

面を研磨して第二の直角プリズム B の側面に密着せり。

今光度 J, J_1 を比較せんとする光源を S の兩側に置けば S の兩面は別々に二つの光源の光に依りて照らされ四方に散光を發す。故に光源 J より發する光の一部は平面鏡 S に依りて反射しプリズム A の中に入りて aa' の部分を通過するなり。又光源 J_1 より發する光の一部は鏡 S' にて反射せられ B の中に入り $ab, a'b'$ の部分にては全反射を受け、 aa' の部分に達する光は其元の方向に通過す故に蟲眼鏡にてプリズムの内部を見れば圓形の窓 aa' を通して光源 J より來る光を見、其周圍の部分 $ab, a'b'$ に於ては光源 J_1 の光のみを見るなり。故に距離 r_1, r_2 を加減して圓形の部分と其周圍の部分との明るさを同一にすれば光度 J, J_1 の比は式(56)に依りて計算する事を得るなり。 J が標準蠟燭なるときは J_1 は燭光を單位とする光度となるなり。

第五章 輻射線

§ 122. 輻射線を測る器械。太陽、電燈、燭火等の如く赤熱せる固體の發する光を分散して得るスペクトルに於ては、吾人の眼に見ゆる部分の兩側に尙ほ眼に見えざる線が存在するなり。眼に見ゆる線及び眼に見えざる線を總稱して輻射線と云ふ。今輻射線のエネルギーを測る方法を記述せん。

黒き物體が之に投射する光の種類に關せず常に黒く見ゆるは、投射光を悉く吸収して散光を發せざるが爲めなり。黒き物體は光を吸収するのみならず一般に輻射線を吸収するなり、而して物體に吸収せられたる輻射のエネルギーは通常熱となりて之を温むるなり。故に黒き物體に輻射線を投射して其温度の上昇を測定すれば輻射線のエネルギーの量を定め得べし。油煙は殆んど輻射エネルギーの全部を吸収するが故に輻射線の測定には通常油煙を利用するなり。

寒暖計の球に油煙を抹れば輻射線を吸収するが故に輻射線の測定に用ひ得るなり。油煙を抹るには、油煙と酒精とを混合し之に少量のシエラツクを加へたるものを用ふれば可なり。尙ほ一層精密なるは硝子管を U 字形に屈げて之に水を入れ管の兩端に硝子球を附し、球の全面に油煙を抹りたるものにして之を Leslie の 示差空氣寒暖計 (*Differential air thermometer*) と云ふ。一方の球に輻射線を當つれば U 字管内の水柱は一方に動きて温度の差を示すなり。

尙ほ一層精密なるは熱電流(第五卷)を利用せる**熱電推** (*Thermopile*; *Thermosäule, f*) なり。近時 *Rubens* の考按せる熱電推

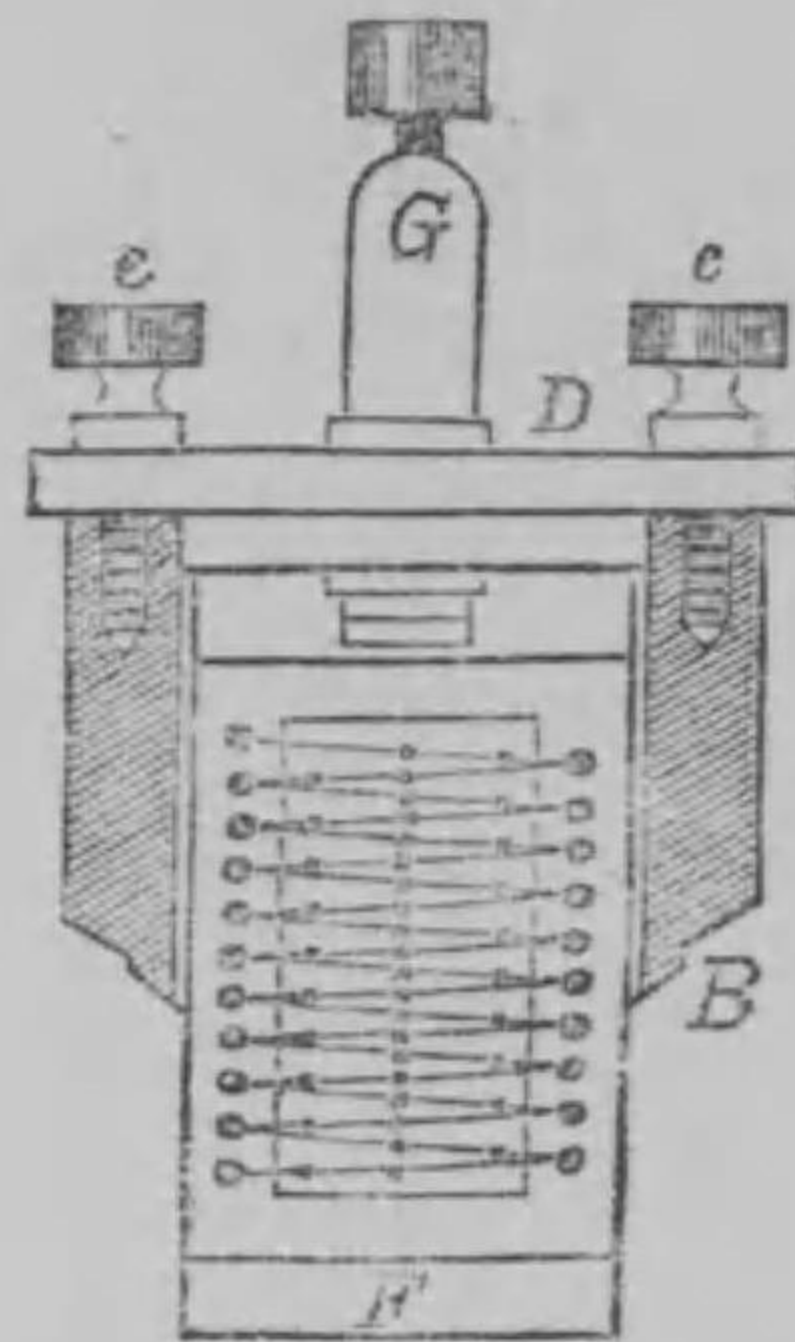
は頗る鋭敏なる装置にして、其構造は圖に示すが如く鐵とコンスタントンの細線を互に組合せたるものなり。圖中の中央部の黒點は二つの線の接合點を示すなり。

是等の接合點の前方に細隙を設けたる金屬板を置き、細隙に當れる線の接合點に油煙を抹りて輻射線を吸収せしむ。線の兩端を鋭敏なる電流計に結びたる後、細隙に輻

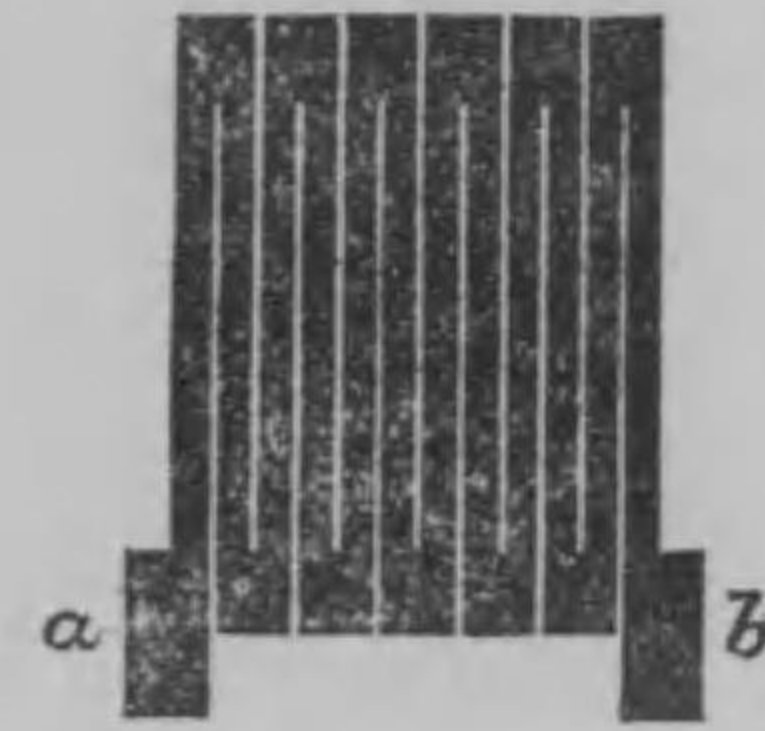
射線を投射すれば熱電流は電流計を通じて流るゝが故に此電流の強さを測りて接合點の温度従つて輻射線のエネルギーを測り得るなり *Boys* の**輻射顯微計** (*Radio-micrometer*; *Radiomicrometer, n*) は熱電推を變形せる最も鋭敏なる器械なり。尙ほ此器械は第五卷に於て記述せん。

ボロメーター (*Bolometer*; *Bolometer, n*) は輻射エネルギーを測る便利なる器械にして其原理は金屬の電氣抵抗が温度の上昇と共に増加する事を利用したるものなり。ボロメーターの主要部は第百六十九圖に示す如く油煙にて黒くしたる白金箔に切り目を入れたるものにして、第百七十圖は之を枠に取り付けたる圖なり。枠 *icdk* の部は電流の絶縁體なる石磬にて作り、*w, w'* の部分は銅片

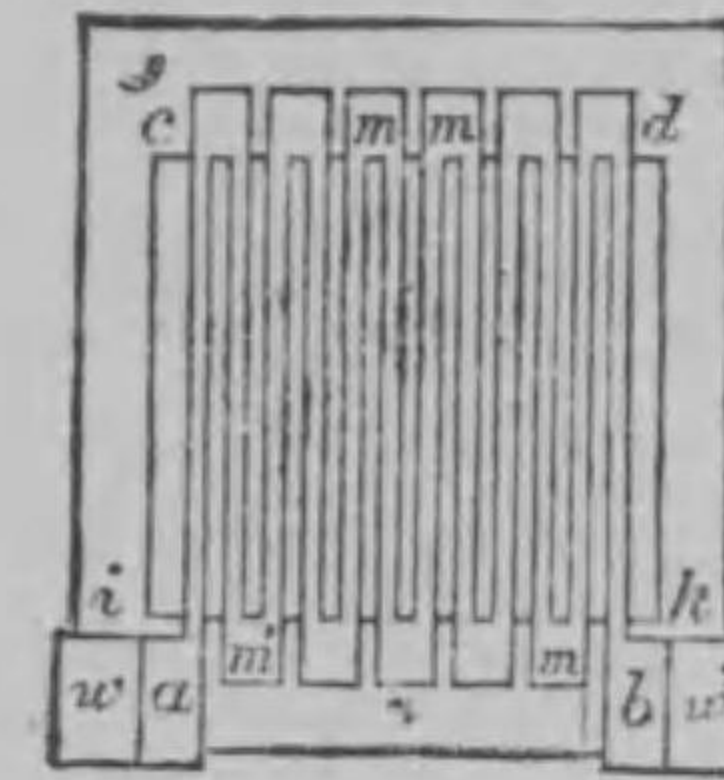
第百六十八圖



第百六十九圖



第百七十圖



にして白金箔の兩端 *a, a* に接合せり。故に *w, w'* を電池の兩極に結べば電流は白金箔を流るゝなり。ボロメーターをホイットストーン、ブリツヂ(第五卷)の一邊に入れてボロメーターに輻射線を投射したるときの電氣抵抗の増加を測れば輻射線のエネルギー量を定め得るなり。

§ 123. **熱線の性質**。波長 0.00007 厘よりも大にして吾人の見る事を得ざる輻射線を熱線と云ふ。然れども總ての輻射線は物體に吸収せらるれば熱に變ずるが故に熱線なる語は適當を欠くの感なきに非ず。熱線は光線と同じく直行、反射、屈折の定律に従ひ又干涉、廻折、偏り等の現象を表はすなり。

熱線の直行を示す講義實驗を記さん。一枚の錫箔の一面に石蠟を塗りて之を垂直に支へ、其前面に星形の孔を切り抜きたる一枚の錫箔を對置す。孔の前方に赤熱せる鐵球を置くときは暫時にして石蠟面の星形に融解するを認む可し。是れ熱線が光線の如く直行するの證なり。

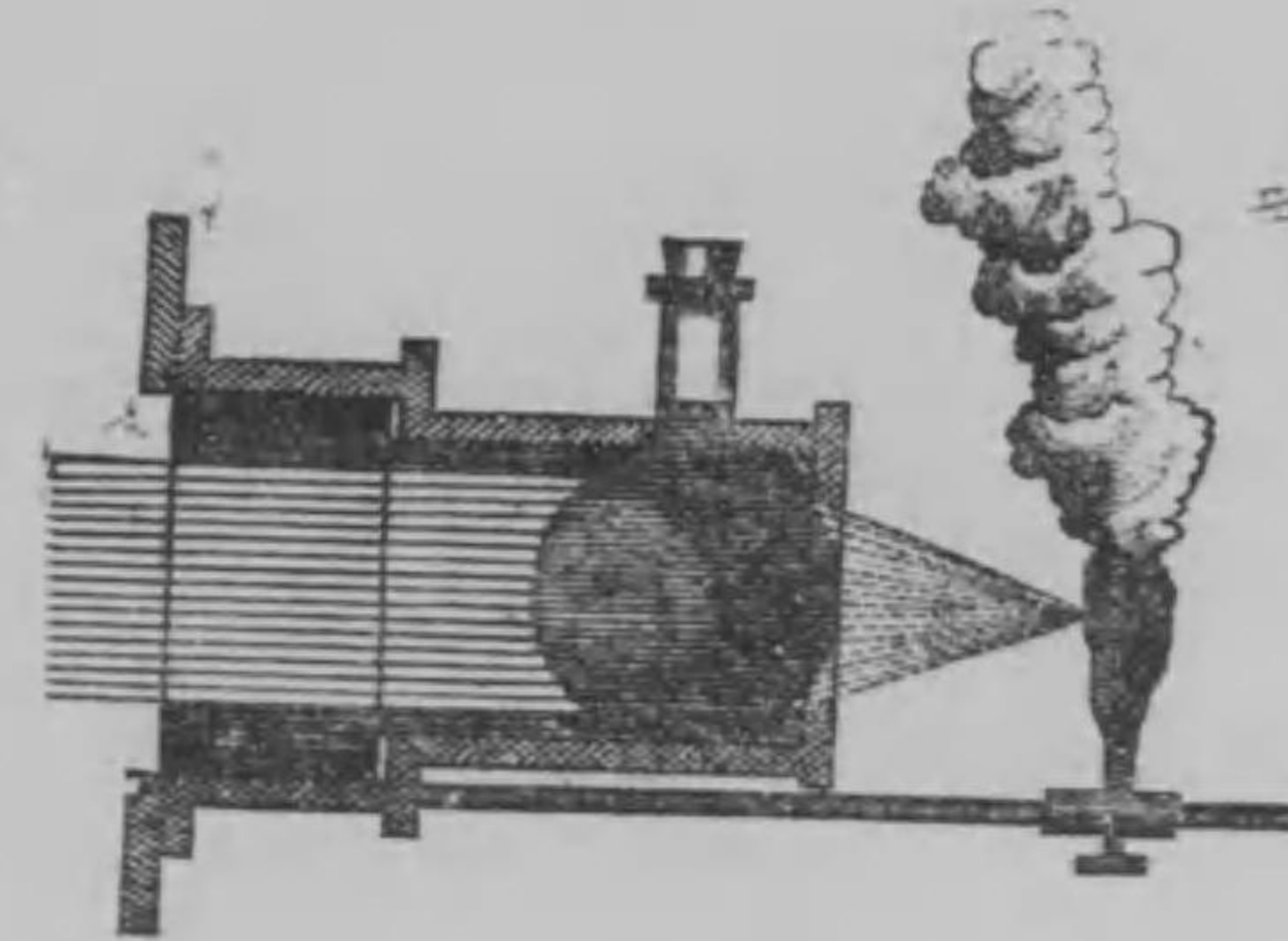
二個の金屬製の凹鏡を對立し一方の焦點に熱球を置き他方の焦點

に火柴^{ホウチ}或は燐片を置けば其點火するを認む可し。即ち熱線は光線の如く反射の定律に従ふを知るなり。

太陽或は弧燈等の光を分散して得るスペクトルの各部を熱電推に當つるに電流計の針のフレは熱電推が紫の方より赤の方に進むに従つて段々大となり、熱電推を赤の外に持ち行けば磁針のフレは一層大となるを認むべし。即ち熱線はスペクトルの赤の外方に配列し且つ其波長は赤光の波長よりも大なるを知る可し。此實驗に依りて熱線は光線の如く屈折する事を知るなり。硝子は光線に透明なれども幾分か熱線を吸収するが故に、上記の實驗を爲すには硝子製のプリズムを用ひずして熱線に透明なる岩鹽、或はシルビン製のプリズムを用ふ。

諸種の物體は光に對して透明度を異にする如く、又熱線に對して透明度を異にするなり。熱線を通過する物體を**透熱** (*Diathermanous ; Diatherman*) なりと云ひ、熱線を吸収遮斷する物體を**不透熱** (*Athermanous ; Adiatherman*) なりと云ふ。岩鹽、シルビン等は光線及び熱線に對して透明なれども、水、硝子等は熱線の一部を吸収し又明礬、氷は殆んど完全なる不透熱體なり。故に幻燈器械等に於て輻射線中の熱線を除去する爲めに明礬の水溶液を硝子器に入れたるものを光の通路に置いて之を吸収せしむるなり。エボナイト及び沃素の二硫化炭素溶液は光に不透明なれども殆んど完全に熱線を通過するなり。圖に示す如くフラスコに二硫化炭素を入れて之に太陽の光線を投射すれば光線は背後の一點に實像を結ぶフラスコ内に沃素を投ずれば二硫化炭素は黒褐色を呈し輻射線中の

第百七十一圖



光線を吸収遮斷するが故にフラスコの背後は暗黒となれども、火柴^{ホウチ}或は燐の一片を初め光線が焦點を結びし點に持ち行かば忽ち點火して熱線の焦點の存する事を示す可し。

Tyndall は氣體の熱線に對する透熱度を實驗せし結果、酸素、水素、窒素及び乾燥せる空氣等は殆んど全く熱線を吸収せざれども水蒸氣にて飽和せる空氣は強く熱線を吸収する事を見出したり。*Rubens* 及び *Paschen* は水蒸氣にて飽和せる空氣柱を通過したる熱線をシルビン製のプリズムにて分散し、熱電推にて熱線のスペクトルを検索したる結果吸収線の存在する事を見出したり。即ち水蒸氣にて飽和せる空氣は熱線中、特種の波長を有する熱線のみを撰擇吸収する事を知るなり。

實驗に依るに一の物體の透熱度は熱線を發する熱源の種類に依りて異なるなり。是れ熱源の種類に依りて放射する熱線の種類即ち波長を異にし、物體は光線に對する如く熱線に對して撰擇吸収を爲

すが爲めなり。物體が投射光の一部を吸収して色を表はすが故に物體が投射熱線の一部を吸収する現象を**熱色** (*Thermal color* ; *Thermochrose*, *f*) と云ふ。研磨せる物體の表面は熱線を反射すれども、物體の種類に依りて反射する熱線の量を異にす。研磨せる銀の表面は殆んど總ての輻射線を反射す。

§ 124. **物體の放射率及び吸収率**。スペクトル線逆出の事實に依りて灼熱せる氣體或は蒸氣は自ら輻射する光と同波長の光を吸収する事を知りたり。物體が熱線を輻射し又熱線を吸収する場合にも其放射能と吸収能との間には密接の關係あるなり。今此事實に關する *Kirchhoff* の定律を述べんとす。

物體に投射する輻射線の量と物體が吸収する輻射線の量との比を物體の**吸収率** (*Absorptive power* ; *Absorptionsvermögen*, *n*) と云ふ。吸収率 a なる物體にエネルギーの量 e なる輻射線を投射すれば物體は ea なる輻射線を吸収し、 $e(1-a)$ なる輻射線を反射す。吸収率 r なる物體は投射する輻射線の全部を吸収す、斯の如き物體を**完全に黒き物體** (*Perfectly black body* ; *Vollkommen schwarzer Körper*, *m*) と云ふ。自然界には完全に黒き物體なしと雖も、油煙は殆んど投射線の全部を吸収するが故に其吸収率は殆んど r に等し。普通の物體に在りては吸収率 a は r より小なる分數なり。

物體の表面より輻射する輻射線の量と同一の状況に於て吸収率 r なる物體の同面積の表面より輻射する輻射線の量との比を物體の**放射率** (*Emissive power* ; *Emissionsvermögen*, *n*) と云ふ。

Kirchhoff は *Prevost* の觀察(第二卷 §61)と同様の考に依りて物體の吸収率と輻射率との關係を見出した。今總ての波長の輻射線を放射し且つ之を吸収し得る完全なる黒き物體を以て十分廣き板 P_1 を作りたるものと想像す。此板 P_1 の前面に十分廣き第二の板 P_2 を對立す、但し P_2 は波長 λ なる輻射線を放射し且つ此輻射線のみを撰擇吸収するものとす。板 P_1, P_2 の外側面は夫々總ての輻射線を完全に反射し得る鏡 S_1, S_2 にて蔽ひ、二枚の板をして他の物體と輻射の交換をなさざらしむ。然るときは、板 P_1, P_2 の温度が鈞合ひて一定の値を保つ場合には *Prevosts* の理論(第二卷 §61)に依り各々の板が輻射に依り失ふ熱量と吸収に依りて得る熱量とは相等しからざる可からず。

板 P_2 が輻射する輻射線中、波長が λ と異なる波長 λ' なる輻射線を考ふ。此輻射線は板 P_2 に吸収せられざるが故に自由に板質を通過し、鏡 S_2 にて反射せられ再び P_1 に投射す。而して此際輻射線中の一部は P_1 に吸収せられ殘部は前と同様にして鏡 S_2 にて反射せし後 P_1 に投射す。順次同様にして波長 λ' なる輻射線の全部が遂に全く P_1 に吸収せらるゝに至る。 P_1 が輻射する線中に於て波長が λ と異なる總ての輻射線は悉く P_1 に依りて吸収せらるゝなり。故に P_1 の温度が不變なるは P_1 が波長 λ なる輻射線を輻射に依りて失ふ量と吸収に依りて得る量とが相等しき事を要す。今 e_1, a_1 及び e_2, a_2 を以て夫々板 P_1 及び P_2 の放射率及び吸収率とす。板 P_1 が輻射する輻射線の量 e_1 の中にて、 P_2 は $a_1 e_1$ を吸収し $(1-a_1)e_1$ を反射す。而して P_2 は此反射線中の $a_2(1-a_1)e_1$ を吸収し

$$(1-a_1)e_2 - a_2(1-a_1)e_2 = (1-a_2)(1-a_1)e_2$$

を P_1 に向つて反射す。而して P_1 は更に此投射線中の $a_1(1-a_2) \times (1-a_1)e_2$ を吸収す。今 $(1-a_2)(1-a_1) = k$ と置くときは、 P_1 は順次同様にして e_2 の中より

$$a_1 e_2 (1 + k + k^2 + k^3 + \dots) = \frac{a_1 e_2}{1 - k}$$

なる輻射線を吸収する事を知り得べし。又上と同様にして P_1 は P_1 自身が輻射する輻射線 e_1 の中より

$$a_1(1-a_2)e_1 [1 + k + k^2 + k^3 + \dots] = \frac{a_1(1-a_2)e_1}{1 - k}$$

丈の輻射線を吸収するを知る。然るに P_1 の温度は一定なるが故に失ふ輻射線の量 e_1 と吸収する輻射線の量とは同一ならざる可からず。

$$\therefore e_1 = \frac{a_1 e_2}{1 - k} + \frac{a_1(1-a_2)e_1}{1 - k}$$

上式に k の値を入れて簡単にし次式を得

$$\frac{e_1}{a_1} = \frac{e_2}{a_2} \dots \dots \dots (57)$$

完全に黒き物體 P_1 の代りに之と同温度にして波長 λ なる輻射線に對する放射率及び吸収率夫々 e, a なる物體を考ふれば、前と同様の觀察に依りて比 $\frac{e}{a}$ は前と同様の値を有するを知る。而して此結論は物體の温度及び輻射線の波長の値に關せず正確なり。従つて次の定律を得

同一の温度を有する種々の物體の一定の波長の輻射線に對する放

射率と吸収率との比は同一にして、其値は完全に黒き物體の放射率と吸収率との比に等し。之を *Kirchhoff* の定律と云ふ。

或る物體の放射率と輻射率との比 $\frac{e}{a}$ は此物體と同温度を有する完全に黒き物體の比 $\frac{e_1}{a_1}$ に等し。故に物體が或る波長の輻射線に對する吸収率 a が大なる程、其物體の此輻射線に對する放射率 e は大なり。即ち一定の輻射線を良く吸収する物體は又良く此輻射線を放射するなり。實驗の結果は此結論を確む、例へば硝子及び金屬を同一の高温度に熱するに金屬は硝子よりも遙に強く輝くを認む可し。是れ硝子の吸収率は金屬の吸収率よりも小にして、従つて其放射率も亦小なるが爲めなり。又黒き模様ある陶器を赤熱すれば黒き部分が白地の部分よりも遙に強く輝くを見るなり。金屬製の湯騰しの側面を十分に研磨すれば吸収率併に放射率を減するが故に熱を失ふの度を減するなり。スペクトル線逆出の事實は上記の定律の應用として了解し得べし。

§ 125. *Stefan-Boltzmann* の輻射律。既に第二卷 §62

に於て物體が一秒間に失ふ熱量に關する *Stefan* の定律を述べたり。即ち絶對温度 T なる物體が周圍の絶對温度 T_0 なる室内に於て冷却の爲めに一秒時間に失ふ熱量 Q は次式に依りて與へらる

$$Q = C(T^4 - T_0^4) \dots \dots \dots (58)$$

茲に、 C は物體の表面積併に表面の性質に關する常數なり。式中 CT^4 は物體が其表面より一秒時間に失ふ熱量にして、 CT_0^4 は物體が其周圍より吸収する輻射線の量なり。即ち絶對温度 T なる物體

が吸収する輻射線を度外視すれば一秒時間に失ふ熱量 Q は次の如し

$$Q = CT^4 \dots \dots \dots (59)$$

Boltzmann は理論的に上式を證明したり、故に上式を *Stefan-Boltzmann* の輻射律 (*Law of radiation, Strahlungsgesetz, n*) と云ふ。此定律は黒き物體にのみ適合し、任意の物體には適合せず。例へば *Lummer* 及び *Pringsheim* の實驗に依れば輝ける表面を有する物體が一秒時に失ふ熱量は其絶對温度の五乗に正比例するなり。黒き物體に向つて $-180^\circ C$ と $1252^\circ C$ 迄の間に於て上記の定律と實測の結果とを比較せしに非常に能く一致する事を見出した

り。今物體の輻射面を S とすれば上式は次の如くなる

$$Q = \sigma S T^4 \dots \dots \dots (60)$$

茲に σ は輻射面の性質に特有なる常數にして之を **輻射の常數** と云ふ。一秒時間に失ふ熱量 Q をエルグにて示し、 S を² 槓、温度を攝氏にて示すときは完全に黒き物體の輻射の常數 σ の値は次の如し (*Kurlbaum* の實測)

$$\sigma = 5.32 \cdot 10^{-5} \frac{\text{エルグ}}{\text{槓}^2 \text{秒} (^\circ C)^4}$$

上記の定律に關して注意す可きは、 Q は一定の波長に對する輻射線の量に非ずして完全に黒き物體が一秒時間に失ふ總ての波長の**全輻射** (*Total radiation; Gesamtstrahlung, f*) の量なる事なり。

§ 126. 太陽の温度。 *Stefan-Boltzmann* の定律を用ひ、且つ **太陽の常數** (*Solar constant; Sonnenkonstante, f*) を知れば太

