

始

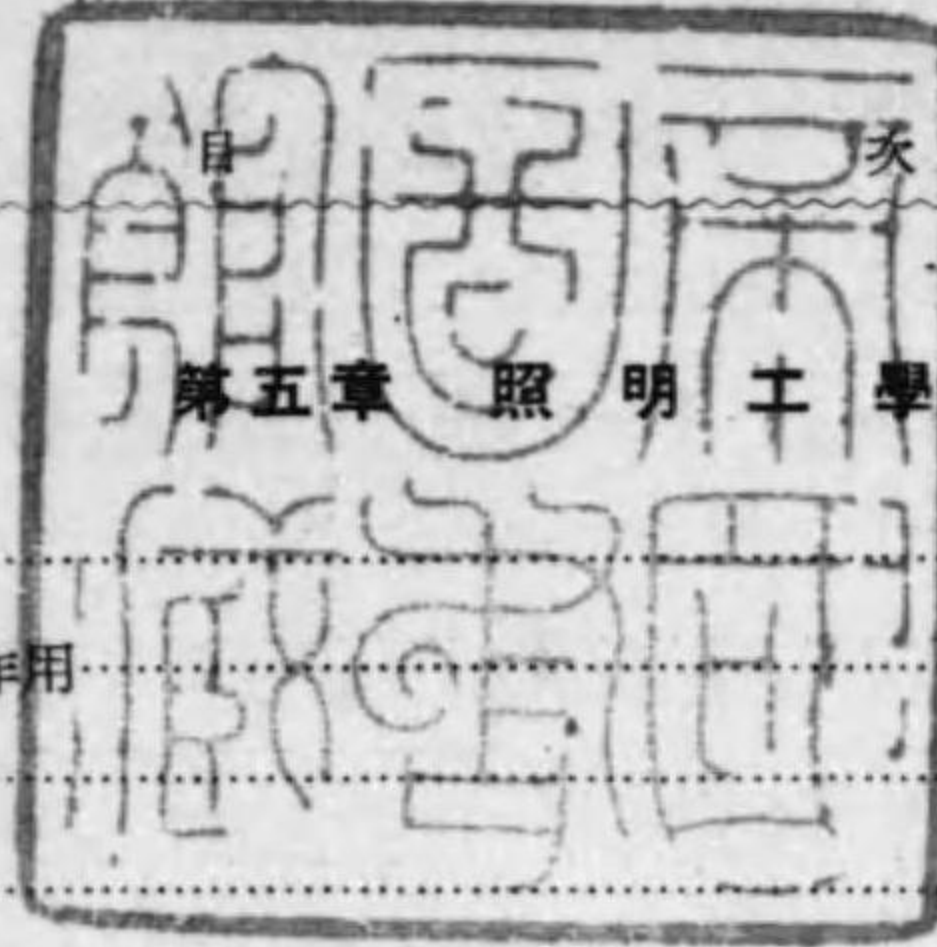


電 燈 照 明

其 二

77—170

電 機 學 校 編



1. 照明工學.....77

2. 肉眼の構造及作用.....78

3. 眩輝.....79

4. 擴散反射.....80

5. 反射笠.....82

6. 透過.....83

7. 照度.....84

8. 逆二乗の法則.....86

9. 斜照面.....87

10. 水平面照度と垂直面照度.....89

第六章 照明設計

1. 明視要素.....98

2. 光束發散度.....99

3. 推奨照度.....101

4. 直接照明, 間接照明.....104

5. 全般照明, 局部照明.....108

6. 光束法.....110

7. 電燈配置.....111

8. 屋内照明.....115

9. 街路照明.....117

第七章 測光學

1. 光度單位.....124

2. 光度計.....125



| | |
|----------------|-----|
| 3. 交照光度計..... | 129 |
| 4. 照度測定..... | 131 |
| 5. 光束計..... | 134 |
| 6. 配光曲線..... | 136 |
| 7. ルーソー線圖..... | 137 |
| 8. 物理測光..... | 141 |
| 9. マツダ照度計..... | 143 |

第八章 特殊照明

| | |
|-----------------|-----|
| 1. 溢光照明..... | 150 |
| 2. 建築化照明..... | 152 |
| 3. 舞臺照明..... | 153 |
| 4. 廣告照明..... | 156 |
| 5. 航空照明..... | 158 |
| 6. 電燈の特殊應用..... | 160 |
| 7. 董外線..... | 163 |
| 8. 電燈料..... | 166 |

— 終 —

第五章 照明工學

1. 照明工學 照明 (illumination) と言ふ言葉が何を表はすか未だ定められて居ない様であるが、光で物を照らす事から、それを見ての感じ及び其の應用にまで及んで居る様である。

元來物を視るには、物を照らす光と、見られる物とそれを見る肉眼とが必要である。それ等との關係から、其の利用や應用を研究するのが照明工學 (illuminating engineering) と言ふ事が出来る。

従つて照明工學の内には各種電燈の研究は勿論、電燈以外の光源即ち晝光や瓦斯其の他燃料光の研究から、その強さや數量並に配置とか配光を支配する外球や反射笠の選定又は設計もあるし、又照らされる物の形狀や色に就ても考へなければならず、見る側の肉眼の構造や作用をも研究する必要がある。

更らに進んで見た上の感じも重要であるから、美學や心理學にも關係して來るし、建物に取付けたり之を照したりする關係で建築學にも重大な關係がある。之を要するに是等の學問が綜合して別に照明工學なる一分科が出来たのである。

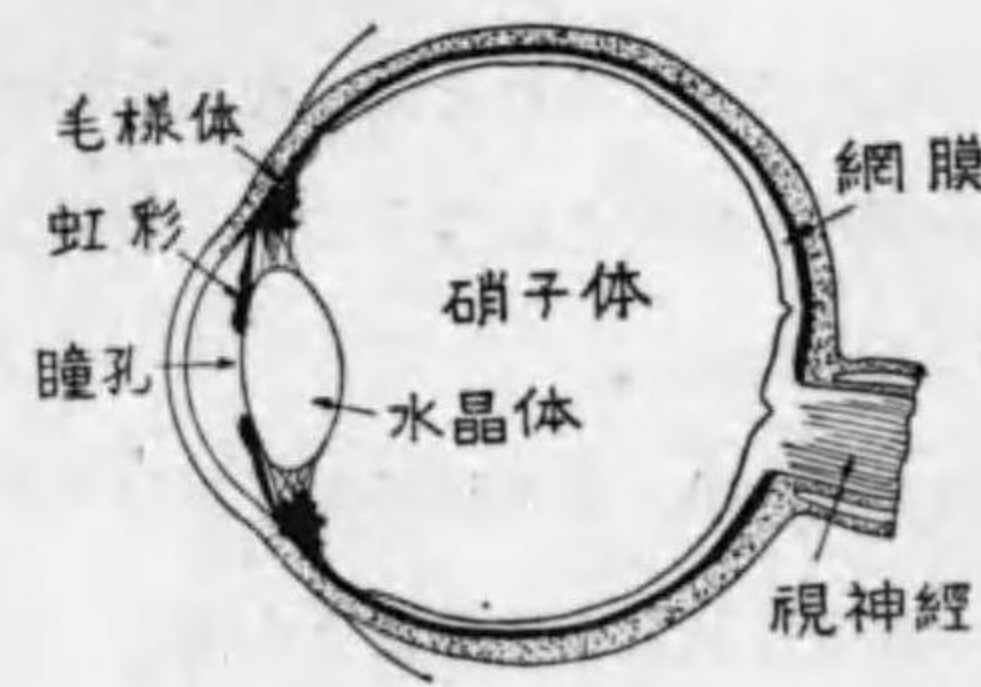
元來人類が地球上に現れてから 50 萬年を経て後に火が發明されたので、それ迄に吾人の肉眼は晝光に馴らされてしまつた。火の發明以後今日迄は僅かに 5000 年、電燈の發明以後 60 年に過ぎないのであるから、吾人の肉眼は未だ燈火に適應するに到らない。従つて肉眼の夜間使用は色々無理があつて、吾人の肉眼が次第に悪くなつて來る傾向にある。そこで最近之

を防止の必要が痛感せられ、明視科學 (science of seeing) が全世界を風靡して、視る事を科學的に研究される様になつた。

2. 肉眼の構造及作用

第 5-1 圖は肉眼の垂直断面の略圖である。網膜に像が結ぶと視神経に依つて腦に傳へられ、吾々は視る

第 5-1 圖



肉眼の垂直断面

事が出来るのである。水晶體は精巧なレンズで、視ようとするものの遠近に応じて毛様體の作用を受けて其の焦點距離を變へ、丁度像が網膜上に結ぶ様に自動的に調節する。近視や遠視はこの水晶體の調節作用が不

補助する必要がある。

虹彩は寫眞器の絞に相當し、眼に入る光の量をこれ亦自動的に調節する。瞳孔とは虹彩が開いて生じた孔で、之からだけ光が眼の中に入る。硝子體は形をつくる爲の内容物である。

遠い所を見ようとする時、水晶體が扁平になると同時に瞳孔は擴がつて多量の光をとり入れてハッキリ見える様にする。之に反し近くのものを見る時には水晶體は丸くなり瞳孔は小になる。別に明暗に依る瞳孔の變化もある。

然しこの虹彩の動作は相當に緩慢であるので、晝間映畫館に入ると暫くは何も見えない。然し時の經つに従つて周圍がハッキリ見えて來るのは瞳孔が次第に擴がつて來る爲である。

3. 眩 輝

光の刺戟が過度である爲にハッキリと見えぬ感覺を眩輝と言ふ。従つて照明の設計に際しては出来るだけ眩輝を感じない様にする事が必要である。

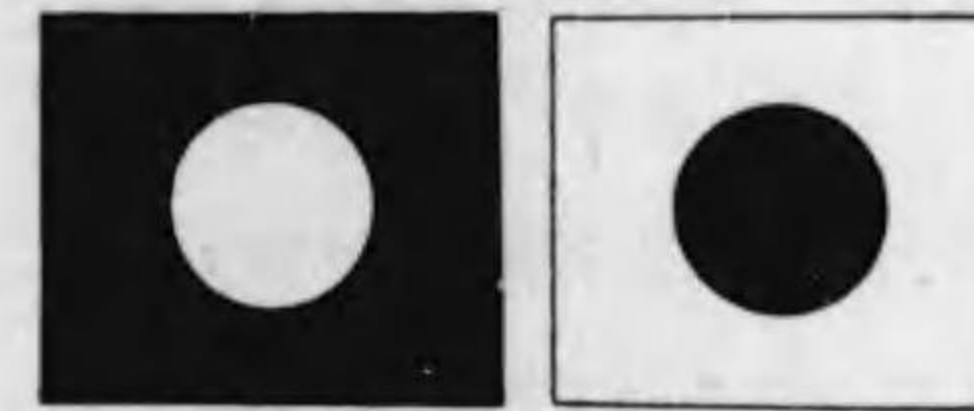
眩輝を生ずる原因としては

- イ 暗い所から明るい所に行つたのに虹彩の働が遅れる爲 (一時眩輝)
- ロ 光源の輝度が高すぎたり或は眼に入る光束が多すぎる爲
- ハ 輝度が著しく違ふものが並んで居るので、虹彩がどちらに調子を合せて良いか解らぬ爲 (對比眩輝)

等が主なものである。その點から透明硝子の裸電球が見える所にある事は出来るだけ避けなければならない。

尙肉眼には殘像作用と言つて、一時網膜に映つた像は暫時の間は續けて見える作用がある。火のついた線香を廻すと火の輪が見えたり、1/16 秒毎に 1 度消えて又映る映畫 (トーキーでは 1/24 秒毎) が連續して見えるのはこの作用に依る。

第 5-2 圖



光 滲

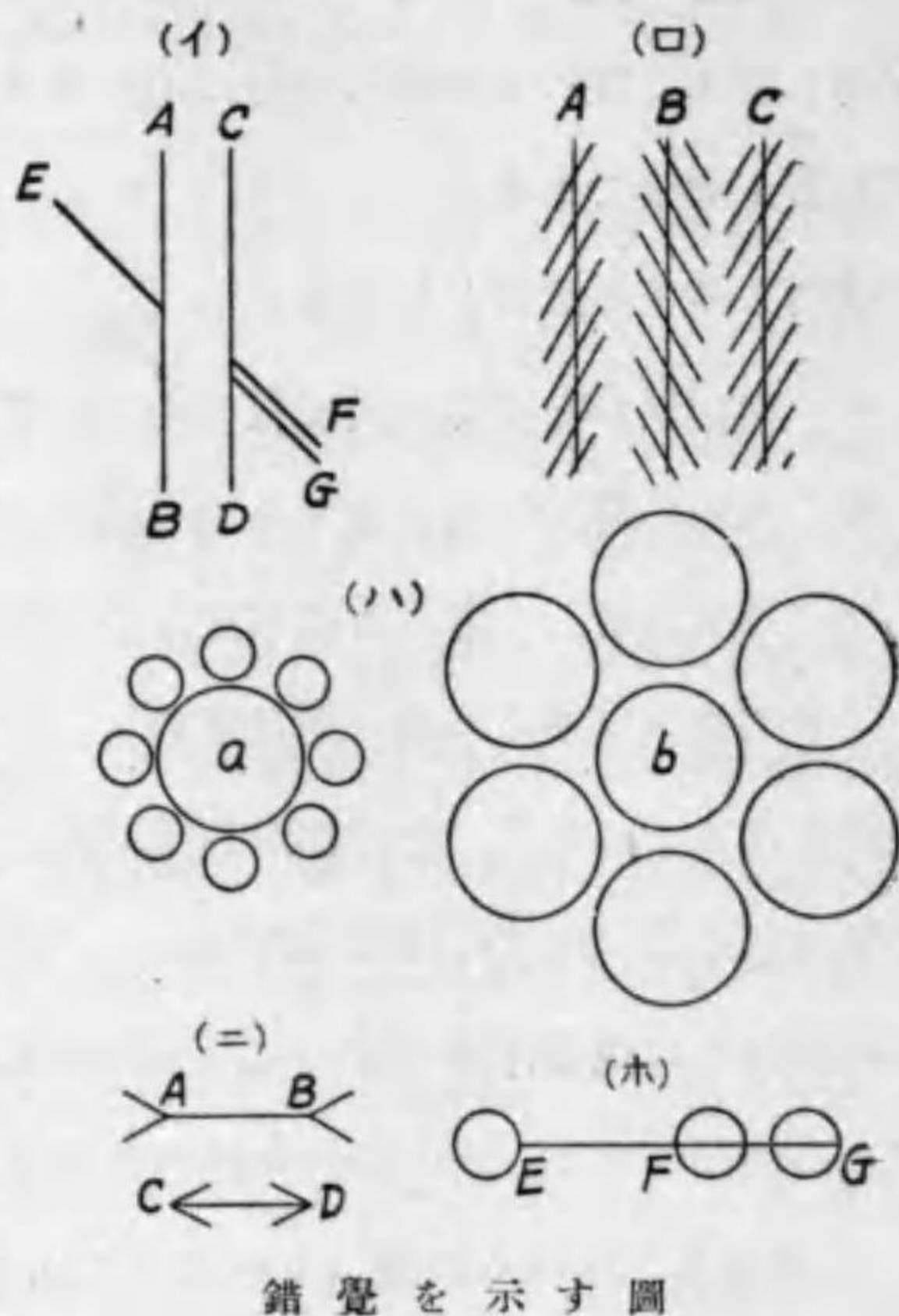
吾々の肉眼は仲々良く出來た道具であるが、然し又缺點もある。上述の眩輝も其の一つだが、同一直徑の圓を黒地に白く書いたものと、白地に黒く書いたものとは、並べて比

べて見ると前者が大きく見える、之を光滲と言ふ (第 5-2 圖)。

又 AB と CD とが平行であると一直線である EG が反つて曲つて見え、曲つて居る EF が一直線に見える (第 5-3 圖イ)。又同ロ圖で $A, B,$

第 5-3 圖

Cなる3本の直線は實際は平行であるが、曲つて見える。又ハ圖で a 圓と b 圓とは同一直徑だが、さうは見えぬ。又ニ、ホ圖にて AB, CD, EF, FG は何れも同一長さだが、さうは見えぬ。之等を錯覺と言ふ。



4. 擴散反射

光が鏡又は水平面の様なものに當ると反射をする。其の際は (1) 入射方向と反射方向と入射點で反射面に立てた法線とは同一平面上にある、(2) 入射角と反射角

とは相等しい。斯くの如き反射を整反射 (regular reflection) と稱する。整反射の場合には一般に反射面は見えず、反射面の向ふ側に光源の像が見える。

然し此の紙面に電燈の光をあてた場合は、電燈は丸で見えず、照らされた紙が見える。勿論之は電燈の光が反射して見えるのであるが、斯くの如き反射を擴散反射 (diffused reflection) と稱する。之は反射面に無数の小凹凸があつて甚だ不規則な反射をする爲である。

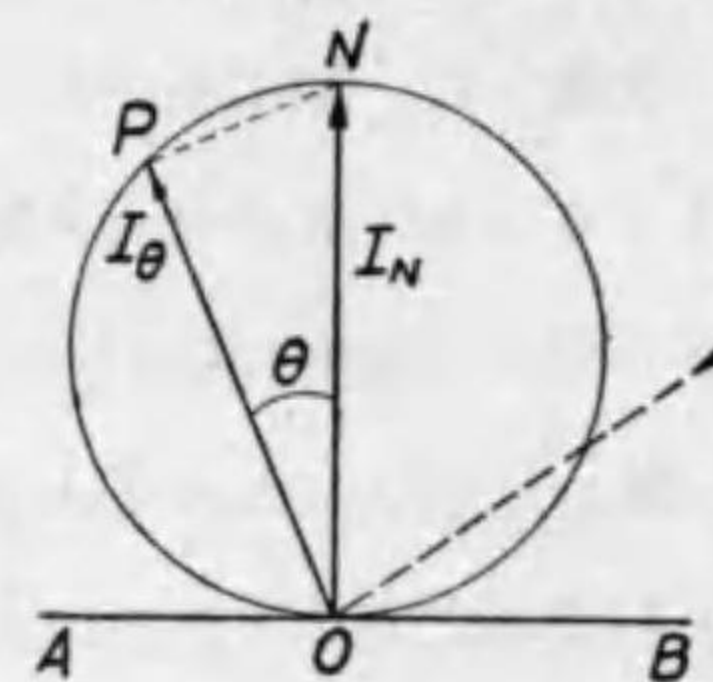
然し艶のある紙を電燈で照した時に丁度整反射の方向から紙面を見ると、キラキラして強い輝光を呈し、紙面は良く見えない。之は反射面が多分に

整反射の傾向を有する爲である。

所が酸化マグネシウムや白色吸墨紙に光が當ると、その當る光の方向の如何に係らず常に同一の反射をする性質がある。その反射は反射面に法線の方に最大で、法線と θ をなす總べての方向の反射は常に法線方向の反射の $\cos \theta$ 倍である。そこで斯の如き反射を完全擴散反射 (perfect diffused reflection) と稱する。

第 5-4 圖

完全擴散反射の配光曲線は圓形を呈する。何んとなれば O 點に光が入射した時 (その方向は定義に依つてどつちでも良い) 反射面 AB に對し法線の方に最大光度を有する。之を $ON = I_N$ とする (第 5-4 圖)。ON と θ の角をなす方向の光度 OP を I_θ とすると



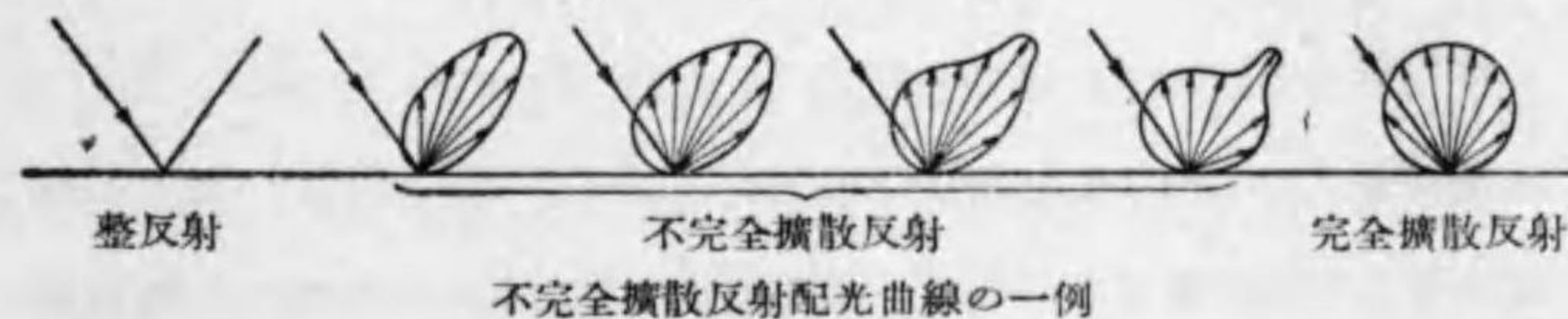
完全擴散反射

$$I_\theta = I_N \cos \theta \dots\dots\dots (5-1)$$

なる關係が常に存在する。すると $\triangle OPN$ の $\angle OPN$ は直角であつて $\angle OPN$ が常に直角である場合の $\triangle OPN$ の頂點 P の軌跡は ON を直徑とする圓である。但しこれは紙面だけを考へたので、立體的に考へれば配光曲線は球になる。

完全擴散反射でない擴散反射を總稱して不完全擴散反射と稱する。それは千差萬別であるが、其の配光曲線の二三の例を第 5-5 圖に示した。兩

第 5-5 圖



不完全擴散反射配光曲線の一例

側に整反射と完全擴散反射とを附記して置いた。左端は整反射に近いもので整反射の方向に最大光度を有し、多少其の周圍に光が洩れたと言ふ形であり、右端のものは大體が完全擴散反射で、唯整反射の方向に少し光度が強いと言ふ程度である。

完全擴散反射面は理論的のものではあるが、石膏、吸墨紙、酸化亜鉛、炭酸マグネシウム等は殆んど之に近い反射をする。

例題 1. 酸化亜鉛が完全擴散反射をするとして、其の反射率を 87% とするとき、其の最大光度が 50 燭とすれば、垂直と 40° の方向の光度及び入射光の光度如何。

解 $I_{40} = I_N \cos 40^\circ = 50 \times 0.766 = 38.3$ 燭
入射光の光度は入射光の方向不明なれば求められず。

5. 反射笠 光の反射の理を應用して光源より發射する光束の内比較的不用な上及び横方向の光束を反射させて必要な下方向に向はせる目的に使用するものを**反射笠**(shade)と言ふ。尤も往々其の目的を離れ室内裝飾品とする目的のものもある。

適當な反射笠を使用すると其の照明すべき場所の光束分布を之を使用しない場合に比べて照明の目的に一層良く適合させる事が出来る。

笠を使用の目的から三種に分けられる。

擴照型 (extensive type)

強照型 (intensive type)

集照型 (forcussing type)

擴照型は光束を広げる目的に、集照型は一點に集める目的に、強照型は

其の中間である。第 5-6 圖は此の 3 種の反射笠を直線織條電球に使用した場合の垂直配光曲線の變化を示したもので、笠を使用しない場合のも附記して置いた。

別に擴照型を廣照型と汎照型とに分けた分類法もある。

一般に集照型は深い笠で、擴照型は浅く、強照型は其の中間である。

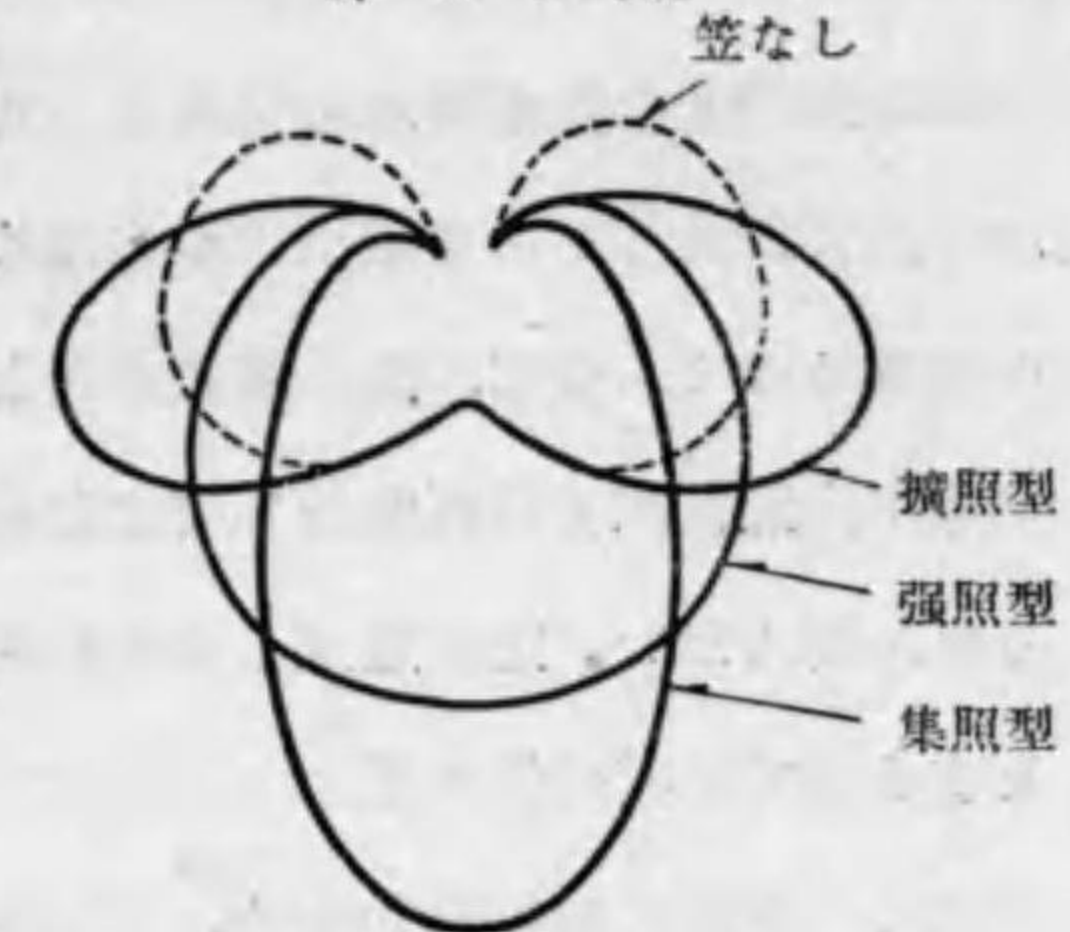
同一笠でも光源を深く入れれば集照型に近づき、浅く出すと擴照型に近づいて来る。

反射笠には織物及び紙が稀に使用されるが裝飾が主である。多くは金属か硝子で作られる。

金属製のものには反射面を磨いたもの、ペンキ又はエナメル塗仕上、磁性エナメル塗仕上、アルミニウム・ブロンズラッカー仕上、プリズム仕上等がある。何れも能率は良好であるが、天井が眞暗となつて不愉快であるので、能率を重んずる工場に限つて使はれる。硝子製にも乳色硝子、艶消硝子、プリズム仕上等色々あり、又硝子材料に依つても色々の名がある、ベルリア硝子、嫦娥硝子等其の一例である。

6. 透過 光が何かを透過した場合にも反射と同様の事を生ずる。極めて薄い上等の硝子ならば、光は硝子を透過後も元の方向に直進する。従つて吾々は光源を其の儘に見る事が出来る。之を**整透過** (regular

第 5-6 圖

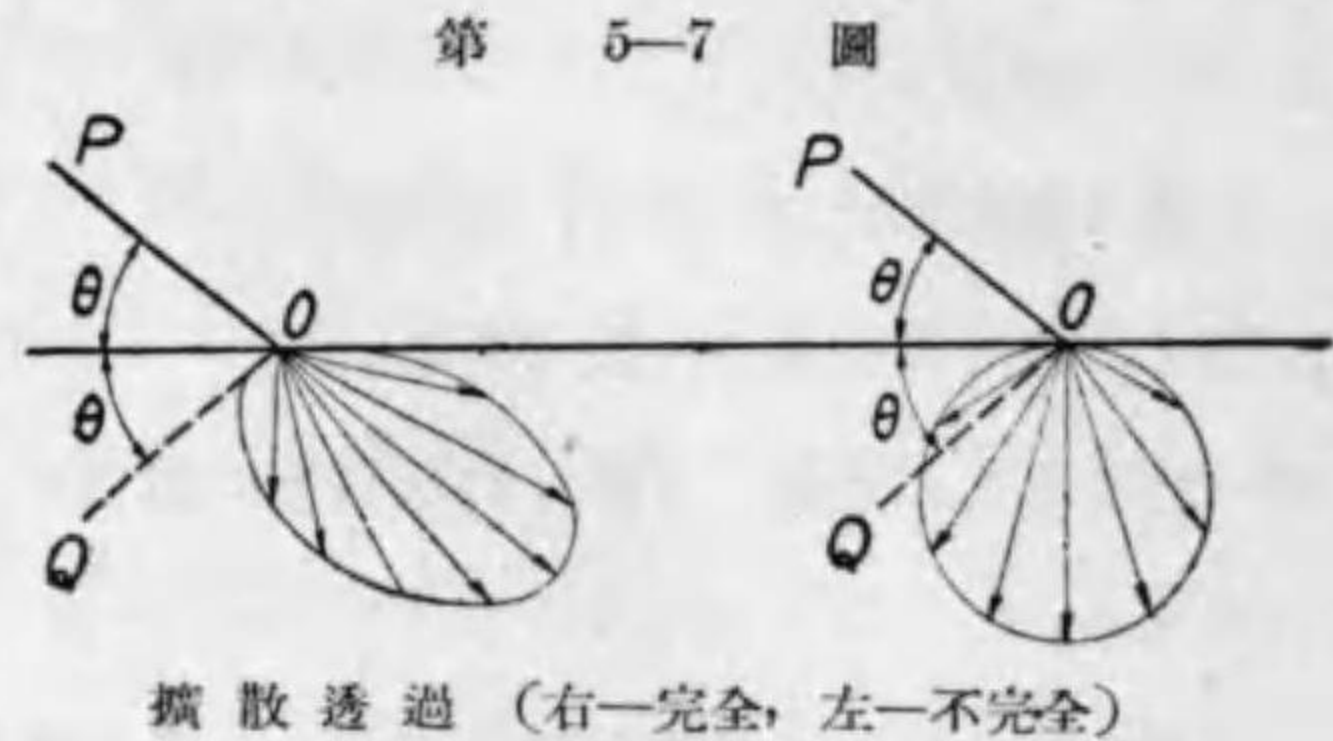
反射笠の使用に依る
垂直配光曲線の變化

transmission) と稱する。透明電球や窓硝子の透過は此の例である。

所が點火した艶消電球を見ると、光源の形はハッキリ見えないが、硝子球の内部に光源がある事は明かに認められる。之は透過後に光が擴散したのに依るのであつて、之を擴散透過と稱する。

所が全照電球(37頁参照)では硝子球其のものが光り、内部に光源がある事が解らない。之は透過した光が入射の方向の如何に關せず一様の透過をする爲で、其の光の配

布は完全擴散反射の場合
と同一である。之を完全
擴散透過と名付ける。即
ち第5-7圖でPOから
來た光が透過後の光の分



第 5-7 圖

布は恰も光が QO から入射した時の反射の有様と全く同一である。

外球又は全包圍器具(第5-8圖)の目的は

1. 輝度を減じて眩輝を感じない様にする
2. 配光を希望する様に制御する
3. 電球の保護及び裝飾

の何れかであつて、夫々の目的に添ふ様に設計せられる外、透過率が大である事が必要である。



第 5-8 圖

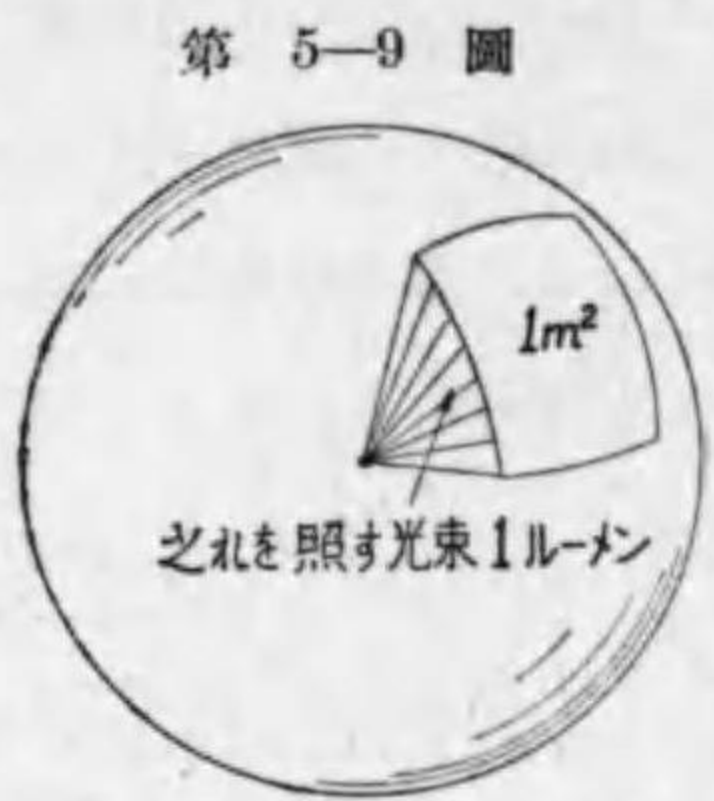
全 包 圍 器 具

7. 照 度 或る面が光で照ら

された度合を表はすに照度(intensity of illumination)を以てする。俗に明るいか暗いか言ふのは、それから輻射して眼に入る光束の多少に依るのであるが、それが光源でない場合は他の光源から照らされ、之から反射又は透過して來た光束に依るのである。其の照らされた度合が照度であるから、明るさは照度と反射率又は透過率とに關係する譯であるが、反射率なり透過率なりが同一の場合は照度が大なれば明るいと言へる。

照度は一定面積に照射する光束に比例し、其の方向には無關係である。1 平方メートルに1ルーメンが照射した割合の照度を1ルクス(lux)と稱する。今直径1mの球の中心に總べての方向の光度が1燭である均等點光源を

置いた場合を想像すると、其の内面の照度は1燭の光源から1mの距離で照らされて居る。又1燭の點光源からは4πルーメンの光束を均等に射出し、この球の内面の面積は4πm²であるから、この内面の1m²は1ルーメンの光束で照射された割合になる。従つて1燭の點光源から1米離れた點で光源の方向と直角な面上の照度を1米燭と呼んだが、之は丁度1ルクスに等しい。従つて米燭と言ふ單位は近頃は使はれない。



第 5-9 圖

米燭とルクス

又1燭の點光源から1呎又は1尺離れた點で光源の方向と直角な面上の照度を呎燭又は尺燭と呼んだ。前者は英米で今尙使はれて居るが後者は我が國でも最早使はれない。此の二者の大きさは略同一で1m²=1/0.0918平方尺=1/0.0929平方呎であるから、大約呎燭又は尺燭を單位として表はした數を10倍すればルクス單位の數値が得られる。

例題 1. 吾人の讀書には衛生上から 10 尺燭の照度を必要とすると言ふ。ルクス単位にては何程か。

解 $10 \times 10 = 100$ ルクス (大約)

之は正しく計算すると 108 ルクスとなるが、肉眼で 1 割程度の照度の相違の識別は困難である上に其の必要もないので、照度は大略の数値が與へられれば宜しく、従つて 10 倍として少しも差支へない。

8 逆二乗の法則 光は直進するものであるから、點光源から n 倍離れた所では同一

光束が n^2 倍の面積に広がる。従つて照度は $1/n^2$ になる、即ち距離の二乗に逆比例する。固より光

度が m 倍となれば、其の輻射する光束も m 倍で、同一面積に照射する光束も亦 m 倍になるから、照度は光度に比例をする。即ち

照度 = $\frac{\text{光束 (ルーメン)}}{\text{面積 (平方米)}} \text{ルクス} \dots\dots\dots(5-2)$

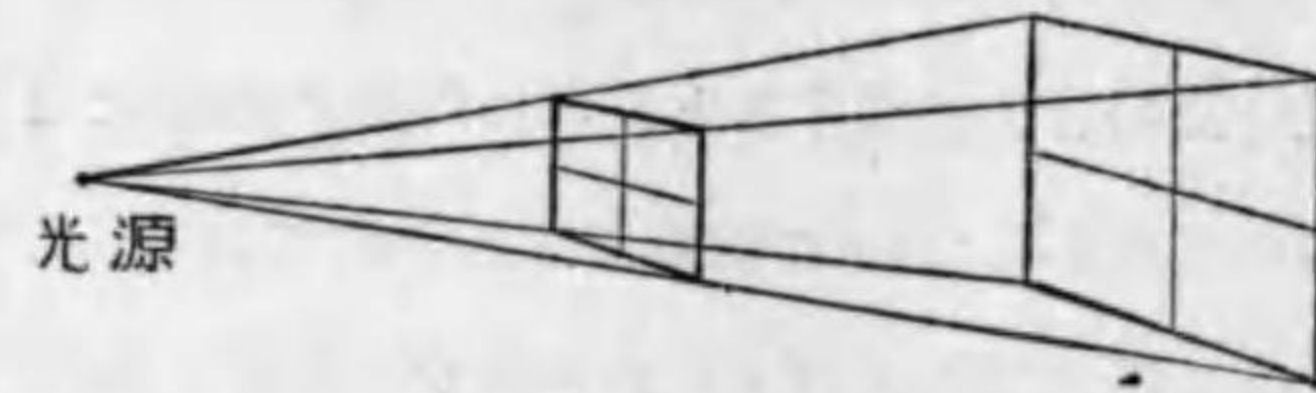
又は 照度 = $\frac{\text{光度 (燭)}}{[\text{距離 (米)}]^2} \text{ルクス} \dots\dots\dots(5-3)$

例題 1. 或る面の 5 平方極に 0.2 ルーメンの光束が照射せりと言ふ。其の照度如何。

解 照度 = $\frac{0.2}{5 \div 100^2} = 400$ ルクス

例題 2. 或る面の照度が 150 ルクスなりと言ふ。20 平方米に照射した光束如何。

第 5-10 圖



逆二乗の法則

解 光束 = 照度(ルクス) × 面積(平方米) = $150 \times 20 = 3000$ ルーメン

例題 3. 4 m 平方の室の床面の平均照度は 50 ルクスなりと言ふ。今室の中央に天井より垂された電球の輻射した光束の 60% が床面に照射したと假定すれば、其の電球のワット数如何。

