とすると、次の関係が成立つ。

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{a}{b}$$



(圖145) 物体とその像との長さの比較。

問1. 或る凸レンズ

の前方 120 厘の距離に物体を立てると、そのレンズより 240 厘後方に實像が出来るといふ。その凸レンズの焦点距離及び物体と像との長さの比を求めよ。

問2. 凹レンズを透して、その前方60厘の所にある一物体を視て、物体の三分の一の長さをもつ虚像を認めた。その凹レンズの焦点距離は何程か。

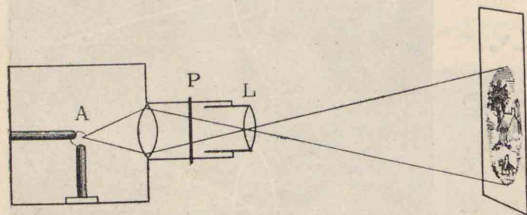
解: $\frac{AB}{A'B'} = \frac{a}{b} = \frac{1}{3}$
 $\frac{1}{60} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f}$
 $\frac{1}{60} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f} = \frac{1+3}{60} = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$
 $f = 15$

Handwritten calculations for the problems:
 $\frac{1}{120} + \frac{1}{240} = \frac{1}{f}$
 $\frac{2}{240} = \frac{1}{f}$
 $f = 120$
 $\frac{1}{60} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f}$
 $\frac{1+3}{60} = \frac{1}{f}$
 $\frac{4}{60} = \frac{1}{f}$
 $f = 15$

透過光線ニヨルニ 反射光線ニヨルニ
(實物の燈)

第四章 光學器械

62. 映寫装置。幻燈器械には大きい集光

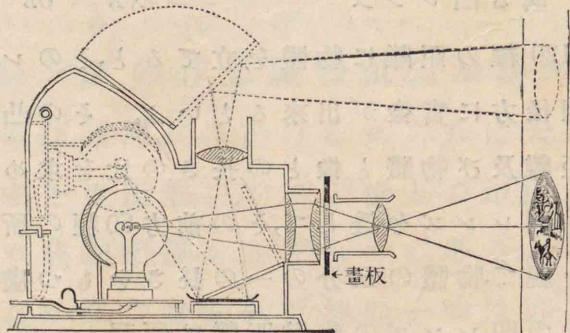


(圖146) 幻燈器械。

凸レンズがあつて、強い光源の光を畫板上に集める役をする。

映寫用の凸レンズはその明るい畫板の廓大實像を衝立の上に映出する役をする。

反射幻燈は繪畫、實物などを強く照し置き、映寫レンズでその像を衝立上に廓大して出す装置である。



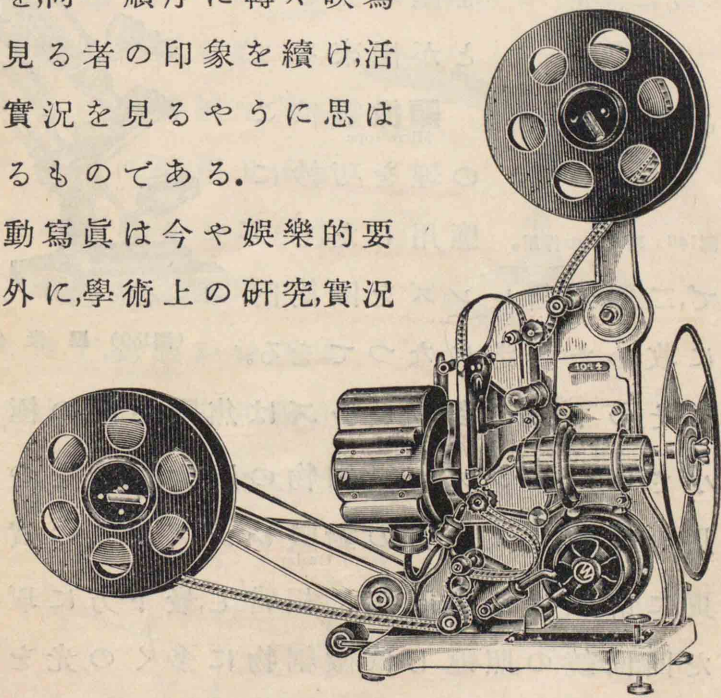
(圖147) 幻燈、反射幻燈兼用装置。點線は之を反射幻燈として使用する場合を示す。



活動寫真用の影畫フィルム

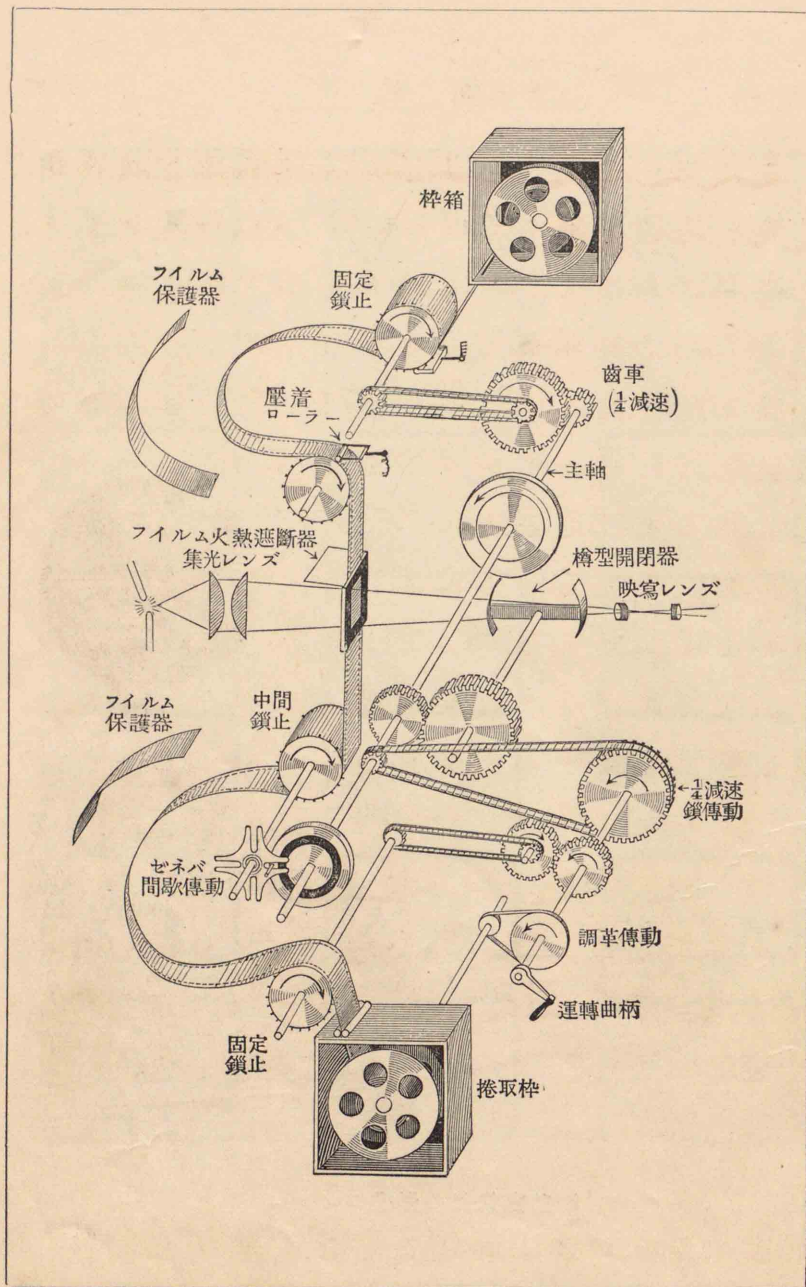
光が眼に與える印象は、光の消滅後も暫時續
き、眼に所謂殘像 Residual image を感ぜしめる。この殘像を感ず
 る時間は人によつても異なるが大略 $\frac{1}{6}$ 秒乃至
 $\frac{1}{10}$ 秒間、活動寫真 Kinematograph では之を利用する。即ち活
 動體を時間的に細分して撮影した一連の透明
 寫眞を、同一順序に轉々映寫
 して見る者の印象を續け、活
 動の實況を見るやうに思は
 しめるものである。

活動寫眞は今や娛樂的要素以外に、學術上の研究、實況



(圖148) 活動寫眞機。

の遺存、業務能率の研究などにも用ひられ、各方面から重く見られる様になつてきた。

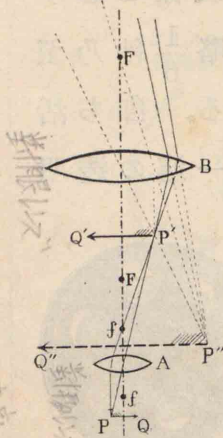


フイルムの徑路を追ふて見た活動寫眞機の分解圖

凸レンズにより外側にあり小なる物体の廓大實像を作り更に
これを蟲眼鏡にて廓大したる虚像を見ることが出来る
を顯微鏡と云ふ

63. 顯微鏡。

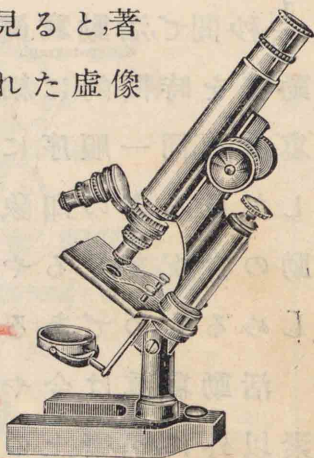
焦點距離の極めて小さい凸
レンズで、その焦點の外方にある
微細物の廓大實像を作らしめ、そ
れを蟲眼鏡で見ると、著
しく廓大せられた虚像
を望み見るこ
とが出来る。



