

44  
發光工程入門

171040

德國 W. Voege 著

(2) 孟 希 譯



上海

勵志書局發行

1935

紅  
23

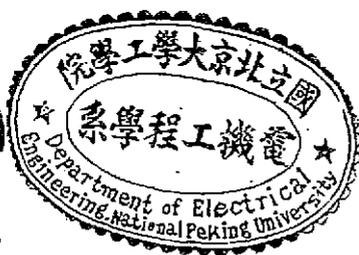
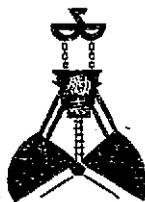
# Leitfaden der Lichttechnik

für Unterricht und Praxis

Dr.-Ing. W. Voege 著

孟 希 譯

原著 “Leitfaden der Lichttechnik, 為講解發光工程之最新出版物。全書分八章，簡潔扼要，說理明顯，學校用充課本極為適宜而電燈廠質地服務者及建築設計者尤不可不讀。



上 海

勵 志 書 局 發 行

---

1935

# 目次

## 第一章 基本量及單位

A. 基本量之解釋 .....	1
1. 光量.....1.——2. 光通量.....1.——3. 發光強度.....2.——4. 照度.....	
3.——5. 照密度.....4.——6. 曝光.....4.	
B. 單位 .....	4
1. 發光強度之單位.....5.——2. 照度單位.....6.——3. 光通量之單位.....	
6.——4. 照密度之單位.....7.	
C. 燈及照之評價 .....	9
1. 燈及其照具.....9.——2. 光之分佈.....9.——3. 燈之光輪.....10.——	
4. 消耗係數.....10.——5. 燈之照具效率.....11.——6. 光源.....11.	

## 第二章 光及照度之量法

A. 照度之量法 .....	14
B. 發光強度之量法 .....	16
1. 用一可攜帶的照度計.....16.——2. 在光度計座上.....16.——3. 用定物	
光度計.....18.——4. 光之分佈曲線均製作.....19.——5. 就1000 流明之光通量	
之光之分佈曲線.....20.——6. 平均球面發光強度之測定：(a) 光之分佈曲線	
(b) 球狀光度計.....21.	

## 第三章 發光工程在物理學上之基礎

1. 何謂之光?.....25.——2. 物體之色如何發生?.....26.——3. 何種收光	
器之眼.....28.——4. 何者妨礙視覺?.....29.——5. 眩暈.....31.——6. 何種光	
線對於眼有害?.....24.	

## 第四章 光源

1. 酒精.....35.——2. 煤氣照.....37.——3. 電照.....39.——4. 帶液體燈	
料之光源.....45.	

## 第五章 照具

- A. 供一般照明用之照具……………48  
 1. 直照或大部分直照……49.—2. 間接照……51—3. 全間接照……51  
 B. 供場所照明用之照具……………52  
 C. 供陳列窗用之照具……………52

## 第六章 屋內照明及戶外照明

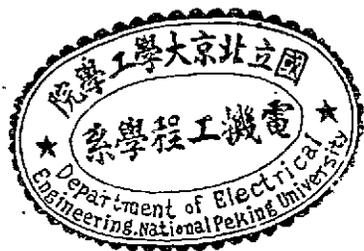
- A. 關於屋內照明之規定……………53  
 B. 關於工廠及其他工業場所之照明……………55  
 C. 關於戶外照明之規定……………57

## 第七章 屋內照明及戶外照明之預算

1. 關於室內照明之效率法……62.—2. 效率法之簡單化……63—3. 戶外照明之計算……70—4. 由光之分佈曲線以算照度……73.

## 第八章 一般適用之表

1. 燭之燈點……75.—2. 人工光源之溫度……75.—3. 光源之色……75—4. 各種光源之照相功效……76.—5. 治療燈……76—6. 對於紫外光之各種玻璃之透明度……76—7. 燃料之熱值……8.—煤氣……77—9. 氣體之採費限度……77—10. 機械熱能與電能之關係……77—11. 雜項……77—12. 長度單位……8.—13. 重量單位……78.—14. 容量單位……78.



# 發光工程入門

## 第一章 基本量及單位

### A. 基本量之解釋。

1. 光量<sup>1)</sup>。 光量(Q) 為在一定時間內從一光源給出而經眼感覺時即所謂光之輻射能。

視給出的光量之多少乃計算電費或煤氣費。

2. 光通量<sup>2)</sup>。 光通量為在單位時間內給出之光量。

命Q表在T時間內給出之光量，則光通量  $\Phi = \frac{Q}{T}$ ；此公式與

表電力瓦特數或機力馬力數之公式相當（瓦特 =  $\frac{\text{電量}}{\text{時間}}$ ，馬力

=  $\frac{\text{功量}}{\text{時間}}$ ）。

光通量或光力<sup>3)</sup> 為評論一光源之根據，因有關係者唯在單位時間內所給出之光；一燈或一被照體視之至久亦不見更亮之難則到達吾人眼中之光量當然隨時間而增加焉。是處之情形故與照片中不同；照相片變黑的程度却隨曝光時間而

<sup>1)</sup> 光量； Lichtmenge; quantity of light; quantité de lumière.

<sup>2)</sup> 光通量； Lichtstrom, lumin.us flux; flux lumineux. <sup>3)</sup> 光力；

Lichtleistung; light power; puissance d'éclairage.

增加，故與所得之光量有關。

設欲比較二燈，則首當注意各燈之球面光通量 ( $\Phi_{\circ}$ )，申言之，當比較自二者向周圍空間輻射之全部光通量。然有時僅注意各燈一部分之光通量，例如僅比較從各燈下半球面輻射之光通量 ( $\Phi_{\downarrow}$ )。

總光通量  $\Phi_{\circ}$  等於由上半球面放出的光通量  $\Phi_{\uparrow}$  與由下半球面放出之光通量  $\Phi_{\downarrow}$  之和，是以  $\Phi_{\circ} = \Phi_{\uparrow} + \Phi_{\downarrow}$ 。

估光之值往往依據其光通量：一探照燈放出與其鏡面形相當之光通量於空間的一隅，一桌面受某量的光通量而被照明，又在吾人眼中到達某光通量及諸如此類。

3. 發光強度<sup>4)</sup>。所謂發光強度 ( $J$ ) 是填充於一極狹小空間角內之光通量。故若以該空間角  $\omega$  分除光通量  $\Phi$  即得發光強度： $J = \frac{\Phi}{\omega}$ 。若由一定光線數表光通量，則發光強度可由填充於  $\omega$  小空間角內之光線數表示；因此，發光強度亦即為在該空間角內之光通量之密度，恰如電流密度為蓄電池板上一平方厘米（公分）內之流線數。

從一燈放出之發光強度係隨放出之方向而異，故與光通量不同。例如依水平方向測一燈之發光強度則測得之結果必與依向上或向下方向測得者不同。故若就發光強度而比較二燈時必須明白指出依何方向之發光強度——譬如依水平方向之發光強度 ( $J_h$ )。若僅言發光強度則完全不切實。雖然，普通的光源如燭，白熾燈，豎立的煤氣燈大都依水平方向放光特佳，以是其發光強度往日一致依該方向而測計，然以後又為比較放光不一致之燈的發光強度起見，乃採用平均球面發

<sup>4)</sup> 發光強度； Lichtstärke; luminous intensity; intensité lumineuse.

光強度 ( $J_0$ )<sup>1)</sup> 其解釋如下：假定以燈為中心設一球面並將燈放出之光平均分配在球面上，則此種平均發光強度即為平均球面發光強度。茲視平均分配者為射在下半球面上或上半球面上之光又有平均下半球面發光強度  $J_{\ominus}$  與上半球面發光強度  $J_{\ominus}$  之別。平均球面發光強度  $J_0$  及光通量  $\Phi_0$  依一種簡單關係互相聯絡。據此關係，球面光通量為平均球面發光強度之4 $\pi$ 倍或以略字表之， $\Phi_0 = 4\pi J_0 = 12.56J_0$ 。(此公式之由來見第7面)。

4. 照度<sup>2)</sup>。照度 ( $E$ ) 為被照面上光通量之密度。若以被照面之面積  $F$  分除着面之光通量  $\Phi$  則得照度，即照度  $E = \frac{\Phi}{F}$ 。一物體被照表面與着面光通量相較愈大時其被照亦愈良，蓋此時光線全擠在一比較狹小的面上。

照度復可藉發光強度而定其意義。光線直射在一面上之照度  $E$  係與發光強度  $J$  為正比而與燈與該面間之距離  $r$  之平方為反比。故照度  $E = \frac{J}{r^2}$ 。若被照面並非與光線方向正交但成  $\alpha$  之傾角，則  $E = \frac{J \cos i}{r^2}$  (圖1)。

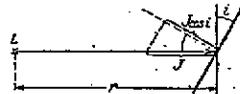


圖1.

照度之第一種定律  $E = \frac{\Phi}{F}$  係與光線方向及燈之大小無關，故此律頗普通；反之，第二種定律  $E = \frac{J}{r^2}$  祇於投在面上之光線與面正交而其間  $r$  距離至少須為發光體最大尺度之10倍時適用。當以光度計測較大燈或一發光體之光度時，此點

<sup>1)</sup> 平均球面發光強度； mittlere sphärische Lichtstärke； mean spherical candle power； bougies moyennes sphériques. <sup>2)</sup> 照度； Bel uchtungstärke； intensity of illumination； intensité d'éclairage.

務須注意；燈與光度計之距離與擬測之燈之大小相較必須極大。

5. 照密度<sup>1)</sup>。照密度 ( $e$ ) 往日謂之亮度<sup>2)</sup>，係從一燈或一明亮面在每平方厘米內依正交方向放出之發光強度。其強弱故由放出的發光強度  $J$  與輻射面  $f$  之比而表示，即  $e = \frac{J}{f}$ ，而放出之燭光<sup>3)</sup> 數在輻射體面上集合愈密時該體之照密度亦愈大。輻射體不必一定本身發光但亦可反射投到之光。例如說經日光照明之壁上照密度，櫥窗照密度，檯面照密度等。一物件之照密度因其即為影響吾人之眼者是以最為重要。照密度一方面與照度而他方面與被照體之反射本領有關，其大小可由其在吾人眼上之作用而表示。二個等強被照面，其中呈白色者之反射本領天然比較呈黑色者為強而為百分之80；至黑色一面恐僅能反射投到之光之百分之8，故大部分之光經其吸收而消滅。

6. 曝光<sup>4)</sup>。曝光 ( $B$ ) 係將物體曝在日光下歷一定時間之久之作用。故  $B = E \times t$ ，其中  $t$  表時間之秒數。曝光對於照明工程雖無重要關係，但經光惹起之化學的及褪色作用則與之頗有關係。照相片<sup>5)</sup> 之變黑及壁布之變白係因經強照或曝光經久而致。

## B. 單位<sup>6)</sup>。

發光工程及照明工程上應用之單位如次：

<sup>1)</sup>照密度；Leuchtdichte；density of illumination；densité d'éclairage. <sup>2)</sup>亮度；Glanz；brightness；éclat. <sup>3)</sup>燭光；Kerze；candle；bougie. <sup>4)</sup>曝光；Belichtung；exposure to the light；exposition à la lumière. <sup>5)</sup>照相片；photographische Platte；photographic plate；plaque photographique. <sup>6)</sup>單位；Einheit；unit；unité.

1. 發光強度之單位。發光強度之單位謂之赫夫涅燭光<sup>1)</sup> (HK)。據赫夫涅阿德內克氏<sup>2)</sup> 此單位係表示一二硫酸五燒燈<sup>3)</sup> 之40毫米(公厘)高之火焰依水平方向之發光強度。在此燈中火焰真確的高度係藉一平行光管(真直儀)而確定(圖2)。

因露出的火焰難免不寧靜，故實測時以用經核准之尋常白熾燈為較佳，後者可有種種不同之大小。燈之校準工作須由專門者為之。用時是種標準燈之電壓自然先須經真確的調整。

在北美、英、法等國不用赫夫涅燭光為發光強度之單位，但用其他單位所謂標準燭光<sup>4)</sup> 或國際燭光(K)<sup>5)</sup>，其值較赫夫涅燭光為大，約為後者之1.11倍。

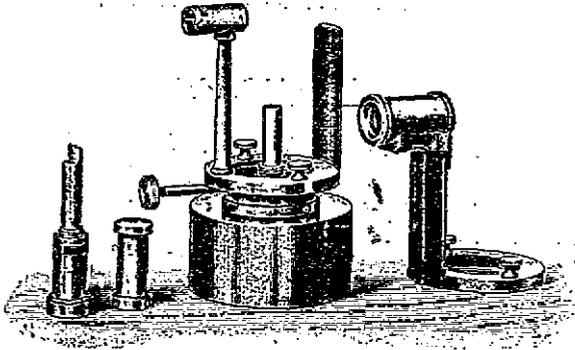
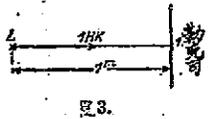


圖2.

<sup>1)</sup> 赫夫涅燭光；Hefnerkerze；Hefner candle；bougie de Hefner.  
<sup>2)</sup> 赫夫涅阿德內克氏；Hefner-Alteneck. <sup>3)</sup> 二燒五燒燈；Amylazetat-lamp；lamp of amy acetate. lamp à l'acétate d'amyle. <sup>4)</sup> 標準燭光；Standardkerze；standard candle；bougie normale. <sup>5)</sup> 國際燭光；International Kerze；international candle；bougie internationale

為換算HK為K,以0.9相乘。反之,若欲換算K為HK,則以1.11相乘,故凡有25HK之白熾燈即有 $25 \times 0.9 = 22.5K$ 。向國外訂購白熾燈時此點務須注意。

2. 照度單位。照度之單位謂之勒克司<sup>1)</sup> (略稱勒,即米燭光)。當一平面被相距1米(即1公尺)之1HK垂直



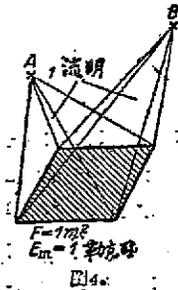
照明時,其照明之強度謂之1勒(圖3)

。至於被照面之性質,色,反射本領等則無關係而無論該面為黑或為白在如第

3圖所示之情形中恆為1勒。色及反射本領唯與照密度發生關係——又與 $E = \frac{\Phi}{F}$ 之公式相當, 1勒 =  $\frac{1 \text{ 流明}^2)}{1 \text{ 平方米}}$ 。

由變動燈與被照面之距離,則可在一斑點上惹起所欲有的照度並依 $E = \frac{J}{r^2}$ 距離定律計算,然須注意者,附近須並無強反光面。

例題:設有一25水平赫夫涅燭光之金屬絲燈在相距1米之處發生1勒克司照度;在相距半米之處是以當發生 $E = \frac{25}{0.5^2} = 100$ 勒克司照度。設欲由具50水平燭光之燈發生40勒克司之照度則其間之距離當為 $r = \sqrt{\frac{50}{40}} = 1.12$ 米。

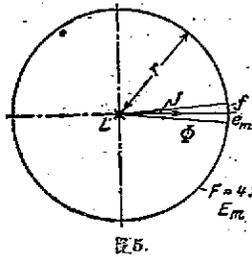


3. 光通量之單位。光通量之單位謂之流明<sup>2)</sup>。當某量之光通量被投在1平方米大之面上而使後者適有一勒之平均照度時則當時之光通量謂之一流明。至光源對於被照體之位置則完全無關係。設平均照度 $E_m$ 恆為1勒,則無論燈在A或B(圖4)凡投在1平方米大之F面上之光通量恆

<sup>1)</sup> 勒克司; Lux; lux; lux; <sup>2)</sup> 流明; Lumen; lumens; lumen.

為 1 流明。

為測從一燈放出之光通量之流明數係以平均球面發光強度  $J_0$  為根據。球面光通量  $\Phi_0$  與平均球面發光強度  $J_0$  之關係可說明之如下：設以光源  $L$  (圖 5) 為中心作一帶  $r$  半徑之球面



則在球面上之一小表面  $f$  可有  $e$  之照度而後者可依兩種方法表示之：即 1. 根據投在面上之光通量  $e = \frac{\Phi}{f}$  或 2. 根據從光源  $L$  輻射在  $f$  面

上之發光強度  $J$ ,  $e = \frac{J}{r^2}$ 。故  $e = \frac{\Phi}{f} = \frac{J}{r^2}$ 。

對於全球面  $F$  而言，依同法  $E = \frac{\Phi_0}{F} = \frac{J_0}{r^2}$ 。有  $r$  半徑之球面其面積既為  $F = 4\pi r^2$ ，故  $\frac{\Phi_0}{4\pi r^2} = \frac{J_0}{r^2}$  及  $\Phi_0 = 4\pi J_0 = 12.56 J_0$ 。依據  $\Phi_0 = 12.56 J_0$  之簡單方程式若已知  $J_0$ ，則容易計算光通量之流明數。

例題：帶有  $J_0 = 100$  燭光之燈其光通量當有  $12.56 \times 100 = 1256$  流明。

帶有鋸齒形白熾絲並具  $J_h$  之水平發光強度之金屬絲燈其換算更為簡單。

就該式白熾燈而言， $J_0$  既等於  $0.8 J_h$ ，故  $\Phi_0 = 12.56 J_0 = 12.56 \times 0.8 J_h = 10 J_h$ 。為欲得光通量之流明數，故祇須以 10 乘水平燭光。

例題：某鎢絲燈有  $J_h = 25$  赫夫涅燭光之水平發光強度其球面光通量故等於  $25 \times 10 = 250$  流明。

照密度之單位。具有 1 平方厘米之照明體其若

依垂直方向輻射1赫夫涅燭光者，則稱有1施諦爾普<sup>1)</sup> (略稱施)之照密度。

其他常用之單位一曰朗伯<sup>2)</sup> 略稱朗，係等於每平方厘米0.353赫夫涅燭光；他曰毫朗伯<sup>3)</sup>，係等於1朗伯之千分之一，故1毫朗伯=0.000353赫夫涅燭光/平方厘米。

茲視以赫夫涅燭光(HK)或以國際燭光(K)為照度，光通量及照密度單位之根據，是種單位之值自然亦各各不同；例如說赫夫涅勒克司，國際勒克司，赫夫涅流明等。

其間換算因數列之如第一表。

第一表  
發光強度。

	H K	國際K	卡塞爾
H K	1	0.9	0.093
國際K	1.11	1	0.1035
卡塞爾 <sup>4)</sup>	10.75	9.65	1

照 度。

	赫夫涅勒克司	國際勒克司	燭 呎	卡塞爾米尺
赫夫涅勒克司	1	0.9	0.0934	0.093
國際勒克司	1.11	1	0.1036	0.1035
燭 呎	11.98	10.79	1	1.12
卡塞爾米尺	10.75	9.65	0.904	1

下表示基本量及單位之梗概：

<sup>1)</sup>施諦爾普；Stilb; stilb; stilb. <sup>2)</sup>朗伯；Lambert; lambert; lambert. <sup>3)</sup>毫朗伯；Milli-Lambert; milli-lambert; milli-lambert. <sup>4)</sup>赫夫涅流明；Hefner-Lumen; hefner-lumen; hefner-lumen. <sup>5)</sup>卡塞爾；carcel; carcel; carcel; 為一發光強度之單位，在法國用之。

第二表

基本量				單位	
名	定義	符號	關係	名	符號
光量	在一定時間內從一燈輻射而被感覺之後稱為光者之能。	Q	$Q = \Phi T$	流明時	Lmh
光通量	在一單位時間內發出之光量。	$\Phi$	$\Phi = \frac{Q}{T}$ $= EF$	流明	Lm
發光強度	填充一種小空間角之光通量。	J	$J = \frac{\Phi}{\omega}$	赫夫涅燭光	HK
照度	着面之光通量與被照面之面積之比(面上之光通量密度)。	E	$E = \frac{\Phi}{F}$ $E = \frac{J}{r^2}$	勒克司	Lx
照密度	直射在每一單位面積上之發光強度。	e	$e = \frac{J}{f}$	施路爾普	Sb
眼光	歷來時間之久的照明作用。	B	$B = Et$	勒克司秒	Lxsek

### C. 燈及照之評值

燈。

1. 燈及其照具<sup>1)</sup>。此二者依其光通量而評值並由其球面光通量之流明數表示之。

2. 光之分佈<sup>2)</sup>。光之分佈係用分佈曲線(圖6)表示。其中依自0—360°之角輻射之發光強度係由HK數表明。光源為對稱之一種時祇須有0與180°間之一半曲線。依據此種曲線容易求出各方向之發光強度，其時唯須知比例尺而已，換言之，祇須知每一毫厘所表示之HK數；若在圖中又有表燭數之圓則更為簡便。然經光之分佈曲線包含之面積並非

<sup>1)</sup>照具；Leuchte; lanterne; lanterne. <sup>2)</sup>光之分佈；Lichtverteilung; distribution of light; répartition de la lumière.