解 4 m 平方の室の床面積は 16 m^2 であるから、

光源光束 = $50 \times 16 \div 0.60 = 1330$ ルーメン

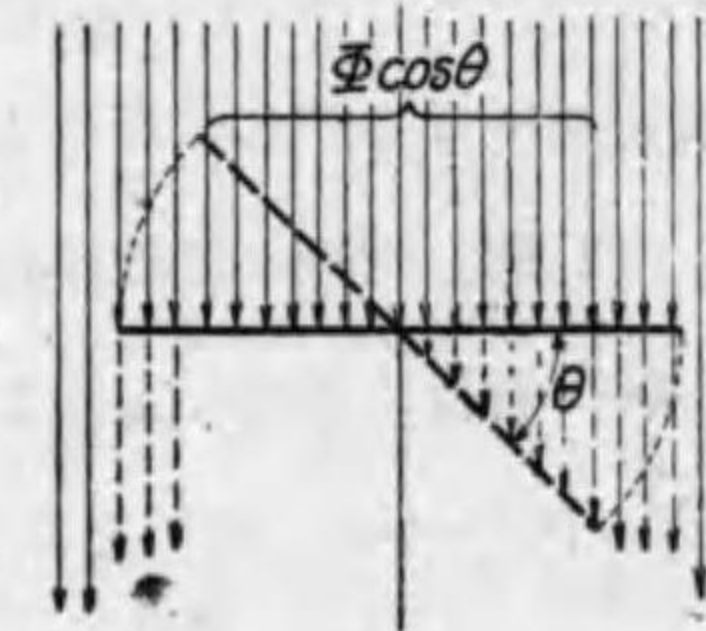
依つて本電球は 100 ワット瓦斯入電球である (註を見よ)。

註 $800 \div 0.6 = 1333$ であるが、50 ルクスも 0.60 も餘り精確な数ではないのであるから、それを使つた計算の答は 3 桁に止めて四捨五入すべきである。尙 100 ワット瓦斯入電球の標準光束は 1300 ルーメンであるが $\pm 15\%$ の公差が認められて居るから、1105 乃至 1495 ルーメンならば 100 ワット電球と認めて宜しいのである。

9. 斜照面 或る平面の照度は其の平面に入射する光束の量にのみ關係し、其の方向に無關係である事は一寸間違つて居る様にも思はれるが、完全擴散面では其の反射光又は透過光が光源の方向に無關係な事柄から見ても誤つて居ない事が解る。

第 5-11 圖

今太陽からの様な均等平行光線が面積 $S \text{ m}^2$ なる平面を直角に照す場合を考へるに、この平面に照射した光束を Φ ルーメンとすれば、此の場合の照度は $E = \Phi/S$ ルクスである。



次に此の平面を θ 角だけ傾けたとすれば、この平面上に照射する光束は $\Phi \cos \theta$ に減る。

光源の方向と照度

従つて此の場合の照度は

$$E' = \frac{\Phi \cos \theta}{S} = \frac{\Phi}{S} \cos \theta = E \cos \theta$$

即ち傾いた角の餘弦倍に照度は減る。斯の様な光源であれば面が斜に照らされた場合には、同一面積に入射する光束が減り、それに應じて照度も減るのである。

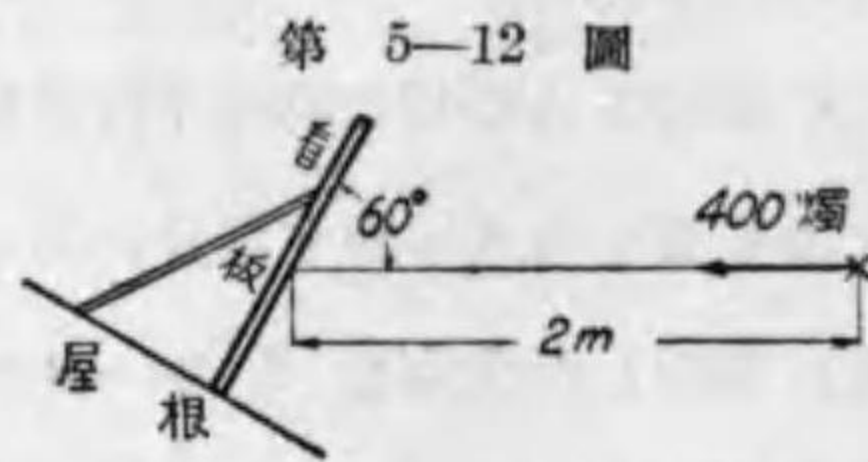
或る平面が一つの電燈から直射される場合でも、照らされる面積が光源からの距離に比べて小であれば、平行光線と同様に考へて良いので、I 燭の光源から l m の點で、I 燭の方向と直角をする位置から θ だけ傾いた平面（その平面でその點に立てた法線と I 燭の方向との爲す角が θ ）上の照度は

$$E' = \frac{I}{l^2} \cos \theta \dots \dots \dots (5-4)$$

例題 1. 50 燭の光源から 2 m の距離で、その方向に直角の面とは 30° をなす平面上の照度如何。

解 $E' = \frac{50}{2^2} \cos 30^\circ = \frac{50}{4} \frac{\sqrt{3}}{2} = 10.8$ ルクス

例題 2. 屋根の上に傾けて設けた看板あり。其の前方看板と 60° をなす方向で 2 m の所に光源があつて、看板を 400 燭で照して居るとすれば（第 5-12 圖）看板の照度は何程か。



第 5-12 圖
看板の照度

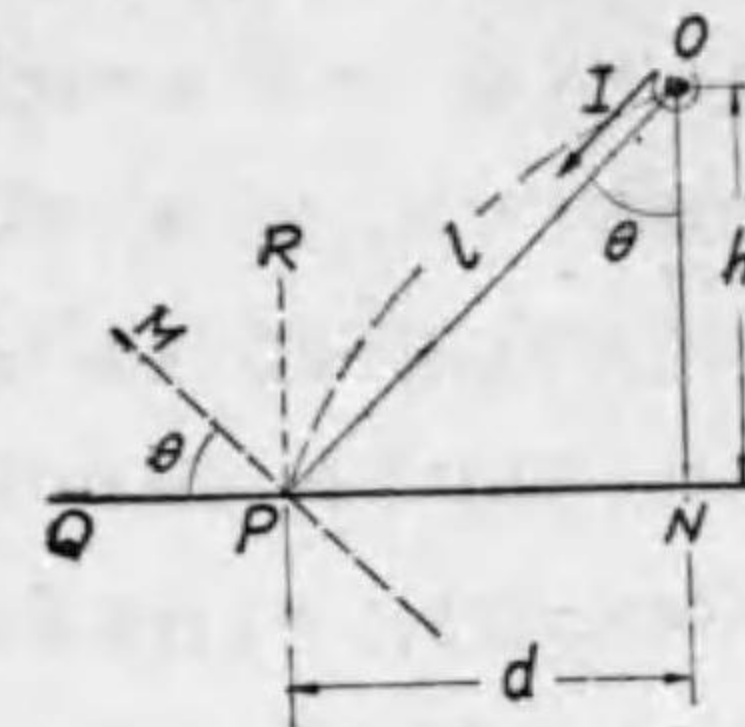
解 看板に垂直の方向と光源の方向とは $90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ をなすから

$$E = \frac{400}{2^2} \times \cos 30^\circ = 100 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 86.6 \text{ ルクス}$$

10. 水平面照度と垂直面照度

一つの水平に置かれ

た平面上の一點 P に於て光源 O の生ずる照度を考へんに、O が平面上の高さ h、O から該平面へ下した垂線の足 N から P までの距離 d、OP の長さ l とすれば光源の OP の方向の光度が I_0 ならば、P 點の照度は



第 5-13 圖

水平面照度

$$E' = \frac{I}{l^2} \cos \theta$$

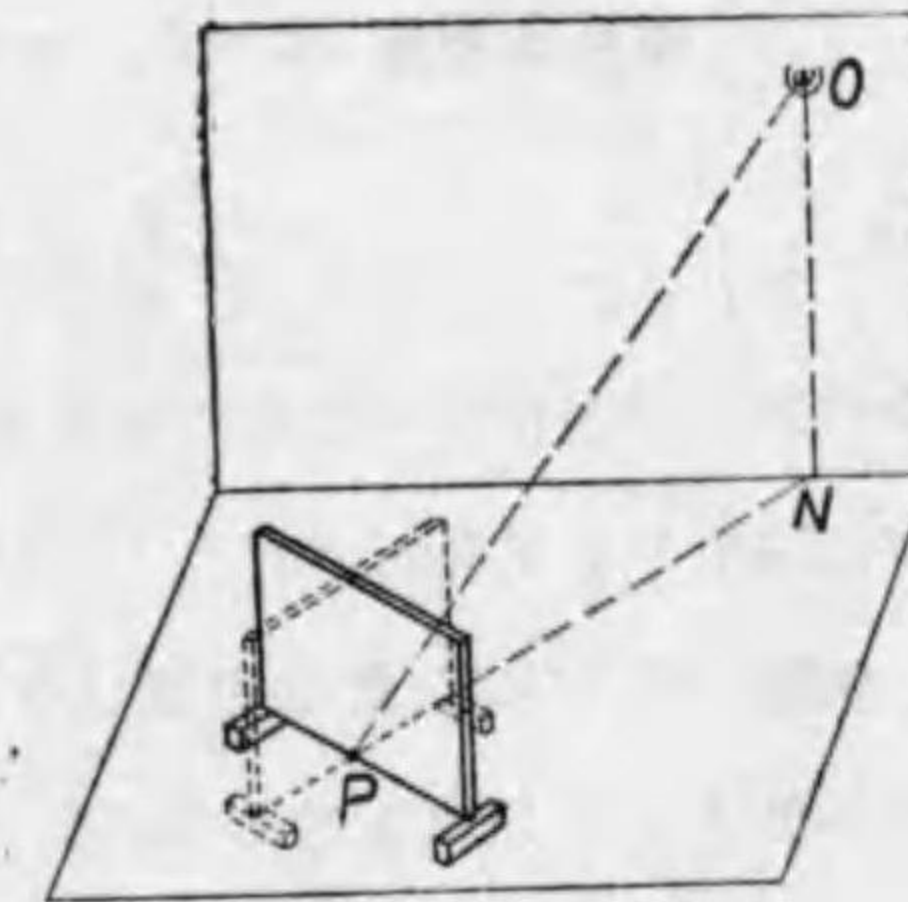
但し θ は P 點を通つて OP に直角な平面

（其の切口 PM）と PN 平面との爲す角で、又 OP が ON 又は PN 面への垂線 PR と爲す角と等しい。

所で P 點に衝立を立てた時、其の衝立上の P 點の照度を考へんに、この衝立は色々置き方があつて、OP の

第 5-14 圖

方向に置けば（第 5-14 圖、點線の位置）、光に少しも照らされないから其の照度は零で、それから廻せば廻す程其の照度は大となり、衝立が丁度光源に向合つた所（同圖實線の位置）で最大になる。



垂直面照度

この最大の照度は第 5-13 圖で P

點を通り OP に垂直な平面 MP を θ

だけ廻して水平面とする代りに $\frac{\pi}{2} - \theta$ だけ廻して PR なる垂直面とし

たと考へれば求められる。即ち

$$E'' = \frac{I}{l^2} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \frac{I}{l^2} \sin \theta$$

是等の照度を區別する爲に第 5-13 圖で MP 面上 P 點の照度を全照度, PN 面上の P 點の照度を水平面照度, RP 面上 P 點の照度を垂直面照度と言ふ。水平面, 垂直面は嚴格な意味でなく, 坂道, 机上は多少傾いて居ても水平面, 壁面, 黑板などは垂直面とする。

又 $l^2 = h^2 + d^2$, $\cos \theta = h/l$, $\sin \theta = d/l$ (第 5-13 圖)であるから, 次の何れの式からでも計算出来る。

$$\text{全照度 } E_n = \frac{I}{l^2} = \frac{I}{h^2 + d^2} = \frac{I}{h^2} \cos^2 \theta = \frac{I}{d^2} \sin^2 \theta \dots (5-5)$$

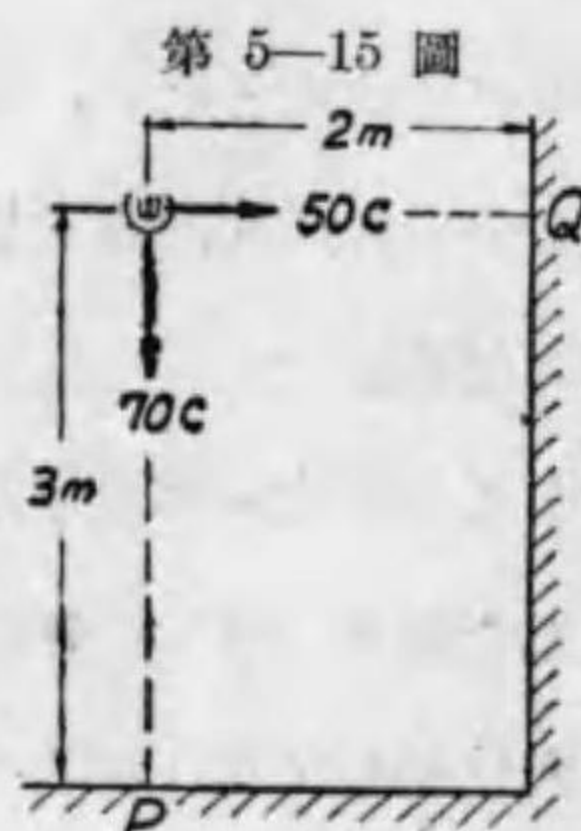
$$\begin{aligned} \text{水平面照度 } E_h &= E_n \cos \theta = \frac{I}{l^2} \cos \theta = \frac{Ih}{\sqrt{(h^2 + d^2)^3}} \\ &= \frac{I}{h^2} \cos^3 \theta = \frac{I}{d^2} \sin^2 \theta \cos \theta \dots (5-6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{垂直面照度 } E_v &= E_n \sin \theta = \frac{I}{l^2} \sin \theta = \frac{Id}{\sqrt{(h^2 + d^2)^3}} \\ &= \frac{I}{h^2} \sin \theta \cos^2 \theta = \frac{I}{d^2} \sin^3 \theta \dots (5-7) \end{aligned}$$

但し單に照度と言へばその面を水平面と考へた水平面照度として良い。

例題 1. 床面 P より真上 3 m, 壁面 Q より水平に 2 m の所に電球あり。其の光度は P 方向に 70 c, Q の方向に 50 c なりと言ふ。 P 及び Q 點の垂直面並に水平面照度如何。

解 P 點の垂直面照度 $= \frac{70}{3^2} \times \sin 0^\circ = 0$ ルクス



例題 1 附圖

第 5-15 圖

$$P \text{ 點の水平面照度} = \frac{70}{3^2} \times \cos 0^\circ = 7.8 \text{ ルクス}$$

$$Q \text{ 點の垂直面照度} = \frac{50}{2^2} \times \cos 0^\circ = 12.5 \text{ ''}$$

$$\text{'' 水平面照度} = \frac{50}{2^2} \times \sin 0^\circ = 0 \text{ ''}$$

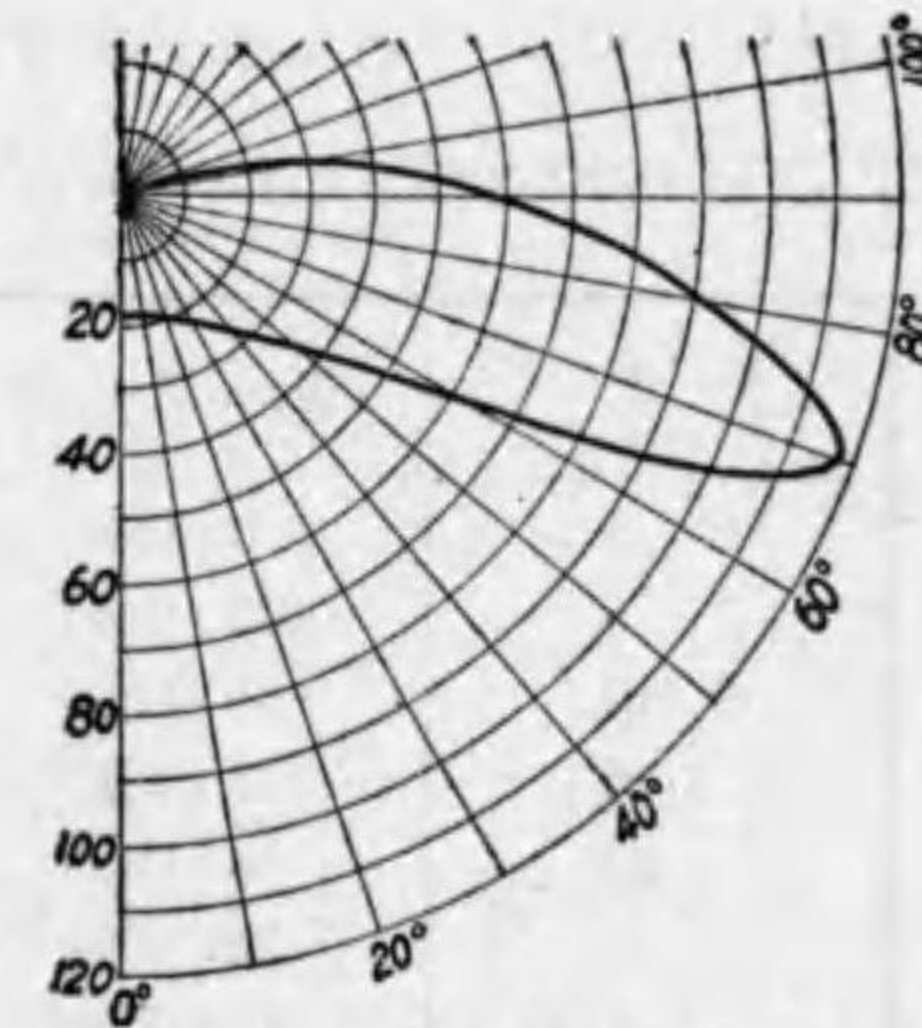
例題 2. 地上 6 m の所に光源あり。其の光度は各方向に均等にして 100 燭なり。直下及び直下より 5 m 隔きに 20 m の點までの水平面照度如何。

解 本例題には $Ih(h^2 + d^2)^{-3/2}$ の式を使用するのが便利である。 $Ih = 100 \times 6 = 600$, そして次の様に表の形で計算するが良い。

| | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| d | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| $h^2 + d^2$ | 36 | 61 | 136 | 261 | 436 |
| $(h^2 + d^2)^{3/2}$ | 216 | 475 | 1582 | 4220 | 9100 |
| E_h | 2.76 | 1.26 | 0.38 | 0.14 | 0.07 |

例題 3. 地上 8 m の所に附圖の如き配光曲線を有する光源あり。直下より 5 m 隔きに 30 m 迄の水平面照度を算出せよ。

解 配光曲線が與へられた場合は照度が一般に方向に依つて違ふので, θ の値を求める必要がある。其の様な場合には水平面照度算出表を利用するが良い。之は h と d とを與へた場合の



例題 3 の配光曲線

第 5-16 圖

θ と $\frac{1}{l^2} \cos \theta$ とを興へる。(コロン) の前が θ の角度で、その後が $\cos \theta/l^2$ の小数點の數である。

第5-1表 水平面照度算出表

| $d \backslash h$ | 5 | 6 | 8 | 10 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0 | 0 : 0400 | 0 : 0278 | 0 : 0156 | 0 : 0100 |
| 2 | 22 : 0321 | 18 : 0237 | 14 : 0143 | 11 : 0094 |
| 5 | 45 : 0141 | 40 : 0126 | 32 : 0095 | 27 : 0072 |
| 7 | 54 : 0079 | 49 : 0077 | 41 : 0067 | 35 : 0055 |
| 10 | 63 : 0036 | 59 : 0038 | 51 : 0038 | 45 : 0035 |
| 15 | 72 : 0012 | 68 : 0014 | 62 : 0016 | 52 : 0020 |
| 20 | 76 : 0006 | 73 : 0007 | 68 : 0008 | 61 : 0012 |
| 25 | 79 : 0003 | 77 : 0004 | 72 : 0004 | 63 : 0009 |
| 30 | 81 : 0001 | 79 : 0002 | 75 : 0003 | 72 : 0003 |

依つて之を使つて問題の計算を表示するのであるが、先づ直下から 5m の所を考へるに、本例は光源高さが 8 m の場合であるから表の $h=8$ の列(垂直)で $d=5$ の行は 32:0095 なる數を表が興へる。之は $\theta=32^\circ$ で $\cos \theta/l^2=0.0095$ である事を示す。従つて配光曲線から $I_{32}=24$ 燭を求め、之を 0.0095 倍すれば 5 m の地點の照度になる。

| d | 表より | I_θ (第5-16圖より) | E_h |
|-----|-----------|--------------------------|-------|
| 0 | 0 : 0156 | 19 | 0.296 |
| 5 | 32 : 0095 | 24 | 0.228 |
| 10 | 51 : 0038 | 39 | 0.148 |
| 15 | 62 : 0016 | 79 | 0.126 |
| 20 | 68 : 0008 | 116 | 0.093 |
| 25 | 72 : 0004 | 118 | 0.047 |
| 30 | 75 : 0003 | 109 | 0.033 |

住宅地の街路などで、街路の照度は大體一つの光源の直下と隣の光源の直下とを結ぶ直線上の照度を知れば良い。その變化を曲線に示したものを照度曲線と言ふ。照度曲線は實測しても解るが、光源の配光曲線が興へられれば之を算出する事も出来る。

二つ以上の光源で同一箇所を照した場合の照度は各光源を別々に求めた照度を單に算術的に加へればよい。

例題 4. 例題 3 の光源が 30 米隔きに設けられた場合の照度曲線を描き、最高照度と最低照度との比を求めよ。

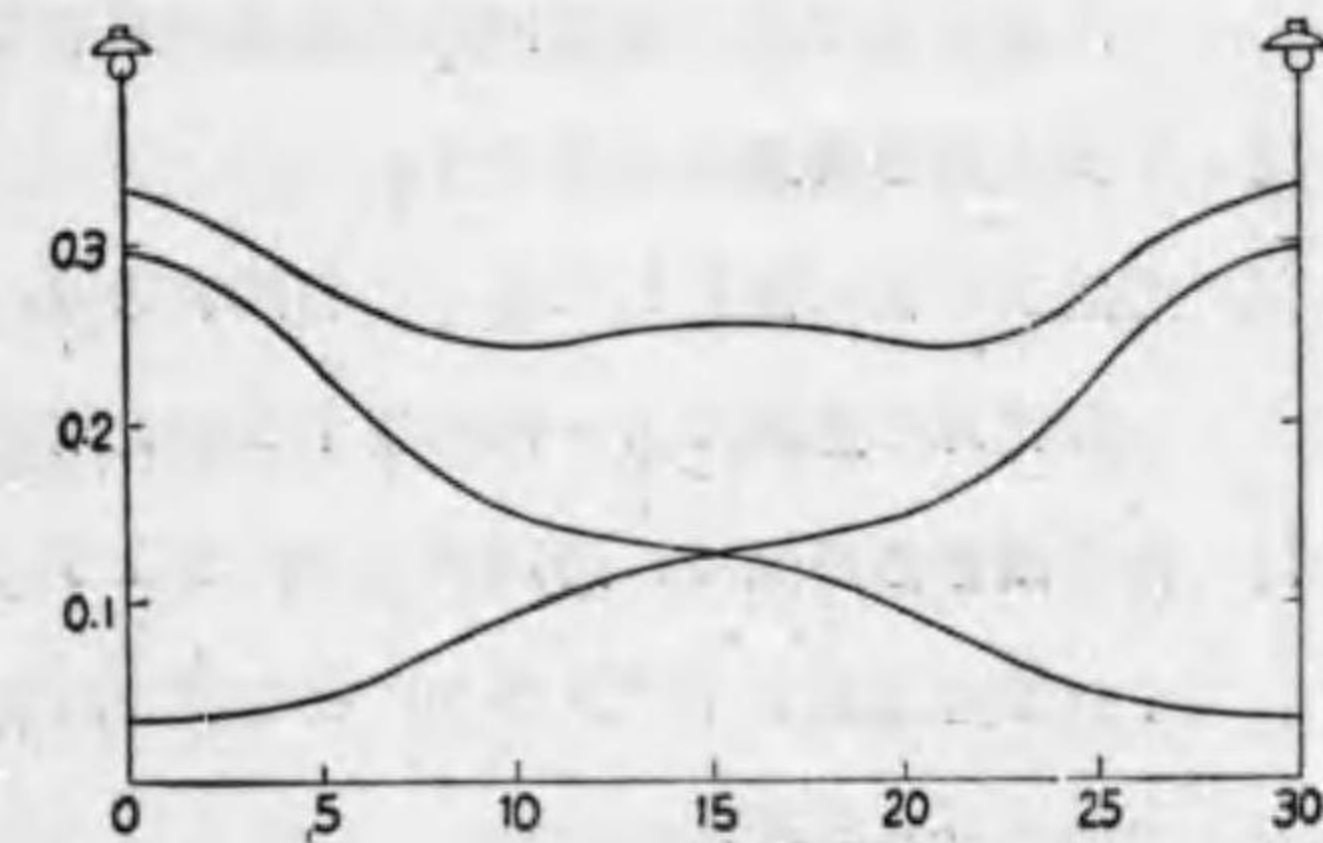
解 或る地點例へば 1 光源より 5 m の地點は、他の光源より 25 m の所にある。それ以外の光源は普通考へない。すると各地點の照度は兩側光源に依る照度を加へれば良いから次の様である。

| d | 0 or 30 | 5 or 25 | 10 or 20 | 15 |
|-------|---------|---------|----------|-------|
| E_h | 0.296 | 0.228 | 0.148 | 0.126 |
| | 0.033 | 0.047 | 0.093 | 0.126 |
| | 0.329 | 0.275 | 0.241 | 0.252 |

之を曲線に描けば、第 5-17 圖の如き照度曲線が得られる。最高は塔脚で、最低は中央附近である。此の場合は 10 或は 20 m の所が最低である。

$$\frac{\text{最高照度}}{\text{最低照度}} = \frac{0.329}{0.241} = 1.37$$

第 5-17 圖



照度曲線の一例

問 題

1. 照明工学とは何ぞや。
2. 肉眼の主要部分の名稱を挙げよ。
3. 遠視用眼鏡に凸レンズを使用する目的如何。
4. 肉眼の虹彩の目的を説明し、其の缺點一を挙げよ。
5. 眩輝とは何ぞや。
6. 眩輝の種類を挙げよ。
7. 完全擴散反射を説明せよ。
8. 反射に關し艶のある紙と艶のない紙とを比較せよ。
9. 完全擴散反射をなす反射面あり。其の最大光度が300燭なりとせば、垂直方向と 30° 、 45° 及び 60° をなす方向の光度如何。
10. 反射笠の目的と主なる材料を述べよ。
11. 反射笠を四種に分類せよ。
12. 同一の反射笠を10ワット電球に使つた場合と200ワット電球に使つた場合とでは、其の何れの場合が集照型に近づくか。
13. 不完全擴散透過とは何ぞや。
14. 透過を三種に種別して各々の名稱を挙げ、透明電球、艶消電球及び全照電球の透過は夫々何に屬するかを附記せよ。
15. 完全擴散透過面で、透過面と 50° をなす方向の光度が80燭なりとすれば透過面と 70° 及び 90° をなす方向の光度如何。尙元の光源の方向及び光度如何。
16. 外球の目的を列挙せよ。

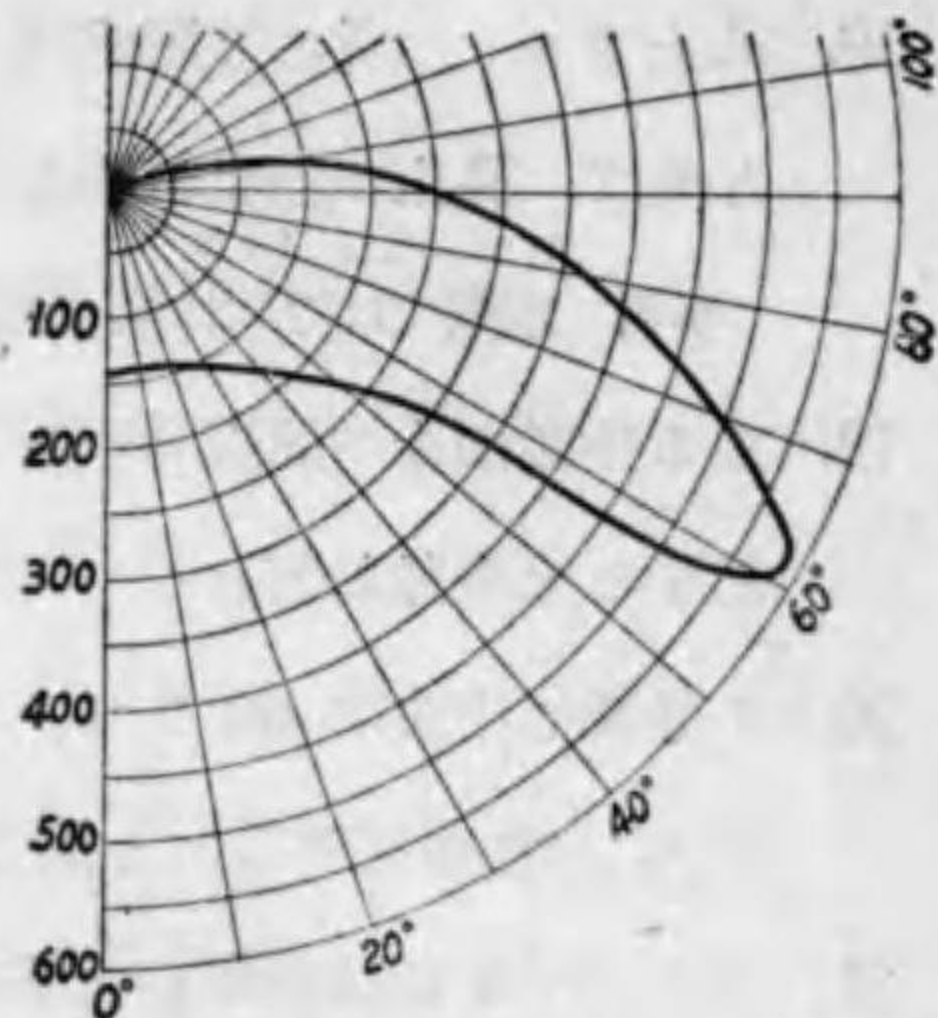
17. 4mに6mの矩形の室あり。之に1200ルーメンの光束が一様に照射せば、其の照度如何。
18. 机上2mの所に笠附電球あり。其の直下の方向の光度36燭なりとせば、机上の照度何程なりや。
手引 本問では笠附は別に關係がない。
19. 或る作業面上の照度250ルクスなりとすれば、その20平方糎に照射する光束數如何。
20. 8畳間の中央に60ワット瓦斯入電球を吊せるあり。今電球光束の70%が畳面を照したと假定すれば、畳面の平均の照度如何。
21. 大小二つの電球あり。大電球より1.5mの距離に於ける照度と、小電球より2.5mに於ける照度とは相等しと言ふ。大電球の其の方向の光度が180燭なりとすれば、小電球の其の方向の光度如何。
22. 或る光源より垂直に照らされたる面の照度が80ルクスなりと言ふ。今その面を光源に對し 30° だけ傾けたとすれば其の照度はどの位になるか。
23. 机上3mの所に各方向に同一光度の光源あり、机上の照度60ルクスなり。今其の光源を机面に平行に2m横に移したりとすれば、机面の照度は何程となるべきか。
24. 机面的一点Pより水平に4m、垂直に3mの所に光源あり、P點の方向の光度150燭なりとすれば、P點の全照度、水平面照度及び垂直面照度各如何。
25. 街燈あり、光源の高さ6mなり。今燈脚より8m隔りたる地點の水平面照度が2ルクスなりとせば、光源の其の方向の光度如何、但

し他の街燈よりの光は考へざるものとす。

26. 第5-18圖の如き配光曲線を有

する光源を地上 6 m に點ぜるあり。燈柱間距離 20 m の場合、直下より 5 m 隔きの地點の照度を求め且つ照度曲線を描け。

第 5-18 圖

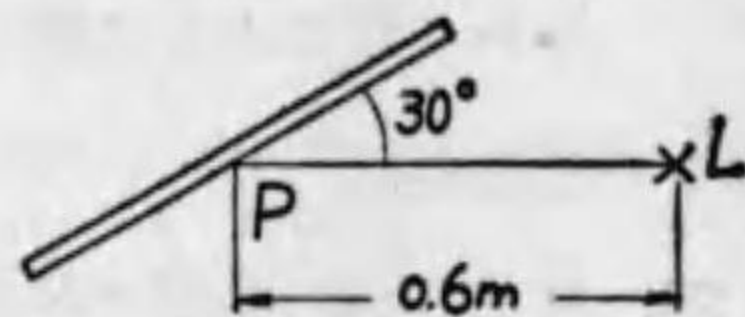


問題 26 の配光曲線

27. 50 燭笠付 タングステン電球を机上 2 m の高さに點ぜるあり。直下に於ける机上の照度は 15 ルクスなりと言ふ。其の方向に於ける光源の光度如何 (遞試)。

28. 看板上 P 點に於ける照度を 200 ルクスならしむるには光源の光度幾何なりや。但し P 點は光源 L を含み看板に直角なる平面上にあり、且つ看板の傾きは直線 LP と 30° にして、LP の距離は 0.6 m なりとす (遞試)。

第 5-19 圖



問題 28 の附圖

29. 電燈高さ 9 m, 間隔 12 m なる屋外照明あり。電燈は各方向に 600 燭の光度を與ふるものとす。電燈直下點に於ける水平面照度を算出せよ (遞試)。

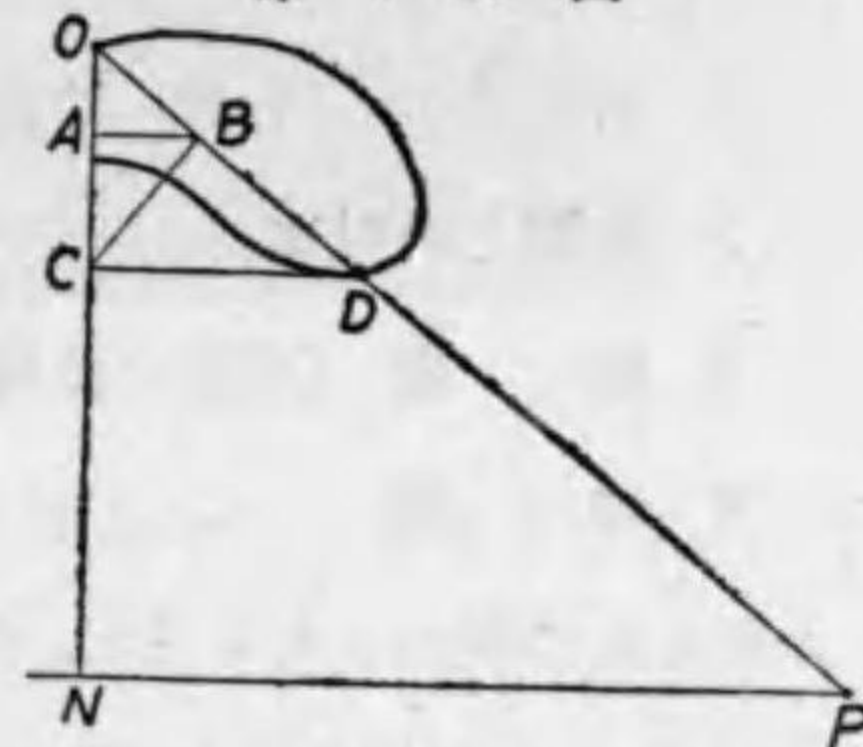
30. 一邊の長さ 10 m なる水平面上の正方形 ABCD の各隅の直上 5 m の高さに各 1000 燭の光度を有する電燈 1 個宛を點する時、A, B, C, D 及び中央 E 點の水平面照度幾ルクスとなるか、但し電燈の光

度は總べての方向へ平等なるものとす(遞試)。

31. 配光曲線を與へて作圖に依り照度曲線を描く方法を説明せよ(遞試)。

解 $E_h = I_\theta \cos^3 \theta / h^2$ であるから、配光曲線より $I_\theta \cos^3 \theta$ を求め、之を h^2 で除せば夫々の點の照度が求められ

第 5-20 圖



る。 $I_\theta \cos^3 \theta$ の算出には、先づ配光曲線を移し、適當の尺度で地上線を引く。照度を求めんとする點 P を光源 O とを結ぶ直線 OP が配光曲線と交る點を D とせば、OD の長さが I_θ である。O より地上線へ垂線 ON を引き、之に D より

垂線 DC を下せば $OC = I_\theta \cos \theta$ である。依つて C より OP に垂線 CB を引き、B 點より ON に垂線 BA を下せば、 $OA = I_\theta \cos^3 \theta$ である。依つて OA を燭目盛で讀み、之を $1/h^2$ 倍すれば E_h が得られる。従つて適當の目盛で P 點から立てた垂線の長さを定めれば、その先端を連ねたものが照度曲線である。

上記の様に配光曲線を與へて照度を算出する方法を逐點法と呼ぶ人もある。之は壁面や天井からの反射を考へない場合に使はれる。

之を逆にやれば、希望の照度曲線を與へるに必要な光源の配光曲線を圖的に求める事も出来る。

第六章 照明設計

1. 明視要素 物が見えるのには次の四つが夫々関係する。

- 1 物の大小 (厳密には視角の大小)
- 2 周囲との対比
- 3 照 度 (厳密には輝度又は光束發散度)
- 4 時 間

大きなもの程ハッキリ見え、小さなもの程解らないのはすぐ解るが、同じ大きさでも距離が遠いと視角即ち瞳孔から其のものの両端に引いた二直線の夾む角が小になつて良く見えず、同一視角内の近くて小さなものと同じに見える。

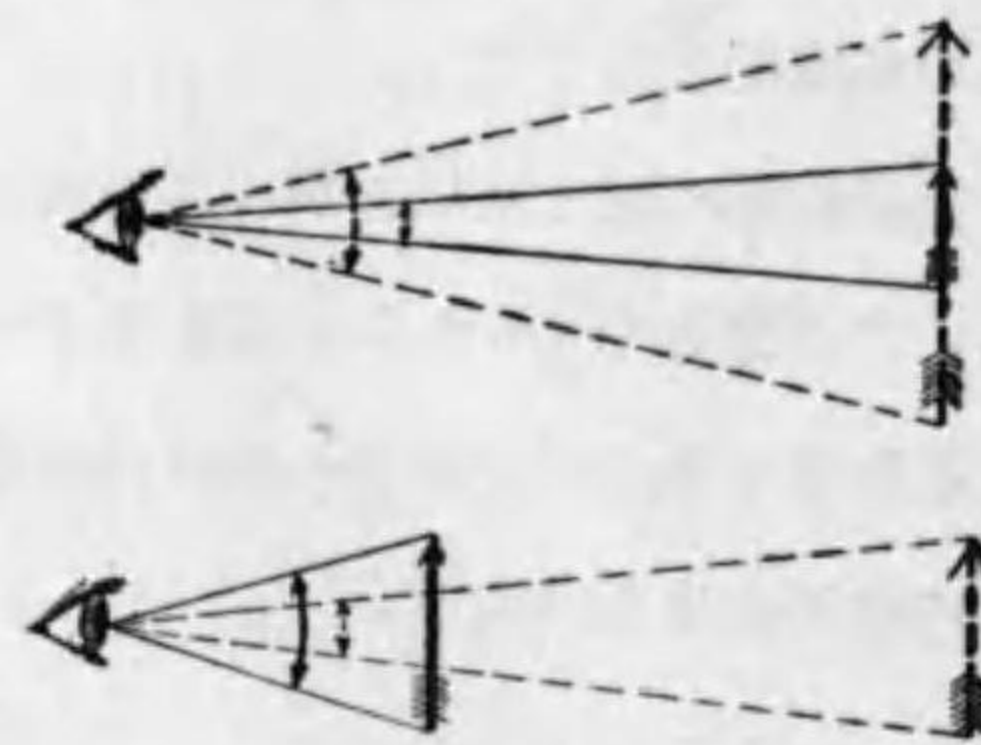
細かなものでも蟲眼鏡で擴大して見ればハッキリ見えるが、其の代りに眼を動かさずに見える範囲は小になる。

