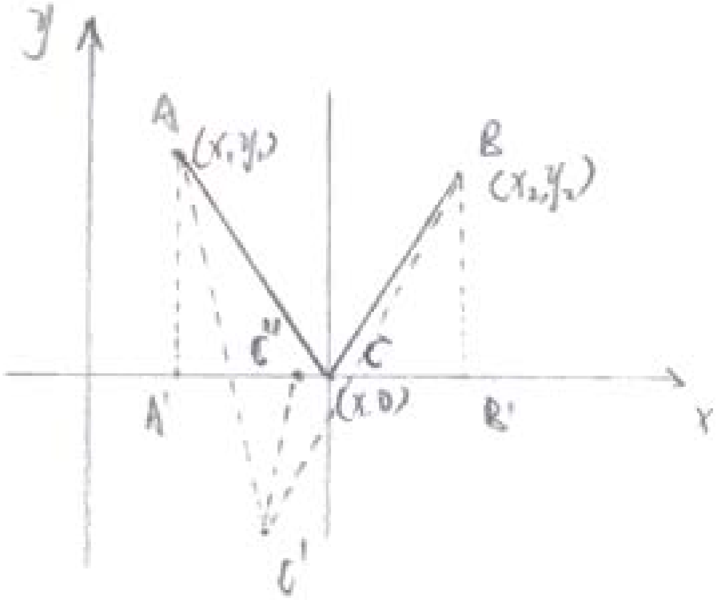
1. 证：设两个均匀介质的分界面是平面，它们的折射率为 n_1 和 n_2。光线通过第一介质中指定的 A 点后到达同一介质中指定的 B 点。为了确定实际光线的路径，通过 A,B 两点作平面垂直于界面，$\overline{OO'}$ 是他们的交线，则实际 光线在界面上的反射点 C 就可由费马原理来确



定（如右图）。

（1）　反正法：如果有一点 C' 位于线外，则对应于 C'，必可在 OO' 线上找到它的垂足 C''.由于 $\overline{AC'} > \overline{AC''}$,$\overline{C'B} > \overline{C''B}$,故光谱 $AC'B$ 总是大于光程 $AC''B$ 而非极小值，这就违背了费马原理，故入射面和反射面在同一平面内得证。

（2）　在图中建立坐 oxy 标系，则指定点 A,B 的坐标分别为（x_1, y_1）和（x_2, y_2），未知点 C 的坐标为（$x, 0$）。C 点在 A', B' 之间是，光程必小于 C 点在 $\overline{A'B'}$ 以外的相应光程，即 $x_1 < x < x_2$，于是光程 ACB 为：

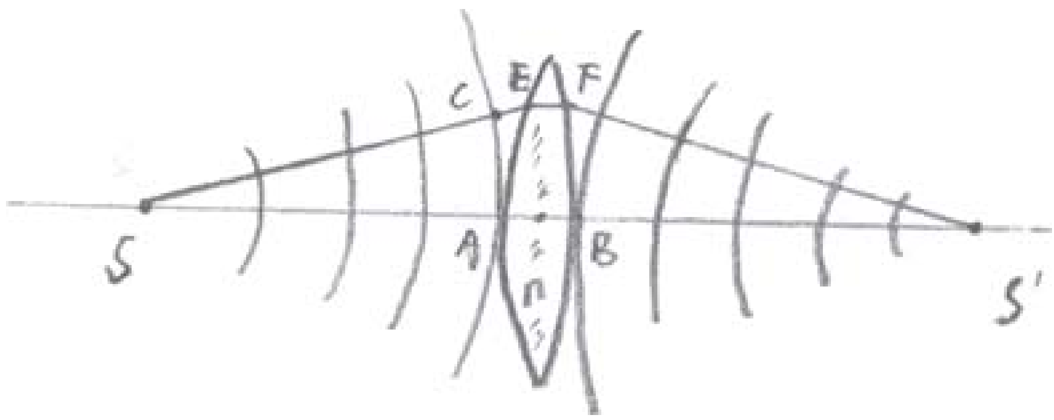
$$n_1\overline{ACB} = n_1\overline{AC} + n_1\overline{CB} = n_1\sqrt{(x-x_1)^2 + y_1^2} + n_1\sqrt{(x_2-x)^2 + y_2$$

根据费马原理，它应取极小值，即：

$$\frac{d}{dx}(n_1\overline{ACB}) = \frac{n_1(x-x_1)}{\sqrt{(x-x_1)^2+y_1^2}} - \frac{n_1(x_2-x)}{\sqrt{(x_2-x)^2+y_2^2}} = n_1(\frac{\overline{A'C}}{\overline{AC}} - \frac{\overline{C}}{\overline{C}}$$

$\because i'_1 = i_1$，$\therefore \frac{d}{dx}(n_1\overline{ACB}) = 0$

取的是极值，符合费马原理。故问题得证。



2.(1)证：如图所示，有位于主光轴上的一个物点 S 发出的光束

经薄透镜折射后成一个明亮的实象点S'。由于球面 AC 是由 S 点

发出的光波的一个波面，而球面 DB 是会聚于S'的球面波的一个

波面，固而 $SC = SB$，$S'D = S'B$．又∵光程 $CEFD = CE + n\overline{EF} + FD$，

而光程$AB = n\overline{AB}$。根据费马原理，它们都应该取极值或恒定值，

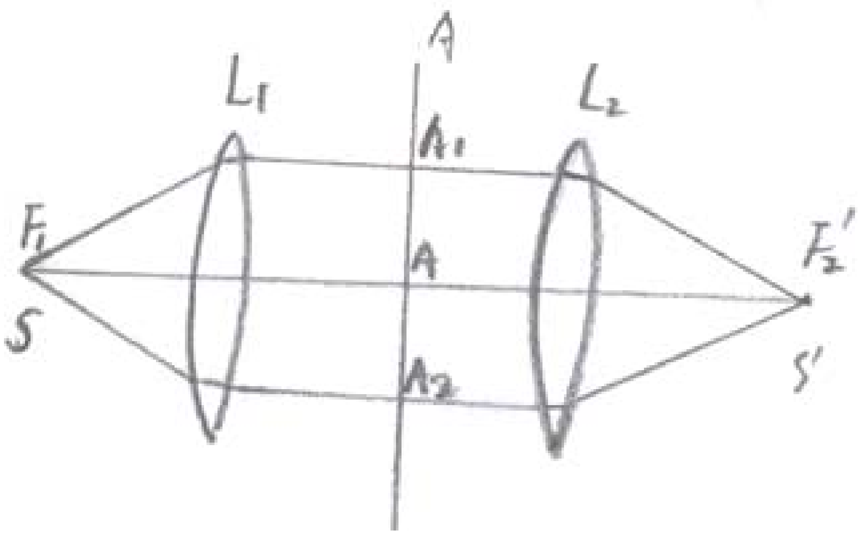
这些连续分布的实际光线，在近轴条件下其光程都取极大值或

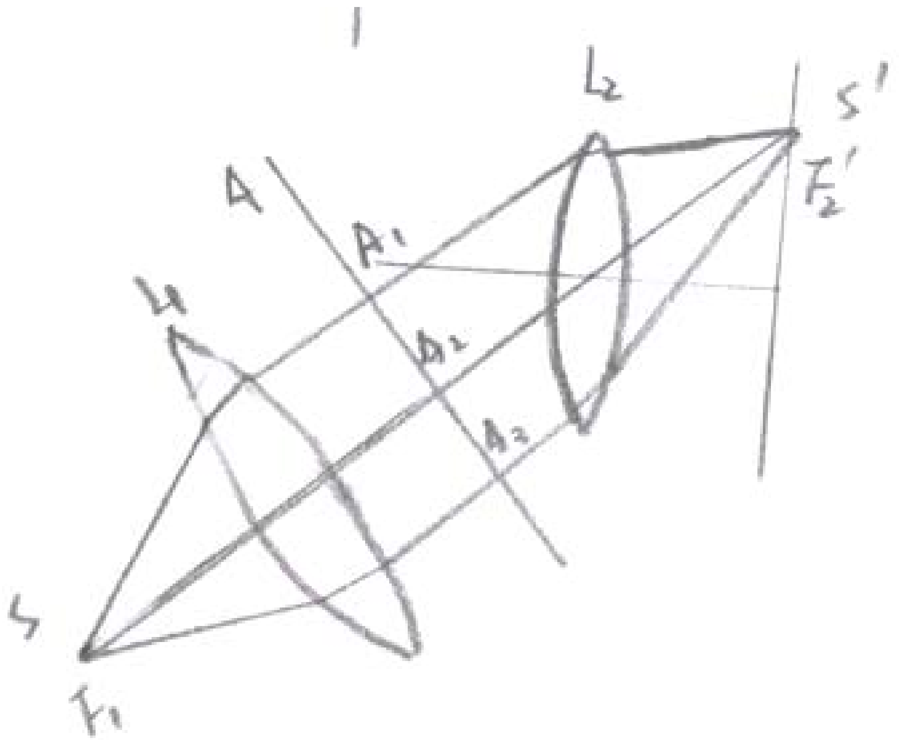
极小值是不可能的，唯一的可能性是取恒定值，即它们的光程却相等。

由于实际的光线有许多条。我们是从中去两条来讨论，故从物点发出

并会聚到像点的所有光线的光程都相等得证。

除此之外，另有两图如此，并与今后常用到：





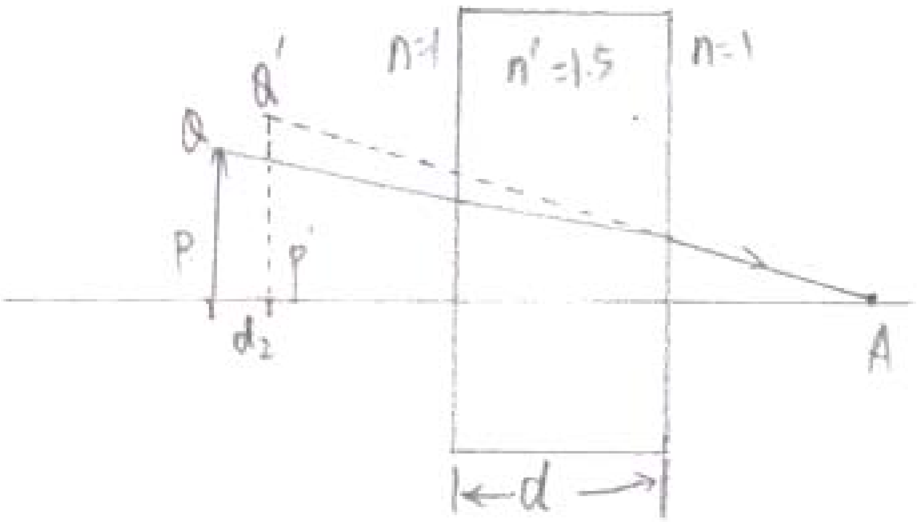
3.解：由 $P_{164}L\ 3-1$ 的结果

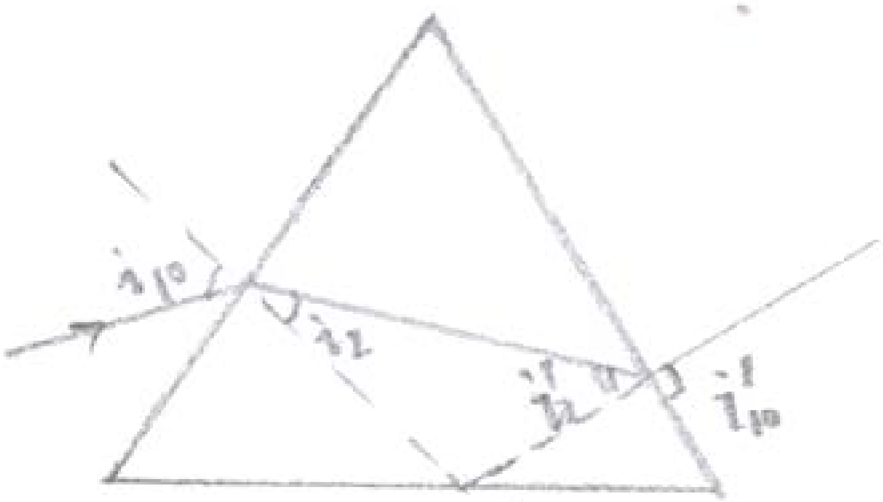
$\overline{PP'}=h(1-\frac{1}{n})$ 得：

$$d_2=d\ (1-\frac{1}{n})$$

$=30\times(1-\frac{1}{1.5})$

=10（cm）





4.解：由 P_{170} 结果知：

（1） ∵

$$n=\frac{\sin\frac{\theta_0+A}{2}}{\sin\frac{A}{2}}, \quad n\sin\frac{A}{2}=\sin\frac{\theta_0+A}{2}$$