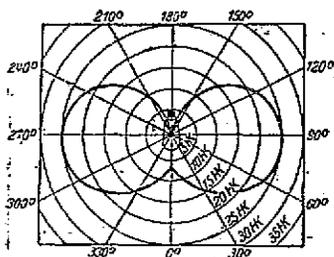


圖 6.

表該燈光之強弱，是以不能憑該面積之大小而評該燈之光通量！（參考第 27 面。）在上半及下半球面發光強度之分佈可依下列方式表示： $J_{\circ} = 1000$   
 $\frac{40}{60}$ ，換言之，若該

燈有 1000 流明球面發光強度，則其中百分之 40 屬於上半空間百分之 60 屬於下半空間。

3. 燈之光給<sup>1)</sup>。一燈之光給等於以流明計算之發出的總光通量與納入之功率之比。依據光源之種類，光係係以瓦數，以每小時升數或以克數計算。

例題：設有帶  $J_{\circ} = 100\text{HK}$  球面發光強度之尼脫拉燈<sup>2)</sup>在 110 伏之電壓下耗費 0.8 安之電流，故即耗費 88 瓦之電力；因此其球面光通量  $\Phi_{\circ} = 100 \times 12.56 = 1256$  流明而光給為： $\frac{1256 \text{ 流明}}{88 \text{ 瓦}} = 14.3$  流明/瓦。

4. 消耗係數<sup>3)</sup>。所謂消耗係數即指每燭光耗費之瓦數，每小時之升數或克數。

例題：設有帶  $J_{\circ} = 100\text{K}$  球面發光強度之尼脫拉燈耗費 88 瓦之功率。其消耗係數故為  $\frac{88}{100} = 0.88$  瓦/K。

某一帶  $J_{\circ} = 2000\text{HK}$  之高壓氣燈每小時耗費 1306 升之

<sup>1)</sup> 光給；Lichtausbeute; light yield; rendement de lampe.

<sup>2)</sup> 尼脫拉燈；Nitalampe; nitra-lamp; nitra-lampe. <sup>3)</sup> 消耗係數；spezifischer Verbrauch; specific consumption; consommation spécifique.

氣體。其消耗係數故為  $\frac{120}{2000} = 0.6$  升/HK。

某金盞絲燈帶有  $J_h = 25$  HK 之水平發光強度。其在 220 伏電壓下耗費 0.13 安之電流，換言之，即耗費  $220 \times 0.13 = 28.6$  瓦。消耗係數故為  $\frac{28.6}{25} = 1.15$  瓦/Kh。

5. 燈之照具效率。燈之照具效率<sup>1)</sup> 為光源不帶照具時之光通量與帶照具時之光通量之比。

例題：一燈不帶照具時其球面光通量  $\Phi_0 = 1000$  流明；然有照具時僅有 800 流明，故該照具之效率  $\eta = \frac{800}{1000} = 0.8$ 。

6. 光源。光源可由種種方法表示：

1. 由其消耗（以瓦數，每小時升數或克數）；
2. 由以流明計算之光通量或由流明/瓦計算之光給；
3. 由電路電壓（或工作電壓），由氣壓力或由燃料之性質或熱值；
4. 由燈或白熾煤氣罩之壽命或有用燃燒壽命<sup>2)</sup>。

### 照。

1. 評定照度根據工作面上之照。設若工作面並不特別指定，則所指之工作面假定為離地板 1 米高之水平面。

2. 應說明之照度為在工作面上之平均照度  $E_m$ ，最大照度  $E_{最大}$  及最小照度  $E_{最小}$  而均係以勒克司計算。

3. 照之均等<sup>3)</sup> 係最小照度與最大照度之比之表示。在最佳狀況下照之均等  $= \frac{E_{最小}}{E_{最大}} = 1$ ，然尋常則往往小於此數。

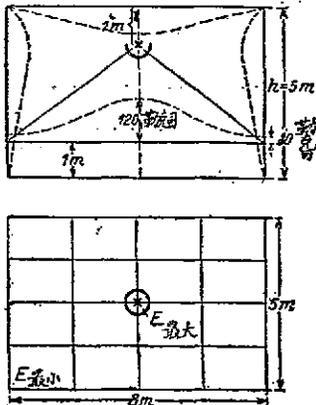
<sup>1)</sup> 效率；Wirkungsgrad; efficiency; rendement. <sup>2)</sup> 有用燃燒壽命；Nutzbrandauer; life of useful combustion. <sup>3)</sup> 照之均等；Gleichmässigkeit der Beleuchtung; uniformity of lighting.

4. 凡供照明一面積用之裝置，其光給係等於着該面之光通量（即所謂有用光通量）與所消耗之功率之比。故光給 =  $\frac{\text{勒克司} \times \text{平方米}}{\text{瓦}} = \frac{\Phi_n}{\text{瓦}}$ 。（ $\Phi_n$  表有用光通量）

5. 一發光裝置之效率係等於有用光通量  $\Phi_n$  與由燈發出之光通量  $\Phi_L$  之比，二者均以流明計算。

$$\eta = \frac{\Phi_n}{\Phi_L}$$

例題： 在第7圖中經直立投影及水平投影表示之室其基底面為  $5 \times 8$  米，高為 5 米。此室經一懸在中間天花板下 1 米之



· E 7 ·

300瓦尼脫拉燈照明。關於一般的照明着重離地板 1 米之平面。燈之光點與該面之距離故為 3 米。為確定平均照度  $E_m$  將該面分為若干等大四方面或長方面並測各面之照度。由各面之照度乃得平均照度  $E_m$ 。後者在本情形中為 50 勒克司。最大照度——在燈直下——計 120 勒克司，最小照度——在室之一隅

——為 20 勒克司。照之均等故為  $\frac{E_{\text{最小}}}{E_{\text{最大}}} = \frac{120}{20} = 0.17$ 。該 300 瓦燈在 110 伏電壓下發生 414HK<sub>O</sub> 或  $414 \times 12.56 = 5200$  流明。其發生之光通量  $\Phi_L$  故為 5200 流明。

依據  $\Phi_n = F \times E_m$  之公式投在離地板 1 米之面上而被利用之光通量為  $40 \times 50 = 2000$  流明。今為使 40 平方米之面

有50勒克司之照度既須用300瓦之力故在本情形中該燈之光  
 給爲  $\frac{2000}{300} = 6.7 \frac{\text{勒克司} \times \text{平方米}}{\text{瓦}} = 6.7 \frac{\text{流明}}{\text{瓦}}$ ，即每瓦6.7流  
 明。

該發光裝置之效率  $\eta$

$$\eta = \frac{\text{有用光通量}}{\text{發生之光通量}} = \frac{\Phi_n}{\Phi_L} = \frac{2000}{5200} = 0.38,$$

申言之，由燈發生之38%之流明數係經利用而照桌面。

至供照地板用之光通量係隨照具之品種，房間之性質及  
 裝飾，天花板及牆壁之顏色而決定；其值相差於25與50%之  
 間。

爲求照具之效率假定：

1. 測得裸燈之光通量——假定爲5200流明——並確定燈  
 有照具時供給之光通量。若此光通量爲4000流明則照具之效

率  $\eta = \frac{4000}{5200} = 0.77$ 。其餘之33%則被照具吸收或經反射而消  
 失。

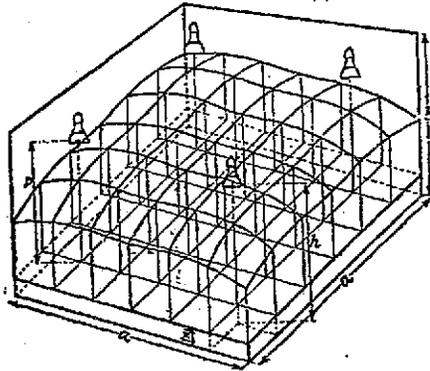


圖8.

第7圖中之曲線示離地板1米之面上沿中間線之照度。各

線集合而成爲在該面上之勒克司山<sup>1)</sup> (圖 8) • 依同法天花板及壁上之照度亦可由第 7 圖中之虛線表明 •

## 第二章 光及照度之量法

### A. 照度之量法 •

照度以用一具可攜帶的照度計<sup>2)</sup> 測定最便 • 第 9 圖所示之一種其中在一白屏 a 上擬量之照度係用眼與由一小比照燈 L 在一毛玻璃板 b 上所發生者相比較 • 爲變動 b 板上之照度或在燈前用可調準的光闌或屏 (Schnidt & Haensch, Osram

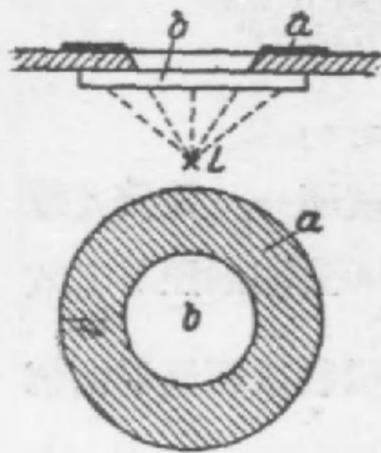


圖 9.

廠所造之一種) 或由變動燈與 b 板間之距離 (Voege), 唯預先須用安培計或伏特計將比照燈之發光強度調準至有一定之值 • 設 a, b 二面等亮, 則可直接讀出當時之勒克司數或經過簡單換算而決定 • 調準照度計須經過若干時之練習, 尤其相比較的面呈不同顏色時爲最, 例

如測畫光之照度時必須與一紅色燈相比較 • 其時交換令 b 板上比較 a 板上爲亮或暗; 讀出過渡值 • 終令二者間之限界消滅爲止 •

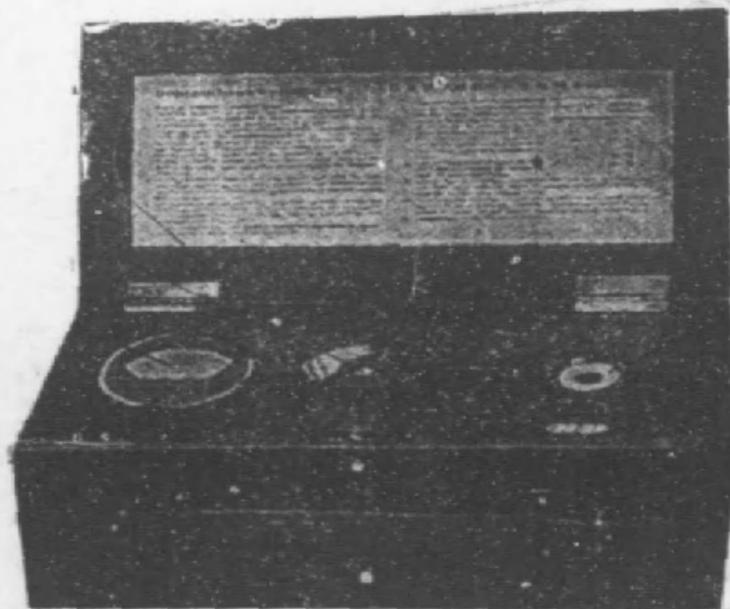


圖 10a. Oram G. m. b. H 廠造之照度計 •

第 10a, b, c 各圖所示之照度計係依某

<sup>1)</sup> 勒克司山; Luxberg. <sup>2)</sup> 照度計; Beleuchtungsmesser; Illuminometer.

一定比照燈而校準，故若用別種之燈則須重行校準。至表面之控制例如為試驗一照度計是否靈敏可用該計測一已知的照度（參考第 6 面）並注意其所示之結果。是種試驗最好在

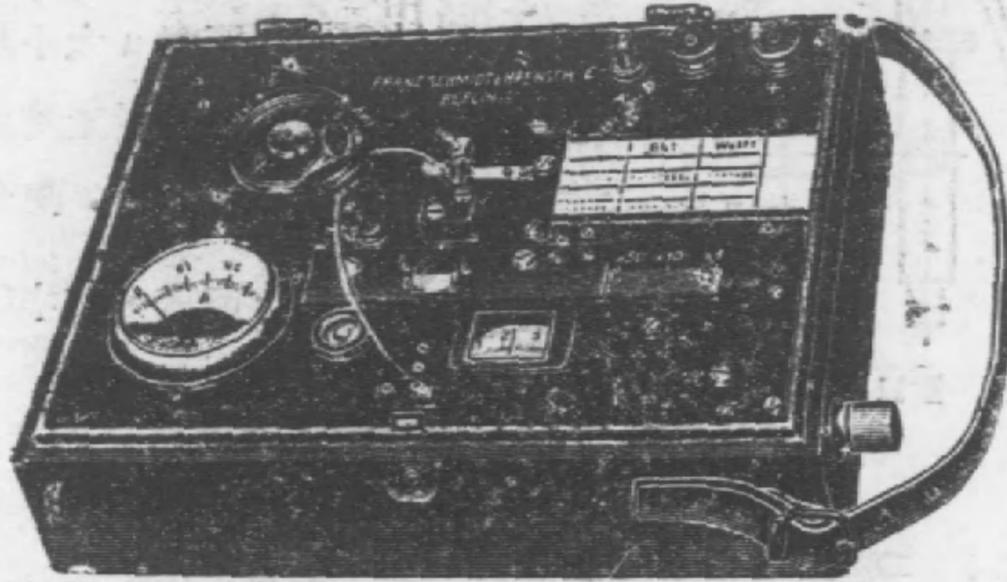


圖10b. Schmit & Haensch 廠造之照度計。

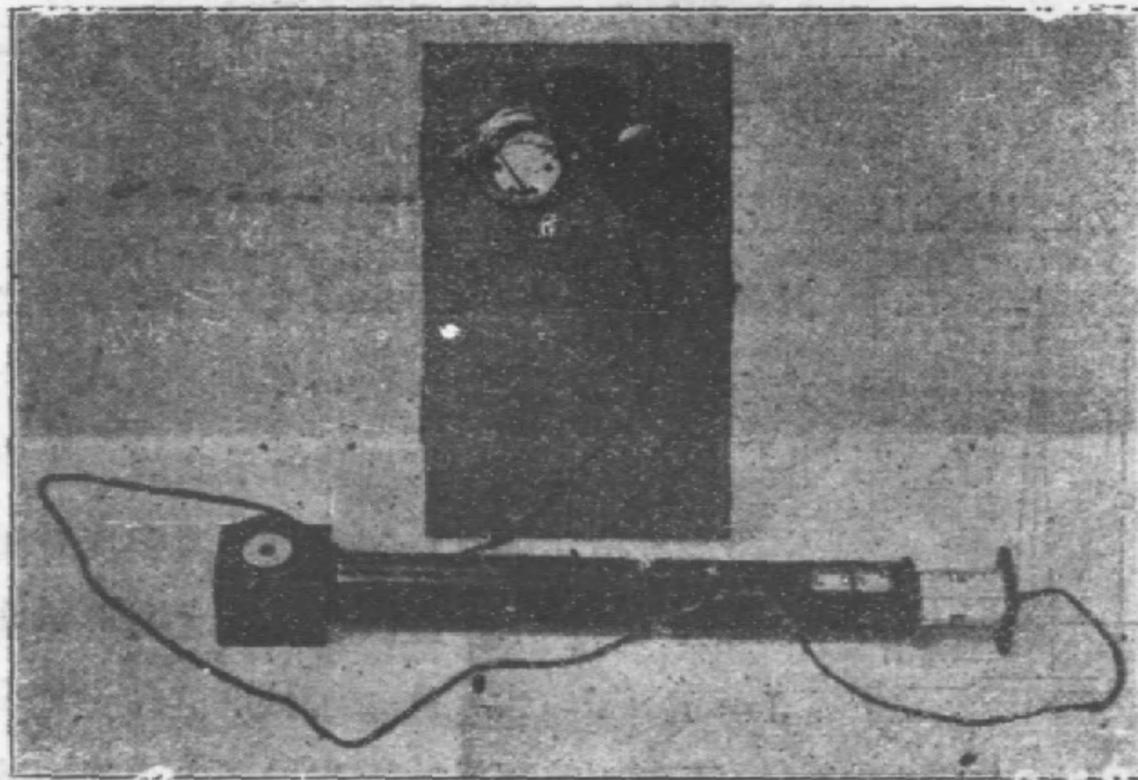


圖100. 依 Voegé 氏之照度計。

暗室中為之。附近若有強反射面且須除去。

一種較真確的量法係應用韋勃光度計<sup>1)</sup>（見第18面）。

<sup>1)</sup> 韋勃光度計 Weber-Photometer; Weber's photometer; photomètre de Weber.

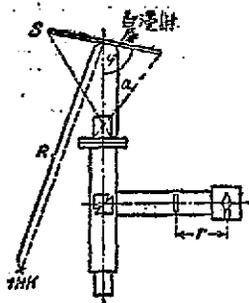


圖 11.

其調準較良但使用較難而計算結果亦較煩瑣。第 11 圖示一正對一白屏之光度計。該白屏受取廣測之光照。光度計與屏之距離  $a$  大小無關，所注重者，惟凡進入於光度計內之光必須從白屏  $S$  發出。以後依  $E = \frac{C}{r^2}$  之公式計算照度，其中  $C$  表由校準時而確定之一種常數。

## B. 發光強度之量法。

1. 用一可攜帶的照度計。供量光用之光度計既原來為照度計故照度計可攜帶的一種兼可用以定一燈之發光強度。其時祇須以勒克司數計算由燈垂直投射於照度計上而惹起之照度並以米數計光源與照度計間之距離，則可簡捷的

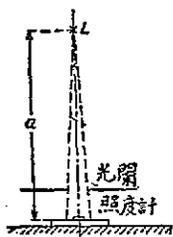


圖 12.

計算燈依該方向之燭光強度，然同時燈之大小與距離  $a$  相較須頗小。

例題：在如第 12 圖所示之情形中假定照度計指出 20 勒克司而燈  $L$  與照度計間之距離  $a$  為 1 米。燈依該方向之燭光強度  $J = E \times a^2 = 20 \times 1^2 = 20 \text{HK}$ 。

再者，此種量法唯在暗室中適用。其時須防戶外光線投在照度計上且附近又須無可反射光線之壁或其類似物，後者之影響可由一枚或若干枚帶適當孔之光柵在燈與照度計之間除去，

2. 在光度計座上。燈之水平發光強度大都在光度

計座<sup>1)</sup>上量之(圖13)。燈 $J_1$ 及 $J_2$ 相距3米係分別在座之末端。其間光度計頭 P 左右移動



圖13.

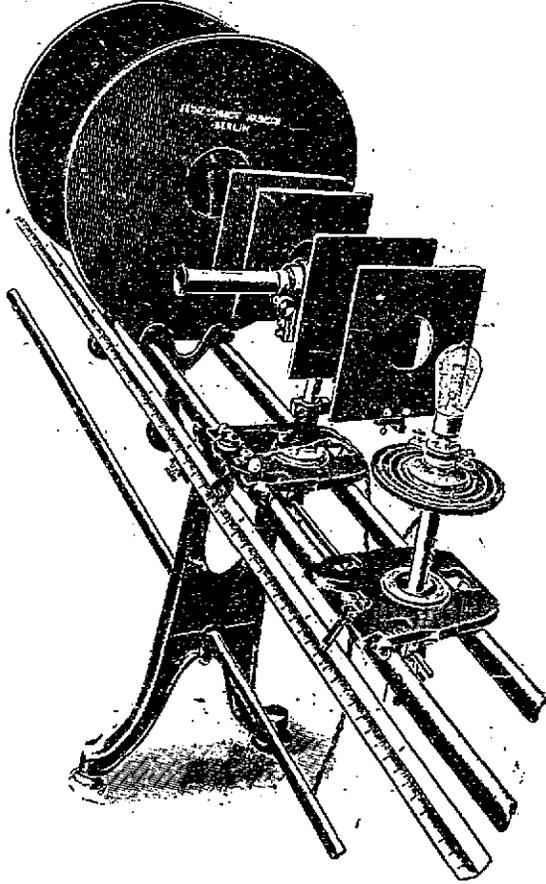


圖14.

<sup>1)</sup> 光度計座；Photometerbank；photometric bench；banc photométrique.

終至由  $J_1$  及  $J_2$  在光度計頭之光柵上惹起之照度  $E_1$  及  $E_2$  等大爲

止。此時依據距離定律  $\frac{J_1}{a^2} = \frac{J_2}{b^2}$  得  $J_2 = J_1 \times \frac{b^2}{a^2}$ 。

例題：一標準燈  $J_1$  之水平發光強度已知爲 20 HK。經調準之後讀出  $a=120$  厘米，故  $b=300-120=180$  厘米而該燈

之水平發光強度  $J_2 = 20 \times \frac{180^2}{120^2} = 45 \text{ HK}_h$ 。

光度計座往往且帶示  $\frac{b^2}{a^2}$  之比的分度，故當時祇須將此值與標準燈之發光強度相乘積（第 14 圖示一由 Schmidt & Haensch 廠造之光度計座）。

3. 用韋勃光度計：用此光度計（圖 15）以量光時將擬量之光源  $J_2$  在乳玻璃板  $M$ （相距  $R$ ）上惹起之照度與在

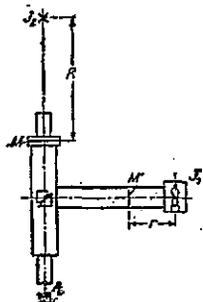


圖 15.