見るものと其の背景との色や其の濃淡が違ふ程即ち対比が大なる程見易い、即ち白紙に黒で印刷したものが対比が大で見易いが、白地に淡い色や黒地に黒に近い濃い色の場合は最も見難い(第 6-2 圖)。黒地の反

物を黒糸で裁縫する場合は最も見る事が困難の場合の一つである。

照度が小では見難く、大になれば見易い事は明かだが、之は他のものと

第 6-1 圖



視 角 と 大 小

重大の関係がある。尙之に就ては次節で述べる。

最後に動かぬもの

第 6-2 圖

即ち長く見て居られるものなら見えるが、時間が短いと見えない。之は電車其の他動くもの内の讀



對 比

書が見難いのも解る。勿論之には程度があるので、一説によると、75/1000 秒以下では対比や照度が充分であつても見えず、0.3 秒あれば充分良く見えるから、これ以上時間を長くしても効果が無い、但し雷光(稲妻)は 1/10 000 秒位しか續かぬのに見えるのは特殊の光である爲であらう。

2. 光束發散度 前節で照度の大きなる程良く見えると言つた

が、物が見えるのはその物から輻射した光束が瞳孔に入る爲である。従つて明るさは其の物が肉眼の方向に射出(輻射、反射又は透過のどれに依つても同じ)する光束の大きさに依るべきである。

或る物の表面から光束の射出する割合(若しその割合が一様でない場合はその表面積の微小面積 ds から射出する微小光束 $d\Phi$ との割合、即ち $d\Phi/ds$) をその點の**光束發散度**と名付ける。

光束發散度の單位には單位面積から輻射する光束を以てし、普通は 1 平方糎當りのルーメン數を單位として**ランバート**(lumbert)と呼ぶ。

その物が二次光源即ち他の光源からの光束を反射又は透過したものである場合には、光束發散度は照度に夫々反射率又は透過率を乗じたものに等

しい。但し照度の單位にルクスを使へばランバートとする爲 10 000 で除す事を要する。

$$\text{反射體 光束發散度(ランバート)} = \frac{\text{照度(ルクス)} \times \text{反射率}}{10\,000} \dots\dots(6-1)$$

$$\text{透過體 光束發散度(ランバート)} = \frac{\text{照度(ルクス)} \times \text{透過率}}{10\,000} \dots\dots(6-2)$$

例題 1. 天井に装置した 20 cm × 30 cm の乳色硝子板から 200 ルーメンの光束を發散したと言ふ。其の光束發散度如何。

$$\text{解 光束發散度} = \frac{\text{光束(ルーメン)}}{\text{面積(平方糎)}} = \frac{200}{20 \times 30} = 0.33 \text{ ランバート}$$

例題 2. 上例題硝子の透過率を 70% とせば、上側の照度如何。

$$\text{解 } 0.33 = E \times 0.70 \div 10\,000$$

$$E = \frac{0.33 \times 10\,000}{0.70} = 4\,700 \text{ ルクス}$$

例題 3. 反射率 20% の灰色の布で幅 1.5 m 長さ 4 m のものに 500 ルーメンの光束を照射した場合の光束發散度如何。

$$\text{解 光束發散度} = \frac{500 \times 0.20}{1.5 \times 4} \div 10\,000 = 0.0017 \text{ ランバート}$$

次に輝度と光束發散度との關係を求めんに、今 I 燭の均等點光源が半徑 R cm の球の中心にあり、その球の透過率を τ とすれば、

$$\text{光束發散度} = \frac{4\pi I \times \tau}{4\pi R^2} = \frac{\tau I}{R^2} \text{ ランバート}$$

又輝度は見掛けの面積で言ふのであるから

$$\text{輝 度} = \frac{\tau I}{\pi R^2} \text{ 燭/cm}^2$$

従つて 燭/cm² を單位とした輝度を表はす數を π 倍すればランバート

を單位とした光束發散度を表はす數になる。

例題 4. 某均等球光源の輝度が 0.3 燭/cm² であるとすれば、其の光束發散度如何。

$$\text{解 光束發散度} = 0.3 \times \pi = 0.94 \text{ ランバート}$$

例題 5. 直徑 20 cm の外球の光束發散度は 2 ランバートなりと言ふ。其の外球の中心に置かれたる光源の均等光度如何。但し外球の透過率は 0.9 とする。

解の 1 發散總光束 = 光束發散度 × 總表面積

$$= 2 \times 4\pi \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 800\pi \text{ ルーメン}$$

$$\text{光源發散光束} = 800\pi \div 0.9 \text{ ルーメン}$$

$$\text{光源平均光度} = \text{球面燭光} = \frac{800\pi}{0.9} \div (4\pi) = 222 \text{ 燭}$$

解の 2 輝度 = 光束發散度(ランバート) ÷ $\pi = \frac{2}{\pi}$ 燭/cm²

$$\text{外球光度} = \frac{2}{\pi} \times \pi \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 200 \text{ 燭}$$

$$\text{光源光度} = 200 \div 0.9 = 222 \text{ 燭}$$

上記の關係は均等光源に限らず一般に完全擴散光源(完全擴散反射面及び完全擴散透過面を含む)ならば言へる事である。不完全擴散光源でも、燭/cm² とランバートの間には數は π とは違ふが配光に應じて一定の關係がある。

3. 推奨照度 吾人に物が見えるのは視角内にある物から肉眼の方向に射出する光束に依るのであるから、光束發散度が一番直接の關係

を有するのであるが、光束發散度と照度との間には上記の関係があるから、同一物が良く見える見えぬの比較なら照度で比較しても差支へない譯である。そして照度ならば簡単に測定出来るので、今後は明るさを表はすのに照らされ方即ち照度を以てする。

照度の大きさの概念を與へる爲に天然照明の一、二の例を示さう。第6-3圖

第 6-3 圖



天然に得られる照度

は夏日の正午附近に得られる天然の照度で、直射日光の下の照度は 100 000 ルクス以上もあるが木陰となれば 10 000 ルクスとなり、北向の窓側では 2 000 ルクスあるが、少し窓内に入ると 200 ルクスに減り、椅子やテーブルの陰だと 20 ルクスにも下る。晴天無月の夜で 0.0003 ルクスであるが、之では殆んど見えない。満月の直射した場所の照度は 0.2 ルクス位であるが、健全の眼ならこの位の照度でも相當遠方まで見える。之を日光直射に比べると 50 萬倍の相違がある。其の何れでも見えるのであるから、肉眼の調應作用は大したものである。

此の様に大なる調應作用があるから、夜間の室内照度は必ずしも晝間と同一にする必要はない。然し単に見える事を以て満足してはいけないので、長時間其の仕事に従事して肉眼に大なる疲勞を感じない程度の照度が與へられなければならない。

其の照度が何程であるかは個々の場合で違ふのであらうが、照明學會其の他が推奨する照度を多少覚え易くした二三の例を示すとしよう。之の値は書齋ならば机上の平均、食堂ならばテーブル上の平均、浴室ならば洗場の平均の意味である。

1 住 宅

- 10~20 ルクス 玄関、土間、寢室、廊下、便所
- 20~40 " 應接室、客間、居間、浴室、物置
- 40~60 " 臺所、食堂
- 60~100 " 書齋、小供勉強室

2 事 務 所

- 30~50 ルクス 應接室、書庫
- 50~100 " 普通事務室
- 100~150 " 精密事務室(郵便、銀行、停車場出札口等)

3 學 校

- 20 ルクス 廊下、階段、出入口
- 60 " 屋内體操場
- 80 " 圖書室
- 100 " 普通教室
- 150 " 製圖室

4 工 場

25~50 ルクス 鑄物工場, 粗い機械作業, 大物鋸引木工場, 粘土

セメント工場, 紡績工場捲綿操絲染色梳毛洗淨作業, 大物倉庫

50~100 ルクス 中形機械作業, 木工場手削張付桶製作, 紡績工場

棒機編組撚絲, 小物荷造及び倉庫

100~200 ルクス 精密機械作業, 木工場精密仕上, 製圖室

4. 直接照明, 間接照明 一般事務室の照明法に就て先づ

述べる。物を見る上には對比は必要であるが, 視界に大なる照度があると肉眼は自然とそれに調應する結果比較的照度の低い物体が識別し難くなるか或は肉眼が強弱兩照度に代る代る調應せんとして疲労を大ならしめる。依つて同一室内の照度には餘り大なる差のない事が望ましい。即ち成るべく均等である事が望ましい。其の程度を表はすのに均齊度と言ふものを以てする。

均齊度の定義はまだ一定されて居らないが屋内照明では

$$\frac{\text{最大照度}-\text{平均照度}}{\text{平均照度}} \text{ と } \frac{\text{平均照度}-\text{最小照度}}{\text{平均照度}} \dots\dots(6-3)$$

なる二つの比の内の数の多い方を以てする。之は零に近い程均齊度は良いのである。平均は必ずしも最大と最小との和の半分ではないから, この數値は一般に等しくない。近所と飛び離れた高照度又は低照度があると均齊度は大となつて悪い事が解る。

この均齊度の見地から照明方式を分類すると次の4種となる。

イ 直接照明

ロ 半直接照明

ハ 半間接照明

ニ 間接照明

直接照明は光源から直接被照面を照す事を目的としたもので, 被照面は椅子で事務をとるものには床上 85 cm, 座つて仕事をするものでは畳上 40 cm を標準にする。

間接照明は之に反して, 光源の光は直接被照面を照さず, 一度天井や壁面で擴散反射して散光となつて被照面を照す事を目的とする。半直接照明や半間接照明は其の中間に位する。

直接照明と言つても光の幾分かは天井に向ふ。今工場等で經濟を重んじ金屬笠を使ふと, 天井が眞暗になる。其の爲に第一氣持も悪いし, 第二には天井に眼を向けた事があつた場合に仕事に眼を復歸した時に眩暈を感じ且つ調應のため眼の疲労を大とする。依つて直接照明器具でも幾分の光は上方に向ふし, 又間接照明器具でも構造上幾分の光は下方に向ふ。そこで上記四者を數量的に定義する事が望ましい。其の一案をこゝに掲げる。

イ 直接照明器具 全光束の 85% 以上が下方に向ふもの

ロ 半直接照明器具 " 45% "

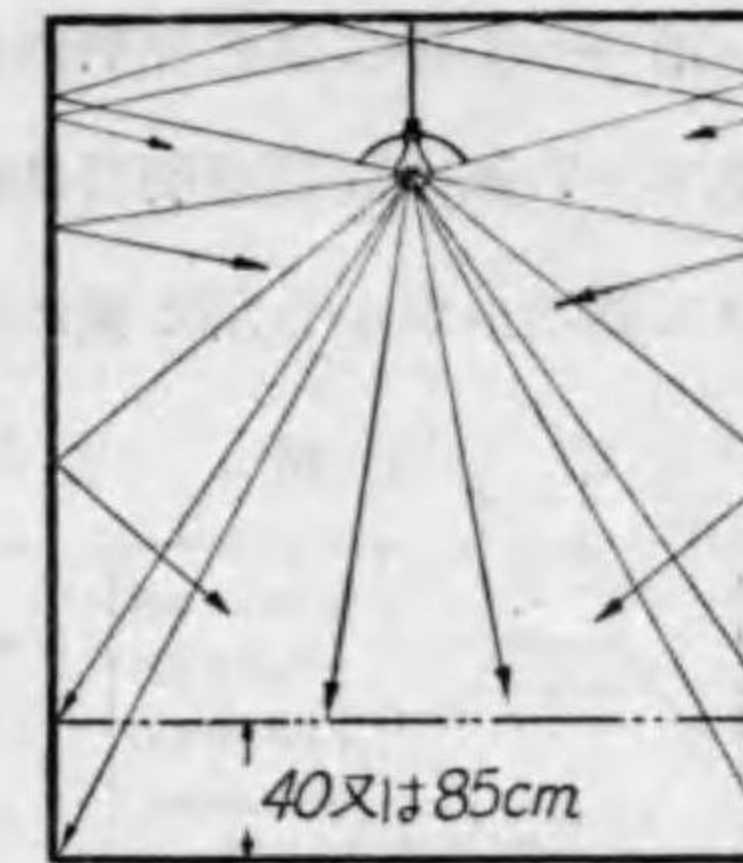
ハ 半間接照明器具 " 10% "

ニ 間接照明器具 全光束の内下方に向ふもの 10% 以下

従つて夫々の器具を使つた照明が夫々の照明法である。

又此の下方に向ふ光束の多いものから數へて 0 から 10 迄の器具番號がある。0, 1, 2 までは直接, 3, 4, 5 が半直接, 6, 7, 8 が半間接, 9, 10 が

第 6-4 圖

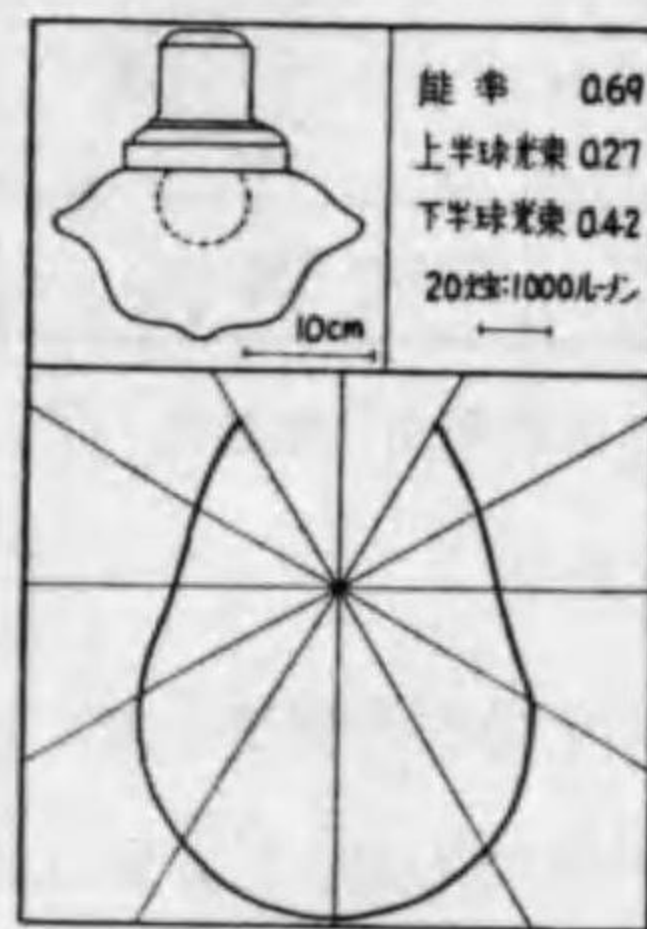


直射光と擴散光

間接器具である。この数は(上方光束+全光束)×10に近い数である。

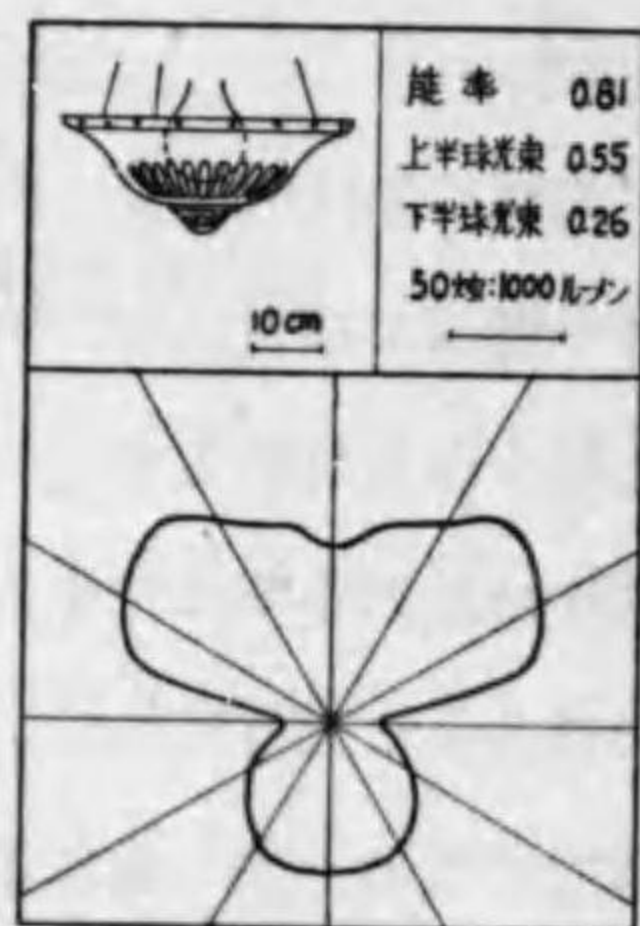
第6-5圖は直接照明器具である。第6-6圖は半間接照明器具の一例、第6-7圖は間接照明器具の一例である。参考の爲夫々の配光曲線が示されて居る。圖から解る様に直接照明器具では大部分が下方に向つて居る。

第 6-5 圖



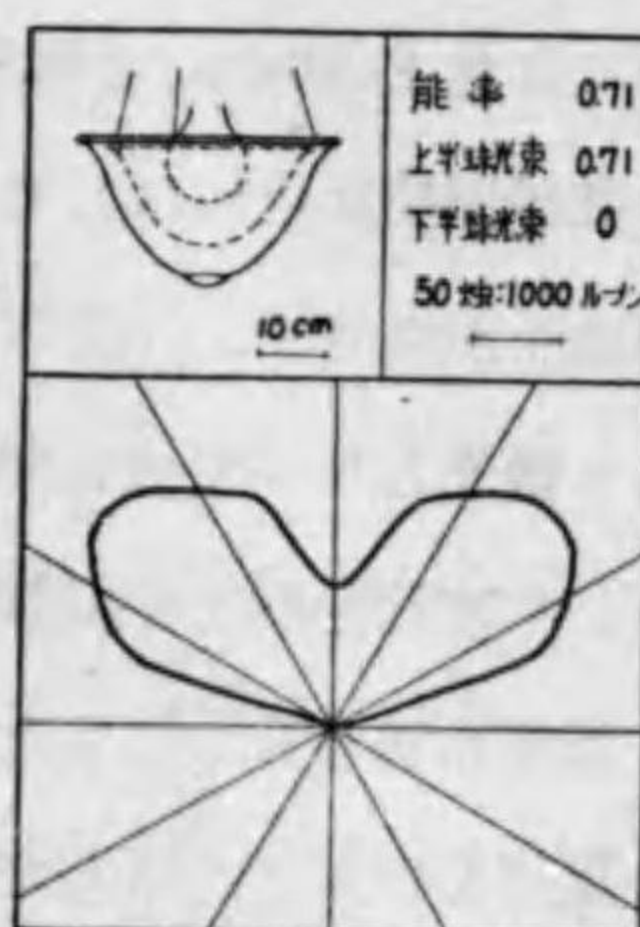
直接照明器具

第 6-6 圖



半間接照明器具

第 6-7 圖



間接照明器具

但し後章で説明する様に配光曲線の面積と光束とは直接の関係はないから、面積の大小で光束の最小は解らない。

例題 某器具を使用すれば850ルーメンが下方に向ひ、530ルーメンが上方に向ふと言ふ。其の器具は何種に屬するや。

解 下方に向ふ光束の全光束に對する割合は

$$\frac{850}{850+530} \times 100 = 62\%$$

45%乃至85%の範圍であるから半直接照明器具である。

間接照明は間接照明器具を使用する外、長押又は柱上に燈具を隠して設け天井を照す場合もある(第6-8圖)。

間接照明が直接照明より優れた點を列記すれば次の様である。

1. 眩輝の虞がなく且つ稍低照度で良く見える。
2. 同一の擴散光を得るのに大燭光球を少數使つてすませられる。
3. 陰影が軟かで、不愉快を感じる事がない。

第 6-8 圖



間接照明装置

直接照明の方が間接照明より優れた點は次の様である。

1. 能率が大であるから、消費電力が少なくてすむ。
2. 設備費も一般に安價である。

第 6-9 圖



間 接 照 明 燈 具

3. 天井や壁の様子に無関係であつて、設計が容易である。
4. 照明器具の掃除の手数と費用とが極めて少い。
5. 陰影があるので形などの識別に都合が良い。

適當に半間接照明を設計すれば、兩者の利點のみ共有し、缺點を除外する事が出来るのである。

5. 全般照明, 局部照明

照明方式を燈具の配置から分類すれば

- イ 全般照明
- ロ 局部照明
- ハ 部別照明
- ニ 全般局部併用照明

に分ける事が出来る。全般照明方式は一つの室全體を一様に照明する事を目的とし、事務所や教室に採用される。局部照明とは一つの室の各局部局部を夫々最も適當に設計する方式である。部別照明とは大工場の如き大なる室を二三に區劃し、仕事に應じて各區劃毎に別の照度で全般照明を施さんとするもので、各區劃から見れば全般照明である。最後の全般局部併用照明は圖書閱覽室の如きで、天井より室全體に低照度の全般照明を施し、別に机の上にスタンドを設けし圖書に明視の光を與へる様にしたものである。教室では黑板にそれ専用の局部照明を與へるから全般局部併用照明と言へぬ事はない。

全般照明方式が局部照明方式より優れたる點は

1. 仕事が変わつても燈の位置や燈具を變更する必要がない。

2. 燈具や電球の種類が少く且つ大電力球が使用出来て總數も少い。
3. 體裁も宜しい。
4. 陰影が軟で不愉快を感じる事がない。

之に反し局部照明が優れた點を列記すれば次の様である。

1. 希望の所に希望の方向から充分の照度が與へられる。
2. 不必要の場合は一部消燈が出来る。
3. 暗い所があるので眼の休養になる。

従つて適當に全般局部併用照明を併用すれば所要の目的を最も安價に得られるのが普通である。第6-10圖は之を説明したもので、布地の皺を見出すのに全般照明では1000ルクスでも解らぬが、斜の方向から150ルクス

第 6-10 圖



1000 ルクス
の全般照明

150 ルクス
の局部照明

300 ルクスの全般
照明と150ルクス
の局部照明併用

全般局部併用照明の優れた説明

の局部照明を與へると良く解る。然し皺だけ解つたのでも困るから 300 ルクスの擴散光 (全般照明) と 150 ルクスの斜からの直射光 (局部照明) とを與へたのが此の場合最も適當である事を示したものである。

6. 光束法 局部照明は要するに手暗がりにならず、光源が視界に入らない方向から照らせば良いのであるが、之が設計は箇々の場合で違ひ、實施に多くの經驗を要するから、此處では全般照明の設計法だけを述べよう。

全般照明の設計は屋内でも屋外でも同様に光束法に依る。即ち先づ所要總光束を求めるのであるが、それは次の式から計算する。

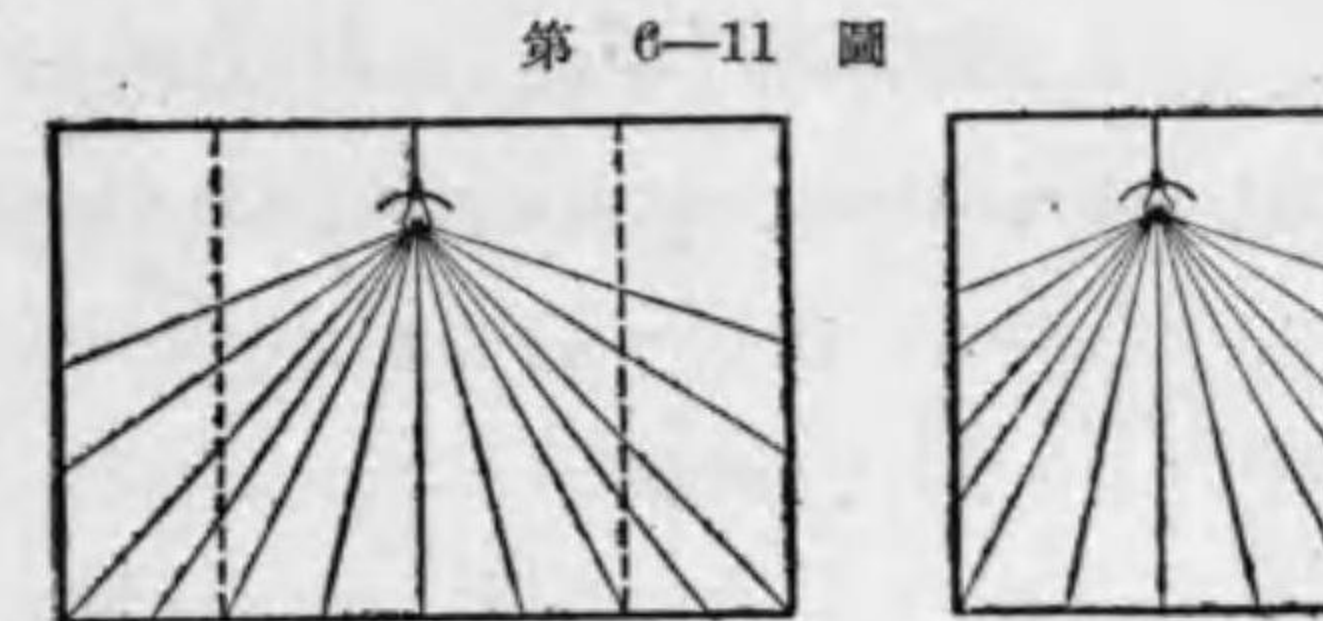
$$\text{所要光束} = \frac{\text{照度} \times \text{被照面積} \times \text{減光補償率}}{\text{照明能率}} \dots (6-4)$$

上記の内、減光補償率は電球が使用されるに従ひ光度を減ずると、器具が塵埃や小蟲附着の爲に反射又は透過率の減ずるのを豫め補償して置くもので、直接照明なら 1.2, 間接照明なら 1.5, 半直接又は半間接ならばその中間の数をとるが良い。

照明能率は時に照明利用率とも言はれ、「有效光束÷電球光束」であるから、間接又は半間接照明の場合は勿論、直接照明の場合でも天井や壁の反射率に關係するし、燈具を含めた配光に依つても違ふ。又室比にも依る。従つて眞の値は解らぬが、概算としては直接照明で 70~90%, 半直接で 50~70%, 半間接で 30~50%, 間接式で 10~30% とすれば良いであらう。天井や壁の反射率が大であれば、吸収されて無駄になる光束が少いから能率は良く、直接被照面向ふ光束が多ければ多い程能率は高い。室比 (室幅÷室高) が大だと同じ下方に向ふ光束でも壁に當らずに直接被照面に

向ふ光束が増すからそれだけ能率が良い。

例題 1 8 畳の室の中央に 100 ワット電球を使用した場合、其の室の照明能率を 60% とすれば、室の平均照度如何。



同一高さで狭いとこれだけの光束が有効に使へない

室比の影響

解 100 W 電球の光束は 1300 ルーメンであるから

$$\text{有效光束} = 1300 \times 0.60 = 780 \text{ ルーメン}$$

8 畳間の面積は $3.6^2 = 12.9 \text{ m}^2$ と見て良いから

$$\text{平均照度} = 780 \div 12.9 = 60 \text{ ルクス}$$

例題 2 20 m × 30 m の室の平均照度を 40 ルクスとせんとす。減光補償率 1.2, 照明能率 72% とせば電球光束如何。

$$\text{解 所要光束} = \frac{40 \times 20 \times 30 \times 1.2}{0.72} = 40000 \text{ ルーメン}$$

7. 電燈配置 擬所要光束が解つた所で之を何箇の電球としてどう配置するかが問題である。

均齊度を一定の値に保つ爲には成る可く多數の燈具を接近して設けるが良いが、經濟的に面白くない。若しも室高と室幅とが比例すれば同一燈具を同一割合に配置すれば同一均齊度が得られる筈である。依つて適當なる燈具の間隔は室高に對し或る關係がある。

現在の習慣に従へば次の關係を採用して居る。

燈具間隔 $D \leq 1.5 H$ (燈高)(6-5)

但し燈高は直接又は半直接照明では被照面から燈具までの高さ、半間接又は間接照明では天井迄の高さである。

そして壁と燈具との間隔は

壁に机が密接して置かれた時 $S \leq \frac{1}{3} D$
然からざる時 $S \leq \frac{1}{2} D$ (6-6)

之で電燈數を最小とする配置が定る。その電燈數で先きに求めた光源の總光束を除せば、電球1個當りの光束が求められる。標準電球に之の光束と同じいか稍多いものがあればそれを採用する。それでは餘り違ひ過ぎれば、少しく配置を變更し電燈數を増して、標準電球で丁度間に合ふものを選択し決定する。

例題 1 10 m に 20 m の教室あり、之に直接照明に依り 80 ルクスを得んとす。光源に要する總光束を算出せよ。但し減光補償率 1.2, 利用率 70% とす。

解 $\Phi = \frac{80 \times 10 \times 20 \times 1.2}{0.70} = 27400$ ルーメン

照明の計算には 3 桁に止め 4 桁目は 4 捨 5 入せよ。

例題 2 机が壁に密接せずとして電球の大きさを求めよ。但し光源は机面上 2.7 m の高さでありとする。

解 $D \leq 2.7 \times 1.5 = 4.05$ m
 $10 \div 4.05 = 3$
 $20 \div 4.05 = 5$

$10 \div 4.05 = 2.47$ だが、半端の數は許されないから繰上げて 3 とする。従つて最小の電燈數は $3 \times 5 = 15$ 燈 である。

$27400 \div 15 = 1830$ ルーメン

1830 ルーメンより大でこれに最も近いのは 2150 ルーメンを出す 150 ワットである。従つて總消費電力 $150 \times 15 = 2250$ ワット となる。

之では 80 ルクスの希望に對し $80 \times \frac{2150}{1830} = 94$ ルクス が與へられる。依つて他の配置を考へて見る。即ち

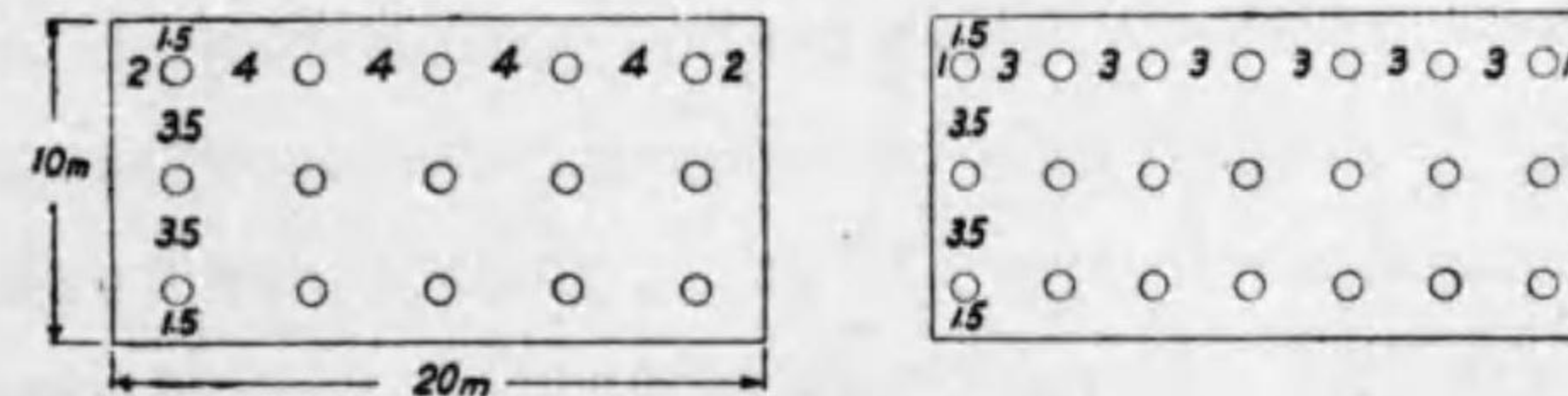
$3 \times 6 = 18$ $27400 \div 18 = 1520$ ルーメン
 $3 \times 7 = 21$ $27400 \div 21 = 1300$ ルーメン

150 W の次は 100 W 1300 ルーメンである。之を採用すれば

$100 \times 21 = 2100$ ワット

になつて消費電力は先きの 2250 ワットより少い。然し前者の燈具 15 に對し之は 21 を要するから建設費は $21 \div 15 = 1.4$ 倍増す (100 W 燈具も 150 W 燈具も價格は殆ど變らぬ)。従つて此の何れを採用すべきかは更に實際的立場から比較研究を要する。上の二つの場合の電球配置を設計すれば第 6-12 圖の様である。

第 6-12 圖



例題 2 の 電 燈 配 置

例題 3 20 m に 30 m で天井高さ 4.5 m の事務室あり。之に半間接照

明を施して 100 ルクスを得んとす。今減光補償率 1.3 として電球配置及び所要電力を求む。但し机は壁に密接せり。

解 照明能率は半間接照明であるから 40% としたが、試験などの時は分子の 13 と消去出来る 39% を採用すると計算が簡単になる。

$$\phi = \frac{100 \times 20 \times 30 \times 1.3}{0.40} = 195\,000 \text{ ルーメン}$$

燈高は 天井高さ - 被照面高さ = 4.5 - 0.85 = 3.65 で

$$D = 3.65 \times 1.5 = 5.5$$

$$20 \div 5.5 = 3.6 \text{ 即ち } 4$$

$$30 \div 5.5 = 5.5 \text{ 即ち } 6$$

電燈間隔を 5.5 m として壁との間隔は

$$(20 - 5.5 \times 3) \div 2 = 1.75 < 5.5 \div 3 = 1.83$$

$$(30 - 5.5 \times 5) \div 2 = 1.25 < \text{ " }$$

従つて此の配置で差支へないが、この場合の電球大きさは

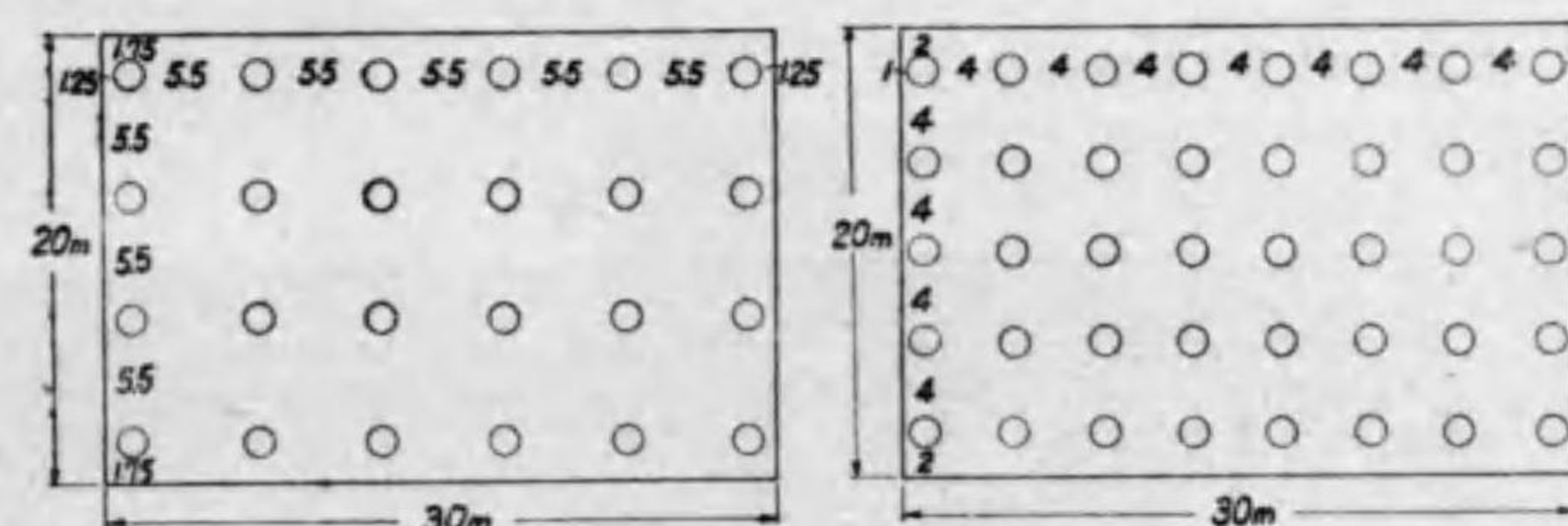
$$195\,000 \div (4 \times 6) = 8\,120 \text{ ルーメン}$$

之に近いのは 500 W 9 000 ルーメンのものであるから少し多すぎる。之だと総電力は 500 × 24 = 12 000 W である。

今假りに 300 W 4 950 ルーメンを使ふとすれば 195 000 ÷ 4 950 = 39.2 燈を要する。之には 5 × 6 = 30, 5 × 7 = 35 は不足するから、5 × 8 = 40 を採用するとせば 300 × 40 = 12 000 kW となつて先きの場合の消費電力と変化はない。斯くすると能率が悪いだけ照度は減少するが、丁度所要照度が得られるのであつて、均齊度は電球数の多いだけ良好である。但し燈具の多いだけ建設費及び維持費を増加する。従つて何れを採用するかは場合に依

るのでこの二つの場合の電燈配置は第 6-13 圖の如くするが良い。

第 6-13 圖



例題 3 の電燈配置

8. 屋内照明 夫々の用途に適合する様に設計すべきである。

住宅 慰安と團樂の場所であれば感じと衛生の立場より設計すべきであ

るが、客間は裝飾を加味し、臺所は能率を重する等考慮する必要がある。普通室の中央にコードで反射笠附の電燈を垂して全般照明を行ひ、書齋、勉強室等では別にスタンドを設けて局部照明で補助する(第 6-14 圖)。臺所や洗面室、戸棚等は壁電燈を補助にするが良い。全般照明用の電球は大體 1 畳 10 ワットを標準とすべきである。

第 6-14 圖



住宅照明

事務室 全般照明の適例で、電燈数を多くして全包围器具に依る直接照明又は天井や壁を白色とし

て半間接照明を行ふべきである。長時間に互つて眩輝と疲労とを感じない様に器具の輝度を低くし、照度を高くし且つ均齊度を少くする様にする。第6—15圖は事務所照明の良い例である。

第 6—15 圖



事 務 所 照 明

工場 良照明は(1)生産高の増加及び品質の高上(2)傷害事故の減少(3)工人の保健状態の改善(4)監督の容易を齎すものであるが、それには(1)作業の精粗に応じて適當の照度を與へ(2)作業状態で絶対に眩輝を感じず(3)酷い陰影を生ぜず均齊度も適當である事が必要で、且つ經濟を主として全般照明には金屬笠を使用し、別に必要のものに必要の方向から局部照明を補助すべきである。移動起重機を使用する工場ではその邪魔にならぬ様電燈を壁に取付けるか大型スタンドを使用する。尙塵埃に依る照度の遞減が大であるから1,2週間に1回空拭し、1,2ヶ月に1回

水洗を定期に執行する。

商店 店内に全般照明を與へる外、特殊の陳列には特殊の照明を與へる。

例へば呉服、繪畫等色を重んずるものには晝光電球を使用する、特に陳列窓にあつては通行人の注意を惹き購買心をそゝる様、商品を充分に照し、決して光源が見えぬ特殊の反射器を有する電燈を天井に設け、管形電球で補助する。商品の少い場合にはスポット・ライト即ち極度に集照型の光源を使用する。第6—16圖はその良い例である。主要都市の一流街路に面する場合は1000ルクス、