(圖149) 顯微鏡の作用。

顯微鏡はこ
の理を巧妙に

應用したもので、二個の凸レンズを圓筒内に
収めた構造になつてをる。

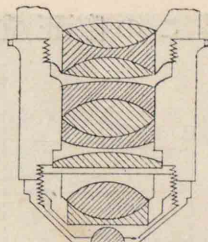


(圖150) 顯微鏡。

その下方の對物レンズは焦點距離の極めて
小さい凸レンズで、微細物の廓大實像をつくる
用をする。又上方の對眼レンズは、この實像を
更に廓大する蟲眼鏡に相當し、最下方に取付け
た凹面鏡の照返しは、微細物に多くの光を送り、
廓大に伴ふ明るさの衰微を防ぐ用をする。

顯微鏡の廓大度即ち倍率を高めようとする
と、像が着色(68節参照)されて不明瞭になる。

獨人アツベは色々なレンズ
十枚を組合してこの缺陷の伴
はない理想的の對物レンズを
創製した。右圖はその斷面を
示したものである。

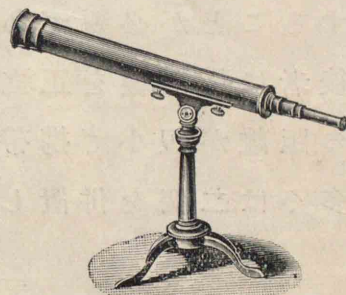


(圖151) アツベの組合
せ對物レンズ。

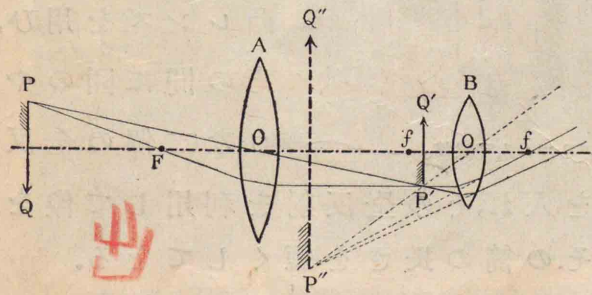
64. 望遠鏡。

望遠鏡は伸縮自在な長い圓
筒の兩端に、二個の凸レン
ズを取付けた器械で、遠い
物體の觀測に使用せられ
る。その對物レンズは特
に大きく、又焦點距離の大
きいもので、對眼レンズは
それに比べてその焦點距離が小さい。

望遠鏡は伸縮自在な長い圓
筒の兩端に、二個の凸レン
ズを取付けた器械で、遠い
物體の觀測に使用せられ
る。その對物レンズは特
に大きく、又焦點距離の大
きいもので、對眼レンズは
それに比べてその焦點距離が小さい。



(圖152) 望遠鏡。

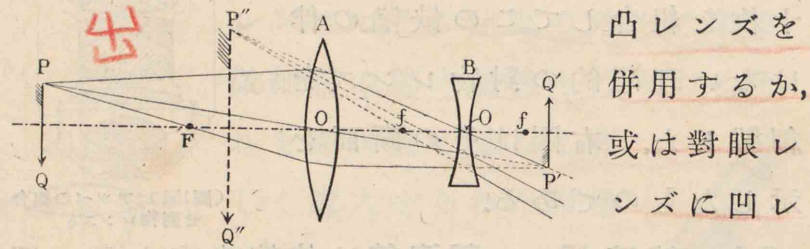


(圖153) 望遠鏡に備へた兩レンズの作用。

その對
物レンズ
の作る倒
立實像を、
對眼レン
ズの焦點

内の適當な所に入れると、廓大虚像が見られる。

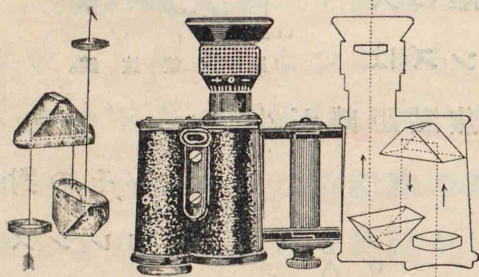
この際正立する虚像を見るには、更に一個の



(圖154) ガリレオの望遠鏡。

併用するか、
 或は對眼レ
 ンズに凹レ
 ンズを使用
 することが必要である。**ガリレオの望遠鏡**は
 後者に屬し、像を正立せしめる點と、兩レンズ間
 の距離が短小で携帯に便利な點とを特徴とし、
 多くは二個を併置して**雙眼鏡**として使ふ。

Opera-glass



(圖155) プリズム入雙眼鏡。

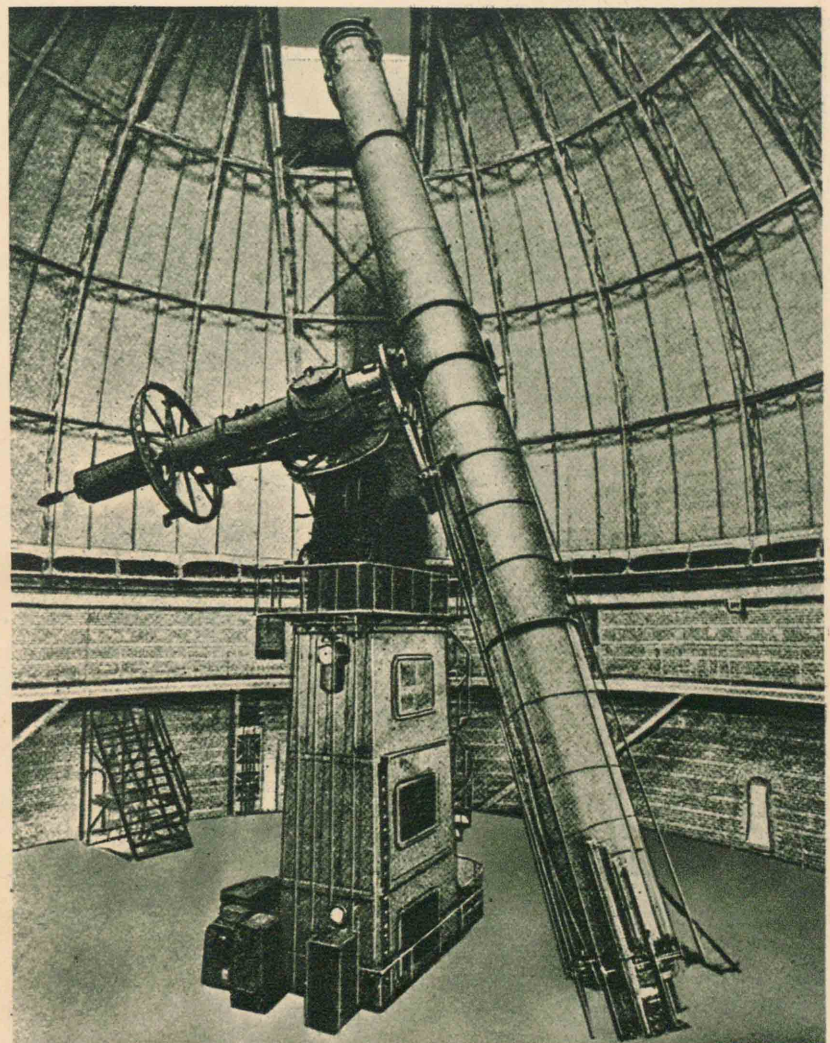
プリズム入り
Prism binocular

雙眼鏡では、對物、
 對眼レンズ共に
 凸レンズを用ひ、
 その間に圖のや
 うな二個の全反

射プリズムを入れ、その全反射を利用して像を正立させ、且その筒の長さを短くしてをる。

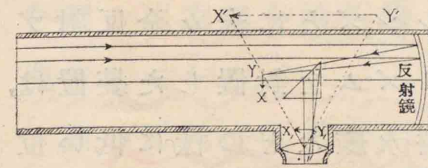
又望遠鏡の對物レンズに凹面鏡を代用すると**反射望遠鏡**が造れる。これはレンズと球面

Reflecting telescope



ヤークス天文臺に於ける101.6呎の直徑を有する天體望遠鏡(屈折)