陽の温度を計算する事を得。太陽の常數とは地球の表面に於て面積 r 槓² なる完全に黒き物體の表面を太陽の輻射線に直角に置くと

$$S = 0.21 \cdot 10^7 \frac{\text{エルグ}}{\text{槓}^2 \text{秒}}$$

き此表面が一秒時間に吸収する熱量なり。 *Langley* の測定に依れば太陽の常數 S は次の如し
地球と太陽との距離を R 槓とすれば太陽が一秒時間に輻射する輻射線の量は $4\pi R^2 S$ なり。然るに太陽の輻射率を e とし、其の半徑を r 槓とれば太陽の表面より一秒時間に輻射する輻射線の量は $4\pi r^2 e$ なり。従つて次式を得

$$4\pi R^2 S = 4\pi r^2 e$$

$$\therefore e = \left(\frac{R}{r}\right)^2 S$$

$$= 46000 \cdot S$$

然るに *Stefan-Boltzmann* の定律に従へば

$$e = \sigma T^4 = \frac{Q}{S}$$

茲に T は太陽の絶對温度なり。 e の二つの式を等しく置いて次式を得

$$\sigma T^4 = 46000 \cdot S$$

$$= 0.97 \cdot 10^{11} [\text{エルグ} \cdot \text{槓}^{-2} \cdot \text{秒}^{-1}]$$

今假りに太陽を完全に黒き物體と看做し前節の σ の値を上式に入れば

$$T^4 = \frac{0.97 \cdot 10^{11}}{5.32 \cdot 10^{-5}} [^\circ C]^4$$

$Q = \sigma S T^4$
↑ 表面積

上式より太陽の絶対温度 T は約 6500° なるを知る。

§ 127. スペクトルに於けるエネルギーの分布。

波長 λ なる輻射線に対する物体の輻射率及び吸収率の比は波長 λ 及び物体の温度 T の函数なり、即ち

$$\frac{e}{a} = f(\lambda, T)$$

上式の値は完全に黒き物体の放射率及び吸収率の比に等し (§ 124) 然るに黒き物体の吸収率 a は r なるが故に $f(\lambda, T)$ は黒き物体の放射率の式となる可し。故に $f(\lambda, T)$ の形を見出し、之に依りて總ての波長に対する黒き物体の總輻射線を計算すれば其結果は *Stefan-Boltzmann* の定律に依り必ず σT^4 の形を取らざる可からず。

黒き物体が種々の温度にて發する輻射線のスペクトルに於けるエネルギーの分布を研究せし結果次に記す定律を發見する事を得たり

I. *Willy Wien* の變位律。黒き物体が任意の絶対温度 T にて輻射するとき、其放射率 $f(\lambda, T)$ は一定の波長 λ_m に向つて最大となる。而して此波長 λ_m と温度 T との積は一の常數なり、即ち

$$\lambda_m \cdot T = \text{常數} \dots \dots \dots (61)$$

上式に依り T が大なる程 λ_m は小となるを知る。即ち、黒き物体を熱するとき初めには放射率の最大なる輻射線は赤外線の部分に在れども漸次物体の温度を高むるに従ふて放射率の最大なる線は波長の短き可視線の部に移るなり。

II. 任意の温度 T に對する $f(\lambda, T)$ の形を知れば他の任意の温度 T に對する $f(\lambda, T)$ は次式に依りて計算する事を得

$T \times \lambda_m = \text{一定} = 2940$ Wien の定律
 λ_m 一定なる時
 $T = \frac{2940}{\lambda_m} = 5280^{\circ}C$
第三編 輻射線

$$f(\lambda, T) = \left(\frac{T}{T_0}\right)^5 f\left(\lambda \frac{T}{T_0}, T_0\right) \dots \dots \dots (62)$$

III. 放射率の最大價 e_m は物体の絶対温度の五乗に正比例す、即ち

$$e_m = CT^5 \dots \dots \dots (63)$$

上記の三定律は熱力學に依りて證明する事を得、又實測の結果は此定律の正確なる事を示す。此定律に依りて未だ $f(\lambda, T)$ の形を知る事を得ざるなり。次に $f(\lambda, T)$ の形に關する二三の式を掲ぐ

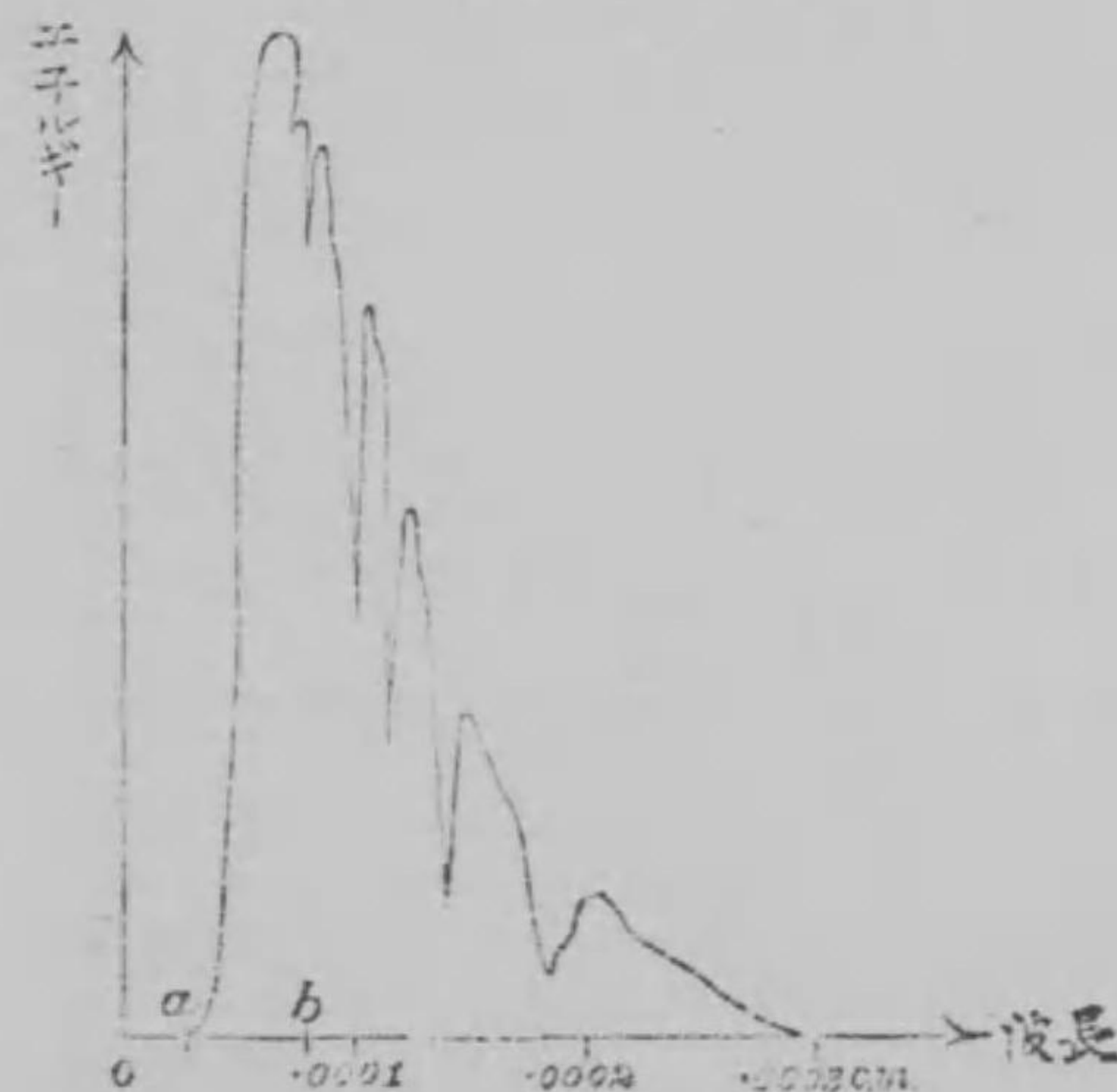
Wien の式 : $f(\lambda, T) = C\lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda T}}$

Planck の式 : $f(\lambda, T) = C\lambda^{-5} \frac{I}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - I}$

Lummer } の式 : $f(\lambda, T) = CT\lambda^{-4} e^{-\frac{c}{\lambda T^{1.33}}$
Jahnkl }

Langley は太陽のスペクトルに於けるエネルギーの分布を測定し

第七十二圖



たり。スペクトルを生ずるには岩鹽のプリズムを用ひ、輻射線のエネルギーを測るにはボロメーターを用ひたり。其結果を曲線にて示せば第百七十二圖に示すが如し。圖に於て水平線に波長を取り、垂直線にエネルギー量を示す、而して ab の部は可視線の部に當る。此曲線を見れば輻射線は廣く可視線の外に存する事を知り得べし。曲線に圖の如き凹凸あるは太陽及び地球の周圍の氣體及び蒸氣が撰擇吸收を爲すが爲めなり。

Wien の變位則に依りて黒き輻射體の温度を測定する事を得べし。何となれば黒き物體の發する輻射線中、エネルギーの量即ち放射率の最大なる輻射線の波長を λ_m とし物體の温度を T とすれば $\lambda_m T$ は温度に關係なき常數なり。測定の結果に依るに此常數の値は $2940 \mu^{\circ}C$ (μ はミクロン) なり、従つて次式を得

$$\lambda_m \cdot T = 2940 \mu^{\circ}C.$$

故に黒き物體の發するスペクトルに於てエネルギーの最大なる線の波長 λ_m を測れば物體の温度 T を知り得べし。Langley の測定に依れば太陽のスペクトルに於ては $\lambda_m = 0.5 \mu$ なり。故に今太陽を假りに黒き物體と看做せば其温度 T は次の如し

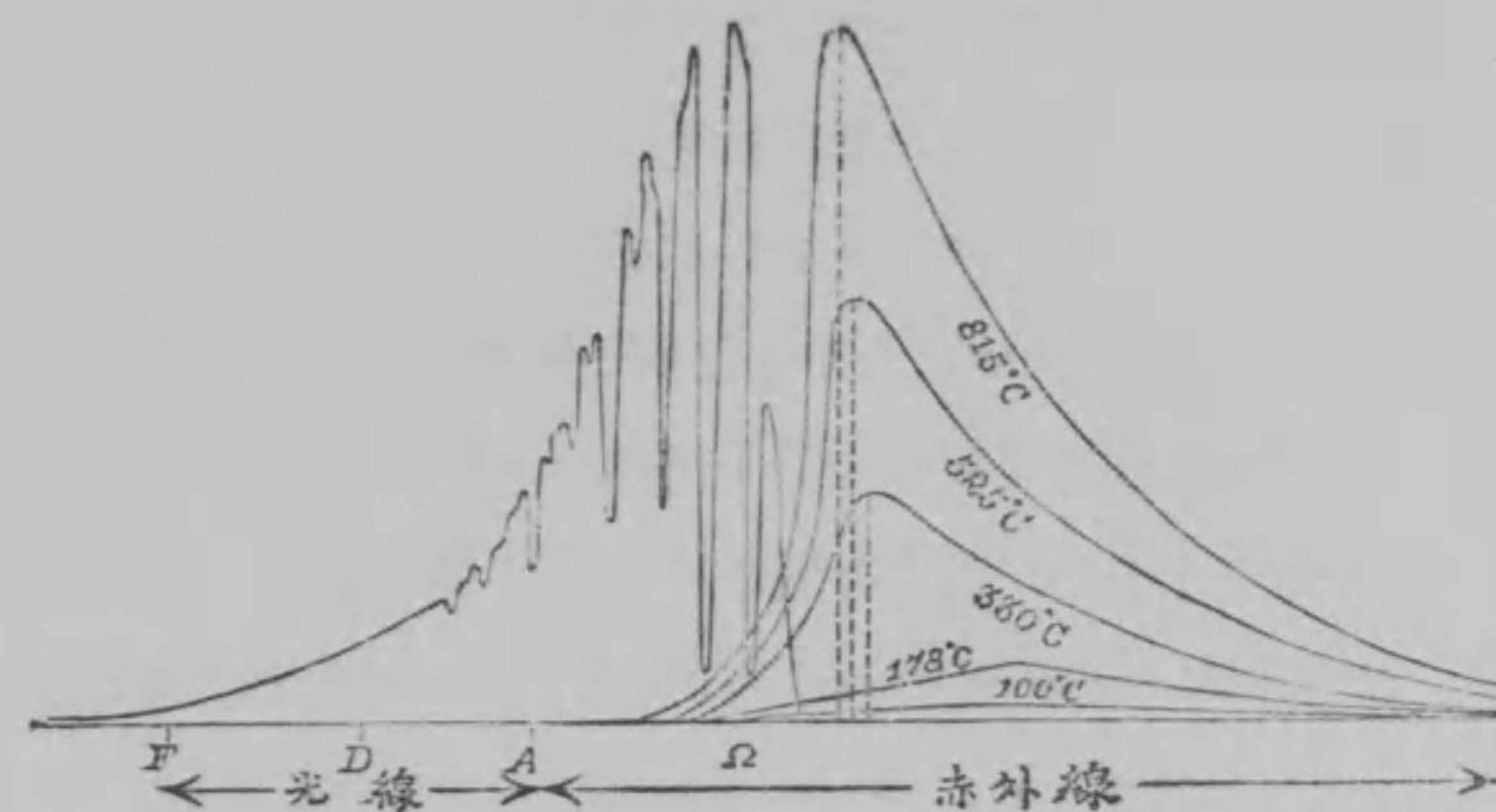
$$T = \frac{2940}{0.5} = 5880^{\circ}$$

此値は前に Stefan-Boetzmann の定律を用ひて計算したる値 6500° と可なり能く一致するなり。

Langley は黒き銅を熱して得る輻射線のスペクトルに於けるエネルギーの分布を測定したる結果第百七十三圖に示す如き結果を得た

紫外線と可視光線との中間に位置する
赤外線は可視光線のスペクトルに於ける

第百七十三圖

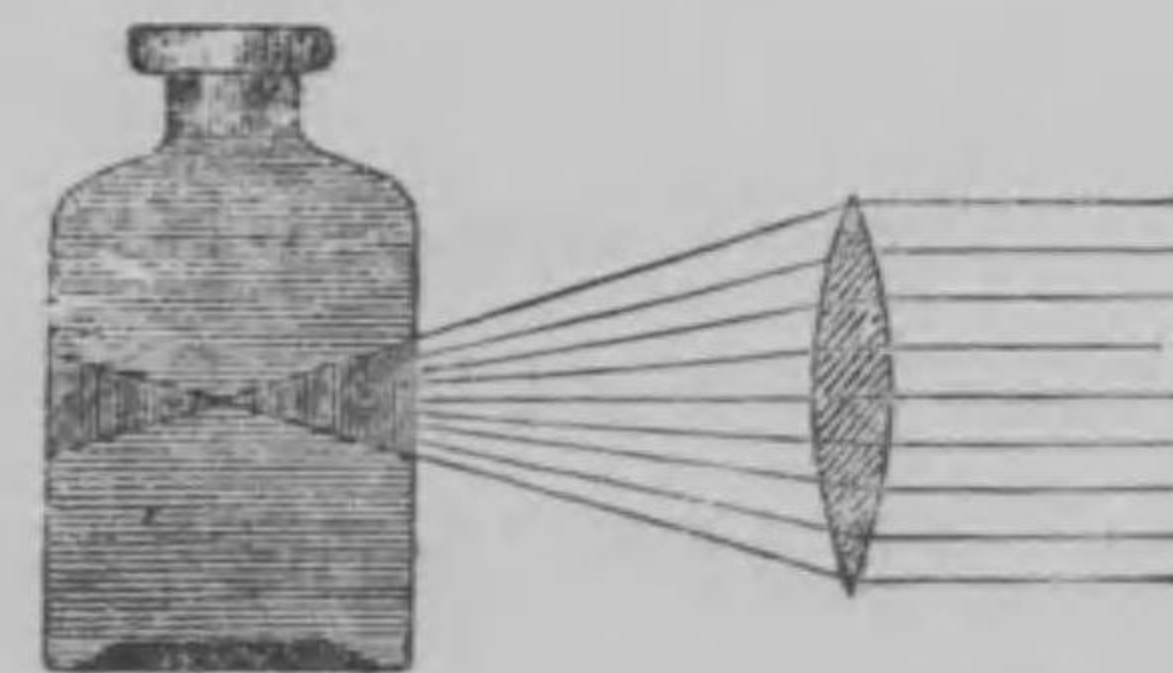


り。圖に示す如く銅の温度を $100^{\circ}C$ より $815^{\circ}C$ に高むるに従ひエネルギー量の最大なる輻射線は左方に變位し、漸次に可視線を發するを認む可し。圖の左方に畫けるは太陽のスペクトルに於けるエネルギー分布の曲線なり。

§ 128. 螢光。物體が光線或は其他の輻射線を吸収すれば其のエネルギーは通常熱エネルギーに變じて物體を温め、物體は更に熱線を放散するなり。

第百七十四圖

然れども或る種の物體に在りては一定の波長の輻射線を吸収して之と波長の異なる光波を放射す。例へば圖に示す如く硝子瓶に石油を入れ、太陽或



は弧燈の光をレンズにて石油中に収集すれば圓錐狀の光の部分が紫青色を帯ぶるを認む可し。 固體及び溶液にて斯の如き現象を呈するもの頗る多し。 葉綠素の酒精溶液に日光を當つれば血赤色を呈し、硫酸キニーネ、エスキユリンの水溶液は青色に輝く。 螢石 (*Fluospar* ; *Flusspat, m*) も亦此現象を呈し、日光にて照らせば綠紫色を呈す。 故に上記の現象を總稱して螢光 (*Fluorescence* ; *Fluorescenz, f*) と云ひ、螢光を發する物體を 螢光體 (*Fluorescing body* ; *Fluorescirender Körper, m*) と云ふ。 上圖の實驗に於て石油中の光椎を熟視するに、光が初め石油に當りし部分は強き青色を發すれども漸次内部に進むに従ひて青色は段々弱くなるを認む可し之に依りて、螢光を發するは投射白光中の一種の線にして此線が石油中を進むに従ひて漸次に吸収せられ遂に螢光を發せざるに至る事を知るなり。

日光中の如何なる部分が螢光體に吸収せられて螢光を發せしむるかを知らるには、スペクトルを作りて螢光體を其各部に置いて螢光を發する位置に定むれば可なり。 例へば白紙に硫酸キニーネの溶液を浸し其上に太陽のスペクトルを投射するに、赤、黄、綠の部分は其儘赤、黄、綠に見ゆれども青及び紫の部分は漸次に硫酸キニーネの螢光(青)を表はし尙ほ紫の外方の部分が稍廣く青色を帯びるを認む可し。 之に依りて紫の外に尙ほ一種の輻射線ありて螢光を發せしむるの作用あるを知るなり、是れ即ち紫外線なり。 硝子は紫外線を吸収し水晶は紫外線を通過するが故に上記の實驗を爲すには水晶のプリズム及びレンズを用ふるを要す。 種々の螢光體に就きて

同様の實驗を爲すに、紫外線は一般に螢光を發せしむるの作用に富むを知る。 故に紫外線に富めるマグネシウム光、放電光等は螢光體を刺激するに適す。 又第五卷に於て述ぶる如く、陰極線、 X 線、ラヂウム線等は螢光を發せしむるの作用を有す。

^{ストークス} Stokes は數多の螢光體を吟味したる結果螢光體の發する光の波長は常に吸収する輻射線の波長よりも大なる事を見出したり。

第 百 七 十 五 圖



紫外線の螢光作用を利用して仔細に研究せし結果、此部分にもフラウンホーヘル線に相當する數多の線の存在する事を見出したり。 第一百七十五圖 L, M, \dots, R, S 等に即ち紫外線に於ける吸収線なり。

§ 129. 磷光。 螢光體に之に螢光を發せしむる線の投射しつゝある間は引き続き螢光を發すれども、線を遮斷すれば直ちに發光を止むの性質を有す。 然れども或る種の物體は暫時日光に曝したる後、之を暗室にて見れば數時間も着色せる光を發するを認む可し。 此現象を磷光 (§5) と云ふ。

アルカリ金屬カルシウム、バリウム、ストロンシウム等の硫化物は顯著なる磷光體にして、金剛石、方解石及び螢石の一種等は弱き磷光を發す。 紫外線、陰極線、 X 線、ラヂウム線等は磷光體を刺激して之に磷光を發せしむるの性質を有す。 磷光體を粉末にしてガイ

スレル管に入れて放電すれば燐光體は強き燐光を放つを認む可し。

赤及び赤外線を燐光を發しつゝある燐光體に當つれば、少時間燐光の強さを増したる後全く燐火を打消す現象あり。此現象を利用して赤外線の存在併に赤外線内に於ける吸収線を檢索し得可し。即ち燐光體を粉末にして一枚の板に塗りて所謂燐光板を作り、之を日光に曝したる後暗室に移せば板は燐光を發するを見る可し。板の上に太陽のスペクトルを投すれば暫時の後に赤及び赤外線に當る部分に黒帯を生じ且つ黒帯中に數多の明線を生ず可し。此明線は即ち投射線中の吸収線に相當する線なり。

§ 130. 輻射線の化學作用。輻射線は物體に吸收せらるれば一般に熱に變ずれども、物體の種類に依りて螢光或は燐光に變ずる事あり。輻射線は是等の作用の外に物體の組織を變じ、又物體に化學的變化を及ぼすの作用あり。例へば白燐は日光の作用に依りて黃燐に變じ、非結晶狀の粉末セレンウムは結晶狀に變ず。又多くの礦物は日光の作用に依りて漸次に其色彩を變ずるなり。光線が化學的變化を促す實例は頗る多し。例へば鹽素と水素との混合は暗室内にては化合せざれども之に日光を當つれば爆發して鹽酸となる。又鹽素の水溶液は光線の作用に依りて鹽酸と酸素とを生ず。

光線の化學作用中、實用上最も必要なるは鹽化銀、臭化銀等が光線の作用に依りて分解せらるゝ事にして、寫真術は此性質を利用したるものなり。色の種類に依りて光の寫真作用に強弱の別あり。日光のスペクトルを乾板に當てゝ寫真に撮るに、赤、黃、綠色の部分は

殆んど作用なく、之に反して青、紫併に紫外線の部分は乾板に感じ且つフラウンホーヘル線を明かに認むる事を得。一般に化學作用に富む輻射線を**化學線** (*Chemical or actinic ray; chemischer oder aktinischer Strahl, m*) と云ふ。鹽化銀、臭化銀等に對する化學作用に富める紫及び紫外線にのみ化學線の名稱を與ふるは正しからず、光が化學作用を起すと否とは物體が之を吸收し得ると否とに關係するなり。即ち鹽化銀は波長の小なる紫及び紫外線を吸收して化學作用を受くれども、或る物體は赤及び赤外線を吸收して化學變化を受く。*W. H. Vogel* の實驗に依れば藥劑中に或る種の光を吸收し得るものを混和すれば藥劑は光を吸收して化學變化を受くるに至るなり。

§ 131. 輻射壓。彗星が其運行中太陽に近づくと共に所謂尾を表はし且つ其方向が太陽と反對の側に向へるは萬有引力の定律より考察して一の疑問なりき。*Kepler (1679)* は光の放射説に依りて此現象を説明したり。即ち放射説に従へば光は物質の粒子なるが故に光が物體に投射して其表面に壓力を及ぼす事は此説の必然の結果なり。故に彗星の尾が太陽より受くる引力よりも投射光の爲めに受くる壓力が大なるものと考ふれば上記の現象を説明し得るなり。

其後 *Maxwell (1873)* は光の電磁論 (§ 1) を根據として理論上、輻射線が物體の表面に投射するときは一定の壓力を其表面に及ぼす可き事を見出したり。而して物體が輻射線を完全に吸收する場合には此**輻射壓** (*Radiation pressure; Strahlungsdruck, m*) の強

さは單位容積 r 厘³ 内に存する輻射線のエネルギーに等し。即ち輻射壓の強さを f [ダイン厘⁻²]、物體の單位面積 r [厘²]が一秒時間] 受くる輻射線のエネルギーを e エルグ、輻射線の速度を v [厘秒⁻¹] とすれば

$$f = \frac{e}{v} \left[\frac{\text{ダイン}}{\text{厘}^2} \right] \dots\dots\dots (64)$$

物體が投射線を完全に反射する場合には輻射壓は上式の値の二倍にして、通常の物體の受くる輻射壓は次式に依りて與へらる

$$f = \frac{e}{v} (1+r) \left[\frac{\text{ダイン}}{\text{厘}^2} \right] \dots\dots\dots (65)$$

茲に r は投射線の量と反射線の量との比にして、之を物體を **反射係數** (*Coefficient of reflection ; Reflexionskoeffizient, m*) と云ふ。完全に黒き物體に在りては $r=0$ 、完全なる反射面に向つては $r=1$ にして通常の物體に向つては r は 1 より小なる分數なり。

式(64)に依りて地球の表面の受くる輻射壓を計算せん。式中 e は §126 に述べたる太陽の常數と同一なるが故に其値は 0.21×10^7 エルグにして、 v は 3×10^{10} [厘秒⁻¹] なり。

$$\therefore f = 7 \times 10^{-4} \left[\frac{\text{ダイン}}{\text{厘}^2} \right]$$

斯の如く輻射壓の大きさは小なるが故に特別なる装置を用ひざれば之を實測する事能はざるなり。

Lebedew (1900) は輻射壓に關する實例を爲し理論上の値と 20% だけ異なる結果を得たり。其後 *Nichols* 及び *Hull* (1901) は更に

精密なる測定を爲して理論上の値と僅に $\frac{1}{2}$ 乃至 1% だけ異なる結果に達したり。是に依りて *Maxwell* の理論の正確なるを知るに足るなり。實驗の大體の方法は萬有引力の常數を測定する振り坪 (第一卷 § 88) の方法と同様なり。即ち装置の主要部は二枚の黒き圓板を棒の兩端に固定し、棒の中心を廻轉能率の小なる糸にて吊したるものなり。空氣の影響を避くる爲めに棒を器中に密封して空氣を排除す。空氣の影響に二様あり、一は普通の抵抗にして、一は空氣分子が圓板の表面に投射して反射する際圓板に反働を及ぼすに在り。實測に依るに空氣の壓力を 16 耗とすれば、是等の障害作用は最小となる。圓板の一に光を投射すれば輻射壓の爲めに圓板を支へたる棒は廻轉す。故に鏡と望遠鏡との方法 (§ 17) に依りて此廻轉角を測れば輻射壓の大きさを見出し得るなり。