第 6—16 圖



飾 窓 照 明

中流都市の普通商店街でも200ルクス位の照度が望ましい。

9. 街路照明

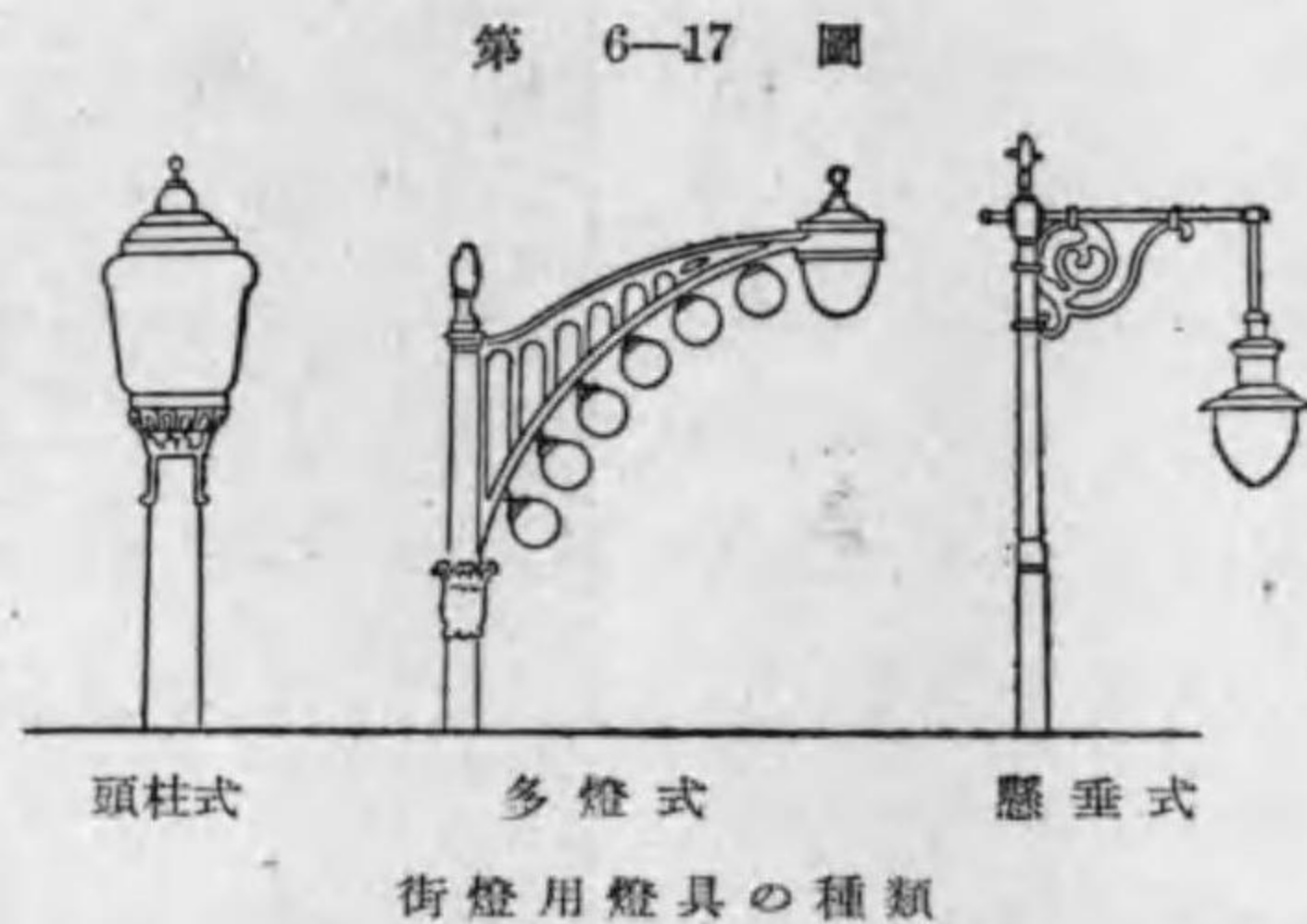
街路は大別して商業街路、交通街路、住宅街路及び田舎道とする。それが設計の區別は主として照度と均齊度にある。

推奨せらるゝ平均照度は、商業街路では2~10ルクス、交通街路では

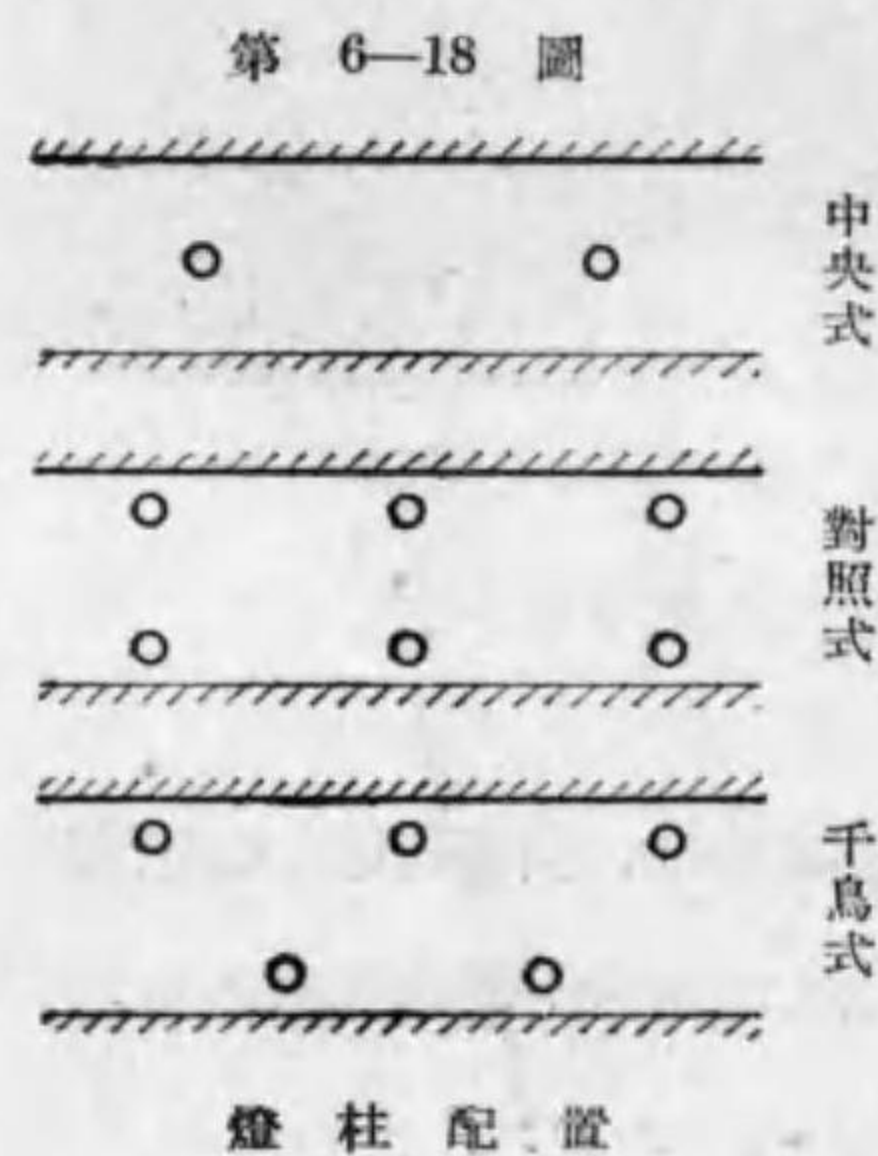
1~3 ルクス, 住宅街路では 0.2~1 ルクスである。田舎道は所々に電燈を設け, それが道路である事が遠くから解る程度で充分であらふ。

均齊度は街路照明では (最低照度+最高照度) なる定義が使用せられる。其の値は商業街路では 1/10 以上, 交通街路では 1/30 以上, 住宅街路では 1/100 以上が望ましい。

街路照明を燈具より分類すれば, 頭柱式, 多燈式及び懸垂式 (第 6-17 圖) に分けられ, 位置からは中央式 (懸垂式に限る) 兩側式で, 兩側式は又對照式と千鳥式とに分けられる。

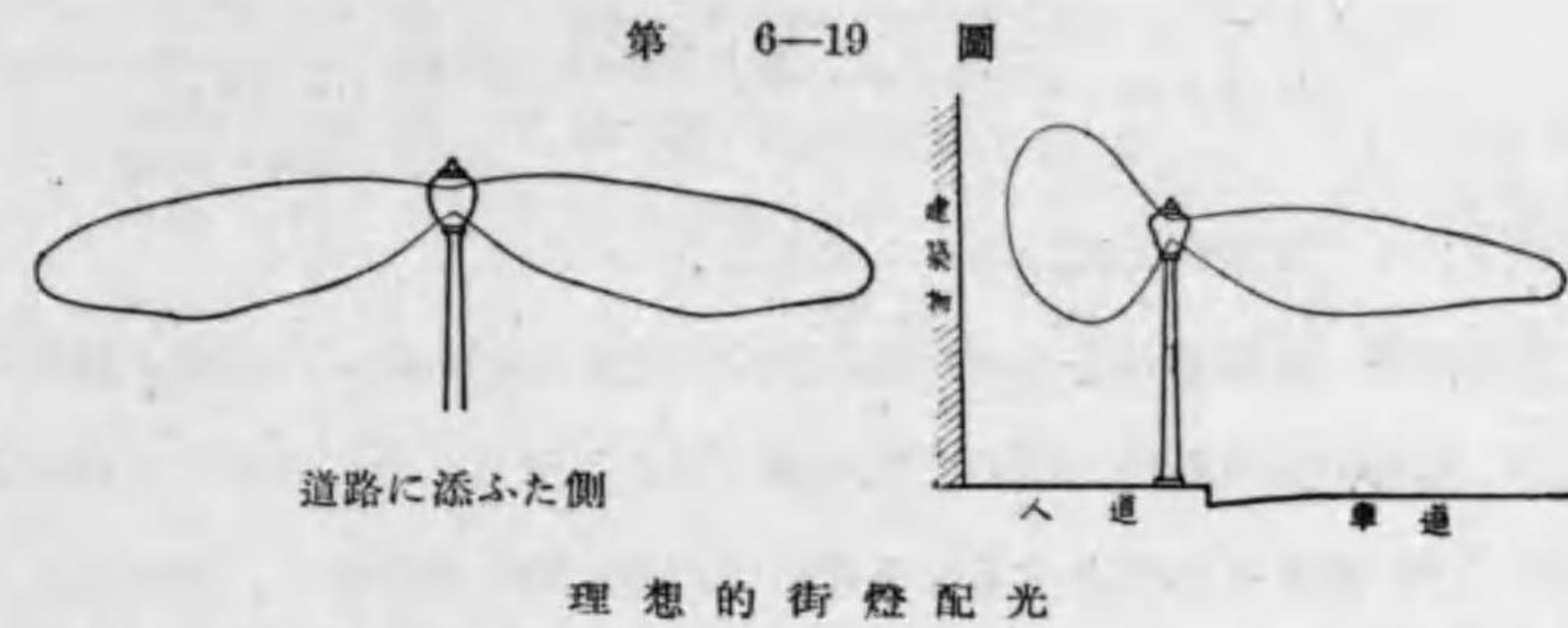


千鳥式とは反對側の燈柱の丁度中央に燈柱を設ける式である (第 6-18 圖)。



商業街路 裝飾を主とし能率を従とし, 一般に頭柱式を兩側に設け, 其の配光は第 6-19 圖に示す様に道路に沿ひたる方向には遠方まで光が届く様 70°~80° 附近に最大光度を有し, 上方に光を散らさず, 又之と直角の側では, 道路の方向は道路の向ふ側を限度として道路面のみを照させ, 建物側は相當の光が建物を照す

様にするのが理想的である。



然し商店街では裝飾を特に重んじ照明を離れた種々の多燈式を採用する場合も少くない。又外國には大小 2 燈を同一燈具に納め, 深夜に到れば小燈のみ點火する設計のものもある。

商業街路の設計には光束法が使用される。平均照度を假定し, 減光補償



率は考慮せず、能率を 10~30% 位にとつて算出する。

$$\text{光源光束} = \frac{\text{平均照度} \times \text{燈柱間隔} \times \text{道路幅}}{2 \times \text{能率}} \dots\dots(6-7)$$

2 で除したのは両側に設けるからである。

交通街路 自動車が許された最高速度で走つて居る時に、道路を横切る人又は障害物を運転手が認めて制動機で停止し得るだけの前方にそれを認めるだけの照度を必要とする。それには首燈は餘り効果なく、遙か向ふの街燈で照らされた道路面の輝きが道路上に立つ人の爲に影となる、其の影でその人が認められると言ふ影坊子効果による場合が多い。従つて相當の街燈は事故防止の上に必要で、適當の街燈が危害を少くした事は多くの統計に表はれて居る。

交通街路となれば距離が長く其の費用を負担する人が少いので、經濟を相當に考へなければならぬ。従つて燈柱間隔を長くし、兩側に千鳥に燈柱を設けるか或は片側とする。片側とすれば建設費は大約半分となる。主として高燭の瓦斯入タングステン電球が使用せられて居るが、最近では高壓水銀燈に依るものが多く採用せられる。米國ではナトリウム電燈が盛んである。

住宅街路 單に通行の安全と保安とを目的とする。従つて照度や均齊度は低くとも差支へなく、裝飾は不用で能率の良いものを使ふ。多く兩側の支持物から中央懸垂式とするか或は片側のみに設ける。

田舎道 之は遠くであそこが道路であると解るだけに所々に電燈がついて居れば充分で、どうせ通行者は提灯又は懐中電燈を用意するから、照度も低く暗い所があつても差支へあるまい。

照明學會の推奨する街路照明の規格の一例を第 6-1 表に示す。

第 6-1 表 街 路 照 明 規 格

| | 街路幅員 m | 車道幅員 m | 平均 E _a ルクス | 光源高 m | | 燈柱間隔 m | 1 基 當 り ワット 數 | 排 列 | 1 基 燈 數 |
|------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-------|-----|-----------|------------------|--------|------------|
| | | | | 頭柱 | 懸垂 | | | | |
| 商 業 街 路 | 36 | 24 | 4~10 | 6 | 6 | 20~50 | 750~2000 | 對稱又は千鳥 | 1~2 |
| | 33 | 22 | 4~10 | 6 | 6 | 20~45 | 500~1500 | " | 1~2 |
| | 27 | 18 | 4~10 | 5.5 | 6 | 20~40 | 400~1500 | " | 1~2 |
| | 22 | 14 | 4~10 | 5 | 5.5 | 20~40 | 400~1000 | " | 1~2 |
| | 18 | 11 | 2~10 | 4.5 | 5 | 15~35 | 150~1000 | 千鳥 | 1~2 |
| | 14 | 8 | 2~10 | 4 | 4.5 | 15~30 | 100~750 | " | 1~2 |
| 交 通 街 路 | 11 | 6 | 2~10 | 3.5 | 4 | 15~25 | 100~500 | " | 1 |
| | 8 | — | 2~10 | 3.5 | 3.5 | 15~25 | 100~500 | " | 1 |
| | 36 | 24 | 1~3 | 6 | 6.5 | 40~70 | 300~1000 | 千鳥 | 1~2 |
| | 33 | 22 | 1~3 | 6 | 6.5 | 40~70 | 250~1000 | " | 1~2 |
| | 27 | 18 | 1~3 | 5.5 | 6 | 40~70 | 200~750 | " | 1 |
| | 22 | 14 | 1~3 | 5 | 5.5 | 30~60 | 200~500 | " | 1 |
| 住 宅 街 路 | 18 | 11 | 1~3 | 4.5 | 5 | 30~60 | 150~500 | " | 1 |
| | 14 | 8 | 1~3 | 4 | 4.5 | 30~60 | 100~300 | " | 1 |
| | 11 | 6 | 1~3 | 4 | 4.5 | 30~60 | 100~250 | " | 1 |
| | 11 | — | 0.2~1 | 4 | 4.5 | 40~90 | 40~150 | 千鳥 | 1 |
| | 8 | — | 0.2~1 | 3.5 | 4 | 30~70 | 40~100 | " | 1 |
| | 6 | — | 0.2~0.6 | 3.5 | 3.5 | 30~50 | 40~60 | 千鳥又は片側 | 1 |
| 住宅街路 | 4.5 | — | 0.2~0.6 | 3.5 | 3.5 | 20~40 | 40~60 | " | 1 |
| | 3 | — | 0.2~0.6 | 3.5 | 3.5 | 20~40 | 30~60 | " | 1 |

問 題

1. 物が見える四要點を擧げよ。
2. 光束發散度とは何ぞや、普通の單位を併せ示せ。
3. 天井に装置したる 10 cm×6 cm の硝子板より 1150 ルーメンの光束が射出した場合、其の光束發散度如何。

4. 直径 20 cm の外球内に 100 ワット電球を入れたる場合、外球の平均光束發散度如何。但し該外球の透過率は 0.9 なりとす。
5. 半径 15 cm の外球の表面にて平均光束發散度を 0.5 ランバートを得るには、何ワットの電球を使用すべきか。但し外球の透過率は 93 % なりとす。
6. 反射率 75% の 2 m × 0.8 m の紙の平均光束發散度 0.08 ランバートなりと言ふ。それを照射したる全光束如何。
7. 或る完全擴散面の輝度が 0.8 燭每平方糎ならば、其の光束發散度は何程なりや。
8. 平均球面燭光が 150 燭の光源を半径 1.8 糎の外球内に納めた場合の輝度及び光束發散度を求む。但し外球の透過率を 0.85 とす。
9. 次の場所の照度はどの位なりや。
 夏日正午の木影 普通窓側 十五夜の地面
10. 次の場所の照度はどの位を必要とするや。
 住宅客間 住宅臺所 學校教室 工場廊下
 精密機械工場 セメント工場
11. 均齊度（屋内）を小とするには如何なる照明方式を選ぶべきか。
12. 照明方式を器具の上より分類せよ。
13. 直接照明の長所を列記せよ。
14. 本教室には如何なる照明方式を適當とするや。
15. 或る外球にて 200 W 瓦斯入タングステン電球を使用した時、上方に向ふ光束 1000 ルーメンなりと言ふ。該球の透過率は上下均等にて 85% なりとせば、該球の器具番號如何、又何種に屬すべきや。

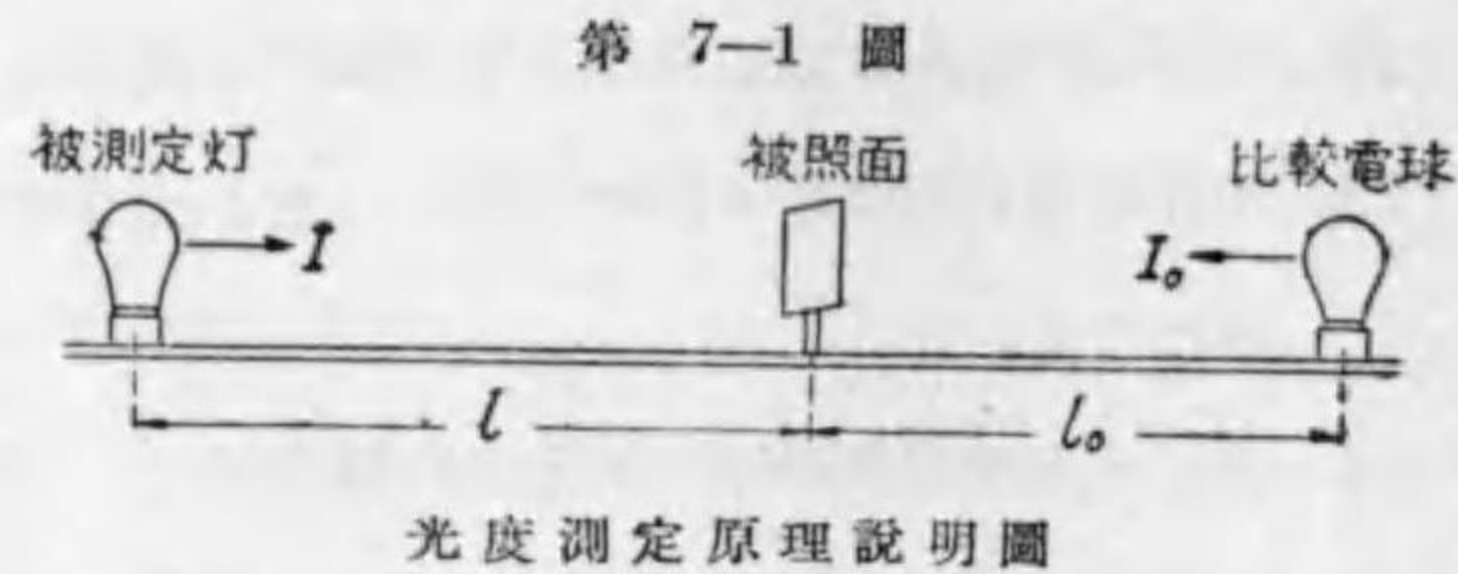
16. 燈具の配置より照明方式を分類せよ。
17. 局部全般併用照明の利點を述べよ。
18. 20 m に 15 m の教室あり。100 ワット電球 12 箇を使用せば、平均照度如何、但し照明能率は 60% とす。
19. 12 m に 16 m の事務室あり。半間接照明に依り 120 ルクスを得んとす。所要總光束如何。但し照明能率を 45% とす。
20. 前間に於て机は壁に向はず、天井の高さ 4 m とせば、何ワット電球を何箇使用すべきや。
21. 良照明が工場に齎す利益を述べよ。
22. 街路照明を均齊度の見地より 4 種に分類せよ。
23. 街路照明用器具を 3 種に分類し、主として何處に使用せらるゝかを附記せよ。
24. 頭柱式照明器具の理想的配光曲線を示せ。
25. 大都市に於て道路幅員 18 m の交通街路の照明を設計せんとす。
 イ 平均照度の範圍如何。この範圍内にて任意に照度を假定せよ。
 ロ 道路延長 1 m に要する光束如何。
 ハ 燈柱を兩側に設けるとし對稱式と千鳥式との何れを適當とするや。
 ニ 燈柱の高さ及び燈柱間隔の範圍及び適當なる數値を示せ。
 ホ 上記の條件にて一燈柱に使用すべき電球の大きさを求む。但し照明能率は 20% と假定す。

第七章 測 光 學

1. 光度單位 照明工學上の主要の量は光度、照度及び光束である。従つて之を測定する目的で光度計 (photometer)、照度計 (illumination photometer or illuminometer) 及び積算光度計 (integrating photometer) がある。然し孰れも逆二乗の法則の應用である。

先づ光度計の原理を説明すると、一定の長さの一端に比較用光源を、他端に測らうとする光源を、測らうとする方向が比較光源に向ふ様に置き、

其の中間に一つの被照體を置くこと第 7-1 圖の様にす。そして被照體を左右に動かして被照體の



左右両面が同一照度になつたとすれば、

$$I = \frac{l^2}{l_0^2} I_0 \dots\dots\dots(7-1)$$

但し I は測らんとする光度、 I_0 は比較光源の光度、 l, l_0 は夫々の距離である。従つて $(\frac{l}{l_0})^2$ を豫め計算して被照體の指針の位置に目盛つて置けば、被測定電球の測定方向の光度が比較光度の何倍になるかを知る事が出来る。

比較光源には試験所の様な所でも我が國光度の原器であるハーコート10燭ペンタン燈は使はず、それと比較して光度を求めた標準電球と更に比較して光度を求めた二次標準電球を使用する。

電氣事業法施行規則 (昭和7年 11 月改訂) 第 58 條に次の様に示されて居る。

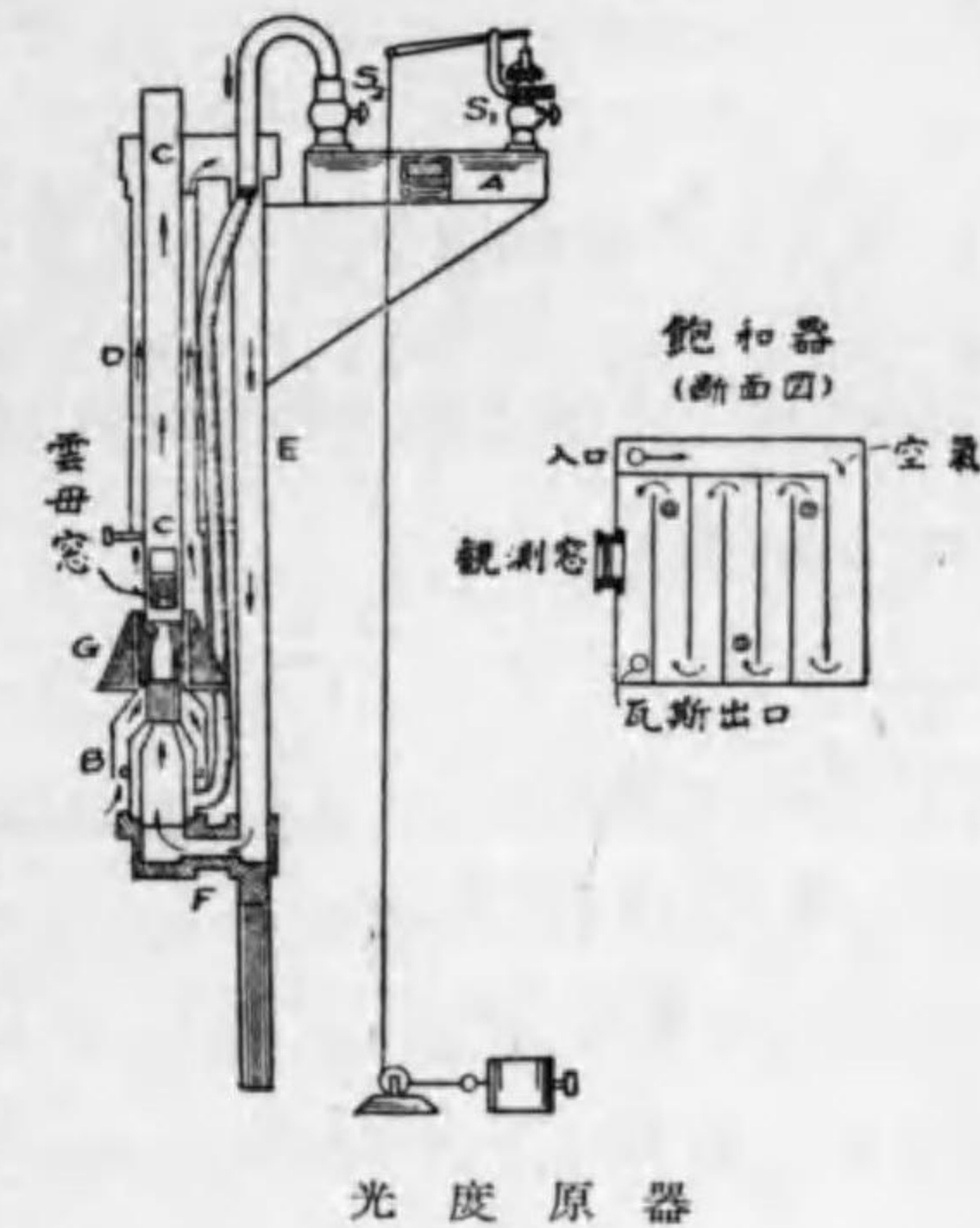
電燈ノ光度ヲ表示スルニハ燭ヲ以テ單位トス。

1 燭ハ氣壓 760 托ノトキ 1 m³ = 付 8 l ノ水蒸氣ヲ含有スル空氣中ニ於テ燃燒スル「ハーコート」10 燭「ペンタン」燈ノ光度ノ 1/10 トス

第 7-2 圖はハーコート 10 燭ペンタン燈の略圖で、上部の槽に貯へられた液状ペンタン (化學式 C₅H₁₂) が蒸發し火口 B で空氣と混合して燃燒する。其の焰の尖端が印の所まで達した時、火口から 47 托の所の光度を 10 燭とする。

然し本燈は原器として色々缺點があるので、白金熔融液が正に凝固せんとする時の輝度を標準とせんとする研究も行はれて居る。其の値は大約 59 燭/cm² である。

第 7-2 圖



2. 光度計 白熱電球の光度を測定する場合を説明せんに、多くは二次標準電球と直接比較せず、置換法に依る。

之は被測定電球と標準電球との中間の光度を有する白熱電球を媒介とする方法で、測定器に基づく誤差を少なくする利益もある。先づ標準電球を被

測定電球の所に置き、比較電球と光度を比較する、即ち被照面の照度が同一となつた時、標準電球と比較電球とからの被照面の距離が夫々 l_s, l_c 、夫々の光度が I_s, I_c とすれば、

$$I_c = \frac{l_c^2}{l_s^2} I_s \dots\dots\dots(7-2)$$

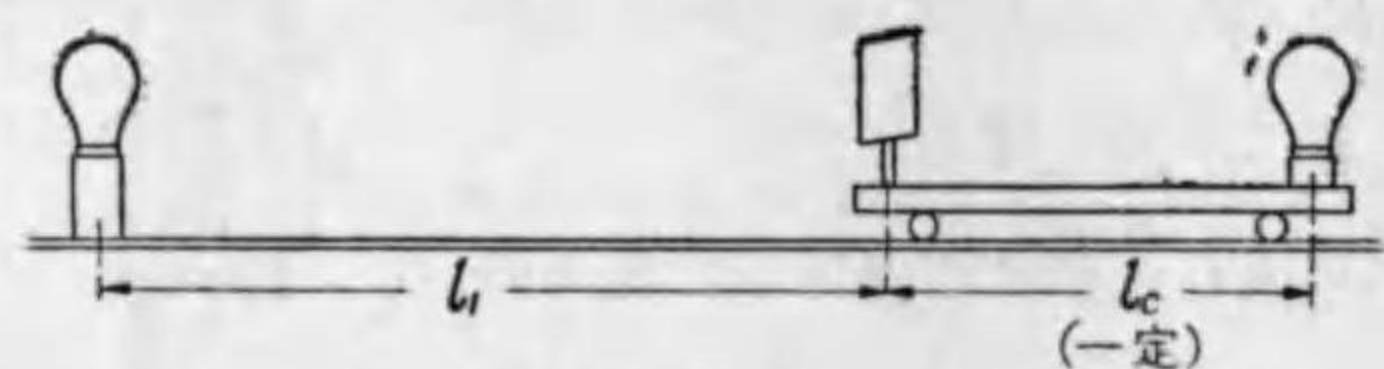
次に被測定電球と標準電球とを置換し、同様の測定をなして、 l_{11}, l_{c1} を求めれば

$$I_1 = \frac{l_{11}^2}{l_{c1}^2} I_c$$

上二式から I_c を消去して

$$I_1 = \frac{l_{11}^2}{l_s^2} \frac{l_c^2}{l_{c1}^2} I_s$$

実際の測定器では被照面と比較燈とを一つの車に乗せ、一體として左右に動かすものが多い(第7-3圖)。この



第 7-3 圖

車臺形光度計

時は常に $l_c = l_{c1}$ であるから

$$I_1 = \frac{l_{11}^2}{l_s^2} I_s \dots\dots\dots(7-3)$$

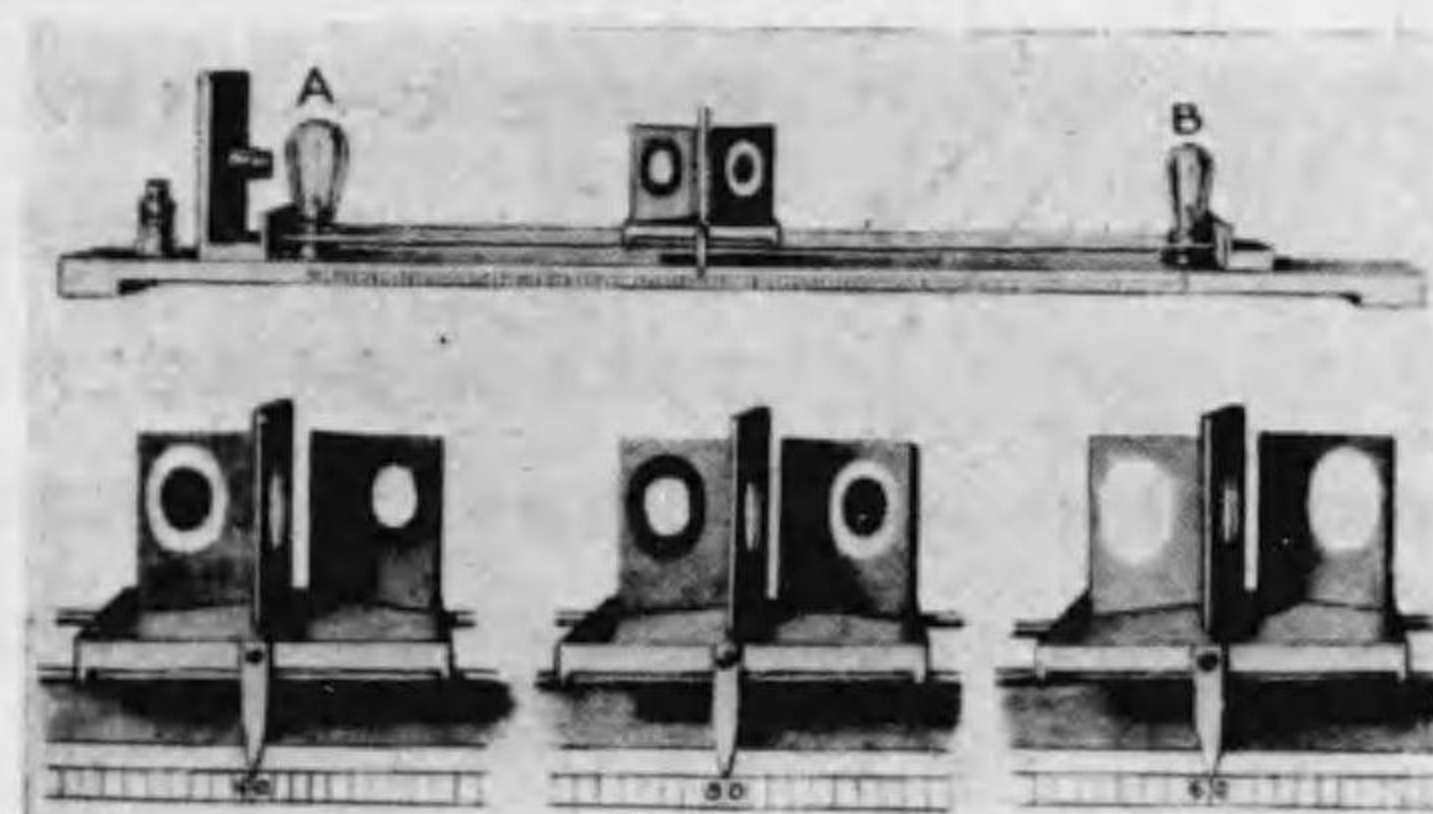
被照面の両側の照度が同一である事を肉眼で容易に判断出来る様にする目的で種々の工夫があり、それで色々の光度計が出来て居る。

I. ブンゼン遮帳光度計 最も簡単な光度計で、被照面として稍薄い白色の紙を使ひ、其の中央にパラフィン等で半透明の斑點を作つて置く。そして両側を同時に見える様、其の背後に被照面と同一の角をなす二面の鏡

が立てゝあり、別に被照面と鏡とが左右に自由に移動出来、且つ移動した位置がすぐ解る様に指針と目盛とがある。

今光度計を使つた時に第7-4圖の下側左端の様に見えたとすれば、其の左側の鏡は被照面の左側、右側の鏡は被照面の右側を明かにする。扱左側では周囲が明るく、

第 7-4 圖



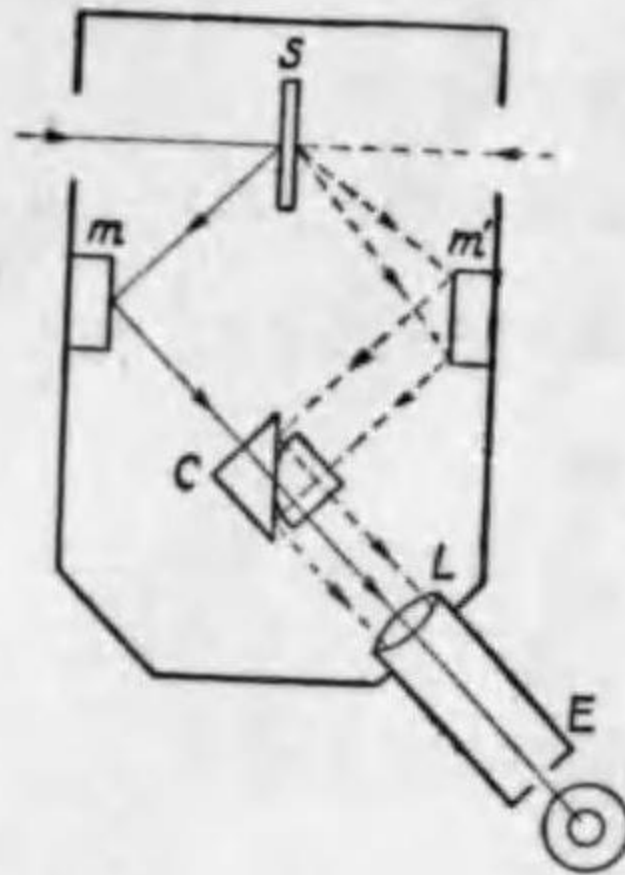
ブンゼン遮帳光度計

中央が暗い。周囲は左側即ち測定電球からの光の反射で、中央は比較燈からの光の透過したものである。右側ではそれが反対になる。之は左側の照度が右側より大なる事を示して居る。

依つて被照體をズット左側に動かせば、今度は左側で周囲が明るく、中央が暗く、右側では反対になる。そこで徐々に右側に戻すと何處かで左右よりの明るさが同一になる所がある、即ち豫め被照面の反射率と半透明部分の透過率とを同一にして置けば、中央部と周囲との境界が現はれず同一の明さとなる事、同圖右端に示す様になる。之が平衡の状態、その時の指針の目盛から光度が算出される。

II. ルンメル・プロチューン光度計、等照型 (Lummer-Brodhun photometer, equality type) 第7-5圖で S は酸化マグネシウムを塗つた被照面で、夫れからの光を m, m' にある鏡で全反射させて C なる合成三角稜に向はせる。中央にある合成三角稜はルンメル・プロチューンのキュー

