

学霸助手

www.xuebazhushou.com

课后答案 | 课件 | 期末试卷

最专业的学习资料分享APP

第一章 习题及答案

1、已知真空中的光速 $c=3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，求光在水 ($n=1.333$)、冕牌玻璃 ($n=1.51$)、火石玻璃 ($n=1.65$)、加拿大树胶 ($n=1.526$)、金刚石 ($n=2.417$) 等介质中的光速。

解：

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{3 \times 10^8}{n}$$

则当光在水中， $n=1.333$ 时， $v=2.25 \times 10^8 \text{m/s}$ ，

当光在冕牌玻璃中， $n=1.51$ 时， $v=1.99 \times 10^8 \text{m/s}$ ，

当光在火石玻璃中， $n=1.65$ 时， $v=1.82 \times 10^8 \text{m/s}$ ，

当光在加拿大树胶中， $n=1.526$ 时， $v=1.97 \times 10^8 \text{m/s}$ ，

当光在金刚石中， $n=2.417$ 时， $v=1.24 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

2、一物体经针孔相机在屏上成一 60mm 大小的像，若将屏拉远 50mm ，则像的大小变为 70mm ，求屏到针孔的初始距离。

解：在同种均匀介质空间中光线直线传播，如果选定经过节点的光线则方向不变，令屏到针孔的初始距离为 x ，则可以根据三角形相似得出：

$$\frac{60}{70} = \frac{x}{x+50}$$

所以 $x=300 \text{mm}$

即屏到针孔的初始距离为 300mm 。

3、一厚度为 200mm 的平行平板玻璃（设 $n=1.5$ ），下面放一直径为 1mm 的金属片。若在玻璃板上盖一圆形纸片，要求在玻璃板上方任何方向上都看不到该金属片，问纸片最小直径应为多少？

解：令纸片最小半径为 x ，

则根据全反射原理，光束由玻璃射向空气中时满足入射角度大于或等于全反射临界角时均会发生全反射，而这里正是由于这个原因导致在玻璃板上方看不到金属片。而全反射临界角求取方法为：

$$\sin I_m = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

其中 $n_2=1$, $n_1=1.5$,

同时根据几何关系, 利用平板厚度和纸片以及金属片的半径得到全反射临界角的计算方法为:

$$\operatorname{tg} I_m = \frac{x - l/2}{200} \quad (2)$$

联立 (1) 式和 (2) 式可以求出纸片最小直径 $x=179.385\text{mm}$, 所以纸片最小直径为 358.77mm 。

4、光纤芯的折射率为 n_1 、包层的折射率为 n_2 , 光纤所在介质的折射率为 n_0 , 求光纤的数值孔径 (即 $n_0 \sin I_1$, 其中 I_1 为光在光纤内能以全反射方式传播时在入射端面的最大入射角)。

解: 位于光纤入射端面, 满足由空气入射到光纤芯中, 应用折射定律则有:

$$n_0 \sin I_1 = n_2 \sin I_2 \quad (1)$$

而当光束由光纤芯入射到包层的时候满足全反射, 使得光束可以在光纤内传播, 则有:

$$\sin(90^\circ - I_2) = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

由 (1) 式和 (2) 式联立得到 n_0 。

5、一束平行细光束入射到一半径 $r=30\text{mm}$ 、折射率 $n=1.5$ 的玻璃球上, 求其会聚点的位置。如果在凸面镀反射膜, 其会聚点应在何处? 如果在凹面镀反射膜, 则反射光束在玻璃中的会聚点又在何处? 反射光束经前表面折射后, 会聚点又在何处? 说明各会聚点的虚实。

解: 该题可以应用单个折射面的高斯公式来解决,

$$\frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}$$

设凸面为第一面，凹面为第二面。

(1) 首先考虑光束射入玻璃球第一面时的状态，使用高斯公式：

$$\text{由 } \frac{n_1'}{l_1'} - \frac{n_1}{l_1} = \frac{n_1' - n_1}{r_1}, \quad n_1' = 1.5, \quad r_1 = 30, \quad n_1 = 1, \quad l_1 = \infty$$

$$\text{得到: } l_1' = 90\text{mm}$$

对于第二面， $d = 60\text{mm}$ ， $l_2 = l_1' - d = 90 - 60 = 30\text{mm}$

$$\text{由 } \frac{n_2'}{l_2'} - \frac{n_2}{l_2} = \frac{n_2' - n_2}{r_2}, \quad n_2 = 1, \quad n_2' = 1.5, \quad r_2 = -30, \quad l_2 = 30$$

$$\text{得到: } l_2' = 15\text{mm}$$

会聚点位于第二面后 15mm 处。

(2) 将第一面镀膜，就相当于凸面镜

像位于第一面的右侧，只是延长线的交点，因此是虚像。

还可以用 β 正负判断：

$$\beta = \frac{nl'}{n'l} = -\frac{15}{-\infty} > 0, \text{ 实物成虚像。}$$

(3) 光线经过第一面折射： $l' = 90\text{mm}$ ， $l_2 = 30$ ，第二面镀膜，则：

$$\frac{1}{l_2'} + \frac{1}{l_2} = \frac{2}{r_2}, \quad l_2 = 30, \quad r_2 = -30$$