圖 16.

$M'$  板上之照度相比較。

$M'$  板得標準燈  $J_1$  之光且由變動其間之距離  $r$  可使在該板上之照度變動。

觀察者在  $A$  處向計內窺視時則見如第 16 圖所示之像，其中內斑點 2 受燈  $J_2$  之光而外環 1 受標準燈  $J_1$  之光。設由變動  $r$  之距離使 2 及 1 二面亮度相等，則

$\frac{J_2}{R^2} = \frac{J_1}{r^2}$  及  $J_2 = J_1 \frac{R^2}{r^2} = C \frac{R^2}{r^2}$ ，其中  $C$  表一常數。

$R$  及  $r$  係以等大量度（米或厘米）計算。不同的度量範圍可由應用不等厚之乳玻璃板  $M$  而致。又  $R$  亦可在一大範圍內變動。

爲校準此計，用一已知的燈  $N$  以代  $J_2$ 。

例題：標準燈  $N$  有水平發光強度  $J_n = 25 \text{ HK}$ 。經調準而

有等亮度之後，量得  $r=10$  厘米，故  $25=C\frac{R^2}{r^2}$ 。設選定  $R=1$  米，則

$$C=25 \times \frac{10^2}{100^2}=0.25.$$

在韋勃光度計中所用之標準燈(比較燈)或為一本晶燈<sup>1)</sup>，火焰可經調準而有一定之高度，或為一小電燈，其中電流及電壓亦均可真確調準。

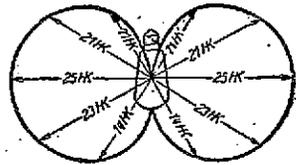


圖 17.

4. 光之分佈曲線<sup>2)</sup>的製作。一燈之光之分佈曲線是燈源各方向輻射之燭光。為作成是種曲線大都在  $0-180^\circ$  之平面內依每  $10^\circ$  之相隔依次量出各方向之燭光並製出如第 17 圖所示之曲線。量時可用光度計座或韋勃光度計，間或亦可用一照度計。如擬量之燈為不甚大的電燈則最便用。如第 18 圖所示之裝置使循光點旋動而依次在光度計座上量出依各方向之發光強度。若為不能旋動

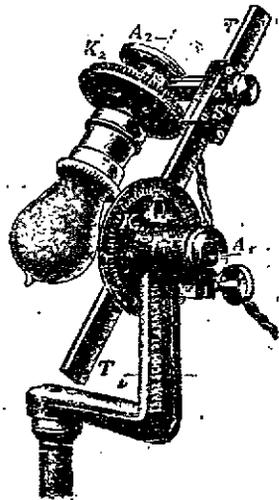


圖 18.

<sup>1)</sup> 本品燈; Fezlinlamp; benzine lamp; lampe à benzine.

<sup>2)</sup> 光之分佈曲線; Lichtverteilungskurve; curve of distribution of light; courbe de répartition de la lumière.

之較大的電燈，帶蓋焰之燈及照具，則或藉用一鏡在光度計座上量出或最好用韋勃光度計依如第 19 圖所示之方法量出。在此法中燈  $J_2$  之高變動而光度計則恆對準光點。燈與光度

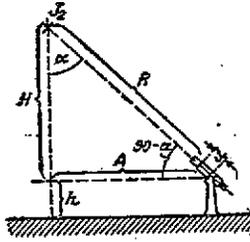


圖19.

計間之距離  $R$  可依下列方程式計算

$$R = \frac{A}{\sin \alpha} = d. \text{ 故當時祇須量出 } A$$

及  $\alpha$ . 至  $H$  可毋須量出。設燈之構造對稱，則祇須作成一半曲線，否則須令燈逐步旋至  $360^\circ$  並隨旋轉而量之。在特種情形中須製成各平面內之光之分佈曲線。

### 5. 就 1000 流明之光通量之光之分佈曲線。

尋常光之分佈曲線係就 1000 流明之光通量而作。然如在大多數情形中設若擬量之燈有其他的光通量則可根據其現成之光之分佈曲線作成就 1000 流明而計之分佈曲線。例如某燈有 600 流明之光通量而其光之分佈曲線如第 20 圖所示。為製出

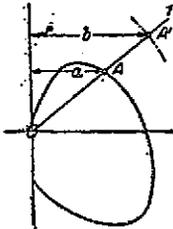


圖20.

就 1000 流明而計之分佈曲線作成多數不同輻射線如 0—1 等，用兩腳規或用尺量得距離  $a$  並以  $\frac{1000}{600} = 1.7$  之比乘之，得一值  $b$  (故  $b = 1.7 \times a$ )，然後作成與  $a$  平行並有  $b$  長之線並求得此線與  $OA$  延長線之交點  $A'$ 。若依圖法求得依若干方向之  $A'$  點並以線連接之，則得該燈就 1000 流明之光通量而計之

光之分佈曲線。

反之，根據一燈之就 1000 流明而作之光之分佈曲線亦可由簡單換算求得該燈之燭光強度。

例題：某一亞斯蘭姆燈在 220 伏電壓下耗費 40 瓦之電

方。茲欲以其就1000流明而作之光之分佈曲線為根據求其在60°角下之發光強度。據該曲線知1000流明之燈在60°之角下有79HK之發光強度。在220伏下之40瓦燈有每球面赫夫涅燭光1.31瓦之消耗係數。據是則其平均球面發光強度  $J_0 = \frac{40}{1.31} = 30.5\text{HK}$  而其球面光通量  $\Phi_0 = 30.5 \times 12.57 = 383\text{流明}$ 。

放在60°之角  
下該40瓦燈有  $79 \times \frac{383}{1000} = 30.2\text{HK}$ 。

6. 平均球面發光強度之測定。a) 藉光之分佈曲線。確定平均球面發光強度  $J_0$  實為一重要之舉，蓋由  $J_0$  即可求得球面光通量之流明數： $\Phi = 4\pi J_0 = 12.56J_0$  (見第7面)。若光之分佈曲線係依已知的比例尺表明，則以用一種光通量紙<sup>1)</sup>為有益。在是種紙(

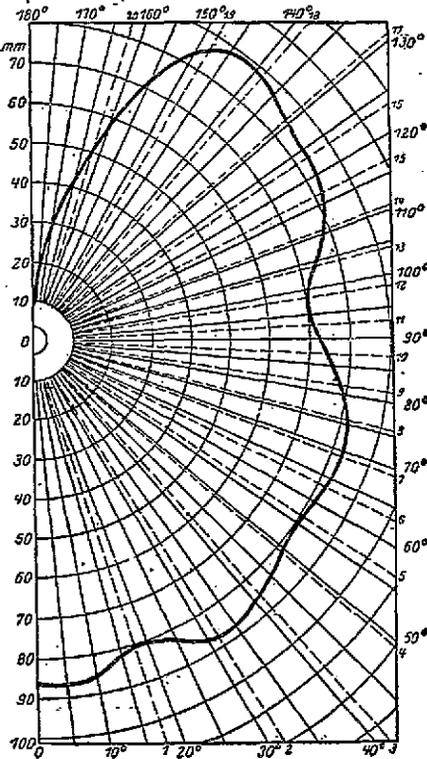


圖21。

<sup>1)</sup> 光通量紙；Lichtstrompapier；light flux paper，德國 Schmidt & Haensch 公司造。

圖21)上沿線依一定比例尺——(例如1毫米=0.86HK——表明依各該方向之發光強度)次以一曲線連接各點。在光通量紙上復有自1至20之虛線。沿是種虛線量得自中心O以至曲線交點之距離並依以下所示之例而定發光強度。

已知—60瓦充氣燈之光的分佈曲線，比例尺1毫米=0.86HK 而燈之消耗為110伏×0.55安=60.5瓦。求： $J_{\Delta}$ 、 $J_{\ominus}$ 、 $\Phi_{\Delta}$ 、 $\Phi_{\ominus}$  及燈之光給(以每瓦流明數計)

為測定  $J_{\Delta}$  應用在90° 以上之自11以至20之虛線。經測量得

第20線	60毫米	
''19''	87 ''	
''18''	88 ''	
''17''	85 ''	$J_{\Delta}=77.8 \times 0.86=67K$
''16''	88 ''	
''15''	83 ''	$\Phi_{\Delta}=67 \times 2\pi=420$ 流明
''14''	78 ''	
''13''	73 ''	
''12''	70 ''	
''11''	71 ''	

$$778:10=77.8\text{毫米}$$

為測定  $J_{\ominus}$  用10以至1之線：

第10線	75毫米	
''9''	79 ''	
''8''	82 ''	
''7''	83 ''	$J_{\ominus}=81.8 \times 0.86=70.5K$
''6''	83 ''	
''5''	81 ''	$\Phi_{\ominus}=70.5 \times 2\pi=442$ 流明
''4''	82 ''	
''3''	85 ''	
''2''	88 ''	
''1''	81 ''	

$$818:10=81.8\text{毫米}$$



置在光度計內面可有任何大之高度。在燈與窗之間插白色光柵 B 以防燈光直接投射於窗上，因窗應成均等擴散被照球面

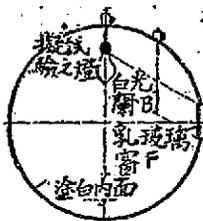


圖 23.

之一部分。若用一光度計測得該窗之發光強度  $J$  則後者表  $J_{\odot}$  之大小，即  $J_{\odot} = \text{常數} \times J$ 。

為校準球狀光度計用一已知其球面發光強度者之標準燈。此燈有與擬試之燈相同的光源。設用球狀光度計定平均下半球面發光強度  $J_{\odot}$  及因而又  $\Phi_{\odot}$ ，

則祇須將燈插入在球狀光度計之孔內達燈之光心為止，見第 24 圖。其時光度計經帶適當窗孔之蓋關閉。此時由量窗之發光強度即得與  $J_{\odot}$  相當之值。

例題：所用之光度計為韋勃光度計（第 18 面）；其管直接插入在窗內。

1. 當將標準燈 ( $J_{\odot} = 21\text{HK}$ ) 置在球內時，經調準之後  $r_n = 209.5$  毫米。若換以擬試驗之燈則得  $r_x = 163$  毫米。

此時： $J_{x_{\odot}} = J_{n_{\odot}} \times \frac{r_n^2}{r_x^2} = 21 \times \frac{209.5^2}{163^2} = 34.5\text{HK}$ ，及  $\Phi_{\odot} = 4\pi \times 34.5 = 430$  流明。

燈在 111 伏電壓下耗費 0.576 安電流故耗費 63.4 瓦。消耗係數或比耗  $\frac{63.4}{34.5} = 1.84$  瓦/HK，光給  $\frac{430}{63.4} = 6.8$  流明/瓦。

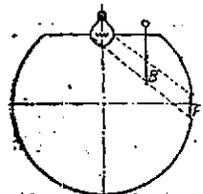


圖 24.

2. 為量  $J_{\odot}$  使燈有如第 24 圖所示之位置。若經調準後  $r_x = 140$  毫米及  $r_n = 209.5$  毫米，則  $J_{x_{\odot}} = 21 \times \frac{209.5^2}{140^2} = 46.5\text{HK}$  及  $\Phi_{\odot} = 4\pi \times 46.5 = 292$  流

明·消耗係數 =  $\frac{63.4}{46.5} = 1.36 \text{瓦/瓩}$ 。上半球之光通量  $\Phi_{\Delta}$

係等於  $\Phi_{\circ}$  與  $\Phi_{\cup}$  之差，故

$$\Phi_{\Delta} = \Phi_{\circ} - \Phi_{\cup} = 430 - 292 = 138 \text{流明}。$$

光通量曲線。

依上述的方法而求得的光通量往往依由第25圖所示之方法表明。其中曲線分別示無罩燈及有罩燈在各帶內的光通量，例如在  $0^{\circ}$  與  $20^{\circ}$ ， $20^{\circ}$  與  $40^{\circ}$  等之帶內的光通量。據是，則其中屬於  $180^{\circ}$  點之值當表燈之全球面光通量而  $\Phi_a$  對於  $\Phi_n$  之比直接示罩或其他照具之效率  $\eta$ 。

例如  $\Phi_{0-50^{\circ}} = 400 \text{流明}$ 。  $\eta = \frac{630}{1000} = 0.63$ 。

此外從曲線復可看出光向下之輻射經利用照具而被改良之情形。在由第25圖所示之情形中例如在  $0^{\circ}$  與  $100^{\circ}$  之間光之輻射

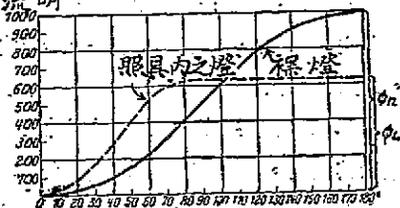


圖25。

因此改良，但在  $100^{\circ}$

以上則以用不帶照具之燈為有利。

### 第三章 發光工程在物理學上之基礎

1. 何謂之光？ 一種輻射能其於吾人眼中惹起視覺者謂之光。

除可見的光線外復有多數不可見的光線，是種光線在吾

光：Licht; light; lumière.

人眼中雖不發生影響但可依他法辨識之。如電磁線傳達無線電報及廣播之信號，熱線傳達太陽之能於地面而使在地球上可有生命生存；他如倫琴線許吾人透視物體的內部；此外尚有紫外線，放射綫及其他。

據物理學的觀念而言，凡諸如是類的線均為在以太中之振動現象而各種線之差別僅為其每秒間之振動數。據一般之關係：振數 $\times$ 一波之長=傳播速度或  $n \times \lambda = v$ 。

今知凡經以太傳達之線其傳播速度係一定而就光線之速度言為每秒 300000 仟米（公里）。

若振動數與波長之乘積有一定之值，則振數<sup>1)</sup>愈大時，波長<sup>2)</sup>必愈小，且因凡可見的線其振數必極大之故——每秒在 390 與 770 兆之間——凡光線之波長必甚小而大都以  $\mu$ （一毫米之萬分之一）或以  $m\mu$ （一毫米之百萬分之一）表示之。例如凡可見之線其波長係在 0.8 及 0.4  $\mu$  之間或即在 800 及 400  $m\mu$  之間；又凡有 800  $m\mu$  之光其色紅，凡有 400  $m\mu$  之光其色紫。

2. 物體之色如何發生？ 凡現白色之光例如晝光並非為一單純光但係由波長各各不同之多數光合成。設藉三稜鏡將白色晝光分解而成一光譜則各光線依次展布而光線各以固有的色現出。凡有一定振數之光其現於吾人眼前時惹起完全一定的色影像。是種色與波長之關係列之如下表。

第 三 表

色	波 長 $m\mu$	振 數 每 秒 兆 數
紫	350—450	7.0—700
青	450—470	700—640
青綠	470—530	640—600

<sup>1)</sup> 振數；Schwingungszahl; number of vibrations; nombre de vibration. <sup>2)</sup> 波長；Wellenlänge; wave length; longueur d'onde.

綠	550—570	600—605
黃綠	570—590	565—535
黃	590—590	535—510
橙黃	590—620	510—480
紅	620—760	480—390

光譜中在紫線之前有不可見的紫外線，又在紅線之後亦有不可見的熱線。第26圖（依據勃洛克氏<sup>1)</sup>）示輻射線全部之梗概。由此可知凡經人眼能感覺而為光者之波長之界限實際極狹窄。

設若須有一帶色之光，例如紅光，則或可先令白光分解

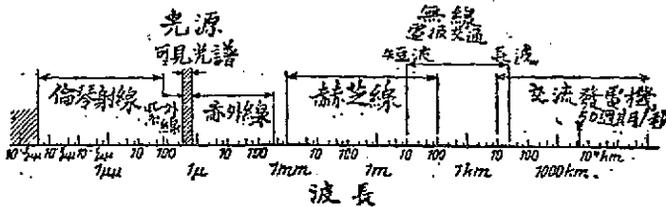


圖26.

而成一光譜，以後遮蔽非紅色光或較簡單的方法，任白光透過紅玻璃，後者吸沒其他光線而祇任紅光透過，依是法而透光自然附帶相當消耗；此外復有第三種方法即用完全或強半發紅光之燈（氙弧光燈，色焰弧光燈）。

帶色的物體有反射並吸收光線之特性。一紅色體例如紙反射紅光而其除之光線則全被吸沒。在吾人之眼中故起一種紅色影像。

由上述之關係可顯出二種結果如下：

1. 一紅色體祇能在紅光或在帶紅光之復光（例如白光）下顯出其紅色，故如在缺乏紅光之汞汽燈光下紅色體全現黑色。

<sup>1)</sup> 勃洛克氏； Bloch.

## 2. 紅色體及白色體在紅光下同現紅色。

大多數物體之色不為單色但為混合色，故並非如上述之簡單。

然無論如何，凡用以照明一物體之光其對於該物體之色影響頗大，故在實際照明工程中務須令所用之光的顏色適合被照之物體（色焰照明<sup>1)</sup>）。

凡帶色物體其在日間須移動而在夜間須搜尋者則須用一種與晝光相應之光以照明之。為達此目的可用一種晝光燈，其中用一種青色罩以遮蔽強紅線，較好則用一種充氖氣之穆爾管燈。其光線之成分幾乎全如室內之晝光。

## 3. 充作收光器之眼。

在物理學上眼係比諸一照相機。恰如在照相機中實物之像經由一透鏡投射在一感光層上，在眼中則被投射在眼之後面的網膜上。至眼精密的調準係由肌肉為之，因後者變動透鏡之彎曲恰如在照相機中由變動感光片與物鏡之距離以調準影像。彩簾中之瞳孔與彩簾光欄相應而眼臉之職務恰如瞬間光開關。二者基本的差別惟在感光性的不同。例如照片之黑度隨曝露時間而增加但在眼中光之印象則與時間無關——注視一燈至久，燈不見得比以前為亮——，反之，眼有適應<sup>2)</sup>照度之重要特性而此特性為照相感光片所無者。在月光下或在暗室中有一勒克司之十分之幾的照度眼仍能見物而在有10000勒克司或以上之照度之全強的日光下眼亦能適應之。眼在暗處其感覺比較尋常靈敏8000倍而比較在日光下靈敏100至150000倍。然關於眼之適應能力同時須注意下列二點：1. 眼對於一照度之適應並非突然

<sup>1)</sup> 色焰照明；farbige Effektebeleuchtung；colored flame lighting；colairage à arc coloré. <sup>2)</sup> 適應；Adaptation；adaptation；adaptation.

而致但須經過相當時間；2. 眼一時祇能就一照度而自動調準，例如眼不能同時一樣清楚的視二枚不等強照明的實物。

故若照度交變不絕——無論時間的或空間的——眼不能隨是而迅速變動但不久即疲倦。

根據上述種種原因在照明工程中應注意次列二點：1. 照度應極端的均勻；工作檯上與附近處照度顯明的差別務須免除，尤其能眩目的燈或映光的而不應任其存在視界內。2. 燈光務須寧靜不閃。

注意上述關於眼的特性比較注意照具之效率尤為重要。在某種狀況下其效率雖然可極大但因燈光輝眩之故以致完全不適用者其例實多。

此外尚有一值得注意之事實。眼雖然感覺自紫線以至赤線之諸可見的光線但對於各光線之靈敏度却隨波長而顯然變動。恰如依第37圖之曲線所示。靈敏度對於紫光最低，餘隨波長增加而對於黃色光（約555m $\mu$ ）達其最大度，終則復遞減而遇暗赤光時降至一極小度。據是以觀，最良好的情形是當輻射的光線其大部分係最易感覺者。屬之者為日光而並非為人工光源，後者之溫度（見第78面）在最

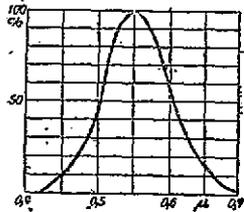


圖 37.