第 7-5 圖



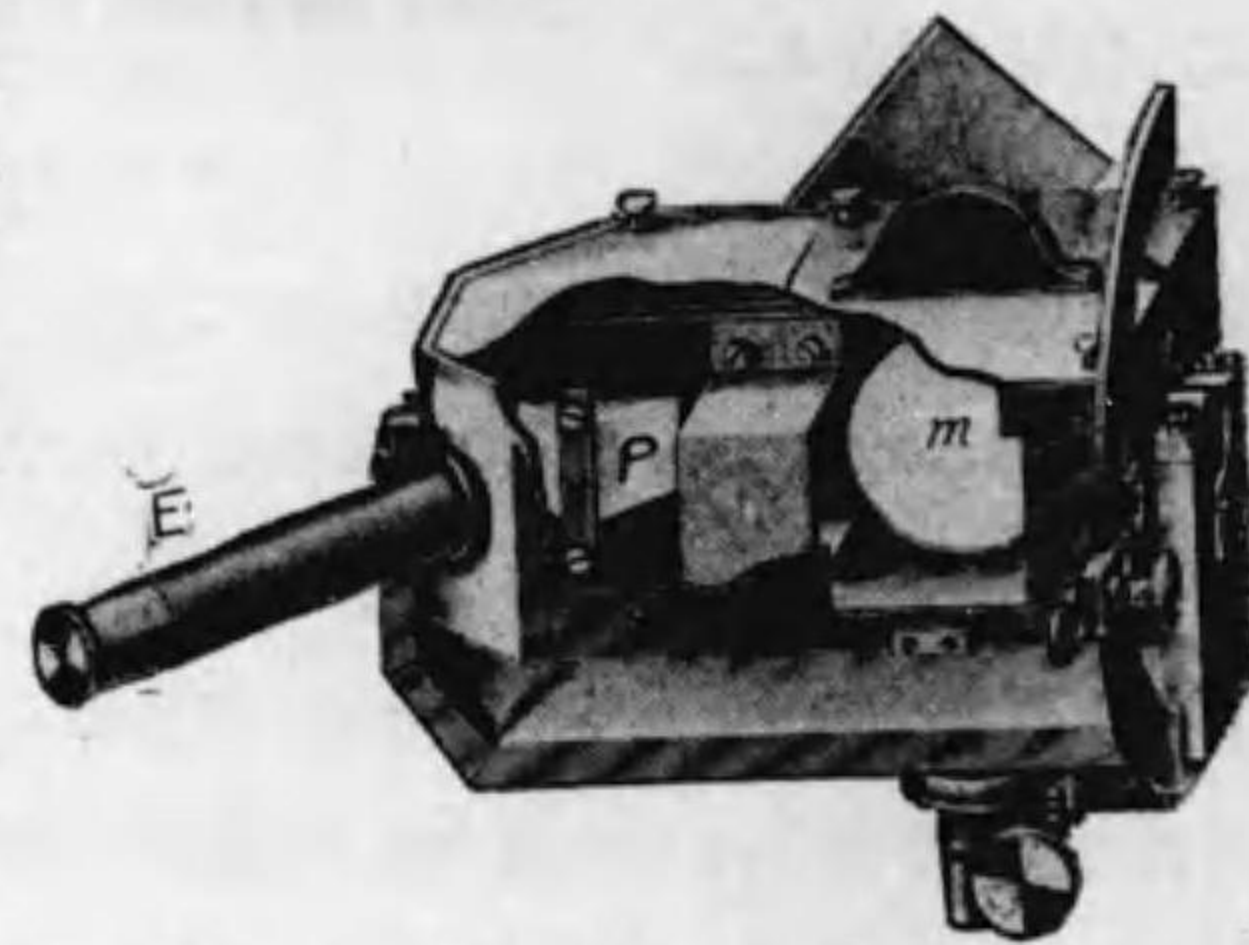
ルンメル・プロヂューン光度計，等照型の原理

側三角稜の底で全反射して E に向ふ。従つて E から見ると周囲は右側の光源に依る S の輝度，中央は左側の光源に依る S' の輝度が解る。従つて中央が明るければ右側に，周囲が明るければ左側に動かすと，丁度左右が同照度で， E から見て周囲と内側と區別が出来ない點が平衡點である。

III. ルンメル・プロヂューン光度計，對照型 (contrast type) $m m'$ にも三角稜を使ひ， C には一方を丸くする代りに接觸面の所々に溝を掘る事第 7-7 圖の様にする。其の爲め同圖中に示した様な二つの梯形が楕圓形内に表はれブンゼン遮帳と同じ様に對照に便になる。光束の行方は圖で

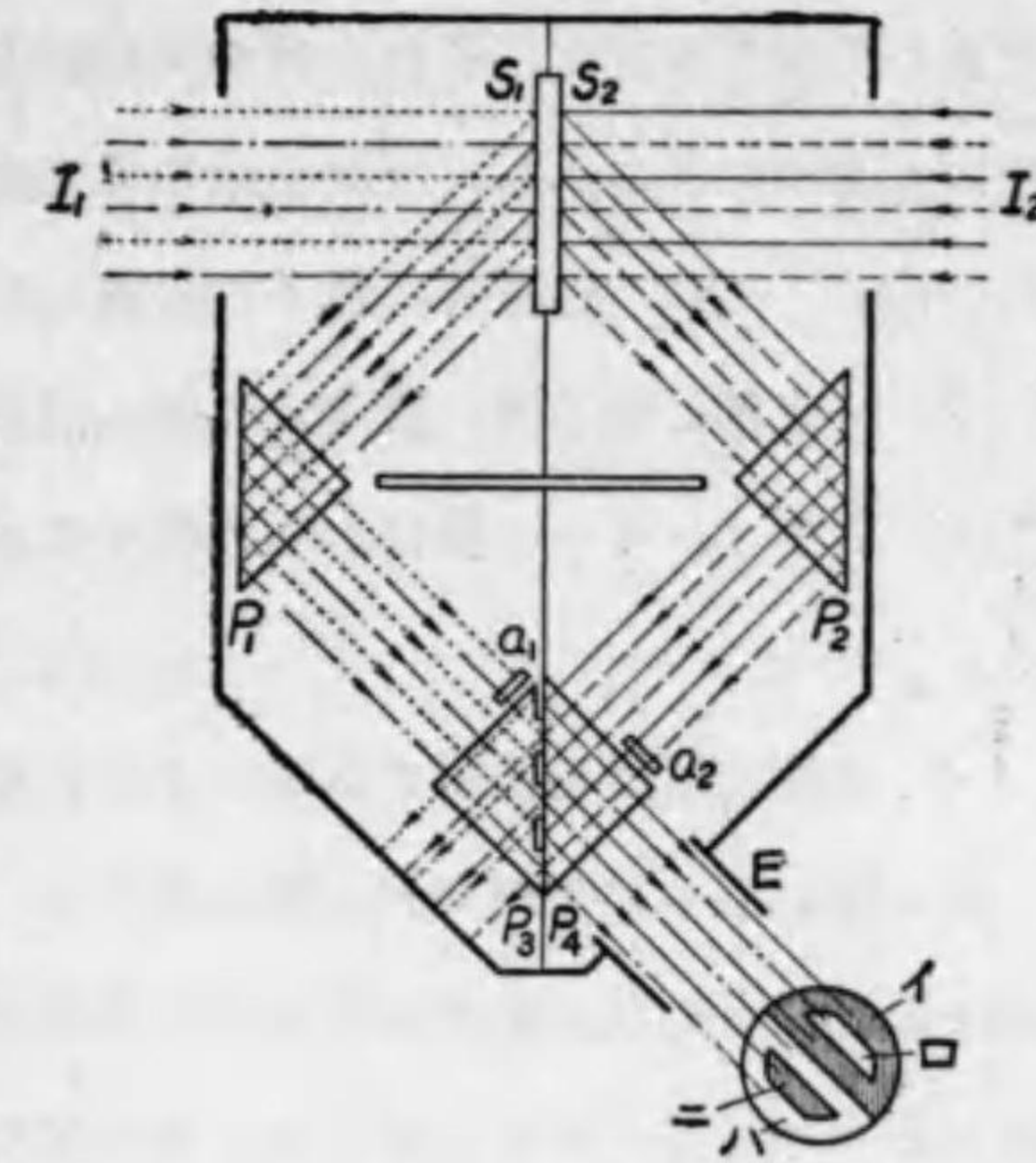
ブと呼ばれ，一方は普通の三角稜，他方は底邊を圓形に仕上げ，更に其の中央部を平にした三角稜で，その平な部分が他の三角稜の底と密接し，圖の様な方向に置いてある。今 m から反射した光の内中央の部分は二つの三角稜を眞直に進行し，接眼鏡 E でハッキリ認められるが，周囲の分は左側三角稜の底で全反射され， E には達しない。之に反し m' から反射した光の内中央に來たものは素通りして E には來ないが，周囲の分は右

第 7-6 圖



ルンメル・プロヂューン等照型光度計

第 7-7 圖



ルンメル・プロヂューン光度計，對照型

各種の線をたどつて行けば明瞭である。之は兩側の照度が平衡點に近づいた場合に二つの照度が相等しい事を判断するより，二つの照度の對比 (違ふ度合の比較) の等しい事を判断する方が正確であると言ふ原理に基づくのである。

其の目的に a_1, a_2 なる稍不透明體が設けてあつて S_1 に當つた光の内 a_1 を通るものは右側中央口に， S_2 に當つた光で a_2 を通るものは左側の中央ニに表はれる。従つて丁度平衡を得た場合，イとロ，ニとハとは同照度にならない。唯イとロとの對比が，ハとニとの對比と等しくなる。

3. 交照光度計 白熱電燈同志でも 100 ワットの電球と 10 ワットの電球では色が違ふので若干の誤差を生ずる，それは色が違ふと同照度の判断が間違つて來るからである。ましてネオン放電燈を白熱電燈で測定する等は實際上甚だ困難である。依つて特別の方法を要する。

異色測定の方法には次の四法がある。
1. 階段法 相隣る 2 色光では誤差が大きくない範囲の一連の色光を豫め用意して，段々に測つて行くのであるが，頗る面倒である。

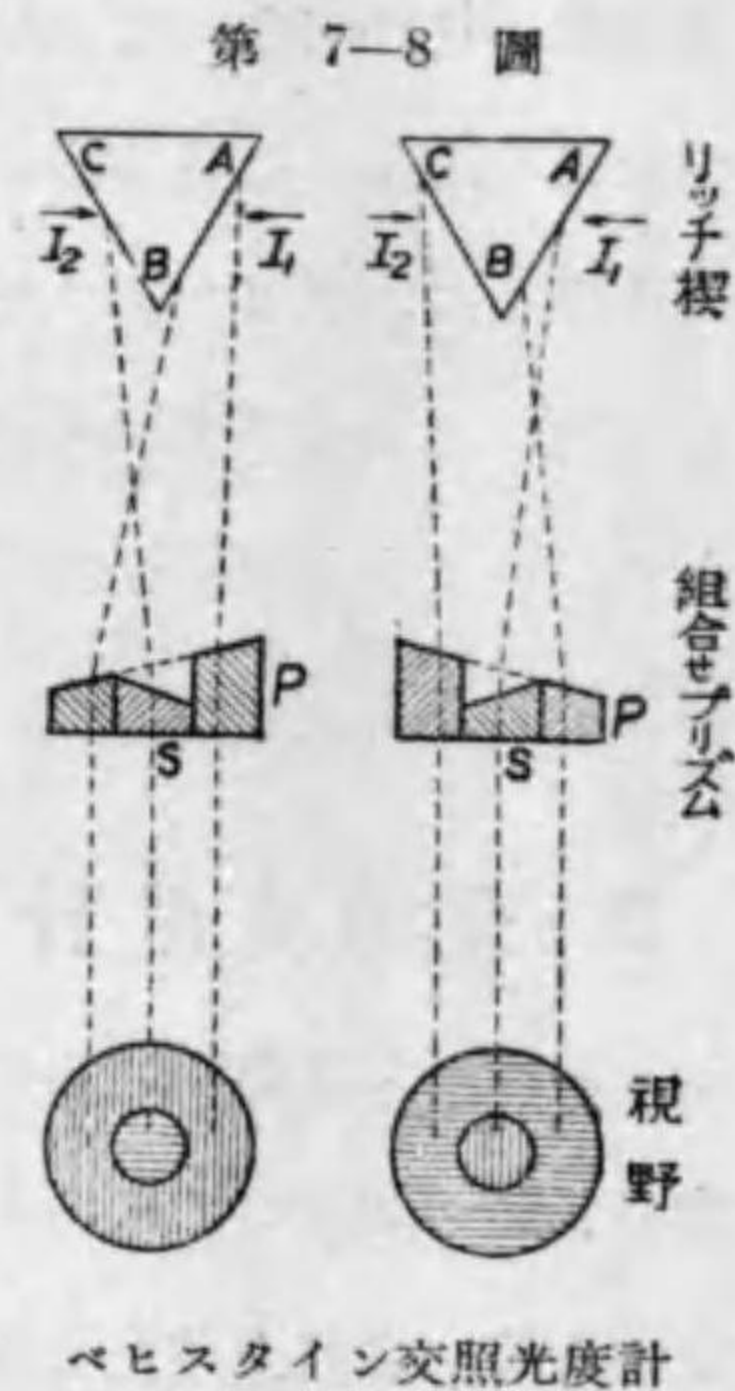
2. 透過法 測らうとする色光と同一の光質を白熱電球に與へる濾光液を豫め用意して置き、それを使つて比較する、その濾光液の透過率は豫め精密に測つてあるから、それを乗じて光度が求められる。本法はその濾光液の發見、製作、保存等に色々の困難が伴ふ。

3. 分光器に依る法 被測定光源の波長エネルギー曲線を作圖し、それと光束對エネルギーの關係から光束を求める方法で、純學術的方法である。

4. 交照光度計を使用する法 本法は最も實用的方法である。

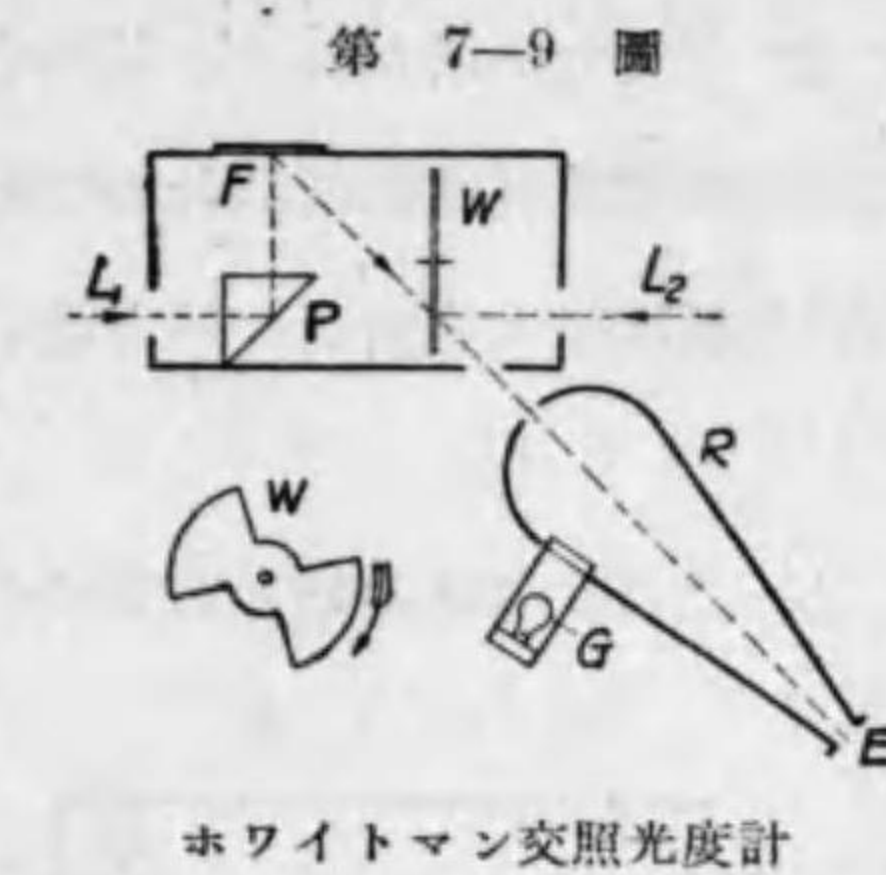
色の違ふ二つの光が交互に眼に来ると、若し其の交番が速であるならば吾々の眼は其の色の相違が解らず、光度が違へ

ばチラツキを感じる事が解つた。此の理を應用して異色の二光源の光度を測定するものを交照光度計 (flicker photometer) と言ふ。夫れにも色々の方法があるが Bechstein の交照光度計では、リッチ楔と呼ばれる楔形被照面と接眼レンズとの中間に回轉する特別の組合せプリズムがあつて、第 7-8 圖に示す様に圖の左の位置では楔の左面からの光は中央に、右面からの光は周圍に見える。組合せプリズムが半回轉すれば、今度は左面が周圍、右面が中央に見える。従つて回轉を次第に速め且光度計頭部を動かしてチラツキのなくなつた點を求めれば、平衡が得られたのである。



第 7-9 圖は Whitman 交照光度計で、之は W (圖の左下部に取出し

て示してある) なる完全擴散性の圓板が回轉する。従つて E では或る時は右から來る光が W で反射したのが見え、他の時は左から來た光がプリズム P、完全擴散反射面 F で反射したのが見える。W の回轉に従つて之が交る交る見えるので比較出来る。G は R の内面に適當の照度を與へて測定を精確にする爲である。



ホワイトマン交照光度計

4. 照度測定 之は希望の場所の照度を測るのだから持ち搬べるものである事を要する。

大略の照度を知るには後述のマツダ照度計に依るのが便利である。同様の

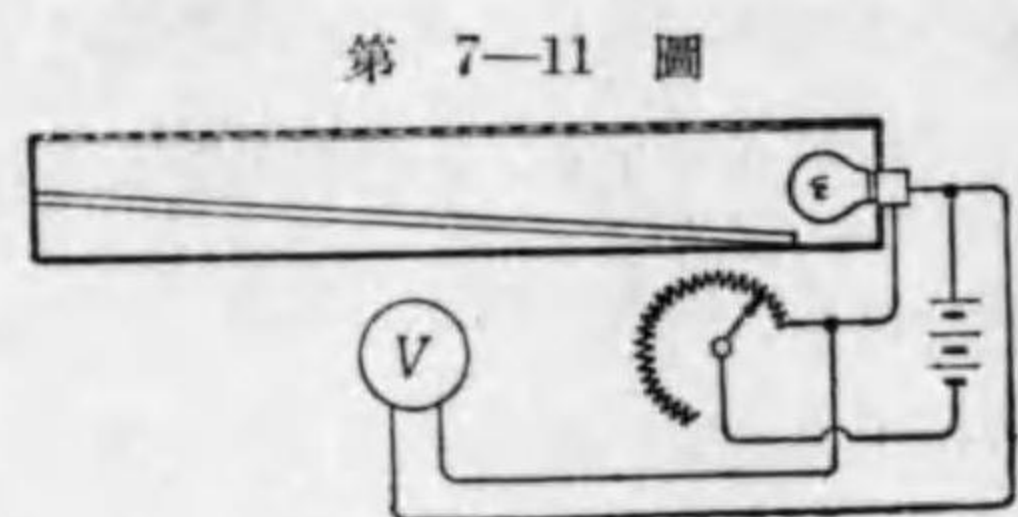


携帯 燭 計

の目的に従來は燭燭計が使用された。之は其の表面は第 7-10 圖の通りで、之を測らうとする場所に測らうとする方向に向けて置き、加減抵抗器用把手を廻して電圧計の指針を目盛上の矢印と一致させ、蝶番蓋を開けて遮帳 (screen) 上に澤山一直線に並んで居る圓を見ると左側では黒圓がハッキリ見え、右側では白圓が明瞭に見える。其の途中に並んで居るべき管

の圓が見えない所がある。其の中央の箇所の下が目盛に依つて測らうとする照度の呷燭（燭米は約此の 10 倍）が得られる。測らうとする照度が暗ければ電壓計の指針を $\frac{1}{10}$ と書いた所まで戻せば、目盛の $\frac{1}{10}$ の照度が測られる。

之は内部に標準電燈、乾電池があつて抵抗器及び電壓計が第 7-11 圖の



第 7-11 圖
呷燭計内部接続圖

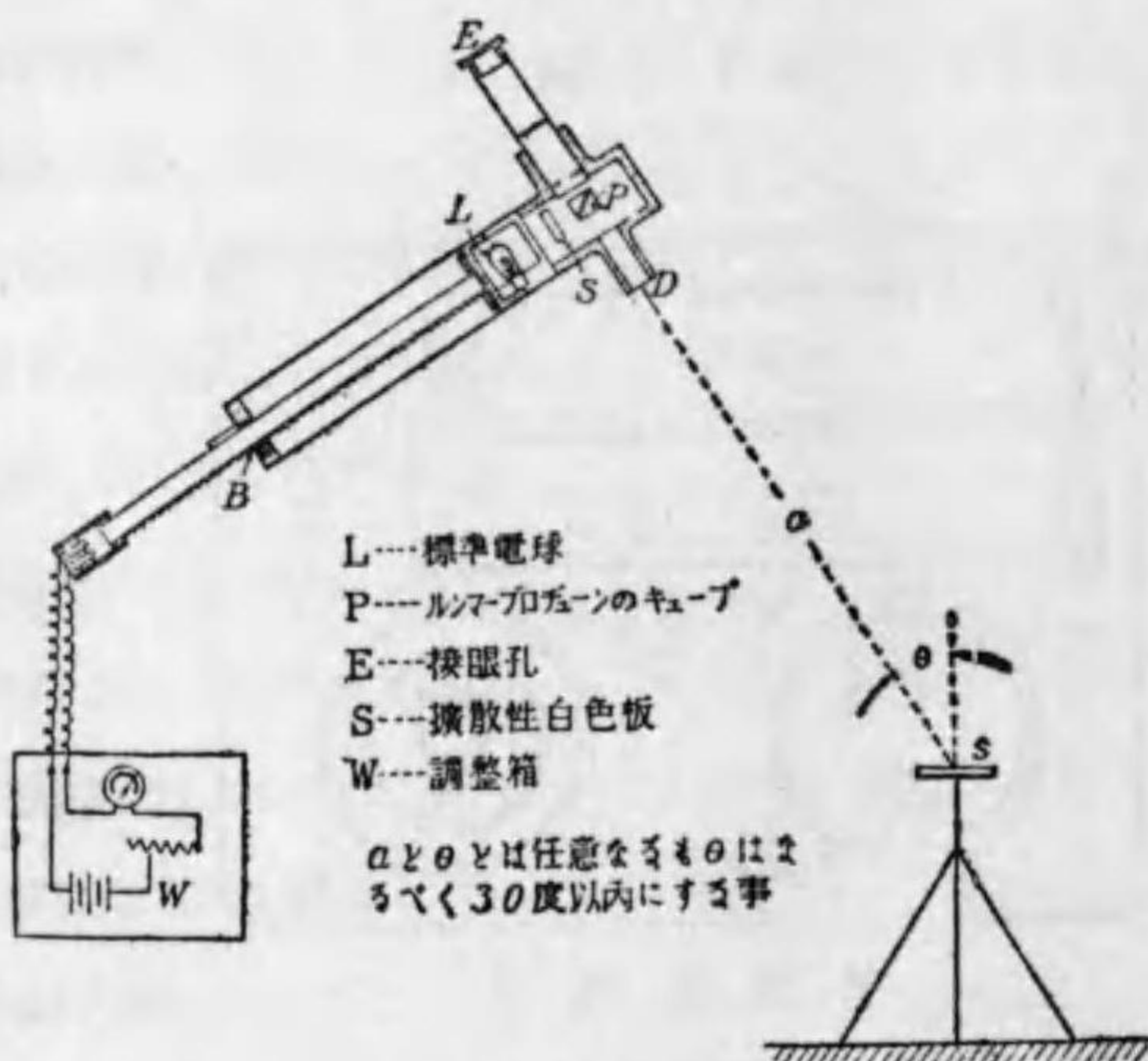
様に接続されて居る。この標準電燈に依つて圓形のみが内部から照明されるが、其の透過輝度は左側に行くに従つて減少するから、測らんとする照度即ち遮帳外部の照度の反射に

依る輝度と一致すれば圓形の境界従つて圓形そのものが見えぬのである。

尙精密に照度を測定するにはマクベス (Macbes) 又はシャープミラー (Sharp-miller) の照度計が使用される。こゝには前者だけ説明しよう。

先づ照度を測らうとする箇所の測らうとする方向に試験板 s を置く。之は完全

第 7-12 圖



マクベス照度計断面圖

- L...標準電球
- P...ルンメル・プロヂューンのキューブ
- E...接眼孔
- S...擴散性白色板
- W...調整箱

α と θ とは任意な角でもはなるべく 30 度以内にす

擴散性の反射面である。

照度計の本體はルンメル・プロヂューンのキューブ P 、標準電球 L 、之を抜き差しする把手とラック B 、接眼レンズ E から成り、別に標準電球點火用の電源、抵抗器及び電壓計があ

第 7-13 圖

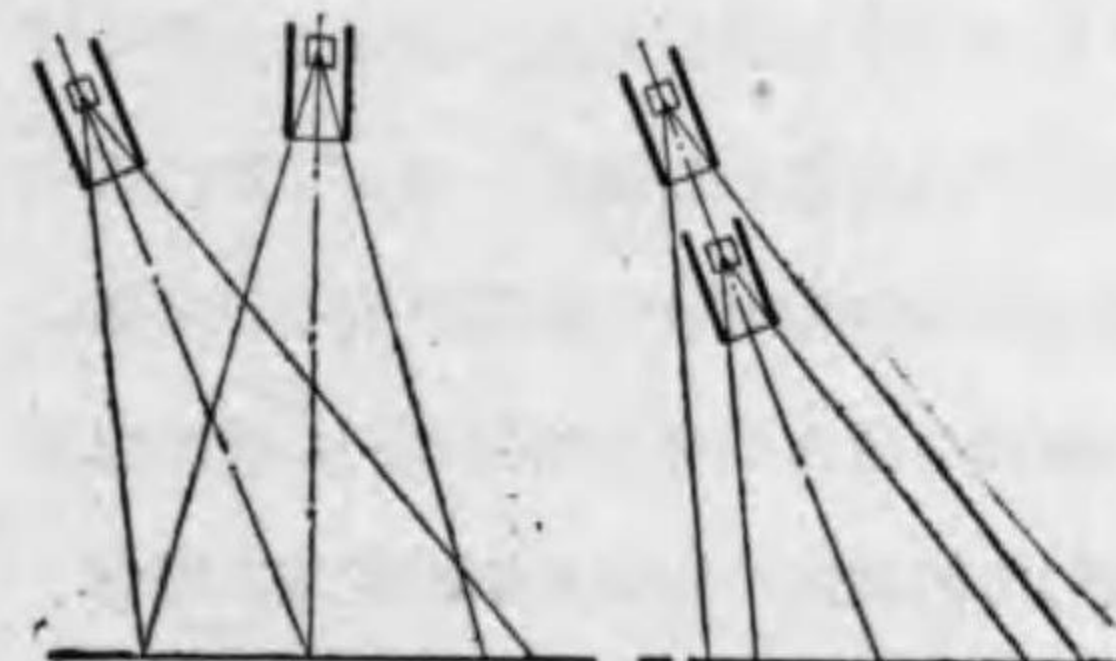


マクベス照度計で s の照度を測定中の圖

る。この電源は鞆に入れ首に掛ける。先づ測定者は s の近く、 s の垂直方向から 30° 以内の所に立ち、計の D を之に向ける (第 7-13 圖、 s は三脚で希望の所に置く)。そして E に眼をあて、キューブを見ながら、 L を擴散性白色板 S からの距離を變化し、兩板の輝度を同一にする。そこで、指針を讀むと直ちに照度が得られる。

この測定では計器と試験板との距離 l 、 D の方向が垂直方向となす角 θ には關係しない。今垂直の場合と同一距離で θ だけ傾いた場合と比較すると光度は傾いた方が $\cos \theta$ 倍になる

第 7-14 圖



照度計の距離と傾

が、キューブに光を送る面積が $1/\cos \theta$ 倍に増加するから、キューブへの光は變りがない。又角度が同一で l が違つてもやはり逆二乗の法則とキューブに光を送るに有效な s 上の面積とを考へると同一になる (第 7-14

圖)。

測定に出掛ける前に豫め標準照度で標準電球に何ヴォルトを與へた時、目盛が正しいかを調べて置けば極めて精確に求める事が出来る。

尙強い照度の測定には P と D との間に透過率の明かな適當の透過板を設ければ良く、照度が弱い場合には、光源の電壓を低下して或る程度までは測定出来る。唯測定者の陰で s の照度が影響されない様に注意を要する。

5. 光束計 或る光源の輻射する總光束を直接測定するものを積

算光度計又は光束計と言ふ。其の一種にウルブリヒト光度計がある。之は

球形光度計 (globe photometer)

とも言はれ、第

7-15 圖に示す様に、直径

0.8~2.4 米位の球の内面に

擴散性白色塗料を施したも

ので、其の中央に光源から

の直接光を遮つた測光窓がある。其の窓の内面の照度は球の凡べての内面

から反射して来る光で照される爲め全光束に比例して来る。依つて光束の

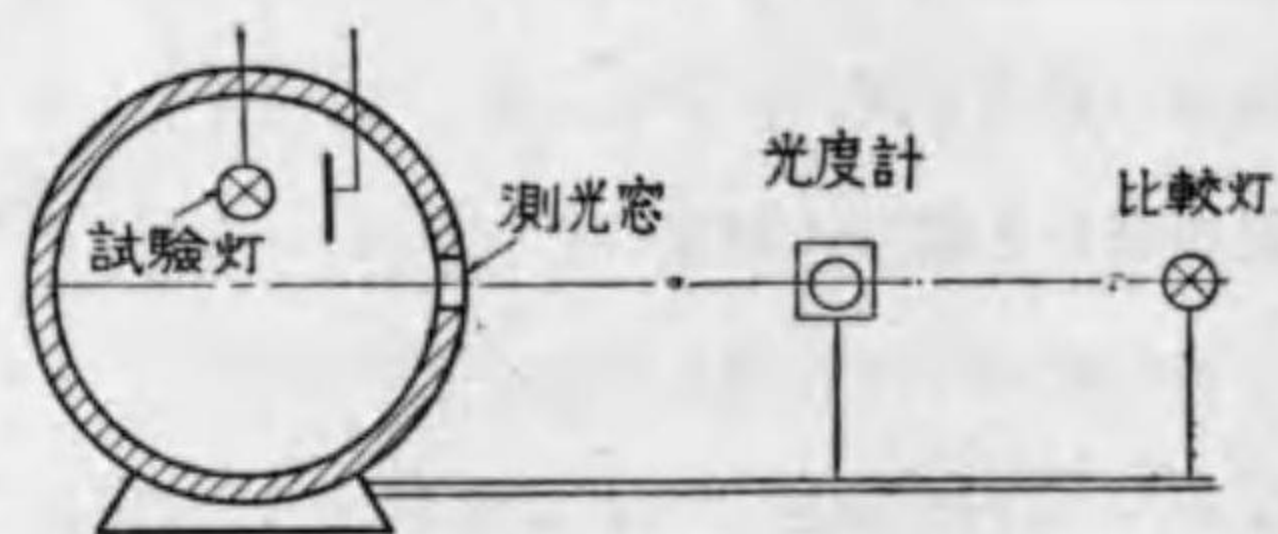
解つて居る電球を使つて測光窓の光度と光束數との關係を知つて置けば、

逆に他の電球を入れた時の光度を測つて其の光束數が計算出来る。光束の

ルーメン數を 4π で除せば平均球面燭光が得られる。内部に別の所に標準

電球が入つて居て、其の電壓を加減して被測體の場合と標準電球の場合と

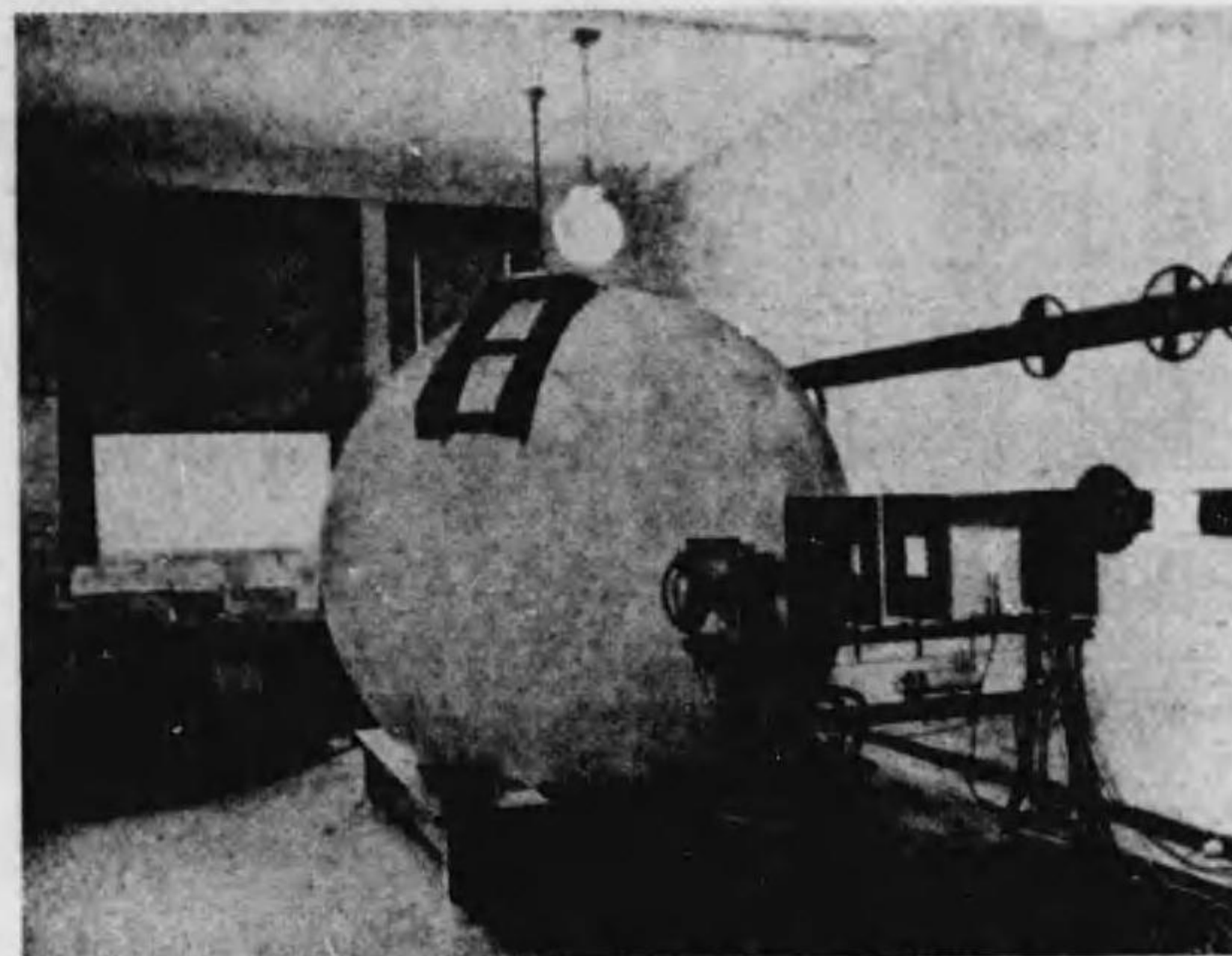
同一照度を被照面に出させ、其の電壓から光束を算出する方法もある。



ウルブリヒト光度計 (原理)

第 7-15 圖

第 7-16 圖



ウルブリヒト光度計 (外形)

この光束と測定窓の光度との關係を一般に證明する事は困難であるから、均等光源が球の中心に置かれた場合で考へる。今その光源の光度 I 、球の半徑を R とすれば

$$\text{直射光に依る内面の照度} = I/R^2$$

$$\text{それに依る光束發散度} = \rho I/R^2$$

$$\text{従つて 第一回反射總光束} = 4\pi R^2 \cdot \rho I/R^2$$

$$\text{故に 第一回反射總光束の照射に依る内面の平均照度} = \rho I/R^2$$

この光束は再び反射して三度球内面に照射する。

$$\text{第二回反射總光束} = 4\pi R \cdot \rho^2 I/R^2$$

$$\text{之に依る平均照度} = \rho^2 I/R^2$$

これを幾回となく繰り返す、従つて球内面の照度 E は

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{I}{R^2} + \rho \frac{I}{R^2} + \rho^2 \frac{I}{R^2} + \rho^3 \frac{I}{R^2} \\
 &= \frac{I}{R^2} \{1 + \rho + \rho^2 + \rho^3 + \dots\} \quad \left(\begin{array}{l} \text{初項 } 1, \text{ 公比 } \rho \text{ の無} \\ \text{限等比級数の總和} \end{array} \right) \\
 &= \frac{I}{R^2} \frac{1}{1-\rho}
 \end{aligned}$$

従つて拡散照度（直接光に依るものだけ除いたもの）は

$$E_s = \frac{I}{R^2} (\rho + \rho^2 + \dots) = \frac{I}{R^2} \frac{\rho}{1-\rho}$$

測定窓の外側の光束發散度は其の透過率を σ として

$$\text{測光窓の光束發散度} = \sigma \frac{I}{R^2} \frac{\rho}{1-\rho}$$

測光窓の面積を A , 全光束数を Φ とすれば, 完全擴散面であるから

$$\text{測光窓の光度} = \frac{\sigma}{4\pi^2} \frac{\Phi}{R^2} \frac{\rho}{1-\rho} A$$

6. 配光曲線 光度計で求められるのは或る方向だけの光度である。

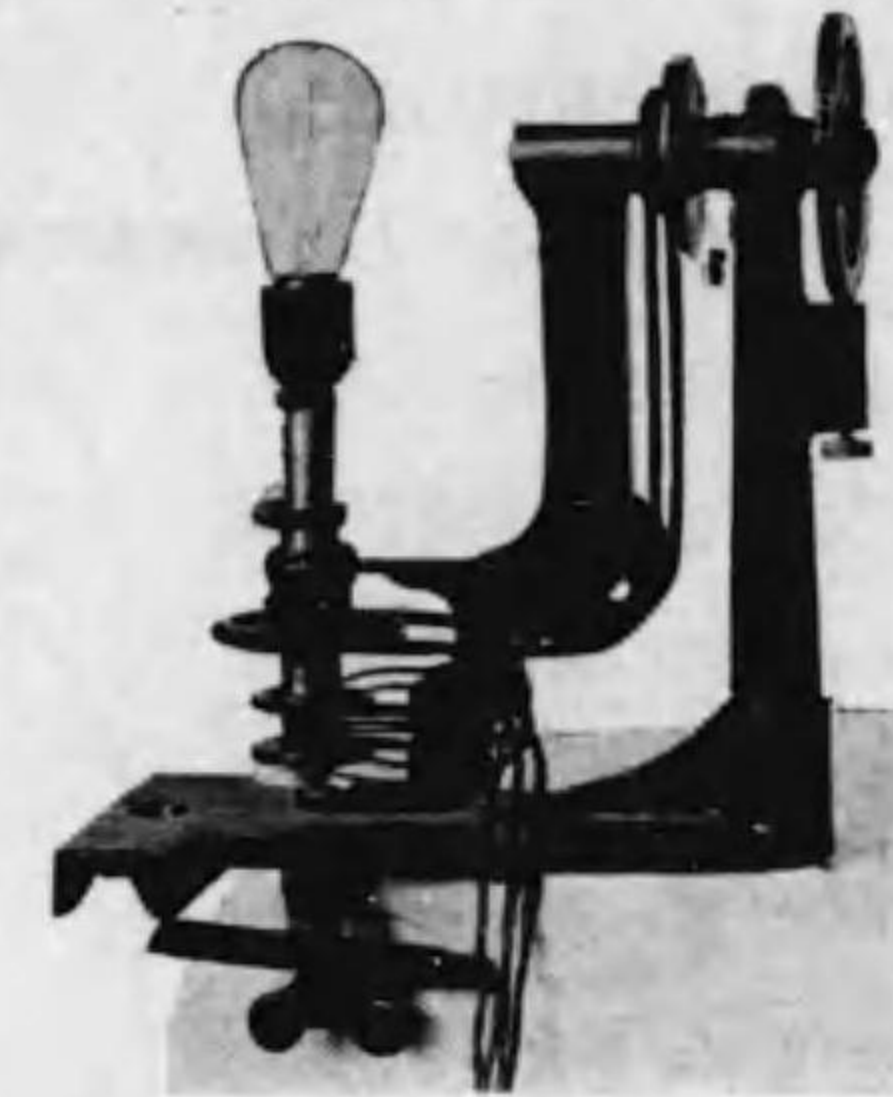
真空電球は平均水平光度で呼ばれる。平均水平光度を求めるには, 電球を垂直軸を中心として回轉する, 即ち水平各方向の光度が光度計頭部に向ふ様にして電球を毎分 140 回轉位の速さで廻す。餘りユックリだと光の變化でチラツグし, 餘り速すぎれば織條の形が變化する處がある。斯く廻して普通の様に測定すれば平均水平燭光が求められる。第 7-17 圖は本校實驗室の電球回轉装置である。