得到：

$$l_2' = -10\text{mm}$$

像位于第二面前 10mm 处。

$$\beta = \frac{l_2'}{l_2} = \frac{1}{3} > 0 \quad \text{与物虚实相反，对于第二面，物虚，所以为实像。}$$

(4) 在经过第一面折射:

$$l_3 = 60 - 10 = 50\text{mm}, \quad n_3 = 1.5, \quad n_3' = 1, \quad r = 30, \quad \frac{n_3'}{l_3'} - \frac{n_3}{l_3} = \frac{n_3' - n_3}{r}$$

$$\text{得到: } l_3' = 75\text{mm}$$

最后像位于第一面后 75mm,

$$\beta = \frac{n_3 l_3'}{n_3} = \frac{1.5 \times 75}{50} > 0,$$

物像相反为虚像。

6、一直径为 400mm, 折射率为 1.5 的玻璃球中有两个小气泡, 一个位于球心, 另一个位于 $1/2$ 半径处。沿两气泡连线方向在球两边观察, 问看到的气泡在何处? 如果在水中观察, 看到的气泡又在何处?

解: 设一个气泡在中心处, 另一个在第二面和中心之间。

(1) 从第一面向第二面看

$$\text{中心气泡: } \frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}$$
$$\frac{1}{l'} - \frac{1.5}{-200} = \frac{1 - 1.5}{-200} \quad \text{得到: } l' = -200$$

$$1/2 \text{ 半径处气泡: } \frac{1}{l'} - \frac{1.5}{-300} = \frac{1 - 1.5}{-200} \quad \text{得到: } l' = -400$$

(2) 从第二面向第一面看

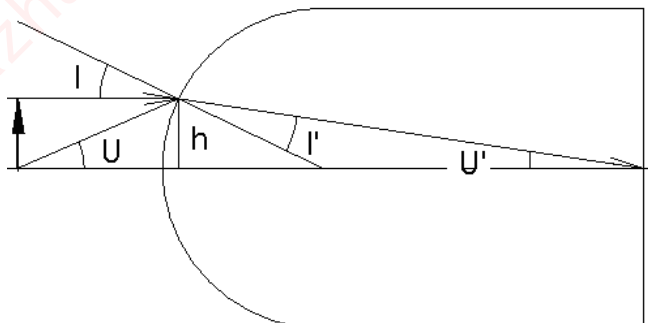
$$1/2 \text{ 半径处气泡: } \frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}, \quad n = 1, \quad r = 200, \quad n = 1.5, \quad l = 100$$
$$\text{得到: } l' = 80$$

(3) 在水中

$$\text{中心气泡对第一面成像: } \frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}, \quad n' = \frac{4}{3}, \quad r = 200, \quad n = 1.5, \quad l = 100$$
$$\text{得到: } l' = 94$$

$$1/2 \text{ 半径处气泡对第二面成像: } \frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}, \quad n' = \frac{4}{3}, \quad r = 200, \quad n = 1.5, \quad l = -200$$
$$\text{得到: } l' = -200$$

7、有一平凸透镜 $r_1=100\text{mm}$, $r_2=\infty$, $d=300\text{mm}$, $n=1.5$, 当物体在 $-\infty$ 时, 求高斯像的位置 l' 。在第二面上刻一十字丝, 问其通过球面的共轭像在何处? 当入射高度 $h=10\text{mm}$, 实际光线的像方截距为多少? 与高斯像面的距离为多少?



解:

对于平面, $l = 0$ 得到 $l' = 0$, 即像为其本身。

即焦面处发出的光经第一面成像于无穷远处, 为平行光出射。

(3) 当入射高度为 10mm 时:

$$\sin I = \frac{h}{r}$$

$$\sin I' = \frac{n}{n'} \sin I$$

$$U' = U + I - I'$$

$$L' = r \left(1 + \frac{\sin I'}{\sin U'} \right)$$

得到: $L' = 299.398$ $\Delta d = L' - l' = -0.7$

8、一球面镜半径 $r = -100\text{mm}$, 求 $\beta = 0, -0.1, -0.2, -1, 1, 5, 10, \infty$ 时的物距和像距。

解: (1)

$$\frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n' - n}{r}$$

$$\beta = \frac{l'}{l} = 0$$

$$r = -100$$

$$n = -n'$$

得到 $l = \infty$
 $l' = -50$

(2) 同理,

$$\beta = -0.1 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 450 \\ l' = -45 \end{array}$$

(3) 同理,

$$\beta = -0.2 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 200 \\ l' = -40 \end{array}$$

(4) 同理,

$$\beta = -1 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 100 \\ l' = -100 \end{array}$$

(5) 同理,

$$\beta = 1 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = -100 \\ l' = -100 \end{array}$$

