

# 國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別： 光電類

共 8 頁 第 1 頁

科目： 光學

## Part I: 填充題(60 分)

填充題共有六十空格，每一空格各一分，請在答案紙依照順序作答，如(1) xxxx (2) xxxx (3) xxxxxx ..... 等等，如寫錯位置不計分。

符號定義

高度: 光線高度在光軸上方為正，在光軸下方為為負。

距離: 一般定義物方在鏡頭左方，像方在鏡頭右方，光線向右追跡為正，往左追跡為負。

焦距: 收斂鏡片為正，發散鏡片為負。

曲率半徑: 曲率中心位於曲面右方為正；曲率中心位於曲面左方為負。

角度: 從光線至光軸順時針方向為正；光線至光軸逆時針方向為負。

從光線至法線順時針方向為正；從光線至法線逆時針方向為負。

### A. 有關 Fresnel equation 敘述

A1. external reflection( $n_1=1, n_2=1.5$ )敘述， $n_1$  為入射介質折射率， $n_2$  為折射介質折射率， $\theta$  為入射角，則反射係數  $r_s$  與  $r_p$  公式為

$$r_s = \frac{\cos\theta - \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}{\cos\theta + \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}} \quad r_p = \frac{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta - \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta + \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}$$

其中  $r_s$  為 S 偏極光反射係數， $r_p$  為 P 偏極光反射係數。 $R_S = |r_s|^2$ ， $R_P = |r_p|^2$ ， $R_S$  為 S 偏極光反射率， $R_P$  為 P 偏極光反射率。

(a) 入射角  $\theta=0^\circ$ ，請算出  $R_S=(1)$ ， $R_P=(2)$ 。

(b) 入射角  $\theta=90^\circ$ ，請算出  $R_S=(3)$ ， $R_P=(4)$ 。

(c) 當入射角  $\theta$  為 Brewster angle  $\theta_B$  時使未偏極光成一偏極光，請問此一反射光偏極光為那一種?(5)，其  $\theta_B$  數值為何?(6)

A2. 有關 internal reflection( $n_1=1.5, n_2=1$ )敘述，已知入射角  $\theta$ ，如果  $\theta \leq \theta_c$ ， $\theta_c$  為臨界角，則反射係數  $r_s$  與  $r_p$  公式為

$$r_s = \frac{\cos\theta - \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}{\cos\theta + \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}} \quad r_p = \frac{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta - \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta + \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2\theta}}$$

如果  $\theta > \theta_c$ ，則反射係數  $r_s$  與  $r_p$  公式為

注意: 背面有試題

國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別：光電類  
科目：光學

共 2 頁 第 2 頁

$$r_s = \frac{\cos\theta - i\sqrt{\sin^2\theta - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}}{\cos\theta + i\sqrt{\sin^2\theta - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}} \quad |r_s| = 1 \quad r_p = \frac{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta - i\sqrt{\sin^2\theta - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}}{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cos\theta + i\sqrt{\sin^2\theta - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}} \quad |r_p| = 1$$

- (a) 入射角  $\theta=0^\circ$ ，請算出  $R_S=(7)$ ， $R_P=(8)$ 。  
 (b) 入射角  $\theta=90^\circ$ ，請算出  $R_S=(9)$ ， $R_P=(10)$ 。  
 (c) 當入射角  $\theta=\theta_B$ (Brewster angle)，請算出  $\theta_B=(11)$  與  $R_P=(12)$ 。  
 (d) 當入射角  $\theta=\theta_C$ (臨界角)，請算出  $\theta_C=(13)$ ， $R_S=(14)$ ， $R_P=(15)$ 。  
 (e) 入射角  $\theta=45^\circ$ ，請算出  $R_S=(16)$ ， $R_P=(17)$ 。

B. 薄透鏡(鏡片厚度為零)，置放在空氣中。

(a) 鏡片高斯成像公式

設  $f = -f_o = f_i$ ， $f_o$  為物焦距， $f_i$  為像焦距， $S_o$  為物距， $S_i$  為像距， $R_1$  為鏡片第一面曲率半徑， $R_2$  為鏡片第二面曲率半徑， $n_l$  為鏡片折射率，將鏡片放入空氣中，則