球面燭光を求めるのに光束計があれば容易であるが, 之が無い場合には

豫め同様の電球で球面換算率を求めて置き, 平均水平燭光を測つてそれから計算するのも一方法であるが, 瓦斯入電球では球面換算率が箇々での相違が大なので精確を缺く處がある。

依つて平均垂直配光曲線を求めて, それより計算する方法を述べよう。配光曲線を求めるには, 白熱電球の様光源を傾けても其の光度に變化のないものは電球を回轉した儘で先づ垂直軸の方向の光度を測り, 次に光心の位置は變へず, 光度計に向ふ方向だけ變へて 10° 又は 15° 置きに測定して 180° 近くに至る (180° は受口や支持物にさへぎられて測れぬ)。第 7-17 圖の右上にある周圍に穴のあいた環及びその下部の止めは, 電球を或る傾に保持する爲のものである。

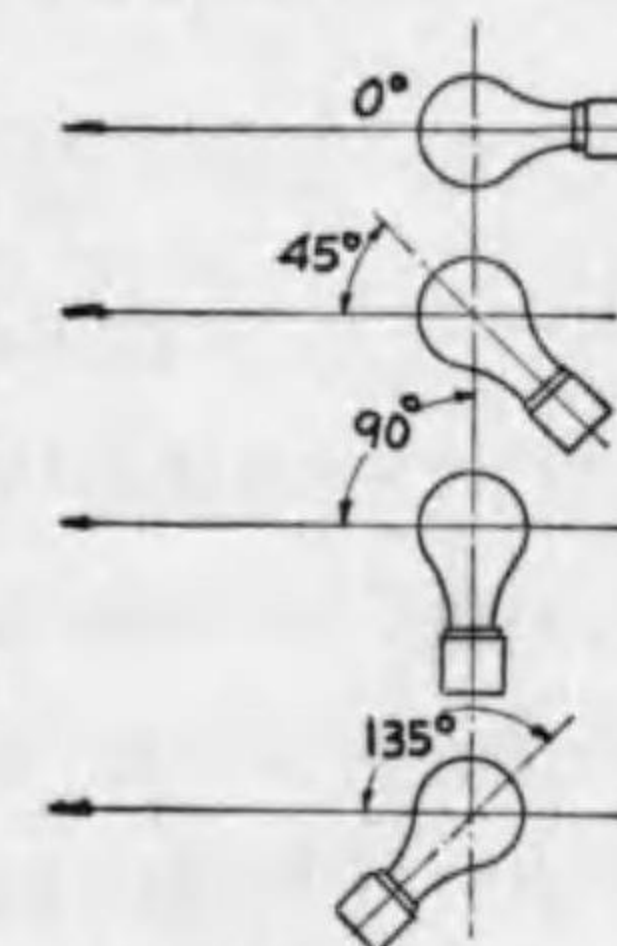
第 7-17 圖



電球回轉装置

配光曲線の垂直角 θ は受口を上にして光軸の方向を 0° とし, それより第 7-18 圖で測光の爲に回轉する角で計られる。そして θ の方向の光度 I_θ が θ の函数として與へられれば, それから光束を數學的に求める事も出来るが, 配光曲線の多くは複雑なものであるから, 近似法又は圖的計算に依る。

第 7-18 圖



配光曲線の垂直角

7. ルーソ一線圖 平均垂直配光曲

線から光束従つて球面燭光を求める計算方法にも色々あるが、こゝにルーソー線圖を説明しよう。

今光源を中心とし其の周圍に半徑 R の球面を想像する。垂直軸と θ なる角をする方向と $\theta+d\theta$

なる角をする方向とに挟まれた球の表面を球帯と言ふが、其の面積(第7-19圖の陰をつけた面積)を da とすると、之に其の方向の平均球帯燭光

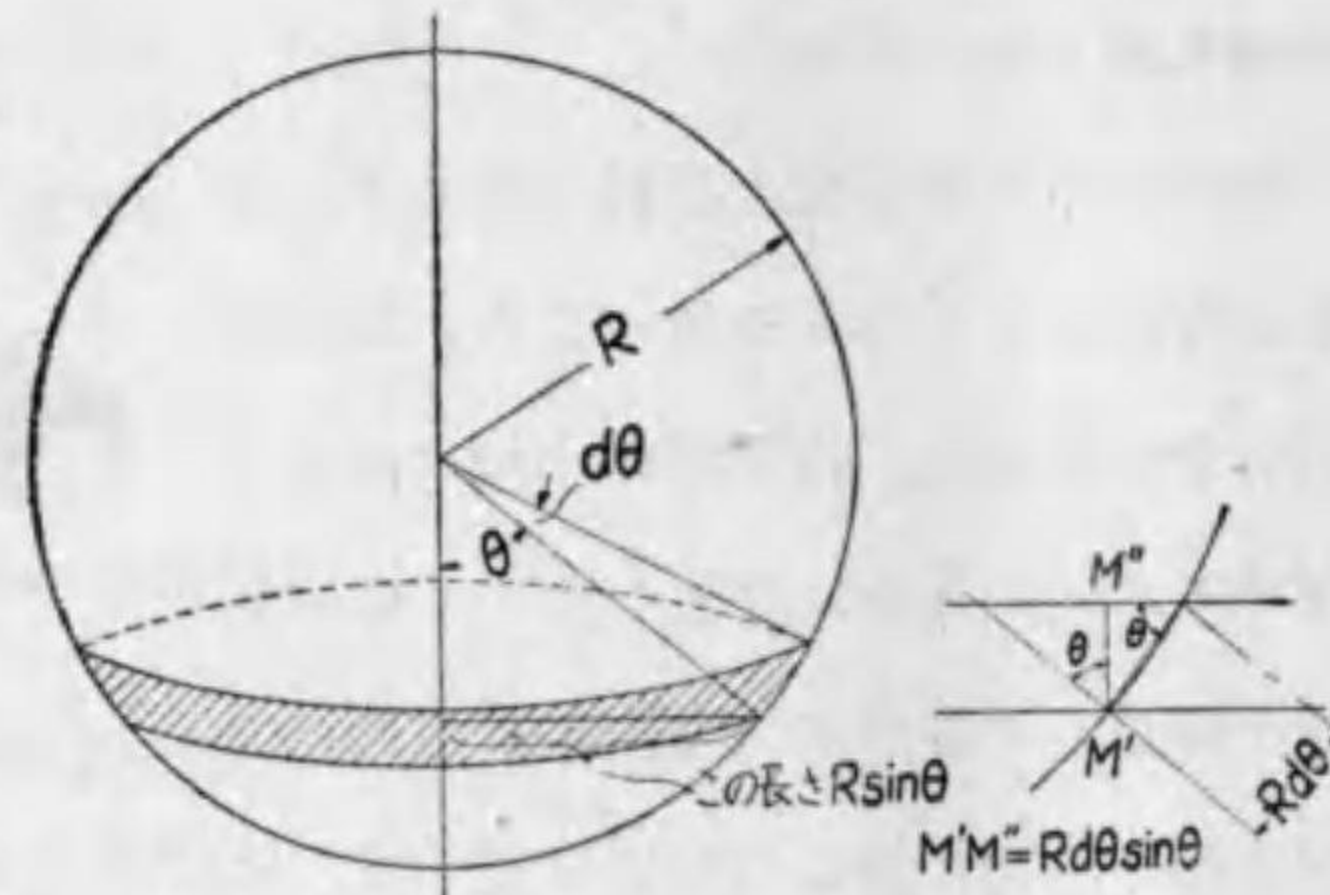
I_θ (平均垂直配光曲線の其の方向の燭光) に依

る照度を乗すると其處を貫き出る光束數が得られる。これを球帯光束と言ふ事がある。 da は、長さが半徑 $R \sin \theta$ の圓周で、幅が圓弧の長さ即ち半徑 \times 角 $= R d\theta$ であるから、

$$d\Phi = \frac{I_\theta}{R^2} da = \frac{I_\theta}{R^2} \times 2\pi R \sin \theta R d\theta = I_\theta \times \frac{2\pi}{R} MM' \text{ (球帯の高さ)}$$

$$= I_\theta \times 2\pi \sin \theta d\theta \dots\dots\dots(7-4)$$

そこで配光曲線上に光源 O を中心として任意の半徑 r で圓を畫き(第7-20圖)、別に曲線の垂直軸 YY と平行に $Y'Y'$ を引いて置く。次に先きの圓に多くの半徑 OP を引き、其の圓周上の點より水平線を引いて其の $Y'Y'$ よりの高さ(水平の長さ) MN が配光曲線が半徑を切る長さ OP (即ち其の方向の平均光度 I_θ) に等しくなる様にして N 點の軌跡を求



球 帯 説 明 圖

める。

第 7-20 圖

すると MM' の長さは $r \sin \theta d\theta$ に相當するから、

$$\text{面積 } M'N'N'M' = ds = I_\theta \times MM'$$

$$= \frac{r}{2\pi} d\Phi$$

(但し MM' 即ち $d\theta$ の間で I_θ が變化すれば其の平均を考へる。) となる。従つて

N 曲線が $Y'Y'$ と圍む面積は $\frac{r}{2\pi} \Phi$ となる。故に

$$\Phi = \frac{2\pi}{r} \times \text{面積 } Y'NN'Y'$$

依つて N の平均即ち N 曲線が $Y'Y'$ とで圍む面積を $Y'Y'$ の長さ $2r$ にて除したものは

$$N \text{ の平均} = \frac{r}{2\pi} \Phi + 2r = \frac{\Phi}{4\pi} = \text{平均球面燭光} \dots(7-5)$$

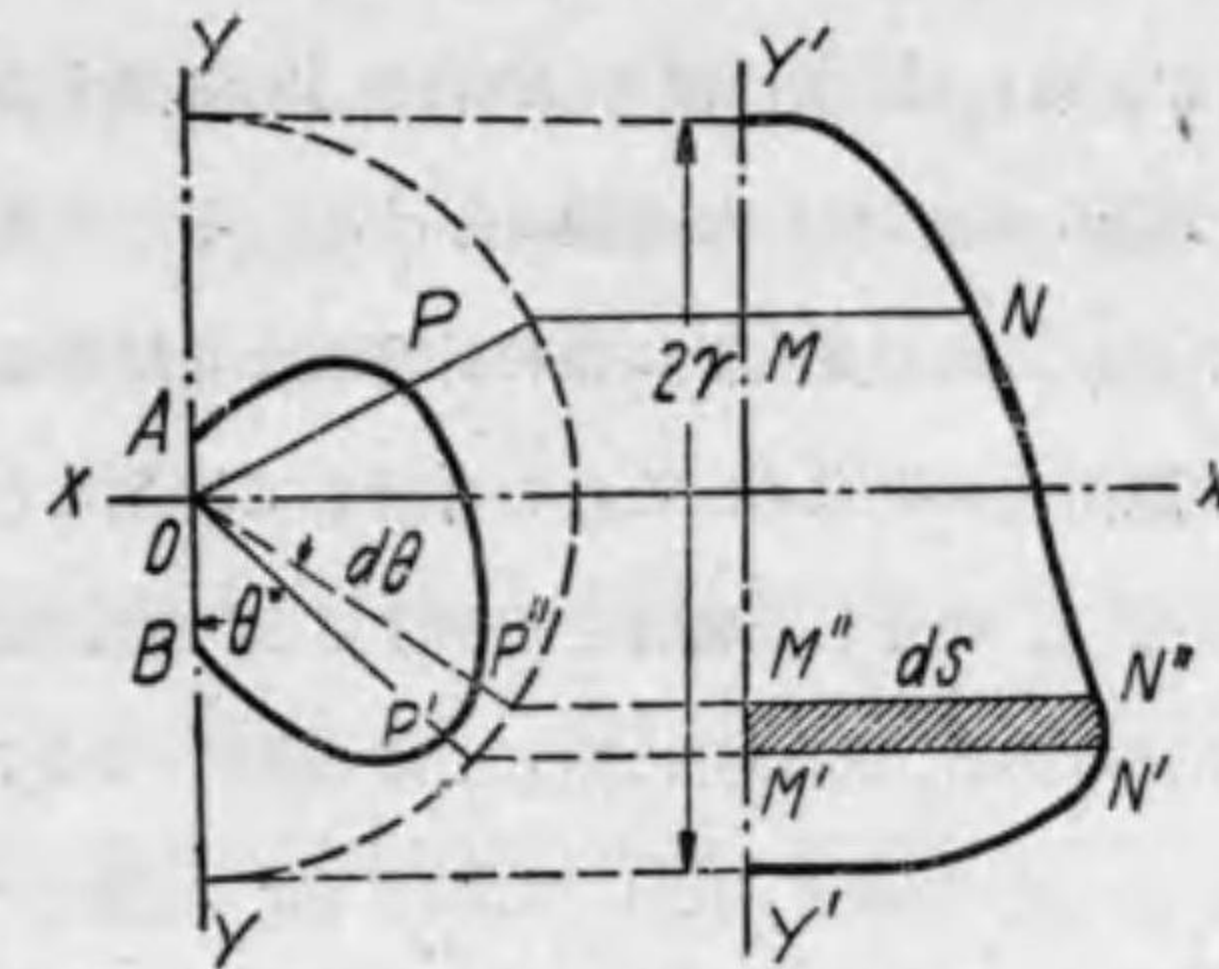
更に大體で良い時は次の様な方法もある。

(7-4) 式を I_θ が定數と見做し得る範圍で θ_m から θ_{m+1} まで積分すると次の様になる。

$$\Phi_m = \int_{\theta_m}^{\theta_{m+1}} d\Phi = \int_{\theta_m}^{\theta_{m+1}} I_\theta 2\pi \sin \theta d\theta$$

$$= 2\pi I_\theta \int_{\theta_m}^{\theta_{m+1}} \sin \theta d\theta$$

$$= I_\theta \times 2\pi [\cos \theta_m - \cos \theta_{m+1}] \dots\dots\dots(7-6)$$



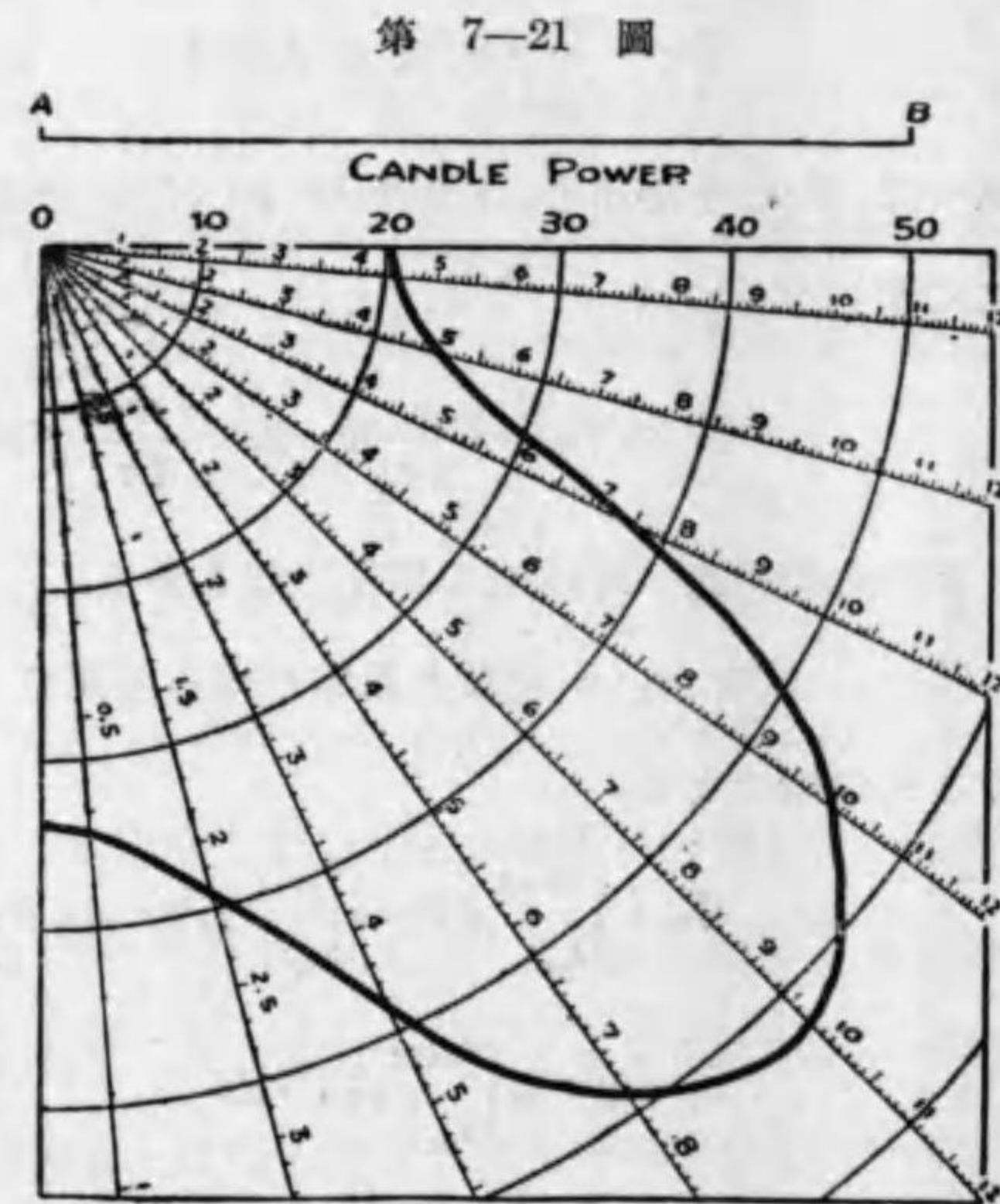
ル ー ソ ー 線 圖 説 明 圖

そこで球を等しい幅の球帯に分ける。即ち 12 等分する場合（垂直角 15° ）ならば、其の幅を $R\pi/12$ 、18 等分する場合（垂直角 10° ）ならば其の幅が $R\pi/18$ になる様に分ける。そして各球帯の平均光度（多くは其の中央の方向の光度）に豫め計算した各球帯の位置で違ふ係数を乗じて夫々の球帯光束を求め、それを合計して總光束とする。

今 12 等分した場合を説明すると、光度は普通 0° 、 15° 、 30° と言ふ具合に測るから、 0° の分に對しては $\cos 0^\circ - \cos 7.5^\circ = 1 - 0.9914 = 0.0086$ に 2π を乗じた $0.0086 \times 6.24 = 0.054$ 、 15° に對しては $2\pi (\cos 7.5^\circ - \cos 22.5^\circ) = 6.24 \times (0.9914 - 0.9239) = 0.424$ 等を測定光度に乗ずると球帯光束が得られ、其の總和を求めれば總光束が得られる。この係数は次の様である。

| | |
|--------------------------|-------|
| 0° と 180° | 0.054 |
| 15° と 165° | 0.424 |
| 30° と 150° | 0.820 |
| 45° と 135° | 1.160 |
| 60° と 120° | 1.421 |
| 75° と 105° | 1.584 |
| 90° | 1.640 |

若し此の計算を度々やるのであれば、豫め各方向に上記の定数を考慮した目盛をセルロイドに作つて置けば、其の目盛で配光曲線を讀んで合計するだけで Φ



光 束 計 算 圖

が得られる。尤も配光曲線の目盛が違ふ場合には換算する必要がある。第 7-21 圖は此の目盛を或る配光曲線の上に重ねた場合で、セルロイドの目盛は AB の長さが 10 燭に取つてあるから、此の場合の様に配光曲線の目盛は AB が 50 燭に相當するのであれば結果を $\frac{50}{10} = 5$ 倍する。

8. 物理測光 上述の方法は何れも二つの輝度が等しい事を肉眼に依つて判断して居る。所が肉眼は融通がきくだけに常に精確とは言へない。人に依つても多少違へば、同一人でも午前と午後、又今日と明日で多少違ふ。そこで輝度が等しい事を肉眼で判断させずに測定する方法を總稱して物理測光と言ふ。

物理測光が普通の測光法より一般に優れた點は(1)人に依る誤差がない事と(2)測定が早い事とである。

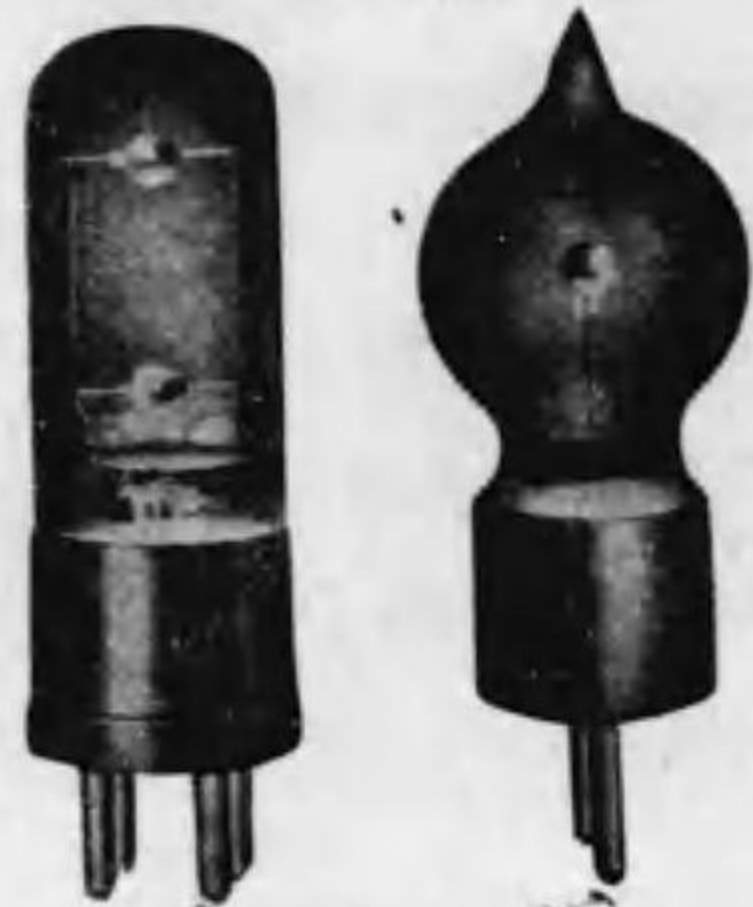
a. 放射計 白金黒に放射を吸収させ、温度の上昇に依る抵抗の變化をホイートストン・ブリッジで測るものや、多くの熱電堆を直列にしたものに測らんとする放射をあてゝ、其の熱起電力を測つて光束を求むるものである。放射と光束との關係は豫め分光法で求めて置くか或は肉眼の感度と同一の透過率を有する濾光液を使ふ。

b. 寫眞乾板又はフィルム 長時間の効果が積算されるので低照度の測定に便利であるが、やはり肉眼と感度が違ふのが缺點である。

c. 光電管 アルカリ金屬 (Ri, Na, K, Kb, Cs) 及びアルカリ土類金屬 (Mg, Ca, Sr, Ba) 又は其の水素化合物の帶電體に光を當てると電子を射出する性質を利用し、硝子球の内面に之を塗布したものを陰極とし、別に中央に網形を設けて陽極として適當の電壓を與へ、その窓に光を當てると

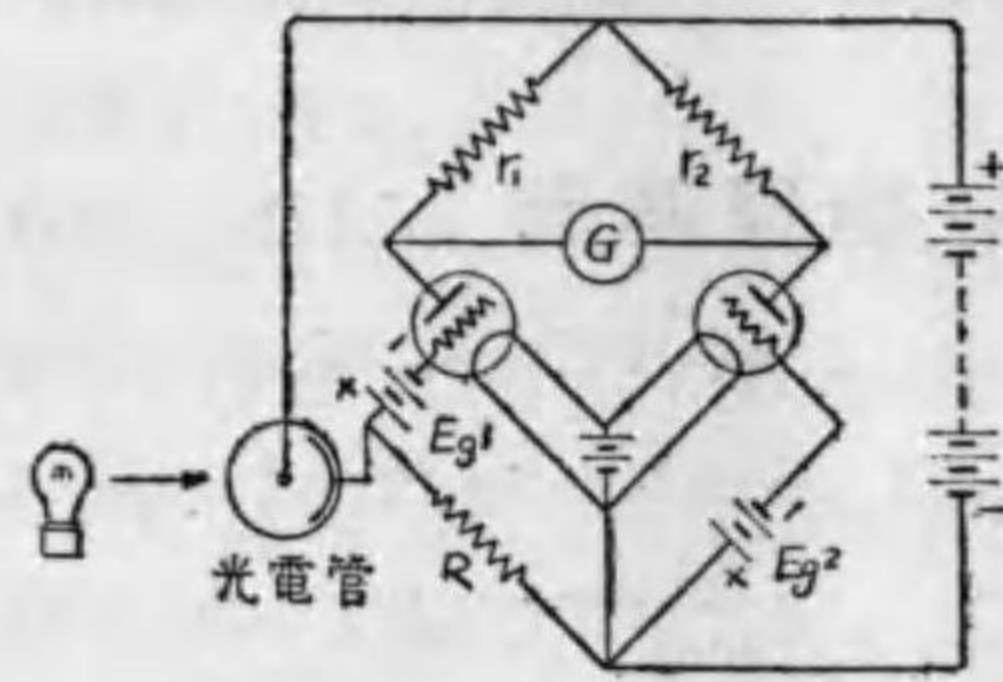
電流が通る様にしたものを光電管 (photo-tube) と稱する。第 7-22 圖は其の一の形状である。

第 7-22 圖



光電管の形状

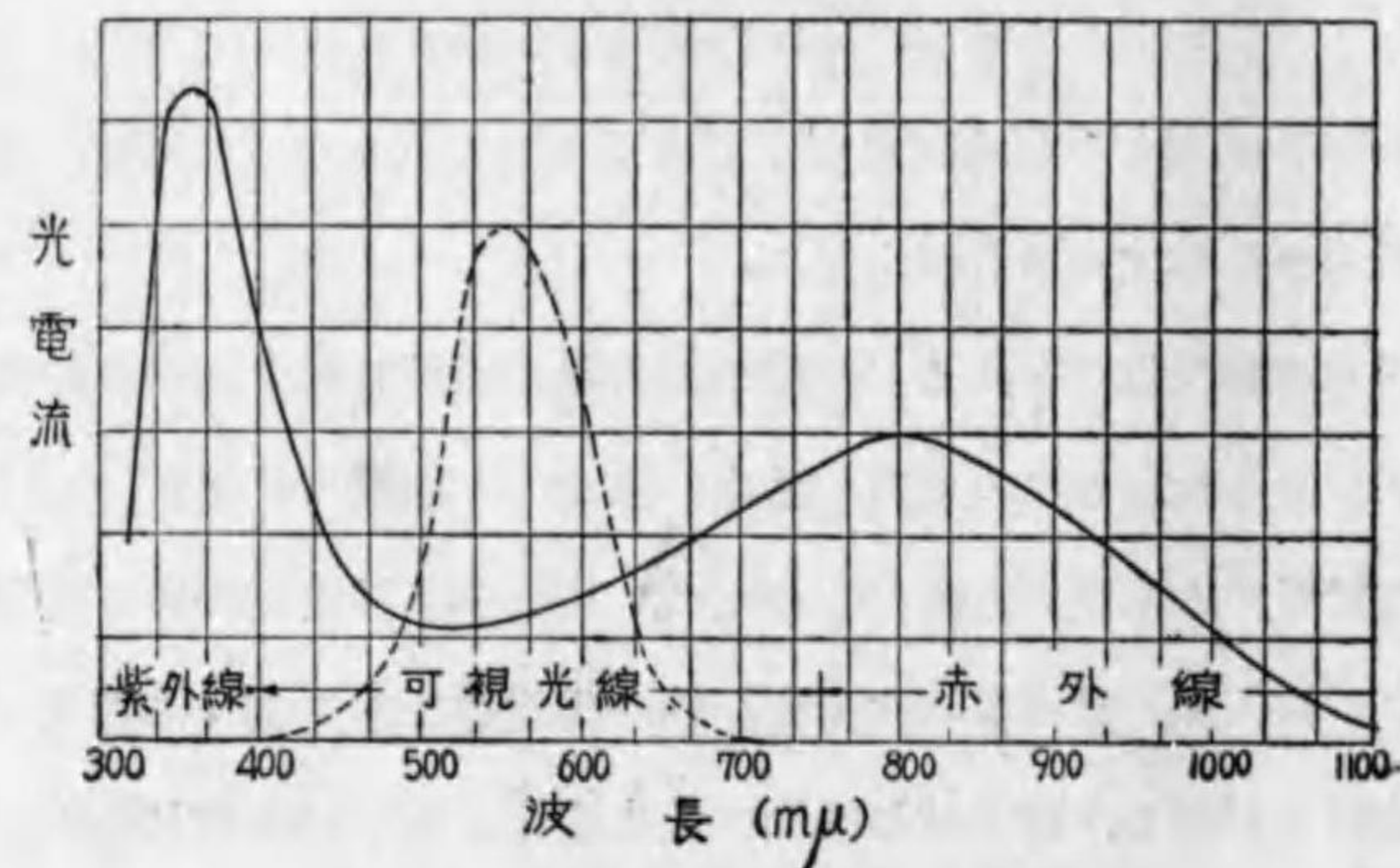
第 7-23 圖



光電管光度計接続圖

此の際通する電流はマイクロアムペア級のものであるから、之を實用に供するには第 7-23 圖の様に接続してミリアムペア級に擴大し、檢流計にて表示させる。

第 7-24 圖

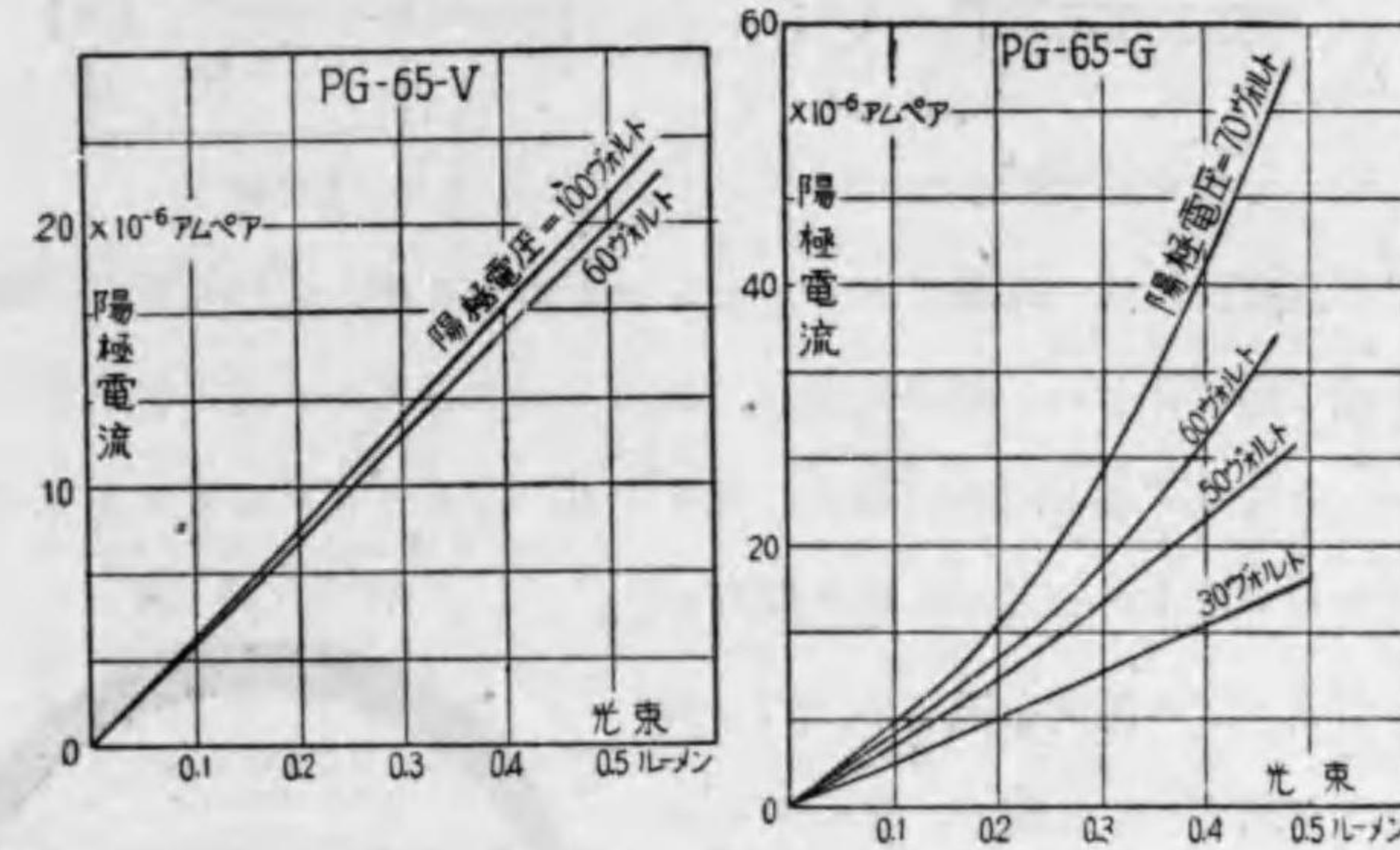


光電管の波長と感度

此の缺點は電源と擴大装置を要する事及び感度が肉眼と違ふ點で、我國で多く使はれるセシウム光電管の波長と感度との關係を示すと第 7-24 圖の様である。参考の爲に肉眼の感度曲線を點線で示して置く。

第 7-25 圖は光電管に當る光と陽極電流との關係を示したものである。

第 7-25 圖



光電管の光束と光電流

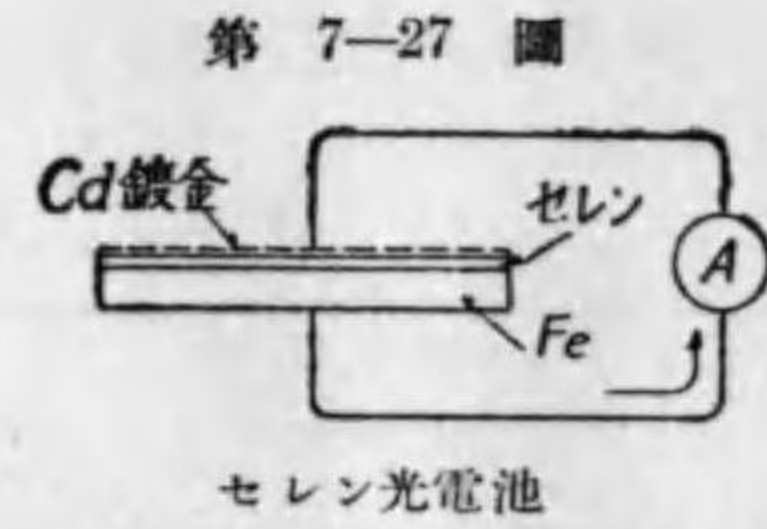
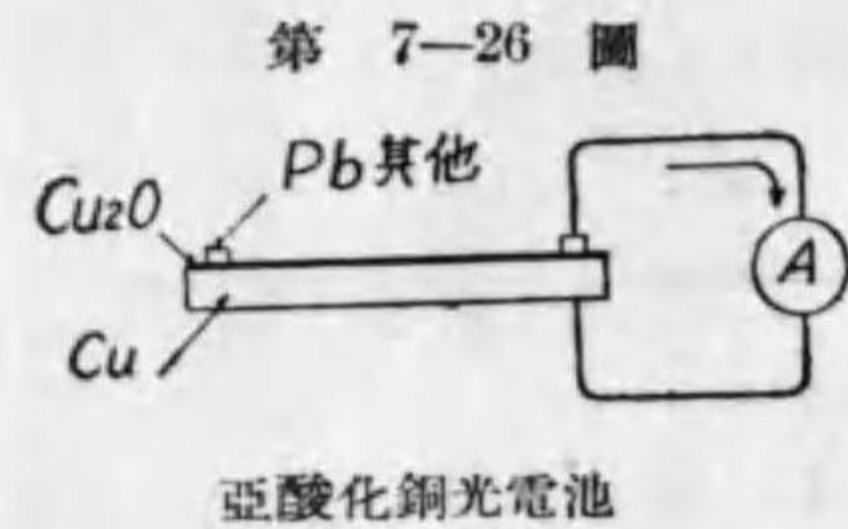
圖の左は真空管、右は瓦斯入管で、前者は電流の値は、少いが光束に比例し、且つ電壓の變化では違はないのに反し、瓦斯入管では同一光束で電流の値は、多いが光束の増加で急に増加し且つ電壓の變化に敏感である。

尙光電管はトーカーやテレビジョンに使用される外、光繼電器として各種の用途がある。

9. マツダ照度計

銅の表面を酸化して亞酸化銅とし、之に鉛其の他適當の電極を設け、銅を他の極として之をマイクロアムメーターに接続して置き (第 7-26 圖) 亞酸化銅に光を當てると起電力を發生し、