鏡との組合せ方で各種の形式に分れてをる。

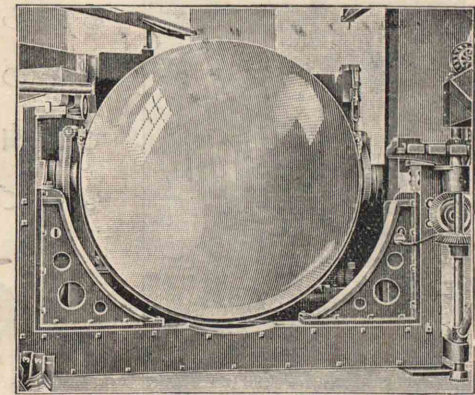


(圖156) 反射望遠鏡。

左圖はその一種で、凹面鏡による實像は全反射プリズムで X_1Y_1 に造られ、

それが對眼レンズの作用で虚像 $X'Y'$ として廓大明視せられる。

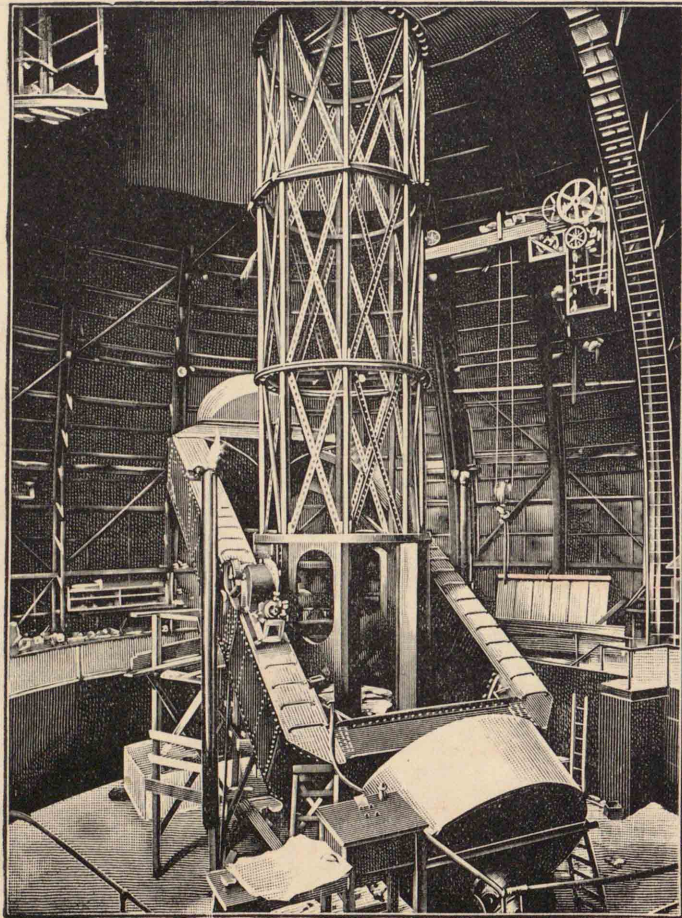
反射望遠鏡 に対して 對物レンズ を備へてをる前記の望遠鏡を 屈折望遠鏡 Refracting telescope といふ。是等は その反射鏡又は對物レンズの直径の



(圖157) ウィルソン山天文臺の大望遠鏡の要部である直径254呎の大反射鏡。

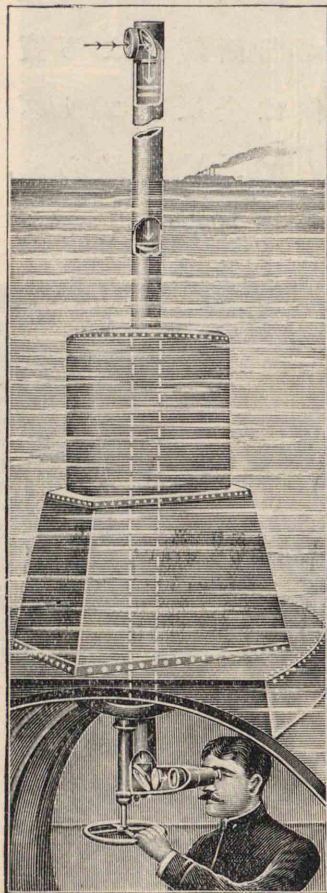
大きい程その像が明るく、又明細になる。其の爲各國の天文臺では何れも口径の大きい望遠鏡を備へることに腐心してをる。

米國ヤークス天文臺の屈折望遠鏡の口径は101.6呎で世界で最大である。反射望遠鏡ではウィルソン山天文臺のものが最大で反射鏡の直径が254呎ある。



ウィルソン天文臺に於ける254呎反射望遠鏡

65. 潜望鏡。



(圖158) 潜望鏡設置の様。

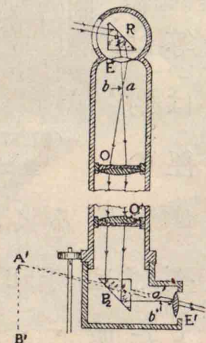
望遠鏡の對物レンズと對眼レンズとに夫々全反射プリズムを對置した装置は、潜水艦などの様に低い位置に潛入しながら、高い水面上の艦影を見るに適するから之を潜望鏡といふ。

その上部は下方の取手で自由に廻轉し得られるもので、對眼レンズを固定したまゝで

四周の状況を探ることが出来る。

左圖は何れも潜水艦に備へるものの構造、設置

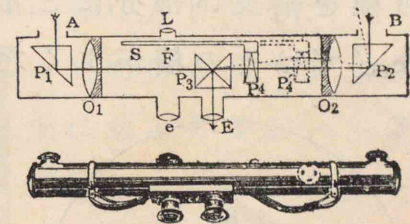
の様を示したものであるが、潜望鏡には砲兵その他が使用する陸軍用のものもある。



(圖159) 潜望鏡の作用。

66. 測距儀。觀測點から觀測物體迄の距離を測る望遠鏡を測距儀といひ、下圖のやうな構造をしてをる。

圖のP₁, P₂は直角プリズムで、P₃はその二個の斜面を直交させ、且その一面を重ねて置いた様な構造のものである。O₁, O₂は對物レンズで、Eは對眼レンズである。

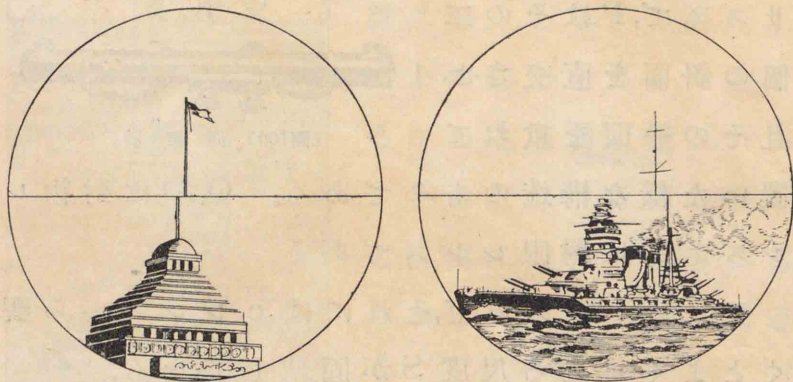


(圖160) 測距儀。

又P₄はプリズムで、それにはeレンズから覗くとよく見える尺度Sが固結してをる。

觀測の際物體からの光はA, Bから分れて入り、P₁, P₂で全反射する。その際P₄を移動して、P₁, P₂で反射し、P₃で再度反射して結ぶ像がEで合致して認められる様にした上、eから覗くと尺度Sには觀測物體迄の距離を示した目盛が現れてをる。その觀測距離の小なる程ABに入る光線は傾きを増し、像を合致させるにはP₄をより多く右に移すことが必要になる。故にSにはP₄に近い程遠距離が記してある。

此の観測に於て、Eで見える二つの像がよく合致してをるか否かを判別するには、その観測目標を細長い部分にとるのがよい。故に船艦などではその櫓がよく之に利用せられる。



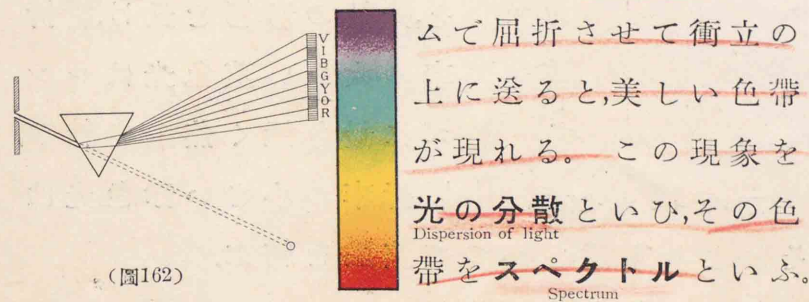
(圖161) 測距儀で見てをる家屋及び軍艦の像。圖では旗竿、櫓の像がまだよく合致してゐない場合を示してをる。

測距儀は左右に長いもの程測定が正確に出来、又遠距離が測れる。従つて軍艦用のものなどは極めて長い。

プリズム(三稜鏡) 僅々青と赤の光を合せると黄色、僅々黄と赤の光を合せると白色、僅々赤と青の光を合せると白色、原色

第五章 光の分散

67. 光の分散。暗室に導いた日光を、プリズムで屈折させて



(圖162)

この分散光を他のプリズムで集めると元の白光になる。之は日光が屈折率を異にせる種種の色光の集合であることを示すものである。

分散で種々の色光に分ち得られる光を複光 (Composite light) といひ、分ち得ない光を単色光 (Monochromatic light) といふ。又日光のやうに色のない複光を特に白光 (White light) といひ、合は

すとき白光が出来る二色光を互に餘色 (Complementary Colours) であるといふ。赤と青緑とはそのよい例である。

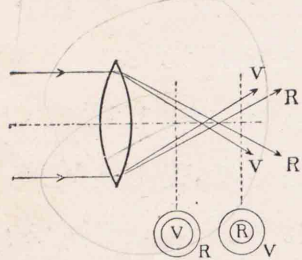
赤、緑、藍の三色光を適當に混合すると、任意の色光が得られるので、この三色光を原色 (Primary colours) といふ。