(6) 同理,

$$\beta = 5 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 40 \\ l' = 200 \end{array}$$

(7) 同理,

$$\beta = 10 \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 45 \\ l' = 450 \end{array}$$

(8) 同理,

$$\beta = \infty \text{ 得到: } \begin{array}{l} l = 50 \\ l' = \infty \end{array}$$

9、一物体位于半径为 r 的凹面镜前什么位置时，可分别得到：放大 4 倍的实像，放大 4 倍的虚像、缩小 4 倍的实像和缩小 4 倍的虚像？

解：（1）放大 4 倍的实像

$$\beta = -4$$

$$\frac{1}{l'} + \frac{1}{l} = \frac{2}{r}, \quad \beta = -\frac{l'}{l} \quad \text{得到:} \quad \begin{aligned} l &= \frac{5}{8}r \\ l' &= -\frac{5}{2}r \end{aligned}$$

（2）放大四倍虚像

$$\beta = 4$$

$$\text{同理, 得到:} \quad \begin{aligned} l &= \frac{3}{8}r \\ l' &= -\frac{3}{2}r \end{aligned}$$

（3）缩小四倍实像

$$\beta = -\frac{1}{4}$$

$$\text{同理, 得到:} \quad \begin{aligned} l &= \frac{5}{2}r \\ l' &= \frac{5}{8}r \end{aligned}$$

（4）缩小四倍虚像

$$\beta = \frac{1}{4}$$

$$\text{同理, 得到:} \quad \begin{aligned} l &= -\frac{3}{2}r \\ l' &= \frac{3}{8}r \end{aligned}$$

第二章 习题及答案

1、已知照相物镜的焦距 $f' = 75\text{mm}$, 被摄景物位于 (以 F 点为坐标原点) $x = -\infty$ 、 -10m 、 -8m 、 -6m 、 -4m 、 -2m 处, 试求照相底片应分别放在离物镜的像方焦面多远的地方。

解: (1) $xx' = ff'$, $x = -\infty$ 得到: $x' = 0$

$$(2) x = -10, x' = 0.5625$$

$$(3) x = -8, x' = 0.703$$

$$(4) x = -6, x' = 0.937$$

$$(5) x = -4, x' = 1.4$$

$$(6) x = -2, x' = 2.81$$

2、已知一个透镜把物体放大 $-3\times$ 投影在屏幕上, 当透镜向物体移近 18mm 时, 物体将被放大 $-4\times$ 试求透镜的焦距, 并用图解法校核之。

解:

$$\beta_1 = -\frac{f}{x_1} = -3$$

$$\beta_2 = -\frac{f}{x_2} = -4$$

$$x_2 - x_1 = 18$$

解得: $f' = 216\text{mm}$

3. 一个薄透镜对某一物体成实像, 放大率为 $-1\times$, 今以另一个薄透镜紧贴在第一个透镜上, 则见像向透镜方向移动 20mm , 放大率为原先的 $3/4$ 倍, 求两块透镜的焦距为多少?

解:

$$\text{由 } \begin{cases} l_2 - l_2' = 20 \\ \beta_2 = \frac{3}{4} = \frac{l_2'}{l_2} \end{cases}, \text{ 解得: } l_2 = 80 = l_1', l_2' = 60$$

$$\frac{1}{l_2'} - \frac{1}{l_2} = \frac{1}{f_2'}, \text{ 解得: } f_2' = 240$$

$$\beta_1 = \frac{l_1'}{l_1} = -1, l_1 = -80, \frac{1}{l_1'} - \frac{1}{l_1} = \frac{1}{f_1'}, \text{ 解得: } f_1' = 40$$

4. 有一正薄透镜对某一物成倒立的实像，像高为物高的一半，今将物面向透镜移近 100mm，则所得像与物同大小，求该正透镜组的焦距。

解：

$$\beta_1 = -\frac{f}{x_1} = -\frac{1}{2}$$

$$\text{由 } \beta_2 = -\frac{f}{x_1} = -1 \text{ 解得: } f' = 100\text{mm}$$

$$x_2 - x_1 = 100$$

5. 希望得到一个对无限远成像的长焦距物镜，焦距 $f = 1200\text{mm}$ ，由物镜顶点到像面的距离 $L = 700\text{ mm}$ ，由系统最后一面到像平面的距离（工作距）为 $l_k' = 400\text{mm}$ ，按最简单结构的薄透镜系统考虑，求系统结构，并画出光路图。

解：

$$\textcircled{1} f' = -\frac{f_1 f_2'}{\Delta} = 1200$$

$$\textcircled{2} \Delta = d - f_1' + f_2'$$

$$\textcircled{3} d = L - l_k' = 700 - 400$$

$$\textcircled{4} l_k' = f_2' \left(1 - \frac{d}{f_1'}\right) = l_k' = 400$$

$$\text{由 } \textcircled{1}\textcircled{2}\textcircled{3}\textcircled{4} \text{ 得 } f_1' = 400, f_2' = -240, d = 300$$