∴ $$\theta_0=2\sin^{-1}[n\sin\frac{A}{2}]-A$$

$$=2\sin^{-1}[1.6\times\sin\frac{60^\circ}{2}]-60^\circ$$

$$=2\sin^{-1}[0.8]-60^\circ$$

$$=2\times 53.13^\circ-60^\circ$$

$$=46.26^\circ$$

$$\approx 46^\circ 16'$$

（2） $$i'=\frac{\theta_\circ+A}{2}=\frac{46^\circ 16'+60^\circ}{2}=53^\circ 08'$$

(3) ∵ $$n=\frac{\sin i_2}{\sin i_{10}}$$

∴ $$\sin i'_2=\frac{\sin i'_{10}}{n}=\frac{\sin 90^\circ}{1.6}=\frac{1}{1.6}$$

$$i'_2 = \sin^{-1}\frac{1}{1.6} = 38.68^\circ = 38^\circ 41'$$

而 $i_2 = A - i'_2 = 60^\circ - 38^\circ 41' = 21^\circ 19'$

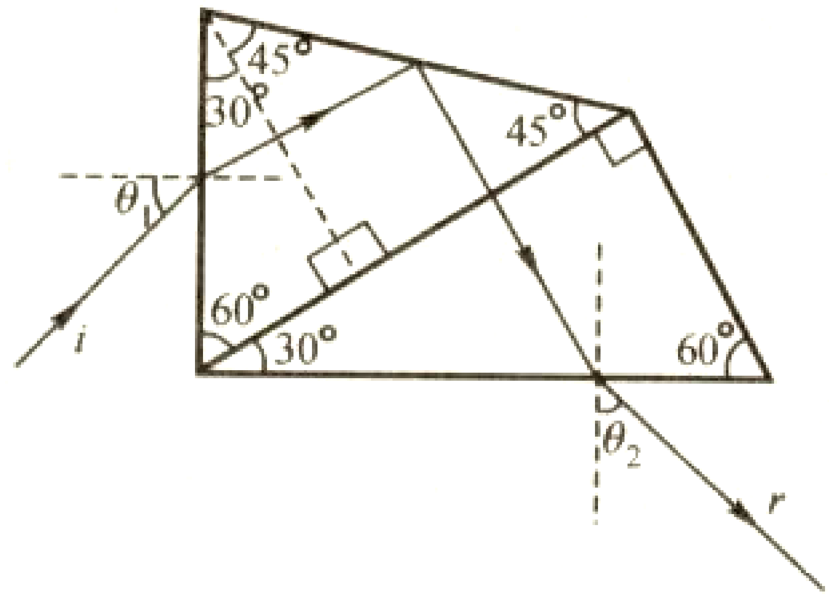
又 $\because$ $\dfrac{\sin i_2}{\sin i_{10}} = \dfrac{d}{n}$ $\sin i_{10} = n \sin i_2$

$\therefore$ $i_{10} = \sin^{-1}(1\sin 21^\circ 19')$

$= 35.57^\circ \approx 35^\circ 34'$

故： $i_{\min} = i_{10} = 35^\circ 34'$

5.证：



$\because \quad \sin\theta_1 = n\sin i_2$

若 $\sin\theta_1 = \frac{n}{2}$

则 $\sin i_2 = \frac{1}{2} \quad i_2 = 30^\circ$

即：$i'_2 = i_2 = 30^\circ$

而 $\sin\theta_2 n\sin i'_2 = \mathrm{nsin}30^\circ = \frac{1}{2}$

$\therefore \quad \theta_1 = \theta_2$ 得证。

又 $\because \quad \theta_1 + \alpha_1 = 90^\circ$ 而$\theta_1 = \theta_2$，

$\therefore \quad \theta_2 + \alpha_1 = 90^\circ$ 即$\gamma \perp \mathrm{i}$得证。

$or:$ 又$\because \theta_2 + \alpha_2 = 90^\circ, \therefore \alpha_1 = \alpha_2$，

故：$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ 即$\gamma \perp \mathrm{i}$得证。

讨论：1.由此可推论 $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ$

$2.n = \sin\theta_1 = 2\sin 45^\circ = 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} = 1.414$

6.解：

$\because \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$\therefore \quad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{s}$

即：$\frac{1}{s'} + \frac{1}{-10} - \frac{1}{-12} = -\frac{1}{60}$

$\therefore \quad s' = -60\,(cm)$

又$\because \frac{-y'}{y} = \frac{-s'}{-s}$

$\therefore y' = -\frac{s'}{s} y$

$= -\frac{-60}{-12} \times 5$

$= -25\,(cm)$

7.解：（1）

$\because \beta = \frac{y^{/}}{y} = -\frac{s^{/}}{s}$

$\therefore s^{/} = -\frac{y^{/}}{y} s = -\frac{1}{5} \times (-10) = 2(cm)$

又$\because \frac{1}{s^{/}} + \frac{1}{s} = \frac{2}{r}$

即$\frac{2}{r} = \frac{1}{2} - \frac{1}{10} = \frac{2}{5}$

$\therefore r = 5(cm)$

（2）$\because r = 5cm > 0$

是凸透镜.

8.解：

$$\because \frac{1}{s'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$$

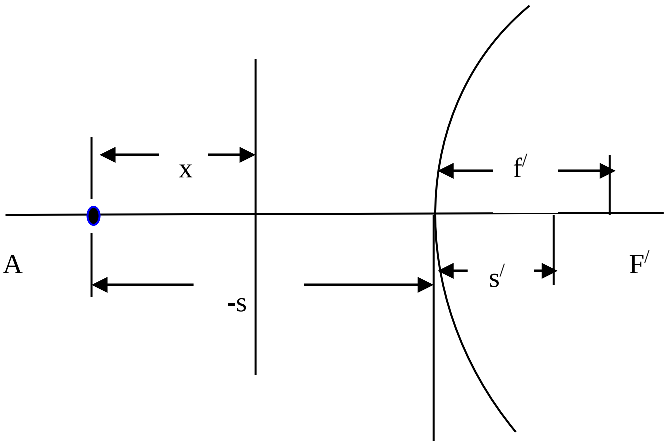
$$\therefore \frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}-\frac{1}{s}$$

$$=\frac{1}{10}-\frac{1}{(-40)}$$

$$=\frac{5}{40}=\frac{1}{8}$$

即：$s'=8(\mathrm{cm})$

$$\therefore x=\frac{s'+(-s)}{2}=\frac{8+40}{2}=24(cm)$$



9.证：

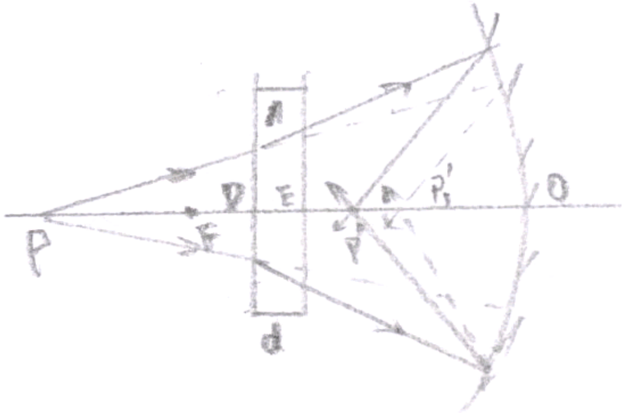
$$\because y'=\frac{n_2}{n_1}y$$

第一次折射：

$$n_2=n,\quad n_1=1$$

$$y=\overline{DP'_1}$$

$$\therefore y'=n\overline{DP'_1}$$



第二次折射：

$$n_2=1,\quad n_1=\mathrm{n}$$

$$y=y'_1-d\ ,y'_2=\frac{1}{n}(y'_1-d)=\overline{EP'_1}$$

$$\therefore \overline{PP'_1}=(-\overline{EP'_1})-(-\overline{EP'})=\overline{EP'}-\overline{EP'_1}$$

$$=\frac{1}{n}(y'_1-d)-(\overline{Dp'_1}-d)$$

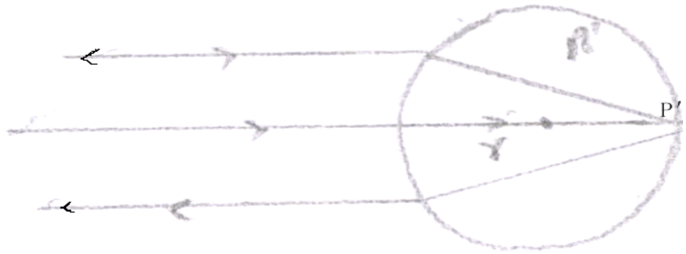
$$=\frac{1}{n}(n\overline{Dp'_1}-d)-(\overline{Dp'_1}-d)$$

$$=\overline{Dp'_1}-\frac{1}{n}d-\overline{Dp'_1}+d=d(1-\frac{1}{n})=d\frac{n-1}{n}$$

由图可知，若 使凹透镜向物体移动 $d\frac{n-1}{n}$ 的距离亦可得到同样的结果。

10.解：

$$\because \quad \frac{n}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{\gamma}$$



而： $s = \infty \quad s' = 2\gamma \quad n = 1$

$$\therefore \quad \frac{n'}{2\gamma} - \frac{n'-1}{\gamma}, \quad \frac{n'}{2} = n' - 1 \qquad n' - \frac{n'}{2} = 1$$

故 $n' = 2$

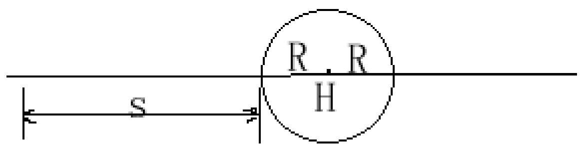
P′

11.解：

（1）由 $P_{208}\ L3-7$ 经导知：

$$f' = \frac{nR}{2(n-1)}$$

$$= \frac{1.5\times 4}{2(1.5-1)} = 6\,(cm)$$



按题意，物离物方主点 H 的距离为 $-(6+4)$，

于是由

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \quad 得$$

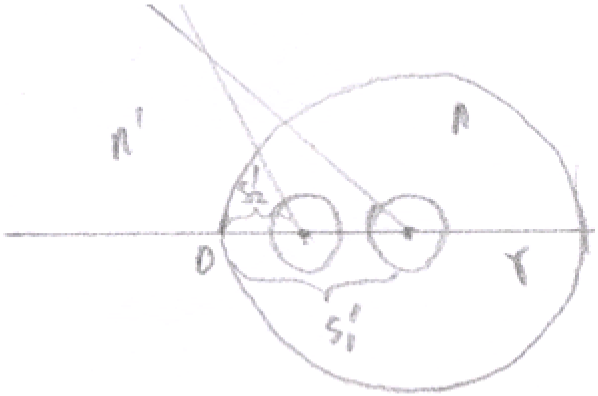
$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{6} + \frac{1}{-10} = \frac{5-3}{30} = \frac{1}{15}$$

$$\therefore s' = 15\,(cm)$$

（2）

$$\beta = \frac{s'}{s} = \frac{15}{6+4} = 1.5$$

12.解：



$$\because \frac{n}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

$$\therefore \frac{n}{s} = \frac{n'}{s'} - \frac{n'-n}{r}$$

（1）

$$\because s' = r$$

$$\therefore \frac{n}{s_1} = \frac{n'}{r} - \frac{n'-n}{r} = \frac{n}{r}$$

即 $s_1 = r$

仍在原处（球心），物像重合

（2）

$$\because s'_1 = \frac{r}{2}$$

$$\therefore \frac{n}{s_2} = \frac{n'}{r/2} - \frac{n'-n}{r} = \frac{2n'}{r} - \frac{n'-n}{r} = \frac{n'+n}{r}$$

$$s_2 = \frac{nr}{n'+n} = \frac{nD}{2(n'+n)}$$

$$= \frac{1.57 \times 20}{2 \times (1.53+1)} \approx 6.05\,(cm)$$

13.解：

（1）

$$\because \quad \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

$$\therefore \quad \frac{n}{s_2} = \frac{n'-n}{r} + \frac{n}{s}$$

$$又 \because s = r \qquad \frac{n'}{s'} = \frac{n'-n}{r} + \frac{n}{r} = \frac{n'}{r}$$

$$\therefore s' = r = 15cm 即鱼在原处$$

（2）

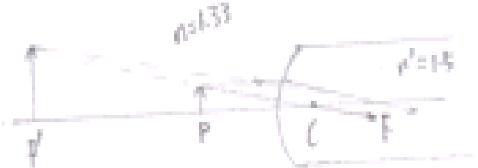
$$\because \quad \beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \cdot \frac{n}{n'} = \frac{15}{15} \times \frac{1.33}{1} = 1.33$$

14 解：

（1）

$$\because f = \frac{n'}{n'-n} r = -\frac{1.33}{1.50-1.33} \times 2 = -15.647cm$$

$$f' = \frac{n'}{n'-n} r = \frac{1.50}{1.50-1.33} \times 2 = 17.647cm$$



$$而 \frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1 \quad 即 \frac{f'}{s'} = 1 - \frac{f}{s} = \frac{s-f}{s}$$

$$\therefore s' = \frac{sf'}{s-f} = \frac{-8 \times 17.647}{-8-(-15.647)} = -\frac{141.176}{7.647} \approx -18.46 \approx -18.5cm$$

（2）

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \cdot \frac{n}{n'} = \frac{-18.5}{-8} \times \frac{1.33}{1.50} \approx 2.046 \approx 2$$