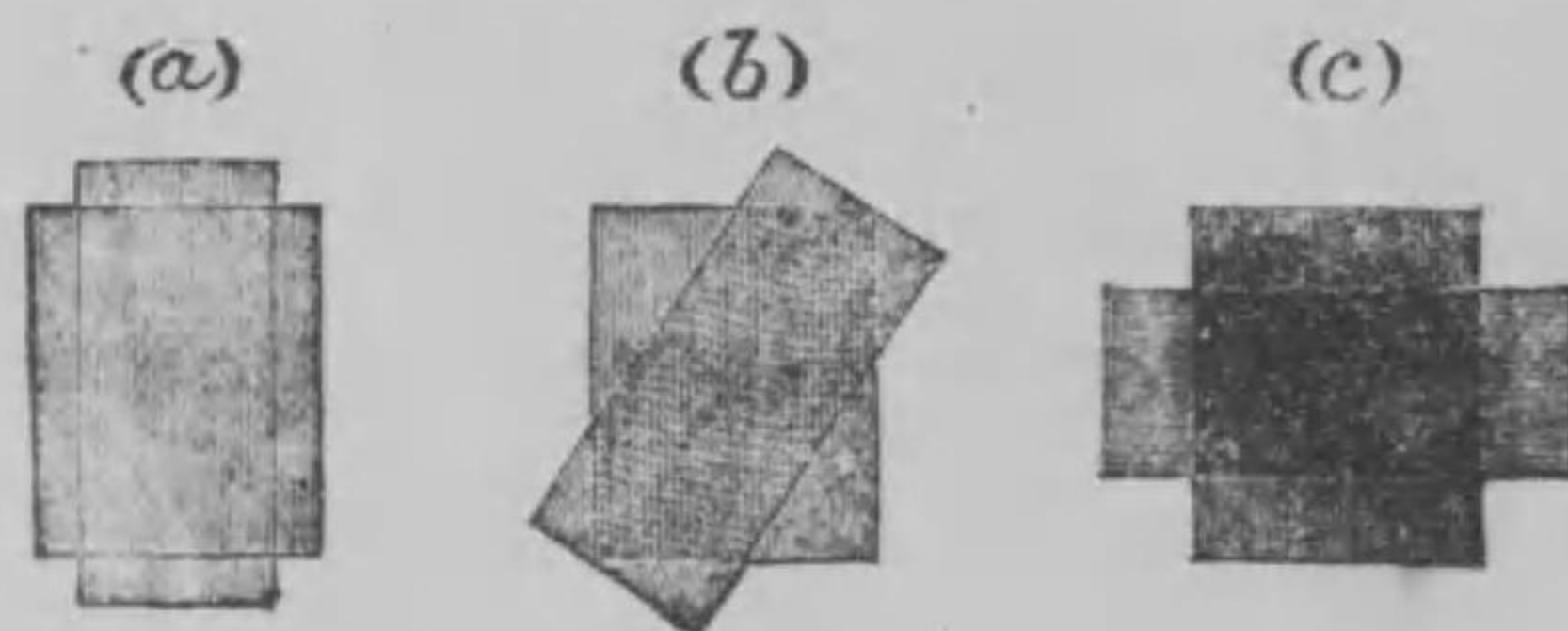
輻射壓に依りて彗星の尾の現象を説明し得るなり。今一の球體ありて太陽より萬有引力と輻射壓とを受くるものと想像せん。引力は球體の質量従つて球の半徑の三乗に正比例し、輻射壓は球の表面従つて球の半徑の二乗に正比例す。故に球體の受くる輻射壓と引力との比は球の半徑に逆比例す。故に球の半徑が小なる程球の受くる輻射壓の大きさは引力の大きさに比して大となるべし。彗星の尾は恐らく無數の小なる石の集合なるが故に太陽の輻射線の爲めに受くる壓力が引力に比して大となり、見掛上太陽と反對の方向に反撥せらるゝなり。

第六章 偏光

132. 偏光。干渉及び廻折の現象に徴すれば光は一種の波動なる事明かなり。然れども是等の現象を説明するには單に光を波動なりと看做すを以て足り、光波が横なるか縦なるか即ち振動が波及の方向に直角なるか平行なるかは未定なり。此問題は電氣石板の實驗に依りて解決する事を得。

電氣石は六方晶系に屬する礦物にして通常六方柱に結晶す。電氣石を其結晶主軸に平行に切りて薄き板を作り通過光を見るときは電氣石に特有なる吸収に依りて通過光は青綠色を帯ぶるを認む。斯の如き二枚の電氣石板を取り第七十六圖(a)の如く其結晶軸が平行なる様に重ねて通過光を見るに第一板を通過せし光は矢張り第二板を通過し、唯厚さの増したるが爲に青綠色の濃くなるに過ぎず。

第七十六圖



然るに(b)圖の如く第二板を第一板に對して廻轉するときは通過光

は漸次に其強さを減じ、(c)圖の如く軸が直角となるときは通過光は全く遮斷せられて視野は暗黒となる。尙ほ第二板を廻轉すれば光は漸々現はれ軸が平行となれば初めの強さに後するに至る。即ち二軸の間の角 θ と第二板を通過する光の強さとの關係は次の如し

角 θ	0°	90°	180°	270°	360°
野 視	明	暗	明	暗	明

此實驗に依りて一旦電氣石板を通過せる光は通常の光と其性質を異にするを知る、何となれば軸が直角なる場合には第一板を通過せる光は全く第二板に遮斷せらるればなり。

電氣石板の實驗に基き光波の振動に就きて結論を下すに先だち類似の實驗を考察せむ。引き張りたる絃を縦に摩すれば絃は縦振動を爲し、之を弾すれば絃は横振動を爲す。絃が縦に振動するときは振動の模様は絃を含む總ての平面に對して一樣なれども、之を横に振動するときは絃は通常一平面内に於て振動するが故に其振動は絃に直角なる平面内に於て四方一樣ならず。第七十七圖の如く絃の一端Bを固定し他端を廻轉板Aに結びて圓運動を爲さしむれば、絃の各點は絃に直角なる平面内に於て圓運動を爲し絃を含む總ての平面に對して一樣なる關係を有するなり。今細隙Dにて絃を挟むときは細隙に直角なる分振動は遮斷せられ細隙に沿ふての振動のみ之れを通過し得るが故に、Dの左方にては絃は細隙と振動せざるべきときの絃の位置とを含む平面内に於て振動するに至るなり。細隙を廻轉すれば絃の振動面も亦從つて廻轉す。次に第二の細隙E

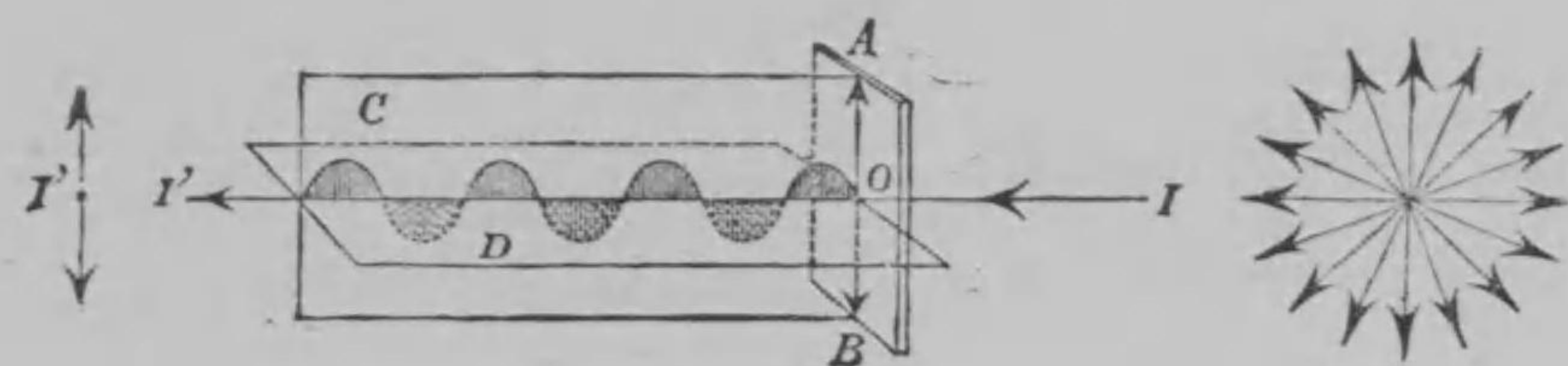
第百七十七圖



を取り之を細隙 D に平行に置いて絃を挟むときは其振動は自由に細隙 F を通過し毫も影響を蒙むる事なし。然れども若し細隙 F を廻轉するときは細隙 F に直角なる分振動は漸次に遮断せらる而して細隙 F が D に直角となれば振動は全く遮断せられて F を通過し能はざるに至る。

電氣石板の實驗と上記の實驗とを比較して考ふるに、電氣石板の軸が互に直角なるとき第一板を通過せし光が第二板を通過し能はざるは第一板を通過せし光波は一平面内に於て振動し第二板に依りて全く遮断せられたる事を示すものなり。光波を縦波なりとせば此現象を説明する事能はず、故に光は横波なりと考へざる可からず。第一板を廻轉するも之を通過する光の強さは變せざるが故に之に投射する通常の光は光線に直角なる平面内に於て四方一様に振動するを知る。電氣石板を通過すれば光波の振動は一定の平面内に制限せられ之に直角なる振動は電氣石板に吸収せらるゝなり。斯の如く一定の平面内に於て振動する光を **平面偏光** (*Plane polarised light*; *Geradlinig polarisirtes Licht, n*) 或は單に **偏光** と云ふ、而して其平面を偏光の **振動面** (*Plane of vibration*; *Schwingungsebene, f*) と云ひ。光線を含して振動面直角になる平面を **偏**

第百七十八圖



光面 (*Plane of polarisation*; *Polarisationsebene, f*) と云ふ。第百七十八圖は通常の光線 IO が主軸 AB なる電氣石板を通過する有様を示すものにして、 OP は通過せる偏光、 e は振動面、 D は偏光面なり。

電氣石板を通過せる偏光の振動面が其主軸に對して如何なる位置を占むるとするも電氣石板の現象は同様に説明し得るが故に、此實驗のみに依りて振動面の位置を決定する事を得ず。^{フレネル}*Fresnel* は電氣石板を通過せる偏光の振動は光線と主軸とを含む平面内に在りと假定し、之に反して ^{ネウマン}*Neumann* は偏光の振動は軸に直角なる平面内に在りと看做したり。吾人は假りに *Fresnel* の説に従ひ圖に示す如く電氣石板を通過せる偏光の振動は其主軸を含む平面内に在りと看做さん。光の電磁説に従へば上記二つの互に直角なる平面内に於て別種の振動あり、即ち一は電氣振動にして他は磁氣振動なり。

吾人は今電氣石板の實驗を十分に説明するを得るなり。即ち第百七十九圖の ab を第一板の主軸、 cd を第二板の主軸、 θ を其間の角とす。 A を以て第一板を通過せる偏光の振幅とし、 A' を以

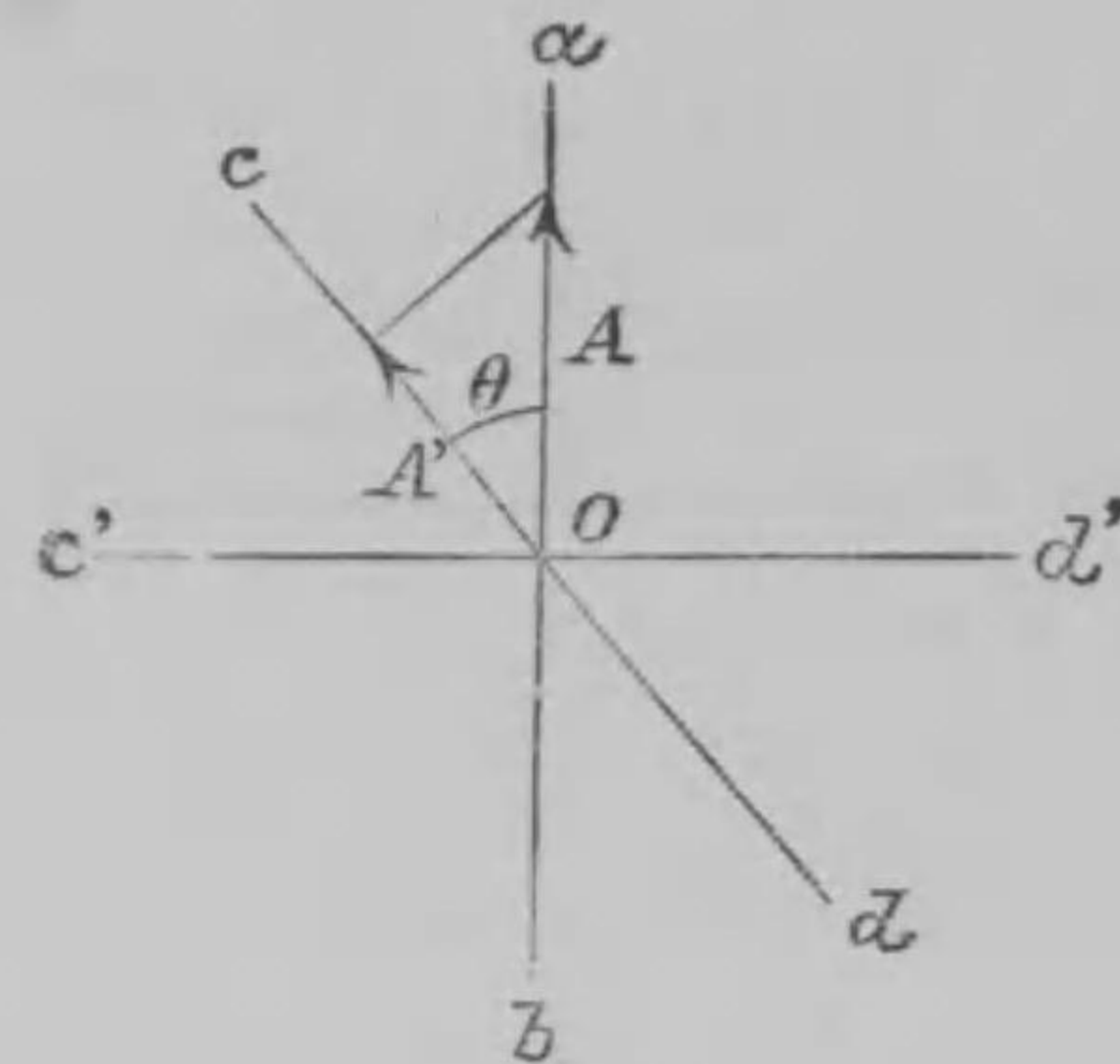
て第二板を通過する光の
振幅とすれば

$$A' = A \cos \theta$$

而して光の強さは振幅の
二乗に正比例するが故に
第二板を通過する光の強
さは $A^2 \cos^2 \theta$ に正比例す
故に θ が $0^\circ, 180^\circ, 360^\circ$ な
るときは通過光の強さは
最大値に達し、 θ が $90^\circ,$
 270° なるときは強さは最小値零となるなり。

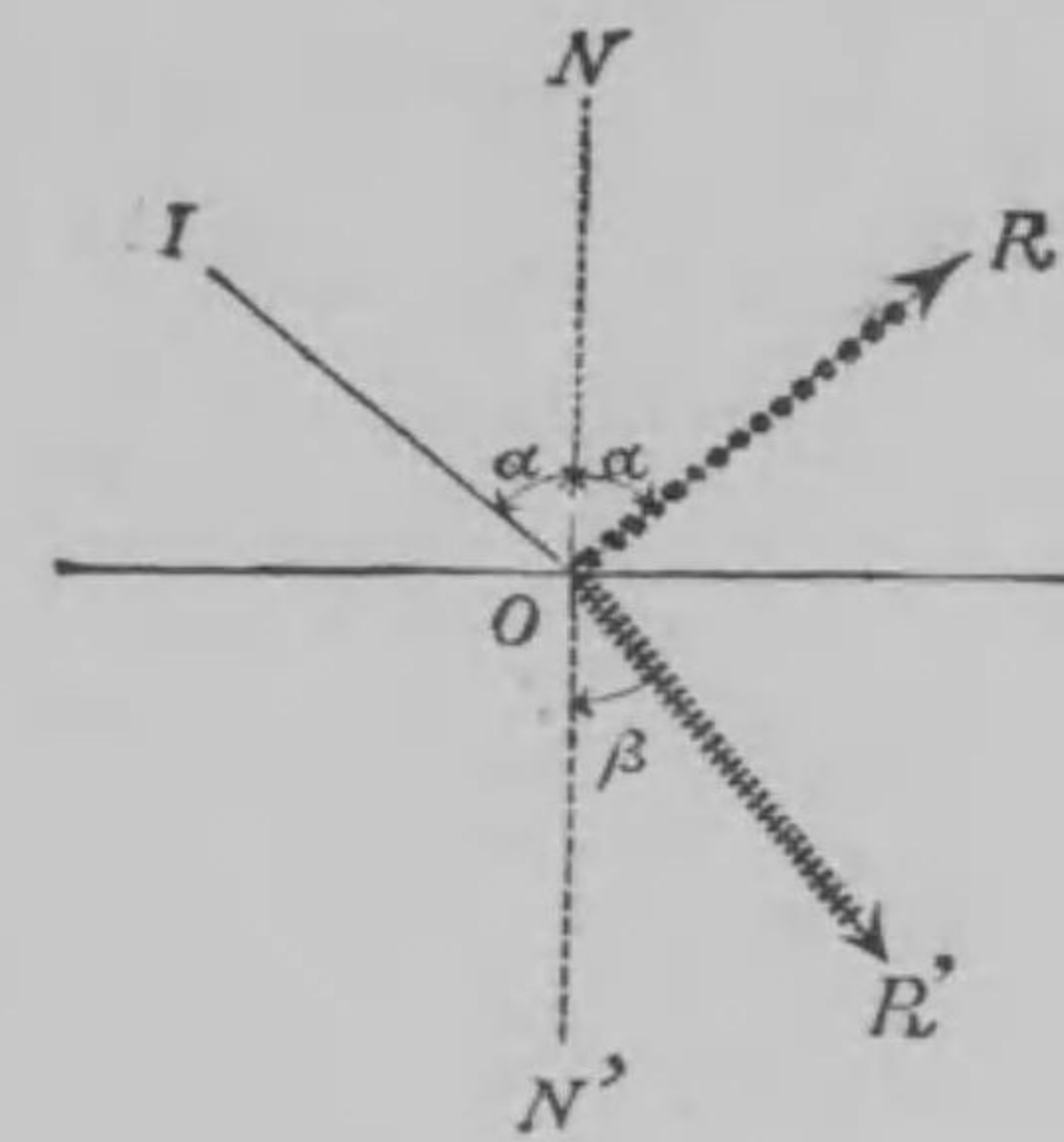
前に通常の光は光線に直角なる平面内に於て四方一様に振動すと述べたれども、實は或る時刻にはエーテル分子は直線に沿ふて振動し其方向は時々刻々變化するなり。光の干渉に關する Michelson の實驗 (§ 92) に依れば通常の光線は行差が 20 厘に達するも能く干渉の現象を表はすなり。一點に會合する二つの光波が打消し或は強め合ひて干渉する爲めには二つの光波が其點に於て同一の直線に沿ふて振動する事を要するなり。故に光源の電子は光が行差の最大距離 20 厘を通過する時間内に於ては同一の方向に振動する事明かなり。前に普通の光波は光線に直角なる平面内に於て四方一様に振動すと述べたれども、正確に云へば普通の光は或る時刻には一の平面偏光にして其振動面が四方一様に變化するものと考へざる可からず。

第百七十九圖



§ 133. 反射及び屈折に依りて生ずる偏光。反射面に普通の光線 IO (第百八十圖) を投射すれば、反射光線 OR 及び屈折光線 OR' を得。電氣石板を反射光 OR に當て、通過光を吟味するに結晶軸が投射面内に在るときは視野の明るさは最小となるを認むべし。之に依りて反射光は一の偏光なるを知る然れども視野が全く暗黒とならざるを以て見れば此偏光は振動が全く一平面に在

第百八十圖



らずして之に直角なる幾分かの振動を混せる不完全なる偏光なる事を知るなり。斯の如き偏光を **部分偏光** (*Partially polarised light*; *Theilweise polarisirtes Licht, n*) と云ふ。同様の方法に依りて、屈折光線も亦投射面を振動面とする一の部分偏光なるを知るなり。即ち反射及び屈折に依りて普通の光が振動が互に直角なる二つの偏光に分解せられたるなり。

反射光の偏りの度は投射角の大きさに關係す。投射角が反射面に特有なる一定の値 α なるときは反射光は完全なる偏光となる。此角を **偏光角** (*Angle of polarisation*; *Polarisationswinkel, m*) と云ふ。^{ブリュースター}*Brewster* は實驗に依つて偏光角は次式に依りて與へらるゝ

事を見出した。

$$\tan a = n \dots \dots \dots (66)$$

茲に n は反射面を爲せる物體の屈折率なり。即ち、偏光角の正切は反射面を爲せる物質の屈折率に等し。之を *Brewster* の定律と云ふ。投射角が偏光角に等しき場合には屈折光線と反射光線とは互に直角を爲す。何となれば上式と屈折の定律とに依りて

$$\frac{\sin a}{\cos a} = n = \frac{\sin a}{\sin \beta}$$


$$\therefore \cos a = \sin \beta$$


$$\therefore a + \beta = 90^\circ$$

故に $\angle ROR'$ (第百八十圖) は直角なり。次に偏光角の値を掲ぐ

物 質	硝 子	水	金 剛 石
偏 光 角	54°35'	52°45'	68°2'

金屬及び強く光を吸収して變則分散を爲す物質には *Brewster* の定律を適用する事能はざるなり。

投射角が偏光角に等しき場合には屈折光線の偏りの度は大ながらも未だ完全なる偏光に非ず。然れども數板の硝子板を重ね合はして之に偏光角にて光線を投射すれば光は屈折する毎に偏りの度を増し最後の硝子板を出づる光は殆んど完全なる偏光となるなり。故に偏光を作る輕便の方法として往々數板の硝子板を重ね合はしたる  用ふ。

 射面を振動面とする偏光を偏光角を投射角として投射すれば投

射光は全部反射して屈折光を生ぜず。之に反して投射面を振動面とする偏光を偏光角を投射角として投射すれば投射光は全部屈折して反射光を生ぜず。此事實は普通の光を偏光角を投射角として投射するとき投射光が投射面に直角なる平面と投射面とを振動面とする二つの偏光に分解する事實に徴して吾人の豫期し得る所なり。

§ 134. 偏光器 偏光に關する實驗を爲す装置を 偏光器 (*Polariscope ; Polariscope, n*) と云ふ。偏光器の主要部は偏光を作る爲めに用ゆる 起偏器 (*Polariser ; Polarisator, m*) と、光が偏れるや否やを検する 檢偏器 (*Analyser ; Analysator, m*) とより成る。二板の電氣石板、二板の硝子板、或は一板の硝子板と一枚

第 百 八 十 一 圖

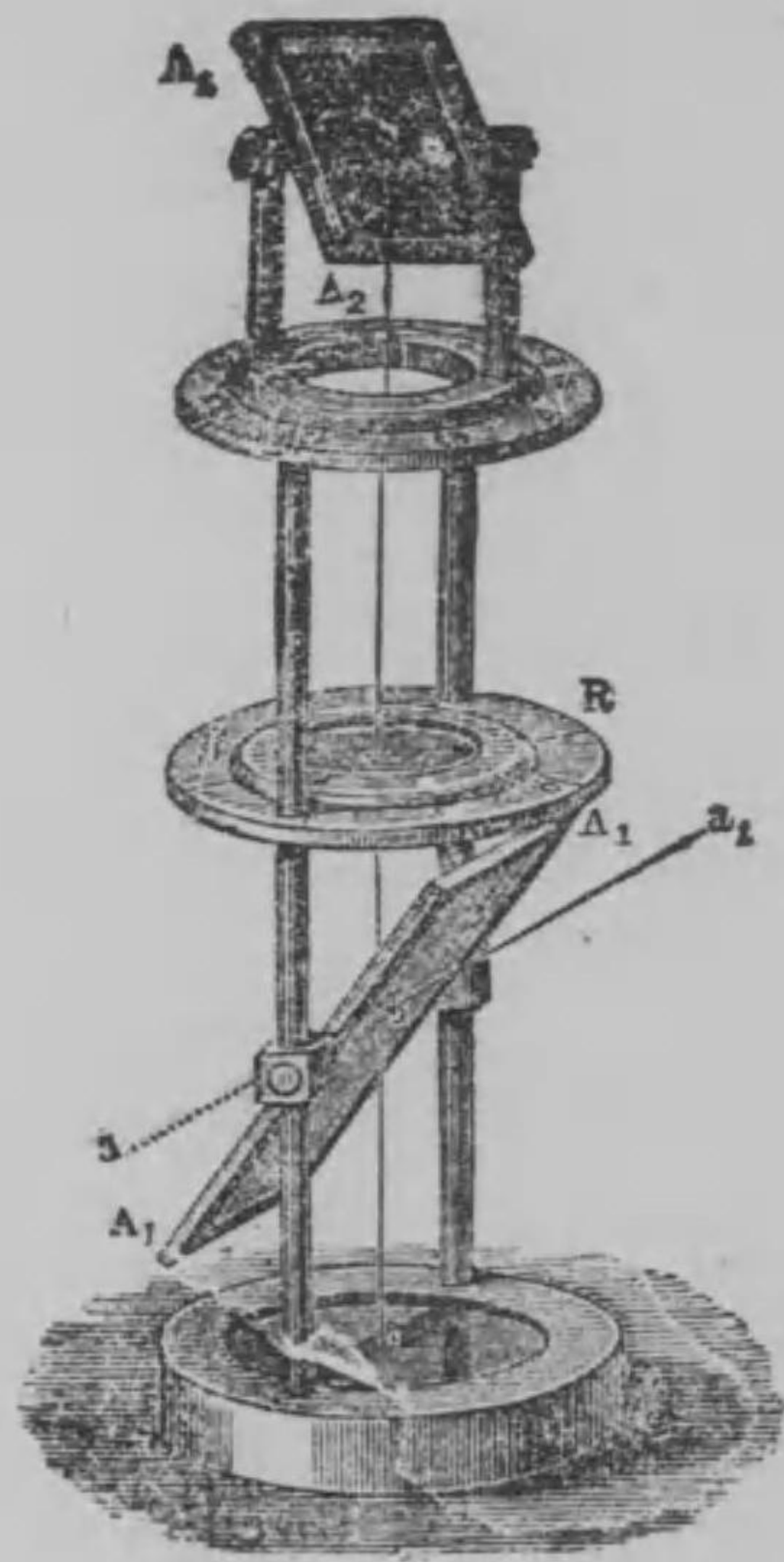


の電氣石板とを以て偏光器を作る事を得可し。第百七十八圖は簡單なる偏光器にして其構造は軸に平行に截れる二枚の電氣石板をコルク板に嵌め之を輪狀の枠に取り付けたるものなり。此装置を 電氣石鉗 (*Tourmaline pincette ; Turmalinzange, f*) と云ふ。

二枚のヨルク板を重ね電気石板を透して明處に向つて見つゝ一方のヨルク板を廻轉すれば視野は明るさを變ずるを認む可し。

135. *Nörrenberg* の偏光器。此偏光器は二枚の硝子板を用ひたる簡單なる偏光器にして其構造は第百八十二圖に示すが如し。圖中 o は通常の平面鏡、 A_1A_1 は硝子板、 R は硝子板臺、にして S は裏面を黒くしたる硝子板なり。硝子板 A_1A_1 及び S は共に水平軸の周圍に廻轉する事を得、又 S の支柱は垂直軸 Se を軸として廻轉する事を得るなり。今硝子板 A_1A_1 を明處に向け投射光 a_1ba に對する投射角を偏光角 $58^{\circ}35'$ とすれば反射光 bo は完全なる偏光となるなり。偏光 bo は o 點にて反射し硝子板 A_1A_1 を通過して obS に沿ふて進む。 A_2A_2 を廻轉して S 點に於ける投射角を $58^{\circ}35'$ とし、 A_2A_2 を垂直軸の周圍に廻轉すれば其位置に依りて S 點より反射する光の強さに強弱あるを認む可し (§ 134)。