實驗. プリズムで燭火、着色セルロイド板、色硝子板などを透してくる光を見ると、その色光の成分が解る。

色収差
球面収差
コマ
非球面収差

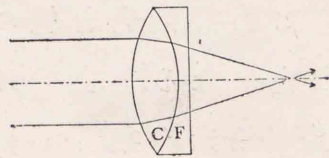
アサマテグマツト

68. **凸レンズの色収差。** レンズはプリズムの集合と見做し得る形状のもので、之に日光のやうな複光を投射すると、分散の影響を受け、屈折率の大きい重色光はレンズに最も近く焦点を結び、屈折率の小さい赤色光はそれよりも遠ざかつて焦点を結ぶ。



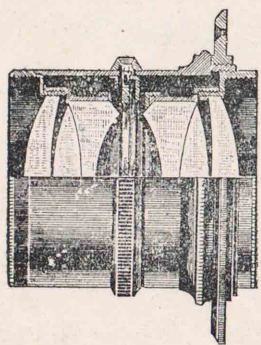
(圖163) レンズの色収差。

物体の像を生ずる場合にも亦同理によつてその輪廓の着色を免ぬかれない。之を**レンズの色収差**



(圖164) 色消レンズ。

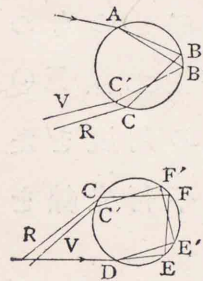
といふ。**色消レンズ**は之を防ぐ爲に用ひられるもので、適度のクラウン硝子製凸レンズとフリント硝子製凹レンズとを組合せたものである。



(圖165) 寫眞機用色消レンズ。

寫眞機に用ひてをる凸レンズなどは、多くこの様な色消しレンズである。

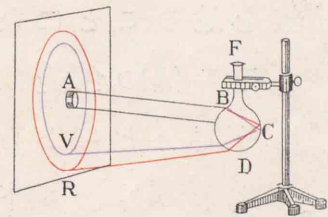
69. **虹。** 大氣中に浮遊してをる無数の小水滴が日光を受けて之を分散すると**虹**ができる。



(圖166)

その際投射する日光は、先づ屈折してその内に入り、水滴の内面で一回又は二回の反射をした後、再び屈折して滴外に出る。このやうな屈折、反射を重ねる間に日光は次第に成分色光に分散せられる。

その成分色光が水滴を出ると、多くは散光となり四散するが、或る特別の方向に射出する光線だけは、

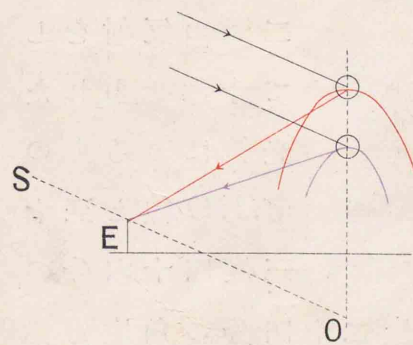


(圖167)

水球にあたる日光の分散。

平行光線となつて遠方迄も進み、それを眼に受けると色が認められる。

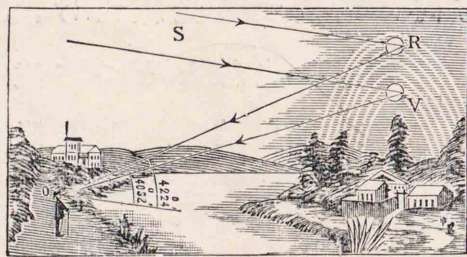
分散光の中、赤は投射日光と四十二度二十四分の角度をなす



(圖168)

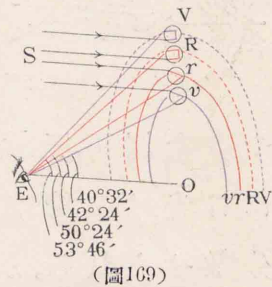
ものが平行光線となり、屈折率の順に漸次その角度を減じ、堇になると四十度三十二分のものが平行になる。故に眼と太陽とを結ぶ線 EO を軸とし、それと四十二度二十四分の角度をたもつ圓錐面上の水滴からは赤色の平行光線を送り、四十度三十二分の方角の水滴からは堇色の平行光線を送ることになる。

その他の色光はその中間の角度をとるから、之を見る人は、赤の外輪の下に、橙、黄、緑、青、藍、堇の順序に列ぶ輪状スペクトルを見る。之を主虹といふ。



(圖170)

副虹は滴内で二回の反射をして分散せられた光線によるもので、EO線と五十三度四十六分の



(圖169)

副虹は滴内で二回の反射をして分散せられた光線によるもので、EO線と五十三度四十六分の

熱せられたる固体液体

連続スペクトル

大分

熱せられたる蒸気

輝線スペクトル

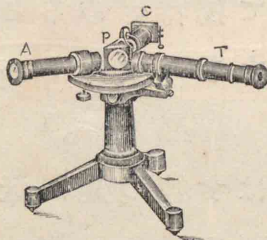
カリウム
リチウム

黄色線一本

赤橙線一本

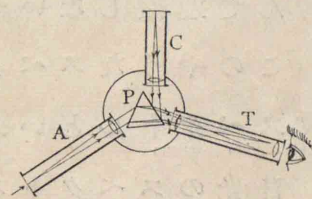
70. 分光器.

分光器はスペクトルを研究する装置で、プリズムと、それを圍む三管 A, C, T とから出来てをる。A 管の一端にはその他端の細隙を焦點とする凸レンズがあつて細隙から入つてくる光を平行にしてプリズムに當てる。T 管はこの光がプリズムで分散せられて出来るスペクトルを細密に觀察する望遠鏡である。