6. 一短焦距物镜，已知其焦距为 35 mm，筒长 $L = 65\text{ mm}$ ，工作距，按最简单结构的薄透镜系统考虑，求系统结构。

解:

$$\textcircled{1} f' = -\frac{f_1 f_2'}{\Delta} = 35$$

$$\textcircled{2} \Delta = d - f_1' + f_2'$$

$$\textcircled{3} d = L - l_k' = 65 - 50$$

$$\textcircled{4} l_k' = f'(1 - \frac{d}{f_1'}) = l_k' = 50$$

由①②③④得 $f_1' = -35$, $f_2' = 25$, $d=15$

7. 已知一透镜 $r_1 = -200\text{mm}$, $r_2 = -300$, $d = 50\text{mm}$, $n = 1.5$, 求其焦距、光焦度。

解:

$$f = \frac{nr_1 r_2}{(n-1)[n(r_2 - r_1) + (n-1)d]} = -1440\text{mm}$$

$$\phi = \frac{1}{f'} = -0.69\text{m}^{-1}$$

8. 一薄透镜组焦距为 100 mm, 和另一焦距为 50 mm 的薄透镜组合, 其组合焦距仍为 100 mm, 问两薄透镜的相对位置。

解:

$$\begin{cases} f_1' = 100 \\ f_2' = 50 \\ f = 100 \end{cases} \quad \text{又} \because f' = -\frac{f_1' f_2'}{\Delta}$$

$$\therefore \Delta = -50 = d - f_1' + f_2' = d - 100 - 50 \quad \text{得: } d=100\text{mm}$$

9. 长 60 mm, 折射率为 1.5 的玻璃棒, 在其两端磨成曲率半径为 10 mm 的凸球面, 试求其焦距。

解: $f = \frac{nr_1 r_2}{(n-1)[n(r_2 - r_1) + (n-1)d]} = \infty$,

10. 一束平行光垂直入射到平凸透镜上, 会聚于透镜后 480 mm 处, 如在此透镜凸面上镀银, 则平行光会聚于透镜前 80 mm 处, 求透镜折射率和凸面曲率半径。

解:

$$\varphi = (n-1)(\rho_1 - \rho_2) = 0 \quad \text{薄透镜}$$

$$f' = \frac{1}{\varphi} = -\frac{r}{n-1} = 480 \quad \text{①}$$

$$\text{凸面镀银后, } l_1 = \infty, \quad n' = -n \text{ 则: } \frac{1}{l_1'} + \frac{1}{l_1} = \frac{2}{r} \quad \rightarrow \quad l_1' = \frac{r}{2}$$

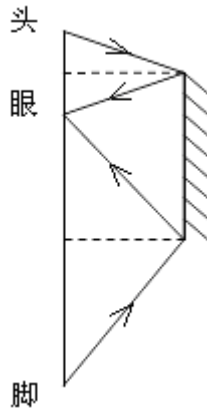
$$\text{对于平面而言, } -l_1' = l_2, \quad r = \infty, \text{ 则: } \frac{n'}{l_2'} + \frac{n}{l_2} = \frac{2}{r} = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{1}{80} = \frac{n}{-\frac{r}{2}} \quad \text{②}$$

$$\text{由①②可解得} \begin{cases} r = -240 \\ n = 1.5 \end{cases}$$

第三章 习题及答案

1. 人照镜子时，要想看到自己的全身，问镜子要多长？人离镜子的距离有没有关系？

解：



镜子的高度为 $1/2$ 人身高，和前后距离无关。

2. 设平行光管物镜 L 的焦距 $f' = 1000\text{mm}$ ，顶杆与光轴的距离 $a = 10\text{mm}$ ，如果推动顶杆使平面镜倾斜，物镜焦点 F 的自准直像相对于 F 产生了 $y = 2\text{mm}$ 的位移，问平面镜的倾角为多少？顶杆的移动量为多少？

解：

$$y = 2f'\theta \quad , \quad \theta = \frac{y}{2f'} = \frac{2}{2 \times 1000} = 0.001\text{rad}$$

$$y = \frac{2f'}{a}x \quad , \quad x = \frac{ya}{2f'} = 0.01\text{mm}$$

3. 一光学系统由一透镜和平面镜组成，如图 3-1 所示，平面镜 MM 与透镜光轴垂直交于 D 点，透镜前方离平面镜 600mm 有一物体 AB ，经透镜和平面镜后，所成虚像 $A''B''$ 至平面镜的距离为 150mm ，且像高为物高的一半，试分析透镜焦距的正负，确定透镜的位置和焦距，并画出光路图。