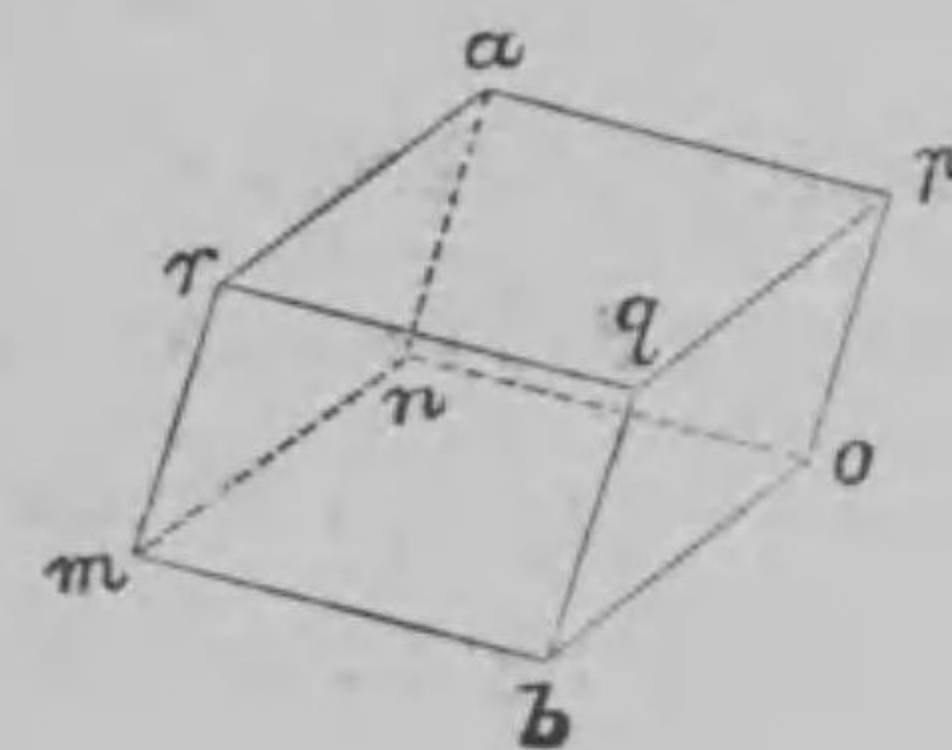
第百八十二圖



第 七 章 複 屈 折

§ 136. 複屈折。等方なる物體に光線を當つれば唯一個の屈折光線を得れども、正軸晶系以外の結晶系に屬する結晶體及び歪ましたる硝子等の如き異方體に光線を當つれば通常二個の屈折光線を得。此現象を複屈折 (*Double refraction ; Doppelbrechung, f*) と云ふ。此現象は特に方解石に於て顯著なり。方解石 ($CaCO_3$) は六方晶系に屬し種々の形に結晶すれども之を削ぎて第百八十三圖の如き斜方六面體となす事を得。斜方六面體は六個の平行四邊形にて包まれたる形にして、各平行四邊形の二角は銳角 ($78^{\circ}55'$) にして他の二角は鈍角 ($101^{\circ}55'$) なり。而して a 及び b の角點にては三個の鈍角出會し他の六個の各點には一個の鈍角と二個の銳角出會せり。 a 點或は b 點を通して此點に出會ふ三個の

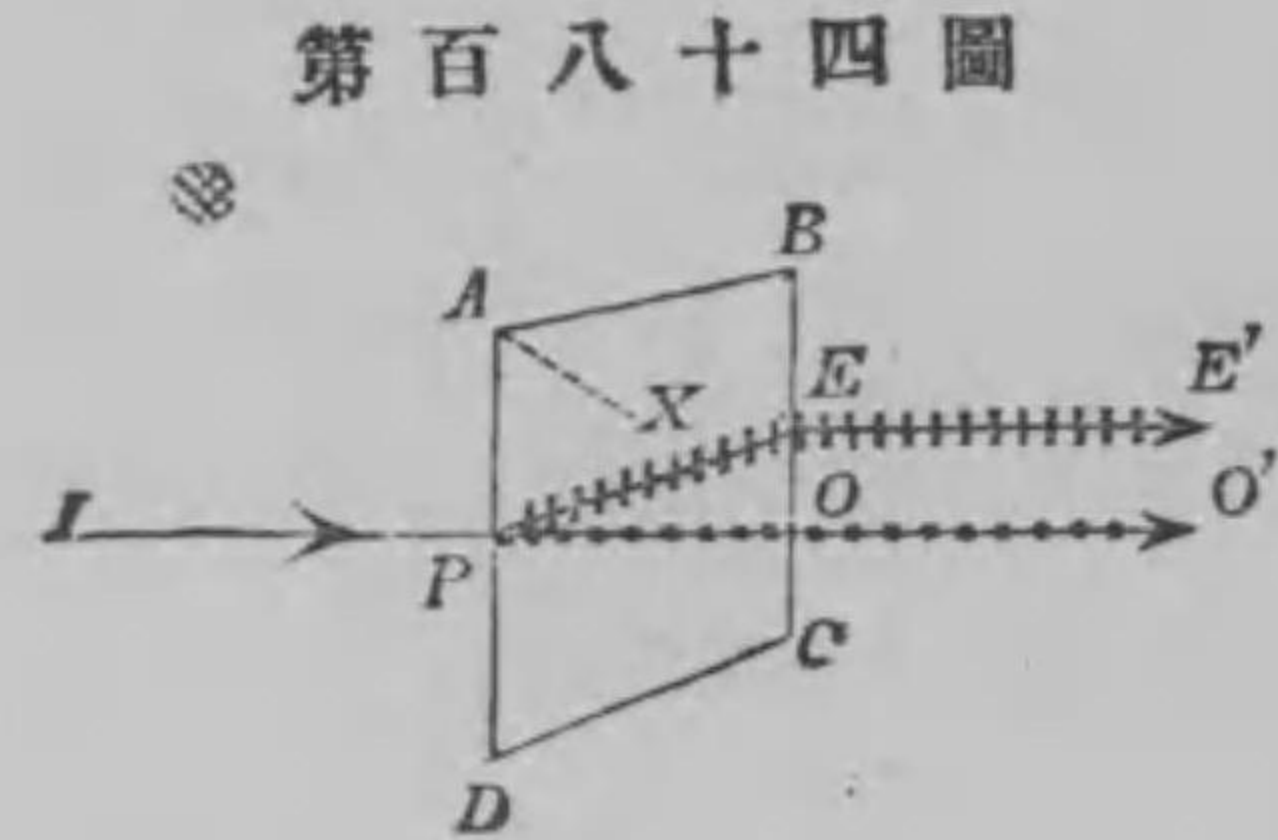
第百八十圖



稜と等しき角 ($63^{\circ}45'$) を爲す様に引きたる線を此結晶體の **主軸** (*Principal axis ; Hauptachse, f*) と云ふ。結晶體の主軸併に結晶體内に於て主軸に平行なる任意の直線に對する其周圍の光學的性質は全く同一なるが故に、結晶體内に於て主軸或は之に平行なる直線を一般に **光軸** (*Optical axis ; Optische Achse, f*) と云ふ。而

して主軸を含む結晶體の面に直角なる平面を **主面** (*Principal plane ; Hauptschnitt, m*) と云ふ。

第百八十一圖に於て AB CD を方解石の主軸 AX を含みて其面に直角に切りたる切口とす、即ち紙面を以て方解石の主面とす。今主面内に於て面 AD に直角に通常の光線

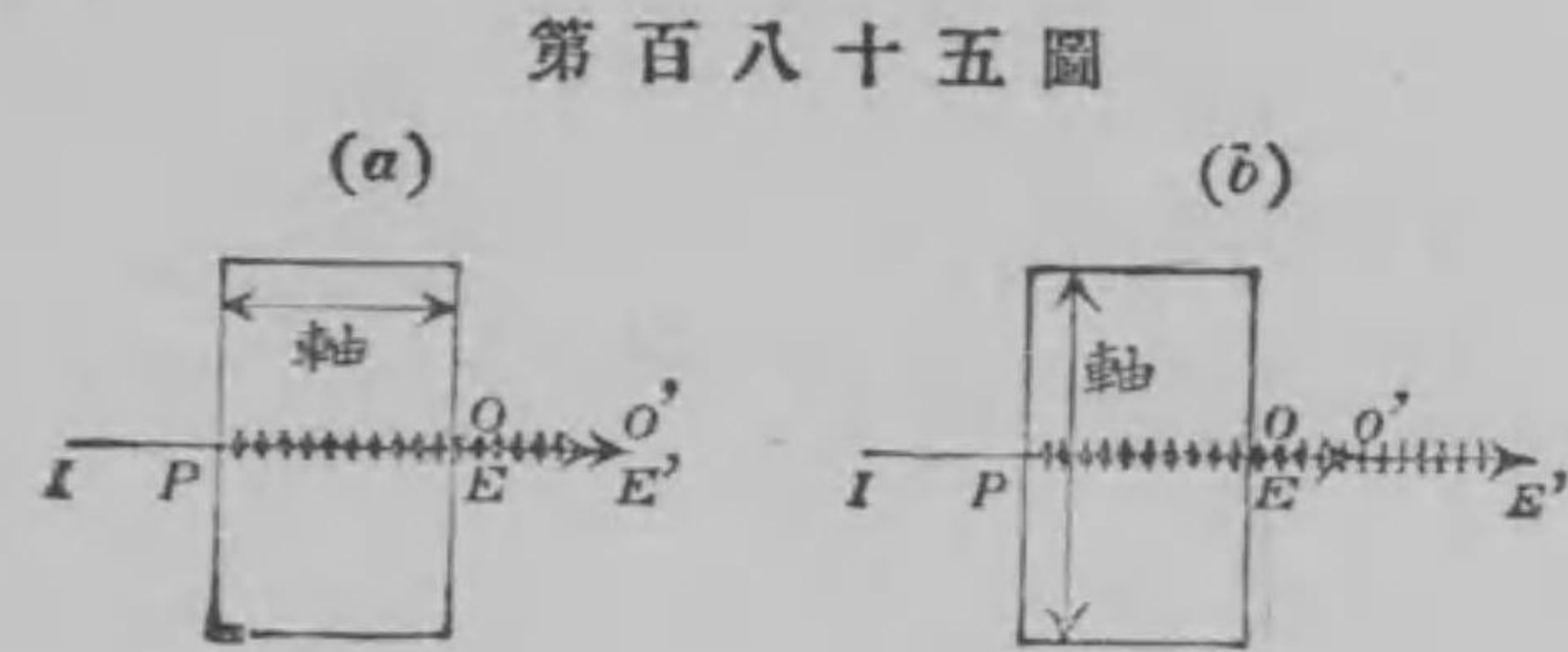


IP を投射すれば一般に二つの屈折光線を得。一は屈折の定律に従ひて投射光線の方角に進む光線 POO' にして、他は屈折の定律に従はずして他の方向に向ふ光線 PEE' なり。 IPO' 線を軸として方解石を廻轉すれば光線 PEE' は POO' の週圍に廻轉す。投射角が直角ならざる時にも光線 POO' は屈折の定律に従ひ、光線 PEE' は屈折の定律に従はず。故に光線 POO' を **常光線** (*Ordinary ray ; Ordentlicher Strahl, m*) と云ひ、光線 PEE' を **非常光線** (*Extraordinary ray ; Ausserordentlicher Strahl, m*) と云ふ。

電氣石板を以て方解石を通過せる常光線 POO' 及び非常光線 PEE' を検するに、常光線は圖に示す如く主面に直角に振動する偏光にして非常光線は主面内に於て振動する偏光なり。

第百八十五圖 (a) に示す如く方解石を主軸に直角に載り、軸に直角なる面に直角に光線を投射すれば唯一つの屈折光線を得べし。即ち此場合には常光線と非常光線とは一致して方解石を出で二つに

分るゝ事なし。又 (b) 圖に示す如く方解石を主軸に平行に截りて軸に平行なる面に直角に光を投射すれば屈折光線は常光線 OO' 及び非常光線 EE' に分離し二つの光線は異なる速度を有すれども其方向一致するが故に二つの光線を別々に認むる事能はざるなり。斯の如く主軸の方向及び之に直角なる方向に沿ふて投射光は二つに分れざるなり。



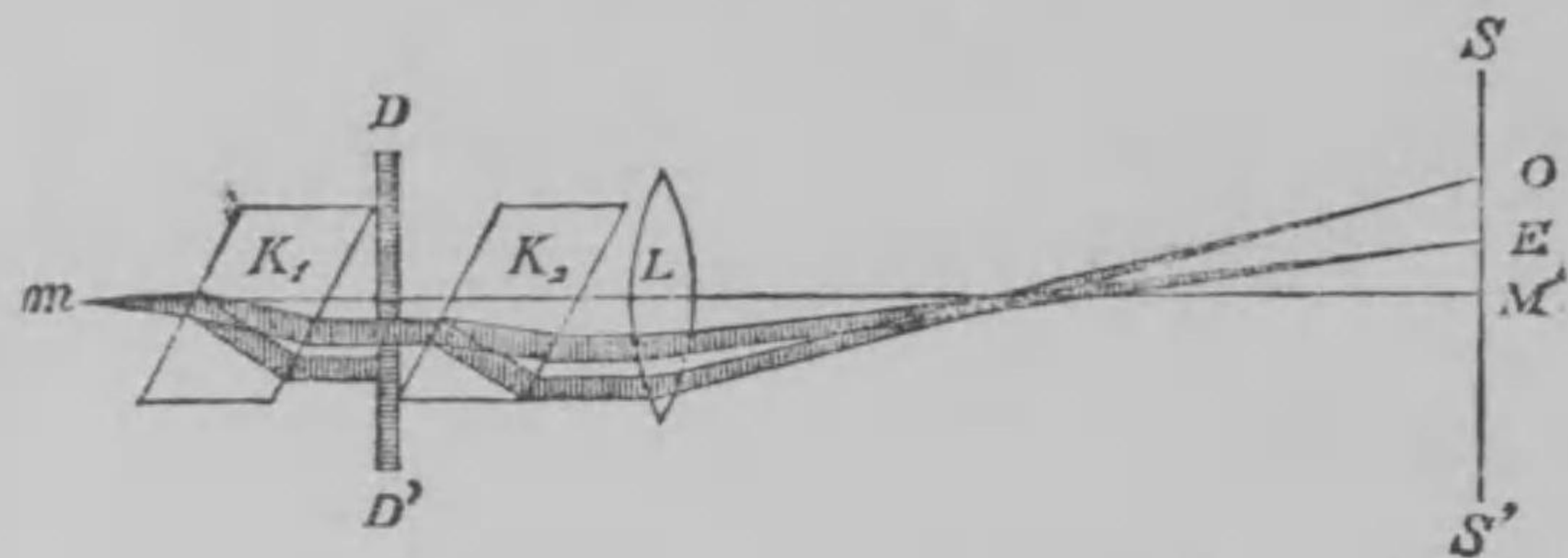
上述の如く方解石の主軸に沿ふては常光線及び非常光線は共に同一の速度を以て進み分離する事なし。斯の如く一個の光軸を有する結晶體を **單軸結晶體** (*Uniaxial crystal ; Einaxiger Krystall, m*) と云ひ、之に反して或る種の結晶體は二個の光軸を有す、之を **複軸結晶體** (*Biaxial crystal ; Zweiaxiger Krystall, m*) と云ふ吾人は以下單軸結晶體のみに就きて論せんとす。

§ 137. **偏光を電氣石に當つる實驗**。通常の光線を方解石に當て方解石を廻轉するも、方解石より出づる常光線及び非常光線の強さは常に相等し。然れども偏光を方解石に當て之を廻轉する時は二つの光線の強さは交互に消長するを認むべし。

第百八十六圖に於て K_1, K_2 は紙面を主面とする二つの方解石な

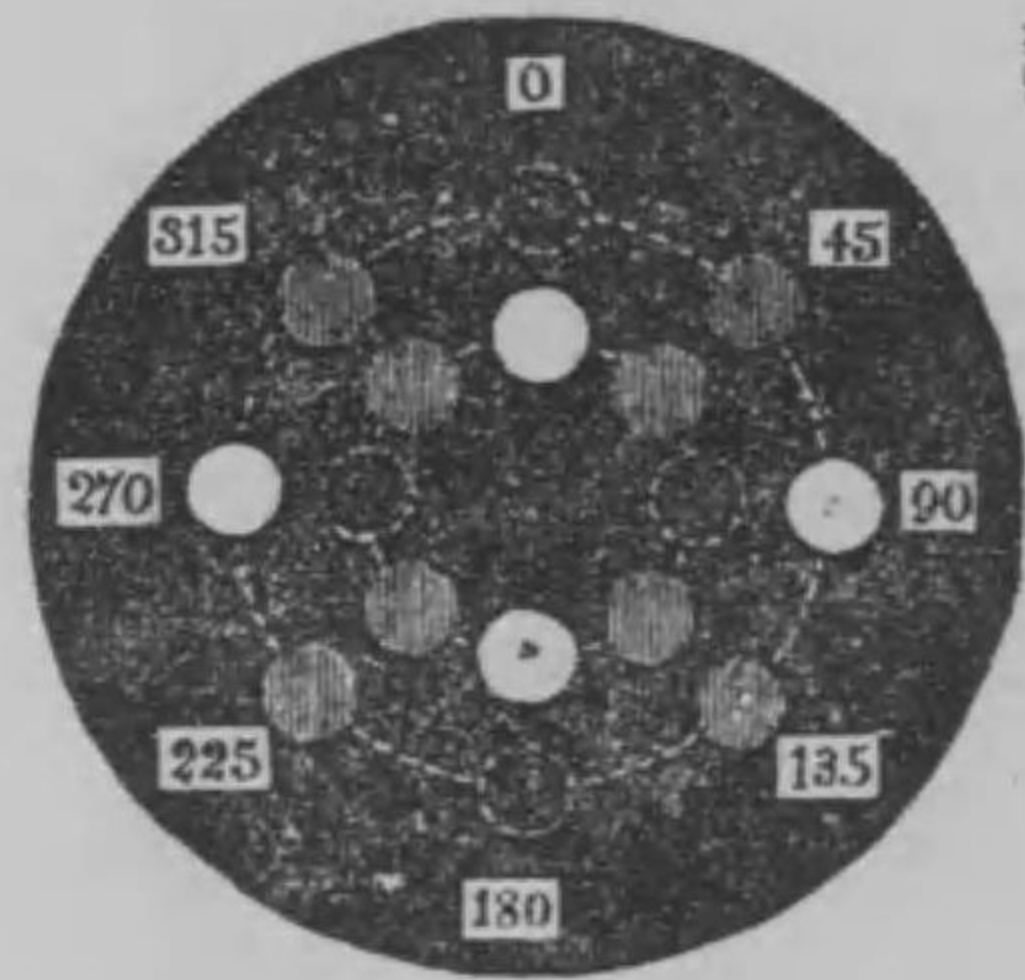
り。今細孔 m より通常の光線を導きて之を K_1 に投射す。 DD' は小孔を有する衝立にして其小孔より K_1 より出づる二つの光線中の一列へば非常光線を取り出だして之を K_2 に投射し K_2 より出づる光をレンズ L にて集め之を衝立 SS' の上に受く。 圖に示す如

第百八十六圖



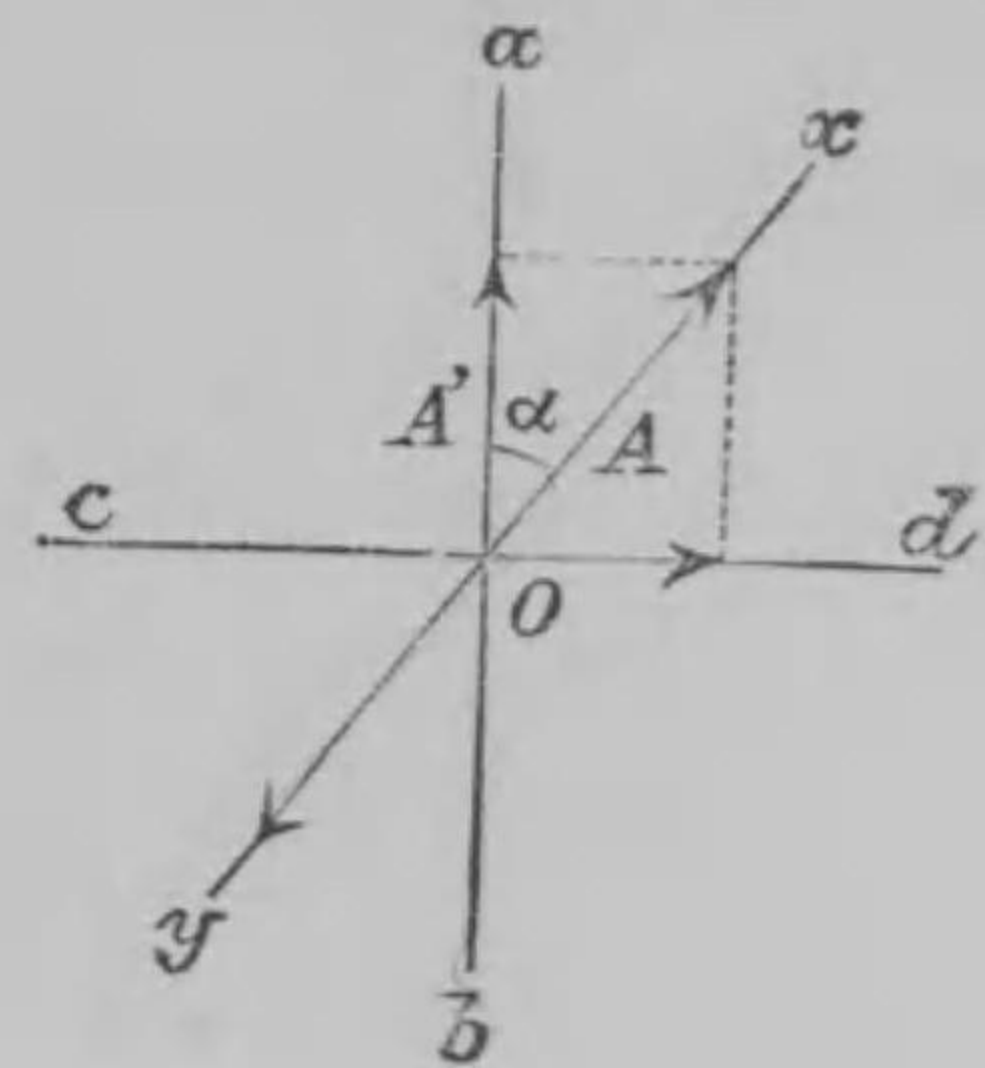
主面が一致する場合には K_1 より出づる非常は其儘 K_2 を通過し衝立の上に光点 E のみを生ず。 K_2 を直線 mM の周圍に廻轉すれば光点 O 及び E は M 點の周圍に廻轉すると共に其強さを變ず K_1, K_2 の主面の間の角 α が 0° 或は 180° なるときは第百八十七圖に示す如く常光線の光點は消失し非常光線の光點のみ表はる。角 α が 90° 或は 270° なるときは常光線の像のみ表はれ、 α が $45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$ 或は 315° なるときは二つの像 E, O は等しき強さを有す。

第百八十七圖



此現象を説明せんに第百八十八圖に於て ab を K_2 の主面、 cd を之に直角なる平面の切口とし xy を K_2 に投射する偏光の振動面とす。 xy が ab と一致する場合即ち $\alpha=0$ なるときは xy に沿へる振動は ab に沿ふて其儘 K_2 を通過し唯一個の像 E を生ず。 一般に xy が ab と或る角 α を爲す時は偏光は ab に沿へる非常光線と cd に沿へる常光線との二つに分解す。 今 A を以て xy に沿へる偏光の振幅とすれば ab cd に沿へる非常光線及び常光線の振幅は夫々 $A\cos\alpha$ 及び $A\sin\alpha$ なり。 而して光の強さは振幅の自乗に正比例するが故に今 J を以て投射偏光の強さとし J_o, J_e を以て夫々常光線及び非常光線の強さとすれば

第百八十八圖



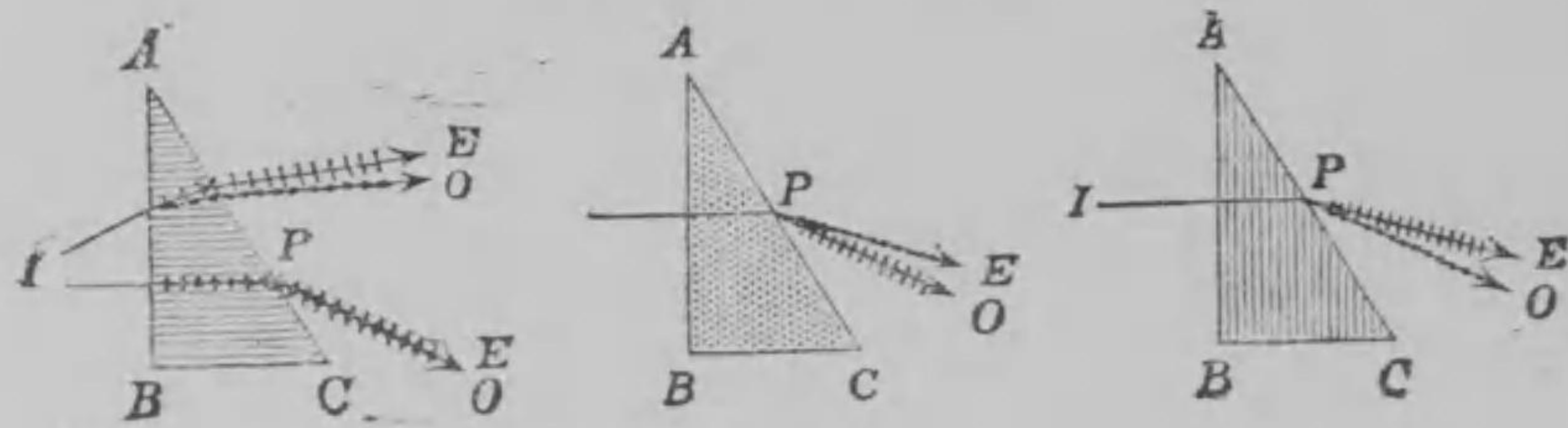
$$\left. \begin{aligned} J_o &= \frac{I}{2} J \sin^2 \alpha \\ J_e &= \frac{I}{2} J \cos^2 \alpha \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (67)$$

$$\therefore J_o + J_e = J$$

即ち常光線及び非常光線の強さの和は投射光線の強さの和に等し、但し方解石の内部に於て光の吸収なきものと假定す。 上式の α に $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ 等の値を適用すれば J_o 及び J_e は前に記せし実験の如く變化する事を認むべし。

§ 138. 常光線及び非常光線の屈折率。常光線は屈折の定律に従ひ其屈折率は一定なれども、非常光線は其進路と主軸との位置に依りて屈折率の値を異にす。之を説明する爲めに第百

第百八十九圖



八十九圖に示す如く方解石のプリズム ABC の側面 AB に直角に普通の光線を投射するものと考ふ。而して (a), (b), (c) 圖に示す如く光軸が夫々側面 AB に直角なる場合、光軸が屈折稜 A に平行なる場合、及び光軸が側面 AB に平行なる場合につきて二つの光線の屈折率の値を吟味せんとす。

(a) 圖の場合には複屈折を爲さずして二つの屈折光線は一致す。D 線に對する此場合の屈折率は次の如し

$$n = 1.6585$$

此場合に光線を漸次に斜に投射するときは圖の如く複屈折を爲し常光線の屈折率は勿論一定なれども非常光線の屈折率は漸次に減少す

(b) 圖の場合には二つの屈折光線を得、其屈折率は次の如し

常光線の屈折率..... $n_o = 1.6585$

非常光線の屈折率..... $n_e = 1.4865$

此場合には投射角を如何に變ずるも二つの光線は屈折の定律に従ひ其屈折率は従つて上記の一定の値を有するなり。

(c) 圖の場合に於て光線が側面 AB に直角に投射するときは二つの光線の屈折率の値は第二の場合の値と同一なり。然れども投射角を漸次増すときは常光線の屈折率は勿論一定なれども、非常光線の屈折率は 1.4865 より漸々増して遂に常光線の屈折率 1.6585 となる。