良好的情形中與日球溫度相較約尚低6000°。凡照明體其完全輻射對於眼最靈敏的黃綠光者其光給係數亦最大。一個證明黃色光比較白色光有較佳效用的事實即放黃光之熔弧氬其效率概較放白光之氬為優。

4. 何者妨礙視覺？ a) 過弱的照明。當光照欠明時吾人常於不知不覺中將眼移近擬視察的實物，蓋由是網膜上

的影像放大，使視察較易。然當時透鏡之彎曲度必須增加，而此有藉於肌肉之施力，結果，眼感覺不愉快或甚至頭痛。苟眼往往長時照樣過分緊張，則眼球之形狀逐漸變動而近視<sup>1)</sup>起焉。近視係與人之工作性質有關而此可舉一顯明的事實以證之。即業農者不過 3% 近視，鐘表匠約 10—18% 近視而排字工人幾乎 42--51% 近視。此外與近視有重要關係者自然尙有其他因子如遺傳等。

b) 眼經視場中眩目燈光之過度興奮。(參考本章第5節。)

c) 不均勻的照明。設若工作檯上強經照明但其周圍頗暗則仰視時眼被擾亂。若光振動不已則爲害益大；煤氣燈光及電燈光之閃動務須絕對免除。若交流之頻率或週期數是在 20 之下者則在白熾光中電流之變動尙得察見。帶細白熾絲之燈比較帶粗絲者容易閃動。微光燈（或半白熾燈）尤其隨交流變動故又適於供示波器表電流曲線之用。

d) 色調過弱的反襯。若色之反襯過弱則識別較難而照明故須較強。若反襯過強，例如黑紙與其上面之白色圖形則有 50 勒克司已完全夠強。反之，若欲於黑色物件上繡黑色的花則須有強的照明，視察特別小的物件以有影而便利，故務須使照與所見實物之品種相適合而在若干狀況下以發生影爲有利。

e) 光之不準確的入射<sup>2)</sup>。若影固有助於實物的識別則此影必須有同日間慣見之形狀及方向而實現，否則其擾亂反甚於幫助識別。

爲此須注意光之入射而人工光之入射務須使其與晝光之

<sup>1)</sup> 近視 Kurzsichtigkeit; short-sightedness; myopia. <sup>2)</sup> 入射; Lichteinfall; incidence of light; incidence de lumière.

入射相同。

f) 強的有色光及異色二重光。就一般而言，晝光比較晚上之人工光爲白。散漫的晝光既當然適合最良的工作狀況而其色又爲最適宜者，故人工光之亦應有與晝光相同之色自不待言。

今日一般所用的光源雖有色差，然還是上乘，其色尙與晝光相近。至所謂有色光例如由汞汽燈<sup>1)</sup>及氖弧光燈<sup>2)</sup>所發生者則對於眼有損；他如異色光混雜在同一工作場所亦應免除。若用人工光以補助晝光則必須應用晝光燈。

綜合言之，凡優良的照明須備下列諸條件：

1. 照須充分且須與被照之物體相適應。
2. 輝眩燦爛之光務須免除。
3. 照隨時隨地務須均勻。
4. 不真確的投影須免除，小而真確的影則往往有益。
5. 光的射入務須真確。
6. 有色光以及異色光應該免除；在特種情形中——但並不普通——必須選用晝光燈。

5. 輝眩<sup>3)</sup>。輝眩爲多數照明裝置之主要缺點，其疲勞眼力最劇。爲此，控制各照明裝置之輝眩缺點實屬必要。爲確定該缺點是否存在，最簡單的方法爲以手屏在眼與燈之間。若被照不強之實物此時比較以前無屏時爲顯明，則證明有是種缺點而須設法以消除之。

輝眩爲經強的光源或經反光或過分亮的面在網膜上過度

<sup>1)</sup> 汞汽燈；Quecksilberdampflamp; mercury vapour lamp; lampe à vapeur de mercure. <sup>2)</sup> 氖弧光燈；Neonbogenlamp; neon arc lamp; lampe néon & arc. <sup>3)</sup> 眩眩；Blendung; blinding; (blcuissement).

輻射之結果。此時在眼內發生一種模像，後者遮蔽正常像以致眼失去一部分感覺性。輝眩有直接與間接之分，前者以光源為直接的原因，後者是當光由反光鏡面反射而入眼中時發生。

經一燈惹起之輝眩其強弱與下列各項有關：

1. 輝光燈之照密度及其周圍之罩。
2. 進入眼中之光通量的強弱。
3. 附近的亮度，尤其燈之背景之性質。

據第3面所謂照密度係指輝光體每平方毫米內垂直射出的發光強度而係以HK計算。就現代光源而言，其照密度遠較舊日之燈為大，例如第四表（見第33面）所示。

若燈之附近並非完全黑暗則每平方厘米若有0.75HK之照密度尚無擾亂作用。此照密度同時即為青天之照密度。在今日常用之燈中除石油燈及間或尚用的穗潮管燈外幾乎無一燈不超出此許可的值者。是種光源故必須遮蔽。或設法使燈直接的撞見為不可能。苟燈不直接在視場內但係在 $30^\circ$ 之視角<sup>43</sup>內（圖28），每平方厘米許有5K——約與煤氣輝光燈之照密度相等；在此角以上則因其時眼經額骨保護，照密度許有更大之值。

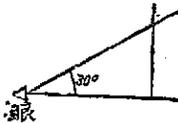


圖28.

設若眼內全部網膜為輝光體之影像所被覆則輝眩自然比較僅網膜一部分為影像所被覆時為強。是以眼與燈間之距離愈大時燈之輝眩愈弱。終至在網膜上之星像極小時，縱使最大照密度亦不能惹起擾亂——天上之星注視之目不會眩者即因此故。

<sup>43</sup> 視角；Schwinkkel; looking or optical angle; angle visual ou optique.

第四表

	照密度 HK/平方厘米
青天.....	0.7—1.0
日光燈.....	0.02
煤油燈.....	0.04—0.25
燭.....	0.6
石油燈.....	0.62—1.5
煤氣輝光燈，順光者.....	3.2—5.7
煤氣輝光燈，側照者.....	0.4
高壓汞.....	5.0—8.5
乙炔氣.....	6.0—9.0
炭絲燈，3瓦/HK <sub>H</sub> .....	70—80
鎢絲燈，1.1瓦/HK <sub>H</sub> .....	150
充氬燈，0.5瓦，HK <sub>2</sub> .....	800
鎢弧光燈.....	900
矽弧光燈.....	3600
太陽，在水平線上.....	400
太陽，在天頂.....	160000—150000

此外輝眩之強弱復與附近之光照及背景有關。在白天充氣燈幾乎不眩目但在晚上因眼較靈敏之故有時不堪耐受。

補救輝眩之法如下：

1. 將燈懸於高處。
2. 將燈裝在不透明的反射器內。
3. 將燈圍在散光玻罩內。

至以用何法為宜須視當時之情形。在一般的照明中除因減少輝眩強度外復因燈光分布均勻之故大都以高懸為宜。燈罩愈大而愈緻密者其效用亦愈良。僅減燈罩之光澤在大多數情形中尚嫌不足。火石玻璃燈罩之照密度約與煤氣輝光燈罩之照密度相等，因此故不在視場內但許其在 30°之視角內。在廣場及有暗的背景時用罩常不能達目的，是處用反射器將燈全部遮蔽往往不見得計。

輝眩之原因往往並非為強烈光源，但如經晝光照明之白色壁，一反光面（例如一玻璃板）均可使目發眩（間接的輝眩）。

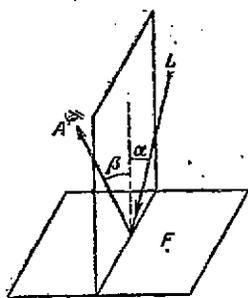


圖 20.

光在鏡面上的反射服從反射定律，即射出角度與射入角相等且射出線與射入線同在與反光面上垂直之一平面內（圖 20）。根據此理由變動眼，燈及反光面之相互的位置大都可免除輝眩之缺點。若是種變位標屬不可能，則可用一適當之罩以減少其照密度，因在此情形中

影像之照密度自然亦遞減故也。

6. 何種光線對於眼有害？恰如太陽然，人工光源除輻射可見的光線外復放出不可見的光線如紫外線，赤外線或熱線<sup>1)</sup>。此三種光線對於眼均有害，其以大量存在時若不能避免之者則須以燈屏遮蔽或以眼鏡保護。為衰減可見的光線用青色玻璃或灰色玻璃；用灰色玻璃時實物之顏色不致受影響。是種玻璃且能吸收一大部分之紫外線及赤外線。若干特種玻璃如猶福斯玻璃<sup>2)</sup>或散諾司哥普玻璃<sup>3)</sup>吸收紫外線特強；又吸收熱線最強之玻璃今日亦有製出。

在電光弧上高壓器上及在鍛接工作中工作，遮光眼鏡<sup>4)</sup>實不可省。是種眼鏡概帶暗色故除可遮蔽紫外線外復可衰減過分強之可見的光線；猶須注意者遮光眼鏡以能完全遮蔽眼者為宜，以防有害光線從側面侵入。

<sup>1)</sup> 熱線；Wärmestrahle; ray of heat; rayon de chaleur. <sup>2)</sup> 猶福斯玻璃；Euphos. <sup>3)</sup> 散諾司哥普玻璃 Sanoskop. <sup>4)</sup> 遮光眼鏡；Schutzbrille; safety or protective spectacles; lunettes protectrices.

其他須特別注意者爲在人工太陽燈<sup>1)</sup>及相同儀器中所用的石英燈<sup>2)</sup>。石英任波長極短的紫外線透過而後者不因此而略詳衰弱。此種光線得達未經保護的眼，縱使爲時不久亦能惹起痛苦的眼炎。普通眼鏡玻璃能吸收凡波長小於 320 的光線故普通眼鏡已爲一可靠的保護。但最好用暗色玻璃眼鏡且須注意鏡片固遮蔽人眼的全部。亦外線例如從熔爐內的玻質熔融體或其類似物發出者經久亦能惹起損害，而在今日視爲玻器吹製者之白內障<sup>3)</sup>的病源。

在特別情形中雖然須用特種遮光眼鏡，但在正常光照下却無此必要。若由燈之排列可免目眩之危險，復以可見的光線又充分散漫，則決無紫外線到達人眼之慮。

## 第四章 光源

1. 通論。今日之人工光源大都根據熱之輻射<sup>4)</sup>，其中光從有高热之固體發出。是種固體或爲在電燈（白熾燈）中之炭絲或金屬絲或爲在白熾煤氣燈中之輝光體或爲在露出焰中之未經燃燒的炭末。至末由熱之輻射但根據發光<sup>5)</sup>而成之光源祇有數種，如汞汽燈，稀有氣燈，穆爾燈及一部分弧光燈均屬之。後者諸燈之光譜<sup>6)</sup>故並非如由晝光所成者爲一連續的光帶但含有經暗色間隔分離之若干線或條。今視線在

<sup>1)</sup> 人工太陽燈； künstliche Höhensonne； artificial mountainsun； soleil de montagne artificiel. <sup>2)</sup> 石英燈； Quarzlampe； quartz lamp； lampe en quartz. <sup>3)</sup> 玻器吹製者之白內障； Glasbläserstar； glass blowers' cataract， cataracte des souffleurs de verre. <sup>4)</sup> 熱之輻射； Temperaturstrahlung (Wärmestrahlung)； heat radiation； rayonnement calorifique. <sup>5)</sup> 發光； Lumineszenz； luminescence； luminescence. <sup>6)</sup> 光譜； Spektrum； spectrum； spectre.

光譜中之數及位置，光色各各不同。

熱之全輻射尤其可見的輻射隨輝光體之溫度而為非常的增長。例如當輻射體之溫度祇自 1800 增至 1875° 之後，申言之，祇增加 4%，黃色光增加一倍。燈之改良是以有藉於光線輻射體溫度之增進；炭絲電燈之絲有 1800° C 之溫度而充氣燈之金屬絲有加熱至達 2500° C 之高溫度者。是種高溫度唯難熔融之鎢金屬可以耐受，雖然其與太陽之約 6000° C 溫度相較尚相差甚遠也。其他一增進光給之可能性係由於輻射可見光線特強（選擇輻射）之輝光體，例如白熾煤氣燈是。在 1892 年由亞埃<sup>1)</sup> 氏發明之亞埃煤氣燈放青光最強，赤光次之而赤外光又次之，其結果為惹起一種極優良的效率。一種所謂理想的輻射體其輻射最強的可能的可見光但絕不輻射不可見的光者每瓦可供給 22HK<sub>0</sub>（球面赫夫涅燭光）。理想的最大光給為每瓦 64HK<sub>0</sub>，係出於完全輻射黃綠色光線之輻射體而限最靈敏感覺之光線亦即是種黃綠色光線，今日之煤氣照明及電力照明雖終不能達此理想的最高值但比較發明時却已非常進步，而此可從下列二表明之。

第五表。煤氣燈之發達過程。

年	燈 種	燈 之 大 小	消 耗 係 數
1805	縫燈 (slitburner)	13.5 水平 HK <sub>h</sub>	1L/HK <sub>h</sub> (每水 平赫夫 涅燭光 之公升)
	阿爾干燈 Argandburner)	17 水平 HK <sub>h</sub>	7.1 L/HK <sub>h</sub>
1892	亞埃燈 (Auerburner)	100 水平 HK <sub>h</sub>	1.3 L/HK <sub>h</sub> (數)
	長命燈 (pilot-burner)	45—100 水平 HK <sub>h</sub>	1—1.1 L/HK <sub>h</sub>
1902	煤氣倒掛燈 <sup>2)</sup> (suspended gas lamp)	110—125 HK <sub>h</sub>	1.0 L/HK <sub>h</sub>
1900	高壓氣燈，懸坐者	至 3000 水平 HK <sub>h</sub>	0.6—0.8 L/HK <sub>h</sub>
1906	高壓氣燈，倒掛者	5000 HK <sub>h</sub>	0.4—0.5 L/HK <sub>h</sub>
1910	低壓強光燈	2000 HK <sub>h</sub>	0.7 L/HK <sub>h</sub>

<sup>1)</sup> 亞埃氏；Auer (von Welsbach). <sup>2)</sup> 倒掛燈；Hängelicht; suspended (or inverted) gas lamp; lampe à gaz à l'écoulement renversé.

<sup>3)</sup> 高壓氣；Pressgas; high pressure gas; gaz comprimé.

第六表· 電燈之發達過程。

年	白 熾 燈	消耗係數 W/HK <sub>h</sub>	光 獲 流明 / 瓦	照 每 度 日K/平方厘米
1881	炭 絲 燈	5—3	2.2—3.6	45—80
1901	含 矽 化 炭 絲 燈	2.2	4.8	90—100
1906	鈾 絲 燈	1.5	6.7	110—130
1916	鎢 絲 燈	1.1	9	150
1941	鎢 絲 燈, 強	0.8	12.5	220
1913	充 氣 燈	0.5 瓦 HK	14—23 (依大小)	300

2. 煤氣照<sup>1)</sup>。今日之煤氣燈完全利用啞埃輝光體，後者係由苧麻或人造絲織成並浸以99%之硝酸鈦及1%之硝酸銻，其化炭而為硬化狀態時有良光給及適當光色。煤氣燈亦以有最大可能的火焰溫度者為良，因其中空氣與煤氣之混合氣可預熱之故，例如倒掛燈是。倒掛燈除有較良之光給外，其光之分佈亦較良；在有等大消耗時倒掛燈比較順坐燈之照明強60%

但一方面倒掛燈容易感覺氣壓之變動而其損耗亦較速。

高壓氣其每 50 毫米之氣柱能壓上 1450 毫米之水柱者有更良之光給；然其用途限於戶外照明，且同時至少須有 20 大煤氣燈。此種高壓氣須用一種特別堅固之管。

煤氣燈除其中煤氣及空氣之進入須可調準而氣壓幾乎固定外，所用的輝光體又須適當而燈又維持清潔：

煤氣照之用途今日幾乎完全限於街道照明，其室內照明之用途雖逐步為電力照明所驅代，然其戶外照明仍占有重要的地位。自有適合火焰形狀之人造絲輝光體發明之後且在因在街燈內選用倒掛輝光體（尤其所謂菌狀輝光體）以代順坐輝光體之故，街道煤氣燈顯有進步。帶有菌狀輝光體之燈其預熱

<sup>1)</sup> 煤氣照明；Gasbeleuchtung; gas lighting; éclairage au gaz.

煤氣與空氣之混合氣較良故若煤氣消耗相等其地面照明當比較帶有順坐輝光體之燈強二倍以至三倍。低壓煤氣燈之大者常帶有若干小輝光體而由關閉數枚輝光體可減少其照度。又小輝光體特別耐久。煤氣燈之燃着及息滅今日大都自動而由短期增加導管內之壓力為之——由於所謂壓波。

下列第7表示各種煤氣燈之大小，消耗及光給，其中並假定煤氣之熱值有5000熱單位。若煤氣之熱值僅有4000熱單位，則光給較小；在適中大之順坐燈中其光給約為 2L/HK<sub>h</sub>（每水平赫夫涅燭光耗費2公升，在倒掛燈中約為1.3/HK<sub>h</sub>（每下半球面赫夫涅燭光耗費 1.3公升）。

第七表。煤氣輝光燈。

1. 低壓（40—50毫米壓力）

輝光體順坐者。

燈 種	消 耗 公升 小時	HK <sub>h</sub>	為發生下列各燭光每小時煤氣消耗之公升數		
			1HK <sub>h</sub>	1HK <sub>0</sub>	1HK <sub>h</sub>
朱韋爾燈	65	45	1.45	1.9	2.1
亞埃—C—燈	130	90	1.45	1.9	2.1
管燈司燈	530—1600	500—1000	1.0	1.3	1.45
長命燈	53—120	45—110	1.1	1.4	1.6

輝光體倒掛者。

小	25	16	1.6	1.5	1.1
中	55	50	1.1	1.2	0.9
大	95	100	0.95	1.2	0.9

街 燈

1 燭的	100	100	1.0	1.6	0.8
2 燭的	220	190	1.2	1.8	0.9
3 燭的	330	290	1.1	1.6	0.8
4 燭的	400	290	1.4	1.8	0.9
管燈司燈	900	1000	0.9	1.8	0.9

## 2. 高壓 (800—1400毫米壓力)。

輝光體類者。

規 種	消 耗 公升 小時	HK <sub>h</sub>	為發生下列各燭光每小 時煤氣消耗之公升數		
			1HK <sub>h</sub>	.HK <sub>0</sub>	1HK <sub>0</sub>
純粹煤氣	200—1200	170—1570	1.0	1.3	1.45
煤氣與空氣之 混合氣	25—2590	35—3300	0.75	1.0	1.1
輝光體類者。					
2 焰的 } 無預熱	1200	2000	0.6	1.2	0.6
3 焰的 }	2400	4800	0.5	1.0	0.5
1 焰的 }	750	1500	0.5	1.03	0.51
2 焰的 } 帶預熱	500—1000	950—1900	0.53	1.0	0.50
3 焰的 }	530—1530	950—2900	0.53	1.0	0.50

3. 電照<sup>1)</sup>。關於電照一方面當然以白熾燈為主。其式不一，分別適於各種用途及各實用電壓，故在今日自極燈起以至發強光之光源均屬之。

白熾燈中之輝光體為一鎢絲，後者在新式燈中根據物理學的及技術的理由繞成密旋迴，為免除輝光絲氧化，或將輝光線組置在已抽去空氣之燈泡內而旋迴絲在真空內灼熱或將燈泡充以不帶養氣之氣體。在耗電較少之燈中充氬氣而在耗電較強之燈中則充淡氣。為燈之經濟計凡小型燈種概為帶真空泡之一種而大型燈種則概以充淡氣者為主。

亞斯蘭公司之單位序<sup>2)</sup>包括一般常用之各式小真空燈及大充氣燈<sup>3)</sup>並自15瓦起至100瓦為止之燈種皆在其列。是種新式旋迴絲燈除帶真空直絲燈之優點外復含充氣旋迴絲燈或捲絲燈<sup>4)</sup>之優點。其玻璃泡呈不帶尖端之新式滴狀形，故就

<sup>1)</sup> 電照；elektrische Beleuchtung；electric lighting；clairage électrique。<sup>2)</sup> 單位序；Einheitsreihe。<sup>3)</sup> 充氣燈；Gasfüllungslampe；gas filled lamp。<sup>4)</sup> 旋迴絲燈；Wendeldrahtlampe。

其外形亦可用以代替向來常用之球形燈及梨形燈，固然，向來常用並依大小，形狀及構造而分之各燈種其大多數已為屬於單位序之墮斯蘭燈所代替，申言之，凡向來常用之真空直絲燈及充氣旋迴絲燈直至 100 瓦之燈在內均為該燈種所代替。用戶因此視其所須之光力得到最優良的光源，是種新式單位燈之燈泡恐有磨去其光澤之必要，蓋由此往往可減少經鎢絲白熾燈之大照密度促成之輝眩作用，故將來用戶祇須注意為達某種目的所須之光力（以流明或間接以瓦數計）即可就現成之網絡電壓並依據當時技術的程度得到最良且最經濟的光源。

在光之分布一方面單位序之燈比較舊式直絲燈為優。在

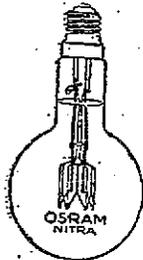


圖 30。

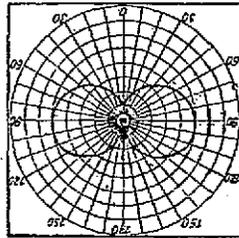


圖 30a。

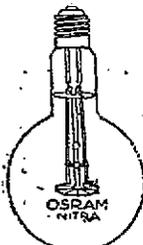


圖 31。

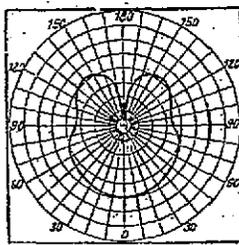


圖 31a。

直絲燈中光之最強輻射是限於水平方向但在新式燈中發光強度自 $0^{\circ}$ 以至約 $160^{\circ}$ 之輻射角內幾乎完全均勻——較大尼脫拉燈之輝光絲之配置及其光之分布曲線如第 30, 31 及 31a, 31a 等圖所示。

光給隨燈之大小而顯然增加，例如下列第 8 表所示

其故因燈納入之功率增加，其輝光絲直徑自必同樣增加，因而可將灼熱度提高，然灼熱度提高愈甚，輝光體發光亦愈

經濟·職是之故，凡連接高電壓之小功率燈其若帶有特別細之絲者應一概拒用。

第 八 表

a) 單單位序之亞斯蘭燈

瓦	110伏				220伏			
	標夫涅 流明約	HK	每瓦標夫 涅流明約	每 HK 之瓦數	標夫涅 流明約	HK	每瓦標夫 涅流明約	每 HK 之瓦數
15	175	12	10	1.3	125	10	8	1.5
25	265	20	10	1.2	230	18	9	1.4
40	470	37	12	1.1	295	31	10	1.3
60	800	64	13	0.9	650	53	11	1.2
75	1050	84	14	0.9	800	71	12	1.1
100	1500	120	15	0.8	1300	105	13	1.0

b) 亞斯蘭—尼脫拉燈

150	2450	195	16	0.8	2100	165	14	0.9
200	3450	275	17	0.7	3000	240	15	0.8
300	5060	445	19	0.7	4930	395	17	0.8
500	10100	860	20	0.6	9000	720	18	0.7
750	15060	1260	20	0.6	14500	1150	19	0.7
1000	20500	1650	21	0.6	19000	1500	19	0.7
1500	31500	2500	21	0.6	29500	2250	20	0.6
2000	42500	3400	21	0.6	40500	3200	20	0.6

與輝光絲之負載具有極密切關係者厥為燈之壽命<sup>1)</sup>。供一般照明用之白熾燈其平均壽命約在1000小時左右。因鎢絲當灼熱之際不絕的蒸發之故，燈之發光強度逐漸減小；一方面因燈絲逐步減細，燈納電亦愈少致發出之光亦減，另一方面經蒸發之鎢成暗色被層沉澱在燈泡上並因後者吸收光線致光通量益減而此在真空燈中尤為顯著。就有1000小時平均壽命之燈而言，此種光耗尚不達20%。

<sup>1)</sup> 燈之壽命；Lebensdauer der Lampen; life of lamps; vie de lampe.