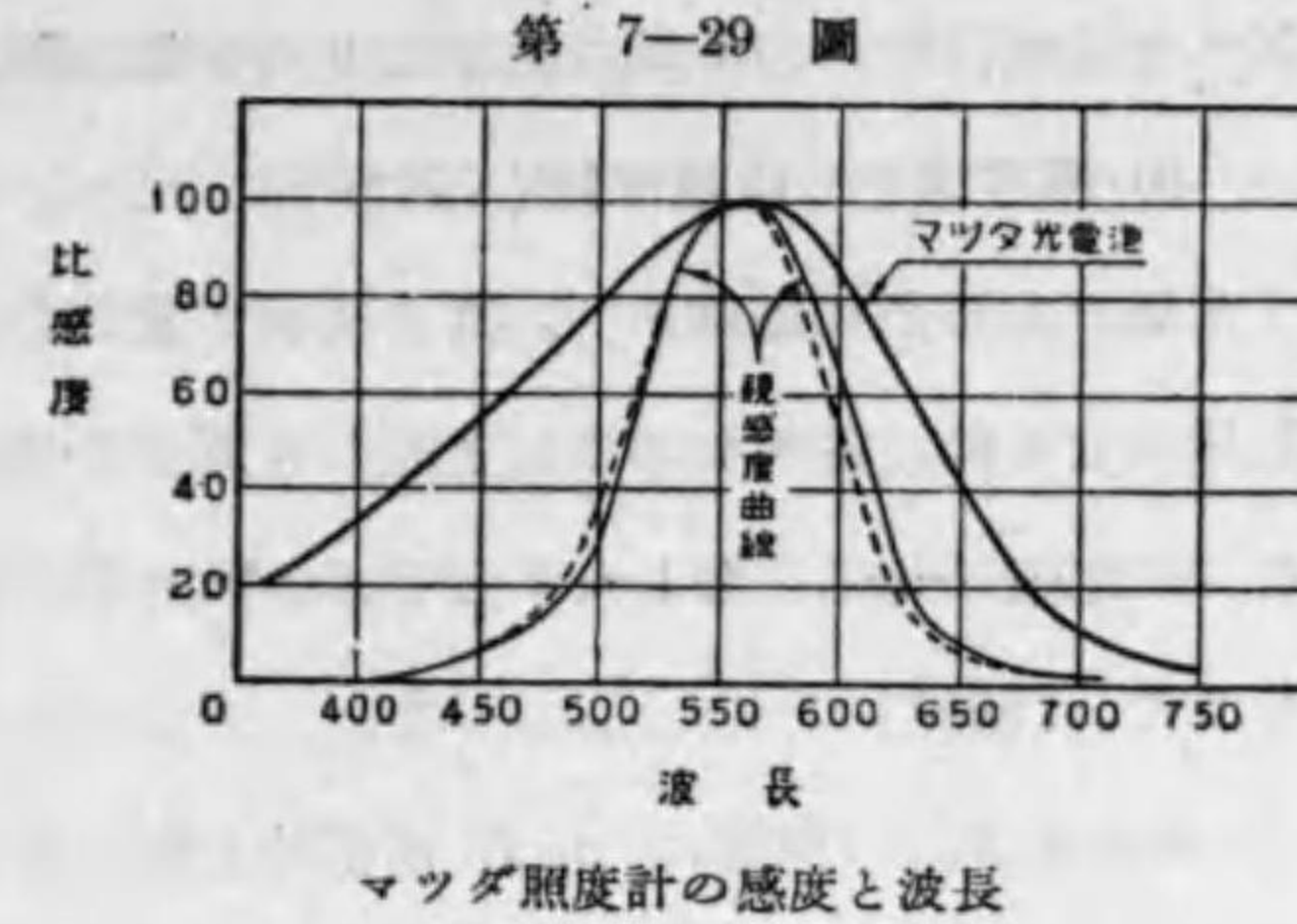
マイクロアムメーターに電流を通ずる、此の電源を埋層光電池と言ふ。常温に於て適當の外部抵抗を使へばこの電流は光束に大略比例するので、之を照度計として利用する事が出来る。



マツダ照度計は同一原理であるがセレン光電池を使ふ。即ち第7-27圖に示す様に鐵板にセレン薄膜を重ね、その上にカドミウム其の他を鍍金してセレンを保護すると同時に端子の役をする。之もセレンに光をあてると鐵からセレンに1ルーメンに就き數百マイクロアムペアの電流を通ずる。第7-28圖はマツダ照度計の外観で、單に測らんとする所に照度計を置き、そのボタンを押すと指計は直ちにそこの照度を指す。尙目盛には普通の仕事に適する照度の所に其の仕事の種類が書いてあるから、素人にも照度の適否が解る。

此の感度は良く肉眼に似て居るが、若し適當の遮帳を重ねれば一層近似する事は第7-29圖に示す様である。

尙大なる照度には附屬の板を重ねれば



目盛が 10 倍される。

問 題

1. 光度測定の原理を述べよ。
2. 光度の單位を説明せよ。
3. 光度の原器に就て記せ。
4. 光度測定の置換法を述べ、其の良い點を示せ。
5. ブンゼン遮帳光度計で左側の中央が明るく周囲が暗い場合は光度計頭部(遮帳のある所)は左右何れに動かすべきや。併せて其の理由を示せ。
6. ルンメルプロデュース等照型光度計の原理を示す略圖を描け。
7. ルンメルプロデュース光度計に於て對照型の測光原理は等照型と如何なる相違ありや。
8. 全長 1.5 m の光度計に於て、20 燭の比較光源より 0.6 m の點にて平衡せりと言ふ。被測光電球の光度如何。
9. 10 燭及び 40 燭の電球を以つて P なる面の兩側を垂直に照し、同

一照度を與へたるに、 P は 10 燭の光源より 60 糎の距離にありと言ふ。 P と 40 燭電球との距離如何。(遞試)

10. 机面より 1 米離れたる所に電球あり。其の机面と電球との間に一枚の硝子板を挿入せるに、挿入せざりしと等しき照度を机面に與ふるには電球を 10 糎近づくるを要したりと言ふ。其の硝子板は光の幾%を透過せりや。(遞試)

11. 長さ 2 m の長型光度計の兩端に A, B 兩電球を點じ測光せるに、中央に於て平衡し、次に A 電球側に一枚の硝子板 T を挿入せるに、中央より 10 糎移りたる點に於て平衡せりと言ふ。此の硝子板は光の幾%を透過せしや。(遞試)

12. ナトリウム電燈の光度を白熱電燈にて測るには如何なる方法ありや。

13. 交照光度計の原理を説明せよ。

14. マクベス照度計の断面圖を示せ。

15. 光束を測定する計器の名稱を示せ。

16. 直徑 D 米の球の中央に I 燭の均一點光源を置きたるとき、次の各項の値を示す式を誘導せよ。但し球の内面は反射率 ρ なる完全擴散面なりとす。(遞試)

- (イ) 光源より球面に直射する全光束
- (ロ) 球面に入射する全光束
- (ハ) 球面上の平均擴散照度
- (ニ) 球面上の小窓に於ける擴散照度と光源の全光束との關係
- (ホ) 球面上の輝度 (燭/cm²)

17. 直徑 1 米なる球形光束計あり。光束 1000 ルーメンの標準球を之に

入れたるとき比較燈の距離 115 糎にて平衡し、次に供試電球を入れたるとき 100 糎にて平衡したりと言ふ。

- (イ) 供試電球の全光束幾何なりや。
- (ロ) 球形光束計の内面反射率は 80%にして、測光窓は透過率 50%の完全擴散性硝子なりとせば、供試電球を入れたるとき測光窓の輝度は平方糎當り何燭なりや。(遞試)

18. ルーソー線圖の原理

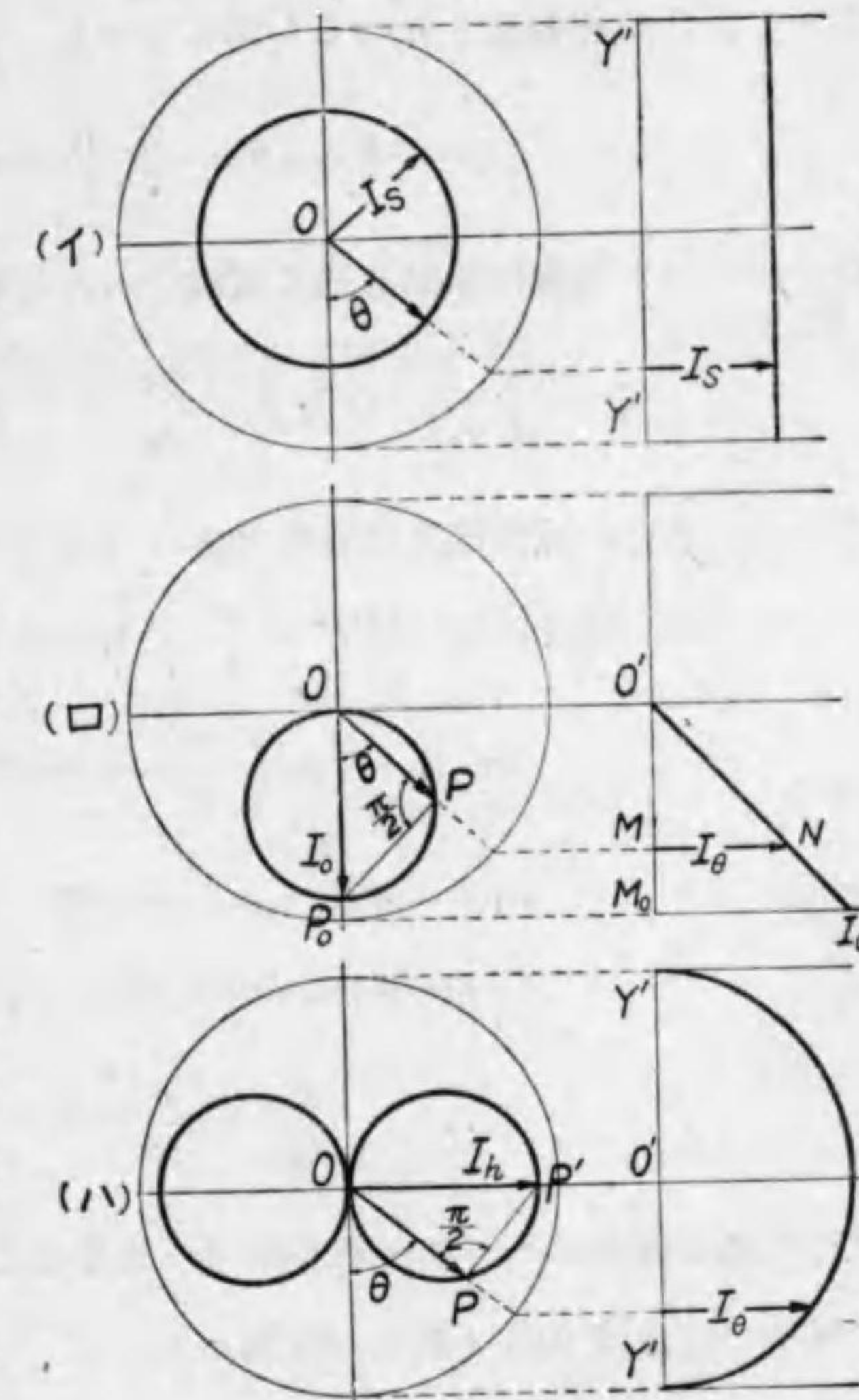
を述べよ。

19. 光源の配光曲線が

- (イ) 光源を中心とする圓、(ロ) 光源よりの垂直線を直徑とし、光源を通る圓、(ハ) 光源を通る水平線を直徑として光源を通る圓である時、其のルーソー線圖を求めよ。

解 (イ) 配光曲線が光源を通る圓であると言ふ事は、光源のどの方向でも光度が等しいと言ふ事である。従つて其のルーソー線

第 7-30 圖



特殊配光のルーソー線圖

圖は垂直線となり、其の高さ(水平長さ)は球面燭光 I_s に等しい(第7-30 圖イ)。

$$\Phi = \frac{2\pi}{R} \times 2R \times I_s = 4\pi I_s$$

(ロ) 此の場合は $\angle OPP_s$ は常に 90° であるから

$$I_\theta = I_0 \cos \theta$$

ルーソー線圖を O' (O 点からの水平線が $Y'Y'$ 軸と交つた点)を原点とする直角座標軸圖と考へると常に $x = I_\theta$, $y = -R \cos \theta$ であるから

$$y = -R \cos \theta = -R \frac{I_\theta}{I_0} = -\frac{R}{I_0} x$$

即ちルーソー線圖は原点を通る直線である(第7-30 圖ロ)。

$$\Phi = \frac{2\pi}{R} \times \triangle O'M_s I_0 = \frac{2\pi}{R} \times \frac{1}{2} R I_0 = 4\pi \frac{1}{4} I_0$$

即ち此の場合の球面燭光は垂直光度の $1/4$ である。

(ハ) 此の場合は $\angle OPP' = \frac{\pi}{2}$ であるから、水平光度を I_h とすれば

$$x = I_\theta = I_0 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = I_h \sin \theta$$

故に $\sin \theta = x/I_h$, $\cos \theta = -y/R$ であるから

$$1 = \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = (x/I_h)^2 + (-y/R)^2$$

$$\therefore \frac{x^2}{I_h^2} + \frac{y^2}{R^2} = 1$$

依つて此の場合のルーソー線圖は O' を中心とし、垂直軸 R , 水平軸 I_h の楕圓の半分である(第7-30 圖ハ)。

楕圓の面積は πab であるから

$$\Phi = \frac{2\pi}{R} \times \frac{1}{2} \pi R I_h = \pi^2 I_h = 4\pi \frac{\pi}{4} I_h$$

即ち此の場合の球面燭光は水平燭光の $\pi/4$ 倍である。

20. 第7-21 圖から下半部の光束を求めよ。

解 目盛を次第に讀んで合計する。

$$0.6 + 2.2 + 4.5 + 7.5 + 9.8 + 10.0 + 7.4 + 4.9 + 4.5 = 51.4$$

$$\text{光束} = 51.4 \times \frac{50}{10} = 257 \text{ ルーメン}$$

21. 物理測光とは何ぞや、その二三を示せ。

22. 光電管を説明せよ。

23. マツダ照度計の原理を述べよ。

24. 光電管と光電池との類似點と相違點を説明せよ。

第八章 特殊照明

1. 溢光照明 投光器を使用し、大建築物其の他を照すものを溢光照明 (flood lighting) と言ふ。

之に使用する投光器 (projector) は第 8-1 圖に示す如き形状で、反射器には抛物鏡が採用される。その材料はクローム (反射率 65%)、アルミニウム (同 62%)、ニッケル (同 55%) が多く使用される。

相當の遠距離で投光器の方向に直角に平面を立て、垂直及び水平の方向で中心照度の 10% の照度の箇所に投光器から引いた直線が爲す角を以てその投光器の光柱の開きとし、その角が 15° 以下、 $15^\circ \sim 30^\circ$ 及び 30°

以上に分けて狭角度、中角度及び廣角度の三種とする。

イ. 建物 投光器の設け得る場所と建物との距離に応じて投光器の角度を選択すべきで、数が少いと照度にムラを生ずる。所要の照度は周囲の明るさ即ち都市の人口に依つて異なるが白色の建物では大都市で 100 ルクス、小都市でも半分以上が望ましく、赤煉瓦及び之に類するものでは上記の



第 8-1 圖

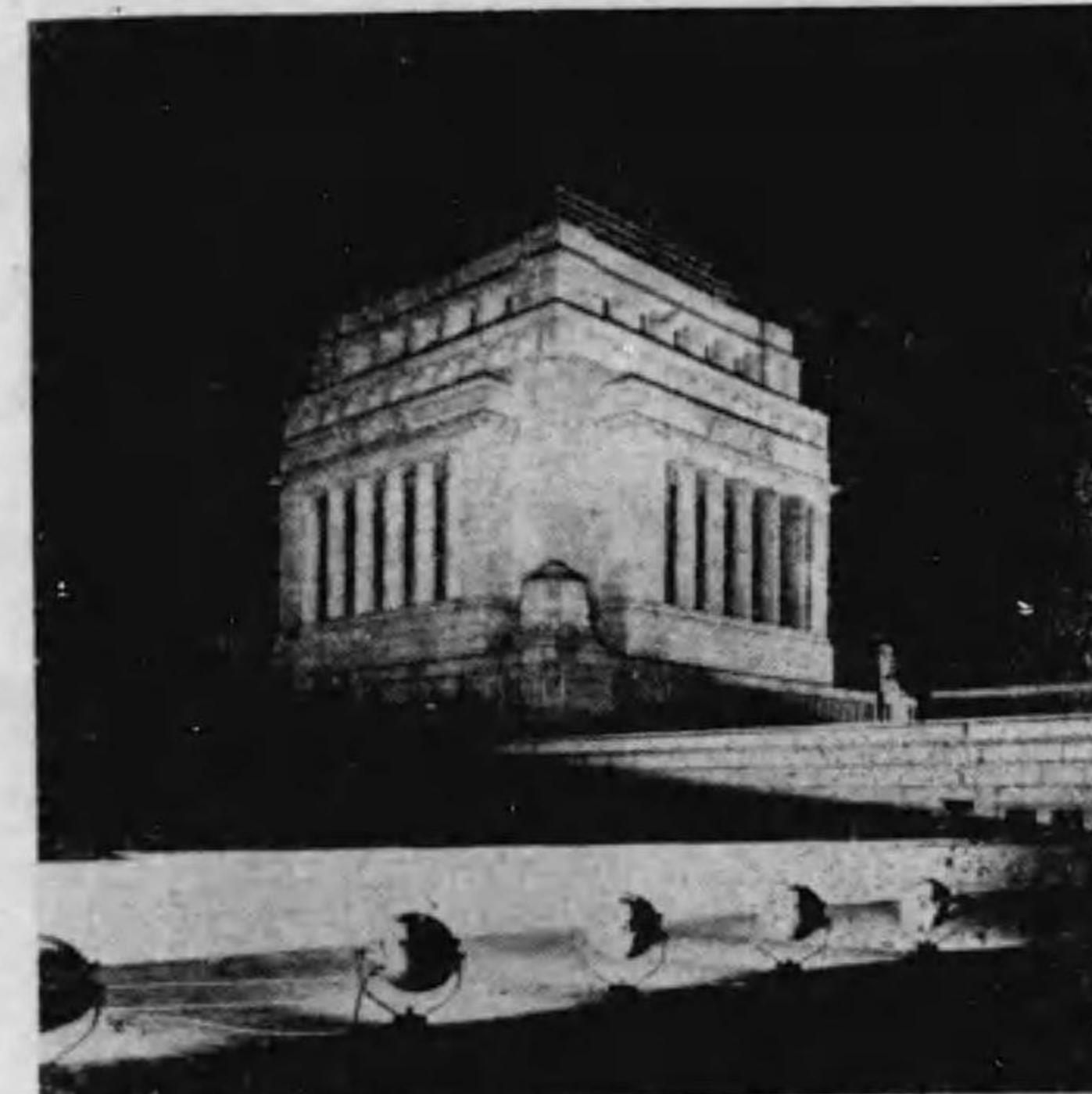
投 光 器

3 倍を必要とする。第 8-2 圖は新國會議事堂中央塔の溢光照明で、圖の手前に投光器が見えて居る。

ロ. 銅像 光の方向に依り特殊の表情を呈するに依り、適當に數箇の投光器を使用すると晝間よりも一層効果的とする事が出来る。庭園などもこれに類する。

ハ. 運動場 選手及び観客共眩暈を感じない様に光源を高く置く事を要する。所要照度は水泳プール 50 ルクス、競走トラック 100 ルクス、野球

第 8-2 圖



新國會議事堂の溢光照明

第 8-3 圖



夜間野球試合の實況

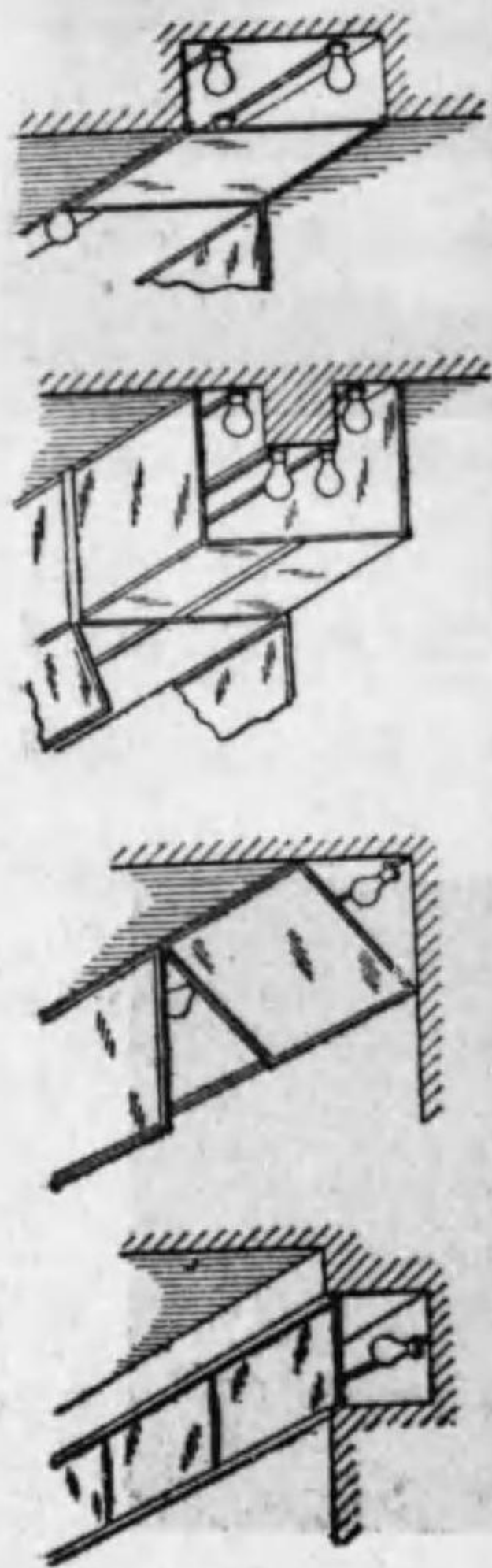
場は内野 500 ルクス，外野 300 ルクス位である。第 8-3 圖は早稲田大學野球場で夜間試合の實況である。

ニ. 海水浴場 海岸線 1m に付 50 W を適當とする。

ホ. 作業場 建築場には 50 ルクス以上の照度とし，暗所を生ぜざる様に投光器を配置する事を要する。鐵道操車場にては 5 ルクス位にて可ならん。

2. 建築化照明 建築の主要な構成物なる柱や梁を光源とす

第 8-4 圖



建築化照明の方法

第 8-5 圖



建築化照明の實例

る照明法を**建築化照明**と稱するが，梁や柱に適當の間隔で電燈を配置し，之を半透明の擴散性硝子で包圍する。乳色スキガケ硝子が最上なるも高價なれば，二枚の硝子の中間に日本紙を挟んだものが代用せられる。透過率は前者が 50%，後者が 45% 程度である。

第 8-4 圖が其の施行法の一例で第 8-5 圖は實例である。

建築化照明にも色々あつて，ビルディング内で壁に晝光電燈を取り付け，其の外側に障子を置き，恰も陽光が障子を照して居る感じを出したのものもある。第 8-6 圖に示す様なものも普通之に屬させるが之は寧ろ**天井燈**(ceiling light)の一種と見るべきであらふ。

又**天窗照明**と稱し，天井に多くの光源を設けたものもある。これは第 8-4 圖最上部の大きくなつたもので，第 8-7 圖は新國會議事堂の天窗照明で，美術館などに多く採用せられる。

第 8-6 圖



天 井 燈

3. 舞臺照明 舞臺に使用せられる照明器具の配置は第 8-8 圖に示す通りである。

イ. 脚燈 吾々は地面からの反射光が加つたものを見慣れて居る。太陽

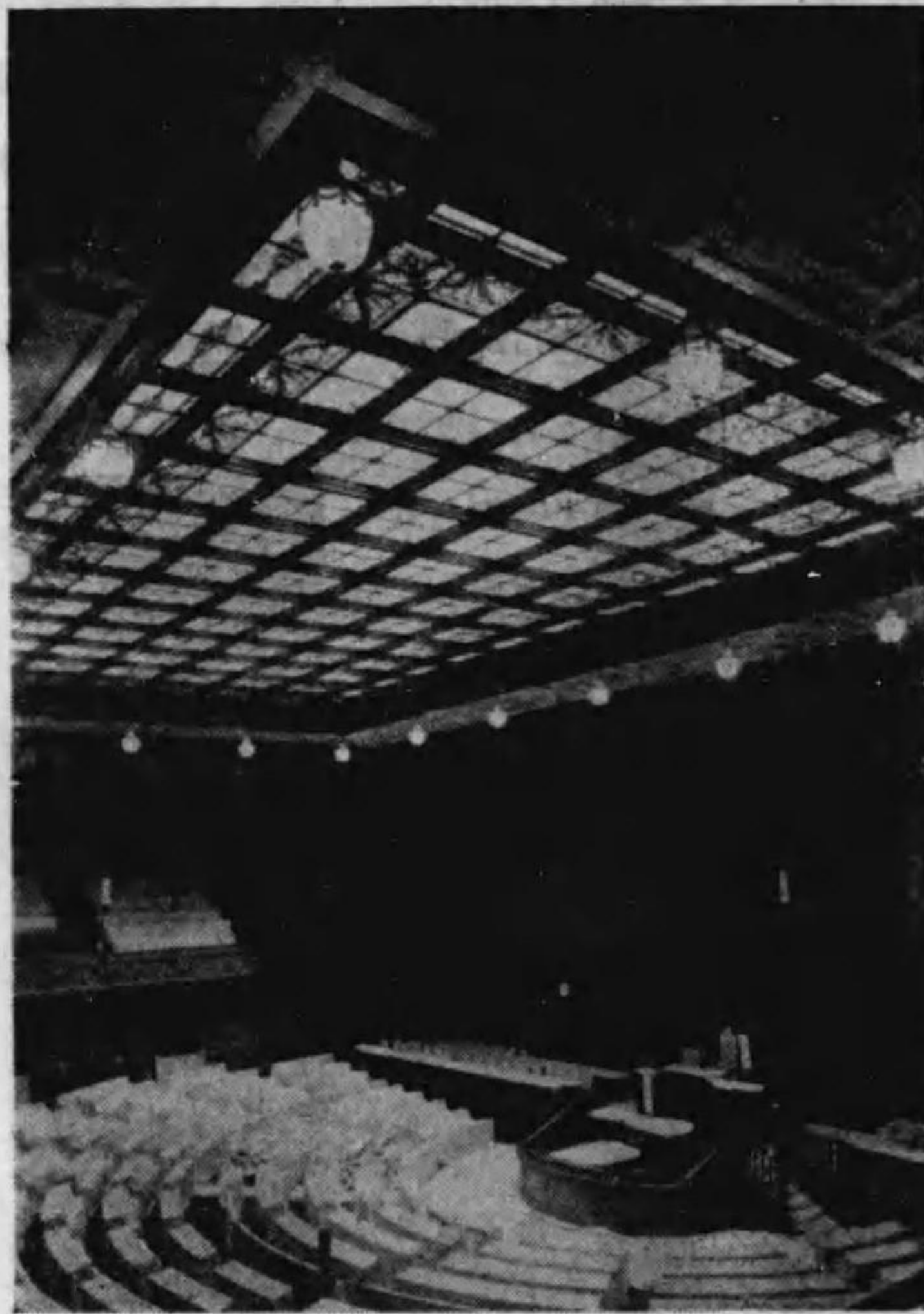
第 8-7 圖

では直射光と反射光との距離の差がないが、舞臺では此の差が大なので、反射光を下方から補助する必要がある。舞臺の前面の下方に多くの電燈を並べたのが脚燈 (foot light) である。之は觀客の邪魔にならぬ様注意を要する。

ロ. ボーダーライト 桶の内に多くの電燈を並べたもので、普通三段に配置される。然し四段や五段の事もある。

脚燈とボーダーライトは、電球の前面に透明、赤、青の三種の硝子又はゼラチン等の蓋を設け、且つ色光で別回線にする。

ハ. 垂下燈及びスポット・ライト 垂下燈 (suspension light) は數箇の電燈より成り舞臺の一箇所を特に照明する爲で、一層狭い場所を照すにはスポット・ライト (spot light) が使はれる。後者は移動して使用される。



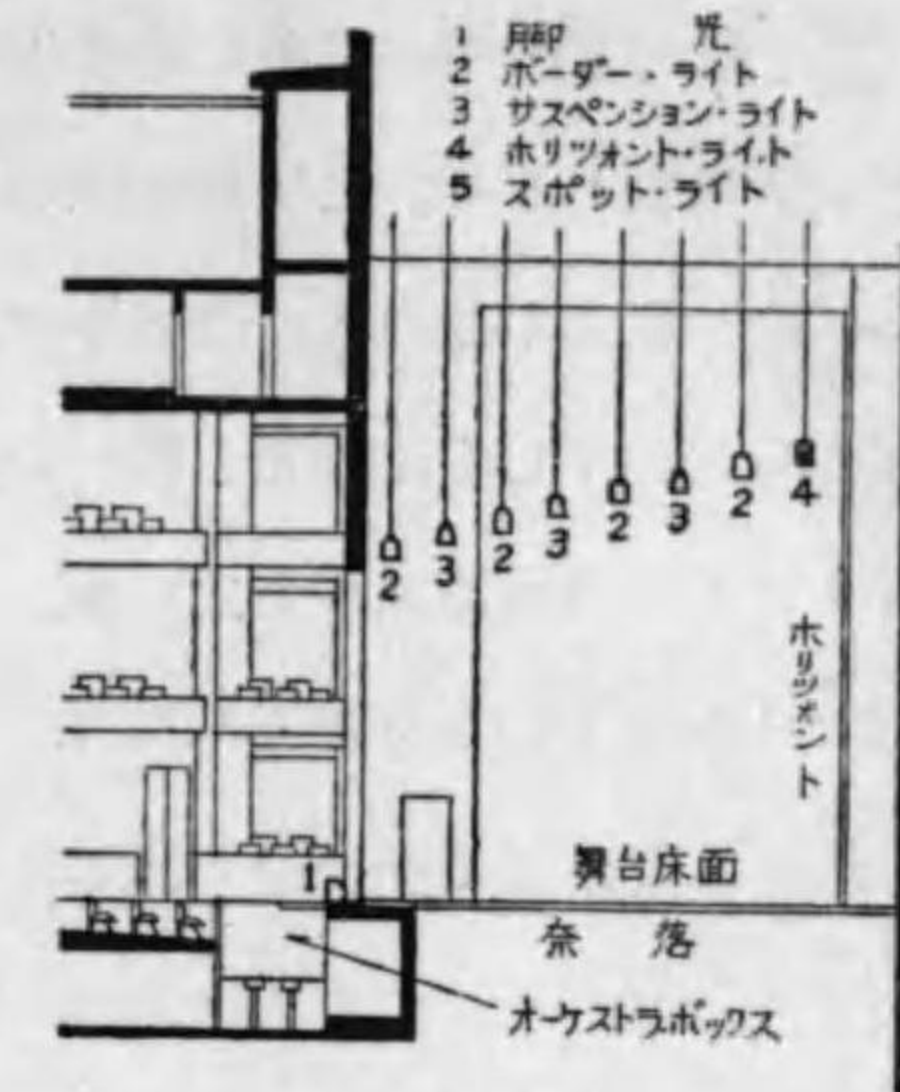
新國會議事堂の天窗照明

第 8-8 圖

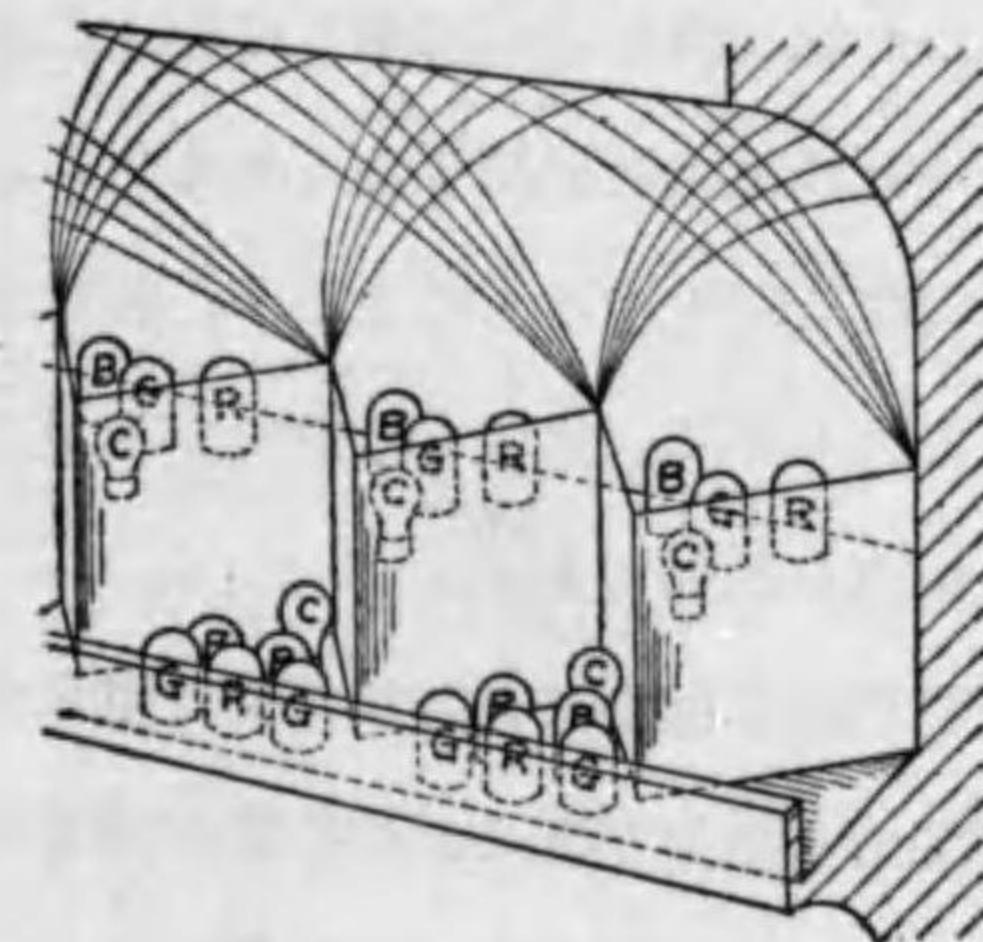
ニ. ホリゾン・ライト 之はホリゾン (horizont) と言ふ寫された背景で、天空狀況を示すに使ふ。

ホ. エフェクト 之も幻燈で雲や雨や嵐を寫すのに使はれる。小電動機を有し種板を回轉させて變化させる。

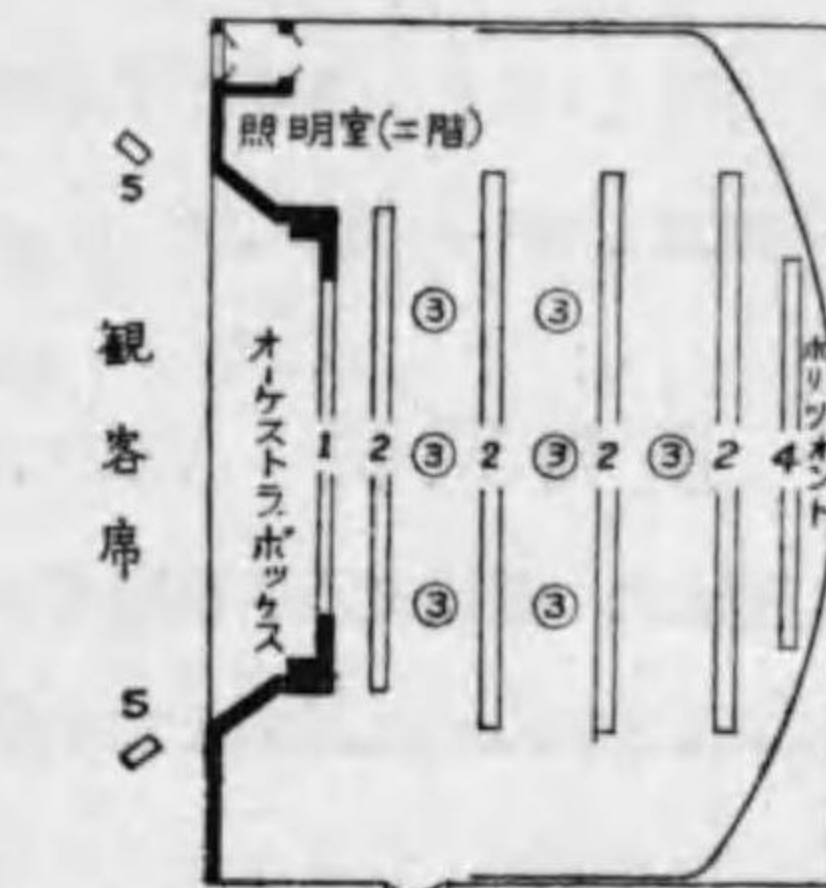
電燈を調光するには (1) 直列抵抗 (金屬抵抗片又は抵抗線のタップを切換へる) 又は (2) 單卷變壓器のタップ切換で行はれるが、進歩したものは (3) 鐵心を有するリアクタンスを電球と直列とし、その鐵心に別に直流巻線を巻き、その直流を加減する。之を自動的に一定の順序で行ふ様にしたものもある。



第 8-9 圖



コロラマ照明



舞臺照明

舞臺照明とは違ふが映畫劇場其他に行はれるものにコロラマ照明 (colorama lighting) と言ふものがある。之は長押等に異色の電球を多く並べ、一定の

順序で之を徐々に切換へて音楽的感じを出させるものである。

之と似たもので、噴水を着色投光器で水中より照し且つ其の色を變化させる照明法もある。之を**動光照明** (mobil-colour lighting) と言ふ。

一般に色光用透過板の透過率は良くないが、色光は注意を引く事が大であるから必ずしも白色光と同一の照度を必要とせぬ。普通に使される着色スクリーンの透過率と之に使用すべき電力の百分率とは電球の場合と違ふので第 8-1 表に示す。

第 8-1 表 着色スクリーンの透過率

| 色 | 透過率 (%) | 電力 (%) |
|-------|---------|--------|
| 黄(琥珀) | 89 | 120 |
| 赤 | 14 | 200 |
| 緑 | 7 | 300 |
| 青 | 3 | 500 |

即ち 100 W の非着色電球を使ふと同一効果を生ずるには赤色ならば 200 W の電球、緑色ならば 300 W の電球を使へば良い。

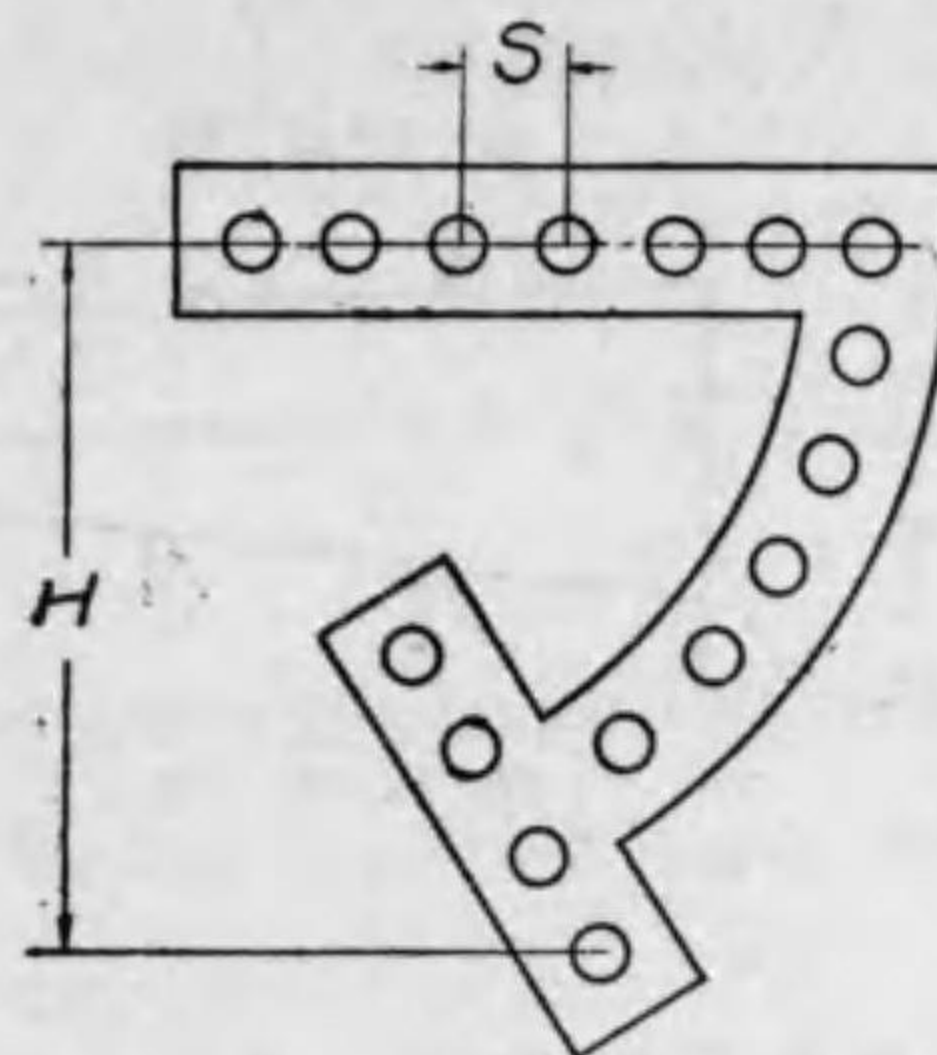
4. 廣告照明

電燈に依る廣告を一般に**電氣サイン**と稱するが、之は**直接式**、**間接式**及び**包圍式**の三種に大別出来る。

直接式と言ふのは電球を文字形に作った樋の内に並べて多くは屋上の塔に設けたもので、大きなものには數十キロの電力を使用するものもある。之を切換へて二三の文字を點滅し又は模様を變化するものもあり、特にネオン管燈をも加味して繪畫を表はしたものもある。之は(1)遠くから見える事が特色で(2)晝間は全く効果がない事が缺點である。