（3）

光路图如右：

15 解：

（1）

$$\because \quad f = {-n_1}\Big/{\left(\frac{n-n'}{r_1} - \frac{n_2-n}{r_2}\right)} \quad , n_1 = n_2 = n, r_1 = r_2 = r, n = n'$$

$$\therefore \quad f_1 = \frac{-n}{\frac{n-n'}{r} + \frac{-n+n'}{-r}} = \frac{1.33\times 10}{2\times(1.5-1.33)} \approx -39.12 = -f'_1$$

$$又 \because \frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1 \qquad f'_1 = -f_1$$

$$\therefore \frac{-f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{s} - \frac{1}{f} = \frac{1}{-20} - \frac{1}{-39.12} = -0.0244$$

$$\therefore s'_{凸} = s'_1 = -40.92 \ \ cm$$

（2）

$$\because \quad f = {n_1}\Big/{\left(\frac{n-n'}{r_1} + \frac{n_2-n}{r_2}\right)} \quad , n_1 = n_2 = n, r_1 = r_2 = r, n = n'$$

$$\therefore \quad f'_2 = \frac{n}{\frac{-n+n'}{-r} + \frac{n-n'}{r}} = -\frac{nr}{2(n'-n)} = -\frac{1.33\times 10}{2\times(1.5-1.33)} \approx -39.12 = -f_2$$

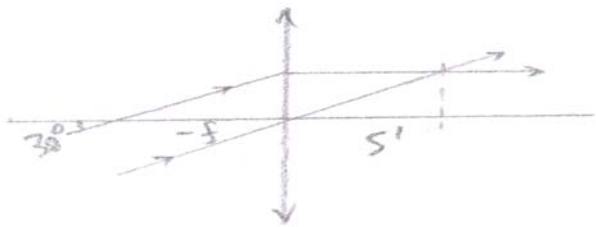
$$又 \because \frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1 \qquad f'_2 = -f_2$$

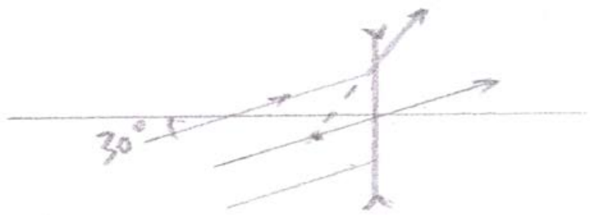
$$\therefore \frac{f'_2}{s'_2} + \frac{-f_2}{s} = 1$$

$$\frac{1}{s'_2} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'_2} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{-39.12} = -0.0756$$

$$\therefore s'_{凹} = s'_2 = -13.23 \ \ cm$$

（3）





16.解：（1）透镜在空气中和在水中的焦距分别为：

$$\frac{1}{f'_1}=(n-1)(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}) \qquad \frac{1}{f'_2}=\frac{n-n'}{n'}(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2})$$

$$\therefore \frac{f'_2}{f'_1}=\frac{n'(n-1)}{n-n'} \qquad n'(n-1)=(n-n')\frac{f'_2}{f'_1}$$

$$n'n-n'=n\frac{f'_2}{f'_1}-n'\frac{f'_2}{f'_1} \qquad n(n'-\frac{f'_2}{f'_1})=n'(1-\frac{f'_2}{f'_1})$$

$$\therefore \quad n=\frac{n'(1-\frac{f'_2}{f'_1})}{n'-\frac{f'_2}{f'_1}}=\frac{1.33\times(1-\frac{136.8}{40})}{1.33-\frac{136.8}{40}}=\frac{-3.22}{-2.09}\approx 1.54$$

$$\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}=\frac{1}{f'_1(n-1)}=\frac{1}{40\times(1.54-1)}=\frac{1}{21.6}$$

（2）透镜置于水 cs_2 中的焦距为：

$$\frac{1}{f'_3}=\frac{n-n''}{n''}(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2})$$

$$=\frac{1.54-1.62}{1.62}\times\frac{1}{21.6}=\frac{-0.08}{34.992}$$

$$\therefore f'_3=-\frac{34.992}{-0.08}=-437.4 \ \ cm$$

17.解：

$$\because \quad f' = \frac{n_2}{\frac{n-n_1}{r_1} + \frac{n_2-n}{r_2}} \qquad n_1 = n_2 = n'$$

$$\therefore f' = \frac{n'(n-1)}{n-n'} \Big/ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$= \frac{1.33}{1-1.33} \Big/ \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{-25}\right)$$

$$= \frac{1.33}{-0.33 \times 0.09}$$

$$\approx -44.78 \quad cm$$

18.解：

（1）

$$\because \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$s = \infty$$

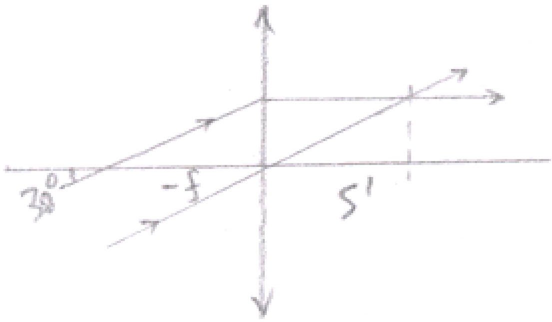
$$\therefore \quad s'_x = f' = 10 \quad cm$$

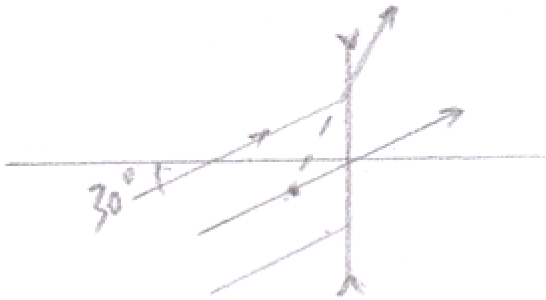
$$s'_y = s'_x tg30^\circ = 10 \times 0.577 \approx 508 \ \ cm$$

考虑也可能去负值，而平行光从光面谢下射

$\therefore$ 像点的坐标(10,15.81).

同理，对于发散透镜其像点的坐标（10,15.81）。





（2）

$$\because \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$s = -f'$$

$$\therefore \quad \frac{1}{s'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{-f'} = 0$$

$s' = \infty$　即，发射光束仍为平行光无像点

$$\because \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \qquad s = -f \qquad s' = -f$$

$$\therefore\ \frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{-f}+\frac{1}{-f}=-\frac{2}{f}$$

$$\therefore\ s'=-\frac{f}{2}=-\frac{10}{2}=-5\ cm$$

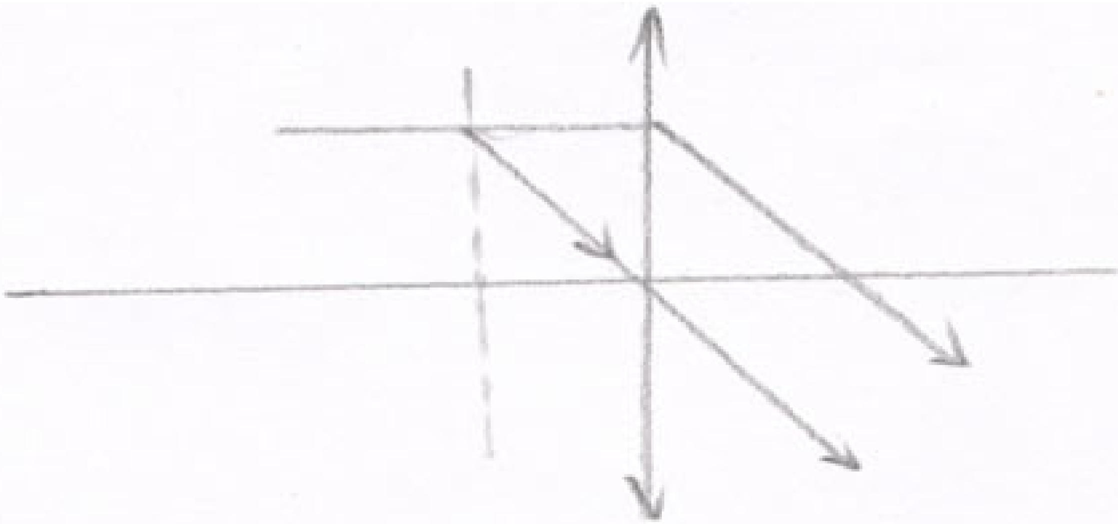
又$\because \beta=\dfrac{y'}{y}=\dfrac{s'}{s}$

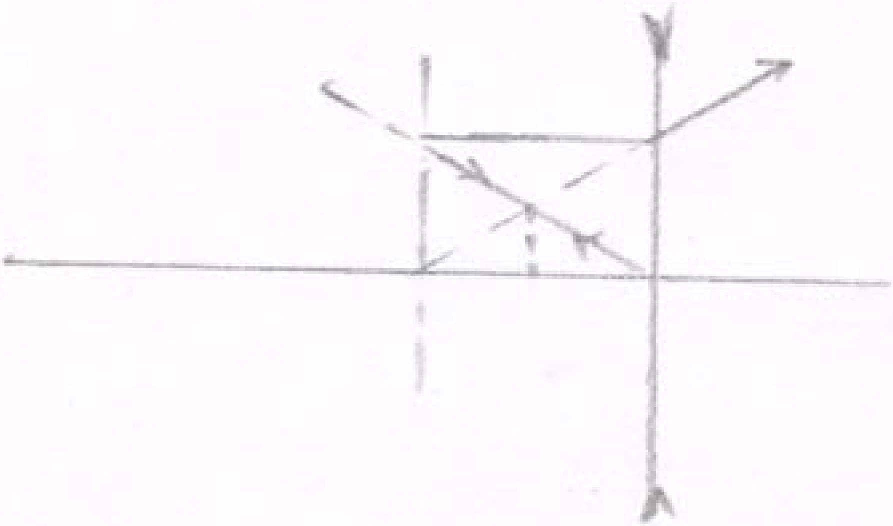
$$\therefore y'=\frac{s'}{s}y=\frac{-5}{-10}\times 1=0.5\quad cm$$

再考虑到像点另一种放置，

故像点的坐标为（$-5,|0.51|$）cm

19.解：透镜中心和透镜焦点的位置如图所示：





20.解：

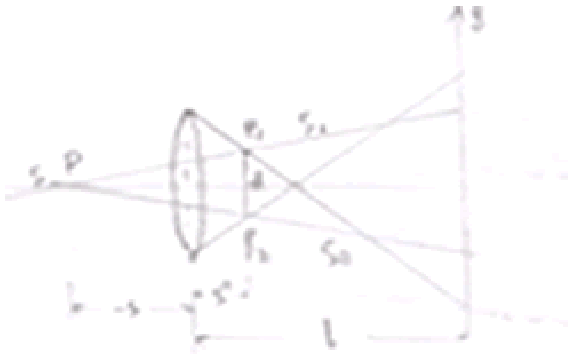
$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$$

$$\therefore \frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}$$

$$=\frac{1}{50}+\frac{1}{-300}$$

$$=\frac{1}{60}$$

$$\therefore s'=60(cm)$$



$$\text{又}\because \mathrm{tg}\theta=\frac{\theta/2}{-\mathrm{s}}=\frac{d/2}{s'-s} \quad \text{即：} d/2=\frac{s'-s}{2}\cdot\frac{\mathrm{t}}{2}$$

$$\therefore d=\frac{s'-s}{s}t=\frac{300+60}{300}\times 0.1=0.12 \quad cm$$

p_1,p_2这两个象点，构成了相干光源，故由双缝干涉公式知，干涉条纹的间距为

$$\Delta\mathrm{y}=\frac{\mathrm{r}_0}{\mathrm{d}}\lambda=\frac{l-s'}{d}\lambda=\frac{450-60}{0.12}\times 6328\times 10^{-8}\approx 0.206 \quad cm=2.06$$

21.解：

$\because$该透镜是由 A,B；两部分胶合而成的（如图所示），这两部分的主轴都不在光源的中心轴线上，A 部分的主轴$O_A P_A$在系统中心线下方 0.5cm 处，B 部分的主轴$O_B F'_B$则在系统中心线上方 0.5cm 处。由于点光源经凹透镜 B 的成像位置P_B即可（为便于讨论，图（a）（b）（c）是逐渐放大图像）

$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$$

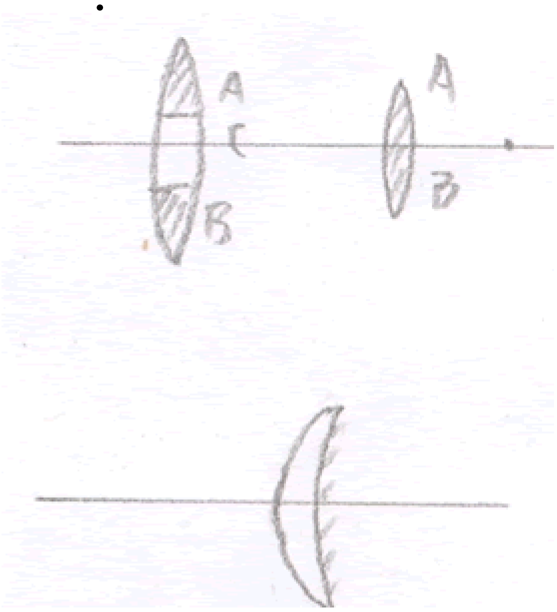
$$\therefore \frac{1}{s'}=\frac{1}{s}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{10}+\frac{1}{-5}=-\frac{1}{10}$$

$$s'=-10$$

$$\because \beta=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$$

$$\therefore y'=\frac{s'}{s}y=\frac{-10}{-5}\times 0.5=1 \quad cm$$

$\because$



式中 y'和y's' 分别为点光源 P 及其像点 P'B 离开透镜 B 主轴的距离，

虚线 P'B 在透镜 B 的主轴下方 1cm 处，也就是在题中光学系统对称轴下方 0.5 的地方

同理，点光源 P 通过透镜 A 所成的像 P'A，在光学系统对称轴上方 0.5 的处，距离透镜 A

的光心为 10cm，其光路图 S 画法同上。值得注意的是 P'A 和 P'B 构成了相干光源

22.证：经第一界面折射成像：

$$\because \quad \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

$$n' = 1.5, \quad n = 1, \quad r = r_1 = 5cm, \quad s' = s'_1$$

$$\therefore \quad \frac{n'}{s'_1} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n}{s} \qquad \text{即}: \frac{1.5}{s'_1} = \frac{1.5-1}{5} + \frac{1}{s}$$

$$\therefore \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{15} + \frac{1}{1.5s}$$