網絡內長期過高電壓及強度電壓變動均顯然縮短燈之壽命。若有 5% 之長期過度高壓則平均壽命已可因此縮短一半；反之，若工作電壓長期過低 5%，燈之壽命却可延長，但光給約減少 11% 而當時燈之利用頗不經濟。證諸是種事實故電燈用戶應注意下列二點：第一其所用燈泡之額面電壓應與當地實際存在的網絡電壓相符合，第二凡過了壽命期限之燈泡在尚未強行變暗以前應即代以新泡。為維持各照明裝置經濟工作狀況是種條規不應忽視。

在特殊情形下以過分增加燈之電壓為有利；例如活動影戲燈<sup>1)</sup>，幻燈<sup>2)</sup>等；故當時犧牲燈之壽命以換得較高之光給。反之，易受外界打擊之燈（例如在粗糙工作狀況下受衝動或振動之燈或裝在列車上之燈）其負載應較正常電燈為小，申言之，不應有與正常電燈等高之電壓。在是種情形下選用之燈如鎘絲燈<sup>3)</sup>，間或又炭絲燈是。

白熾電燈之特徵為其以瓦數計之納入功率，以流明計之給出功率（光通量），玻璃之構造或及插座型（頭套型）。

帶透明泡之燈唯在散光良好之照具內用之；若燈泡外無照具者則燈泡須磨光但最好用一火石玻璃燈泡。——火石燈泡電燈<sup>4)</sup>。在是種電燈中光之擴散極完全以致促成輝眩的照密度強減，因而輝光絲不再透照但燈泡全面平均輝照而縱使在較大燈種中亦不惹起目眩。為發生人工晝光，例如在紡織工廠中所須者須用晝光燈<sup>5)</sup>。此種燈之青色燈泡玻璃由吸收

<sup>1)</sup> 活動影戲燈；Kinojlampe; cinema lamp; lampe cinéma. <sup>2)</sup> 幻燈；Projektionslampe; projection lamp; lampe pour projection. <sup>3)</sup> 鎘絲燈；Radiumlampe; radium lamp; lampe à radium. <sup>4)</sup> 火石燈泡電燈；Opallampe; opallamp; lampe opale. <sup>5)</sup> 晝光燈；Tageslichtlampe; daylight lamp; lampe à lumière solaire.

紅色光線之一大部分變更燈光之光譜的能分佈以致燈光與遮蔽天之晝光相當。晝光燈泡有30—35%之光損失，因此故常須用較大型之燈種。又據生理的理由燈在位置上不應直接對準人眼而其照度又須充分。

白熾燈中常用的插座<sup>1)</sup> (頭套) 分下列數種：

a) 螺旋插座或愛迪生插座。

1. 愛迪生插座10 (矮插座)。

螺旋之外徑約 9.5毫米。  
( 燈中電燈等 )。

2. 愛迪生插座14 (小愛迪生插座或密克爾插座)

螺旋之外徑約13.8毫米。  
( 照燈，燭燈，管燈，裝飾燈等 )。

3. 愛迪生插座27 (標準愛迪生插座)。

螺旋之外徑約26.5毫米。  
( 凡供一般照明用之燈以至200瓦之燈皆包括在內 )。

4. 愛迪生插座40 (哥利愛夫插座)。

螺旋之外徑約39.5毫米 ( 200瓦以上之燈 )。

b) 斯堪插座或排反挪說插座。

1. 標準斯堪插座。

外徑 22 毫米。  
( 用於供一般照明用之燈中，在英法用之尤廣 )。

2. 小斯堪插座

外徑15毫米。

今日為用較廣之電光源，除白熾燈外復有排氣燈而後者尤以弧光燈<sup>2)</sup>，管燈<sup>3)</sup>及微光燈為主。是種電光源應用之範圍然極狹而唯在特殊情形中用之。

<sup>1)</sup> 插座 (頭套) ; Socket ; socket ; socle. <sup>2)</sup> 弧光燈 ; Bogenlampe ; arc lamp ; lampe à arc. <sup>3)</sup> 管燈 ; Leuchtröhren ; tube lamps.



弧光燈係一種耐燃效應炭燈，其中應用二炭棒，其壽命可達120小時。弧光燈除有大光給之優點外其光色分佈復與晝光相近似。其缺點為其光往往欠雷靜且例如電壓為110伏時須用數燈先後串聯（在直流弧光燈中照例每須33至35伏，因此常須串聯二燈並插前置電阻；在交流弧光燈中普通每須25至35伏之電壓，因此常須串聯三燈並再插前置電阻）；此外復有火之危險。因有後者之危險雖在活動影片照明及投影照明中不惜犧牲約有1000HK/平方厘米之非常高之照密度之弧光燈而用一種鎢絲燈所謂投影白熾燈<sup>1)</sup>（圖22），其中由特別密集輝光絲使其照密度達2000HK/平方厘米之高值。

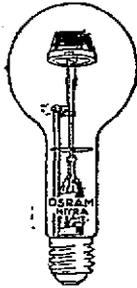


圖22.

此外又有所謂鎢弧光燈<sup>2)</sup>（一名點光燈<sup>3)</sup>）者。此燈凡須有強照密度之點形光源之處例如在顯微投影中概用之。

最後尚有帶短管而用直流之強紅輻射氖弧光燈<sup>4)</sup>，其工作電壓為110及220伏，其用途然完全限於廣告一方面。

性質與穆爾氣燈相近但充滿稀有氣之管燈呈帶色效應照明而頗適於廣告之用。其充滿純粹氖氣而呈紅光之一種由加入汞汽可變呈青光而若用褐色玻璃管，則此青光改現綠光。

稀有氣管燈<sup>5)</sup> 普通用交流。其工作電壓依管之長度為自

<sup>1)</sup> 投影白熾燈；Projektionsglühlampe；projection incandescent lamp. <sup>2)</sup> 鎢弧光燈；Wolframbogenlampe；tungsten arc lamp. <sup>3)</sup> 點光燈；Punktlichtlampe；tungsten point (or arc) light lamp；lampe ponctuelle. <sup>4)</sup> 氖弧光燈；Neonbogenlampe；neon arc lamp. <sup>5)</sup> 稀有氣管燈；Edelgaslampe；rare gas lamp；lampe à gaz spéciale.

1500—25000伏；然其管短者亦可用直流。其光給良好，呈紅光者約每瓦<sup>25</sup>赫夫涅流明。呈青光者每瓦8赫夫涅流明而呈綠光者每瓦赫夫涅流明。

微光燈<sup>1)</sup>應用敷在陰極上之微光並係依110及220伏之通用電壓而構成。此燈含有一玻璃管，其內封入稀薄氬氣。用直流時陰極有廣大面，陽極則極小。通電後在陰極之周圍發生紅色微光。用交流時兩極之形狀相同，各有光效應。因其納入之功率不大（約5瓦）且僅有5—10赫夫涅流明之光通量此燈種不適供一般照明之用，但充廣告燈，信號燈等則為用極廣。又如充驗極器，高壓指示器，絕緣試驗器等亦用之。

4. 帶液體燃料<sup>2)</sup>之光源。光源之以液體為燃料者係以石油燈<sup>3)</sup>為主。因其構造簡單其用途仍甚廣。其消耗係數為每球面赫夫涅燭光<sup>4)</sup>2瓦故比較煤氣燈及電燈為低。

石油白熾燈<sup>5)</sup>恆為發強光之光源，至酒精白熾燈則大都。恰如用二炭炔燈是種低效率燈唯缺少煤氣及電力之處用之。

關於是種光源消耗之細目列之如下表：

第九表。用固體及液體燃料之燈。

燈種	每小時之消耗	以赫夫涅燭光計算之燈光強度		1赫夫涅燭光之消耗	
		球面發光強度	水平發光強度		瓦
石燈燭	6—9 公斤	0.8—1.6	0.5—1.0	11.5—8.5公斤/小時	133—80
石油燈	40 公斤	14.2	12	3.3公斤/小時	42
石油白熾燈	40 公斤	60—70	48—50	0.3—0.7公斤/小時	10.6—9.1

<sup>1)</sup> 微光燈；Glimmlampe; semi-incandescent lamp; lampe semi-incandescent. <sup>2)</sup> 液體燃料；flussiger Brennstoff; liquid fuel; combustible; liquide. <sup>3)</sup> 石油燈；Petroleumlamp; petrol (or oil) lamp; lampe à pétrole; <sup>4)</sup> 石油白熾燈；Petroleumglühlicht; petroleum incandescent light; lumière incandescente au pétrole.

石油強光燈；	540 公斤	1000	8000	0.7公斤/小時	8.6
酒精白熾燈	120 公斤	65.3	42.9	3.0公斤/小時	24
二炭快燈	10—50公升	10—75	7—53	1.4—0.95公升/小時	23—15
二炭快白熾燈， 座者	15—20公升	70—90	50—72	0.27公升/小時	4.4
二炭快白熾燈， 鉤掛者	15 公升	—	60	0.25公升/小時	4.1

## 第五章 照 具<sup>1)</sup>

照具或燈之裝備須有三種功用：第一須能收容燈並保護之；第二須能將光通量支配在工作檯上；第三須能免除輝眩。職是之故，照具之重要部分為反射器<sup>2)</sup>及罩；前者司光之分佈而後者則保護燈，除去輝眩並同時使影像更清楚。燈之形狀愈呈點形時影像愈清楚而愈暗；反之，若光源帶有一大燈罩則影像淡而不清楚。對於光之分佈罩祇有些微的影響——若無特殊附件。與光之分佈有關係者厥惟反射器。反射有集射與漫射（在白色面上）之分，二者均可由照具發生。集射效率較大而可使光集中在一定點上故在櫥窗中應用特廣。欲採用集光燈<sup>3)</sup>照明內室，則或將其高懸在空中或以一散光燈罩保護以遮蔽反射面，是種燈光極剛；其影像清楚。若用一白色散光反射器則可惹起一種均勻的照明，後者之輝眩弱而光較柔和，適於室內一般照明之用；然必須注意者，反射器之表面務須純白，不帶些微黃色或青色。下表示光在各種物質上之反射情形。

<sup>1)</sup>照具 Leuchten; illuminating apparatus; appareil d'éclairage. <sup>2)</sup>反射器; Reflektor; reflector; réflect.ur. <sup>3)</sup>集光燈; Spiegellampe.

第十表

1. 集中反射。

在清潔銀面上反射者	91—94%
在清潔錫面上反射者	69—80%
在清潔錫面上反射者	67%
在帶銀箔之玻璃上反射者	80—88%
在極潔齊之玻璃上反射者	76%

2. 漫射。

在炭磁綠面上反射者	75%
在石膏面上反射者	80%
在白色吃水紙上反射者	82%

3. 混射（大部分仍為漫射）。

在白色磁漆上反射者	73—78%
在白色油漆上反射者	71%
在緻密火石玻璃上反射者	76—80%
在普通火石玻璃上反射者	65—70%
由淡黃及淡青反射器反射者	50%

此外又須注意者白熾燈對於反射器之位置務須適當。用反光鏡時鏡與燈相互的位置有極重要之關係；又用白色反射器時亦然（參考圖33）<sup>1)</sup>。當初次裝配照具及換新燈時——燈之形狀往往不一——自以應特別注意。燈之大小自然亦應與所用之照具相配。

燈罩愈大而質地緻密時其效用亦愈良。單將玻罩磨光猶未能臻善，尋常選用不透明雙層燈罩；至後者應如何緻密係視當時之情形及罩內所許的損失而異。依據勃洛克氏<sup>2)</sup>燈罩吸收光之情形列下：

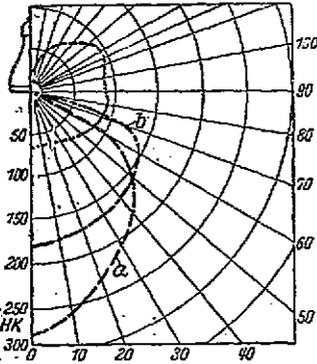
<sup>1)</sup> 曲線 a 表當時燈在反光器內深處之情形；曲線 b 表燈向下移動後之情形。

<sup>2)</sup> 勃洛克氏；Block。

第 十 一 表

燈罩種類	吸收損失
透明玻璃	3—8%
結晶玻璃，半結晶玻璃及冰玻璃	5—15%
火石玻璃及半火石玻璃	10—20%
磨光透明玻璃	15—50%
緻密石膏玻璃	50—40%
乳玻璃	30—50%

光在照具內故無有不受損失而所謂照具之效率者即為燈帶照具時與不帶照具時二者情形下給出之光通量之比（參見



照33。

第11面)。此效率約在85%與85%之間；然在大多數情形中有高效率尚不及燈光不輝眩為重要。

高效率尋常唯反射器及罩清潔時可實現。在工廠及類似場所塵埃浮揚空中，故照具至少每月應淨洗一次。他如在臥室，店間，辦公室等內照具亦須依規定時間

淨洗，否則燈之照度不容易有原來之20—50%。

當選擇照具時應注意所欲有之照明為一般的照明或為場所的照明，如為第一種照明則其中復有直接的，半間接的或完全間接的照明之分。下列第34至40圖示依原理而設之構造式，其中分佈曲線示其性效。

### A. 供一般照明<sup>1)</sup>用之照具。

<sup>1)</sup>一般照明；Allgemeinbeleuchtung；general lighting；clairage général。

1. 直照或大部分直照。 第34圖示惹起大部分直照之照具，其中包括一內反射器及一火石玻璃罩。光之最大

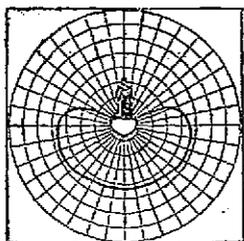


圖34.

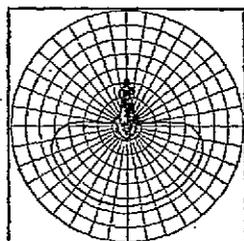


圖35.

部分係向下半空間而光通量之一部分自燈罩四周向上反射。

用處： a. 內室。是處欲以大部分之光向下照明而天花板及壁祇略許照明，故工廠，商店及旅館多用之。 b. 屋前照明。

第35圖示直照用具，其中除有內反射器外復有外反射器，後者將由罩輻射之光向下投射。

用處： a. 戶外照明。 b. 天花板毋須照明者之內室照明。

第36圖示一種深射器<sup>1)</sup>。此器不透明，可將全部之光向下反射。——地板強照。

用處： a. 限於一局處及須免除輝眩者之戶外照明；例如貨棧，車站，街道等。

b. 工廠內室及陳列窗照明。

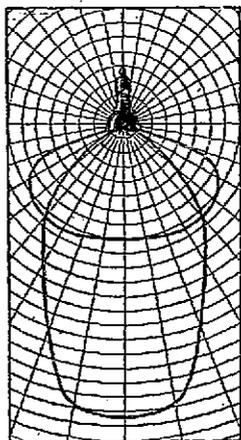


圖36.

<sup>1)</sup> 深射器；Tiefstrahler.

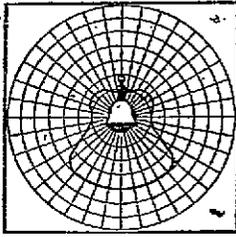


圖37.

第37圖示一漫光深反射器，其中帶火石玻璃，後者任光之一部分通過而光之大部分則向下輻射。天花板及壁均經均勻照明故與第36圖所示之深射器不同。

用處： 客室，店間，美術陳列館以及陳列窗，辦公室及學校之內室照明。

第38a及38b圖示一種廣射器<sup>1)</sup>（或曰平射器<sup>2)</sup>，光經由一屈光罩<sup>3)</sup>擴射（圖38a）。用傘形反射器<sup>4)</sup>時（圖38b）經由一種惹起全反射的稜鏡罩<sup>5)</sup>擴射，故最大光照係在60及80°之間。

用處： 街道及車站照明。

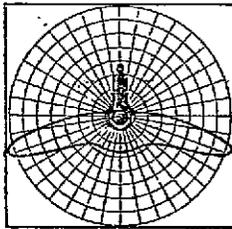


圖38a.

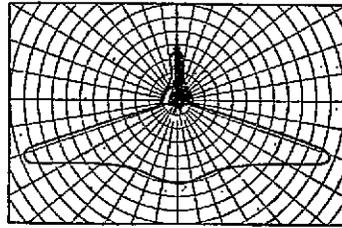


圖38b.

用此式反射器時輝眩比較用深射器時遠大，然地板照明則較為均勻。

2. 半間接照。 第39圖. 反射器係在燈下面而係由

<sup>1)</sup>廣射器； Breitstrahler. <sup>2)</sup>平射器； Flachstrahler. <sup>3)</sup>屈光罩； Dioptrerglocke. <sup>4)</sup>傘形反射器； Schirmstrahler. <sup>5)</sup>稜鏡罩； Prismenglocke.

織密火石玻璃所成。此器將光之大部分向天花板反射。至光之較小部分透過反射器而向下漫射。

作用：無輝眩，影柔和，方向感差微弱。

半間接照適於有白色天花板及明壁者之室內如在辦公室，學校，客室及製圖室，又如細工工場等。

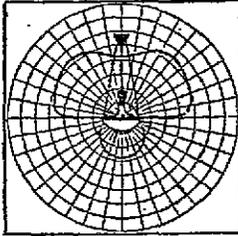


圖39.

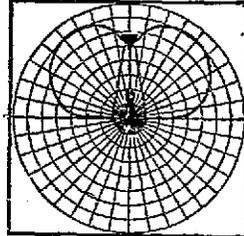


圖40.