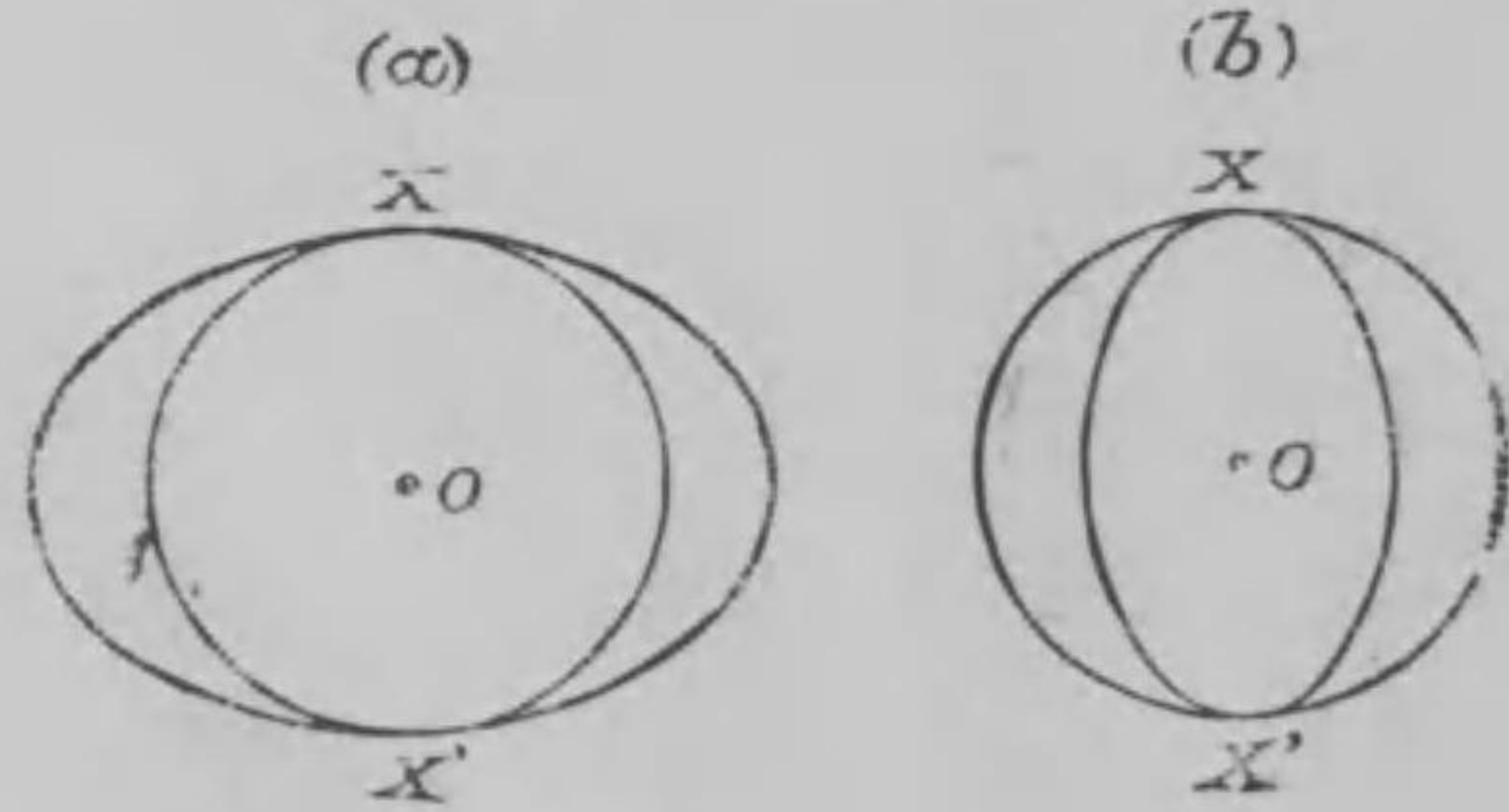
斯の如く (b) 圖の場合に於ては非常光線の屈折率は投射角の値に無關係なるが故に最小の振れを測り §79 の方法に依りて其屈折率を測定し得るなり。

上來得る所の結果を約言すれば次の如し。方解石に光線を投射すれば一般に二つの光線を得。常光線は常に屈折の定律に従ひ其屈折率は $n_o = 1.6585$ なり。非常光線の屈折率は 1.6585 と 1.4865 との間に在り。非常光線が光軸に沿ふて進む時は屈折率は最大にして、光軸に直角に進むときは屈折率は最小なり。而して屈折光線が主軸と 0° 及び 90° 以外の傾きを有する場合には其屈折率の値は上記の二つの値の間に在り。

§ 139. 單軸結晶體に於ける波面。光に對して等方なる媒體内の一點に光點を置くときは波面は其點を中心とする球面となりて四方に波及す。然れども異方なる媒體内に光點を置くときは光の速度は四方一樣ならざるが故に其波面は必ずしも球面ならず方解石の如き單軸結晶體内に於ける常光線の屈折率は一定なり。然るに屈折率は空氣中と物體內とに於ける光波の速度の比なるが故

に常光線は結晶體內に於て總ての方向に同一の速度を有するを知る。故に假りに結晶體內に光點を置くと考ふれば光波は其點を中心とする球面波となる事明かなり。之に反して非常光線の屈折率は光軸に對する方向に依りて其値を異にするが故に其波面は球面ならず。Huyghens は非常光線の波面は光軸を軸とする橢圓廻轉面なりと假定したり。即ち結晶體內の一點 O (第百九十圖) に光點を置くときは常光線の波面は O を中心とする球面となり、非常光線の波面は光軸 XOX' を軸とする橢圓廻轉面となる。而して光軸に沿ふては常光線及び非常光線の屈折率は同一なるが故に其方向に沿ふては二つの光は同一の速度を以て進む。従つて常光線の波面と非常光線の波面とは光軸の上に於て圖の如く相接せざる可からず。而して方解石の軸に直角なる方向に沿ふては常光線の屈折率は 1.6585 にして非常光線の屈折率は 1.4865 なるが故に、方解石内に於ては (a)

第百九十圖

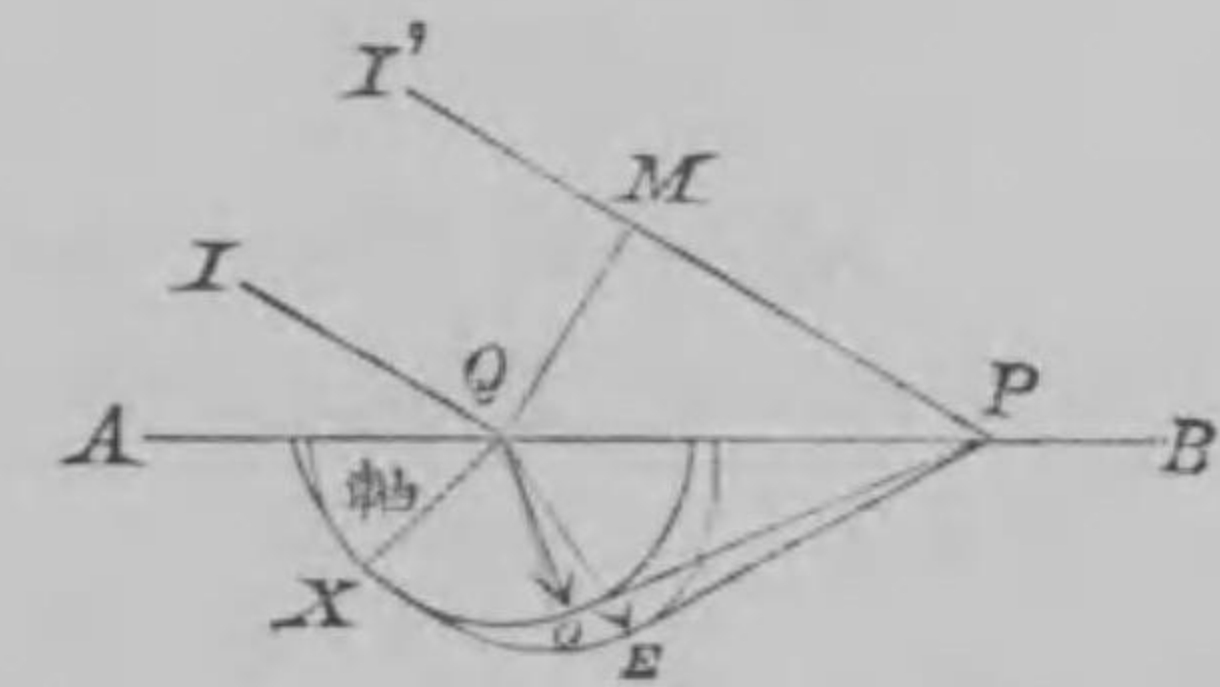


圖に示す如く球面は橢圓廻轉面の内に在り。一般に (a) 圖に示す如き波面を有する結晶體を **負結晶體** (Negative crystal ; Nega

tiver Krystall, m) と云ふ。方解石及び電氣石等は此種に屬す。之に反して (b) 圖に示す如く橢圓廻轉面が球面の内部に在る如き波面を有する結晶體を **正結晶體** (Positive crystal ; Positiver Krystall, m) と云ふ、水晶及び氷は此種の結晶體なり。

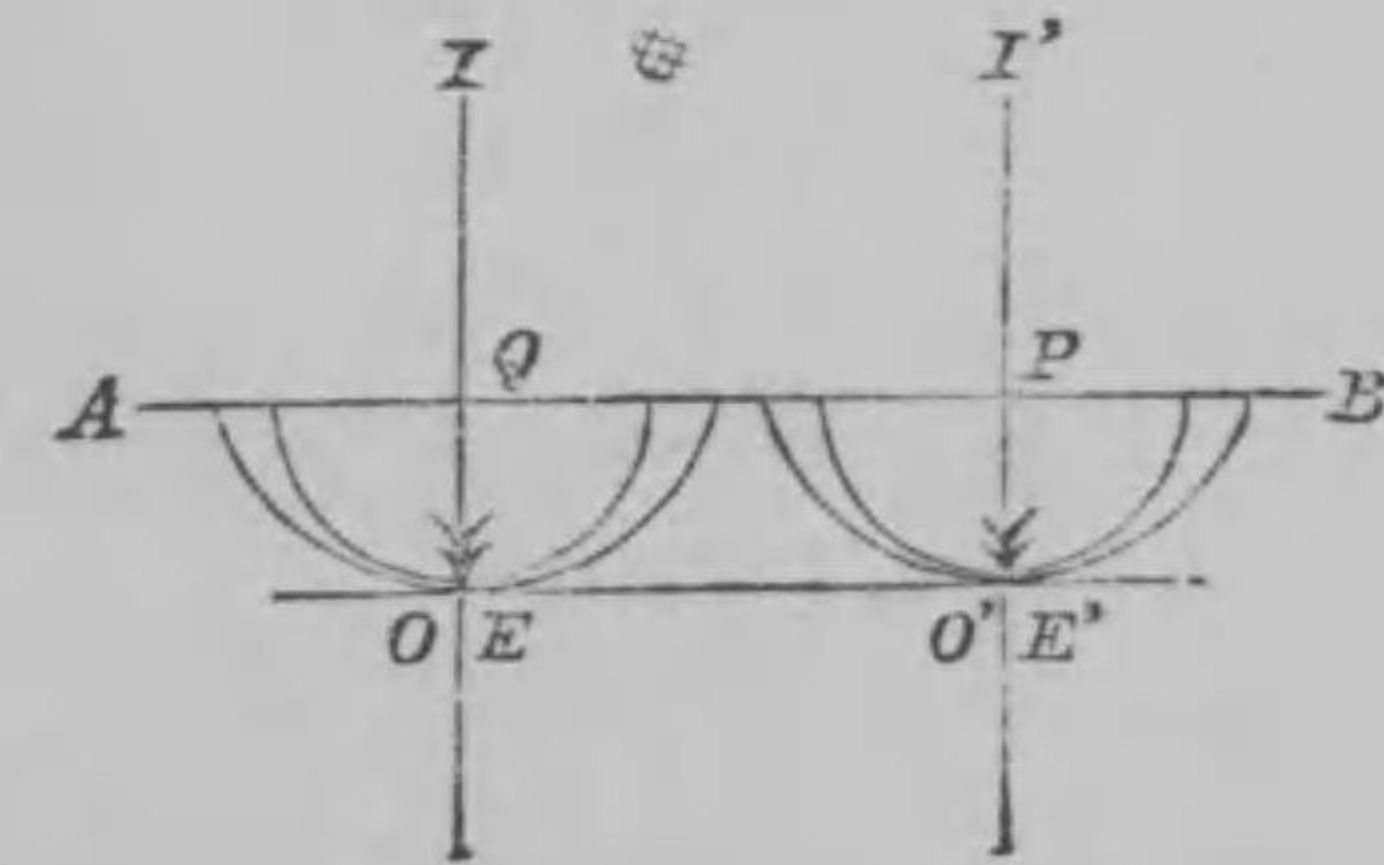
§ 140. **屈折光線の作圖法**。結晶體內に於ける常光線及び非常光線の波面を知れば作圖に依りて容易に任意の投射光線に對する二つの屈折光線を求める事を得。以下種々の場合に於ける作圖法を示す。

I. **主面と投射面と一致する場合**。第百九十一圖 AB を方解石の側面の切口とし XQ を光軸



とす。光軸 XQ を含みて AB 面に直角なる主面 (即ち紙面) を投射面として光線 IQ, IP が投射するものとせば QM は投射光の波面

なり。光が空氣中に於て M 點より P 點に達する間に、 Q 點を波源とする常光線及び非常光線の波面は結晶體內に於て波及し圖の如き有様となる。今 P 點より此二つの波面に切線 PO 及び PE を引けば QO 及び QE は求

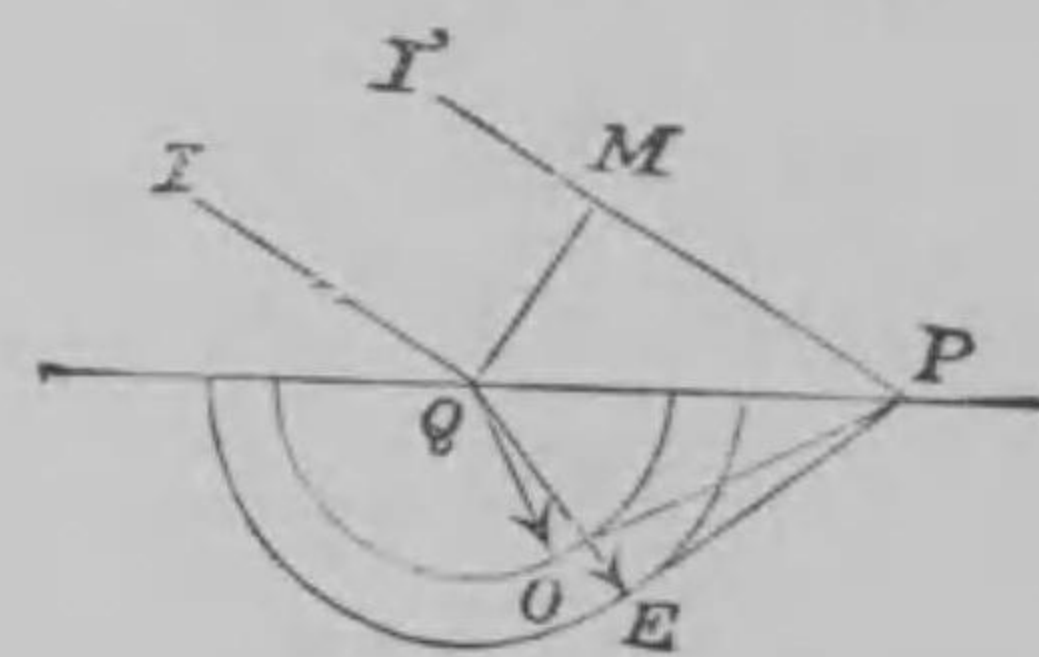


むる所の常光線及び非常光線なり。

光軸が側面 AB に直角なる場合に於て光線が AB に傾きて投射するときは前と同様の作圖に依りて二つの屈折光線を得。然れども此場合に光線が第百九十二圖の如く AB に直角に投射すれば二つの屈折光線は分離せざる事圖に示すが如し。

II. 光軸が投射面に直角なる場合。第百九十三圖に於て光軸が紙面に直角にして且つ紙面と投射面と一致するものとす。此場合には常光線及び非常光線の波面は Q 點を中心とする同心圓となる。何となれば橢圓廻轉面を軸に直角に切れば切口は圓となればなり。前と同様の作圖に依りて光線 IQ に対して常光線 QO 及び非常光線 QE を得る事圖に示すが如し。非常光

第百九十三圖



波の切口は圓なるが故に此場合には非常光線も屈折の定律に従ふ。今常光線及び非常光線が夫々 QO 及び QE の道程を通過する時間を t とし、方解石内に於ける其速度を夫々 v_o, v_e とすれば

$$\frac{QE}{QO} = \frac{v_e t}{v_o t} = \frac{v_e}{v_o}$$

空氣中に於ける光の速度を v とし、此光に対する常光線及び非常光線の屈折率を n_o, n_e とすれば

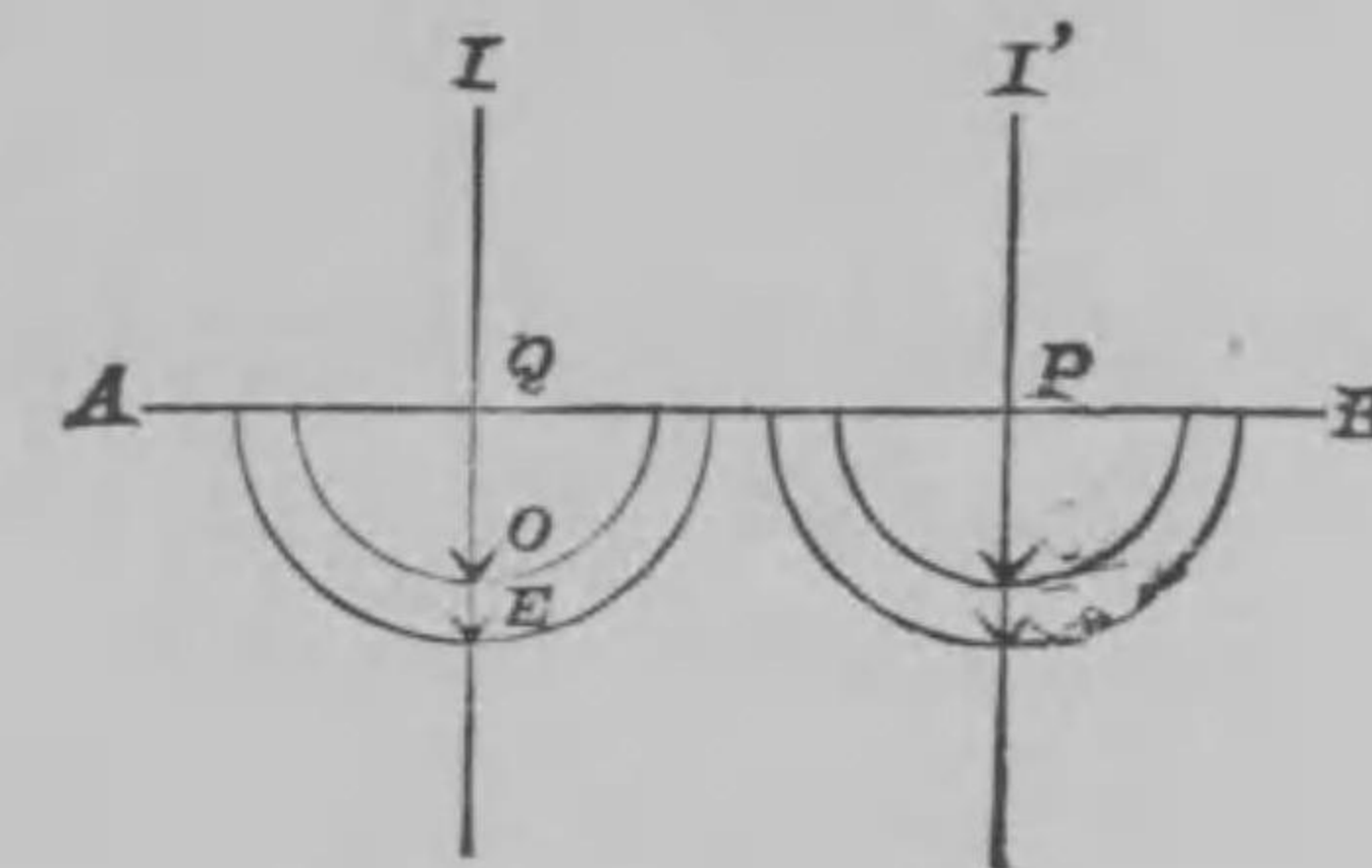
$$n_o = \frac{v}{v_o}, \quad n_e = \frac{v}{v_e}$$

$$\therefore \frac{n_o}{n_e} = \frac{v_e}{v_o} = \frac{QE}{QO} \dots\dots\dots (68)$$

即ち、非常光線の波面なる橢圓廻轉面の光軸に直角なる軸と他の軸(常光線の波面なる球面の半径)との比は二つの光線の屈折率に逆比するを知る。故に

第百九十四圖

正結晶體に在つては $QE < QO$ 即ち $n_o < n_e$ にして、負結晶體に在りては $QE > QO$ 即ち $n_o > n_e$ なり。



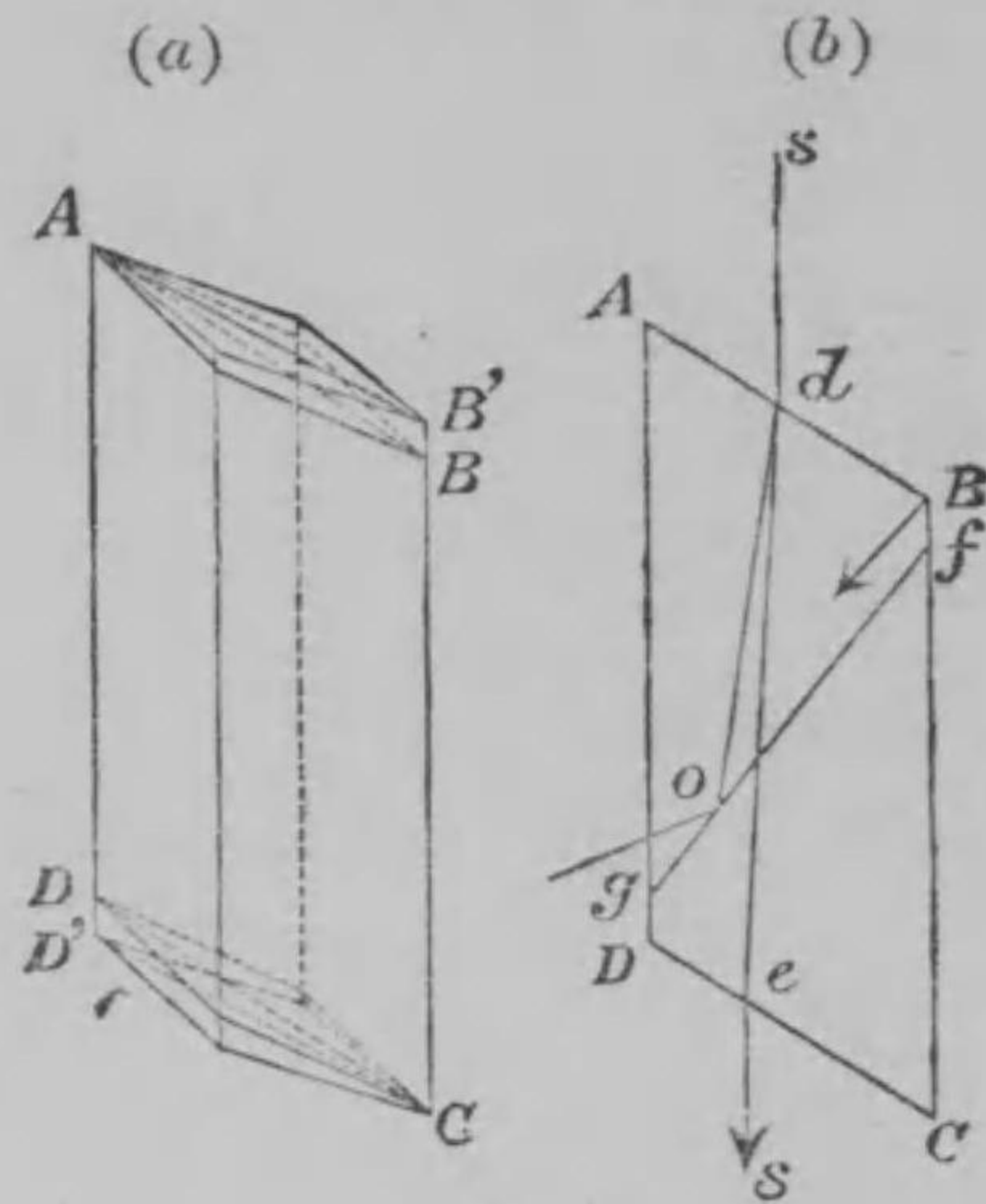
光線が AB 面に直角に投射するときは

二つの屈折光線は圖に示す如く異なる速度を以て結晶體內を進めども其方向は一致して分散する事なし第百九十四圖。

§ 141. *Nicol* のプリズム。偏光を得る起偏器としては硝子板を用ひ光線を偏光角にて反射或は屈折せしむるを以て最も簡單なりとすれども、此方法にて得たる偏光は完全に偏らざるの欠點あり。又光軸に平行に切りたる電氣石板は軸に直角に振動する常光線を吸収し之を通過する非常光線は完全なる偏光なれども青綠色を有し或る種の實驗に不便なり。方解石を通過する常光線及び非常光線は無色にして而も完全なる偏光なるが故に適當の方法に依り其一を除けば便利なる一の起偏器を得可し。*Nicol* は此目的を達する爲に一のプリズムを作らたり。

第百九十五圖(a)に於て $AB'CD'$ は天然の儘の方解石にして其光軸は平面 $AB'CD'$ 内に在り、即ち平面 $AB'CD'$ は主面なり。兩端面 AB' 及び CD' が夫々稜 AD' 及び CB' と爲す角 $B'AD'$ 及び $B'CD'$ は共に 71° なり。今兩端を摩り研きて角 BAD 及び角 BCD を 68° とす。

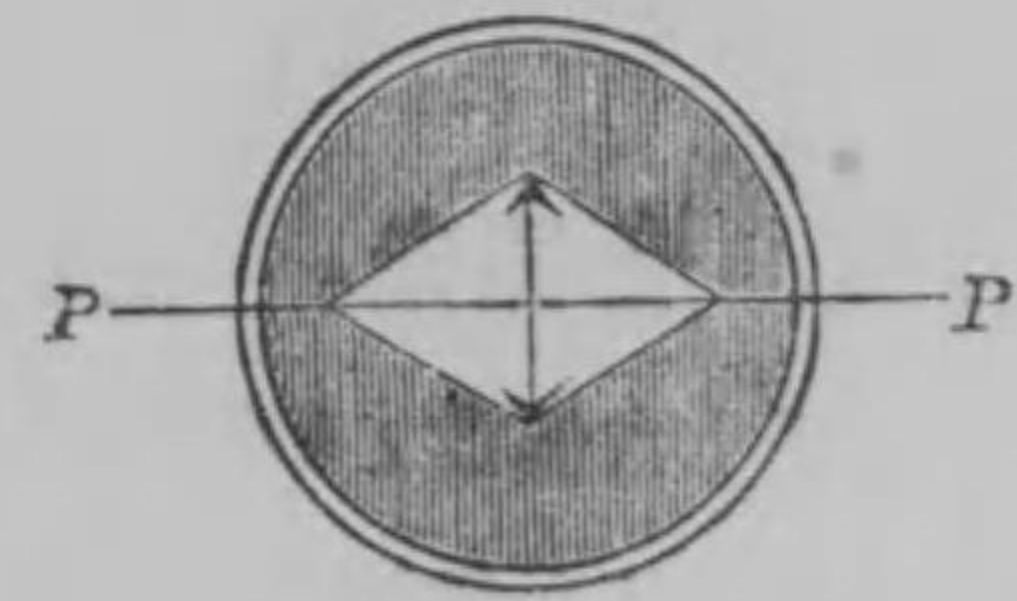
第百九十五圖



次に (b) 圖に示す如く主面 $ABCD$ に直角なる平面 fg に沿ふて方解石を切斷し、カナダバルサムを以て再び之を接合したるものは即ち Nicol のプリズムなり。今通常の光線 sd を圖の如くプリズムに投射すれば、常光線 do 及び非常光線 des を得。常光線の方解石に対する屈折率は 1.658 にしてカナダバルサムに対する屈折率は 1.549 なり。故に常光線が o 點に於て方解石とカナダバルサムとの境界面に投射するときは密の媒體より粗の媒體に向つて投射し投射角の價に依りて全反射を爲し得るなり。而して此場合には實際常光線は全反射を爲し圖の如く反射す、而して方解石の側面は黒くなせるが故に反射常光線は側面に達し茲に吸収し去らる。然るに非常光線の方解石に対する屈折率の最小價 1.486 はカナダバルサムに対する屈折率 1.549 より小な