经第二界面（涂银面）反射成像：

$$\because \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{r}$$

$$s' = s'_2 \quad s' = s'_1 \quad r = r_1 = 15cm$$

$$\therefore \quad \frac{1}{s'} = \frac{2}{r_2} - \frac{1}{s} = \frac{2}{15} - \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{1.5s}\right) = \frac{1}{15} - \frac{1}{1.5s}$$

再经第一界面折射成像

$$\because \quad \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

$$n = 1.5, \quad n' = 1, \quad r = r_1 = 5cm, \quad s' = s'_3, \qquad s = s'_1$$

$$\therefore \quad \frac{1}{s'_3} = \frac{1-0.5}{r_1} + \frac{1.5}{s'_2} = \frac{1-1.5}{5} + 1.5\times\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{1.5s}\right)$$

$$\text{即}: \frac{1}{s'_3} = -0.1 + 0.1 - \frac{1}{s} = -\frac{1}{s}$$

$$\therefore \quad s'_3 = -s$$

而三次的放大率由 $\beta = \frac{s'}{s}$ 分别得

$$\beta_1=\frac{s'_1}{s_1}=\frac{s'_1}{-s}\quad \beta_2=\frac{s'_2}{s'_1}\qquad \beta_3=\frac{s'_3}{s'_2}$$

$$\therefore \beta=\beta_1\cdot\beta_2\cdot\beta_3=\frac{s'}{-s}\cdot\frac{s'_2}{s'_1}\cdot\frac{s'_3}{s'_2}\ =\frac{s'_3}{-s}=\frac{-s}{-s}=1$$

又∵对于平面镜成像来说有：

$$\boldsymbol{s'=-s,\qquad \beta=1}$$

可见，当光从凸表面如射时，该透镜的成像和平面镜成像的结果一致，故该透镜作用相当于一个平面镜

证毕。

23.解：

依题意所给数据均标于图中

由于直角棱镜的折射率 n=1.5，其临界角

$$i_1=\sin^{-1}\frac{n_2}{n_1}=\sin^{-1}\frac{1}{1.5}=42^\circ<45^\circ$$，

故，物体再斜面上将发生全反射，并将再棱镜左侧的透镜轴上成虚像。

有考虑到像似深度，此时可将直角棱镜等价于厚度为 h=6cm 的平行平板，

由于 $P_{164-166}L3-1$的结果可得棱镜所成像的位置为：

$$\Delta h=h(1-\frac{1}{n})=6\times(1-\frac{1}{1.5})=2\ \ cm$$

故等效物距为：

$$s_1=-[6+(6-2)+10]=-20\ \ cm$$

对凹透镜来说：

$$\because\quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$$

$$即：\frac{1}{s'_1}=-\frac{2}{f'_2}+\frac{1}{s_1}=\frac{1}{20}+\frac{1}{-20}=0$$

$$\therefore s'_1=\infty,即将成像无限远处。$$

对凸透镜而言，

$$\because\quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$$

$$即：\frac{1}{s'_2}=\frac{1}{f'_2}-\frac{1}{s'_1}=\frac{1}{-10}-0,$$

$$\therefore s'_2=-10\ \ cm$$

即在凹透镜左侧 10cm 形成倒立的虚像，其大小为

$$\because \quad \beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad \beta_1 = \frac{s'_1}{s_1} \quad \beta_2 = \frac{s'_2}{s_2} = \frac{s'_2}{s'_1}$$

$$\therefore \beta = \beta_1 \cdot \beta_2 = \frac{s'_1}{s'_1} \cdot \frac{s'_2}{s_1} = \frac{s'_2}{s_1} = \frac{-10}{-20} = \frac{1}{2}$$

故：$y' = \beta y = \frac{1}{2} \times 1 = 0.5 \ (cm)$

$$or : \because \quad s_1 = -f'_1 = -20cm$$

$$s'_2 = f'_2 = -10cm$$

即：$\beta = \frac{s'_2}{s_1} = \frac{f'_2}{f'_1}$

$$\therefore y' = \beta \ y = \left|\frac{f'_2}{f'}\right| y = 0.5 \ (cm)$$

24.解：

$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \;, \quad s_2=d-s'_1$$

$$\therefore \frac{1}{s'_2}=\frac{1}{f'_2}+\frac{1}{s_2}=\frac{1}{f'_2}+\frac{1}{d-s'_1},$$

$$\text{即：}\frac{1}{25}=\frac{1}{3}+\frac{1}{-(20-s'_1)}$$

$$\frac{1}{20-s'_1}=\frac{1}{3}-\frac{1}{25}=\frac{22}{75}$$

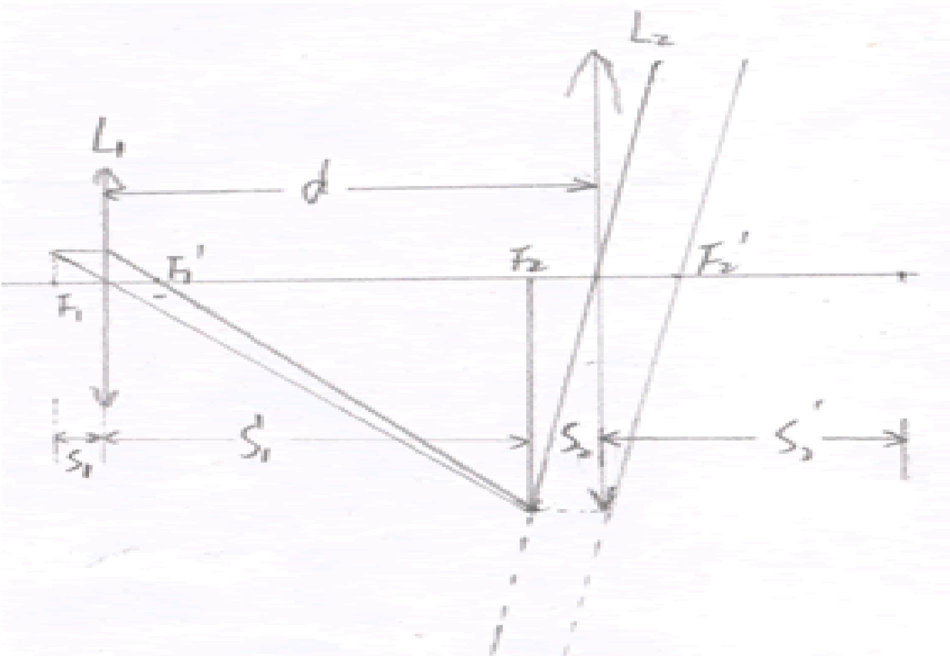
$$20-s'_1=\frac{75}{22}\approx -3.4 \quad (cm)$$

$$\therefore s'_1=20-34=1.66cm$$

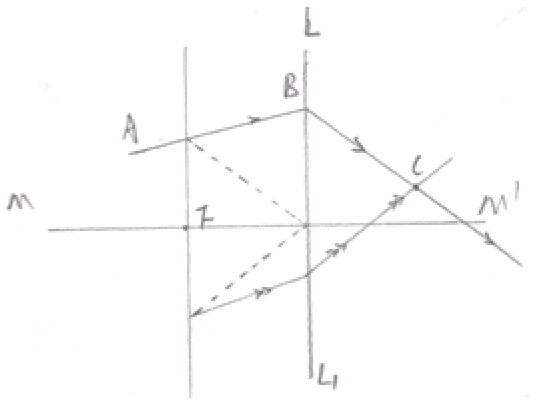
$$\text{又}\because \quad \frac{1}{s_1}=\frac{1}{s'_1}-\frac{1}{f'_1}=\frac{1}{16.6}-\frac{1}{1}=-\frac{15.6}{16.6} \qquad (\approx -0.96)$$

$$\therefore \; s=s_1=-\frac{16.6}{15.6}\approx -1.06 \quad (cm) \qquad (\approx -1.0638)$$

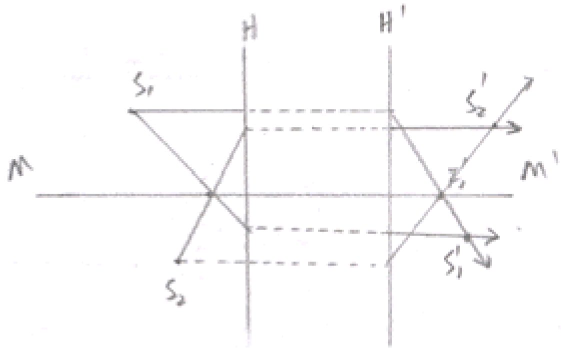
其光路图如下：



25.解：



26.解：



27.解：

经第一界面折射成像：

$$\because \quad \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

$$n' = 1.5, \quad n = 1, \quad r_1 = 10cm, \quad s_1 = -20cm$$

$$\therefore \quad \frac{n'}{s'_1} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n}{s_1}$$

$$\text{即:} \frac{1.5}{s'_1} = \frac{1.5-1}{10} + \frac{1}{-20} = \frac{0.5}{10} + \frac{1}{-20} = 0$$

$\therefore s'_1 \to \infty$，即折射光束为平行光束。

经第二界面（涂银面）反射成像：

$$\because \quad \frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{r}$$

$$s_2 = s'_1 \to \infty \quad r_2 = -15cm$$

$$\therefore \frac{1}{s'_2} = \frac{r_2}{2} = \frac{-15}{2} = -7.5 \quad (cm)$$

再经第一界面折射成像

$$\because \quad \frac{n'}{s'} - \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{r}$$

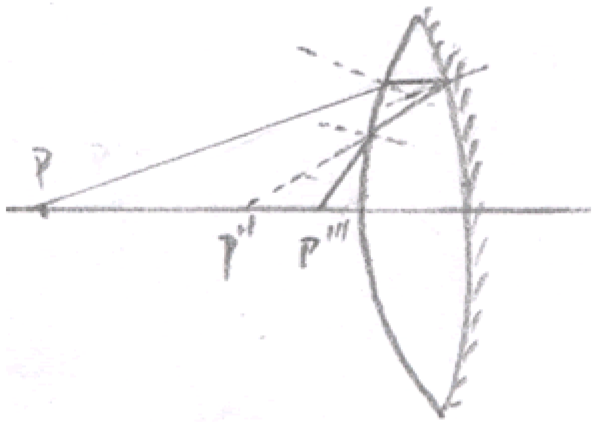
$$n = 1.5, \quad n' = 1, \quad r_1 = 10cm, \quad s'_2 = s_3 = -7.5cm$$

$$\therefore \quad \frac{n'}{s'_3} = \frac{n'-n}{r_1} + \frac{n}{s_3}$$

即：$\frac{1}{s'_3} = \frac{1-0.5}{10} + \frac{1.5}{-7.5} = -\frac{0.5}{10} - \frac{1.5}{7.5} = -0.25$

$$\therefore \quad s'_3 = -4 \quad (cm)$$

即最后成像于第一界面左方 4cm 处



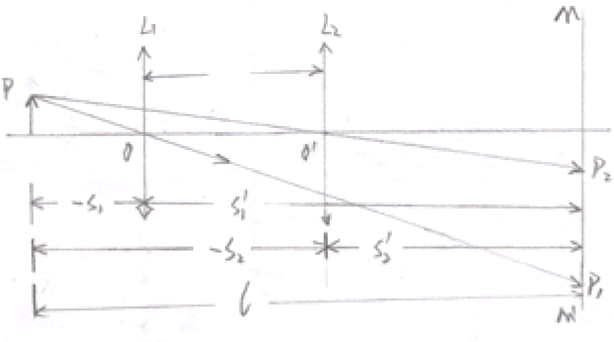
28.解：

依题意作草图如下：

令 $s'_2 = x,$

则 $s_1 = l - (d + x)$

$s_2 = l - x$



第一次成像：

$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'},$$

$$\therefore \quad \frac{1}{s'_1}-\frac{1}{s_1}=\frac{1}{f'}$$

即：$$\frac{1}{d+x}-\frac{1}{-[l-(d+x)]}=\frac{1}{f'}$$

$$\frac{[l-(d+x)]+(d+x)}{(d+x)[l-(d+x)]}=\frac{1}{f'}$$

$$\therefore f'=\frac{(d+x)[l-(d+x)]}{l} \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad (1)$$