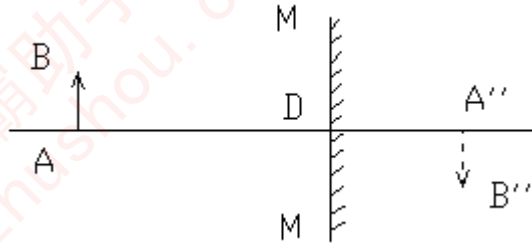
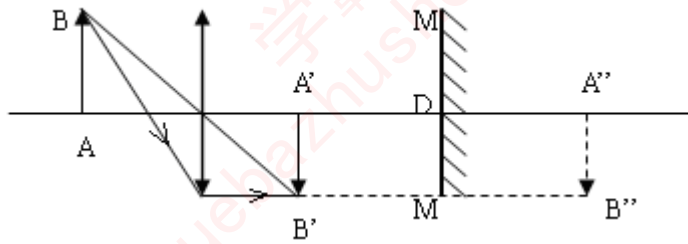


图 3-1 习题 3 图

解：平面镜成 $\beta=1$ 的像，且分别在镜子两侧，物像虚实相反。

$$\begin{cases} l' - l = 600 - 150 = 450 \\ \beta = -\frac{1}{2} = \frac{l'}{l} \end{cases} \quad \text{解得: } \begin{cases} l' = 150\text{mm} \\ l = -300\text{mm} \end{cases}$$

$$\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'} \quad , \quad \text{解得: } f' = 100\text{mm}$$



4. 用焦距=450mm 的翻拍物镜拍摄文件，文件上压一块折射率 $n=1.5$ ，厚度 $d=15\text{mm}$ 的玻璃平板，若拍摄倍率 $\beta = -1^*$ ，试求物镜后主面到平板玻璃第一面的距离。

解：

$$(1) \quad \beta = -1 = -\frac{x'}{f'} \quad , \quad \text{得: } x' = 450, \quad \text{即 } l' = -900$$

$$(2) \quad \beta = -1 = \frac{l'}{l} \quad , \quad \text{得: } l = l' = -900$$

此为平板平移后的像。

$$\Delta i' = d \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 5$$

$$900 - (15 - 5) = 890$$

5. 棱镜折射角 $\alpha = 60^{\circ}7'40''$ ，C 光的最小偏向角 $\delta = 45^{\circ}28'18''$ ，试求棱镜光学材料的折射率。

解：

$$\sin \frac{1}{2}(\alpha + \delta_m) = n \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{\sin \frac{1}{2}(60^{\circ}7'40'' + 45^{\circ}28'18'')}{\sin \frac{1}{2} \times 60^{\circ}7'40''} = n$$

6. 白光经过顶角 $\alpha = 60^{\circ}$ 的色散棱镜， $n=1.51$ 的色光处于最小偏向角，试求其最小偏向角值及 $n=1.52$ 的色光相对于 $n=1.51$ 的色光间的交角。

解：

$$\sin \frac{60 + \delta_m}{2} = 1.51 \sin \frac{60}{2}, \quad \delta_m = 38^{\circ}3'3''$$

$$\sin \frac{60 + \delta'_m}{2} = 1.52 \sin \frac{60}{2}, \quad \delta'_m = 38^{\circ}55'53''$$

$$\Delta \delta = 52'50''$$

第四章 习题及答案

1. 二个薄凸透镜构成的系统, 其中 $D_1 = D_2 = 4\text{cm}$, $f_1' = 8\text{cm}$, $f_2' = 3\text{cm}$, L_2 位于 L_1 后 5cm , 若入射平行光, 请判断一下孔径光阑, 并求出入瞳的位置及大小。

解: 判断孔径光阑: 第一个透镜对其前面所成像为本身, $D_{E1} = 4\text{cm}$

第二个透镜对其前面所成像为 L_2' , 其位置:

$$\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'}, l' = -40/3\text{cm}$$

大小为: $\frac{y'}{y} = \frac{l'}{l}, 2y' = 10.7\text{cm}$

故第一透镜为孔径光阑, 其直径为 4 厘米. 它同时为入瞳.

2. 设照相物镜的焦距等于 75mm, 底片尺寸为 $55 \times 55\text{mm}^2$, 求该照相物镜的最大视场角等于多少?

解:

$$\begin{aligned} \text{tg}\omega &= \frac{\sqrt{55^2 + 55^2}}{2 \times 75} \\ \Rightarrow 2\omega &= 54.8^\circ \end{aligned}$$

学霸助手
xuebazhushou.com

学霸助手
xuebazhushou.com

学霸助手
xuebazhushou.com

第五章 习题及答案

1、一个 100W 的钨丝灯，发出总光通量为 1400lm，求发光效率为多少？

解：

$$\eta = \frac{\phi_V}{P} = 1400\text{lm} / 100\text{W} = 14\text{lm} / \text{W}$$

2、有一聚光镜，（数值孔径 $NA = n \sin U$ ），求进入系统的能量占全部能量的百分比。

解：

$$\left. \begin{array}{l} \because \Omega = 4\pi \sin^2\left(\frac{u}{2}\right) \\ \sin u = 0.5 \Rightarrow u = 30^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \Omega_1 = 0.84(\text{Sr})$$

而一点周围全部空间的立体角为 $\Omega_2 = 4\pi(\text{Sr})$

$$\Rightarrow \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = 0.84 / 4\pi = 6.7\%$$