(圖171) 分光器。

C 管は透明な小尺度を具へ、T 管内に見えるスペクトルと相並んでその尺度の像をつくる用をする。



(圖172) 分光器の作用。

71. スペクトルの種類. 白熱状の固体、液体などから出る光のスペクトルは、赤から堇迄連続してをる。之を連続スペクトルといふ。

Continuous spectrum

又灼熱せられた金属蒸気及び高温度の氣體から出る光のスペクトルは、數本或は多數の輝線を顯はす。之を輝線スペクトルといふ。

Line spectrum

この輝線は常に細隙に平行して現はれ、且その数及び位置が各元素に關して獨特であることから元素の鑑識が出来る。之を**スペクトル**

Spectrum analysis

分析術といふ。

分散後連続スペクトルを現はす筈の光が、低温度の物質内を通過し、その一部の光を吸収せられると、そのスペクトル中に黒線或は黒帯を含んで連続しないやうになる。

このやうなスペクトルを**吸収スペクトル**といふ。

Absorption spectrum

日光のスペクトルは一見連続するやうに見えるが、事實は之に反し、多数の黒線を含んでをる吸収スペクトルで、この黒線を発見者の名に因んで**フラ**

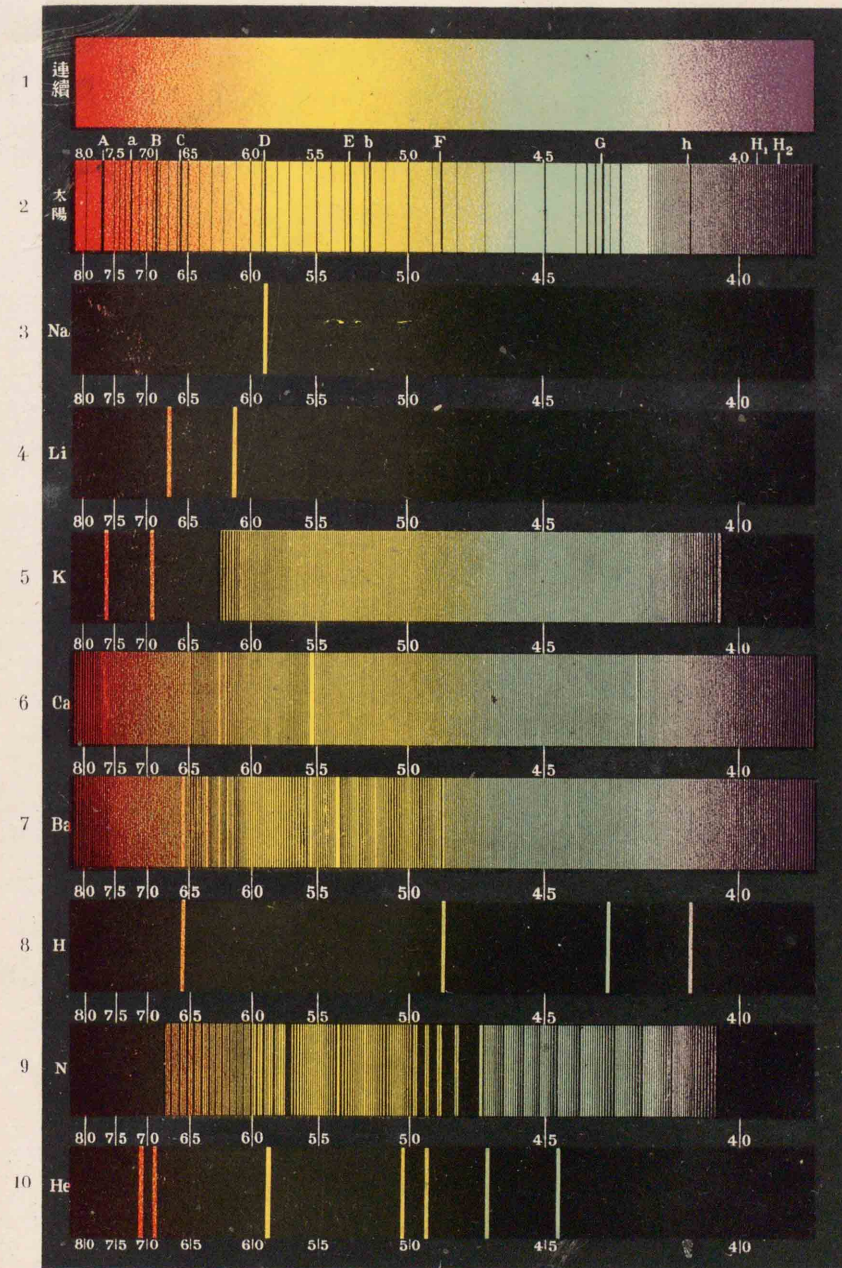
ウンホーフエル線といふ。

Fraunhofer's lines

元來太陽の光は連続スペクトルを現はす筈のものであるが、その外圍にある低温の氣體や、諸種の蒸氣にその一部が吸収せられる結果、この黒線を現はすのである。



(圖173)
 フラウンホーフエル
 (獨逸人)
 Fraunhofer
 (1787—1826)
 日光のスペクトル中に黒線を発見した人である。



各種のスペクトル一覽圖

一般に蒸氣及び氣體類は灼熱せられるとき自ら發する光と同種類の光を、低温では他から吸収する。之をキリヒホッフの定律といふ。

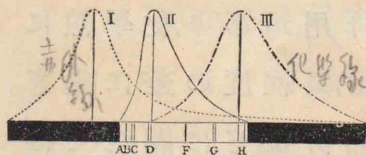
従つてフラウンホーフェル線から逆に太陽の周圍にある氣體の成分が窺ひ得られる。

例. フラウンホーフェル線のD線は、ナトリウムの輝線スペクトルと對等の位置を占めてをる。之から太陽の周圍に稍、低温のナトリウム蒸氣のあることが解る。



(圖174) キリヒホッフ Kirchhoff(1824—1887) 獨逸の物理學者で、キリヒホッフの定律、その他光に關する研究で有名な人である。

72. 輻射線。 暗室の衝立に日光のスペクトルを作り、その各部を鋭敏な寒暖計で檢すると、熱作用のあることが解る。



(圖175) スペクトル各部の作用。

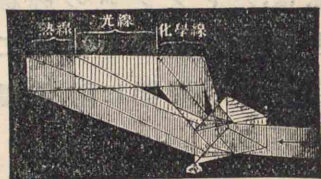
この作用は赤色部が最も強く、堇色部に向つて急に減じ、堇端では甚だ弱い。之に反し赤端外では稍遠い部分迄相當に強い。その程度を曲線で示すとIのやうになる。

故に赤端以外にも赤色光より屈折率の更に小さい線が、屈折せられてきてをることが解る。

之を**赤外線**又は**熱線**といふ。
Infrared rays Heat rays

次に鹽化銀を塗つた感光紙の上にスペクトルを受けると、IIIで示せる程度の差で、化學作用が顯はれてくる。之から莖端外にもそれ以上に大きい屈折率をもつ線が屈折せられてをることが解る。之を**莖外線**又は**化學線**といふ。
Ultra-violet rays Chemical rays

猶可視線の強さはIIで示す様に黄色部が最大でスペクトルの兩端に至るにつれて次第に弱くなる。



(圖176) 三輻射線の分布。

以上はその作用上から見た分布の大要であるが、熱線にも多少の化學作用があり、化學線にも幾分熱作用の伴ふもので、只程度の差に過ぎない。殊にその直進、反射、屈折などに関しては可視線と同一法則の下に律することが出来る。

かやうに熱線及び化學線は眼に感じない點や、屈折率では可視線と異なるが、その本性は皆同一のものに相違なく、併せ稱して**輻射線**といふ。
Radiant rays

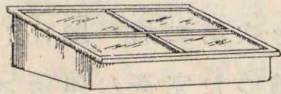
73. 光の輻射。 物體の出す輻射線はその溫度に關係が深く、溫度が高くない間は屈折率の小さい熱線許りを出す、その溫度を高めると次第に屈折率の大きい熱線を加へ、500°Cに及んで漸く微赤色光を發出する。800°CになるとF線を越え、1500°Cに至ると白熾の状態となり、發出輻射線は莖外線にも及ぶ様になる。

故に高溫度に耐へる固體を熱しながら、分光器でそのスペクトルを検査すると、初期にはその視野が暗黒であるが、溫度が上昇するにつれ、先づ赤色部を、次に屈折率の大きい色光のスペクトルを次第に加へ顯はし、白熱状態に及ぶと赤から莖迄の揃つた完全な連続スペクトルが見えるやうになる。

カルシウム、ストロンチウムなどの硫化物を日光に曝した後、暗室内に移すと、暫時美しい**帶青色**の微光を發出する。このやうな諸物質を**燐光體**といひ、その發出光を**燐光**といふ。
Phosphorescence (夜光時計)

暗室で石油に日光をあてると、その日光を受ける間藍色を呈し、光を遮ると共にその色が消える。このやうな諸物質を**螢光體**といひ、その發出光を**螢光**といふ。
Fluorescence (海水、青根丸や屋敷青根丸)

74. 輻射線の吸収。輻射線が物體に吸収せられると、投射する輻射線の種類に關せず多くは熱に變る。物質中には煤煙のやうに輻射線の全部をよく吸収するものもあるが、多くはその一部分を吸収して一部分を反射し又は透過する。水硝子などは光線をよく透過するけれども熱線を透過し難く、それを吸収する。水蒸氣も亦熱線をよく吸収する。



(圖177) 溫床。

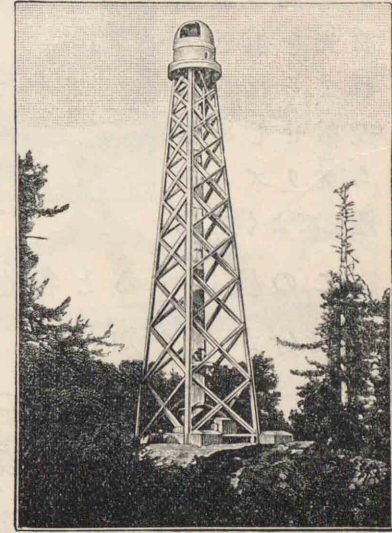
この理は溫床によく利用せられてをる。即ち窓硝子を透して入る日光を地面が吸収して熱に變へ、それが熱線として出ようとする時硝子が之を吸収して窓の内の温度を高める。

以上と反對に沃素の二硫化炭素溶液は光線を遮つて熱線の方をよく透過する。赤硝子を始めとして莖外線を遮るものは非常に多いが、水晶のやうな透明な石英類はよく之を透過する。依つて強い莖外線を發出せしめる水銀燈(俗に太陽燈と呼ぶ)ではその發出管の全部を透明な石英で製してをる。

輻射線 { 熱線
可視線(彩線)光線
化学線

地表に近い空氣中には塵埃、水蒸氣、並びに太陽よりの輻射線を吸収し、または亂反射させる夾雜物が多く混じてゐて太陽光線の研究上尠なからぬ障害を與へる。

故に米國のウイルソン山天文臺などでは、太陽輻射線の研究の爲に特に高い塔をその山上に築造してその上空で日光を取り入れる工夫をしてをる。右圖はそれを實寫したものである。

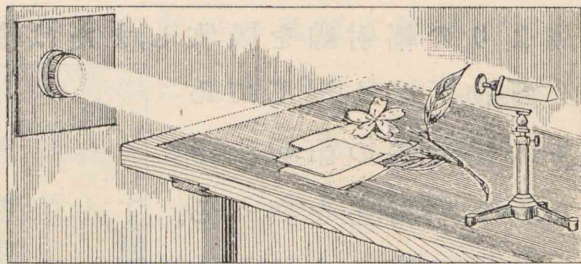


(圖178) ウイルソン山天文臺附設の太陽輻射線研究用塔。

問. よく晴れた夜は冷氣が嚴しく、空の曇つてをる夜は比較的暖かい。何故か。

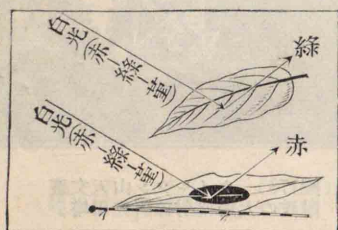
75. 物體の色。光が物體に投射する場合には、一部分はその儘表面から反射せられてその光澤の要素をなすが、残部は一度内部に入つて更にその一部分を吸収せられ、そこで吸収せられなかつた残りのみが或は内部から反射せられ、或はその物體を透過する。

実験1. 暗室内の實驗臺上に敷いた黒布の上に、色紙、花瓣、緑葉などを列べ置き、日光を導き入れてそれらに投射せしめ乍ら、プリズムを透してよく見よ。



(圖179)