第二次成像：

$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'},$$

$$\therefore \quad \frac{1}{s'_2}-\frac{1}{s_2}=\frac{1}{f'}$$

即：$$\frac{1}{x}-\frac{1}{-(l-x)}=\frac{1}{f'}, \qquad \frac{x+(l-x)}{x(l-x)}=\frac{1}{f'}$$

$$f'=\frac{(l-x)x}{l} \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad (2)$$

由（1）（2）得：

$$(d+x)[l-(d+x)]=x(l-x)$$

$$dl+xl-d^2-xd-dx-x^2=xl-x^2$$

$$l-d-2x=0$$

$$\therefore \quad x=\frac{l-d}{2} \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad (3)$$

即：$s_1 = l - (d + x) = (l - d) - \frac{l-d}{2} = \frac{l-d}{2} \qquad \cdots$

$$s'_1 = d + x = d + \frac{l-d}{2} = \frac{l+d}{2} \qquad \cdots$$

$$s_2 = l - x = l - \frac{l-d}{2} = \frac{l+d}{2} \qquad \cdots$$

$$s'_2 = lx = \frac{l-d}{2} \qquad \cdots(4)$$

1) 求两次象的大小之比：

$$\because \quad \beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad 即\ \beta_1 = \frac{y'_1}{y_1} = \frac{\frac{l+d}{2}}{\frac{l-d}{2}} = \frac{l+d}{l-d}$$

$$\beta_2 = \frac{y'_2}{y_2} = \frac{s'_2}{s_1} = \frac{\frac{l-d}{2}}{\frac{l-d}{2}} = \frac{l-d}{l+d}$$

$$\therefore \quad \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{\frac{l-d}{l+d}}{\frac{l+d}{l-d}} = \left(\frac{l-d}{l+d}\right)^2$$

又$\because \frac{y'_2}{y'_1} = \frac{y_2}{y_1} \cdot \frac{\beta_2}{\beta_1}$ 　　而 $y_2 = y_1 = y$

故两次像的大小之比为：

$$\frac{y'_2}{y'_1} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \left(\frac{l-d}{l+d}\right)^2 \qquad \cdots(5)$$

2)

证 $f'=\dfrac{(l^2-d^2)}{4l}$

将（3）代入（4）：

$$f'=\frac{(\mathrm{d}+\frac{\mathrm{l}-\mathrm{d}}{2})[(\mathrm{l}-\mathrm{d})-\frac{\mathrm{l}-\mathrm{d}}{2}]}{l}=\frac{\frac{l-d}{2}\cdot\frac{l+d}{2}}{l}=\frac{l^2-d^2}{4l}$$

或将（3）代入（2）：

$$f'=\frac{(\frac{\mathrm{l}-\mathrm{d}}{2})(\mathrm{l}-\frac{\mathrm{l}-\mathrm{d}}{2})}{l}=\frac{\frac{l-d}{2}\cdot\frac{l+d}{2}}{l}=\frac{l^2-d^2}{4l}$$

故有 $f'=\dfrac{l^2-d^2}{4l}$ 得证

3)

证 $l>4f'$

由（6）得：$l^2-d^2=4lf'$ $d^2=l^2-4lf'=l(l-4$

$\therefore d=\sqrt{l(l-4f')}$ $\cdots\ \cdots(7)$

可见： 若 $l<4f'$，则 d 无解，即得不到对实物能成实像的透镜位置

若 $l=4f'$，则 d＝0，即透镜在 E 中央，只有一个成像位置，$\beta=-1$

若 $l>4f'$，则可有两个成像位置。

故，欲使透镜成像，物和屏的距离 l 不能小于透镜焦距的 4 倍

但要满足题中成两次清晰的像，则必须有

$l>4f'$ 证毕。

注：当 $l=4f'$ 时，有 d ＝ 0，则

$x=\dfrac{d}{2}$ $s_1=\dfrac{l}{2}$ $s_2=\dfrac{l}{2}$ $s'_1=\dfrac{l}{2}$ s'_2 。

即只有能成一个像的位置。

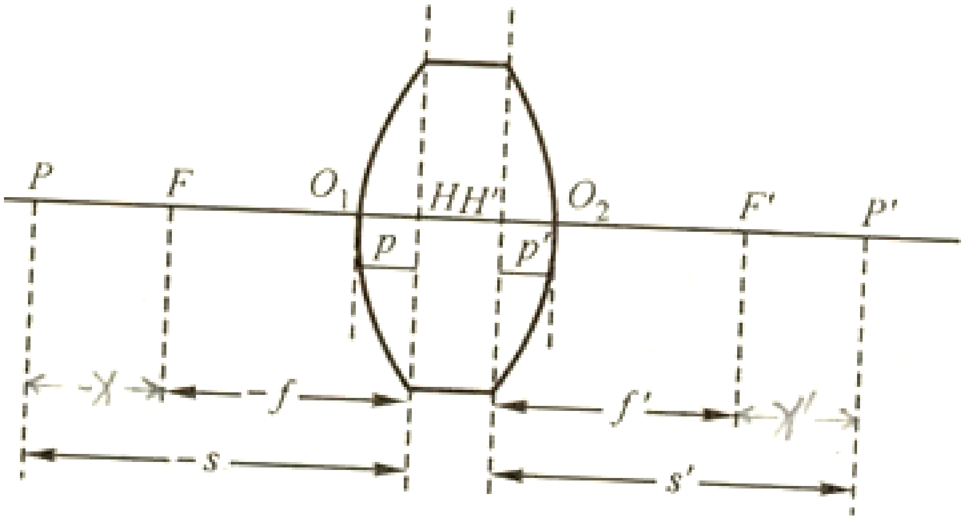
29.解：

$\because \quad xx' = ff'$

由（6）得(作草图如下)

$$f = -60cm$$

$$f' = 60cm$$



$\therefore$ (1)当$x_1 = -20mm$时，有

$$x'_1 = \frac{ff'}{x_1} = \frac{60\times(-60)}{-20} = 180mm$$

$$s'_1 = f' + x' = 60 + 180 = 240mm \text{（}p'\text{ ,实像）}$$

(2)当$x_2 = 20mm$时，有

$$x'_2 = \frac{ff'}{x_2} = \frac{60\times(-60)}{20} = -180mm$$

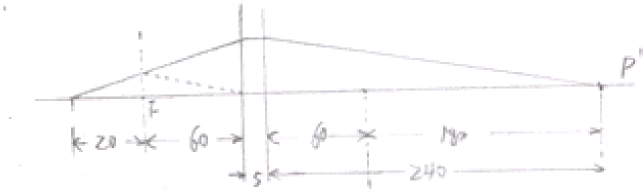
$$s'_2 = f' + x' = 60 + (-180) = -120mm \text{（}p'\text{ ,虚像）}$$

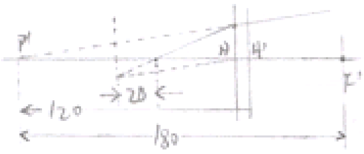
(3)当$x_3 = 60 + 5 + 20 = 85mm$时，有

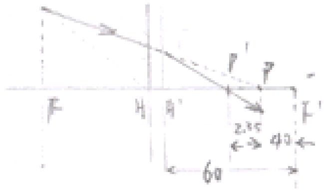
$$x'_3 = \frac{ff'}{x_3} = \frac{60\times(-60)}{85} \approx 42.35mm$$

$$s'_3 = f' + x' = 60 + (-42.35) = 17.65mm \text{（}p'\text{ ,实像）}$$

其光路头分别如下：







30.解：

$$\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\ , \quad f=f'$$

$\therefore$ 复合光学的焦距为：

$$\frac{1}{f'}=\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{60}-\frac{1}{-80}=\frac{7}{240}$$

即$f'=\dfrac{240}{7}\approx 34.29\ \ (cm)$

又$\because \dfrac{1}{f'}=\dfrac{1}{f_1'}-\dfrac{1}{f_2'}-\dfrac{d}{f_1'f_2'}$ 及$\mathrm{d}=0$

即：$\dfrac{1}{f'}=\dfrac{1}{f_1'}+\dfrac{1}{f_2'}$

$$\therefore \frac{1}{f'}=\frac{1}{f_1'}+\frac{1}{f_2'}=\frac{7}{240}-\frac{1}{10}=-\frac{17}{240}$$

故：$f'_2=-240/17\approx -14.12$

31.解：

$$\because \frac{1}{f'}=(n-1)[\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}+\frac{t(n-1)}{n r_1 r_2}]$$

$$=(1.5-1)[\frac{1}{100}-\frac{1}{-200}+\frac{10\times(1.5-1)}{1.5\times100\times(-200)}]$$

$$=0.5\times[0.01+0.005-0.00017]$$

$$=0.5\times0.01483=0.007415$$

$$\therefore f'\approx134.86 \quad (mm)$$

$$f=-f'=-134.86mm$$

$$又\because \frac{1}{f_1'}=\frac{n-1}{r_1}=\frac{1.5-1}{100}=\frac{0.5}{100}=\frac{1}{200}，\quad 即f_1'=200(mm)$$

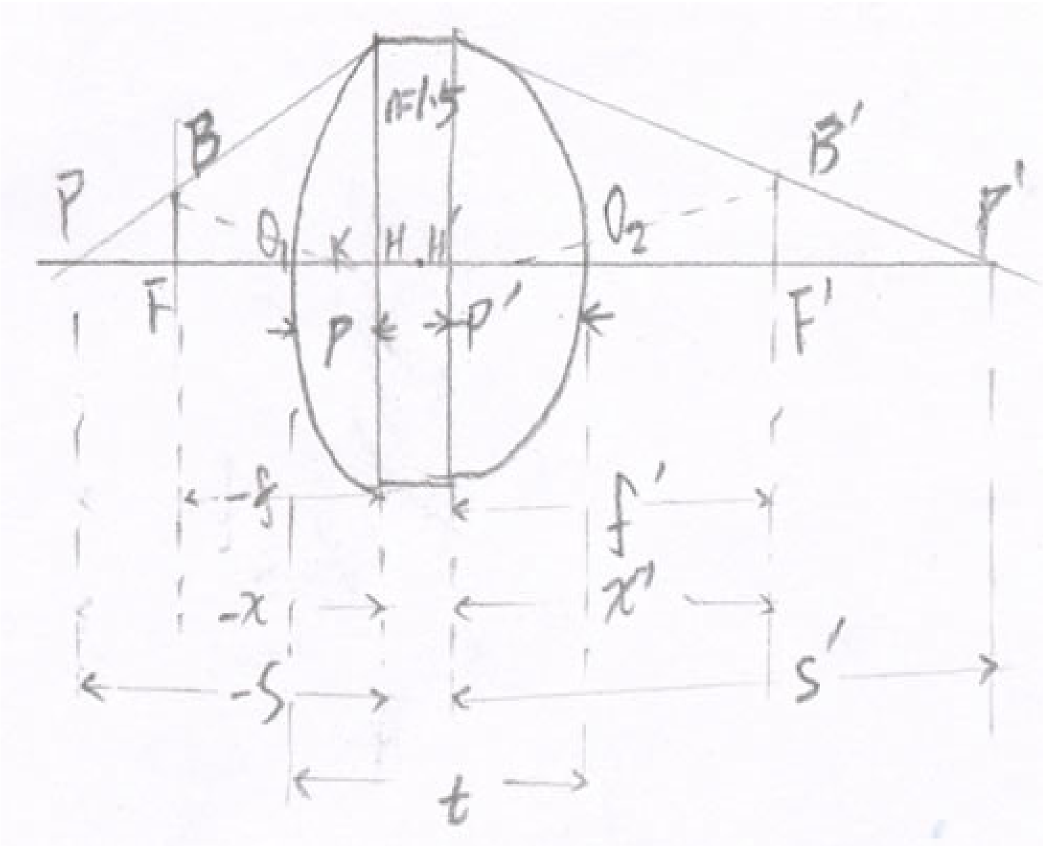
$$\frac{1}{f_2'}=\frac{n-1}{r_2}=\frac{1.5-1}{-200}=-\frac{1}{400}，\quad 即f_1'=-400(mm)$$

$$\therefore p=\frac{tf'}{n f_2}=\frac{10\times134.86}{1.5\times(-400)}=2.2477(mm)$$

$$p'=-\frac{tf'}{n f'_1}=-\frac{10\times134.86}{1.5\times200}=-4.495(mm)$$

$$x=f'=134.86mm \qquad x'=f=-134.86mm$$

其草图绘制如下



32.解：

（1）

$$\because \frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'} - \frac{d}{f_1'f_2'}$$

$$f_1' = f_2' = 2cm$$

$$d = \frac{4}{3}$$

即： $$\frac{1}{f_1'} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{\frac{4}{3}}{2\times 2} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

∴

$$f' = \frac{3}{2} = 1.5(cm)$$

$$\therefore p = \frac{f'd}{f_2} = \frac{f'd}{f'_2} = \frac{1.5\times 4/3}{2} = 1(cm)$$

$$p' = -\frac{f'd}{f'_1} = -\frac{1.5\times 4/3}{2} = -1(mm)$$

$$x = \overline{FK} = f' = 1.5mm \qquad x' = f = \overline{F'K'} = -1.5mm$$

（2）

$$\because f_1' = 6(cm), \quad f'_2 = 2(cm), \quad d = 4(cm)$$

$$\therefore \quad \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} - \frac{4}{6\times 2} = \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