3.全間接照。 如由第40圖所示，在燈下之反射器一面呈白色——並不透光，故全部分之光經該器向上反射。

作用： 光照完全寧靜，無映像，無輝眩，又無方向感差。

全間接照適用於圖書室，學校講堂，辦公室及陳列室中，因在是種室內，凡在紙上，玻璃上等之映像均惹起擾亂故必須免除之。

其電流消耗比較用直照具或半間接照具而有同大照度時大30%。

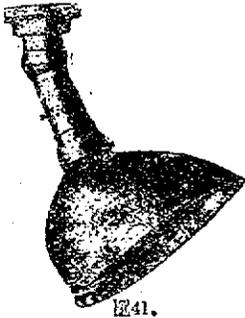
以上所舉諸例僅解釋原理。至照具構造其細目相差懸殊而光之分佈因燈對於反射器相互位置不同之故變動亦大。

供戶外照明用之照具務須穩定，不會起鏽且體不應過輕以免隨風擺動。

## B. 供場所照明用之照具。

凡供場所或局部照明<sup>1</sup>用之燈其光源須全在反射器內，庶可免除輝眩。依構造反射器最好能漫射俾光照可臻均勻。此器可由不透明材料或由內白而外綠之充分緻密玻璃所成。——工場中之照具必須穩定，最好不帶玻璃部分且以便於移動者為宜。照機力工具之燈大都鋼定在適當位置。在粗糙工場中應用帶保護網套之生鐵照具，有時用帶保護網套及鉤之手燈<sup>2</sup>。設欲將手燈接在高壓交流上則為免除危險最好用一小變壓器，後者將電壓降至20—40伏之手燈電壓。低伏燈<sup>3</sup>既比較高壓燈耐久而經濟，故除安全外減低電壓尙有此種優點。

## C. 供陳列窗用之照具。



在陳列窗中除深射器之外，其他特種反射燈均適用。由移動燈之位置可惹起適應各狀況之照明<sup>4</sup>。第41圖示一種利用燈光特佳之特種斜射器，蓋用此器時可絕無或祇有些微之光逸陳列窗而入街內。在適當反射器內或半鍍銀之底面燈<sup>5</sup>亦具相同優點。在大陳列窗內亦可用由充氣燈組成之散

<sup>1</sup> 場所照明； Platzbeleuchtung； lighting of squares； éclairage Public. <sup>2</sup> 手燈； Handlampe； hand lamp； lampe portative. <sup>3</sup> 低伏燈； Niedervoltlampe. <sup>4</sup> 陳列窗照明； Schaufenster Beleuchtung； shop (or show) window lighting； éclairage de fenetre d'atalage. <sup>5</sup> 底面燈； Soffittenlampe； soffit lamp； lampe soffite.

光組<sup>1)</sup>；其效率較良，而底面燈每赫夫涅燭光約耗費 1 瓦。在缺少地位之特殊情形中例如在供陳列貨物用之小玻璃櫥內往往可用如第 42 圖所示之櫥外照具。

陳列窗內各燈上面均應遮蔽蓋唯有如此始可發生如劇場內之效應。輝眩務必免除。至是否應選寧靜漫照或帶濃影之強照則須視陳列之貨品而異。如須有適當複製光色則晝光燈亦可用；又晝光燈及罩亦務必上面遮蔽。



圖 42.

## 第六章 屋內照明及戶外照明。

關於屋內及戶外照明概有定規，故除特別情形外，一般照明裝置唯照該種規定而計劃。今舉德國工程協會之規定而解釋之如下：

### A. 關於屋內照明之規定。

屋內之天然照明及人工照明務須適應合宜性，健康及美的要求。

#### I. 合宜性。

各室應有隨用途而定之合宜的照明。至照明有一般照明或平均照明與場所照明或局部照明之分。

一般照明或為交通照明或為補助場所照明之附加的照明

場所照明或局部照明恆為工作照明。

<sup>1)</sup> 晝光組；Strauz-Heiz.

爲此所受取的照度至少須有下列各值：

A. 就一般照明而言例如其爲交通照明者係在離地板 1 米高之水平面上之平均照明：

- a) 在不重要室內約 1 勒克司，
- b) 在前庭及梯室內或其他類似之室內 5 勒克司，
- c) 若干人共同停留及工作之室內 10 勒克司。

B. 就工作及場所照明而言，係在工作檯上之平均照明

- d) 粗糙工作場所 15 勒克司，
- e) 適中工作場所 40 勒克司，
- f) 細工作場所 60 勒克司，
- g) 精細工作場所 90 勒克司。

若製作物現暗色則其所須之照明自然比較淺色製作物所須之照明爲強。

罩，反射器等務須不因塵埃之堆積或輝光體之燃燒等致使照度降至所須值之下。

1. 一般照明雖不可完全不帶影像但亦不應惹起擾亂之射影於地板，牆壁及室內之實物上。

2. 在同一工作檯上照度不應隨處而異；又照度隨時間的變動亦須免除因二者均惹起擾亂。

3. 當照明裝置設計時務須於可能範圍內設法平衡二隣近室內照度之相差。

4. 光線分佈之設施務須成爲房屋設計之一部分。

5. 凡照明須良好之重要建築物當其設計之初應先聽取照明專家之意見。

## II. 健康考慮。

1. 人目對於由直照或反照所惹起之輝眩須有充分之保護

2. 在工作場所應用之各燈苟其照密度達每平方厘米0.75  
赫夫燭光者必須外面套罩。

3. 一般室內的照明應有較大照密度之光源，然若因光源之位置視線對於水平面成小於  $30^\circ$  之角者則該種照密度不應超出每平方厘米 5 赫夫之燭光；否則是種光源亦必須外面套照。

4. 光源之廢氣及由其發生之熱應由室內通風而排除之。

#### Ⅲ. 經濟。

在依 I, II. 兩項原則而設計之照明設施中其費用最廉者始當選。

#### Ⅳ. 美觀。

照明設施又須美術化但發光工程上的要求務須不因此而忽略。在公共建築內關於照明之設施應徵求美術建築家之意見。

### B. 關於工廠及其他工業場所之照明。

在工廠內照明為一非常重要的問題蓋先須有優良的照明而後始有高效率與秩序之工作可言。

不良照明減低效率，增加管理及維持秩序，清潔之困難而在若干情形中有害工人之健康並可惹起不幸事件。

優良照之費用未必一定較不良照明之費用為高，其設備費及維持費且往往較廉而至少可獲得有利的代價。

下列之規定對於各種工業場所均適用，其中大都為關於用人工光照明之規定：

#### 要 求。

I. 照明設備必須顧及安全，健康及工作確實性。

II. 照度應充分，其細目載於下表內。

在第 I 項目下所舉之值係關於必須要之平均照度；在第 II 項目下所舉之值係關於小地位內所須之最小照度。測量照度其關於交通照明<sup>1)</sup>者係以在離地板 1 米高之水平面上之照度為根據；又其關於工作照明者以同高面上或在工作檯上之照度為根據。

平均照明係就一面內在充分多點測得之值而決定。

照 明 之 種 類	I	II
	平均	最小
	照 度	
	希望有者	至少須有者
交通照明	勒克司	勒克司
車道，通路以及關於交通之各場所入口，倉庫等，	0.5—2	0.2
出入口，總路，棉室工場，	2—5	6.6
工作照明	5—15	2
粗糙工作；例如鑄造工場，鍛冶場，粗機工等。	15—30	10
半細工作；例如製鎖工場，車床工場，裝配工場，鑄鋼工場，細木工場，錫器工場，紡紗廠，絲工廠等，	40—60	20
細工；例如細織檢工有色紗織工場辦事等，	60—90	30
精細工作；例如鐘表工場，刻字工場，排字工場，縫紉工場，圖畫室等，	90—150	50

III. 照明不應惹起輝眩。惹起輝眩之情形如下：

1. 關於一般照明及交通照明者；具有每平方厘米 5 HIK 以上之照密度之燈，其光直接射在眼內。然在極高處之燈，若水平方向與視向成大於 30° 之角者縱使有較大照密度亦不惹起輝眩。

2. 關於場所照明者；具有每平方厘米 0.75 HIK 照密度之

<sup>1)</sup> 交通照明； Verkehrsbeleuchtung； traffic lighting.

光源其光直接射入工作人員之眼中。

3. 關於各種照明者：在光滑面上光之反射擾亂光線透工作人員之眼（間接眩眩）：

IV. 照明不應帶映像且不應依地方及時間而發生照度的相差，關於光之良好分佈及適當的射入應隨時注意。

### C. 關於戶外照明之規定。

#### I. 一般的要求。

在戶外凡有公衆交通之處或在較大私地，故如在街道，市中廣場，車站，埠頭，工廠空場等其由人工光源照明者必須有適當照度及光之良好分佈而與公衆安全及交通所要求者相吻合。街道及廣場之照明且又必須充分合法美術化。

#### II. 特別要求。

a) 照度。在戶外之照度係指離地 1 米高處之水平照度。其值係在不帶映像之處依平均照度及最小照度而估計。

在正常交通時間內	平均照度 勒克司	最小照度 勒克司
在車站鐵軌線上	0.2—0.5	0.1—0.3
在闊街上，工廠廣場及埠頭	0.5—1.5	0.2—0.5
在街道及公共場所		
交通稀者	0.5—1.5	0.05—0.3
交通較密者	1.5—5	0.3—1.
在車站門前，大城市之交通中心區域	5—10	1—2

b) 照明之品質。照明之不平均及照度隨時間的變動皆須免除；又在交通頻煩之處凡清楚的映像亦應免除。

凡一切帶擾亂性之輝眩例如其由街燈，陳列窗燈，廣告燈及信號燈所惹起者務須免除；爲此將其照密度用散光方法使其減小。

信號燈（在營造場，車站，市街鐵道叉路口，止路橫木等，）之光務防被公衆照明燈之光蓋住且須與之可分別。

Ⅲ. 服務。

晚上在正常交通時間之後，將街燈之照度視街道，場所等之等級比較第Ⅱ a 項下所要求者強行或略許減小而在若干情形下祇留指示燈。

街燈及其他戶外用之燈平時依規章管理並淨洗故隨時可用。

下表示德國照明協會 (D. B. G.) 規定之一般照明之最低值。

第十二表

一般有效照度。

a) 住宅。

門內入口，廊下，側室.....	5—10勒克司
堂前入口，梯室，廚房.....	10—20勒克司
臥室.....	10—25勒克司
住室及書室.....	20—40勒克司
會客室.....	30—66勒克司

b) 營業事務室。

廊下，側室.....	5—10勒克司
棧房間.....	10—20勒克司
簡單事務室.....	20—30勒克司
辦事室，會議室.....	30—50勒克司
製圖室.....	50—80勒克司
店間.....	50—90勒克司

c) 製造廠及工場。

廊下，側室.....	5—10勒克司
簡單工場：鑄造工場，鍛冶場，細木工場，紡織工場.....	15—30勒克司
細工；機器製造廠，造型工場，模物工場，裁縫工場.....	40—60勒克司
細機械工場；印刷工場，暗色織物裁縫工場，製圖工場.....	60—90勒克司
精細工：彫刻工場，排字工場，刺繡工場.....	90—200勒克司

d) 學校。

室內體育場.....	10—40勒克司
教室.....	30—50勒克司
製圖室.....	50—80勒克司

e) 病院。

臥室.....	8—15勒克司
診室，日間休息室.....	15—25勒克司
手術室.....	50—150勒克司

f) 旅館。

簡單客房.....	15—20勒克司
雅緻客房.....	20—40勒克司
飲食室.....	30—50勒克司
禮堂.....	50—80勒克司

g) 街道及市中廣場。

交通不繁之小巷.....	5—1勒克司
交通稍繁之中等街.....	2—4勒克司
交通極繁之小街.....	5—10勒克司
工廠廣場.....	2—6勒克司
公園及庭園.....	1—2勒克司
旅館及寄宿舍花園.....	2—4勒克司

h) 店舖陳列窗。

明色貨物至少須.....	100—150勒克司
暗色貨物至少須.....	150—250勒克司

在有上述照度時眼未能顯其最大能力。眼之效率顯然隨照度而增加而其時之照明自然必須均勻而又不輝眩。例如有強照度時眼檢別亮差比較照度小時靈敏。魯克修氏<sup>1)</sup>以1200勒克司為可能的平均一般照明而以有6000勒克司之強照明為有目的照明。是種強度人工照明雖在今日尚無一般用途，但在工作場所所須之照明其強度往往遠出第12表中所舉示者。

<sup>1)</sup> 克魯修氏；Lukiesh。

照度應與工作之性質相適合而大部係經所發生之反襯決定。

至採用一般照明或場所照明係視工作種類及室內工作疎密而定。在大多數情形中選用一般照明尤其因用大燈時比較經濟之故；然若工作場所僅偶然或不規則使用者，則以用限於局部之場所照明為宜。在此情形中往往仍須有弱度一般照明。

一般照明可大部分為直接照明，半間接照明，或全間接照明，至採用何種一般照明視被照室之種類及其內工作之性質而定。半間接及全間接照明祇於室內尤其天花板明亮時用之；半間接照明唯用於反射或影像必須免除之室內例如在書齋等內。在直接照明中明晰影像經燈之配置或由其應用大燈罩及反射器免除，較小之影像以便於識別較小物件往往有益。

兩燈間之距離最好選定光點高  $p$  之  $1.5-2$  倍，申言之，等於工作檯上燈高之  $1.5-2$  倍。當  $a=1.5p$  時照概均勻而當  $a=2p$  時兩燈間之照度恰為一燈下照度之一半。

當天花板及壁對於光之分佈發生影響時就一般照明而言之平方距離定律不適用，蓋當懸高<sup>1)</sup>增加時照度之遞減遠較依該定律所許者為小。為此尋常將燈懸在可能的最高點——同時使光之分佈均勻並免除輝眩。

燈數及其分配隨房間之種類，天花板下橫樑之分配及依工作場所之位置而定。為惹起與晝光相同之光之投入，燈之位置常在近窗之處。在較大房間內燈對稱分配；如房間之寬度不大於  $8-1$  米，則燈列概居中。

<sup>1)</sup> 懸高；Aufhügehöhe; suspension height; hauteur de suspension.

此外又須注意者，在商店內燈須裝在櫃之直上而不應在櫃之間；輝眩尤其不應存在。——在工場內須留意光在輝白金屬面上及機件上之反射而在是處一般的照明往往必須由場所照明補充。——在住室內個人的嗜好最為重要；在發光技術上須設法免除輝眩而認為反射器者之圓頂格及天幕張固能反射，是以凡帶色絲織天幕張，綠色燈套等內面必須呈白色。

再者全室愈亮時，一般的照明愈均勻且愈經濟，是以凡各工作室之裝飾以帶輝白色者為宜，例如輝白油漆，輝白桌布，帳幕等。

用工作場所照明<sup>1)</sup>時燈係直接在視界內，故在是處照密度至少須降至0.75HK/平方厘米；為此最簡單之方法係將燈完全藏在反射器內，是種反射器或不透明或微透明，並係由充分緻密白玻璃或外面帶綠色之玻璃所成。在工場中往往用不帶反射器之高懸電燈以發生一般照明並用帶反射器之場所燈以補充之。

綜合言之，關於室內照明應注意下列各點：

1. 照明務須充分，尤其在務須充分照明之處。
2. 照明必須充分均勻。
3. 各種輝眩必須免除。
4. 適當擴散，申言之，影像依適當濃度之生成。
5. 光之適當射入，申言之，影像依適當位置之生成。
6. 帶色照明應與被照物件相適應。如工作材料帶色者以用盡光燈為宜。

關於戶外照明，在是處不再贅述。至關於照具之構造則已於本書第48面及第57面中說明

<sup>1)</sup> 工作場所照明：Arbeitsplatzbeleuchtung.

## 第七章 屋內照明及戶外照明 之預算

1. 關於室內照明之效率法。為估計一室內之照明<sup>1)</sup>其先決條件為確實明瞭該室之種類，其內進行之工作及擬有之勒克司等。此後憑種種之事實可預算該室內依預定照度所須之光通量或就所用之燈預算照度而此易依效率法為之。

依據  $E_m = \frac{\Phi}{F}$  (見第3面) 之關係得  $\Phi = E_m F$ ，申言之：例如某一  $F$  平方米大之面示  $E_m$  勒克司之平均照度，則在此面上當有  $\Phi$  流明之光通量。故如此面之大為 10 平方米，平均照度  $E_m = 50$  勒克司，則在此面上當有  $10 \times 50 = 500$  流明之光通量，後者可視為經利用之光通量  $\Phi_n$ 。燈在此情形中必須發生之光通量  $\Phi_L$  自然大於  $\Phi_n$ ，蓋祇有燈之光通量之一部分直接落在被照之面上。其餘部分在天花板，壁上等反射致蒙損失。因同一原因，燈之光通量在照具內先已衰減。

為照明一室 (申言之，照明室內 1 米高之水平面) 經利用之光通量  $\Phi_n$  與由燈發生之光通量  $\Phi_L$  之比謂之效率而係

以  $\eta$  表示之。故  $\eta = \frac{\Phi_n}{\Phi_L}$ ；所須之光通量故為  $\Phi_L = \frac{\Phi_n}{\eta}$ 。

效率  $\eta$  係與房間及照具之種類有關；其在大多數情形中係經實驗確定。在實際情形中效率係在百分之 25 及 50 之間；至約百分之 80 之最大值係用不帶照具之燈在一完全白色之室內發生；直接照明及半間接照明其效率大約相等而完全間接

<sup>1)</sup> 照明之估計；Berechnung der Beleuchtung；calculation of illumination；compte d'éclairage.

照明其效率則較小。表 13a, b, c, 等示在各種可能之情形中效率之大小。

第十三表

a) 關於內室之直接照明及中間接照明之效率。

壁之狀況	天花板之狀況		
	亮 %	半亮 %	暗
亮	55-45	50-40	45-35
	50	45	40
半亮	50-40	45-35	40-30
	45	40	35
暗	45-35	40-30	35-20
	40	35	30

b) 關於內室之間接照明之效率。

壁之狀況	天花板之狀況		
	亮 %	半亮 %	暗 %
亮	40-30	30-20	0-10
	35	25	15
半亮	35-25	25-15	15-5
	30	20	10
暗	30-20	20-10	10-0
	25	15	5

c) 關於街道照明<sup>1)</sup>之效率。

街道寬度 高度	光之分佈法		
	深射 %	廣射 %	高射 %
> 6 .....	55-45	50-40	45-35
	50	45	40
3-6 .....	50-40	45-35	40-30
	45	40	35
< 3 .....	45-35	40-30	35-20
	40	35	30

(1) 街道照明; Strassenbeleuchtung; lighting of streets; éclairage public.

爲計算所須要之光通量故祇須以室內，地板面積之平方米數乘擬有之平均照度之勒克司數，再由第13表求得相當之效率並以之分除遂得擬用之光通量。所用之燈其數或已預先規定或依據室內及工作狀況而決定；終則由第8表求得光源之大小，申言之，或選出單獨能供給  $\Phi_L$  光通量（或與此相當之發光強度  $J_O$ ）者之燈或依規定之燈數選出有與  $\Phi_L$  相等之總光通量者之燈種。

$$\text{由 } \Phi_L = \frac{E_m F}{\eta} = 4\pi J_O \times z \quad \text{得 } J_O = \frac{E_m F}{4\pi \eta \times z}, \text{ 再由}$$

第8表得與此  $J_O$  相當而以瓦數計之燈的大小。

反之，如已知所用之燈，欲求平均照度，則由應用同一

$$\text{公式得 } E_m = \frac{\Phi_L \times \eta}{F} = \frac{J_O \times 4\pi \eta z}{F},$$

例題1. 某一有  $8 \times 5 = 40$  平方米地板面積之辦公室應有50勒克司平均照度。電流爲 110伏直流。天花板及牆壁均明朗。照明爲直接照明或半間接照明。

在二情形中依第13表  $\eta = 0.4$ 。所須之光通量故爲  $\Phi_L$ ，

$$= \frac{E_m \times F}{\eta} = \frac{50 \times 40}{0.4} = 5000 \text{ 流明。設僅用一燈於室之中點，}$$

即  $z = 1$ ，則據  $\Phi_L = 4\pi J_O \times z$ ，  $5000 = 12.56 \times J_O \times 1$ ，

$$J_O = \frac{5000}{12.56} = 400. \text{ 是以該燈須有400球面燭光強度。}$$

從第8表知有110伏之 300瓦充氣燈有 445HKO（球面赫夫涅燭光）或5600流明。此燈故適用。假定選用一半間接照具並爲使天花板得可能的平均照明選定一適當之懸高。

如不用一300瓦燈但用每燈有 100K<sub>h</sub>（水平燭光）之多數長絲燈，則所須之該燈種之數目可依下列方法計算：

所須之光通量為5000流明，今  $\Phi_L = 4\pi J_O \times z = 4\pi \times 0.8J_h \times z$  (因若用鎢絲燈， $J_O = 0.8J_h$ )。

故：5000 =  $4\pi \times 0.8 \times 100 \times z$ ，由此得  $z = 5$ 。

準此以觀，用此5燈每燈 100HK<sub>h</sub> 可發生如用一充氣燈時之照明但在此情形中，消耗遠大而成500瓦對於300瓦之比。職是之故，當以用300瓦充氣燈為宜，尤其在明朗室內該燈（帶半間接照具）惹起均勻而愉快的照明狀況。

例題2. 一講室其水平投影如第43圖所示。該室地板面積為  $8 \times 11 = 88$  平方米。其高為5米。其經全間接照明時應有60勒克司平均水平照度。天花板白色，壁明而窗幕亦然。以是效率極大而據第13表為35%。現成電流為有220伏電壓之直流。

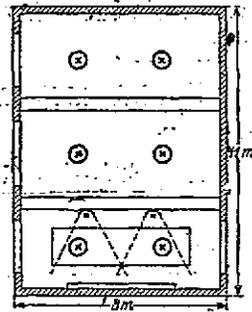


圖23.