この様にすると各物體から反射して來る光の成分がよく知れる。一般に不透明體が特有



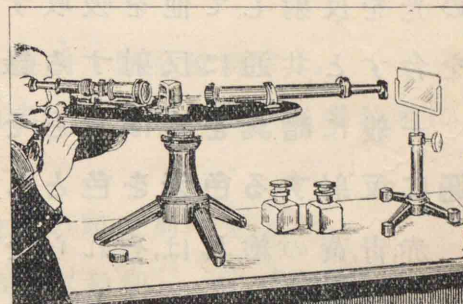
(圖180) 不透明體の色。

の色を現はすのは、それに投射する光の一部が、或る深さ迄その内部に入つて、更に一部分を吸収せられ、その残りの部分が内部から反射せられるのによるもので、木の葉はその内部に進入する光の内、綠色光許りを反射して他を吸収するから綠色を呈し、赤布は他を吸収して赤色光許りを内部から反射するから赤く見えるやうになる。

その受ける白光の全部が内部から反射せられる場合には白く見え、全部が吸収せられると

黒く見える。又白光の全成分が一様に一部分づつ吸収せられると灰色を呈する。

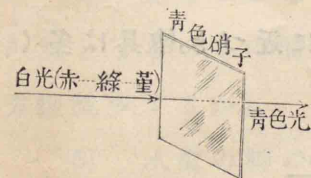
実験2. 分光器の細隙に色硝子、インキなどを透過した光をあて、そのスペクトルを検し見よ。



(圖181)

上の實驗からよく解るやうに、透明

體の色は、主としてそれを透過する光の如何で定まるもので、青硝子は白光中の青色光許りを透過して他を吸収するから青く見え、赤インキは赤、橙の兩色光を透過して他を吸収するから赤く見える。



(圖182) 透明體の色。

問. 燭火のやうに黄色味の多い光では、白い布と黄色の布との區別がたて難いのは何故か。

実験3. 黒塗りの碗のやうな黒色不透明な容器中に赤インキを入れると、どのやうに見えるか。又その中に白紙を沈めて上から窺ふと如何に見えるか。

① 燭火ハ黄色ノ光ヲ出ス、然レニ白紙ヲ如何ニ見テ及射シテハ
フモトアルカク今ハ燭火カラ来ル光ヲ反シテ及射スルハ黄色ノ
光ヲ出テ之ヲ反射スル。故ニ物ハ黄色ニ見えル。

76. 繪具の配合。青色繪具は緑,青,藍,堇の光を反射して他を吸収し,黄色繪具は赤,橙,黄,緑の光を反射して他を吸収する。故にこの二つを合すと共通に反射する綠色許りを顯はす。

一般に繪具を合はすと,その成分の繪具が共通に反射する色光を色として顯はす。

赤,青,黄の繪具は,それらを適量に合はすと,殆んど總ての色が顯はし得られるから,特に繪具の三原色と呼ばれる。三色版は之を應用したものである。

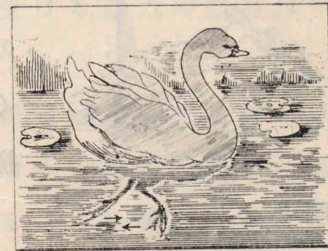
問. 光は多く混合する程白色に近づき,繪具は多く合はすと程黒色に近づく。何故か。

——(終)——

練習問題集

緒 論

- (1) C.G.S.單位の便利な點を説明せよ。
- (2) 毎時72籽を通過する物體の速さは幾秒米に相當するか。
- (3) 次の速さを遅速の順に列べ見よ。
 (A) 48秒米, (B) 0.1秒籽, (C) 5.4分籽,
 (D) 3000分米, (E) 1803.6時籽, (F) 100秒米,
 (G) 360時籽, (H) 150000分籽。
- (4) 比重0.92なる氷200立方糶が,融解して4°Cの水となると,その體積は幾立方糶減少するか。
- (5) 水禽の脚の交互運動と前進との關係を説明せよ。



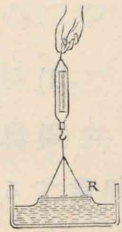
第一編 物性

第一章 物性概説

- (6) 切手,印紙などを貼付する際に濡らさなければ附着しないのは何故か。又乾かなければ剝げ易い

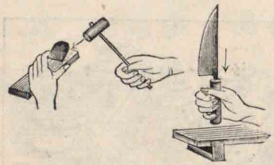
のは何故か。

(7) 金属の環Rを糸でせんまい秤につけたものを、次圖のやうに水中に浸して引き上げようとする時、環が水際を離れようとする時、せんまい秤は強く引き下げられる。何故か。



(8) 200瓦の重さで全長の $\frac{1}{15}$ 延びるせんまい秤に、或る物體を吊して全長の $\frac{1}{10}$ 延びるのを見た。その物體の重さは何程か。

(9) 布帛を打つて、それに附着してゐるものを拂ひのけ、木の枝を動かして果實を落す理を説明せよ。



(10) 抜けかけてをる庖丁などの柄の尾端を物の上に敲くとよく嵌るのは何故か。又鉋を圖の様に處理するとき起る變化を説明せよ。

(11) 動植物に關する滲透の實際例を挙げよ。

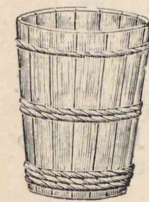
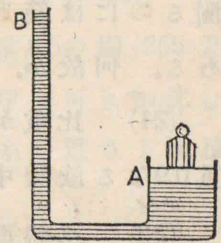
第二章 液 體

(12) 面の水平か否かを定める場合には、水準器を互に直角な二方向に置いて見る必要がある。何故か。

(13) 水壓機に於て、小圓筒及び大圓筒の活塞を夫

夫直徑3糎及び50糎とし、小圓筒の活塞に15斤重の力を加へたとすると、大圓筒の活塞には幾斤重の力が現れてくるか。

(14) 右圖の様な連通器に水を満たし、そのA端を面積 150cm^2 の活塞で密閉する。A端の活塞上に12斤の分銅を載せると、B端の水面はA端の水面より何程高くなつて釣合ふ可きか。



(15) 深さの大なる水桶の下方に籠の多い理由如何。

(16) 海水の比重を1.03とすると、深さ978米なる海底の受ける壓力の強さは何程か。

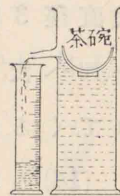
(17) U字管の一管から水銀、他管から或る液を入れ、二液の境界面から各液の上面迄の高さが、水銀に於て0.175米、或る液に於て0.8米なることを讀みとつた。この液の水銀に對する比重は何程か。

(18) 比重0.85、體積V立方糎なる物體を、比重1.025なる海水中に全部沈めるには何程の力が必要か。

(19) 丁度流出口迄水を入れた流出口付圓筒内に、次圖のやうに茶碗を入れる時溢れ出る水量を75ccとし、同様に準備した筒内に、茶碗を横にして入れ、靜かに

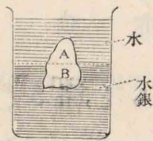
全部沈める時溢れ出る水量を30ccとすると、茶碗の比重は何程に當るか

(20) 象のやうな大きい動物の目方を測るのには箱形の船を使用すると便利である。何故か。



(21) 比重が7で 10cm^3 の體積を占める金屬塊を、比重0.9なる液體中に入れて秤するときの重さを問ふ。

(22) 水銀面上に鐵塊が浮んでをる。その上に水を加へて鐵の全部が水面下にあるやうにした。鐵塊の水中にある部分Aと水銀中に没してをる部分Bとの比を求めよ。



(23) 水中に吊して測るとき重量25瓦を減する一鐵塊を、容器に充てた水銀上に浮べると195瓦の水銀が溢れ出るといふ。その鐵塊の比重は何程か。

(24) 氷砂糖のやうに水に溶けるものの比重はどうして測るか。

(25) 木製の柄を附けた227瓦の鎚の水中の重さを測ると127瓦重あるといふ。鐵の比重を7.8, 木の比重を0.4として木の部分と鐵の部分との重量を別々に算定せよ。

(26) 真空中の重さが22.216瓦で、比重0.933の液體

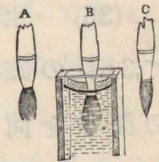
中での重さが20.35瓦である一物體の比重を定めよ。

(27) 水を充たした時に88瓦の重さを示す比重瓶に、更に10瓦の砂を入れ、溢れ出た水を拭ひ取つた時の重さは94瓦であるといふ。砂の比重を求めよ。

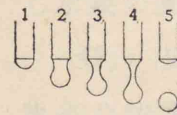
(28) 比重0.25のコルク66瓦と比重8.5の銅255瓦とを糸で結び、 4°C の水の中に入れると浮ぶ可きか、沈む可きか。理由を附して答へよ。但し糸の重さと體積とは無視し得るものとする。

(29) 熔けた蠟が燭心に上るのは何故か。

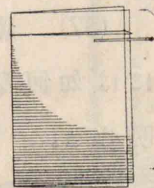
(30) 毛筆の一端を硯池に入れると、その上方の部分まで墨汁を含むに至るは何故か。又之を洗ふとき水中で四方に開いてをるその穂先が水から取り出すと共に集合するのは何故か。