即 $$f' = 3(cm) \qquad f = -f' = -3(cm)$$

$$p = \frac{3\times 4}{2} = 6(cm),$$

$$p' = -\frac{3\times 4}{6} = -2(cm)$$

$$x = f' = 3cm \qquad x' = f = -3cm$$

33.解：

$\because\ f_1'=20cm \qquad f_2'=-20cm \qquad d=6cm$

(1) $\dfrac{1}{f'}=\dfrac{1}{f_1'}+\dfrac{1}{f_2'}-\dfrac{d}{f_1'f_2'}=\dfrac{1}{20}+\dfrac{2}{-20}-\dfrac{6}{20\times(-20)}$

$=\dfrac{3}{200}$

$\therefore$

$f'=\dfrac{200}{3}(CM)=\dfrac{2}{3}(m) \quad f=-f'=-\dfrac{2}{3}$

$\therefore p=\dfrac{f'd}{f_2}=\dfrac{f'd}{f_2'}=\dfrac{2/3\times 6}{-20}=-0.2(m)$

$p'=-\dfrac{f'd}{f_1'}=\dfrac{2/3\times 6}{-20}=-0.2(m)$

(2)又$\because s=\bar{s}-p=-0.30-(-0.20)=-0.10(m)$

而$\dfrac{1}{s'}-\dfrac{1}{s}=\dfrac{1}{f'}$

即:$\dfrac{1}{s'}=\dfrac{1}{s}+\dfrac{1}{f'}=\dfrac{1}{2/3}+\dfrac{1}{-0.10}=1.5-10=-8.5$

$\therefore s'\approx-0.117647\approx-0.118(cm)$

$\beta=\dfrac{s'}{s}=\dfrac{-0.118}{-0.10}=1.18$

注：该体也可用光焦度（Φ）发计算，

也可用逐次像发……

34.解：

$$\because \frac{1}{s'}+\frac{1}{s}=1$$

$$f'=6cm$$

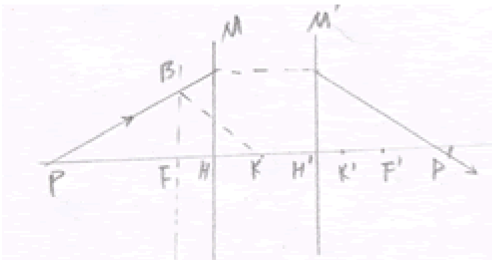
$$f=-5cm$$

$$s=-20cm$$

即： $\frac{6}{s'}+\frac{-5}{-20}=1 \qquad \frac{6}{s'}=1-\frac{5}{20}=\frac{3}{4}$

$$\therefore s'=\frac{6\times 4}{3}=8cm$$

其光路图如下：



35.解：（1）由折射定律：

$n\sin\alpha=\sin\beta$

所以 $\alpha=\sin^{-1}(\sin\phi/n)$

又 临界角 $\alpha_c=\sin^{-1}$（$1/n$）

即 $\alpha<\alpha_c$ 故是部分反射。

（2）由图知：$\alpha=(\phi-\alpha)+\theta$，即 $\theta=2\alpha-\phi$，

而 $\delta=\pi-2\theta$，所以 $\delta=\pi-4\alpha+2\phi$.

（3）因为 $d\delta/d\phi=-4d\alpha/d\phi+2=0$，即：$d\alpha/d\phi=1/2$,

而：$\alpha=\sin^{-1}$（$\sin\phi/n$）,$d\sin^{-1}x/dx=1/(1-x)^{1/2}$.

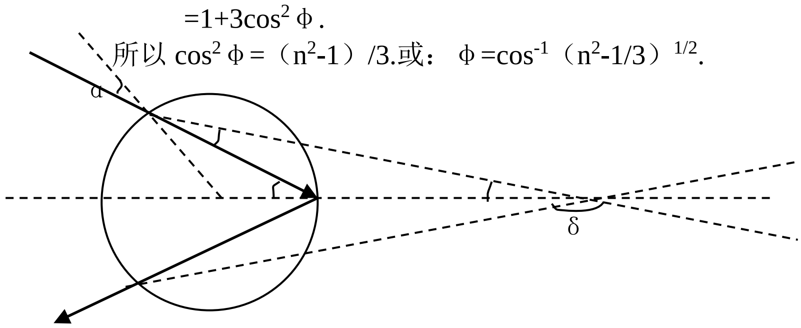
即：$d\alpha/d\phi=\cos\phi/n(1-\sin^2\phi/n^2)^{1/2}=1/2$,

$1-\sin^2\phi/n^2=4\cos^2\phi/n^2$

$1=\sin^2\phi/n^2+\cos^2\phi/n^2+/n^2$

$=1+3\cos^2\phi$.

所以 $\cos^2\phi=$（n^2-1）/3.或：$\phi=\cos^{-1}$（$n^2-1/3$）$^{1/2}$.



36.因为 $n'/s'-n/s=(n'-n)/r$.

(1) 1 因为 $n'=1.5, n=1, s_1=r_1=4$(cm)

所以 $1.5/s_1'-1/4=(1.5-1)/4, 1.5/s'_1=1/4+0.5/4=3/8$.

所以 $s_1'=8\times1.5/3=4(cm)$. 即在球心处。

2 因为 $n'=1,n=1,s_2=s'+(9-8)/2=4.5cm$..

所以 $1/s_2'-1/s'_1=0$, $s_2'=s_2=4.5cm$. 即像仍在球心处。

（3）1 因为 $n'=1.33$, 1.5, $r=1.5mm$, $s=1mm$.

所以 $1.33/s'_1-1.5/1=(1.33-1.5)/1.5$.

1. $33/s'_1=1.5+1.33/1.5-1=1.39$.

所以 $s'_1=1.33/1.39=0.96(mm)$

又 $s_2=50-(1.5-0.96)=49.46(mm)$.

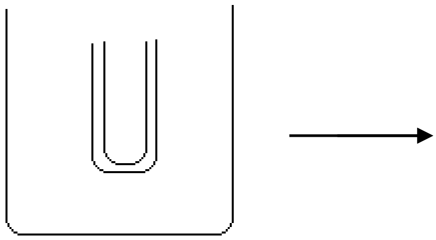
故 $1/s_2'-1.33/49.46=1-1.33/50$ $s_2=0.0203$ $s_2'=49.26$ （mm）

所以 d（内）$=2r$(内)$=2\times(50-49.26)=1.48\approx1.5$（mm）

2 由 $n'=1$ $n=1.33$ $r=50mm$ $s=48.5$（mm）

所以 $1/s_1'-1.33/48.5=1.33./50$ $1/s_1'=1.33/48.5+1/50-1.33/50=0.0208$

所以 $s'\approx48.1$（mm） d（外）$=2r'$(外)$=2\times(50-48.1)\approx4$（mm）



(2) 1 ∵ $n'=1.5$ $n=1.0$ $r_1=4cm$

$s_1=4-0.15=3.85cm$

∴ $1.5/s_1'-1/3.85=(1.5-1.0)/4$

$1.5/s_1'=1/3.85=0.5/4\approx0.385$

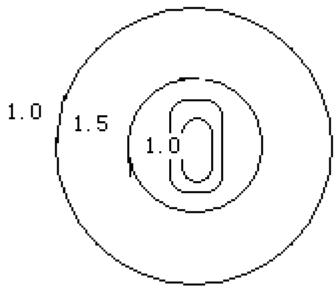
∴$s_1'=1.5/0.385\approx3.896(cm)$

2 又 ∵ $n'=1.0$ $n=1.5cm$ $s_2=3.896+0.5=4.396(cm)$

∴ $1/s_2'-1.5/4.396=(1-1.5)/4.5$ $1/s_2'=1.5/4.396-0.5/4.5\approx0.23$

∴ $s'_2\approx4.348(cm)$

$d=2\times(4.5-4.348)\approx0.304(cm)\approx3mm$



37. （1） 证：∵物像具有等光程性，

即： $sl_1ps_1=\Delta so_1o_2s_2s_1$

$\Delta sl_2s_2=\Delta so_1o_2s_2$

$\Delta sl_1p=\Delta sl_1ps_1-\Delta ps_1=\Delta sl_1ps_1-ps_1$

$\Delta sl_2s_2p = \Delta sl_2s_2 + \Delta s_2p = =ps_2$

而　$\Delta so_1o_2s_2s_1 - \Delta so_1o_2s_2 = s_1s_2 = L = \Delta sl_1ps_1 - \Delta sl_2s_2$

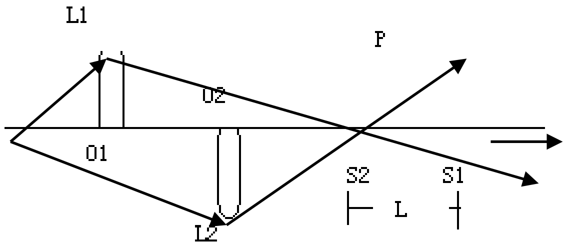
∴　$\zeta = \Delta sl_1p - \Delta sl_2s_2p$

$= (\Delta sl_1ps_1 - ps_1) - (+ps_2)$

$= (\Delta sl_1ps_1 - \Delta sl_2s_2) - ps_1 - ps_2$

$= L - (ps_1 + ps_2)$

故有 $\zeta = L - (s_1p + s_2p)$　　　　　　得证。



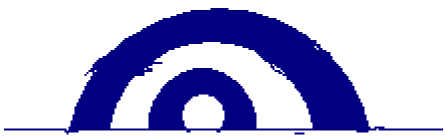
（2）　当 $\zeta = j\lambda$ 时为干涉相长，是亮纹。

$\zeta = (2j=1)\lambda/2$ 时相消，是暗纹。

且条纹仅出现在光轴的上方（s_1s_2p）的区域内。

故 在（s_1s_2p）区域内放置的垂直于垂线的光屏上可看到亮暗相间的半圆形干涉条纹。

（∵　剖开后的透镜为半圆形）



（3）　∵　$n' = 1.0$　$n = 1.5$　$r = 1.5mm$

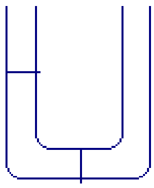
$s = 1mm$

∴　$1/s' - 1.5/1 = (1-1.5)/1.5$

$1/s' = 1.5 - 1/3 \approx 1.167.$

$s' \approx 0.857$

$d(内) = 2 \times (1.5 - 0.857) \approx 1.268(mm)$



38. ∵ $d<<a \quad d<<b$,

该玻璃板可视为薄透镜，且是近轴光线。

圆板中心处的折射率为 n（0），

半径为 r 处的折射率为 n（r），

则由物像之间的等光程性知：

$n_1L + n_2L^{/} = n_1a + n(0)d + n_2b$,

而：$n_1 = n_2 = 1 \quad L = (a^2+r^2)^{1/2} \quad L^{/} = (b^2+r^2)^{1/2}$

即：$(a^2+r^2)^{1/2} + n(r)d + (b^2+r^2)^{1/2} = a+b+n(0)d$

∴ $n(r)d = n(0)d + a + b - (a^2+r^2)^{1/2} - (b^2+r^2)^{1/2}$

故 $n(r) = n(0) + \{a+b-(a^2+r^2)^{1/2}-(b^2+r^2)^{1/2}\}/d$

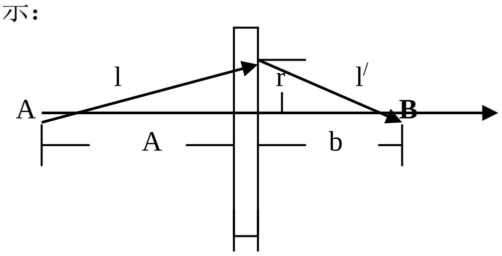
讨论：若为平行光照射时，且折射后会聚于焦点 F,

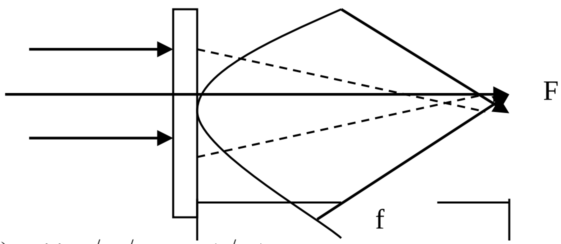
则有`$n(r)d+(f^{/}+r^2)^{1/2}=n(0)d+$.

即：$n(r)=n(0)+\{ f^{/}-(f^{/}+r^2)^{1/2}\}/d$.

当 $d << f^{/}$ 时，有 ：$n(r)\ n(0)-r^2/2df^{/}$.

图示：





39.（1） ∵ $n^{/}/s_1^{/} - n/s_1 = (n^{/}-n)/r_1$

$n^{/}=1.5, \quad n=1.0, \quad s_1= -40cm, \quad r_1= -20cm$

∴ $1.5/ s_1^{/}=1/(-40) +(1.5-1.0)/(-20)= -1/20$,

$s_1^{/}= -20\times1.5= -30(cm)$.

(2) ∵ $1/ s_2^{/}+1/s_2=2/r_2, \quad s_2=s_1^{/}= -30cm, \quad r_2= -15cm$

∴ $1/ s_2^{/}=2/ r_2 -1/s_2=2/ (-15) –1/(-30)= -1/10, \quad s_2^{/}= -10(cm)$.

(3) ∵ $n^{/}/s_3^{/} -n/s_3=(n^{/}-n)/r_1 \quad s_3=s_2^{/}= -10cm \quad r_1 = -20cm$

$n^{/}=1.0 \quad n=1.5$.