$$\frac{1}{S_i} - \frac{1}{S_o} = (18),$$

$$\text{造鏡者公式 } \frac{1}{f} = (19)。$$

(b) 鏡片牛頓成像公式

設  $x_o$  物焦點至物距離， $x_i$  像焦點至像距離，則

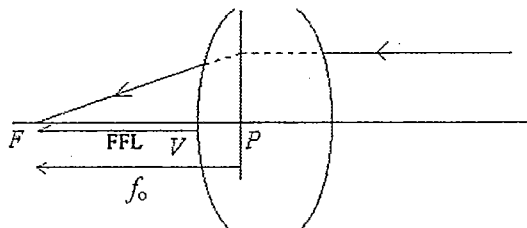
$$x_o x_i = (20)。$$

(c) 橫向放大率與縱向放大率關係

縱向放大率  $M_L$  與橫向放大率  $M_T$  關係為  $M_L = (21)$ 。

C. 六個重要位置與名稱

(a) 由像方平行光軸光線經過鏡頭會聚焦於物方一點 F。



注意：背面有試題

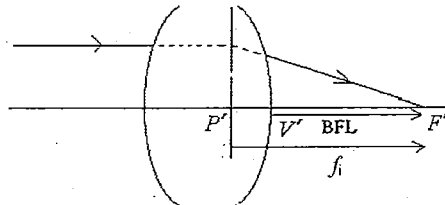
# 國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別：光電類  
 科目：光學

共 8 頁 第 3 頁

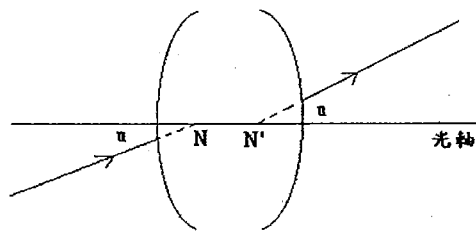
請問  $P$  點名稱為何? (22),  $F$  點名稱為何? (23)

(b) 由物方平行光軸光線經過鏡頭會聚焦於像方一點  $F'$ 。



請問  $P'$  點名稱為何? (24),  $F'$  點名稱為何? (25)

(c) 有一束光對準鏡頭  $N$  點後，其出射光與入射光平行，而出射光延長線交於光軸之  $N'$  點。



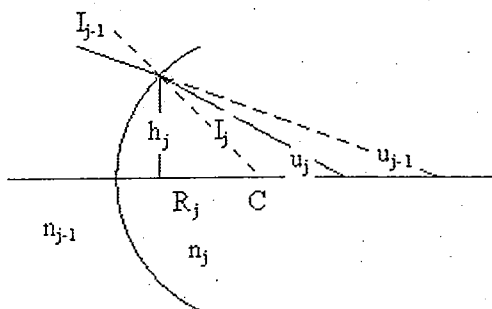
請問  $N$  點名稱為何? (26),  $N'$  點名稱為何? (27)

(d) 如果物方折射率  $n$  與像方折射率  $n'$  相同,  $f_o$  為物焦距,  $f_i$  為像焦距, 則物焦距與像焦距關係為何?(28) 主點與節點關係為何? (29)

### D. 近軸光線追跡

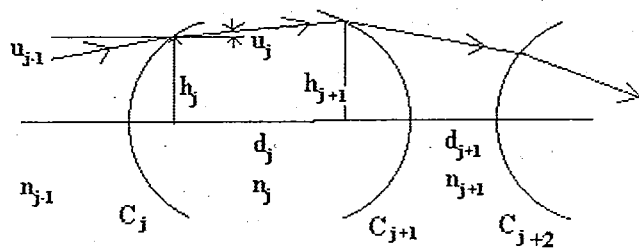
$I_{j-1}$  為入射角,  $I_j$  為折射角;  $h_j, h_{j+1}$  為光線在曲面上高度;  $R_j$  為曲率半徑;  $C_j, C_{j+1}, C_{j+2}$  為曲率,  $C_j = 1/R_j$ ;  $n_{j-1}, n_j, n_{j+1}$  為折射率;  $u_{j-1}, u_j$  為光線與光軸間之夾角;  $d_j, d_{j+1}$  為兩曲面間之中心厚度。

(a) 近軸光線追跡公式



$$n_j u_j = n_{j-1} u_{j-1} + (30)$$

$$h_{j+1} = h_j + (31)$$



注意: 背面有試題

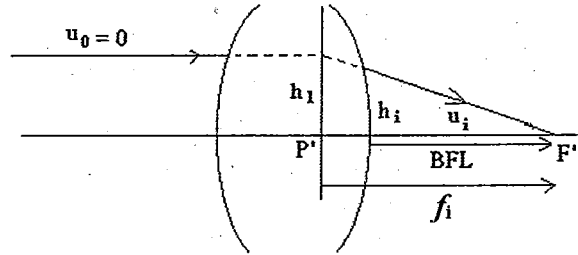
國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別：光電類  
 科目：光學