るが故に非常光線は全反射を爲す事なく圖の如く方解石より出づるなり。故にプリズムに通常的光線を當つれば完全に偏れる偏光を得るなり。實際はプリズムをコルクに收め之を第百九十六圖の如く金屬製の圓筒内に收む。

第百九十六圖



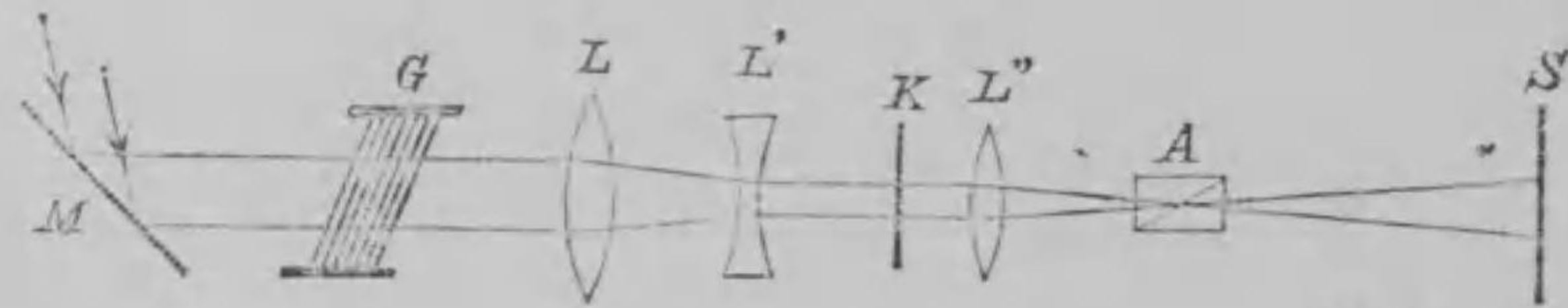
圖中 PP は偏光面にして主面は之に直角なり、故に偏光の振動は PP に直角なる矢の方向を有す。

二つの Nicol のプリズムを組合せば一の偏光器となる。一方のプリズムを廻轉すれば視野は或は明るくなり或は暗くなるべし。即ち二つのプリズムの偏光面が平行なるときは視野は明るく、直角なるときは視野は暗黒となるなり。

第 八 章 色 偏 光

§ 142. 色偏光。 主軸に平行に切りたる單軸結晶板を偏光器の起偏器と檢偏器との間に入れて通過光を見るに、偏光器より來る偏光は結晶板を通過する際其主面内に於て振動する非常光線と之に直角なる平面内に於て振動する常光線とに分れ、其二つの光の檢偏器の振動面に沿へる分振動が之を通過する外、別に異なる現象を認めず。然るに結晶板が十分薄きときは視野は忽ち着色し全く異なる現象を表はすに至る。

第百九十七圖



第百九十七圖に於て M は日光鏡、 G は數枚の硝子板を重ねたる起偏子にして L, L', L'' はレンズ、 A はニコール、 S は衝立なり。日光鏡 M にて暗室内に導きたる日光を硝子板 G (§ 133) に依りて偏光となしレンズ L, L' に依りて集中せる強き平行光線とし更にレンズ L'' に依りて收斂しニコール A を通過せしめたる後之を衝立 S の上に受く。ニコール A の振動面が投射偏光の振動面即ち紙面に直角なるときは光は A に依りて遮断せられ衝立は暗黒なり。今軸に平

行に切りたる十分薄き單軸結晶板 K を圖の位置に挿入すれば衝立は忽ち明るくなり而も美麗なる色を表はすに至る。結晶板或はニコールを廻轉すれば色彩は次第に變化す。若し色硝子を以て投射光を遮ざり單色光を以て實驗すれば結晶板或はニコールの廻轉と共に通過光の強さに變化あるのみなり。起偏器と檢偏器との振動面が互に直角なるとき結晶板を一廻轉すれば其主面が起偏器或は檢偏器の振動面と一致する四つの位置に於て視野は全く暗黒となる。而して板の主面が此の四つの位置の中間に在るとき視野の色彩は最も鮮明なり。起偏器と檢偏器との振動面が平行なる場合には色彩の模様は前の場合と同様なり。唯結晶板を廻轉して前に視野が暗黒なりし四つの位置に於て此場合には視野は明るくなり、且つ板の任意の位置に於て表はるゝ色が前の場合の補色となるの差あり。平行結晶板の代りに楔狀の結晶板を挿入すれば單色光のとき、明暗の縞を生じ白光のとき着色せる縞を生ず。以上の現象を總稱して **色偏光** (*Chromatic polarisation*; *Chromatische Polarisation, f*) と云ふ。

§ 143. 色偏光の説明。 色偏光の現象は偏光の干涉に依りて説明する事を得。圖中 POP 及び AOA は夫々互に直角なる起偏器及び檢偏器の振動面の切口、 Q_1OQ_1 及び Q_2OQ_2 は夫々結晶板の主面及び之に直角なる平面の切口とす。結晶板に直角に光線を投射すれば光は其主面 Q_1OQ_1 の方向に振動する非常光線と之に直角に Q_2OQ_2 の方向に振動する常光線に分れて板を通過す。結晶板を挿入せざる場合には起偏器を出でて POP の方向に振動する偏

光は第二のエコーの振動面 AOA の方向に分振動を有せざるが故に視野は暗黒なり。結晶板を入るゝも其主面 Q_1OQ_1 或は面 Q_2OQ_2 が POP と一致するときは偏光は非常光線或は常光線として之を通過したる後 PO の方向に振動するが故に偏光器にて遮断せられ視

野は暗黒なり。是れ結晶板を廻轉するとき主面 OQ_1 が OP 或は OA と一致する四つの位置に於て視野が暗黒となる所以なり。

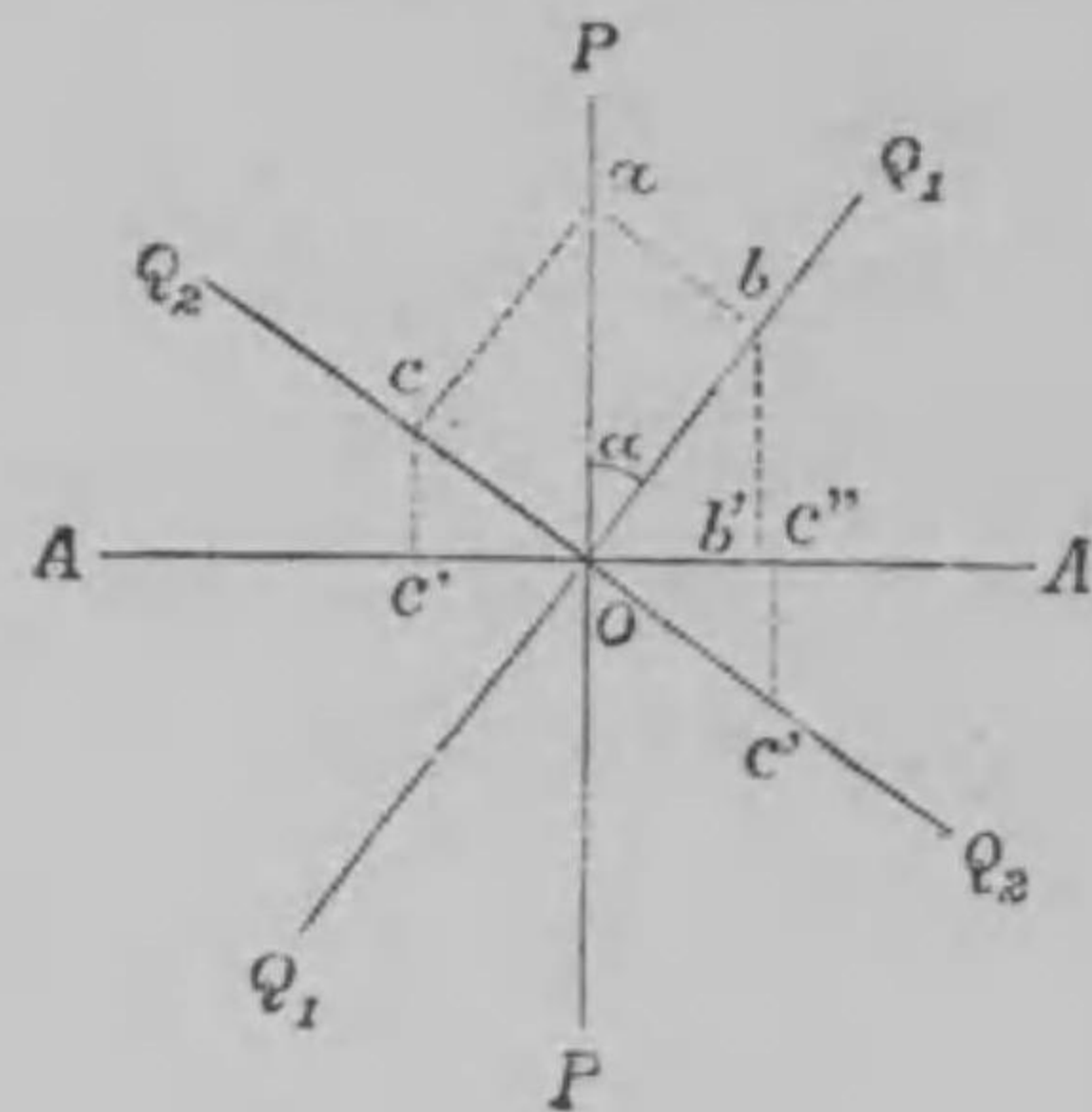
一般に主面 OQ_1 が圖の如く POP に角 α だけ傾ける場合には振幅 Oa なる偏光は結晶板に投射して振幅夫々 Ob, Oc なる非常光線と常光線とに分れて板を通過す。然るに二つの光線の板を通過する速度は異なるが故に其波長も亦従つて異なれり。即ち投射偏光の波長を λ , 常光線及び非常光線の結晶板内に於ける波長を夫々 λ_o, λ_e , 二つの光の板に対する屈折率を夫々 n_o, n_e とすれば

$$n_o = \frac{n\lambda}{n\lambda_o} = \frac{\lambda}{\lambda_o} ; n_e = \frac{n\lambda}{n\lambda_e} = \frac{\lambda}{\lambda_e}$$

$$\therefore \lambda_o = \frac{\lambda}{n_o} ; \lambda_e = \frac{\lambda}{n_e}$$

斯の如く二つの光の波長異なるが故に板の厚さの内に含まるゝ二つの光の波長の數異なるなり。故に偏光が結晶板に投射して常光線

第百九十八圖



及び非常光線に分れたる瞬時には二つの光波は同じ位相を有すれども板質中を進むに従つて漸次に位相の差を生じ板を通過し終りたる時には一定の位相の差を有するに至る。而して二つの光波が板を通過し終りて再び空気中に出づれば其波長は共に投射偏光の波長 λ に等しくなり、板を出でし時得たる位相の差を保ちつゝ檢偏器に投射す。二つの光波が板を出でし時は互に直角なる平面 Q_1OQ_1 及び Q_2OQ_2 内に於て振動するが故に干涉する事能はざれども、檢偏器に投射すれば其振動面に沿へる二つの分振動は同一平面内に於て振動するが故に互に相干涉するなり。

結晶板の厚さの内に含まるゝ二つの光波の數の差が半波長の偶數倍に等しき時は板を通過し終りたる時二つの光波は互に直角なる平面内に於て同じ位相を有す。即ち板を通過し終りたる時非常光線が Ob なる振動をなせば常光線は Oc なる變位を爲すなり。而して此二つの光の檢偏器の振動面 AOA に於ける分振動は圖に示す如く反對の位相を有し且つ其振幅 Ob, Oc は共に $Oa \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha$ にして相等しきが故に二つの光は互に打ち消す。

若し板の厚さの内に含まるゝ二つの光の波長の數が半波長の奇數倍に等しき時は、板を通過し終りたる時二つの光波の振動 Ob, Oc' は互に直角なる平面内に於て同じ位相を有す。而して其分振動 Ob' 及び Oc'' も此場合には同方向を取り同じ位相を有すが故に互に強め合ふなり。而して其合振幅は次の如し

$$\begin{aligned} Ob' + Oc'' &= Oa \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha + Oa \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha \\ &= Oa \cdot \sin 2\alpha \end{aligned}$$

$a=45^\circ$ の時此合振幅は最大となる。故に OQ_1 或は OQ_2 が OA と OP との間の角を二等分するとき視野は最も明るくなるなり。

之を要するに結晶板の厚さの内に含まるゝ二つの光の波長の数の差が半波長の偶数倍なる時は光は打消し、奇数倍なる時は強め合ふ。故に白光を用ゆれば結晶板の厚さに依りて或る波長の光は干渉に依りて打消し或る波長の光は強め合ひて視野は着色するに至るなり。若し又楔状の結晶板を用ふれば其厚さ相等しき線に沿ふては同じ色を表はすが故に結局着色せる縞を生ずるなり。

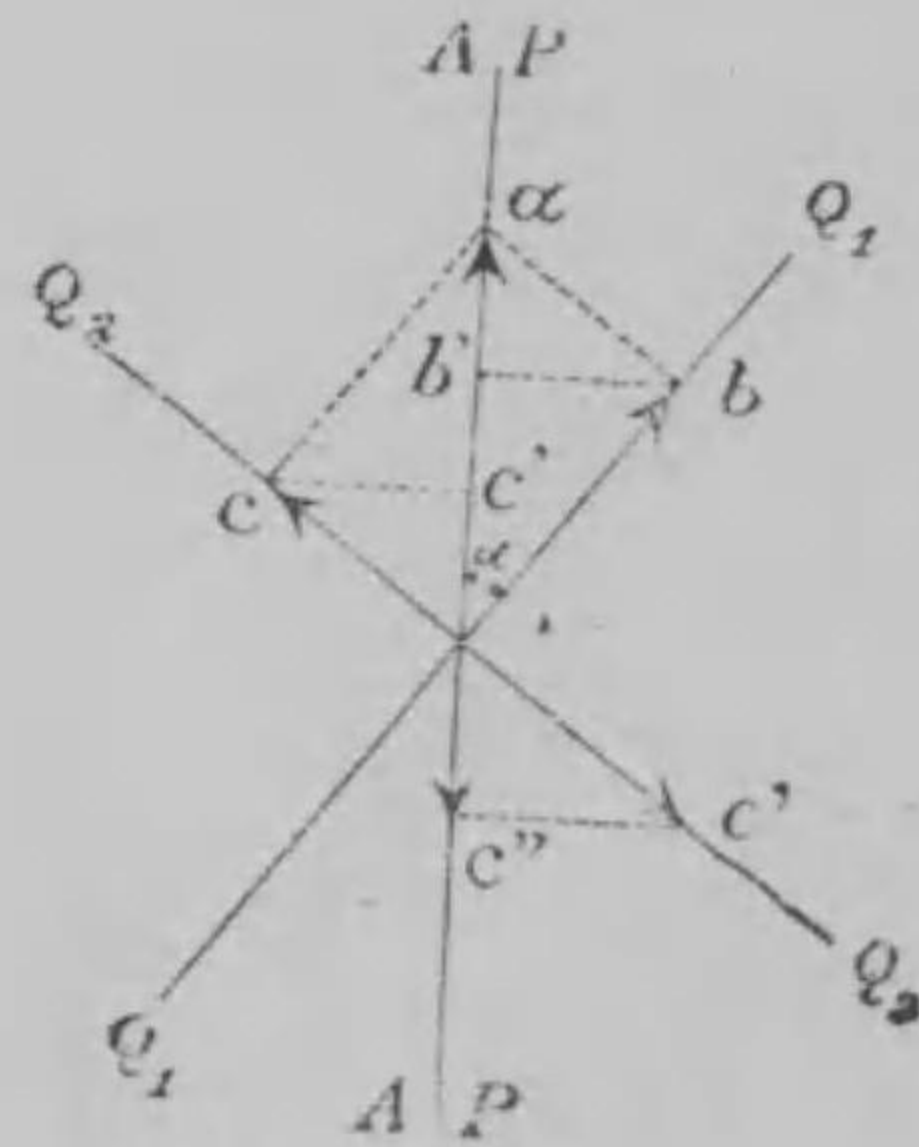
次に起偏器と檢偏器との振動面が互に平行なる場合を考察せん。結晶板の厚さの内に含まるゝ波長の数の差が半波長の偶数倍に等しき時は Oc' 及び Ob' の分振動は強め合ふ而して其合振幅は次の如し

$$Ob' + Oc' = Oa \cos^2 a + Oa \sin^2 a = Oa$$

即ち合振幅は角 a の値の如何に關せず常に投射偏光の振幅に等しきが故に、此場合に檢偏器を通過する光の強さは常に投射偏光の強さに等し。

之に反して波長の数の差が半波長の奇数倍の等しき時は分光器に於ける分振動は反對の位相を有する Ob' 及び Oc'' となる、而して其合振幅は次の如し

第百九十九圖



$$Ob' - Oc'' = Oa \cos^2 a - Oa \sin^2 a = Oa \cos 2a$$

而して此場合に檢偏器の振動面 AOA が起偏器の振動面に直角なるときは通過光の合振幅は $Oa \sin 2a$ なりき。故に此二つの場合の光の強さの和は振幅の自乗の和

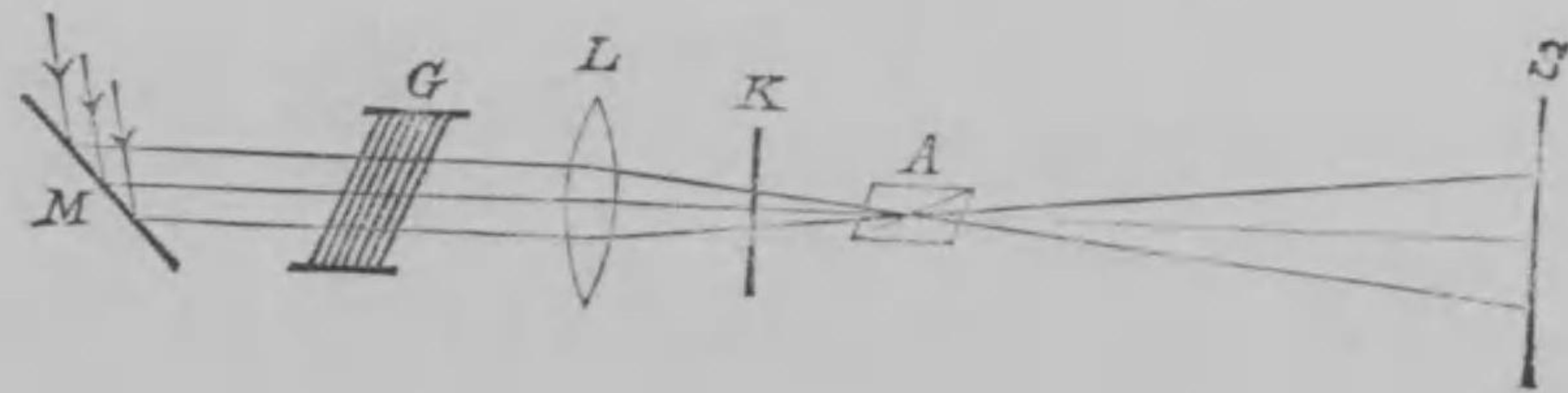
$$Oa^2 \sin^2 a + Oa^2 \cos^2 a = Oa^2$$

に正比例し投射偏光の光の強さに等し。即ち前の場合に檢偏器により遮断せられし光が此場合に檢偏器を通過し、前に通過せし光は此場合に遮断せらる。故に白光を用ふれば此場合の色は前の場合の色の餘色となるなり。

色偏光の現象を表はすに結晶板の厚さが十分薄きを要する理由は干渉に依りて薄膜に色を表はすに其厚さの異なるを要すると同一なり。色偏光の實驗を爲すには任意の厚さに剥ぎ得る石膏板を用ふるを以て最も便なりとす。石膏は複軸結晶體なれども其板面上に於て互に直角なる二方向に沿ふて二種の光を通過する事は單軸結晶體を軸に平行に切りたる場合と同様なり。

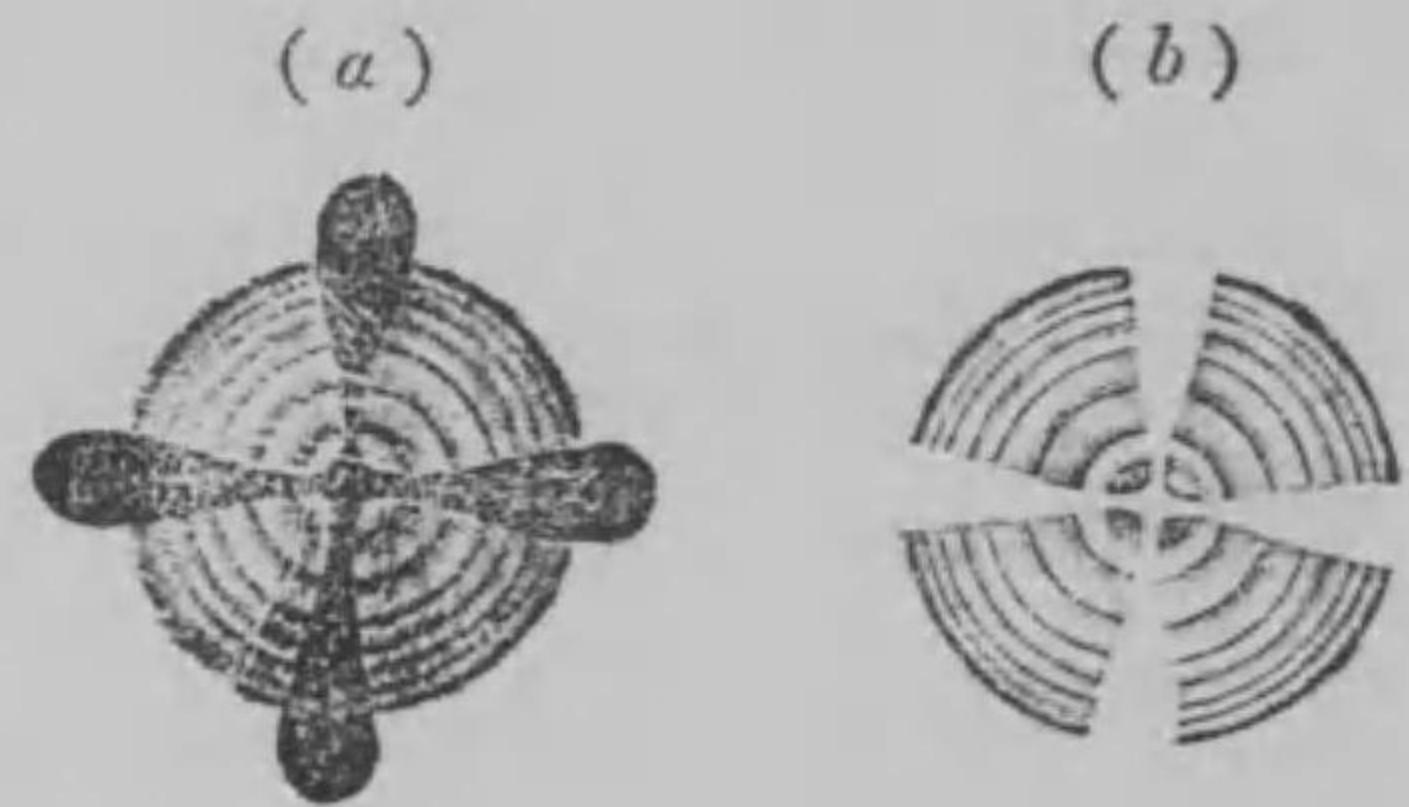
§ 144. 収斂偏光に對する單軸結晶體の現象。軸に直角に切れる單軸結晶體例へば方解石に 収斂偏光 (Convergent

第 二 百 圖



polarised light)を當て通過光をニコルを通して見る時は一種の新らしき現象を認む可し。 第百二圖に於て M は日光鏡, G は此硝子椎, L はレンズ, A はニコル, S は衝立なり。ニコル A の振動面が起偏器 G の振動面 (即ち紙面) に直角なる時に衝立は暗黒なり。 偏光の収斂する所に軸に直角に切れる方解石 H を置く時は衝立の上に第百一圖 (a) 圖に示す如く Newton 環に類せる同心の色環を表はす、

若し單色偏光を用ふれば明暗の環を生ず。 何れの場合に於ても環は黒き十字を以て貫かる。 檢偏ニコルを廻轉すると共に色は次第に變化し、其振動面が偏光器の振動面に直角となれば黒き十字は變じて (b) 圖に



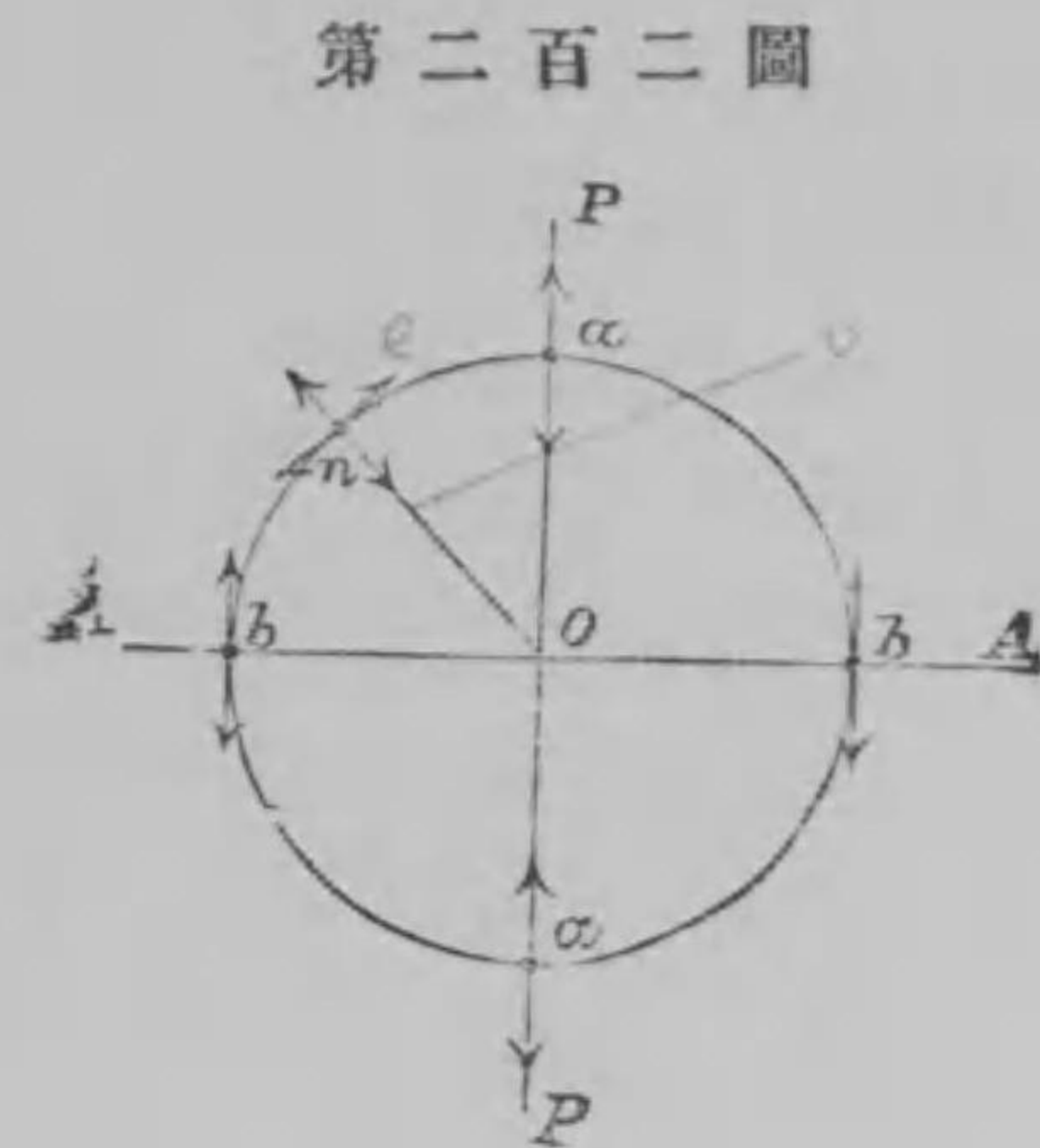
第 二 百 一 圖

示す如く白き十字となり、且つ各點に於ける色は前の餘色となる。

電氣石鏡に結晶板を挟み之を眼に當て明所に向つて見れば容易に此現象を見る事を得べし。 此場合には總ての方向より電氣石板に入る光線中収斂する光のみが此現象を起し、眼の網膜が上の装置に於ける衝立の役目を爲すなり。