∴ $1/ s_3^{/}=(1.0-1.5)/(-20) +1.5/(-10) = -1/8$

(4) ∵ $\beta = \beta_1 \beta_2 \beta_3, \quad \beta = y^{/}/y=ns^{/}/n^{/}s$.

$\beta_1= ns_1^{/}/n^{/}s_1=1/2$

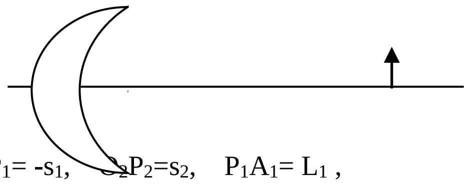
$\beta_2= ns_2^{/} / (-n^{/}s_2)= - s_2^{/}/ s_2= -1/3$

$\beta_3= ns_3'/n's_3=6/5.$

∴ $\beta =1/2\times(-1/3)\times6/5= -1/5= -0.2.$

故最后像在透镜左方 8cm 处，为一大小是原物的 0.2 倍倒立缩小实像。

图示：



40. 证：∵ $O_1P_1= -s_1$, $O_2P_2=s_2$, $P_1A_1= L_1$,

$A_2P_2=L_2$, $A_1M=A_2N=h$, $O_1O_2=d.$,

$L_1=\{[(-s_1)+O_1M]^2+h^2\}^{1/2}$,

$L_2=\{[S_2+O_2N]^2+h^2\}^{1/2}$.

在近轴条件下，$O_1M<<R_1$ $O_2N<< -R_2$ 即: $O_1M\approx h^2/2R_1$

$O_2N\approx h^2/2(-R_2)$.

∴ $\Delta P_1A_1A_2P_2=n_1L_1+n[d-O_1M-O_2N]+n_2L_2$

$=n_1\{[(-s_1)+O_1M]^2+h^2\}^{1/2}+n[d-O_1M-O_2N]+n_2\{[s_2+O_2N]^2+h^2\}^{1/2}$

$=n_1\{[-s_1+h^2/2R_1]^2+h^2\}^{1/2}+n[d-h^2/2R_1-h^2/2(-R_2)]+n_2\{[s_2+h^2/2(-R_2)]^2+h^2\}^{1/2}$

当 A_1 点在透镜上移动时，R_1 和 R_2 是常量，h 是常量，根据费马原理，

对 h 求导，并令其等于 0，即 $d\Delta P_1A_1A_2P_2/dh =0$,得：

$n_1\{[-s_1+h^2/2R_1]h/R_1 +h\}/L_10 -nh/R_1 -nh/(-R_2)+ n_2\{[s_2+h^2/2(-R_2)]h/(-R_2) +h\}/L_2=0.$

∵ 在近轴条件下，$h<<R_1$, $h<<(-R_2)$, $L_1\approx-s_1$, $L_2\approx s_2$, 并略去 h^2 项，得：

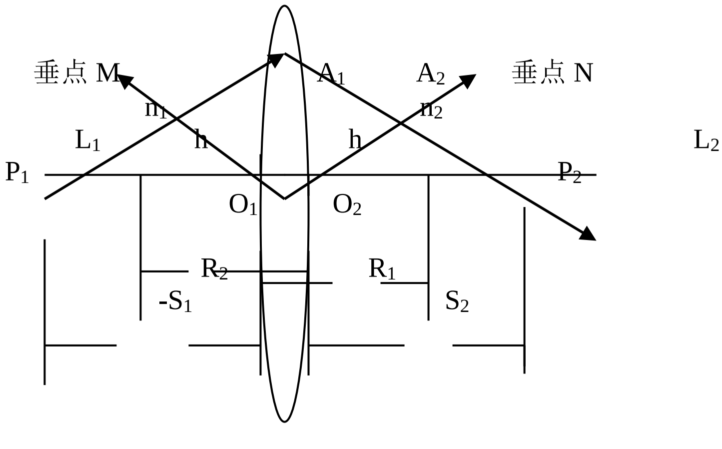
$h[n_2/s_2-n_1/s_1-(n-n_1/R_1 + n_2-n/R_2)]=0$,

即：$n_2/s_2 -n_1/s_1=(n-n_1)/R_1+(n_2-n)/R_2=\phi$.

又 ∵ $f_1=\lim|_{s_2\to\infty} = -n_1/\phi$, $f_2=\lim|_{s_1\to-\infty} = n_2/\phi$

∴ $f_1/s_1+f_2/s_2=1$

得证。



$$1.解：\quad f=-\frac{n}{n'-n}\cdot r=-\frac{1}{\frac{4}{3}-1}\times5.55$$

$$= -3\times 5.55 \doteq -16.65\,(mm) \doteq -1.67\,(cm)$$

$$f' = \frac{n'}{n'-n}\cdot r = \frac{4/3}{\frac{4}{3}-1}\times 5.55$$

$$= 4\times 5.55 = 22.20\,(mm) = 2.22\,(cm)$$

$\because \quad y' = d\cdot\theta' \quad . \qquad n'\theta' = n\theta$ （折射定理），$d = f'$

$$\therefore \quad y' = f'\cdot\frac{n}{n'}\theta = 2.22\times\frac{1}{4/3}\times\frac{\pi}{180} \doteq 0.029 \quad (cm)$$

2.解：(1). $\because \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$

$$\therefore \frac{1}{f'_{远}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{-300} = \frac{151}{300}$$

$$f'_{远} = \frac{300}{151} \doteq 1.987 \quad (cm)$$

$$\frac{1}{f'_{近}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{-100} = \frac{151}{100}$$

$$f'_{近} = \frac{100}{51} \doteq 1.961 \quad (cm)$$

（2）此人看不清 1m 以内的物体，表明其近点在角膜前 1m 出，是远视眼，应戴正光焦度的远视镜镜。要看清25cm处的物体，即要将近点矫正到角膜前0.25m（即25cm）处，应按$s' = -1.0m$（即-100cm）和 s=-0.25m （即-25cm）去选择光焦度.

$$\therefore \quad \Phi = \frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s}$$

$$= \frac{1}{-1.0} - \frac{1}{-0.25}$$

$$= -1 + \frac{100}{25}$$

$$= +3.0\,(D) = +300 \quad 度$$

即眼镜的光焦度Φ为+3.0（D）（屈光度），在医学上认为这副眼镜为300度的远视眼镜（3.0×100）。

另：要看清远处的物体，则：

$$\Phi'=\frac{1}{f'}=\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{-3.0}-\frac{1}{\infty}=-0.33\,D$$ 即33度的凹透镜。

3.解：$\because\quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$

当看远物时有 $s_1\to\infty, f'_{\max}=s_1'$

当看近物时，有

$$\frac{1}{s_2'}-\frac{1}{s_2}=\frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{s_2}=\frac{1}{s_2'}-\frac{1}{f'}\le\frac{1}{s_2'}-\frac{1}{s_1'}$$

$$=\frac{1}{20}-\frac{1}{18}=-\frac{1}{180}$$

$\therefore s_2\ge-180\,(cm)$

即　目的物在镜前最近不得小于180*cm.*

4.解：$\because\quad U=\frac{-y'}{f_1'}$

$$\therefore\quad f_1'=\frac{-y'}{U}=\frac{-(-1)}{4'}=\frac{+1}{\frac{4}{60}\times\frac{\pi}{180}}\doteq 859.87(mm)$$

$$=85.987\quad cm$$

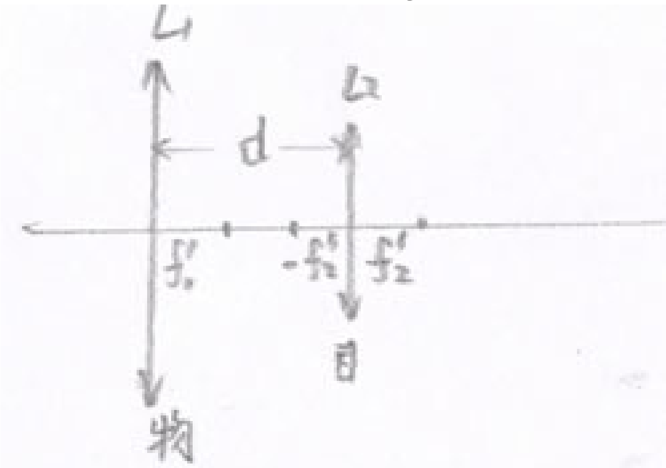
5.解：$\because \quad M=\beta M'=(-\frac{S'}{f_1'})M'$

$$\therefore \quad M_{max}=\beta_{max}M'_{max}=(-\frac{S'}{f'_{1min}})M'_{max}$$

$$=-\frac{160}{1.9}\times 10 \doteq -842$$

$$M_{min}=\beta_{inx}M'_{min}=(-\frac{S'}{f'_{1max}})M'_{min}$$

$$=-\frac{160}{16}\times 5=-50$$



6.解：$\because$ 最后观察到的象在无穷远出，即 $s_2'\to\infty$.

$\therefore$ 经由物镜成象必定在目镜的焦平面上。

即： $s_2 = -f_2' = f_2 \qquad (\because \frac{1}{s_2'} - \frac{1}{s_2} = \frac{1}{f_2'}, f_2' = -f_2)$

故：$s_1' = d - s_2 = d - f_2 = 22 - 2 = 20$（$cm$).

又 $\because \frac{1}{s_1'} - \frac{1}{s_1} = \frac{1}{f_1'}$ 即：$\frac{1}{s_1} = \frac{1}{s_1'} - \frac{1}{f_1'}$.

$$\therefore \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{20} - \frac{1}{0.5} = \frac{1}{20} - \frac{40}{20} = \frac{-39}{20}$$

$$s_1' = -\frac{20}{39} \doteq -0.51 \ (cm).$$

$$又 \because \beta = \frac{s_1'}{s_1} = -\frac{20}{0.51} = -39.$$

$$M' = \frac{25}{f'} = \frac{25}{2} = 12.5$$

$$\therefore M = \beta M' = -39 \times 12.5 = -487.5$$

or : 解：⑴ $\because \frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'} - \frac{d}{f_1' f_2'} = \frac{1}{0.5} + \frac{1}{2} - \frac{22}{0.5 \times 2} = -19.5$

即： $f' \doteq -0.051 \quad (cm)$

而：$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s}$ ，$s' \to \infty$.

即： $s = -f' = 0.051 \ (cm)$

$$p = -\frac{f'd}{f_2} = -\frac{-0.051 \times 22}{-2} = -0.561.$$

$$\therefore \ \bar{s} = s + p = 0.051 \times -0.561 = -0.51 \quad (cm)$$

此时是从 0 量起.

（2） $M = \frac{25}{f'} = 25 \times (-19.5) = -487.5$

或：$M = \frac{-25\Delta}{f_1' f_2'} = \frac{-25 \times 19.5}{0.5 \times 2} = -487.5$

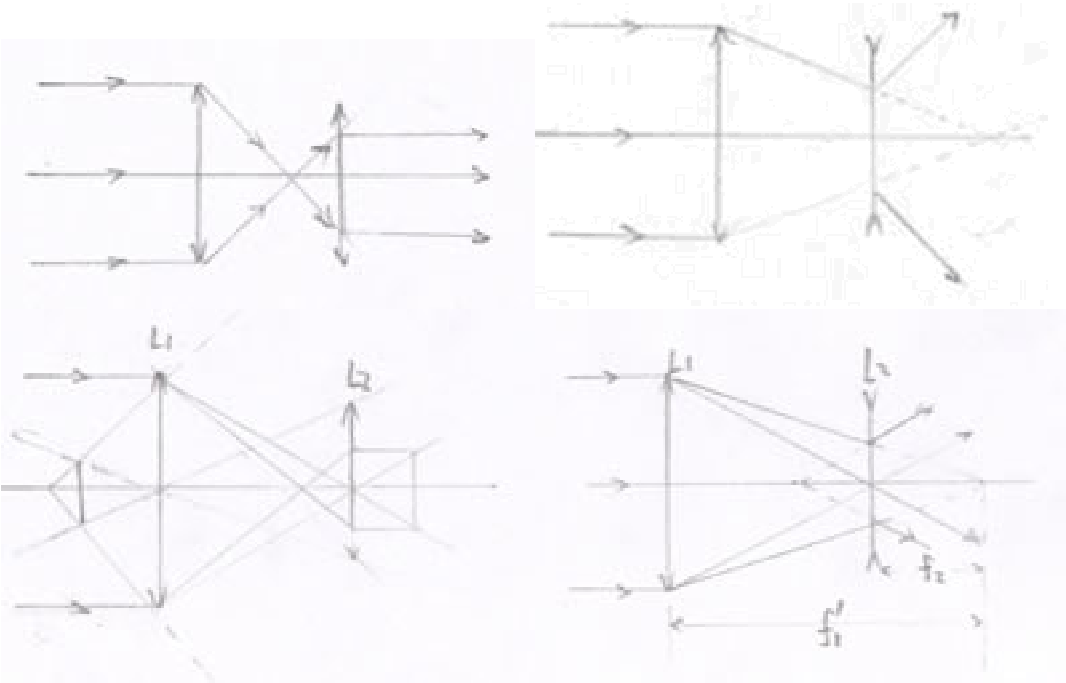
$$\Delta = d - f_1' + f_2' = 22 - 0.5 - 2 = 19.5$$