共 8 頁 第 4 頁

(b) 後焦距、像焦距計算

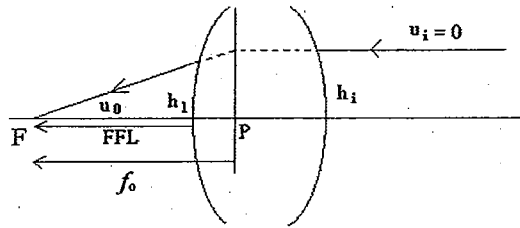
設平行光從物方入射， $u_0=0$ ， $h_1$  為光線在光學系統第一面的高度， $h_i$  為光線在光學系統最後一面的高度， $u_i$  為光線出射光學系統後之光線與光軸間角度。



後焦距  $BFL=(32)$ ，像焦距  $f_i=(33)$ 。

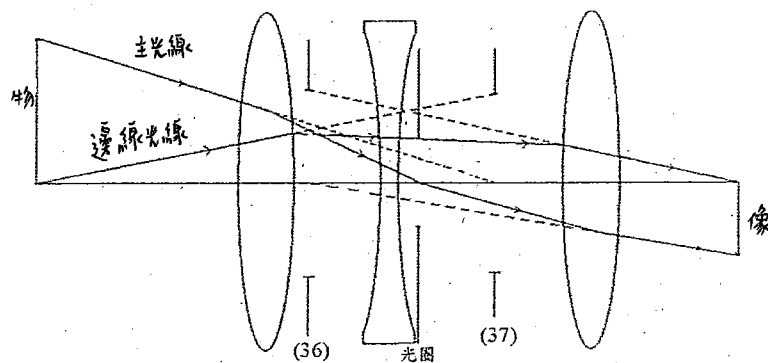
(c) 前焦距、物焦距計算

設平行光從像方入射， $u_i=0$ ， $h_1$  為光線在光學系統第一面的高度， $h_i$  為光線在光學系統最後一面的高度， $u_0$  為光線在光學系統物方之光線與光軸間角度。



前焦距  $FFL=(34)$ ，物焦距  $f_o=(35)$ 。

(d) 有關入瞳、出瞳與光圈關係，請填入其相關位置



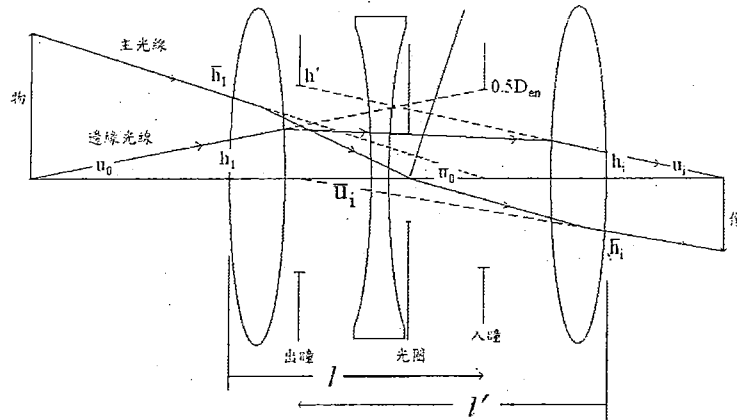
(e) 入瞳與出瞳距離

注意：背面有試題

國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別：光電類  
 科目：光學

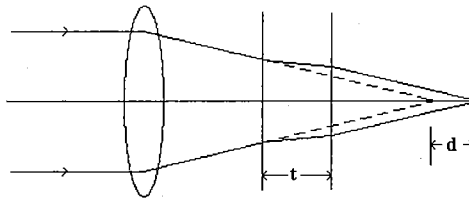
共 8 頁 第 5 頁



$l$  為光學系統第一面中心點至入瞳位置之距離， $l'$  為光學系統最後一面中心點至出瞳位置之距離， $l=(38)$ ， $l'=(39)$ 。

E. 平板玻璃對入射光線的影響

有一平板玻璃，其厚度為  $0.6\text{ mm}$  而折射率為  $n_d=1.523$ ，插入鏡頭與像平面間，則求像平面偏移量(40)與第二主平面位移量(41)。

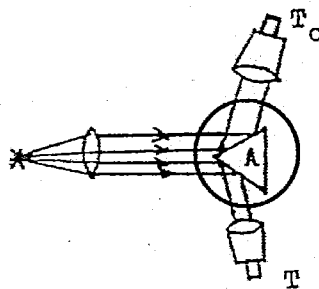


F. 鏡片折射率量測

鏡片折射率(待測波長)量測，一般採用鏡片同一材質之  $60^\circ-60^\circ-60^\circ$  三稜鏡，利用待測波長光源分別量測其頂角  $A$ 、最小偏向角  $D_m$  而得知。