(31) 硝子棒を水中から引き出し鉛直に保持してをると、それに附いた水が左圖のやうに1, 2, 3, 4, 5の階程をとつて落ちる。この理由を説明せよ。

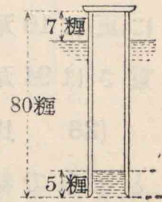


(32) 平滑な硝子板二枚をとり、その一側にマツチの軸木を挟んで右圖のやうに装置した上、水中にその下端を入れると、水は圖のやうに昇つてくる。何故か。



第三章 氣體

(33) 深さ80糎の直圓筒を倒にして水中に押し入れて、底面が水面上7糎に達した時、水が筒内に5糎入り込むのを見た。その時の大氣の壓力は何程か。



(34) 或る室内の溫度が變らないで、氣壓が770糎から760糎に減じた。室内からその空氣の何分の一が室外に出たか。

(35) 水底で直徑1.2糎の氣泡が水の表面に浮び出て、3.6糎の直徑を有するやうになつたといふ。その水の深さを問ふ。

(36) 空氣中で正當な天秤の一方の皿に金塊を載せ、他方の皿に眞鍮の分銅を載せて平均させ置き、その兩方の皿をそれに載せた物體と共に、

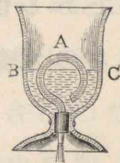
(イ) 水中に入れるとき、
(ロ) 水素の中に入れるとき、
に起る現象を記し、且その理由を説明せよ。

(37) 船が水上に浮び、氣球が空氣中に止まるためには如何なる條件が必要か。その理由をも併せて説明せよ。

(38) 切口が1平方糎で、長脚の高さ70糎、短脚の高

さ20糎のサイフォンをとり、その短脚を瓶に挿入し、10糎だけ水中に没入して水を吸ひ出す時、長脚端から送り出る最初の水の壓力は何程か。

(39) 右圖のやうな装置を**タンタラスの盃**といふ。之に水を注ぐ時は、その水面がAの上部に達する迄、水は下口から流出しないが、一度流出を始めると、その殆んど全部が出盡くす迄止まない。何故か。

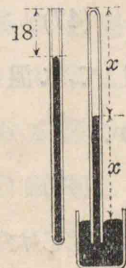


(40) 鐘の容積が5立で、圓筒の容積が0.5立である排氣機の鐘の内に、76糎の壓力の空氣が満ちてをる。此の圓筒の活塞を5回だけ上下すると、内部の壓力は何程になるか。

(41) 大氣の壓力が1氣壓のとき、1米の長さの有底圓筒を逆にして深さ76米の海底に押し沈めると、その圓筒内に何程の高さにまで海水が浸入するか。但し水銀の比重は13.6、海水の比重は1.03とする。

(42) 長さ20糎の試験管を倒まにして或る水底に沈めた時、水が管口から2糎進入した。大氣壓を一氣壓とし水の深さを算定せよ。

(43) 氣壓が75糎の時、一端の閉じた長い硝子管に水銀を注ぎ、上部に長さ18糎の空氣を残して上端を指で押へ、それを水銀



槽中に倒立して、空気柱及び水銀柱の長さを等しからしめようとする。水銀柱の長さをどうすればよいか。

(44) 氣壓が75糎の時、長さ8糎のトリセロー真空部を残してをる太さが一樣で、その直截面積が1平方糎である倒立水銀氣壓計の中に、1ccの空気を入れると、その水銀柱は何程降下することになるか。

第二編 熱

第一章 熱、熱量、比熱

(45) 質量と物質とが相違してをる同温度の二物體に、夫々同量の熱を與へる時その上昇する温度が等しいことがある。それは如何なる場合であるか。

(46) 或る容積の水銀の温度を1度上昇させるに必要な熱量と、同容積の水の温度を1度昇すに必要な熱量とを比較せよ。

(47) 60度の銅塊200瓦を、10度の水150瓦中に投入して、水温が15.5度に昇るのを見た。銅の比熱は何程か。

(48) 爐の温度を測る爲に、白金塊をその中に入れて熱した後、それを20度の水銀中に投じて60度となる

のを見た。次にその白金塊を120度にして前と同量の15度の水銀中に投じ20度になるのを見た。爐の温度を問ふ。

(49) 30度、20度、10度の甲、乙、丙三種の液がある。甲と乙、甲と丙とを等しい質量づつとつて混合すると、混合液の温度が夫々26度、25度となるといふ。若し乙と丙とを等しい質量づつとつて混合すると、混合液の温度は何度になるか。又甲、乙、丙三液の比熱の比を問ふ。

(50) 比熱を色々に定義して見よ。

第二章 熱による膨脹

(51) 液面に浮んでをる物體の温度が、その液と共に等しく上昇した爲に、物體は前よりも多く沈んだといふ。その液と物體との膨脹係數の間にどんな關係があるか。

(52) 0°Cの長さが2米の眞鍮棒を、10°Cに熱して0.374耗の延長を見た。その線膨脹係數は何程か。

(53) 16°Cの時鐵製の尺度で或る物體の長さを測り35.72糎を得た。この尺度が0°Cの時正しいものとする、16°Cの時その物體の眞の長さは何程ある筈か。

(54) 0°Cの長さが16.02糎の鐵棒と16糎の銅棒とがある。その温度は何度にすると兩方の長さが等し

くなるか。

(55) 水銀の 0°C の密度は 1cc につき 13.596 瓦である。その 50°C の密度は何程か。但し水銀の膨脹係数は 0.00018 である。

(56) 温度 0°C 、圧力 762 托の空気が 1 立ある。その温度を 50°C 、圧力を 750 托にするとその容積は幾立になるか。

(57) 深さ 20 米の池底(温度 4°C)から、水面(温度 20°C)に浮び出る気泡の體積は如何に變化するか。

(58) 温度 23°C 、圧力 700 托の時、 2 立を占めてをる空気の壓力を 760 托にしてその體積を 1800 立方糎にしようとする。その温度を幾度にすればよいか。

(59) 温度が 0°C で壓力が 760 托の時、若干體積を占めてをる氣體の温度を 180°C に高めながら、その體積を不變に保たしめようとする。何程の壓力を加へる必要があるか。

第三章 熱による三體の變化

(60) 物を冷すには 0°C の氷と、 0°C の水との何れが有効か。その理由をも併せ答へよ。

(61) 次の場合に適合する實例を挙げよ。

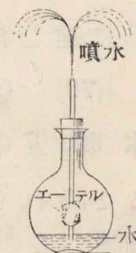
(A) 物體に熱を與へてもその温度が昇らない場

合。

(B) 物體の温度が昇るにつれてその容積の縮少する場合。

(C) 二物質を合したものの融解點がその各の融解點よりも低い場合。

(62) 右圖のやうな装置を組立てる場合に、豫めエーテル中に浸した綿を硝子管のフラスコ内に入れる部分に結びつけて置くと、高くあがる噴水が見られる。何故か。



(63) 濕布を速に乾燥させるに必要な諸條件を列擧し、且その理由を説明せよ。

(64) 湯による火傷よりも、同温度の水蒸氣による火傷の方が更に烈しいといふ。何故か。

(65) 冬季手の冷えた場合に息を吹きかけることがある。又汁を吸ふ際熱い場合には矢張り息を吹きかける。

これらの場合に息を吹きかける意味を物理的に説明せよ。

(66) 水の比熱、融解熱、氣化熱の大きいことが、吾人の生活上にどんな影響を及ぼしてをるか。

(67) 飽和蒸氣と、飽和しない蒸氣との性質の相違

点を列挙せよ。

(68) 0°C の氷 100 瓦を 15°C の水 240 瓦の中に投入すると如何なる結果になるか。

(69) 1 気圧で 0°C の氷 100 瓦を絶えず一様に熱しつつけた結果、4 分間で全く融解し、後 5 分間で沸騰點に達したといふ。氷の融解熱を問ふ。

(70) 0°C の銅塊 400 瓦と、 0°C の氷 60 瓦とを、 10°C の水 600 瓦中に入れ、それに 100°C の水蒸氣 20 瓦を通ずると、それらの混合物の温度は何度となつて平均するか。

第四章 大氣の乾濕

(71) 室内を温めると室内の空氣が乾燥するは何故か。

(72) 風のない夜に露霜の多いのは何故か。

(73) 暖かい室内と寒氣の強い室外との境界をしてをる窓硝子に多量の水滴ができる理由を問ふ。

(74) 驟雨が比較的の午後に多いのは何故か。

(75) 暖流と寒流との相合する地方に霧が多くできる理由を問ふ。

(76) 太陽によつて地面の一部が熱せられると、(a) それに接してをる空氣が上方に昇り、(b) 上層になる

程冷えて、(c) そこに雲ができるといふ。

(a)(b)(c) 三段の變化につきその理由を説明せよ。

(77) 梅雨の頃は氣温がさほど高くないにも係らず蒸し暑く感ずるは何故か。

第三編 光

第一章 光の直進、光度

(78) 物の狙ひを定める時、物體、照星、照尺を一直線上に置くのは何故か。

(79) 一個の燭火が 50 糎の距離にある一點を照らす光の強さは、此の點より 2 米の距離にある 16 燭光の電燈一個及び 3 米の距離にある 18 燭光の電燈一個を、同時に點じた場合と等しいといふ。その燭火は幾燭光か。