依據光通量公式必須發生之總光通量為  $\Phi_L = \frac{E_m \times F}{\eta}$   
 $= \frac{60 \times 88}{0.35} = 15000$  流明。天花板經二橫樑等分為三部分而各部分應平均照明。為此選用3枚燈，如第43圖所示。

$\Phi_L = 15000 = 4\pi J_O \times z = 19.56 \times J_O \times z$ ，由此得  $J_O = 200$ HK。

由第8表知電壓為220伏時—150瓦之燈可有 165HK。而—200瓦燈可有240HK。

觀此，故用150瓦燈略小而如用200瓦燈則發生大於60勒克司之照度。然在講室內唯黑板及實驗檯須有良好照明故關

於一般的照明用 150 瓦燈已不成問題。此外最好在天花板下第一橫樑之前再裝斜射燈 1 枚或 2 枚以供照明黑板之用。供一般照明用之 6 枚 150 瓦燈有 50 勒克司之平均照度，是以已與 60 勒克司相差不遠。

若用半間接照明以代全間接照明則當時之一般照明當大於 60 勒克司（假定所用之燈仍為 150 瓦燈）。至當大若干可依次法求得：

據表求得在上述情形中用半間接光及直接光時效率  $\eta = 0.5$ 。故

$$E_m = \frac{4\pi \times J_0 \times \eta \times z}{F} = \frac{12.56 \times 165 \times 0.5 \times 6}{88} = 71 \text{ 勒克司,}$$

克司，

或依較簡單方法：以 50 勒克司乘效率間之比例得： $50 \times \frac{0.5}{0.35} = 71 \text{ 勒克司。}$

準此以觀，若消耗相等地板用半間接光照明時比較用全間接光照明時強 40%。

效率法之簡單化。a) 海克<sup>1)</sup> 及歐那爾<sup>2)</sup> 之瓦特定則<sup>3)</sup>。就標準充氣燈假定效率為 0.45 (申言之，如在帶朗明

光氣燈 瓦特	有 100 伏時 勒克司	有 220 伏時 勒克司	天花板之室內用發生直 接光及半間接光之照具 (時) 求得每平方米地板 10 瓦之諸照明值並列之 如右表：
100	65	54	
150	70	60	
200	73	64	
300	77	69	
500	83	75	

由此遂表出瓦特定則。先就自 100—500 瓦之 220 伏燈

<sup>1)</sup> 海克氏；Heyek, <sup>2)</sup> 歐那爾氏；Högner. <sup>3)</sup> 瓦特定則；Watt-regel; Watt-rule; règle de Watt.

而言依燈之大小每平方米10瓦可有55—75勒克司。或平均：

常有220伏時每平方米10瓦發生65勒克司，

常有110伏時每平方米10瓦發生75勒克司。

在一狹限界內可認為照度與燈之瓦數為比例。根據此瓦特定則照明之計算比前簡單。

例題1. 一辦公室須有50勒克司之平均地板照度。該室之地板面積為 $8 \times 5 = 40$ 平方米。電壓 110伏，天花板及壁均明。（同第64面題1）。

瓦特定則： $10 \text{瓦}/\text{平方米} = 10 \times 40 = 400$ 瓦，平均可有75勒克司。今祇須有50勒克司，故據照度與瓦數為比例之瓦特定則祇須有  $400 \times \frac{50}{75} = 267$ 瓦，因此乃選定—300瓦之燈。依據效率法亦會得同一結果。

當照度為40及60勒克司之間時此簡單方法無不適用。一般照度既大都在40及60勒克司之間故此法用途頗廣。

照度較大或較小時須經二度計算，茲舉例示之如下：

例題2: 某 $5 \times 5$ 平方米大之事務室須有20勒克司之交通照明。電壓為220伏。求燈之大小。

據瓦特定則： $10 \times 25 = 250$ 瓦 = 65勒克司，

故  $100 \text{瓦} = 26$ 勒克司。

就100瓦燈而言，此26勒克司已過分大，因據第66面之表在有 220伏而每平方米為10瓦時照度並非為65但為54勒克司。

準此： $250 \text{瓦} = 54$ 勒克司

及  $100 \text{瓦} = 22$ 勒克司。

據此，故一100瓦燈正適當時之須要因其約供給20勒克司故也。

綜合言之，在是法中，先依公式 $10\text{瓦}/\text{平方米}=65$ 或 $75$ 求出燈須有之瓦數，次依所希望之照度另經一簡單計算決定燈之大小，其時唯須注意：當用 $220$ 伏電壓之 $100$ 瓦， $200$ 瓦， $500$ 瓦燈時，依 $10\text{瓦}/\text{平方米}$ 當能惹起 $55$ ， $65$ ， $75$ 勒克司之照度。

如用 $110$ 伏電壓，此勒克司數約 $15\%$ 過分大，即常用 $110$ 伏電壓之 $100$ 瓦， $200$ 瓦， $500$ 瓦燈時：  
 $10\text{瓦}/\text{平方米} = 62 \quad 73 \quad 83\text{勒克司}$ 。

b) 勃洛克氏照度表<sup>1)</sup>。此表(見第14表，第69面)係就百分之40之平均效率而設。由此可求出當用 $60-2000$ 瓦之種種不同之充氣燈時被照地板面積之大小，假定在該面上須有 $2-100$ 勒克司之平均照度。例如用 $220$ 伏電壓之 $300$ 瓦燈當平均照度 $E_m=20$ 勒克司時可照 $100$ 平方米而當 $E_m=60$ 勒克司時則祇能照 $33$ 平方米，餘類推。

故如已知被照之室，應有之平均照度，擬用之燈種及大小，則可藉此表容易求出燈數。

例題：一製鎖工場其面積 $F=1000$ 平方米應有 $30$ 勒克司之平均照度。假定用 $220$ 伏電壓之 $300$ 瓦充氣燈，求所須之燈數。

依據第14表 $220$ 伏電壓之 $300$ 瓦燈可照明 $66$ 平方米之面積並使其有 $30$ 勒克司之照度。今被照之面積既為 $1000$ 平方米，故必須用 $\frac{1000}{66}=15$ 燈。

<sup>1)</sup>勃洛克氏照度表；Blochs Beleuchtungstabellen；Bloch's illumination table.

第十四表 照度之約計 (依據勒克斯, 假設  $\eta=40\%$ )  
用 220 伏<sup>1)</sup>之充氣燈

燈面強光強度 J <sub>0</sub> , 110 伏	燈之消耗 以瓦數計 J <sub>0</sub> , 220 伏	在每 m <sup>2</sup> 勒克斯同時之地板面積之平方米數												
		2	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
02	45	112	45	22	11	9	7.5	6.5	4.5	3.7	3.2	2.8	2.5	2.2
82	68	170	68	34	17	13.5	11	8.5	6.8	5.1	4.8	4.2	3.8	3.0
120	100	250	100	50	25	20	16.5	12.5	10	8.5	7.1	6.3	5.6	5.0
260	170	425	170	85	42	34	28	21	17	14	12	10.5	9.5	8.5
275	250	625	250	125	62	57	41	31	25	21	18	16.5	14	12.5
450	400	1000	400	200	100	90	66	50	40	33	28	25	22	20
800	750	1870	750	375	187	167	125	93	75	62	54	47	42	37
1200	1150	3150	1150	575	287	230	192	143	115	96	82	72	64	57
1550	1500	4550	1500	750	375	310	255	194	155	129	111	97	86	77
2000	2400	6000	2400	1200	600	480	360	280	240	200	170	150	133	120
3200	3200	10000	3200	1600	800	640	480	360	300	260	228	200	176	160

用 110 伏 瓦 220 伏之真等金屬絲燈

燈之消耗以瓦數計 110 伏	水平光強度 J <sub>0</sub>	在每 m <sup>2</sup> 勒克斯同時之地板面積之平方米數												
		2	5	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
7	5	10	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	10	20	8	4	2.0	1.6	1.3	1	1.25	1.05	0.92	0.8	0.7	0.6
18	21	32	12	6	3.2	2.6	2.1	1.6	2	1.65	1.45	1.25	1.1	1.0
25	30	50	20	10	5.0	4	3.3	2.6	2.5	2	1.8	1.6	1.4	1.25
32	35	64	25	12.5	6.4	5.1	4.2	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.4	1.25
50	55	100	40	20	10	8	6.6	5.0	4	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
100	105	200	80	40	20	16	13	10	8	6.6	5.7	5.0	4.5	4

<sup>1)</sup> 若所用之燈並非 220 伏燈但為 110 伏燈, 則由表中之地板面積值須與該二種燈之發光強度之比例相乘積; 例如用 220 伏之 300 瓦燈時求得該照之地板面積為 50 平方米; 設用 110 伏之 300 瓦燈則該照之地板面積皆為  $50 \times \frac{450}{400} = 58$  平方米。

前表係就40%之效率而設。設若效率並非為40%但遠大或遠小於是數，則其換算亦易。

例如效率並非為40%但為30%則用一300瓦燈不足照明66平方米但祇可照明 $66 \times \frac{30}{40} = 49.5$ 平方米而燈數必為 $\frac{1000}{49.5} = 20$ 。

3. 戶外照明計算。如係關於一街道或一市中廣場之平均照明之計算則其法與計算室內照明同，無非在此情形中效率係依照具（深射器或廣射器）及依街道寬度與燈懸高之比例而定。

例題：一10000平方米之廣場係由帶深射器之充氣燈照明致在地面上有15勒克司之平均照度。深射器之懸高為10米而在各器內之充氣燈為有220伏電壓之1500瓦燈。求所須之燈數。

帶深射器而街道寬度與懸高成大於6之效率時，可假定 $\eta = 0.5$ （第13c表）。據第8表當電壓為220伏時每1500瓦燈供給29500流明。

$$\text{今所須者為 } \overline{E} = \frac{F \times E_m}{\eta} = \frac{10000 \times 15}{0.5} = 300000 \text{ 流明,}$$

$$\text{故須有 } \frac{300000}{29500} = 10 \text{ 燈。}$$

然關於街道照明尋常所注重者並非為平均照度但為最大及最小照度；例如尋常所規定者為在燈間之最小照度。是種關於路面照明之最大及最小值可依據海克氏及歐那爾氏之戶外照明公式及表而決定。燈下之最大照度依下列公式計算，其中 $p$ 表量面上燈之高度， $J_0$ 表探燈之球面發光強度：

$$1. \text{ 帶透明玻罩之直照 } E_{\text{最大}} = J_0 \times \frac{1.38}{p^2}.$$

2. 帶火石玻璃罩之直照  $E_{最大} = J_0 \times \frac{1.06}{p^2}$
3. 深射直照  $E_{最大} = J_0 \times \frac{2.05}{p^2}$
4. 廣射直照  $E_{最大} = J_0 \times \frac{1.02}{p^2}$

燈之照度離開其足點愈遠時愈小。水平照度可依據第15表由其最大照度之百分率表示。至從燈之足點之距離係依光點高度之倍數計算。表中之數字示關於一直照燈，一深射燈及廣射燈之路面照度之曲線。第44圖示關於一深射燈之內線。

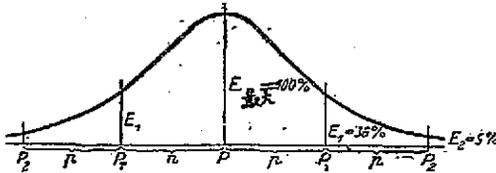


圖44.

如依據第1-4公式已確定燈下照度之最大值  $E_{最大}$ ，則可藉第15表決定離燈任何遠處例如在離燈  $3p$  遠之  $P$  點之路面照度之大小，後者當用深射燈時約為最大照度  $E_{最大}$  之6%而當用廣射燈時約為18%。設在  $P$  點同時又受他燈之光則關於由後者惹起之照度仍依同法確定並加於由第一燈惹起之照度上。

第十五表

距離 $C=4p$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	1	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{3}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$4p$
直照燈 .....%	100	73	51	35	24	17	12	9	5	3	1.4
深射燈 .....%	100	74	53	36	24	16	11	6	2	1	—
廣射燈 .....%	100	74	58	44	35	28	23	18	11	6	2

例題：某16米寬之大街係用有220伏之500瓦充氣燈

照明。該燈之廣射照具係懸在街中8米之高處。若因此發生6勒克司之平均街道照明，問燈間應用之距離  $a$  為若干？

燈既在街道之中心而其間之距離又相等，故由各燈照明

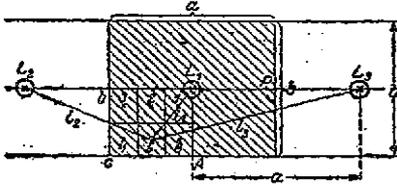


圖45.

之路面積為  $F = a \times b$  平方米(圖45)。

據光通量公式：

$$\Phi = \frac{E_m \times F}{\eta} =$$

$$4\pi J_0.$$

由第13表當  $\frac{\text{街道寬度}}{\text{燈點高度之比}} = \frac{b}{p} = \frac{76}{8} = 2$  時，求得最廣射器

之效率  $\eta = 0.35$ ；—500瓦燈當電壓為 220伏時有 720 球面燭光。

準此，則  $\Phi = \frac{6 \times F}{0.35} = 4\pi \times 720$ 。由是得  $F = 530$  平方

米， $F = a \times b$ ，故燈間距離  $a = \frac{F}{b} = \frac{530}{16} \approx 33$  米。

問在此情形中最大及最小路面照度以及均度各若干？

依據第4公式(第41面)，一燈下之最大照度為  $E_{\text{最大}} =$

$$J_0 \times \frac{1.03}{p^2} = 720 \times \frac{1.03}{8^2} = 11.5 \text{ 勒克司。最小照度係在兩燈之}$$

中點，申言之，係在與左右二燈相距各  $\frac{33}{2} = 16.5$  米之 P 點。

懸高  $p$  既為 8 米，故 P 點與各燈之距離約等於  $2p$ 。

據第 15 表當用廣射器時在該點之照度等於最大照度之 18%，故即等於  $11.5$  之  $18\% = 2.1$  勒克司。第二燈既然對於該點亦惹起同大之照度，故在 P 點之最小照度  $E_{\text{最小}} = 2 \times$

$$2.1 = 4.3 \text{ 勒克司而均度} = \frac{E_{\text{最小}}}{E_{\text{最大}}} = \frac{4.3}{11.5} = 0.37.$$

設用深射照具以代廣射照具，問其時情形變動如何？在此情形中據效率表（深射器—— $b/h < 3$ ） $\eta = 0.4$ ，故  $F = 530 \times \frac{0.4}{0.35} = 606$  平方米而  $a = \frac{606}{16} = 38$  米。燈間之距離故為 38 米。最大照度  $E_{最大} = J_0 \times \frac{2.05}{p^2} = 728 \times \frac{2.05}{8^2} = 23$  勒克司（公式 3）及最小照度  $E_{最小} = 2 \times \frac{3}{100} \times 23 = 2 \times 0.69 = 1.38$  勒克司。

$$\text{均度} = \frac{1.38}{23} = 0.06.$$

茲將上述二種照明法之結果作表對列之如下：

第十六表

	用廣射器	用深射器
平均地面照度.....	6 勒克司	6 勒克司
燈間距離.....	33 米	38 米
燈下之最大照度.....	11.5 勒克司	23 勒克司
二燈間之最小照度.....	4.2 勒克司	1.38 勒克司
均度.....	0.37 勒克司	0.06

在二者情形中平均照度係等大但最小照度相差頗大。若欲在二者情形中亦有等大最小照度則用廣射器時燈間之距離自然比較用深射器時遠大。

4. 由光之分佈曲線以算照度。為精密計算任意一點之水平照度及垂直照度必須知燈光之分佈曲線。假使欲決定 P 點（圖 46）之水平照度  $E_h$  及垂直照度  $E_v$ ，先以線連接在  $m$  米高處之燈 L 及 P 點，後者與燈之足點之距離假定為  $a$  米，次從光之分佈曲線求得依 LP 方向輻射之

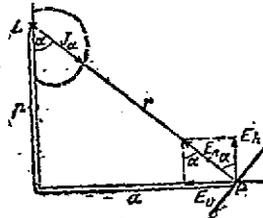


圖 46.

燭光強度  $J_{\alpha}$ ) 最後可依次列公式計算：

$$E_h = \frac{J_{\alpha} \cos \alpha}{r^2} = \frac{J_{\alpha} \times p}{r^3} = \frac{J_{\alpha} \times p}{(\sqrt{a^2 + p^2})^3} = \frac{J \cos^3 \alpha}{p^2},$$

$$E_v = \frac{J_{\alpha} \sin \alpha}{r^2} = \frac{J \times a}{r^3} = E_h \times \tan \alpha = E_h \times \frac{a}{p}.$$

街燈之分配設若對稱而各燈皆等大者則若欲計算是種街道之照度先計算一燈之地面照度並作圖表示之(見第47圖)

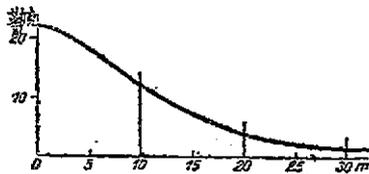


圖47.

據此曲線即可讀出在街道任何一點由該燈所惹起之照度並於此照度上再加上為由他燈惹起之照度。

次就街道 A—L<sub>1</sub>—b—c—隅(圖45)計算蓋同此隅內之狀況在街道內一再重演之故。

茲將 A—L<sub>1</sub>—b—c—面分為若干等大之矩形並求出在各矩形中點之照度。例如第5點受相距  $l_1$  之第I燈之光，相距  $l_2$  之第II燈之光及相距  $l_3$  之第III燈之光。各距離內之照度係分別從第47圖之曲線直接讀出而以後將各照度相加即得第5點之照度。其他各點之照度可依同法可算。

A—L<sub>1</sub>—b—c—面之平均水平照度係等於自1至6點之照度之平均值。至燈下之最大照度以及最小照度亦可依據第47圖之曲線而決定。

在室內依此法算出之照度值因天花板及壁反射光線於地板上之故係過小，為此復須以一因數  $k=1.2-1.5$  乘之。在室內故以用效率法較便且較為準確。

## 第八章 一般適用之表

1. 金屬之熔點。

鉛.....	326°C	錫.....	2360°C
鎘.....	660°C	鐵.....	2530°C
金.....	1064°C	鉍.....	2800°C
銅.....	1083°C	鎳.....	3300°C
銻.....	1530°C	汞.....	3900°C
鉑.....	1764°C		

2. 人工光源之溫度。

燭.....	1500°C	金屬絲燈.....	2100°C
石油燈.....	1530°C	充氣燈.....	2330°C
倒懸煤氣燈.....	1730°C	乙炔(燭).....	2550°C
炭絲燈.....	1800°C	弧光燈(隘口).....	3030°C

3. 光源之色。

光內紅色，青色及綠色光線之含有量大都以百分率計算：

	紅	綠	青
陰暗天之晝光	33.3	33.3	33.3
石油燈光	73	23	7
炭絲燈光	70	20.5	9.5
金屬絲燈光	63	24	13
充氣燈光	54	23	18
晝光燈光	46	30	24

4. 各種光源之照相功效。

設在感米片上之光學照度相等，光源在溴化銀片上之功效依下列所示之比數而異，其中假定充氣燈=100：

石油燈.....	35	炭絲燈.....	67
金屬絲燈.....	93	充氣燈.....	100
帶30%過度電壓之充氣燈...	152	煤氣白熾燈.....	101
長壽弧光燈.....	493	帶密閉光弧之弧光燈.....	2200
石英燈(220伏).....	830	陰暗天之散漫晝光.....	615

<sup>1)</sup> 金屬之熔點；Schmelzpunkt der Metalle；melting point of metals；point de fusion des métaux.

6. 治療燈<sup>1)</sup>.

放送達下列波長之短波線：

汞汽燈 (220 伏) .....	226 公厘
帶鐵心之炭弧光燈 .....	240 公厘
帶燈心及均一質炭之炭弧光燈 .....	254 公厘
極端太陽燈 .....	303 公厘
西門子亞利歐燈 (Siemens-Aureollampe) .....	334 公厘
沙勒克司燈 (Solluxlampe) .....	334 公厘

6. 各種玻璃之對於紫外光之透明度<sup>2)</sup>.

石英玻璃 .....	波長達 265 公厘之光可通過
紫外玻璃 .....	波長達 270 公厘之光可通過
鉛玻璃 .....	波長達 295 公厘之光可通過
薩林肯玻璃 (Thüringer Glas) .....	波長達 300 公厘之光可通過

## 7. 燃料之熱值.

石炭 .....	每公斤平均發 7030 熱單位(仟卡)
白煤 .....	每公斤平均發 8010 熱單位(仟卡)
焦炭 .....	每公斤平均發 6530 熱單位(仟卡)
褐炭 .....	每公斤平均發 2630 熱單位(仟卡)
褐炭磚 .....	每公斤平均發 4800 熱單位(仟卡)
乾泥炭 .....	每公斤平均發 4000 熱單位(仟卡)
木材 .....	每公斤平均發 3600 熱單位(仟卡)
石蠟 .....	每公斤平均發 11000 熱單位(仟卡)
蠟 .....	每公斤平均發 9300 熱單位(仟卡)
酒精 .....	每公斤平均發 5700 熱單位(仟卡)
本品 .....	每公斤平均發 11000 熱單位(仟卡)
石油 .....	每公斤平均發 10530 熱單位(仟卡)
純淨煤氣 .....	每立方米 5300 熱單位(仟卡)
含有水煤氣之煤氣 .....	每立方米 4200 熱單位(仟卡)

<sup>1)</sup> 治療燈； Lichtbehandlungs-lampe； light treatment lamp.  
 lampe pour le traitement par les bains de lumière <sup>2)</sup> 透明度；  
 Durchlässigkeit； transparency； transparency.