(a) 頂角量測

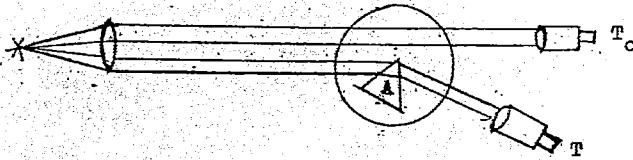
有一平面圓盤，圓盤上刻有 1 至 360 之刻度，利用待測波長光源準直光照射其三稜鏡某一頂角位置，測量兩邊反射面之夾角，請問此夾角與頂角關係為何？(42)



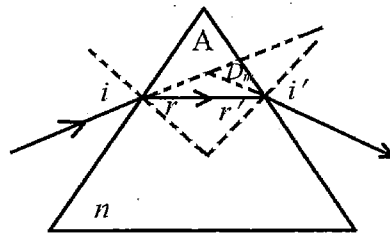
注意：背面有試題

所別：光電類  
 科目：光學

(b) 最小偏向角量測



同理使用同一待測波長準直光照射三稜鏡某一平面，旋轉此一三稜鏡可測量其最小偏向角，設光線至法線為順時針方向之角度為正，同理逆時針方向為負。當入射第一面之入射角( $i$ )與出射第二面折射角( $i'$ )之絕對值相等時，可得此最小偏向角( $D_m$ )，設  $D_m$  為正值。



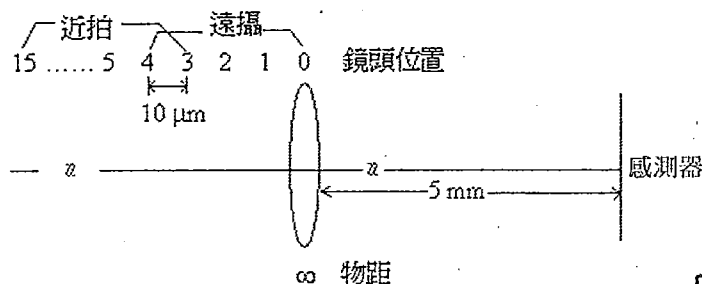
請問此入射角( $i$ )與頂角( $A$ )、小偏向角( $D_m$ )關係為何? (43)。

(c) 折射率公式

請問此一待測波長三稜鏡折射率公式為何? (44)。

G. 數位相機自動對焦

有一自動對焦光學系統之數位相機，鏡頭焦距為  $5\text{ mm}$ ，利用馬達驅動鏡頭，馬達精度為一步  $10\text{ }\mu\text{m}$ ，最長可移動鏡頭十五步。設物體在無窮遠時，鏡頭(假設鏡頭沒有厚度)至感測器距離為  $5\text{ mm}$  時影像最清晰，其位置定為第零步。當拍攝物體離使用者某處距離時，數位相機光電系統為自動移動鏡頭(感測器固定不動)從第零步至第十五步，尋找最清楚影像位置，而得到最佳成像位置。如果數位相機依拍照距離遠近分為遠攝與近拍，遠攝時鏡頭位置從第零步至第四步，近拍鏡頭位置從第三步至第十五步，如下圖所示，請問遠攝時其拍攝景物最近距離為何?(45)近拍之最遠距離為何?(46)近拍之最近距離為何?(47)

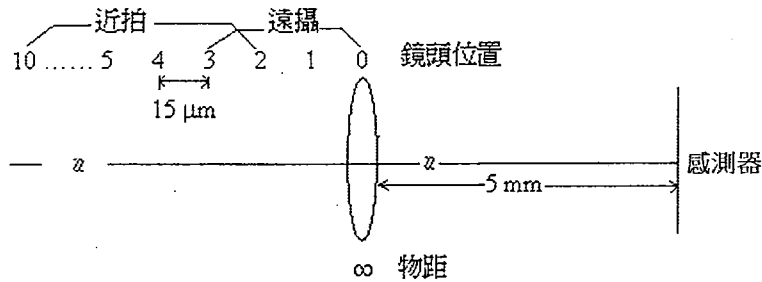


注意:背面有試題

所別： 光電類

科目： 光學

為減少光電系統處理時間，調整馬達精度為一步  $15\ \mu\text{m}$ ，遠攝鏡頭位置從第零步至第三步，近拍鏡頭位置從第二步至第十步，遠攝其拍攝景物最近距離為何?(48) 近拍之最遠距離為何?(49) 近拍之最近距離為何?(50)