(80) 衝立から 10 糎の距離にある 16 燭光の電燈と、200 糎の距離にある弧燈とが衝立を照すことが等しい。その弧燈の燭光は何程か。

(81) 衝立がそれから 10 米の距離にある 500 燭光のランプで照らされる場合と、6 米の距離にある 32 燭光のランプで照らされる場合とは何れが明るい。

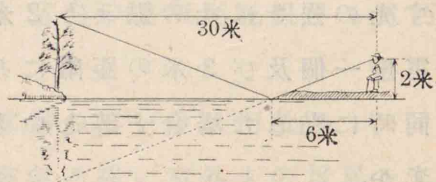
又この衝立がこれらの兩光源から等しく照らされる爲には、32燭光のランプの位置をどのやうに變ずればよいか。

第二章 光の反射

(82) 水平面に60度傾いてをる棒がある。その平面鏡に映つる像を鉛直にしようとする。鏡をどのやうに置けばよいか。

(83) 直立してをる姿見(鏡)に向つて真直に立つてをる身長1.7米の人が、自己の全身を映し得る最小な鏡の上下の長さを問ふ。

(84) 對岸に直立する樹木の池水に映つるのを見てゐる人が、水際から6米離れて立つと、その水際に樹木の頂を見るやうになるといふ。

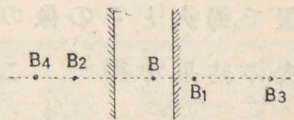


水面から眼までの高さが2米で、人と木との距離が30米であるとすると、樹木の頂は水面から幾米の高さにあるか。

(85) 互に90度を開いてをる二つの平面鏡の中間に物體を置くと幾個の像ができるか。又この鏡の角度が60度となる場合には、更に幾個の像が増すか。

(86) 平行に直立してをる二

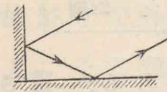
つの平面鏡の間にある光點Bの



虚像は、右圖に示すやうな諸點 B_1 ,

B_2, B_3, \dots に無數に併列して見える。何故か。

(87) 互に直角になつてをる二つの平面鏡に、一つ



の光線が當つて二回反射するときには、

反射後の光線は必ず初めの光線に平行

するといふ。これを説明せよ。

(88) 小さい平面鏡では、自己の全像をさへ見得ないにも係らず、同時に大きい家屋、樹木などのやうな物體の全像が見られることがある。その何故であるかを圖解によつて示せ。

(89) 凹面鏡に向つて遠方からこれを望むと自己の倒立像を認め、近づいてこれを望むと直立像が見られる。その理由を問ふ。

(90) 曲率半径40厘の凹面鏡の前方に一物體があり、その實像の大きさは物體の大きさに2倍してをる。鏡心から物體及び像迄の距離を問ふ。

(91) 焦點距離12厘の凹面鏡の前方16厘の所に、半径2厘の圓板を鏡軸に直角に置くときできる像の半径及び像と實物との面積の比を問ふ。

(92) 凹面鏡の半径を求める爲に、次圖のやうな装

置で、燭火とその像の出来る衝立との位置を測定して次の結果を得た。この凹面鏡の半径は何程か。



	燭火と凹面鏡との距離	衝立と燭火との距離
実験Ⅰ	30 糎	126 糎
実験Ⅱ	35 糎	53 糎
実験Ⅲ	40 糎	24 糎

(93) 壁から 8 米離れた所に発光體がある。長さがその 17 倍に相當する實像を、凹面鏡を用ひてその壁の上に映出すには、球面半径何程のものを如何なる位置に置けばよいか。

(94) 半径 45 糎の凸面鏡の中心より 15 糎の處に長さ 5 糎の物體を立てると、如何なる位置に、如何なる長さの如何なる像が現はれるか。

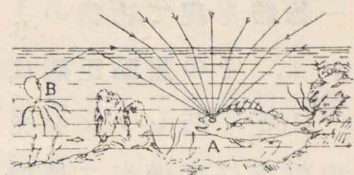
第三章 光の屈折

(95) 水を盛つた器の底を眞上から見ると、眞の深さの四分の三の位置に浮び上つて見える。その原因を明かにせよ。

(96) 太陽はその地平線下に没した後も、猶暫くは見る事が出来る。如何なる理由によるか。

(97) 水中に點じてある電燈を、空氣中から窺ふ場合に、その光を認め得ない場所があるか。

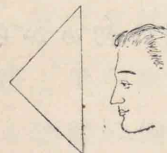
(98) 水中の魚 A は、水上の様を如何なる範囲内に見るか。又水中の他の動物 B を何れの方向に見るか。



(99) 球形の硝子容器に水を入れ、その内に金魚を泳がせて外から見ると、非常に大きく見えることがある。その理由を問ふ。

(100) 焦点距離が 7 糎の薄い凸レンズの前方 21 糎の點に長さ 8 糎の矢を立てると、如何なる長さの像が如何なる位置に出来る筈か。

(101) 全反射プリズムの最も廣い面に面しながら、そのプリズムを眼前で一廻轉させると、それに映つてをる自己の顔が如何に變化するか。



(102) 或るレンズの前方 15 糎の處に物體を立てたのに、2 倍の長さの虚像を認めたといふ。このレンズの種類及び焦点距離を問ふ。

(103) 或る凸レンズの前方 120 糎の距離に物體を立て、その後方 240 糎の所に實像を得たといふ。其の凸レンズの焦点距離及び物體と像との長さの比を求めよ。

(104) 凹レンズを透してその前方 60 糎の所にある

一物體を視て、物體の $\frac{1}{3}$ の長さをもつ虚像を認めたと
いふ。その焦点距離は何程か。

(105) 凸レンズを光源から遠ざけてをる間に、一定
の位置に實像が二度顯はれた。(a)その理由を問ふ。
(b)その光源と像の二度顯はれた点との距離を100糎、
實像をつくるレンズの二つの位置の隔りを50糎とす
ると、その凸レンズの焦点距離は何程か。

(106) 水中では焦点距離が非常に短かい凸レンズ
を用ひなければ物體が明瞭に見難い。その理由を問
ふ。

(107) 一つの凹レンズに當つた光線がレンズを透
過した後、次のやうになる爲には、その投射の初めから
各、どのやうに向けて當てねばならぬか。

- (a) レンズの主軸に平行させること。
- (b) レンズの主軸上の一点に収斂させること。
- (c) 發散させること。

(108) 白紙は不透明であるが、之を水に浸すと半透
明となり、パラフィンを十分に浸み込ますと透明にな
る。何故か。

1/8 1/10 第四章 光學器械

(109) 幻燈器械で畫板の繪の長さを50倍に擴大し

て映出する場合には、畫板の明るさと映出畫面の明る
さとはどんな比になるか。

(110) 顯微鏡の對物レンズが小さくて望遠鏡の對
物レンズが特に大きいのは何故か。

(111) 望遠鏡で遠い物體を見る場合には之を縮め、
比較的近い物體を見る場合には之を長くする。これ
にはどんな理由があるか。

(112) 對物レンズの焦点距離が10糎の望遠鏡があ
る。その對物レンズから1.1米隔つてをる物體を明瞭
に見るやうに對眼レンズを調節した後、又他の物體を
同様明瞭に見る目的で對眼レンズを對物レンズの方
へ更に5糎近づけたといふ。對物レンズからこの物
體までの距離は何程か。但し對眼レンズを通じて見
る物體の像が、對眼レンズから常に同じ距離にできる
ものとする。
*1/10 + 1/5 = 1/5 最初のa=100糎 f=10糎
1/10 + 1/5 = 1/5 a=11糎 後) 場合はb=11-0.5=10.5糎とする*

(113) 光學器械に全反射プリズムの用ひられてを
る場合を列擧し、その役目を説明せよ。
*1/10 + 1/10.5 = 1/10
a=11米*

第五章 光の分散

(114) 物質の屈折率は色の異なる光によつて違つ
てをるかどうか。この事實を決定し得る實驗法を示
せ。

- (115) 露が美しい色を呈して輝くのは何故か。
- (116) 虹が朝夕に多く現はれ、正午に現はれないのは何故か。
- (117) 晝間日光で見える場合と、夜間石油ランプその他の光で見える場合とで、物體の色が多少違つて見える。その理由を問ふ。
- (118) 酒精燈の焰の中に食鹽を投じ、その光で紅を見るとどんな色に見えると思ふか。
- (119) 色硝子を白紙の上に置くと、その固有の色が見えるが黒紙の上に置くと黒く見える。何故か。
- (120) 下方の物體をプリズムを透して見ると上方に見え、且その周圍は美しく色づいて見える。何故か。

(上巻問題終り)

文部省検定済

昭和七年拾月六日 中學校理科用

昭和七年七月廿三日印 刷 昭和七年七月廿六日發 行
昭和七年十月一日訂正再版印刷 昭和七年十月四日訂正再版發行



新制理科
物理學教科書
(甲要目準據)

定	上卷	金六拾八錢	3.43
價	下卷	金八拾八錢	

廣島高等師範學校附屬中學校

著作者 理 科 研 究 會

代表者 河 野 通 匡

發行兼 鈴 木 政 雄
印刷者

東京市神田區神保町一丁目二五ノ一

發行者 鈴 木 常 松

大阪市東區博勞町五丁目五十六番地

發行所 東京市神田區神保町一丁目二五ノ一 東京 修文館
振替口座東京二六四四番

發行所 大阪市東區博勞町五丁目五十六番地 大阪 修文館
振替口座大阪四七一番



教
41
200