3、一个 6V, 15W 的钨丝灯，已知： $\eta = 14\text{lm} / \text{W}$ ，该灯与一聚光镜联用，灯丝中心对聚光镜所张的孔径角 $u \approx \sin U = 0.25$ ，若设灯丝是各向均匀发光，求 1) 灯泡总的光通量及进入聚光镜的能量；2) 求平均发光强度

解：

1) 求总的光通量 ϕ_V ： $\eta = \frac{\phi}{P} \Rightarrow \phi = P \cdot \eta = 14 \times 15 = 210\text{lm}$

2) 求进入系统的能量： $\Omega = 4\pi \sin^2\left(\frac{U}{2}\right) \Rightarrow \Omega = \pi u^2 = \pi \cdot 0.25^2 = \frac{\pi}{16}(\text{Sr})$
 $u \approx \sin U = 0.25$

那么一点周围全部空间的立体角为？ $\Omega_2 = 4\pi \Rightarrow \frac{\Omega}{4\pi} = \frac{\frac{\pi}{16}}{4\pi} = 0.016$

即进入系统的能量占全部能量的 1.6% $\Rightarrow \phi' = 0.016 \times 210 = 3.36\text{lm}$

3) 发光强度: $I_0 = \frac{\phi}{\Omega} = 210/4\pi = 16.7(cd)$

4、一个 $40W$ 的钨丝灯发出的总的光通量为 $\phi = 500lm$ ，设各向发光强度相等，求以灯为中心，半径分别为： $r = 1m, 2m, 3m$ 时的球面的光照度是多少？

解：

$$E_v = \frac{\phi_v}{A}$$

$$r = 1m \Rightarrow A = 4\pi r^2 = 4\pi \Rightarrow E_v = \frac{500}{4\pi} = 40lx$$

$$r = 2m \Rightarrow A = 4\pi r^2 = 16\pi \Rightarrow E_v = \frac{500}{16\pi} = 10lx$$

$$r = 3m \Rightarrow A = 4\pi r^2 = 36\pi \Rightarrow E_v = \frac{500}{36\pi} = 4.4lx$$

5、一房间，长、宽、高分别为： $5m, 3m, 3m$ ，一个发光强度为 $I = 60cd$ 的灯挂在天花板中心，离地面 $2.5m$ ，1) 求灯正下方地板上的光照度；2) 在房间角落处地板上的光照度。

解：

根据点光源照度的计算公式有： $E_v = \frac{I \cos \theta}{r^2}$

1) 当分析灯正下方地板上的光照度时， $\theta = 0$ $\Rightarrow E = \frac{I}{r^2} = \frac{60}{2.5^2} = 9.6lx$

2) 设灯到角落的距离为 r ，则： $r = \sqrt{2.5^2 + (\frac{5}{2})^2 + (\frac{3}{2})^2} = 3.841m$

根据光照度的公式：

$$E = \frac{I \cos \theta}{r^2} \quad \dots \cos \theta = ?$$

$$\cos \theta = \frac{2.5}{r}$$

故有： $E = \frac{I \cos \theta}{r^2} = \frac{I \frac{2.5}{r}}{r^2} = 2.65lx$

第四章 习题及答案

1. 二个薄凸透镜构成的系统, 其中 $D_1 = D_2 = 4\text{cm}$, $f_1' = 8\text{cm}$, $f_2' = 3\text{cm}$, L_2 位于 L_1 后 5cm , 若入射平行光, 请判断一下孔径光阑, 并求出入瞳的位置及大小。

解: 判断孔径光阑: 第一个透镜对其前面所成像为本身, $D_{11} = 4\text{cm}$

第二个透镜对其前面所成像为 L_2' , 其位置:

$$\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'}, l' = -40/3\text{cm}$$

大小为: $\frac{y'}{y} = \frac{l'}{l}, 2y' = 10.7\text{cm}$

故第一透镜为孔径光阑, 其直径为 4 厘米. 它同时为入瞳.

2. 设照相物镜的焦距等于 75mm, 底片尺寸为 $55 \times 55\text{mm}^2$, 求该照相物镜的最大视场角等于多少?

解:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \omega &= \frac{\sqrt{55^2 + 55^2}}{2 \times 75} \\ \Rightarrow 2\omega &= 54.8^\circ \end{aligned}$$

学霸助手
xuebazhushou.com

学霸助手
xuebazhushou.com

学霸助手
xuebazhushou.com

第七章 习题及答案

1. 一个人近视程度是 $-2D$ （屈光度），调节范围是 $8D$ ，求：（1）其远点距离；
（2）其近点距离；
（3）配带 100 度的近视镜，求该镜的焦距；
（4）戴上该近视镜后，求看清的远点距离；
（5）戴上该近视镜后，求看清的近点距离。

解：这点距离的倒数表示近视程度

$$(1) \frac{1}{l_r} = -2(D) \Rightarrow l_r = -\frac{1}{2} = 0.5m$$

$$(2) R - P = \bar{A} \Rightarrow -2 - P = \bar{A} = 8 \Rightarrow P = -10, \frac{1}{l_p} = -\frac{1}{10} = -0.1m$$

$$(3) \left. \begin{array}{l} f' = l_r \\ \frac{1}{l_r} = R = -1(D) \Rightarrow l_r = -1m \end{array} \right\} \Rightarrow f' = -1m$$