水煤氣.....每立方米2530—2810熱單位(仟卡)  
 電流.....每小時1瓩 864(仟卡)

8. 煤氣。

- 1立方米煤氣重 0.6 斤。
- 1立方米空氣重 1.3 公斤。
- 1立方米純粹煤氣發5300熱單位。
- 1立方米帶水煤氣之煤氣發4200熱單位。
- 1立方米煤氣燒盡須有4.5—6 立方米空氣。

空氣中如含有 8—19%之煤氣者則為一種可爆發的混合氣。

煤氣中含有40%氫氣，34%—炭燒； 9%—氧化炭而其餘11%則由重炭  
 氫化合物，炭氫氣，養氣及淡氣合成。

一氧化碳為一種毒氣；空氣中之含量達 0.4%者能殺人，如含有0.05%則  
 無害，是以

- 25公升煤氣於 100 立方米空氣內尚無害，
- 5 立方米煤氣於 100 立方米空氣內則極危險。

9. 氣體之爆發限度<sup>1</sup>。

空氣與下列諸氣之混合氣皆帶爆發性：

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| 9.5—66.3% 氫氣   | 2.9—7.5% 以太          |
| 12.5—66.6% 水煤氣 | 2.7—8.3% 苯 (Benzol)  |
| 3.5—52.2% 乙炔   | 2.5—4.3% 本品 (Benzin) |
| 8—19.0% 煤氣     |                      |

空氣中各氣之含量若大於或小於所示之各限度者則無爆發危險。

10. 機械熱能與電能之關係。

- 1馬力=75米瓦/秒=736瓦特(瓩)。
- 1瓩(仟瓦特)=1.36馬力。
- 1瓩時=864熱單位(仟卡)。
- 1仟卡=1.16瓦時。

11. 雜項。

<sup>1</sup> 氣體之爆發限度； Explosionsgrenzen der Gase； explosion  
 limit of gases. <sup>2</sup> 能， Energie； energy； énergie.

1 $\mu$ =1,0000毫米。

1 $\mu\mu$ =1,0000毫米。

1恩格斯時期單位<sup>1</sup>=1 10 $\mu\mu$ 。

1HK<sub>0</sub>=12.57赫米涅度明。

1燭光<sup>2</sup>=10 764勒克司。

1米=3.28呎(英尺)。

1平方米=19.76平方呎。

1吋(英寸)=25.4毫米。

絕對零點：-273°C。

絕對溫度=攝氏度+273°。

### 12. 長度單位。

原 名	略 寫	我國今名
Kilometre	Km.	千米，公里
Hectometre	Hm.	百米，公引
Decametre	Dm.	十米，公尺
Metre	m.	米，公尺
Decimetre	dm.	分米，公寸
Centimetre	cm.	厘米，公分
Millimetre	mm.	毫米，公釐

### 13. 質量單位。

原 名	略 寫	我國今名
Kilogramme	Kg.	千克，公斤
Hectogramme	Hg.	佰克，公兩
Decagramme	Dg.	什克，公錢
Gramme	g.	克，公分
Decigramme	dg.	分克，公釐
Centigramme	cg.	厘克，公毫
Milligramme	mg.	毫克，公絲

### 24. 容量單位。

原 名	略 寫	我國今名
Kilolitre	Kl.	仟升，公秉
Hectolitre	Hl.	佰升，公石
Decalitre	Dl.	十升，公斗
Litre	L.	升，公升
Decilitre	dl.	分升，公合
Centilitre	cl.	厘升，公勺
Millilitre	ml.	毫升，公撮

<sup>1</sup>恩格斯時期單位；Angström-Einheit；Angström unit. <sup>2</sup>燭光；Fusskerze；foot-candle-

# 索引

## 德漢索引

## A

Absolute Temperatur 絕對溫度	78
Adaptation 適應	78
Allgemeinbeleuchtung 一般照明	48, 60
Amylazetatlampe 二燒後五燒燈	5
Angström-Einheit 埃赫斯頓單位	78
Arbeitsplatzbeleuchtung 工作場所照明	61
Auerglühkörper 噶埃氏白熾燈	36
Aufhängeshöhe der Lampen 燈之懸高	60
Augo 眼	28
— Empfindlichkeit des 眼之靈敏度	20
Außenbeleuchtung 戶外照明	70
Azetylen 二炭炔燈	46

## B

Beleuchtung, elektrische 電照	39
— Gas 煤氣照	37
— Gleichmäßigkeit der 照之均等	11
Beleuchtungsmesser 照度計	14
Beleuchtungsstärke 照度	3, 63
Belichtung 曝光	4
Berechnung der Beleuchtung 照明之估計	62
Blendung 輝眩	31
Blochs Beleuchtungstabellen 勃洛克氏照度表	68
Bogenlampe 弧光燈	43
Breitstrahler 廣射器	60

## C

Candle (Foot) 燭光(吋)	8
Carcel (Meter) 卡塞爾(米)	8

## D

Dioperglocke 風光罩	60
Durchlässigkeit 透明度	76

## E

Edeargaslampe 稀有氣燈	41
Effektbeleuchtung 色澤照明	28
Einheiten (Licht und Beleuchtung) 單位(光及照)	4, 8
Einheitsreihe 單位序	30, 41
Energie (mechan. Wärme, elektr.) 能	77
Entfernungsgesetz 距離定律	73
Euphasglas 猶福斯玻璃	34
Explosionsgrenzen der Gase 氣體之爆炸限度	77

## F

Farbe der Körper 物體之色	20
— des Lichtes 光色	76
Farbige Effektbeleuchtung 色澤照明	28
Flachstrahler 平面器	50
Flüssige Brennstoffe 液體燃料	45
Fusskerze 叭燭光	78

## G

Gasbeleuchtung 煤氣照	37
Gas (Eigenschaften) 煤氣(特性)	37, 77
Gasfüllungslampe 充氣燈	38
Glanz 亮度	4
Glasbläserstar 玻璃吹製者之白內障	35
Gleichmäßigkeit der Beleuchtung 照之均等	11
Glimmlampe 微光燈	45
Glocken 罩	38, 47

## H

Hängelicht 倒掛燈	36
Handlampen 手燈	52
Hefner-Kerze 赫夫涅燭光	5
Hefner-Lampe 赫夫涅燈	5
Hefner-Lumen 赫夫涅流明	8
Heizwärte der Brennstoffe 燃料之熱值	76
Hegck 海克氏	66
Högner 歐那爾氏	66
Höhensonne, künstliche, 人工太陽燈	35

## I

Indirekte Beleuchtung 間接照明	59
----------------------------	----

Innenbeleuchtung 屋內照明..... 62  
 — B rechnung der 屋內照明之計算..... 64  
 International Kerz 國際燭光..... 5

K

Kerz, Hefner 赫夫涅燭光..... 5  
 Kugelphotometer 球狀光度計..... 23  
 Kurzsichtigkeit 近視..... 30

L

Lambert 朗伯..... 8  
 Lebensdauer der Lampen 燈之壽命..... 41  
 Leuchtdichte 照密度..... 48  
 Leuchten 照具..... 46  
 Leuchtgas 煤氣..... 77  
 Leuchtrohren 管燈..... 43  
 Licht 光..... 25  
 Lichtausbaute 光給..... 10  
 Lichtbehandlungsampfen 治滅燈..... 76  
 Lichteinfall 入射..... 20  
 Lichtleistung 光之功率..... 1  
 Lichtmenge 光量..... 1,9  
 Lichtquellen 光源..... 10  
 Lichtstärke 發光強度..... 2  
 Lichtstrom 光通量..... 1,9  
 Lichtstrompapier 光通量紙..... 20  
 Lichtverteilung 光之分佈..... 9  
 Lukiesch 魯克修氏..... 50  
 Lumen 流明..... 9  
 Lumineszenz 發光..... 35  
 Lux 勒克司..... 6  
 Luxburg 勒克司山..... 14

M

Milli Lambert 毫朗伯..... 8  
 Mittlere sphärische Lichtstärke 平均球面發光強度..... 3

N

Neonlampe 氖氣光燈..... 21  
 Niedervoltlampen 低伏燈..... 52  
 Nitralampes 尼脫拉燈..... 10

Nutzbrenndauer 有用燃燒壽命.....	11
O	
Opallampe 火石燈泡電燈.....	43
P	
Petroleumlampe 石油燈.....	45
Petrolglühlicht 石油白熾燈.....	45
Photographische Platte 照相片.....	4
Photographische Wirkung des Lichtes 光之照相效應.....	75
Photometerbank 光度計座.....	17
Pilzbrenner 菌狀線光燈.....	37
Platzbeleuchtung 場所照明.....	52
Preßgas 高壓氣.....	36
Prismenglocke 稜鏡罩.....	50
Projektionslampe 幻灯.....	42
Punktlampe (Wolfram) 點光燈.....	44
Q	
Quarzbrenner 石英燈.....	35
Quecksilberdampflampe 汞汽燈.....	31
R	
Radiumlampe 鐳絲燈.....	42
Reflektor 反射器.....	46
Reflexionstabelle 反射表.....	47
Rousseau-Diagramm 盧沙圖.....	23
S	
Sanoskopglas 放諸可哥普玻璃.....	34
Schaufensterbeleuchtung 陳列窗照明.....	52
Schirmstrahler 傘形反射器.....	49
Schmelzpunkte der Metalle 金屬之熔點.....	34
Schutzbrillen 遮光眼鏡.....	34
Schwingungszahl 指數.....	26
Sehwinkel 視角.....	32
Sockel der Lampen 燈之插座.....	43
Soffittenlampe 座面燈.....	52
Spektrum 光譜.....	35
Spezifischer Verbrauch 消耗係數.....	10
Spiegellampen 集光燈.....	46
Standardkerze 標準燭光.....	5

Stilb 施諦爾管	8
Strahlen, schädliche 有害光線	34
Straßenbeleuchtung 街道照明	63
Streuzelle 散光組	63
T	
Tageslichtlampe 晝光燈	42
Temperatur, absolute 絕對溫度	79
— der Lichtquellen 光源之絕對溫度	56
Tiefstrahler 深反射器	48
U	
Ultravioletturchlässigkeit 紫外線透度	76
Ultraviolette Strahlen 紫外線	27
V	
Verkehrsbeleuchtung 交通照明	66
W	
Wärmestrahlen 熱線	34
Wattregel 瓦特定則	63
Weberphotometer 韋勃光度計	16
Wellenlänge 波長	26
Wendel-Drahtlampen 旋迴絲燈	40
Wirkungsgrad 效率	11, 28, 64
Wirkungsgradmethode 效率法	62
Wolframhogenlampe 鎢弧光燈	44
Z	
Zündung der Gaslampen 煤氣燈之燃著	37

## 英 漢 索 引

A	
Adaptation 適應	28
Arc lamp 弧光燈	43
Artificial mountain sun 人工太陽燈	35
Auer 亞埃氏	36
B	
Ball photometer 球狀光度計	23
Benzine lamp 本品燈	19
Blinding 輝眩	31
Bloch 勃洛克氏	27

Bloch's illumination table 勃洛克氏照度表	63
Brightness 亮度	4
C	
Candle 燭光	4
Calculation of illumination 照明之估計	62
Candle, international 國際燭光	5
Candle, standard 標準燭光	5
Carcel 卡塞爾	8
Cinema lamp 活動影戲燈	42
Colored flame lighting 色焰照明	28
Consumption, specific 消耗係數	10
Curve of distribution of light 光之分佈曲線	19
D	
Daylight lamp 晝光燈	42
Density of illumination 照密度	4
Distribution of light 光之分佈	9
E	
Efficiency 效率	11
Electric lighting 電照	39
Exposure to the light 曝光	4
G	
Gas filled lamp 充氣燈	39
Gas lighting 煤氣照明	37
General lighting 一般照明	49, 60
Glass blowers' cataract 玻璃吹製者之白內障	35,
H	
Hand lamp 手燈	52
Heat radiation 熱之輻射	35
Hefner-Alteneck 赫夫涅阿德內克氏	5
Hefner-candle 赫夫涅燭光	5
Hefner-lumen 赫夫涅流明	8
Heyck 海克氏	63
High pressure gas 高壓氣	36
Höfner 赫那爾氏	66
I	
Illuminating apparatus 照具	46
Illuminometer 照度計	14

Incidence of light 入射	30
Intensity of illumination 照度	3
Inverted gas lamp 倒掛燈	36

## L

Lamp of amyacetate 二燒發五燒燈	5
Lantern 照具	9
Life of lamps 燈之壽命	41
Life of useful combustion 有用燃燒壽命	11
Light 燈	25
Lighting of squares 場所照明	52
Lighting of streets 街道照明	63
Light flux 光通量	21
Light Power 光力	1
Light yield 光給	10
Liquid fuel 液體燃料	45
Looking angle 視角	32
Lumen 流明	6
Luminescence 發光	35
Luminous flux 光通量	1
Luminous intensity 發光強度	2
Lux 勒克司	6

## M

Mean spherical cand'c 平均球面發光強度	3
Mercury vapor lamp 汞汽燈	31
Milli-lambert 毫朗伯	8

## N

Neon arc lamp 氖弧光燈	31
Nitro lamps 尼脫拉燈	10
Number of vibrations 振數	26

## O

O'Pallamp 火石電池電燈	42
------------------	----

## P

Petrol lamp 石油燈	45
Petroleum incand'cent light 石油白熾燈	46
Photographic Plate 照相片	4
Photometric bench 光度計座	17
Projection incand'cent lamp 投影白熾燈	44

Projection lamp 幻燈	42
Q	
Quantity of light 光量	1
Quartz lamp 石英燈	35
R	
Radium lamp 鐳絲燈	43
Rare gas lamp 稀有氣管燈	44
Ray of heat 熱線	34
Reflector 反射器	46
Roussou diagram 盧沙圖	23
S	
Safety spectacles 遮光眼鏡	34
Semi-incandescent lamp 微光燈	45
Short-sightedness 近視	30
Show-window lighting 陳列窗照明	52
Socket 插座	43
Soffit lamp 底面燈	52
Spectrum 光譜	35
Stilb 施諦爾普	8
Suspended gas lamp 倒掛燈	36
Suspension height 懸高	60
T	
Traffic lighting 交通照明	59
Tube lamps 管燈	43
Tungsten arc lamp 鎢弧光燈	44
Tungsten point light lamp 鎢點光燈	4
U	
Uniformity of lighting 照之均等	11
Unit 單位	4
W	
Watt-rule 瓦特定則	68
Wave length 波長	26
Weber's photometer 韋勃光度計	15

## 法 漢 索 引

### A

Adaptation 適應	28
---------------	----

Angle visuelle 視角	32
Appareil d'éclairage 照具	46
Auer 亞埃氏	36

B

Banc Photométrique 光度計座	17
Bloch 勃洛克氏	27
Bougie 燭光	4
Bougie de Hefner 赫夫涅燭光	5
Bougie international 國際燭光	5
Bougie moyennes sphériques 平均球面發光強度	3
Bougie normal 標準燭光	5

C

Carcel 卡塞爾	8
Cataracte des souffleurs de verre 玻璃吹製者之白內障	35
Combustible liquide 液體燃料	45
Compte d'éclairage 照明之估計	62
Consommation spécifique 消耗係數	10
Courbe de répartition de la lumière 光之分佈曲線	19

D

Densité d'éclairage 照密度	4
-------------------------	---

E

Éblouissement 眩眩	31
Éclairage à arc coloré 色燈照明	28
Éclairage au gaz 煤氣照明	37
Éclairage générale 一般照明	48, 60
Éclairage de fenêtre d'étalage 陳列窗照明	52
Éclairage de trafic 交通照明	51
Éclairage électrique 電照	39
Éclairage Public 街道照明	63
Éclat 亮度	4
Exposition à la lumière 曝光	4

F

Flux lumineux 光通量	1
-------------------	---

G

Gaz comprimé 高壓氣	26
------------------	----

H

Hauteur de suspension 懸高	60
--------------------------	----

Hefner-Alteneck 赫夫涅阿德內克氏 .....	5
Hcyck 海克氏 .....	66
Högner 歐那爾氏 .....	66

## I

Incidence de lumière 入射 .....	30
Intensité d' (clairage) 照度 .....	3
Intensité lumineuse 發光強度 .....	2

## L

Lampe à arc 弧光燈 .....	43
Lampe à benzine 水晶燈 .....	19
Lampe à gaz spéciale 稀有氣管燈 .....	44
Lampe à gaz renversé 倒掛燈 .....	36
Lampe à l'acetate d'amyle 二烷酸五烷燈 .....	5
Lampe à lumière solaire 日光燈 .....	42
Lampe à pétrole 石油燈 .....	45
Lampe à radium 鐳絲燈 .....	42
Lampe à vapeur de mercure 汞汽燈 .....	31
Lampe cinéma 活動影戲燈 .....	42
Lampe en quartz 石英燈 .....	35
Lampe néon à arc 氖弧光燈 .....	31
Lampe opal 火石燈泡電燈 .....	42
Lampe portative 點光燈 .....	44
Lampe portative 手燈 .....	52
Lampe pour projection 幻燈 .....	42
Lampe semi-incandescant 微光燈 .....	45
Lampe soffite 底面燈 .....	52
Lanterne 照具 .....	9
Longueur d' onde 波長 .....	26
Lumen 流明 .....	9
Lumen de Hefner 赫夫涅流明 .....	8
Lumière 光 .....	25
Lumière incandescent au pétrole 石油燈 .....	45
Luminescence 發光 .....	35
Luetteles Protectrice 遮光眼鏡 .....	34
Luž 勒克司 .....	6

## M

Milli-lambert 琴朗伯 .....	8
-------------------------	---

Myopie 近視	30
N	
Nitra lampe 尼脈拉燈	10
Nombre de vibration 振數	26
P	
Photomètre de Weber 韋勃光度計	15
Plaque Photographique 照相片	4
Puissance d'éclairage 光力	1
Q	
Quantité de lumière 光量	1
R	
Rayon de chaleur 熱線	34
Rayonnement calorifique 熱之輻射	35
Réflecteur 反射器	46
Règle de Watta 瓦特定則	63
Rendement 效率	11
Rendement de lampe 光給	10
Répartition de la lumière 光之分佈	9
S	
Socle 插座	43
Soleil de montagne artificiel 人工太陽燈	35
Spectre 光譜	35
Stilb 施諦爾普	8
U	
Unit 單位	4
V	
Vis de lampe 燈之壽命	41

中華民國二十四年七月初版

# 發光工程入門

民國三十五年六月十五日

實價 壹角五分

(外埠酌加郵費)

版權所有

不許

翻印

原著者 德國 W. Voege

譯者 孟 希

出版者 勵志書局

上海交通路

發行人 杜若城

上海交通路

印刷所 勵志書局

經售處 各省市大書局

上海勵志書局出版

電工學 德國 E. Kosack 著 杜若城 譯  
三百餘面 民國二十四年九月三版 實價 2.00 圓

原著為近代電工學上有數之作，在學術上有世界的地位。全書分十五章，簡潔扼要，眉目清楚，既合專校採作課本之用，尤適一般留心電機工程者之參考，補習及自修。

電工學題解 德國 H. u. W. Vieweger 合著 杜若城 譯  
四百三十四面 民國二十四年一月出版 實價 2.50 圓

原著 "Aufgaben und Lösungen aus der Gleich- und Wechselstromtechnik," 為世界最完善之電工數理練習用書，專供理工學院練習電機工程數理之用。全書分四篇四十三章，各章分別討論強電工程之全般定律，定則，公式及其運用之道。所舉例題多至三百四十九則，每一例題均附一習題而以□指出之，各題均據經驗而設並均有實用。至其材料之富，方面之廣尤足以資電機工程司及專家之參考。

電路工學 德國 E. Kosack 著 杜若城 譯  
二百餘面， 民國二十四年一月出版 實價 1.50 圓

原著為講解電路工程之完善課本。全書分十一章，分別討論開關，保安裝置，計器，發電機，變壓器，電力廠等之接線原理及計劃。電路工程為電機工程之總匯而一切電工設施均以電路計劃為根據，則是書性質之重要及專門自不待言。學校用充課本極為適宜而工廠實地服務者尤不可不備。

電力量法 德國 C. Aron 著 孟希 譯  
民國二十四年六月出版 實價 0.50 圓

原著 "Die Messung der elektrischen Größen," 為講解電學上各種量法及計器之專著。全書分五章並附 116 演習題及其解法。書末附德英法三種索引。專門學校及實地服務者用充參考及自修用書極為適宜。