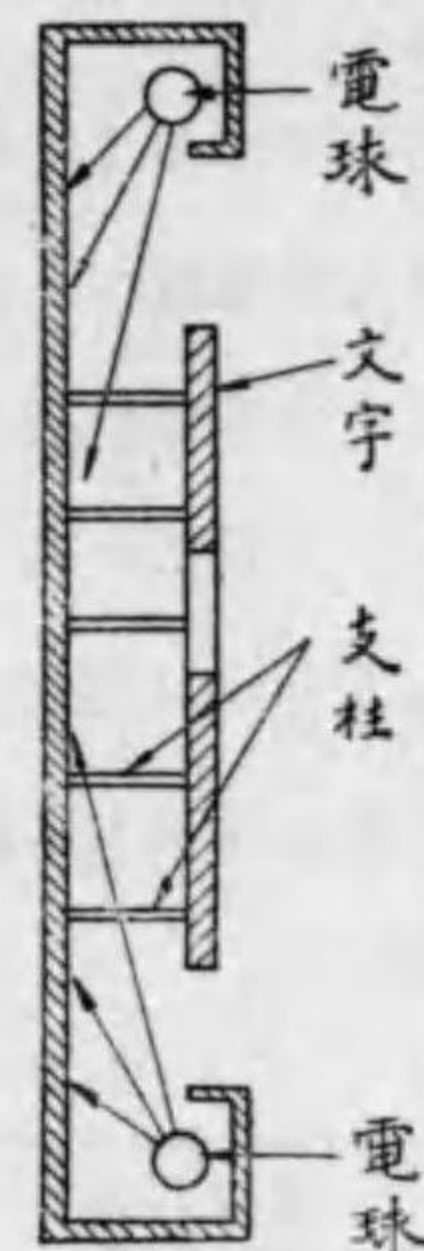
間接式と言ふのは電燈で照らされた白色板の前面にある文字又は簡単な畫が影畫となつて見えるもので(1)晝間でも効果があるが(2)色が全く使へない。

第 8-10 圖



直接式サイン

第 8-11 圖



間接式サイン

包圍式と言ふのは所謂「^{アンボン}軒行燈」の變化したもので(1)近くでしか見えない(2)細かな意匠が使へるのが特色である。

第 8-5 圖の中央階段の所に優れた一例が示されて居る。

其の設計要項は大略次の様である。

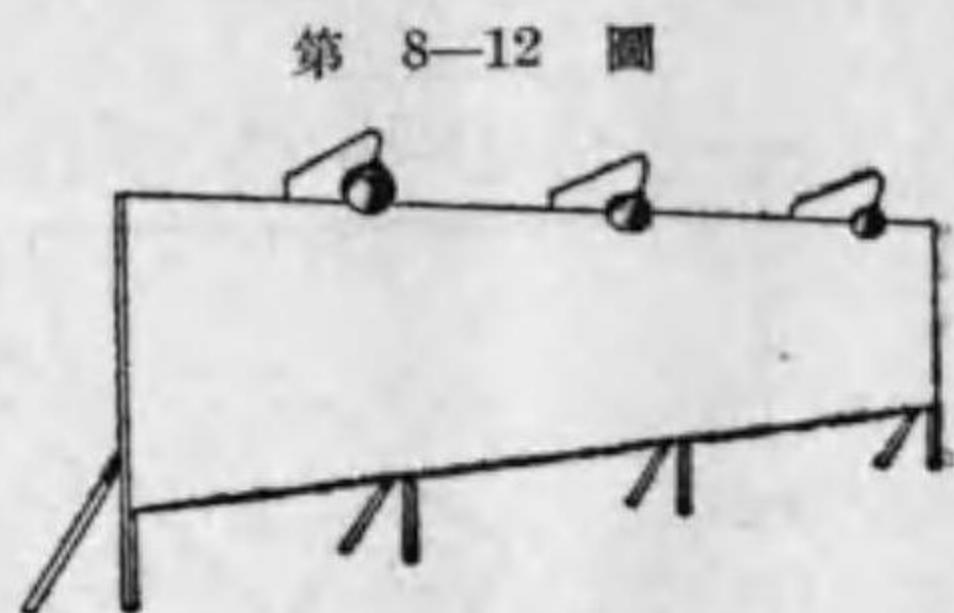
第 8-2 表 廣告照明の設計要項

| 種類 | 直接式 | 間接式 | 包圍式 |
|---------|---------------|--------------|--------------|
| 有效距離 | 75米より數軒 | 300 米以内 | 100 米以内 |
| 文字の高さ | 最大視距離 500 | 最大視距離 350 | 最大視距離 300 |
| 電球間隔 | 最小視距離 1000 | 中心線上 15 種 | 15 種以下 |
| 電球大きワット | 10 乃至 60 | 25 乃至 60 | 25 乃至 60 |

電球の大きさは環境に依つて選ぶべきで、上記から直接式で假名又はローマ字に要する大體の電球数は次式から計算される。

$$N = 2.5 \times \frac{\text{文字の高さ(米)}}{\text{電球間隔(米)}} \times \text{文字數}$$

尙看板を照明するには普通に看板を見る位置からは電燈が見えない様にし且つ上部は充分擴散反射をする様に設計する。そして看板の高さに應じて看板上部から突き出す長さ (S) を加減し、電燈間隔と環境とに應じて電球の大きさを加減する。



看板照明

第 8-3 表 看板用電球大き

| 看板高さ (米) | 電球を突出す距離 (米) | 電 球 間 隔 (米) | | | |
|-------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|----------|
| | | 1.0 | 1.7 | 2.0 | 2.4 |
| 1.0 | 0.7 | 40, 60 | — | — | — |
| 2.0 | 1.2 | 80, 100 | 100, 150, 200 | — | — |
| 2.5 | 1.4 | 80, 100, 150 | 150, 200 | 150, 200, 300 | — |
| 3.0 | 1.6 | 100, 150 | 150, 200 | 200, 300 | 200, 300 |

5. 航空照明

夜間航空に備へて航空路に設ける航空燈臺には大型、中型及び小型の三種がある。

大型燈臺に使用せられるものは 75 種 (レンズの直径) フレネル三閃光燈と稱せられ、三方向には集光性レンズに依り水平と 2° の方向に 330 萬燭を射出し、約 90 軒の距離から見える。残る一面は副光として 45° の方向に 6 萬燭を射出する。之は主光が雲等にて遮られて見えぬ中に光芒が達せぬ上空に来てしまつた時に燈臺の位置を明かにする事を目的とする。之は 1/4 馬力電動機に依り毎分 3 回轉せられる (主光芒の見える時間は

第 8-13 圖

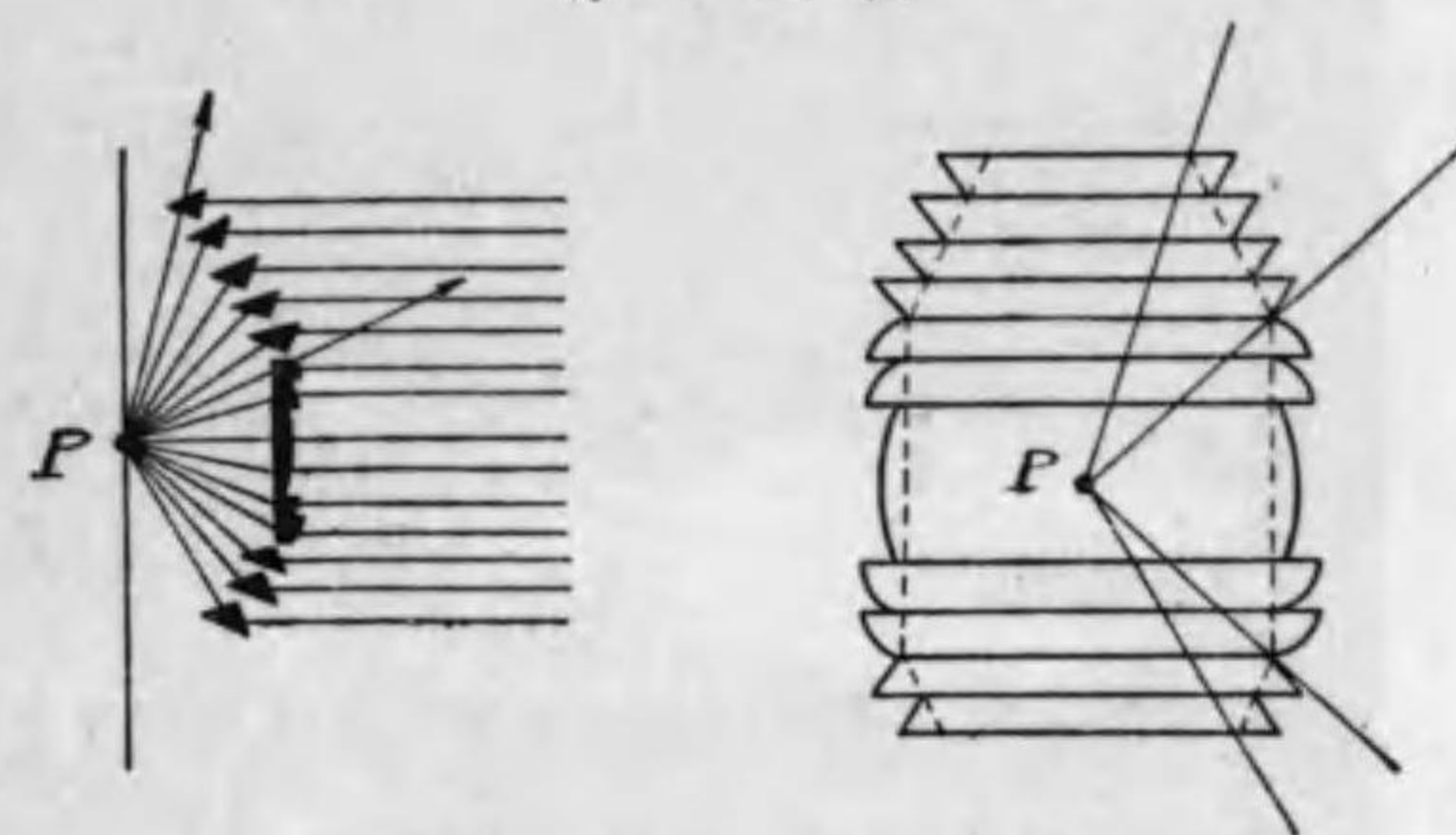


航空照明

0.17 秒)。所要電球は 1 kW であるが斷線すれば 1/20 HP 電動機に依り豫備電球と取代へられて點火を續け、同時に青電球を點火して豫備燈が現在使用されて居る

第 8-14 圖

事を示す。之に使用されるレンズは第 8-14 圖に示す如きものである。



中型には 75 種 フレネル二閃

探照燈用レンズ

光燈、小型には 60 種反射鏡式單閃光燈が使用せられる。使用電球は何れも 1 kW である。

飛行場の照明には次の如きものが使用せられる。

イ. 飛行場標示燈 前記航空路のものと同じ。

ロ. 場周燈 地上 1m、適當の距離に 60 又は 100 W の橙又は白赤の外球を有する白熱燈又はネオン管燈を設け飛行場の境界を明かにする。

ハ. 障害燈 煙突其の他の障害物に赤色 60 又は 100 W 燈を取付く。

ニ. 風向標示燈 晝間使用の吹流しを上部より照すか、T型風向標示の周囲に小電球又はネオン管燈を取付ける。

ホ. 雲高燈 45 種 1kW の投光器 (約 150 萬燭) で 60° 内外の角度で上空を照し、其の雲の下面を燈器より一定の距離に置かれた測定器で測角して雲の高さを求める。

第 8-15 圖



航空港の照明

ヘ. 著陸場照明 著陸場全體に地上 1m の所で 1.5 ルクスの垂直面照度を與へる様に (地上 4m 以上に光芒が行くのは有害) 1kW 投光器を數多く使用するか、或は 10kW 白熱電球又は 150A 炭素弧光燈を取付けた探照燈を使用する。

6. 電燈の特殊應用 最後に電燈を本來の見る事以外に使

用した二三の例を示さう。

イ. 表示燈 配電盤に使用する表示燈 (pilot lamp) は電壓がそこに來て居る事を示す。又模擬母線で開閉器が閉ぢて居るか開いて居るかを示すにも使はれる。最近生きて居る母線を特に照明した模擬母線もある。

ロ. 信號燈 多くの配電線を有する變電所で或る開閉器が引外されれば警鈴を鳴らすと同時に電燈を點じてどの配電線が遮斷されたかを示す。又豫め各部の命令や事故が書いてある内部に電燈を用意して、必要の時其の電燈が點火する様にしたもの或は色燈を組合せて各種の意志を傳へるもの、或は火力發電所で多くの電球を一杯並べたものを用意して、その中の或る電球だけを點火して數字の形とし今何 kW 出力しつゝあるかを發電機室や汽罐室に知らせるもの、更に之を擴張して「電光ニュース」としても使用される。

ハ. 光線電話 音を電流の變化に變へ、時の遅れなきネオン燈又は小白熱電燈を點火して光の變化に變へて發信し、受信所で光電管に依り再び電流の變化に戻して普通の電話受話器に送る。盜聽されると受信不能になつて直ぐ解るのが特色である。

ニ. 盜難豫防 近づく事が望ましくない部屋の入口又は建物の周圍に光の垣根を作り、それが遮られれば光電管電流を止め繼電器に依り警報電路を完結する。赤外線を使用すれば効果が多い。

ホ. トーキー録音 トーキーフィルムの一側に電流の變化を濃淡又は波形に焼付け、映寫の時光電管にて電流の變化に復する。

ヘ. 青寫眞焼付 太陽に依るものは場所及び天候で色々不便な點があるが水銀燈に依れば 1 分間位で焼付く上に、常に一定のものが得られて巧拙

がない。寫眞の焼付には白熱電燈が使用せられる。

ト. 寫眞撮影 小人数の撮影に寫眞電球, 活動寫眞の撮影に 1kW から 10kW 迄の白熱電球が使用せられる外, 撮影室にては撮影の時だけ電壓を上昇する方法も行はれる。100V 100W 電球の電壓を上昇して使用した場合の特性は第 8-4 表の様である。

第 8-4 表 100V 100W 電球の電壓特性

| 電 壓(V) | 電 流(A) | 電 力(W) | 光 束(%) | 壽 命(時間) |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 90 | 0.94 | 85 | 69 | 4300 |
| 100 | 1.0 | 100 | 100 | 1000 |
| 110 | 1.06 | 116 | 140 | 280 |
| 120 | 1.11 | 133 | 187 | 94 |
| 130 | 1.16 | 161 | 255 | 35 |
| 150 | 1.26 | 190 | 390 | 6.5 |
| 200 | 1.50 | 300 | 940 | 0.3 |

チ. 誘蛾燈 稲作に害ある蚊蟲捕殺を目的に稻田上 1.5m に水盤 (雨の際上部より水の溢れぬ様水吐用穴を有す) の上方 30 糎の所に 60W 瓦斯入電球を吊す (第 8-16 圖)。之を 30 乃至 100 アールに一箇設備する。内地に於ては 5 月中旬より 7 月上旬迄, 及び 8 月中旬より 9 月中旬迄の二回, 日没より夜半まで點燈するを良しとする。水盤は毎日掃除をなし水を取替へ且つ石油 1 滴 (4 瓦) を加へる事が必要である。害蟲被害 5% 以下では經濟上損失なるも 10% 以上の土地にては確實に利益なりと言ふ。

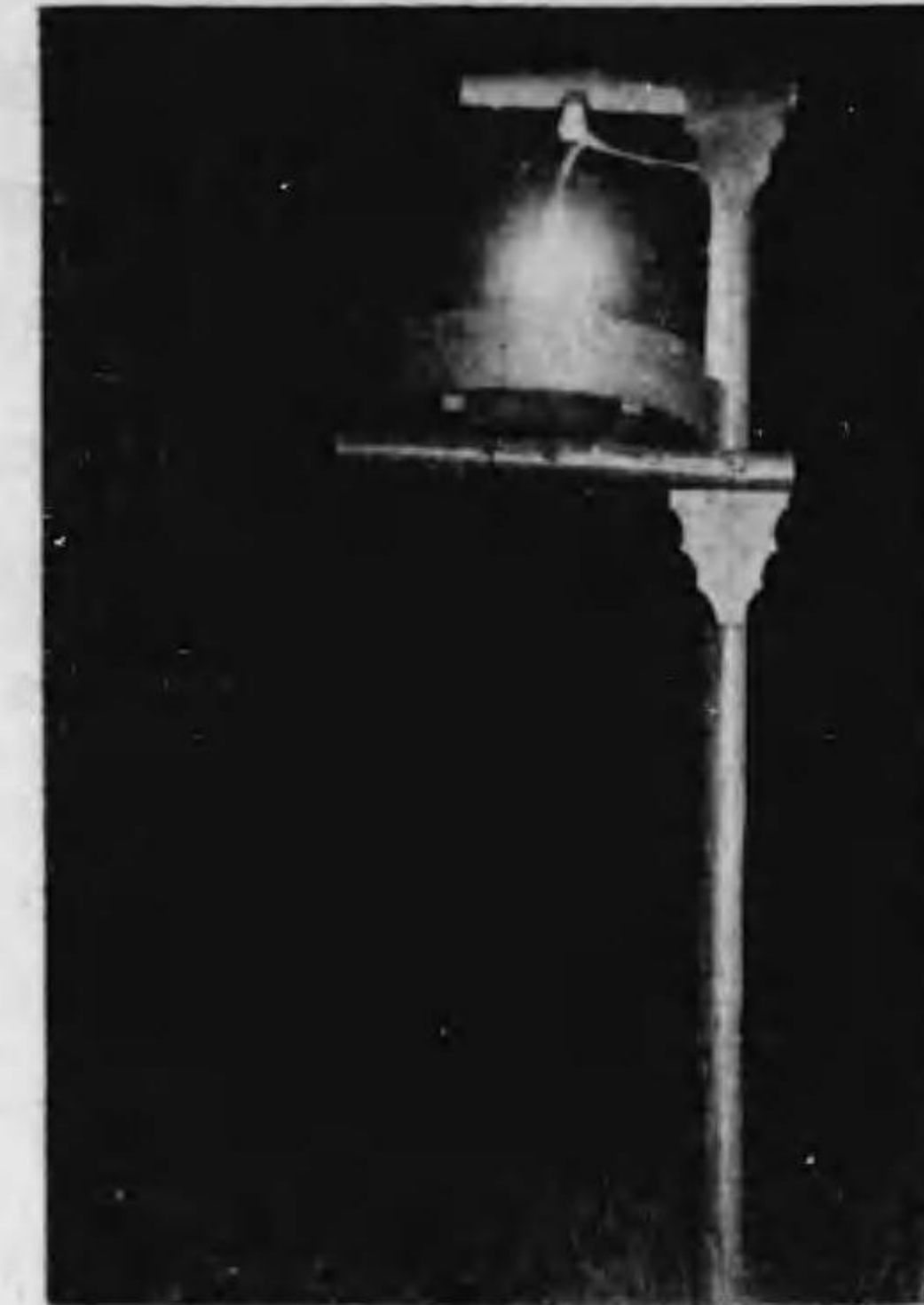
リ. 電照養蠶 8 疊に 60W 瓦斯入電球 4 燈 (カナリヤ電球の方效果大なる事認めらる) 位の割合で蠶室を連夜照射すれば, 成育を促進し, 眠起を齊一とし, 繭質均齊し特に上繭を増加する。

又. 點燈養鶏 10 月より 3 月

第 8-16 圖

迄の日照時間短き時期に宵又は曉に點燈して睡眠時間を短縮し産卵數を増加させる。曉點燈式には time switch を利用すべく, 宵式では鶏を泊木に泊らすため直並列切替又は單卷變壓器に依り消燈前に暗くする必要がある。

ル. 電照栽培 綠葉を有し炭素同化作用を營む植物の適當の時期に適當の期間電燈にて照明すると著しく其の發育を促進し, 且花又は果實の生産を増加する。但し時



誘 蛾 燈

期及び期間を誤るに於ては枯死させ又は葉のみ成長して花を開かず實を結ばぬ事もある。經濟的に成功するには深い研究を必要とする。花菖蒲を五月の節句に間に合せ又は苗代にのみ照射して稻の生産を増加して成功した實例がある。

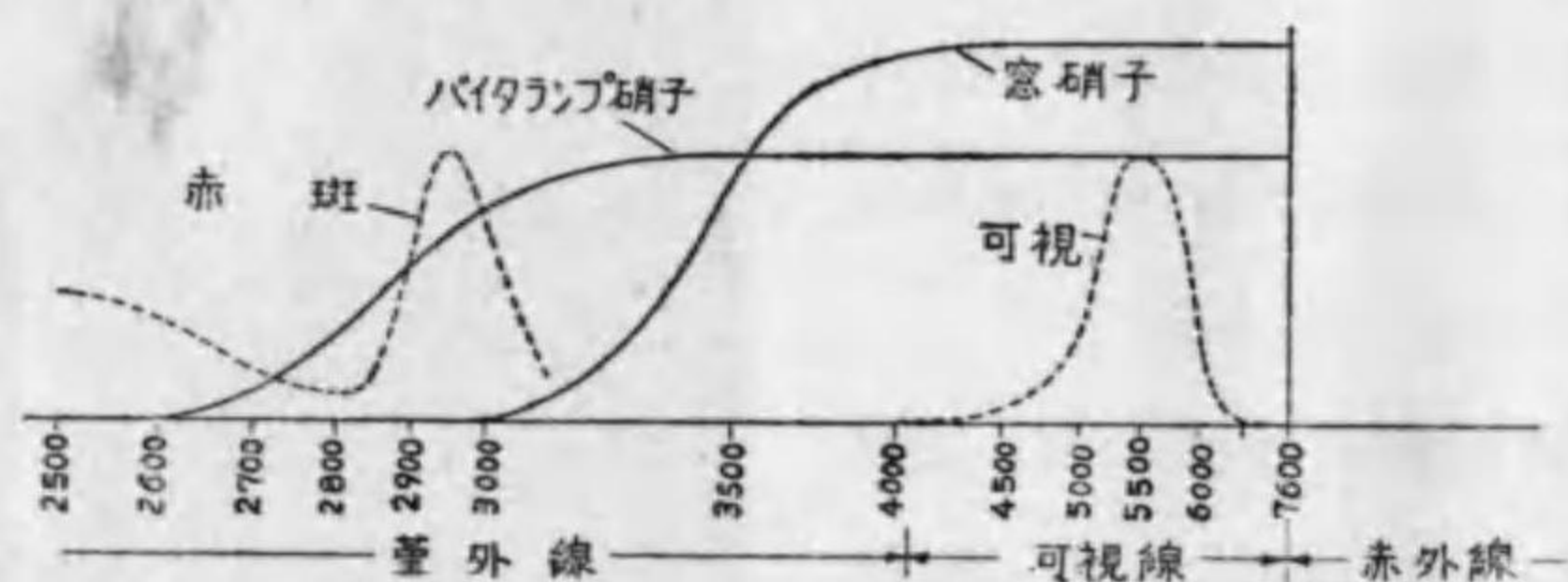
7. 莖外線 白熱電燈は光の外に赤外線並に僅少の莖外線を輻射する。光及び赤外線を皮膚に照射すれば新陳代謝や病的生産物の吸収を促進し, 知覺神經を鎮靜する効果があるので, 電燈に依る光線浴醫療器もある。

然し此の作用は莖外線に於て一層有力なので, 主として莖外線浴が使用

せられる。

夏日海水浴等にて生ずる日やけ(紅斑)が健康増進に效ある事は實驗的に認められる所であるが、此の紅斑効果と莖外線波長との關係は第 8-17 圖に示す通りである。之に依ると 0.28 乃至 0.31 ミクロン附近の波長の莖

第 8-17 圖



紅斑効果と莖外線波長

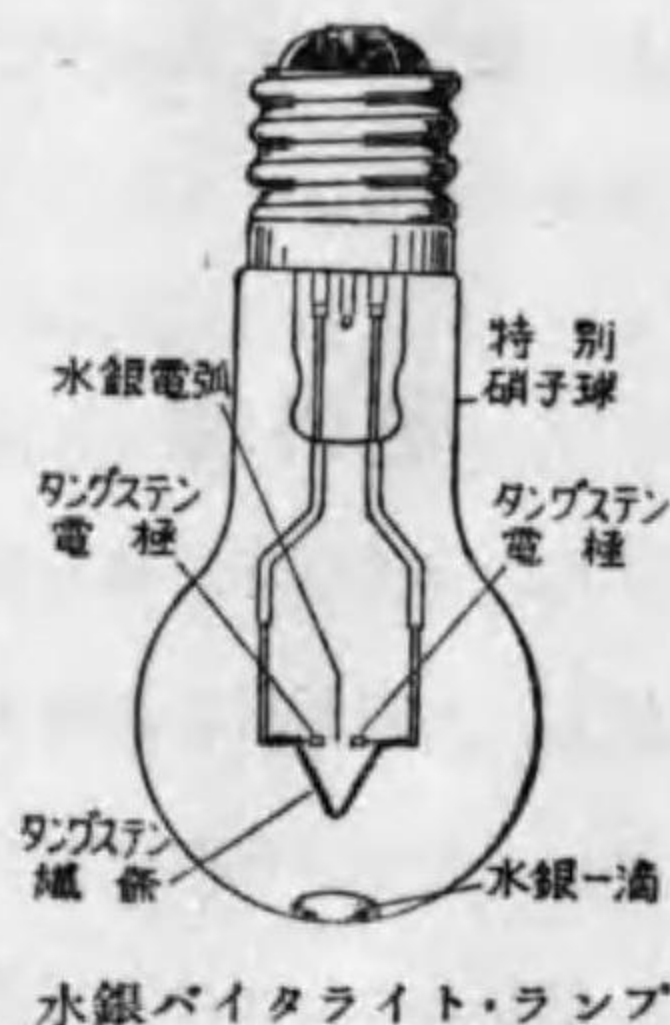
外線が最も有效なので、之を健康莖外線と稱する。尙本圖に普通硝子の透過率を示してあるが、莖外線は殆んど透過しない事が解る。

バイタライト・ランプは高能率瓦斯入電球に莖外線透過用硝子を使用したものである事は前に述べたが、元々發生莖外線は僅少である。東京電氣の健康ランプは普通電球に莖外線透過硝子を使つたものであるから更に莖外線は僅少である。

依つて莖外線發生装置としては水銀バイタライト・ランプ(米國の S 電球は之と同じ)或は太陽燈が多く使用せられる。

水銀バイタライト・ランプはタングステン弧光燈と類似の形狀で第 8-18 圖に示す様にタン

第 8-18 圖



水銀バイタライト・ランプ

グステン弧光間隙と並列にタングステン織條を設け、空氣を抜きとりて後、アルゴン瓦斯と水銀の一滴とを封入したものである。

之に漏洩變壓器を通じて電壓を加へると先づ織條が熱と光とを發生し、その爲めに電極間にアルゴンの弧光を生じ球内の溫度が上昇するに従つて水銀が蒸發して水銀弧光を生ずる。その際所要電壓が低下するので漏洩變壓器が必要である。其の特性の比較を第 8-5 表に示す。

第 8-5 表 健康電球

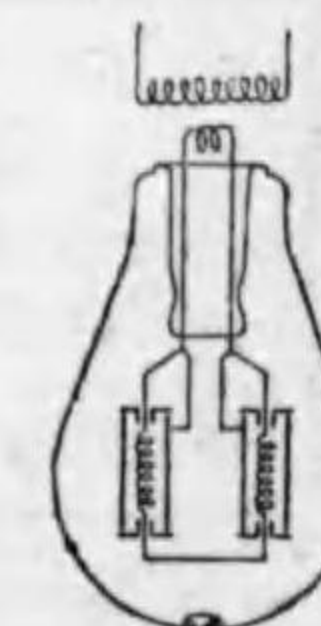
| 項 目 | 大形水銀バイタライト・ランプ | 小形水銀バイタライト・ランプ | G-I ランプ |
|---------|----------------|----------------|---------|
| アーク電壓 V | 12~13 | 14~15 | 15 |
| 電 流 A | 30 | 3.5 | 2.4 |
| 球の電力 W | 360~390 | 120~128 | 36 |
| 總電力 W | 450 | 150 | 50 |
| 總ルーメン | 7 000 | 1 600 | 150 |

尙小形水銀バイタライト・ランプにはアルミニウムの帽子を被せる。之では折角の莖外線が邪魔される様に思はれるが、本電球には莖外線に対して反射率の高いアルミニウム又はクロムの反射笠が使はれるから、大して無駄にならないのみならず、之があるが爲に球内の溫度が上昇し輻射能率は反つて増加するのである。

此の水銀バイタライト・ランプを莖外線輻射の點から 300 W バイタライト・ランプに比較すると小形で大約 12 倍、大形では 100 倍である。此の水銀バイタライト・ランプに照明用白熱織條を附加した水銀健康ランプもある。

GI 電球は米國 W 社發賣の同一目的の電球で第 8-19 圖の様な構造を有し、眞空にして後水銀が封入してある。

第 8-19 圖



GI 電球

最初繊維に電流を通ずると白熱され、そのため之を包むニッケル圓筒との間に水銀アークを生じて紫外線を発生する。

紫外線も波長が短くなつて0.2 ミクロン位になると殺菌作用が強力になり、細胞を犯す様になる。炭素電弧を見詰めると数日後眼に痛みを感じ、甚だしい場合には盲目となるのは之が爲である。然し適當に之を使用すれば、善良なる細胞には大した悪作用がなく、不良の細胞即ち病菌だけ死滅させる事が出来る。従つて之が使用には醫師の指導を必要とする。水銀バイタライトに使用された硝子は大体 0.28 ミクロンより短い波長に對しては不透明であるから此の點は心配がない。

然し太陽燈即ち石英管水銀電燈(67 頁第 4-10 圖)にあつては各種の紫外線を発生するからそれだけ醫療効果は大であるが、之が使用には必ず醫師の處法を必要とする。飲料水の殺菌にも使用された例がある。

是等の硝子又は外球等に可視線に不透明なるものを使用すれば、所謂 dark light として螢光物質に螢光を発生させる。之を使用して怪奇の舞踏を見せ物として使用された例もある。

又この螢光の有無に依り物質の鑑別に使用せられる。

第 8-6 表 紫外線による鑑別

| | | | |
|------|---------|--------|----------|
| ルビ | 紅色の螢光發生 | ルビー模造品 | 螢光なし |
| 眞珠 | 淡綠色 " | 眞珠模造品 | " |
| 天然絹糸 | 白色 " | 木材纖維 | " |
| バター | 淡黄色 " | 植物性バター | 青色螢光發生 |
| 椿油 | 螢光を生ぜず | 變壓器油 | 青色の螢光を發生 |

8. 電燈料 我が國で廣く使用されて居る電燈料金には定額制と

従量制とある。事業者に依り(1)取付燈數に依り何燈以下は定額制、それ以上は従量制と指定したもの、(2)その中間に自由に選擇の餘地のあるものとある。

今東京電燈株式會社の本社の營業案内から料金に關する二三の點を示さう。

定額料金 一使用場所 2 燈以内及び屋外燈に限り夜間のみ供給す。

| | | | | |
|-------------|------|------|-------|-------|
| 1 燈 1 ヶ月に付き | 5 燭 | 40 錢 | 32 燭 | 75 錢 |
| | 10 燭 | 50 錢 | 50 燭 | 95 錢 |
| | 16 燭 | 55 錢 | 80 燭 | 135 錢 |
| | 24 燭 | 65 錢 | 100 燭 | 155 錢 |

別に器具及び布線貸付料として 1 燈 1 ヶ月 5 錢を要する。

従量料金 晝夜間斷なく送電し、300 W 以下の家庭用電氣器具の使用は差支へない。

| | | | |
|---------------|----------|----------|--------|
| 電燈 1 個 1 ヶ月當り | 1 kWh 迄 | 1 kWh に付 | 16 錢 |
| | 1 kWh 超過 | 2 kWh 迄 | " 14 錢 |
| | 2 kWh 超過 | 3 kWh 迄 | " 10 錢 |
| | 3 kWh 超過 | " | 6 錢 |

| | | | |
|----------|-----------------|----------|------|
| 最低料金 | 1 燈 1 ヶ月に付 | 1 kWh | |
| 積算電力計貸付料 | 500 W 迄 | 電燈 3 燈以下 | 10 錢 |
| | | 4, 5 燈 | 20 錢 |
| | | 6~10 燈 | 30 錢 |
| | | 11 燈以上 | 40 錢 |
| | 500 W 乃至 1000 W | | 45 錢 |

1 kW 乃至 1.5 kW 50 錢

器具や布線を貸付ける場合は定額制の場合と同じ。

電熱用配線は需用家の負擔とし電熱専用の計器に依るものは最大使用電力(電流制限器の整定電力)1 kW 1 ヶ月に付 100 kWh 迄 1 kWh 5 錢, 超過分 4 錢で, 最低料金 300 錢である。

關西方面に依ては綜合料金制と稱し, 電流制限器を使用し, 其の整定に依り, 使用の有無に關せず一定の基本料金を支拂ひ, 別に積算電力計の計量に従ひ, 所定の料金を併せ支拂ふ方式が多く採用せらる。

例題 1. 東京電燈會社本店の区域内にて, 100 燭 1 燈, 50 燭 2 燈, 32 燭 4 燈, 24 燭 2 燈, 10 燭 3 燈を使用し, 月別使用電力量が次の如き需用家に於て, 支拂總額何程なりや。若し定額が許さるゝものとせば其の料金如何。

| | | | |
|-----|--------|------|--------|
| 1 月 | 56 kWh | 3 月 | 40 kWh |
| 5 月 | 20 kWh | 7 月 | 8 kWh |
| 9 月 | 25 kWh | 11 月 | 34 kWh |

解 取付總燈數は 12 燈, 取付ワット數 485 W ばかりである。

一番使用の少い 7 月では 12 燈分の最低を支拂ふを要する。それに布線損料及び計器損料 500 W 未滿で 10 燈超過の 40 錢を加へる。

7 月分 $16 \times 12 + 5 \times 12 + 40 = 292$ 錢

次に 5 月に於ては 20 kWh の内 12 kWh は 16 錢, 超過分 8 kWh は 14 錢である。

5 月分 $16 \times 12 + 14 \times 8 + 100 = 404$ 錢

9 月及び 11 月に於ては 24 kWh 超過分 1 kWh 及び 10 kWh が 10 錢となる。

9 月分 $16 \times 12 + 14 \times 12 + 10 + 100 = 470$ 錢

11 月分 " $+ 10 \times 10 + 100 = 560$ 錢

3 月及び 1 月では 36 kWh 超過分が 6 錢となる。

3 月分 $16 \times 12 + 14 \times 12 + 10 \times 12 + 6 \times 4 + 100 = 604$ 錢

1 月分 " $+ 6 \times 20 + 100 = 700$ 錢

定額料金にて計算すれば

$155 + 95 \times 2 + 75 \times 4 + 65 \times 2 + 50 \times 3 + 5 \times 12 = 985$ 錢

即ち従量制に依る方が安價である。但し最も多く使用した 1 月でも 56 kWh は平均して $56000 \div 485 = 115$ 時間 即ち毎日 4 時間弱しか使用せざる割合であるから, これ以上使用する場合は定額制が安價となる。

問 題

1. 溢光照明とは何ぞや。
2. 投光器の反射器の材料及び形状を示せ。
3. 投光器の角度とは何を言ふか, 之に依り投光器を 3 種に分類せよ。
4. 次の建物にはどの程度の照度を必要とするか。1 kW の投光器を使用すれば何箇を要するか。但し設備能率(有效光束と電球光束との比)を 10% とする。
大都市赤煉瓦銀行 溢光面積 1500 m²
小都市白色デパート 高さ 20 m × 幅 30 m × 奥行 50 m
5. 長さ 100 m 幅 50 m の運動場を照すのに 1 kW 投光器何箇を要するや。但し設備能率を 20% とす。
6. 建築化照明を説明せよ。

7. 天窗照明とは何ぞや。
8. 舞臺照明用燈具の主要のもの5種の名稱を記せ。
9. 舞臺の電燈の光度を加減する装置を説明せよ。
10. コロラマ照明とは何ぞや。
11. 電車の保安信號には青（安全）橙（注意）赤（危険）の三種の電燈を使つて居るが、同一距離から之を認めるには、赤に40W電球を使用した時、橙（琥珀と同一とする）と青には何ワット電球を使用すべきや。
12. 廣告照明を3種に種別し、夫々の優れた點と劣れる點一つ宛を示せ。
13. 文字の高さを2mとして「デンキガッコウ」と書く直接式サインに要する電球數如何。但し100mより近寄れば見えない所にある。尙このサインはどの位遠くまで廣告効果があるであらうか。
14. 「電機學校」を間接式サインとしたい。200米位まで見れば良いとすれば、之に要する電力は大凡どの位であらうか。
15. 高さ2m、幅3mの看板を照明するに使用する電球の大きさ及び箇數並に看板より突出す長さを求む。
16. 航空燈臺の大形のもの地上で見ればどんな時間の割合で光るか。
17. 大形航空燈臺の主光芒に就き知る事を記せ。
18. 航空港に要する主要の照明5を示せ。
19. 飛行機の着陸に要する照度如何。
20. 電燈を見る事以外に應用した例を列舉せよ。
21. 莖外線用電燈の名稱を擧げよ。

特 233

744

昭和十二年十二月五日印刷
昭和十二年十二月十日發行
編輯兼發行者 電機學校
代表者 服部 碩彦
東京市神田區錦町二丁目二番地
印刷者 白井 赫太郎
東京市神田區錦町三丁目十一番地
印刷所 精興社
東京市神田區錦町三丁目十一番地
發行所 電機學校
東京市神田區錦町二丁目二番地

終