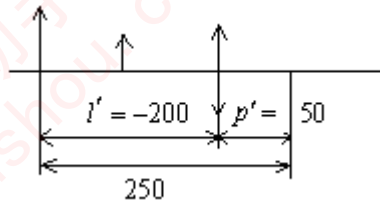
$$(4) f' = l_r = -1m$$

$$(5) \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{l_1'} - \frac{1}{l_1} = \frac{1}{-1000} \\ l_1' = -0.5m = 500mm \end{array} \right. \Rightarrow l_1 = -1000mm = -1m$$

$$R - P = \bar{A} = 8, -1 - P = 8 \Rightarrow P = -9, l_p = -\frac{1}{9} (m)$$

2. 一放大镜焦距 $f' = 25mm$ ，通光孔径 $D = 18mm$ ，眼睛距放大镜为 $50mm$ ，像距离眼睛在明视距离 $250mm$ ，渐晕系数 $K=50\%$ ，试求：（1）视觉放大率；（2）线视场；（3）物体的位置。

解：



$$(1) \Gamma = \frac{250}{f'} + 1 - \frac{p'}{f'} = 10 + 1 - \frac{50}{25} = 9^{\times}$$

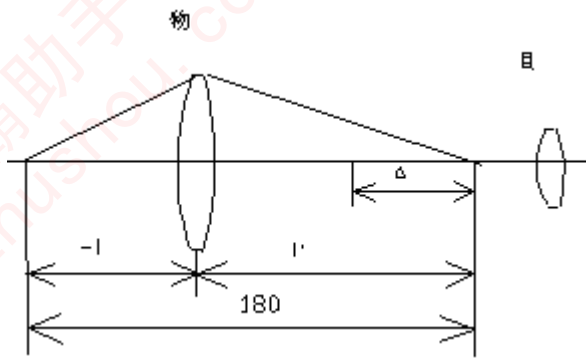
$$(2) 2y = \frac{500h}{\Gamma p'} = \frac{500 \times 9}{9 \times 50} = 10$$

$$(3) \begin{cases} \frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'} \\ l' = -200 \end{cases} \Rightarrow l = -\frac{200}{9}$$

3. 一显微物镜的垂轴放大倍率 $\beta = -3^{\times}$ ，数值孔径 $NA=0.1$ ，共轭距 $L=180\text{mm}$ ，物镜框是孔径光阑，目镜焦距 $f'_e = 25\text{mm}$ 。

- (1) 求显微镜的视觉放大率；
- (2) 求出射光瞳直径；
- (3) 求出射光瞳距离（镜目距）；
- (4) 斜入射照明时， $\lambda = 0.55\mu\text{m}$ ，求显微镜分辨率；
- (5) 求物镜通光孔径；
- (6) 设物高 $2y=6\text{mm}$ ，渐晕系数 $K=50\%$ ，求目镜的通光孔径。

解：



$$(1) \Gamma = \beta \Gamma_{\text{目}} = -3 \times \frac{250}{25} = -30^\circ$$

$$\begin{cases} \beta = -3 = \frac{l'}{l} \Rightarrow l' = -3l \\ l' - l = 180 \end{cases} \Rightarrow l = -45, l' = 135$$

$$(2) \beta = \frac{l'}{l} = \frac{29.6}{-160} = \frac{2h}{2h'} \quad 2h: \text{物孔径} \quad 2h': \text{出瞳距}$$

$$NA = n \sin u = 0.1 = \sin u \approx \text{tgu} \approx \frac{h}{45} = 0.1$$

$$h = 4.5 \Rightarrow 2h = 9$$

$$2h = \frac{29.6}{-160} \times 9 = 1.67 \text{mm}$$

(3) 物方孔阑 它经目镜成像
物目距离 $135 + 25 = 160$

$$\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f_{\text{目}}} \Rightarrow \frac{1}{l'} - \frac{1}{-100} = \frac{1}{25} \Rightarrow l = 29.6$$

$$(4) \sigma = \frac{0.5\lambda}{NA} = \frac{0.5 \times 0.55 \mu}{0.1} = 0.00275 \text{mm}$$

$$(6) \text{tg} \omega = \frac{3}{45} = \frac{D_{\text{目}}/2}{135 + 25} \Rightarrow D_{\text{目}} = 21.33$$

4. 欲分辨 0.000725mm 的微小物体, 使用波长 $\lambda = 0.00055 \text{mm}$, 斜入射照明, 问:

(1) 显微镜的视觉放大率最小应多大?

(2) 数值孔径应取多少适合?