§ 105. 單軸結晶體に於ける色環の説明。 第百二圖に於て POP を起偏器の振動面, AOA を檢偏ニコルの振動面とし、紙面を以て其間に挿入せる結晶板の面とす。 O 點を以て視野

の中心とすれば此點に投射する偏光は板面に直角なり。 偏光は収斂しつゝ板に投射するが故に其他の點に投射する光は O 點を遠ざかるに従つて板面に對する傾きを増す (第百三圖参照)。 結晶板は軸に直角に切れるが故に任意の一點に投射する偏



第 二 百 二 圖

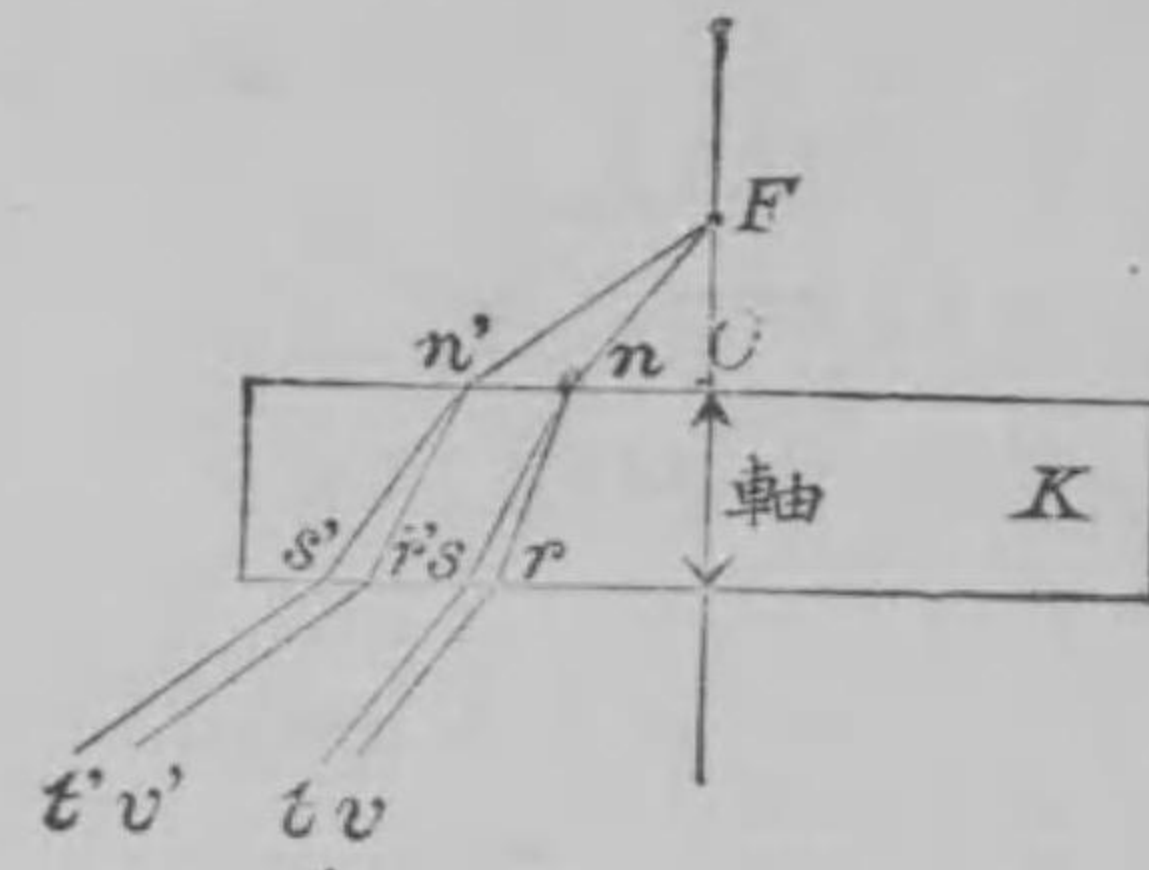
光と板面に引ける垂線とを含む平面は其主面となる。 圖中 Oa, Ob, On 線は何れも a, b, n 點を通過する主面の切口なり。 投射偏光は板に入りて複屈折を爲し其主面内に振動する非常光線と之に直角なる平面内に於て振動する常光線とに分るゝなり。

先づ黒き十字の表はるゝ理由を説明せん。 a 點に於て板に投射する偏光は其振動面が板の主面 Oa と一致するが故に偏光は二つに分るゝ事なく非常光線として板を通過し其振動面を變ずる事なし。 又 b 點に於て板に投射する偏光の振動面は主面 Ob に直角なるが故に偏光は常光線として板を通過し其振動面を變せず。 斯の如く板面上 aa 線及び bb 線に投射する偏光は板を通過したる後 OP 或は之に平行なる振動面を有するが故に檢偏ニコルに依りて遮斷せられ aa 線及び bb 線は黒線となり十字を表はすなり。

任意の一點 n に投射する偏光は主面 On 内に振動する非常光線と

之と直角なる平面内に振動する常光線とに分れて板を通過す。第二百三圖は收斂偏光が結晶板 K に投射する有様を示すものにして、圖中 O, n 點は前圖の O, n 點に相當す。收斂偏光は板の下より上に

第二百三圖



めに假りに偏光が Fn の方向に投射したるものと思ふ。然る時は Fn は常光線 ns と非常光線 nr とに分れ Fn に平行に夫々 st, rv の方向を取りて板を出づ。故に偏光 ts, vr を逆に板の下より上に

投射したりとせば ts の複屈折に依りて生ずる常光線は snF の方向を取り、 vr より生ずる非常光線は rnE の方向に進みて二つの光は共に nF に沿ふて進む可し。然るに道程 sn, rn は幾分か異なり、且つ二つの光の波長異なるが故に光が n 點にて會合する時には位相の差を生じ色偏光の場合と全く同一の現象を生ず。 n 點に會合する二つの光の一方が他よりも一波長 λ だけ進むものとせば二つの光は檢偏器に達して互に干渉し n 點は暗黒となる可し。投射點が O 點より遠ざかるに従ひ光が板を通過する道程は増加し二つの光波の行差も亦共に増加す。今 n' 點に於ける行差が 2λ なりとすれば、此點も亦暗黒となる可し。 O 點と n 點との間に於て行差が丁度 $\frac{1}{2}\lambda$ となる點、又 n 點と n' 點との間に於て行差が $3\frac{1}{2}\lambda$ となる點なかる

可からず。而して是等の點は干渉の結果互に強合ひ明るくなる可し。然るに O を中心とし On, On' 等を半径とする圓を書けば圓周上の各點は投射偏光に對して同一の關係を有するが故に圓周は黒き環となり、 O と n, n と n' との間に明るき環を生ず可し。故に單色偏光を用ふれば明暗の同心環を生ずるなり。白色偏光を用ふれば或る波長の光が打消す所にて他の光が強め合ひ結局色環を表はすなり。

起偏器と檢偏器との振動面が平行なる時の現象は容易に説明し得るが故に之を省略す。

第九章

偏光面の廻轉

§ 146. 偏光面の廻轉。 軸に直角に切れる單軸結晶板を偏光器の兩ニコルの間に置き平行光線を用ふる時は視野は板を入れたる時と異なる事なし。 水晶は此除外例にして、視野暗黒なる兩ニコルの間に軸に直角に切れる水晶板を入れるれば視野忽ち明るくなり且つ白光の場合には色を表はすに至る。 視野の色は板の厚さに關係し、又分光ニコルを廻轉すれば漸々變化す。然れども此現象は水晶板を軸に平行に切れる時の現象(§ 142)と全く別種の者なり。即ち前の場合には板を廻轉すると共に視野は色を變じ又全く暗黒となる事あれども、此場合には視野の色は板の廻轉に關係なく且つ視野は決して暗黒となる事なし。

單色光を以て上記の實驗を爲すに、水晶板を兩ニコルの間に入れたるが爲に暗黒なる視野が明るくなれる時檢光ニコルを觀測者より見て右或は左に一定の角 α だけ廻轉すれば視野は元の如く暗黒となる。 視野が暗黒となるは板を出でし光が矢張り一の偏光なる事を示す故に此實驗に依りて偏光は水晶板を通過したるが爲に其の偏光面(或は振動面)を角 α だけ右或は左に廻轉したること明かなり。 偏光面を右方に廻轉する水晶を **右旋水晶** (*Right handed quartz*; *Rechtsquarz, m*)と云ひ、左方に廻轉する水晶を **左旋水晶** (*Left handed quartz*; *Linksquartz, m*)と云ふ。 ^{ビオ}Biot は實測の結果、

水晶板に於ける偏光面の廻轉角 α は其厚さに正比例する事、厚さ相等しき右旋或は左旋の水晶板に於ける廻轉角は同一なる事、廻轉角は投射偏光の波長の二乗に逆比例する事を發見したり。 精密なる測定に依れば廻轉角 α は波長 λ の二乗に逆比例せず、^{ステファン}Stefan は次の式を見出したり

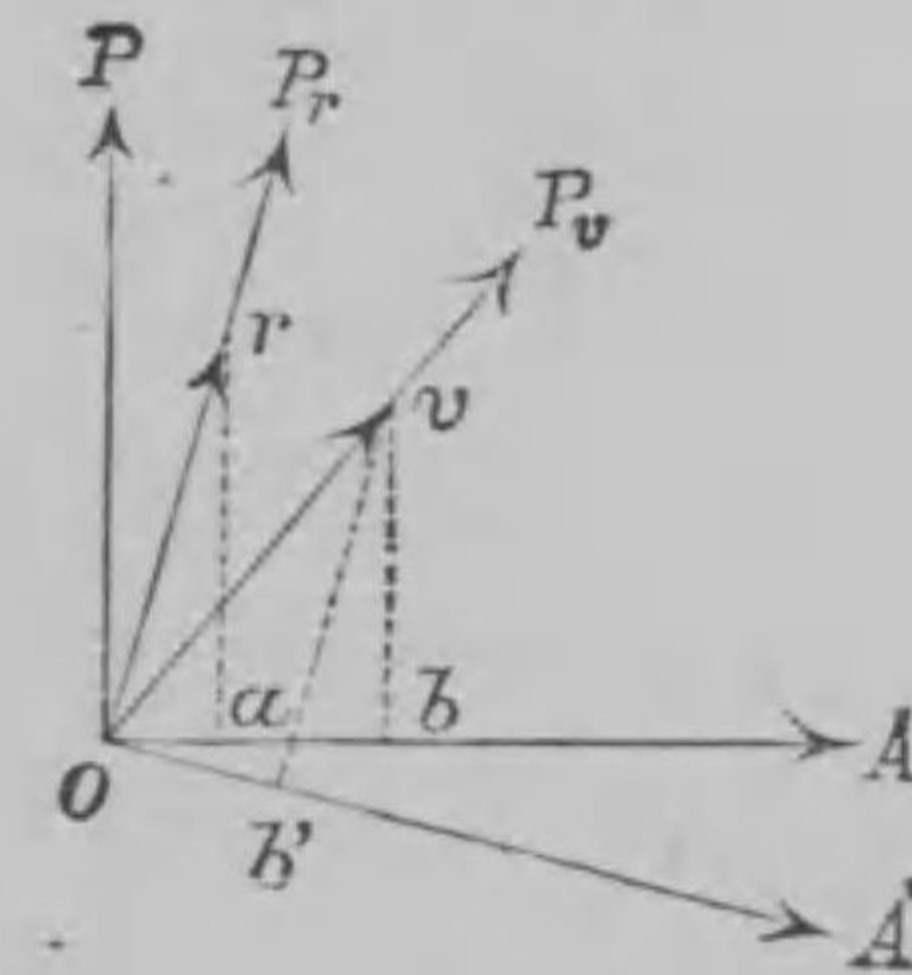
$$\alpha = -1.753 + \frac{8.1624}{\lambda^2 \cdot 10^8}$$

次に温度 20°C 、厚さ \cdot 耗なる水晶板に於ける種々の單色偏光の廻轉角の表を掲ぐ

B	C	D	E	F	G
15.30°	17.24°	21.67°	27.46°	32.50°	42.20°

今吾人は白色偏光を用ふる場合に表はるゝ現象を説明する事を得るなり。 圖中 OP, OA を起偏及び檢偏ニコルの振動面の切口とし紙面を以て其間に挿入せる水晶板の面とす。 白色光を起偏ニコルに投射すれば之を通過せる白色偏光は水晶板に當る迄は OP なる振動面を有すれども之を通過せし後には白色偏光を合成せる各單色偏光は夫々異なる角(上表参照)だけ其振動面を廻轉して檢偏ニコルに投射す。 即ち板を通過せし後赤の偏光が OP_r なる振動面を有し、紫の偏光が OP_v なる振動面を有すとせば其他の色

第二百四圖



の偏光の振動面は OP_r と OP_v との間に在る可し。檢偏=コルの振動面 OA が OP に直角なる時は振幅 O_r 及び O_v なる赤及び紫の投射偏光は其儘檢偏=コルを通過する事能はずして、振幅 O_a, O_b なる分振動のみ之を通過す。然るに振幅 O_a, O_b 等なる單色光の強さの割合は白光を組成する割合と異なるが故に視野は着色するに至るりな檢偏=コルを廻轉して其振動面を OP_r に直角なる OA' の位置に置くときは赤光は全く遮斷せらるれども紫及び其他の單色光は之を通過するなり。即ち檢偏=コルの振動面は同時に各單色偏光の面に直角に爲し能はざるが故に檢偏=コルを廻轉するも視野は暗黒振動となる事なし。

§ 147. *Fresnel* の假説。吾人は第三卷 § II に於て同一の圓周上を反對の方向に等しき速さにて廻轉する二つの圓運動を組合すれば一の單絃運動を得、又逆に單絃運動を二つの圓運動に分解し得る事を述べたり。偏光が水晶板を通過する際其振動面を廻轉する理由を説明する爲めに *Fresnel* は次の假説を爲したり。平面偏光が軸に直に切れる水晶に入る時は偏光は同一の圓周上に沿ふて右及び左に廻轉する二つの所謂 **圓偏光** (*Circularly polarised light*; *kreisförmig polarisiertes Licht*, *n*) に分解す而して此二つの圓偏光は異なる速度を以て板を通過し板を出れば二つの光は再び合成して一の平面偏光となり空氣中を進行するものと假定したり。此假説を用ふれば振動面の廻轉する理由を説明する事を得。

圖中 A, B, C, D 等を以て水晶板の軸に沿へるエーテル分子とす。 A 點に投射する偏光の振動面が矢の方向を有するものとせば此振動

は右及び左に振動する圓振動に分解して上方に進む。圓運動を爲す軸上の各分子の位置を結べは圖に示す如き螺線狀の波形を得。今假りに左方に進む圓運動が右方に進む圓運動よりも速に上方に波及するものとし、假りに B, C, D 等の分子の爲せる圓運動を組合せば其合成單絃運動の方向は圖の如く上方に進むに従ひ漸

第二百五圖



次に廻轉す可し。故に D 點に於て光が再び空氣中に出る時は二つの圓偏光は合一して再び先の方向に振動する平面偏光となる。斯の如くにして偏光の振動面は廻轉せらるゝなり、而して其廻轉角が水晶板の厚さに正比例する事は容易に了解する事を得可し。

§ 148. **旋光體**。水晶の外に偏光振動面を廻轉する性を有するもの少からず。振動面を廻轉する性質を有するものを旋光體と云ふ。旋光體は之を次の二種類に大別する事を得。

1. 無機體及び有機體の結晶體。
2. 液狀併に溶液狀に於ける有機化合物。

一般に結晶體が旋光性を帯ぶるは之を構成せる分子の配列の模様に関係し、液が旋光性を帯ぶるは其分子の構造に関係するが如し。次に厚さ l 耗なる二三の結晶板に於ける廻轉角 α の表を掲ぐ

結 晶 體		α°
辰 砂	HgS	32.5
鹽 素 酸 曹 達	$NaClO_3$	3.5
臭 素 酸 曹 達	$NaBrO_3$	2.8

溶媒が旋光性を有せざる溶液に在りては廻轉角は偏光の通過する液の厚さに正比例し、又其濃度に關係すれども溶媒には無關係なり今液の厚さを l 粉、其單位容積 l 厘³ 内に含まるゝ溶質の質量を c 瓦、廻轉角を α とすれば

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{lc} \dots \dots \dots (69)$$

上式にて與へらるゝ $[\alpha]$ を溶質の **比旋率** (*Specific rotation ; Spezifisches Drehungsvermögen, n*) と云ふ。比旋率は一般に溶液の濃度に關係す、例へば樟腦の酒精溶液に於て q を酒精の 100 瓦中に溶解する樟腦の質量とすれば

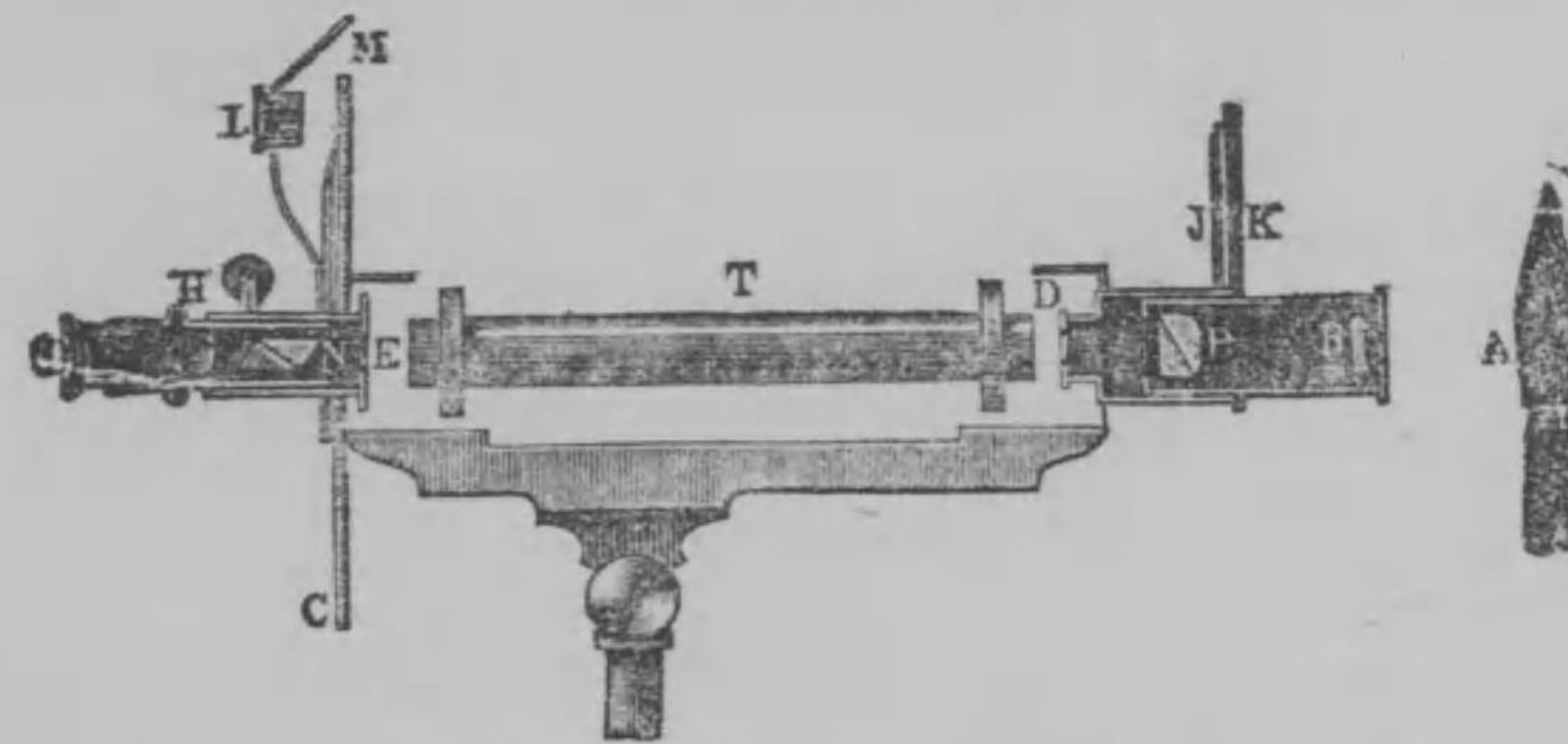
$$[\alpha] = 54.38q - 0.1604q^2 + 0.000369q^3$$

然れども糖類に在りては $[\alpha]$ は濃度に無關係なり。故に濃度の未知なる糖類の溶液を取り廻轉角 α を測れば前式に依りて其濃度 C を計算し得可し。此目的に用ふる器械を **糖量計** (*Saccharimeter ; Saccharimeter, n*) と云ふ。

§ 149. **糖量計**。偏光器の兩ニコルの間に溶液を容れたる管を挿入して廻轉角を測定し得れども此方法にては精密なる測定を爲す事難し。吾人は今精密なる糖量計の一として ^{ローラン} *Laurent* の器械

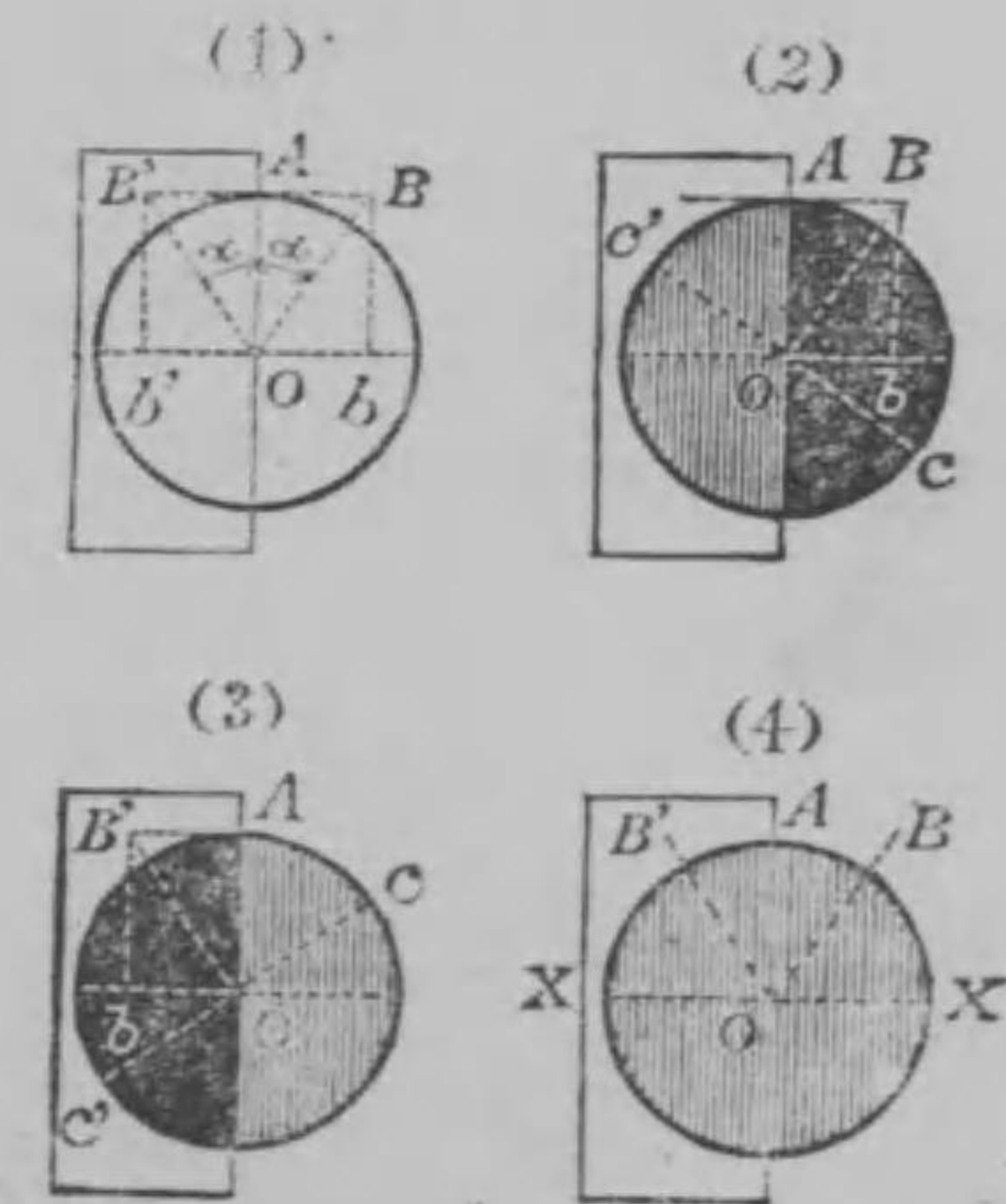
を説明せん。第二百六圖は此器械の切口を示したるものなりソヂウム焰 A の光を重クローム酸加里の板 B を通過せしめて D 線以外の光線を吸収せしめ純粹なる單色光となす。 P は起偏ニコルにして、 K なる棒にて自由に廻轉することを得。 D には圓形の孔ありて其半面は軸に平行に切れる水晶板を以て蔽へり(第二百七圖 I)

第 二 百 六 圖



第 二 百 七 圖

此水晶板は之を通過する常光線と非常光線との行差が丁度半波長の奇數倍となる如き厚さを有し、且つ其の光軸は稜 OA に平行なり。 T は溶液を容るゝ管にして N は檢偏ニコルなり。 N は副指 L と共に廻轉し、其廻轉角は目盛りせる圓板



C に依りて読み取る事を得。 M は目盛を照らす平面鏡なり。 HO は小孔 D を見る爲めの Galileo の望遠鏡なり。

今小孔 D に達する偏光の振動面が OB なる方向を有し、水晶板の稜と a なる角を爲すものと假定す(第二百七圖 1)。偏光の振動 OB を OA, Ob の二振動に分解して考ふるに水晶板の部分にては二つの光は半波長の奇数倍の行差を受くるが故に板を出でし後に一方の光が OA なる振動を爲す時他方の振動は Ob' なる振動を爲し其合振動は OB' なる方向を取る可し。故に小孔 D を通過したる後には水晶板を以て蔽ひたる半面は OB' なる振動面を有する偏光となり他の半面は OB なる振動面を有する偏光となる。故に檢偏 = コル の振動面を OB に直角なる cc' の位置に置けば板にて蔽はざる平面は暗黒となり(2圖), OB' に直角なる位置に置けば他の半面暗黒となる(3圖)。之に反して檢偏 = コル の振動面を OA に直角なる XX の位置に置けば兩半面が一樣なる明るさを有するに至る可し(4圖)。故に液を入れたる管を挿入せざる前に豫め此調整を爲して圓板 C に對する読みを取る可し。次に管を入るゝ時は OB' 及び OB の振動面が共に同じ方向に一定の角だけ廻轉するが故に、檢偏 = コル を廻轉して兩半面が再び一樣なる明るさを得る様に調整し再び読みを取れば前後二回の讀みの差は即ち求むる所の廻轉角なり。

(終)

光 學 問 題

第 二 編

(1) 太陽に依りて地球の背後に生ずる圓錐狀本影の長さを見出せ、但し太陽及地球の距離は 1.49×10^{11} 裡にして太陽の半徑は地球の半徑の 109 倍なりとす。

答 1.38×10^{11} 裡。

(2) 二個の平面鏡 A, B を水平なる机の上に直立し光線 PB を鏡 B に投射し反射光線が A にて再び反射し AQ の方向に進むときは AQ が PB と爲す角は鏡の間の角の二倍なる事を證せよ。

(3) 長さ 1 裡なる蠟燭の火焰を焦點距離 30 裡なる凹球面鏡の前方 36 裡の處に置くとき生ずる像の性質、位置及大きさを問ふ。

答 實の倒像、前方 180 裡 5 裡。

(4) 前問に於て火焰の距離 15 裡なるときは如何。

答 虚の直立像、後方 30 裡、2 裡。

(5) 焦點距離 6 裡なる凹球面鏡の軸上に光點を置き之を鏡の前方 24 裡の處より d 裡だけ鏡より退くるとき像の動く距離を求めよ。

答 $2d/(18+d)$ 裡。

(6) 衝立の前方 8 呎の處に火焰を置き衝立の上に三倍大の像を投せんには如何なる球面鏡を何處に置く可きか。

答 焦點距離 3 呎なる凹鏡を物體より

4 呎の距離に置く可し。

(7) 物體の n 倍大の像を生ずる爲めには焦點距離 f なる凹鏡を物體より幾許の距離に置くを要するか。

答 實像のとき $(n+1)f/n$, 虚像のとき $(n-1)f/n$.