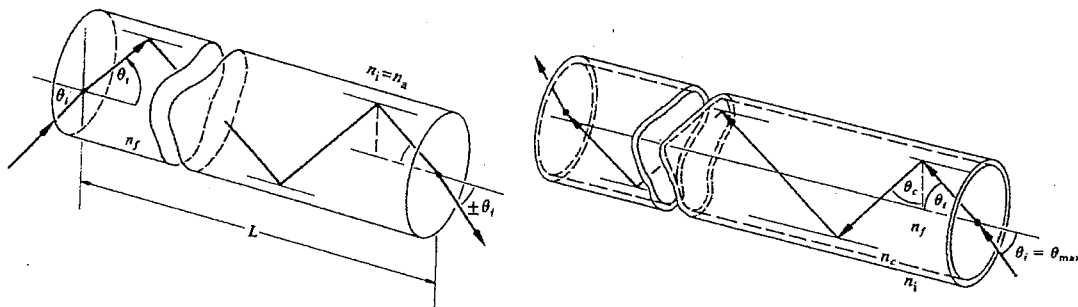


**H. 望遠鏡**

望遠鏡是一 afocal system，即平行光進，平行光出，由物鏡與目鏡所組成，且物鏡與目鏡共焦點。已知  $u_o = \tan\theta_o$ ,  $u_e = \tan\theta_e$ ,  $\theta_o$  為入射望遠鏡之半視角， $\theta_e$  為出射望遠鏡之半視角，已知望遠鏡角放大率  $MP = -8$  倍

- (a) 設  $\theta_o = 2^\circ$ ，則求  $\theta_e =$ (51)
- (b) 如果已知目鏡焦距  $f'_e = 8\ \text{mm}$ ，則物鏡之焦距  $f'_o =$ (52)；物鏡與目鏡之距離  $D =$ (53)
- (c) 如果望遠鏡之光圈位置在物鏡上，而出瞳位置在目鏡之 eye relief 位置，試求 eye relief  $R =$ (54)，如果出瞳口徑  $CA_e = 1.5\ \text{mm}$ ，則求物鏡之大小  $CA_o =$ (55)，物鏡成像高度  $h =$ (56)。

**I. 光纖**



- (a) 如上圖 step index 光纖設 core(核心)折射率  $n_f = 1.52$ ，cladding 折射率  $n_c = 1.45$ ，則其由空氣進入光纖之有效 NA 值(57)， $F/\#$ 值(58)，由空氣其入射最大半角  $\theta_{imax}$  為何?(59)
- (b) 如果入射光纖功率為  $10\ \text{W}$ ，則經一段光纖後，其出射功率為  $0.1\ \text{W}$ ，則求取 dB 值(60)。

注意:背面有試題

國立中央大學 111 學年度碩士班考試入學試題

所別： 光電類

共 8 頁 第 8 頁

科目： 光學

**Part II: 計算題 (40 分) (計算題須計算過程，無計算過程者不予計分)**

- J. (6%) The power of a linearly polarized light with a wavelength of 532 nm is 5 mW and its polarization direction has an angle of  $80^\circ$  with respect to the vertical direction. This light passes through two polarizers. The first and second polarizers are oriented at  $45^\circ$  and  $20^\circ$  with respect to the vertical direction. How much power of the light does emerge after passing the two polarizers?
- K. A light is incident normally on a diffractive grating 15.0 cm wide and containing 600 lines per millimeter.
- (a) (6%) Calculate the angles for the second-order diffraction of the shortest and longest wavelengths of visible light (3800 and 7600 Å), respectively.
- (b) (6%) Find the angular dispersion and the chromatic resolving power of the grating for a second-order spectrum of the light ( $\lambda = 5900 \text{ \AA}$ ).
- (c) (6%) The wavelengths of the two spectrum lines are 6000 and 6058 Å. Determine the minimum number of lines a grating, which must have to just resolve this doublet in the first-order spectrum.
- L. The Fresnel zone plate is illuminated by a well-collimated beam with a wavelength of 532 nm. The innermost zone of a zone plate has a diameter of 0.365 mm.
- (a) (8%) Find the primary focal length and first subsidiary focal length of the Fresnel zone plate.
- (b) (8%) If this Fresnel zone plate is used to be an enlarging lens with an enlargement of threefold. What are the object and image distances?

注意：背面有試題