解: 此题需与人眼配合考虑

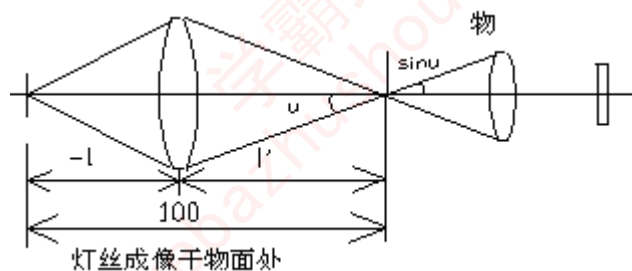
$$(1) \sigma = \frac{0.5\lambda}{NA} = 0.000725 \quad \Rightarrow \quad NA = \frac{0.5 \times 0.00055}{0.000725} = 0.4$$

在明视处人眼能分辨最小距离

$$(2) \Gamma = \frac{0.00029 \times 250}{0.000725} = 200\times$$

5. 有一生物显微镜, 物镜数值孔径 $NA=0.5$, 物体大小 $2y=0.4\text{mm}$, 照明灯丝面积 $1.2 \times 1.2\text{mm}^2$, 灯丝到物面的距离 100mm , 采用临界照明, 求聚光镜焦距和通光孔径。

解:



视场光阑决定了物面大小, 而物面又决定了照明 的大小

$$2y = 0.4$$

$$NA = n \sin u = 0.5 \Rightarrow \sin u = 0.5$$

$$\sin u = \tan u = \frac{D/2}{l'}$$

$$l' - l = 100$$

$$\frac{l'}{l} = \frac{0.4}{1.2} = \beta \Rightarrow \begin{cases} l' = 25 \\ l = -75 \end{cases}$$

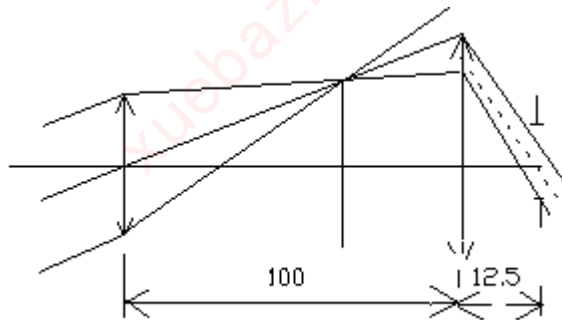
$$\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{25} - \frac{1}{-75} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = 18.75$$

$$\sin u = \operatorname{tg} u = \frac{D/2}{l'} \Rightarrow 0.5l' = D/2 \Rightarrow D = l' = 25$$

6. 为看清 4km 处相隔 150mm 的两个点 (设 $l' = 0.0003\text{rad}$)，若用开普勒望远镜观察，则：

- (1) 求开普勒望远镜的工作放大倍率；
- (2) 若筒长 $L=100\text{mm}$ ，求物镜和目镜的焦距；
- (3) 物镜框是孔径光阑，求出设光瞳距离；
- (4) 为满足工作放大率要求，求物镜的通光孔径；
- (5) 视度调节在 $\pm 5D$ (屈光度)，求目镜的移动量；
- (6) 若物方视场角 $2\omega = 8^\circ$ ，求像方视场角；
- (7) 渐晕系数 $K=50\%$ ，求目镜的通光孔径；

解：



$$\varphi_0 = \frac{150}{4000000} = 0.0000375$$

因为：应与人眼匹配

$$(1) M = \frac{l'}{\varphi_0} = \frac{0.0003}{0.0000375} = 8'$$

$$(2) \quad \begin{aligned} l = 100 = f_{\text{目}}' + f_{\text{物}}' & \Rightarrow f_{\text{目}}' = 11.1 \\ \Gamma = \frac{f_{\text{物}}'}{f_{\text{目}}'} = 8 & \Rightarrow f_{\text{物}}' = 88.9 \end{aligned}$$

$$(3) \quad \text{出瞳} \quad \frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f_{\text{目}}'} \Rightarrow l' = 12.5$$

$$(4) \quad \varphi = \frac{140^\circ}{D} \Rightarrow D = \frac{140}{\varphi} = 18.4$$

$$(5) \quad x = \frac{\pm D f_{\text{目}}'^2}{1000} = \pm 0.62$$

$$(6) \quad \Gamma = 8 = \frac{\text{tg } \omega'}{\text{tg } \omega} \Rightarrow \text{tg } \omega' = 8 \text{tg } 4^\circ \Rightarrow \omega' = 29.2 \Rightarrow 2\omega' = 58.4^\circ$$

$$(7) \quad \text{tg } 4 = \frac{h}{100} \Rightarrow h = \text{tg } 4 \times 100 = 7 \times 2 = 14$$

7. 用电视摄像机监视天空中的目标，设目标的光亮度为 2500 cd/m^2 ，光学系统的透过率为 0.6，摄象管靶面要求照度为 20 lx ，求摄影物镜应用多大的光圈。

解：

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{4} = \tau \pi L \left(\frac{D}{f'} \right)^2 \\ \tau &= 0.6 & \Rightarrow F = \frac{f'}{D} = 7.6 \approx 8 \\ L &= 2500 \\ E &= 20 \end{aligned}$$