(8) 長さ 3 吋なる物體を半径 2 呎なる凸鏡の前方 6 吋の處に置くとき生ずる像の位置及大きさを求めよ。

答 後方 4 吋, 2 吋.

(9) 屈折稜に直角なる切口が等脚直角三角形なるプリズムの一面に投射する光線がプリズム内に屈折の後斜邊の面に於て全反射を爲す爲めに必要なる投射角の最小値を求めよ。但しプリズムの空氣に對する屈折率を $\frac{3}{2}$ とす。

答 45° .

(10) 硝子板に直角に短き硝子管を接合し管内の板面に標點を設けて之を直上より顯微鏡にて觀測す可し。次に管内に深さ h なる液を盛りたるに顯微鏡の對眼レンズを d 丈け引き抜きて標點が明瞭に觀えたりと云ふ。液の屈折率如何。

答 $h/(h-d)$.

(11) 硝子管の兩端を斜めに磨りて之を軸に 45° 丈け傾き又互に直角を爲す二枚の硝子板にて密封し管内の空氣を排除す。今管軸に沿ふて光線を通過せしむるとき管外に於ける光線の爲す角を求めよ。但し空氣の絶對屈折率は 1.0003 なりとす。

答 $2'$ (約).

(12) プリズムに於て投射光線の投射角 α が與へられたるときプリズム内に於ける屈折光線が對面に於て全反射を爲すときのプリズムの角の最小値を求めよ。但しプリズムの屈折率は n なりとす。

答 $\sin^{-1} \frac{\sin \alpha}{n} + \sin^{-1} \frac{1}{n}$.

附言 §11, 第四十五圖に於てプリズムの角 A が漸次に増加して fg 線が内圓に接線となるときプリズムの角が求むる所の極限角にして、夫れ以上にプリズムの角が増加すれば通過光線に對する作圖は不可能となり全反射の現象が始まるなり。

(13) 屈折率 $\sqrt{3}$ なる透明なる球に 60° の投射角にて投射する光線が球の内部に於て一回反射して球外に出るときは球外に於ける光線は投射光線に平行なる事を證せよ。

(14) 屈折率 1.4, 半径 7 呎なる硝子球内の中心より r 呎の處に目標點在るとき點に最も近き側より之を知るときは點は實際何處に在るかの如くに見ゆるか。

答 $\frac{2}{37}$ 呎丈け表面に近く見ゆ。

(15) 兩凸レンズの屈折率を定めんが爲めに其の焦點距離及兩球面の半径を測りたるに

$f=30.6$ 呎, $r_1=30.4$ 呎, $r_2=31.5$ 呎.

なる結果を得たりと云ふ。屈折率如何。

答 1.528.

(16) 水及硝子の空氣に對する屈折率を夫々 $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$ と採れば水中に沈めたる硝子レンズの焦點距離は空氣中に於ける値の四倍なる事を證せよ。

(19) 平凸及平凹硝子レンズの光心は球面と主軸との交點に在

る事を證明せよ。

(18) 兩球面の半徑相等しき兩凸及兩凹硝子レンズの焦點距離は其の半徑に等しく、又平凸及平凹硝子レンズの焦點距離は其の半徑の二倍に等しき事を證せよ、但し硝子の屈折率は $\frac{3}{2}$ とす。

(19) 長さ 5 寸の物體を焦點距離 8 寸なる凸レンズの前方 12 寸の處に置くとき生ずる像の位置及大きさを求めよ。

答 後方 24 寸, 10 寸。

(20) 衝立の前方 3 呎の處に燭火を置き焦點距離 8 呎のレンズにて衝立の上に燭火の像を結ばしめんにはレンズを何處に置く可きか。

答 燭火より 1 又は 2 呎の處。

(21) 凸レンズの前方 3 吋の處に物體を置き三倍大の像を得たりと云ふ、レンズの焦點距離如何。

答 像が實なるときは $2\frac{1}{4}$ 吋, 虚なるときは $4\frac{1}{2}$ 吋。

(22) 凹レンズの焦點距離を見出す爲めに、レンズの中央部に半徑 2 寸の圓形部を残して全面を黒くし之に直角に太陽の光線を當てたるにレンズの後方 64 寸の處に半徑 10 寸の明るき圓を生じたりと云ふ。レンズの焦點距離如何。

答 16 寸。

(23) 焦點距離 20 寸の凸レンズに收斂光束を投射す、但し投射光線を其儘延長するときは光束はレンズの後方 12 寸の處に於て軸より 0.5 寸だけ隔たれる點に集中す。然るときはレンズを通過する光束の集中する點の位置を求めよ。

答 レンズの後方 6.67 寸, 軸より 28 寸

(24) 凸レンズの前方 a 寸の處に光點 L を置き、レンズの後方 b 寸の處に半徑 R なる凹球面鏡を軸の一致する様に置きたるとき L より發する光線がレンズを通過し鏡にて反射したる後再びレンズを通過して元の點 L に集中する爲めにはレンズの焦點距離如何。

答 $\frac{a(b-R)}{b-(R+a)}$ 。

(25) 屈折率 n , 半徑 r なる硝子半球の平面の側に直角に平行光線を投射するとき通過する光線中中央部に投射する光線が通過の後集中する點を見出せ、又通過後軸と交はる光線中最も球に近く軸と交る點を求めよ。

答 球面より $r/(n-1)$ の距離、球面より $r(1-\cos\alpha)/\cos\alpha$ の距離、但し α は硝子の臨界角にして $\sin\alpha=1/n$ なり。

(26) 焦點距離 15 寸及 30 寸なる二つの凸レンズを接合するときの合焦點距離を求めよ。

答 10 寸。

(27) 焦點距離 8 寸なる凹レンズと焦點距離 6 寸なる凸レンズとを組合すときは合レンズの焦點距離如何。

答 24 寸。

(28) 半徑 r なる硝子製の半球の球面部に渡銀し軸上に於て平面の表面より d なる距離に光線を置くとき、球面より反射して硝子内に結ぶ像が平面の表面より d なる距離に在るときは硝子の屈折率は $r/(r-2d)$ なる事を證せよ、但し投射角及屈折角の正絃と角とは同一視し得るものとす。

(29) 焦點距離 10 吋 なる凸レンズ及凹レンズを 3 吋 の距離に對立し凸レンズの前方 15 吋 の處に物體を置くとき生ずる像の位置を求めよ。 答 物體よりも 2.1 吋 だけレンズに近き處。

(30) 明視距離 6 吋 なる近眼の人が眼前 5 呎 の距離に在る物體を明瞭に見るには如何なる眼鏡を用ゆ可きか。

答 焦點距離 $6\frac{2}{3}$ 吋 なる凹レンズ。

(31) 眼前 48 種 及夫れ以外の調應範圍を有する老眼の人が焦點距離 32 種 の眼鏡を用ゆるときは調應範圍は如何に擴大せらるゝか。 答 19.2 種 及夫れ以外。

(32) 焦點距離 3 吋 の蟲眼鏡を明視距離 10 吋 なる眼の前方 $\frac{1}{2}$ 吋 の處に置き物體を視る爲めには物體を何處に置く可きか。

答 2.28 吋 の距離。

(33) 明視距離 1 呎 なる人が蟲眼鏡を眼に接して物體を見たるに 6 倍 大きく之を見得たりと云ふ。 焦點距離如何。

答 2.4 吋。

(34) 焦點距離 $\frac{1}{2}$ 吋 なる對物鏡と焦點距離 1 吋 なる對眼鏡とを 6 吋 の距離に置きたる顯微鏡あり。明視距離 8 吋 なる眼にて物體を視るには之を何處に置く可きか。

答 對物鏡の前方 $\frac{46}{83}$ 吋。

(35) 焦點距離夫々 $\frac{1}{2}$ 吋 及 1 吋 なる對物鏡及對眼鏡より成る顯微鏡あり。對物鏡の前方 $\frac{3}{4}$ 吋 の處に物體を置き明視距離 12 吋 なる眼にて之を見るには對物鏡及對眼鏡の距離を如何に

調節す可きか。

答 2.42 吋。

(36) 對物鏡の焦點距離 35 種 なる望遠鏡を初め遠方の物體に調節したる後、次に前方 10 米 の距離に在る物體を視んとす。望遠鏡の距離を如何程變化す可きか。

答 3.5 種。

(37) 雙眼鏡の對物鏡の焦點距離 4 吋 にして對物鏡の焦點距離 $1\frac{1}{2}$ 吋 なり。今此の雙眼鏡にて遠方の物體を視るときの倍率及長さを見出せ。 答 $\frac{8}{3}$, 2.5 吋。

(38) 二種の硝子あり、 D 線に對する屈折率は夫々 1.52 及び 1.66 にして A, H 線に對する屈折率の差は夫々 0.013 及び 0.022 なり。今第一種の硝子にて焦點距離 (D 線) 50 種 なるレンズを作り之と組合し A, H 線に對する色消しレンズ系を作らんとするには第二種の硝子にて焦點距離 (D 線) 幾許のレンズを作る可きか。 答 66.67 種。

解 § 84, 公式(37) に依り色消しの條件は次の如し

$$(n_v - n_n) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + (n_v' - n_n') \left(\frac{1}{r_1'} - \frac{1}{r_2'} \right) = 0$$

今 D 線に對する二種のレンズの屈折率及び焦點距離を夫々 μ_D, μ_D' 及 f_D, f_D' とすれば

$$\frac{1}{f_D} = (\mu_D - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right); \quad \frac{1}{f_D'} = (\mu_D' - 1) \left(\frac{1}{r_1'} - \frac{1}{r_2'} \right)$$

此の關係を前式に代入すれば色消しの條件は次の如くなる

$$\frac{n_V - n_R}{f_D(\mu_D - 1)} + \frac{n_V - n_R}{f_D'(\mu_D' - 1)} = 0$$

上式に與へられたる實數を代入すれば

$$\frac{0.013}{-50(1.52 - 1)} + \frac{0.022}{f_D'(1.66 - 1)} = 0,$$

$$\therefore f_D' = +66.6 \text{ 厘.}$$

焦點距離の正號はレンズが凹なる事を示すなり。

(39) 汽車が毎時 60 哩 の速度にて進行せるとき客車の窓に直角に彈丸を射撃し之を貫通し去りたりと云ふ。彈丸の入射せし窓の孔は之に對せる窓の孔よりも一時丈け汽關車に近く且つ相對せる二枚の窓の距離は 10 呎 なりと云ふ。彈丸の客車内の速度如何。

答 10560 [呎/秒].

(40) ニュートン環の裝置に於て波長 589×10^{-7} 厘 なる D 線にて實驗したるに第三番目の暗輪の直徑 1 厘 にして兩硝子面間の氣層を通過する光線が垂線に 60° の傾角を爲すとせば凸レンズの半徑如何。

答 707.4 厘.

(41) 1 耗の幅に 100 個 の線を引きたる廻折格子を用ゐて D 線の波長の測定 (§99 参照) を爲したるに $\theta = 3^\circ 23'$ 及 $6^\circ 47'$ のとき第一及び第二の明線を觀測し得たりと云ふ。D 線の波長如何。

答 0.00005884 厘.

(42) 2 燭光及 32 燭光 の光源を連結する直線上に衝立を立て二つの光源より相等しき照度を受くる爲めには衝立を何處に置く可きか。

答 36 厘, -60 厘.

日 英 獨 術 語 對 譯

第 一 編

總 論

(日)	(英)	(獨)
光	Light	Licht. n
光素	Light corpuscle	Lichtcorpusculum, n
放射說	Emission theory	Emissionstheorie, f
波動說	Wave theory	Wellentheorie, f
エーテル	Ether	Äther, m
光波	Light wave	Lichtwelle, f
熱波	Heat wave	Wärmewelle, f
赤外線	Infra-red ray	Infrarother Strahl, m
化學線	Chemical or actinic ray	Chemischer Strahl, m
紫外線	Ultra-violet ray	Ultravioletter Strahl, m
	※	
光の電磁論	Electromagnetic theory of light	Electromagnetische Theorie des Lichtes, f
輻射エネルギー	Radiant energy	Strahlende Energie, f
變動	Disturbance	Störung, f
ズレの彈性率	Modulus of shearing	Scherungsmodul, m
發光體	Luminous body	Selbstleuchter Körper, m
光源	Luminous Source	Lichtquelle, f
磷光	Phosphorescence	Phosphorescenz, f

温光	Thermo-luminescence	Thermoluminescenz, f
摩擦光	Tribo-luminescence	Triboluminescenz, f
結晶光	Crystallo-luminescence	Krystalloluminescenz, f
化合光	Chemi-luminescence	Chemiluminescenz, f
放電光	Electro-luminescence	Elektroluminescenz, f
暗體	Non-luminous body	Nichtselbstleuchtender Körper, m
透明體	Transparent body	Durchsichtiger Körper, m
不透明體	Opaque body	Undurchsichtiger Körper, m
半透明體	Translucent body	Durchscheinender Körper, m
單色光	Monochromatic light	Monochromatisches Licht, n
單線	Homogeneous ray	Homogener Strahl, m
殘線	Residual ray	Reststrahl, m

第二編

幾何光學

第一章

光の直行

(日)	(英)	(獨)
光の直行	Rectilinear propagation of light	Geradlinige Fortpflanzung des Lichtes, f
光線	Ray of light	Lichtstrahl, m

幾何光學	Geometrical optics	Geometrische Optik, f
物理光學	Physical optics	Physikalische Optik, f
陰影	Shadow	Schatten, m
本影	Umbra	Kernschatten, m
半影	Penumbra	Halbschatten, m
蝕	Eclipse	Finsternisse, f
皆既蝕	Total eclipse	Total Finsternisse, f
部分蝕	Partial eclipse	Partielle Finsternisse, f
金環蝕	Annular eclipse	Ringförmige Finsternisse, f

第二章

光の反射

(日)	(英)	(獨)
光の反射	Reflection of light	Reflexion des Lichtes, f
反射の定律	Law of reflection	Reflexionsgesetz, n
セオドライト	Theodolite	Theodolit, m
平面鏡	Plane mirror	Ebener Spiegel, m
虚像	Virtual image	Virtuelles Bild, n
六分儀	Sextant	Sextant, m
散光	Diffusion of light	Zerstreuung des Lichtes, f
内部散光	Internal diffusion	Innere Diffusion, f

第三章

球面鏡

(日)	(英)	(獨)
球面鏡	Spherical mirror	Sphärischer Spiegel, m
凹鏡	Concave mirror	Concav-Spiegel, m

凸鏡	Convex mirror	Convex-Spiegel, m
軸	Axis	Achse, f
開き	Opening	Öffnung, f
實像	Real image	Reelles Bild, n
實焦點	Real focus	Reeller Brennpunkt, m
共軛焦點	Conjugate foci	Conjugirte Brennpunkte, m
主焦點	Principal focus	Hauptbrennpunkt, m
焦點距離	Focal distance	Brennweite, f
副軸	Auxiliary axis	Neben-Achse, f
主軸	Principal axis	Haupt-Achse, f
中央光線	Central ray	Centraler Strahl, m
球面收差	Spherical aberration	Sphärische Aberration, f
緣光線	—————	Randstrahl, m
軸上收差	Longitudinal aberration	Longitudinale Aberration, f
側面收差	Lateral aberration	Laterale Aberration, f
火線	Caustic Curve	Caustische Curve, f
火面	Caustic surface	Brennfläche, f
エピサイコロ イド	Epycycloid	Epycykel, f
拋物線鏡	Parabolic mirror	Parabolischer Spiegel, m
準線	Directrix	Direktrix, f
日本魔鏡	Japanese magic mirror	Japanischer magischer Spiegel, m

第四章

光の屈折

(日)	(英)	(獨)
光の屈折	Refraction of light	Brechung des Lichtes, f
屈折光線	Refracted ray	Gebrochener Strahl, m
絶対屈折率	Absolute index of refraction	Absoluter Brechungs-exponent, m
全反射	Total reflection	Totale Reflexion, f
臨界角	Critical angle	Kritischer Winkel, m
プリズム	Prism	Prisma, n
屈折稜	Refracting edge	Brechende Kante, f
屈折角	Refracting angle	Brechender Winkel, m
フレ	Deviation	Ablenkung, f
最小のフレ	Minimum deviation	Minimumablenkung, f

第五章

レンズ

(日)	(英)	(獨)
レンズ	Lens	Linse, f
凸レンズ	Convex lens	Konvexe Linse, f
兩凸レンズ	Double convex lens	Bikonvexe Linse, f
平凸レンズ	Plano-convex lens	Plankonvexe Linse, f
凸凹レンズ	Convexo-concave lens	Konvexkonkave Linse, f
凹レンズ	Concave lens	Konkave Linse, f
兩凹レンズ	Double concave lens	Bikonkave Linse, f
平凹レンズ	Plano-concave lense	Plankonkave Linse, f
凹凸レンズ	Concavo-convex lens	Konkavkonvexe Linse, f

收集レンズ	Converging lens	Sammellinse, f
發散レンズ	Diverging lens	Zerstreuungslinse, f
焦點	Focus	Brennpunkt, m
共軛焦點	Conjugate foci	Conjugirte Brennpunkte, m
主焦點	Principal focus	Hauptbrennpunkt, m
焦點距離	Focal distance	Brennweite, f
中央光線	Central ray	Centraler Strahl, m
光心	Optical centre	Optischer Mittelpunkt, m
副軸	Auxiliary axis	Nebenachse, f
主軸	Principal axis	Hauptachse, f
開き	Aperture	Öffnung, f

第六章
眼

(日)	(英)	(獨)
角膜	Cornea	Hornhaut, f
白膜	Sclerotic	Harte Haut, f
虹彩膜	Iris	Regenbogenhaut, f
瞳孔	Pupil	Pupille, m
水晶體	Crystalline lens	Krystallinse, f
水樣液	Aqueous humor	Kammerwasser, m
硝子體	Vitreous body	Glaskörper, m
脈絡膜	Choroid	Aderhaut, f
網膜	Retina	Netzhaut, f
健眼	Normal eye	Normalauge, n
調節	Accommodation	Accommodation, f
明視距離	Distance of distinct vision	Deutliche Sehweite, f

近視眼	Short-sighted eye	Kurzsichtiges Auge, n
遠視眼	Long sighted eye	Weitsichtiges Auge, n
視角	Visual angle	Schwinkel, m
盲點	Blind spot	Blinde Fleck, m
黃點	Yellow Spot	Gelber Fleck, m
視軸	Visual line	Gesichtlinie, f
光角	Optical angle	Optischer Winkel, m
實體鏡	Stereoscope	Stereoscop, n

第七章

光學器械

(日)	(英)	(獨)
蟲眼鏡	Simple microscope	Lupe, f; oder einfaches Mikroskop, n
倍率	Magnification	Vergrößerung, f
顯微鏡	Microscope	Mikroskop, n
對物レンズ	Objective	Objectiv, n
對眼レンズ	Eye-piece	Okular, n
望遠鏡	Telescope	Teleskop, n
雙眼鏡	Operaglass	Opernglas, n
正の對眼レンズ	Positive eye-piece	Positives Okular, n
負の對眼レンズ	Negative eye-piece	Negatives Okular, n
幻燈器械	Projection apparatus	Projektionsapparat, m
コンデンサー	Condenser	Condensator, m
日光顯微鏡	Solar microscope	Sonnen-Mikroskop, n
日光鏡	Heliostat	Heliostat, m

第八章

光の速度の測定

(日)	(英)	(獨)
アベラシヨン	Aberration	Aberration, f
アベラシヨンの常數	Aberration constant	Aberrationskonstante, f
細隙	Slit	Spalt, m

第九章

光の分散

(日)	(英)	(獨)
分散	Dispersion	Zerstreuung, f
スペクトル	Spectrum	Spectrum, n
純粹なるスペクトル	Pure spectrum	Reines Spectrum, n
分光器	Spectroscope	Spektroskop, n
コリマートル	Collimator	Kollimator, m
フラウンホーヘル線	Fraunhofer's lines	Fraunhofer'sche Linien, f
地上線	Telluric lines	Tellurische Linien, f
分光計	Spectrometer	Spektrometer, n
分散率	Dispersive power	Relative Dispersion, f
色消しプリズム	Achromatic prism	Achromatisches Prisma, n
直視プリズム	Direct-vision prism	Geradsichtiges Prisma, n

直視分光器	Direct-vision spectroscopie	Geradsichtiges Spektroskop, n
色収差	Chromatic aberration	Chromatische Aberration, f
色消しレンズ	Achromatic lens	Achromatische Linse, f
虹	Rainbow	Regenbogen, m
有効光線	Efficient rays	Wirksame Strahlen, m

第三編

物理光學

第一章

光の干渉

(日)	(英)	(獨)
複プリズム	Biprism	Biprisma, n

第二章

光の廻折

(日)	(英)	(獨)
輻射角	Angle of radiation	Strahlungswinkel, m
廻折	Diffraction	Beugung, f
廻折格子	Diffraction grating	Beugungsgitter, n
標準スペクトル	Normal spectrum	Normalspektrum, n

第三章

スペクトルの性質

(日)	(英)	(獨)
連続スペクトル	Continuous Spectrum	Kontinuierliches Spektrum, n
輝線スペクトル	Line spectrum	Linienpektrum, n
分光管	Spectral tube	Spektralröhre, f
スペクトル分析	Spektrum analysis	Spektralanalyse, f
吸収スペクトル	Absorption spectrum	Absorptionsspektrum, n
スペクトル線の逆出	Reversal of spectral lines	Umkehrung der Spektrallinien, f
變則分散	Anormalous dispersion	Anormale Dispersion, f
正分散	Normal dispersion	Normale Dispersion, f
表面色	Surface color	Oberflächenfarbe, f
色の感覺	Color sensation	Farbenempfindung, f
餘色	Complementary color	Komplementäre Farbe, f
三原色	Three primary colors	Drei Grundfarben, f

第四章

光度の測定

(日)	(英)	(獨)
光の強さ	Intensity of light	Lichtintensität, f
照度	Intensity of illumination	Beleuchtungstärke, f
光度	Illuminating power	Leuchtkraft, f
光度の測定	Photometry	Photometrie, f

燭光	Candle power	Kerzenstärke, f
米燭光		Meterkerze, f
光度計	Photometer	Photometer, n

第五章

輻射線

(日)	(英)	(獨)
示差空氣寒暖計	Differential air thermometer	Differenzluftthermometer, n
熱電推	Thermopile	Thermosäule, f
輻射顯微計	Radio-micrometer	Radiomicrometer, n
ボロメーター	Bolometer	Bolometer, n
透熱	Diathermanous	Diatherman
不透熱	Athermanous	Adiatherman
熱色	Thermal color	Thermochrose, f
吸收率	Absorptive power	Absorptionsvermögen, n
完全に黒き物體	Perfectly black body	Vollkommen schwarzer Körper, m
放射率	Emissive power	Emissionsvermögen, n
輻射律	Law of radiation	Strahlungsgesetz, n
全輻射	Total radiation	Gesamtstrahlung, f
太陽の常數	Solar constant	Sonnenkonstante, f
螢石	Fluorspar	Flusspat, m
螢光體	Fluorescing body	Fluoreszierender Körper, m
化學線	Chemical or actinic ray	Chemischer oder aktinischer Strahl, m
輻射壓	Radiation pressure	Strahlungsdruck, m
反射係數	Coefficient of reflection	Reflexionskoeffizient, m

第六章

偏光

(日)	(英)	(獨)
平面偏光	Plane polarised light	Geradlinig polarisirtes Licht, n
偏光	Polarised light	Polarisirtes Licht, n
振動面	Plane of vibration	Schwingungsebene, f
偏光面	Plane of polarisation	Polarisationsebene, f
部分偏光	Partially polarised light	Theilweise polarisirtes Licht, n
偏光角	Angle of polarisation	Polarisationswinkel, m
偏光器	Polariscope	Polariscop, n
起偏器	Polariser	Polarisator, m
檢偏器	Analyser	Analysator, m
電氣石缺	Tourmaline pincette	Turmalinzange, f

第七章

複屈折

(日)	(英)	(獨)
複屈折	Double refraction	Doppelbrechung, f
主軸	Principal axis	Hauptachse, f
光軸	Optical axis	Optische Achse, f
主面	Principal plane	Hauptschnitt, m
常光線	Ordinary ray	Ordentlicher Strahl, m
非常光線	Extraordinary ray	Ausserordentlicher Strahl, m

單軸結晶體	Uniaxial crystal	Einaxiger Krystall, m
複軸結晶體	Biaxial crystal	Zweiaxiger Krystall, m
負結晶體	Negative crystal	Negativer Krystall, m
正結晶體	Positive crystal	Positiver Krystall, m

第八章

色偏光

(日)	(英)	(獨)
色偏光	Chromatic polarisation	Chromatische Polarisation, f

第九章

(日)	(英)	(獨)
右旋水晶	Right handed quartz	Rechtsquartz, m
左旋水晶	Left handed quartz	Linksquartz, m
圓偏光	Circularly polarised light	Kreisförmig polarisirtes Licht, n
比旋率	Specific rotation	Specifisches Drehungsvermögen, n
糖量計	Saccharimeter	Saccharimeter, n

所有權著作

實驗及
理論
物理學

光學

(定價金貳圓貳拾錢)

明治四十一年十一月一日印刷
明治四十一年十一月五日發行

定價金貳圓貳拾錢

大正九年一月一日增訂第十八版印刷
大正九年一月五日增訂第十八版發行

校閱者 理學博士 村岡範為馳

編纂者 理學士 森總之助

發行者 大阪市南區安堂寺橋通三丁目五十三番地 株式會社 積善館
代表者專務取締役 佃要三郎

印刷者 大阪市西區阿波座一番町二番地 堀越幸

發行所 大阪市南區安堂寺橋通三丁目五十三番地 株式會社 積善館
振替 大阪二九八一番地
振替 東京二〇六六番

特276

248

終