或：$M \approx -\frac{\ell}{f_1'} \cdot \frac{25}{f_2'} = -\frac{22}{0.5} \times \frac{25}{2} = -550.$

7．证：∵开氏和伽氏望远镜的物镜都是会聚透镜，其横向放大率都小于 1，在物镜和目镜的口径相差不太悬殊的情况下经过物镜边缘的光线，并不能完全经过目镜，在整个光具组里，真正起限制光束作用光圈的是（会聚透镜）

物镜的边缘。

∴望远镜的物镜为有效光圈（从下面的图中可以清楚地看出。

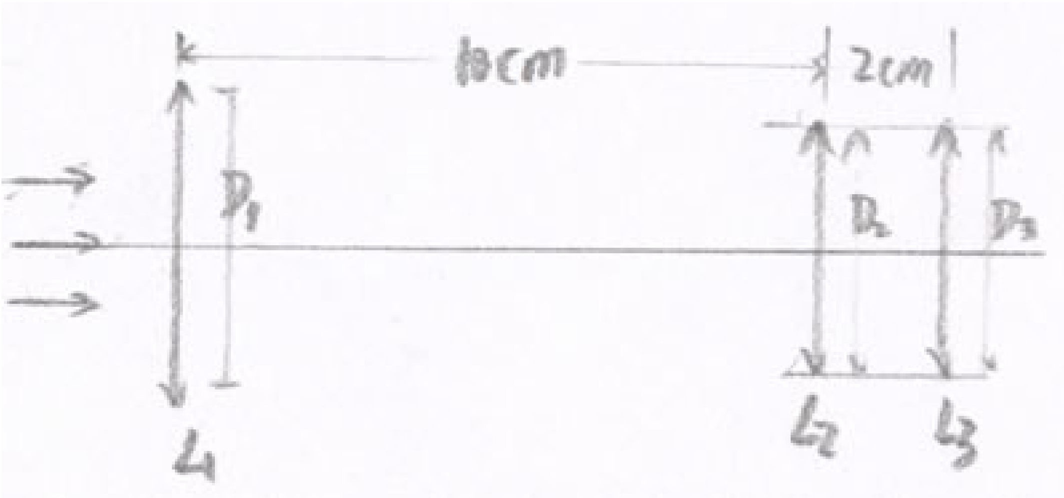


8．解：∵有效光阑是在整个光具组的最前面，∴入射光瞳和它重合，
其大小就是物镜的口径，位置就是物镜所在处。
而有效光阑对于后面的光具组所成的象即为出射光瞳
即 l_1 对 l_2 成的象为出射光瞳。

又∵ $-s = f_1' + (-f_2),\quad f_1' = -f_2$ 而 $\dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{f_2'} + \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{-f_2'} - \dfrac{1}{f' - f}$

即： $s' = \dfrac{f's}{f' + s} = \dfrac{(-f_2)(f_2 - f_1')}{(-f_2) + (f_2 - f_1')} = \dfrac{(f_2 - f_1')}{f'}$

$$y' = \frac{s'}{s} y = \frac{f_2(f_2 - f_1')/f'}{f_2 - f'} \cdot y = \frac{f_2}{f_1'} y$$



9.解：∵ L_1 是该望远镜的有效光阑和入射光瞳，它被 L_2、L_3 所成的象为出射光瞳。

∴把 L_1 对 L_2、L_3 相继成象，由物象公式 $\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$ 便可得出出射光瞳的位置。

即：$\frac{1}{s_2'}-\frac{1}{s_2}=\frac{1}{f_2'}$ ， $\frac{1}{s_3'}-\frac{1}{s_3}=\frac{1}{f_3'}$

而：$s_2=10$（cm），$f'=2\ (cm)$，$f'=2\,(cm)$

$s_3=s_2'-d=s_2'-2\ (cm)$

$\frac{1}{s_2'}=\frac{1}{f_2'}+\frac{1}{s_2'}=\frac{1}{2}+\frac{1}{-10}=\frac{2}{5}$

$s_2'=\frac{2}{5}=0.25\ (cm)$

$s_3'=s_2'-2=2.5-2=0.5\ (cm)$

$\frac{1}{s_3'}=\frac{1}{f_3'}+\frac{1}{s_3'}=\frac{1}{2}+\frac{1}{0.5}=\frac{5}{2}$

故 $\therefore\ s_3'=\frac{2}{5}=0.4\ (cm)=4\,(mm).$

即 出射光瞳在L_3的右方$4mm$处.

出射光瞳的大小为：

$d'=\frac{f_3'}{f_1'}d_1=\frac{2}{10}\times 4=0.8\ (cm)=\ (mm)$

or
将

$f' = f_1' f_2 /(f_1' - f_2 - d) = 2cm$

$f = -cc = -2cm$

$p = -fd / f_2 = 2cm$

$p' = -fd / f_1' = -2cm$

将

$f' = 2cm$

$f = -2cm$

$s = -12cm$

代入

$f' / s' + f / s = 1$

得

$s' = 2.4cm$

$\beta = s' / s = -1/5$

$h = 0.8cm$

10.解：（1） ∵ 光阑放在了透镜后，

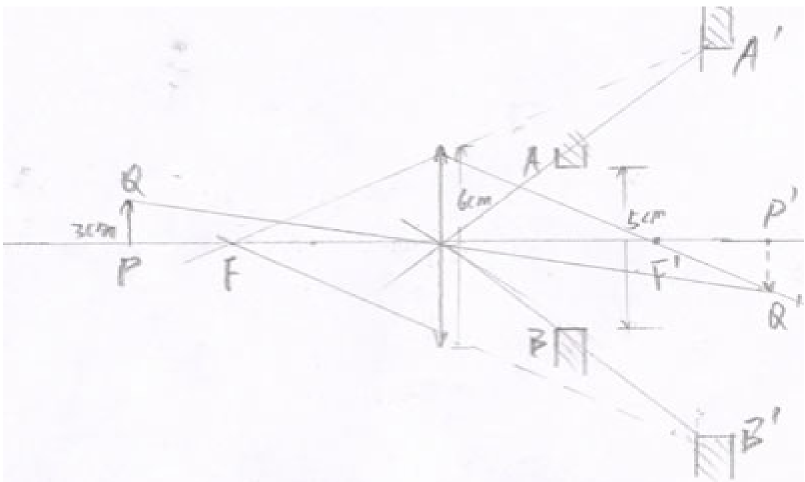
∴ 透镜束就是入射光瞳和出射光瞳，对主轴上 P 点的位置均为 12cm，其大小为 6cm.

(2) $\because \dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{f'}$.

$\therefore \dfrac{1}{s'} = \dfrac{1}{f'} + \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{5} + \dfrac{1}{-12} = \dfrac{1}{5} - \dfrac{1}{12} = \dfrac{7}{60}$

故：$s' = \dfrac{60}{7} \doteq 8.57$（$cm$）$\doteq 8.6$ （cm） .

(3)：其光路图如下：



若为凹透镜，则 s' =-3.53cm

11. 解: $\because \quad \overline{EO} = 2\,cm$

$$\overline{HP} = 20\,cm$$

$$\overline{HF} = 15\,cm$$

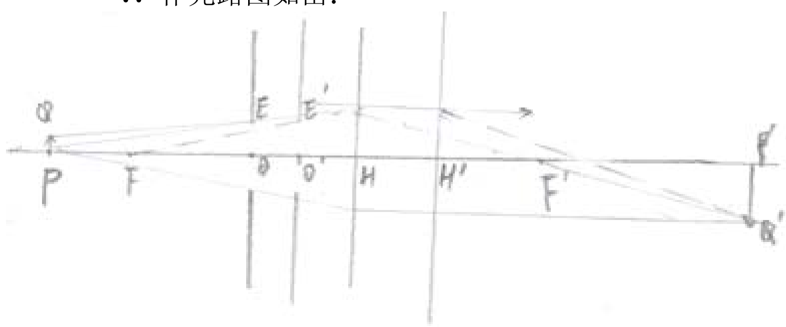
$$\overline{HO} = 5\,cm$$

$$\overline{H'F'} = 15\,cm$$

$$\overline{HH'} = 5\,cm$$

$$\overline{PQ} = 0.5\,cm$$

$\therefore$ 作光路图如由：



(1) $\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}$

$$\therefore \quad \frac{1}{s_1'}=\frac{1}{f'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{15}+\frac{1}{-20}=\frac{1}{15}+\frac{1}{20}=\frac{1}{60}$$

$$s_1'=60 \ \ (cm)$$

(2) $\because \quad \beta=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}$

$$\therefore \quad y_1'=\frac{s_1'}{s_1}y_1=\frac{60}{-20}\times 0.5=-1.5\,(cm)$$

(3) $$u=\mathrm{tg}^{-1}\frac{\overline{EO}}{\overline{\overline{PO}}}=\mathrm{tg}^{-1}\frac{\overline{EO}}{\overline{\overline{HP}}-\overline{\overline{HO}}}=\mathrm{tg}^{-1}\frac{2}{15}=tg^{-1}\frac{2}{15}$$

$$\doteq 7.595^{\circ} \doteq 7^{\circ}35'42''$$

(4) $\because \quad \frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'} \qquad f'=\overline{H'F'}=15\,cm\,, s_2=-\overline{HO}=-5\,cm$

$$\therefore \quad \frac{1}{s_2'}=\frac{1}{f'}+\frac{1}{s_2}=\frac{1}{15}+\frac{1}{-5}=-\frac{2}{15} \quad .$$

故 出射光瞳的位置为：$s_2^1=-\frac{15}{2}=-7.5\,(cm)$.

出射光瞳的半径为：

$$R=\overline{E'O'}=y_2^1=\frac{s_2^{'}}{s_2}y_2=\frac{s_2^{'}}{s_2}\times\overline{EO}=\frac{-7.5}{-5}\times 2=3\,(cm)$$

出射光瞳的孔径角为：

$$u'=\mathrm{tg}^{-1}\frac{\overline{E'O'}}{\overline{\overline{P'O'}}}=\mathrm{tg}^{-1}\frac{3}{67.5}\doteq 2.545^{\circ}=2^{\circ}32'42''\,.$$

其中 $\overline{P'O'}=s_1'-s_2'=60-(-7.5)=67.5 \ \ (cm)$

12.解： 设桌的边缘的照度为 E，

则： $E = I_0 \dfrac{\cos\alpha}{\ell^2} = I_0 \dfrac{x/\ell}{\ell^2} = I_0 \dfrac{x}{\ell^3}$

$$= I_0 \cdot \frac{x}{(x^2+R^2)^{3/2}}$$

$$\frac{dE}{dx} = I_0 \frac{(x^2+R^2)^{3/2} - x\cdot\frac{3}{2}(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}-1}\cdot 2x}{(x^2+R^2)^3}$$

$$= I_0 \frac{(x^2+R^2)^{3/2} - 3x^2(x^2+R^2)^{\frac{1}{2}}}{(x^2+R^2)^3}$$

$$= I_0 \frac{(x^2+R^2) - 3x^2}{(x^2+R^2)^{5/2}} = 0$$

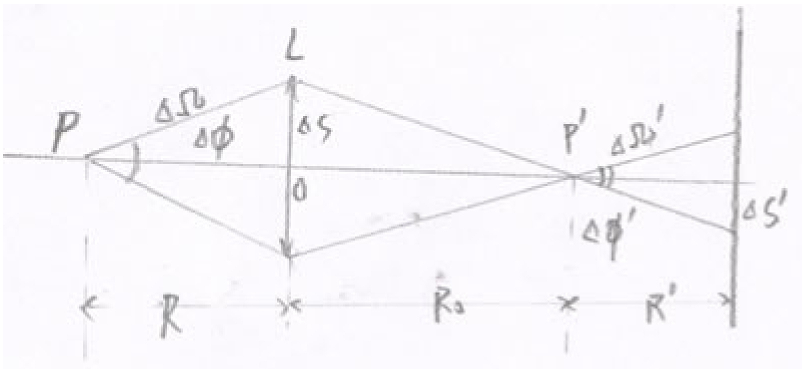
即： $x^2 + R^2 - 3x^2 = 0$

$R^2 - 2x^2 = 0$

故： $x = \dfrac{\sqrt{2}}{2}R\,(h)$.

即灯应悬在离桌面中心$\dfrac{\sqrt{2}}{2}R$处。

13.解：∵ $\dfrac{1}{s'} - \dfrac{1}{s} = \dfrac{1}{f'}$. $f' = 20\,cm$， $s = -30\,cm$.



or 设 B 出发光强度为I_1，P'处发光强的为I_2，在立体角Ω_1内衣光源发出的光通过是在

顶点为P'的立体角

Ω_2 内传播，是顶点在 P 和P'的二圆级在京后结成来那个个相等的小块 ，因此有：

$\Omega_1 \quad s^2 \quad = \quad \Omega_2 s'^2$ 光 能

$I_1\Omega_1 = I_2\Omega_2$联立得：$I_1/I_2 = 1/4$所以$I_2 = 60(\text{cd})$

则从P'发出的光在屏上圆镜的中心的强度为$E = I_2\cos\alpha/R'^2 = 0.15(\text{ph})$所以$\alpha = 0 \; R' = 20$

14. 解： $\because \ \beta = \dfrac{y'}{y} = \dfrac{s'}{s}$. $s' = \dfrac{y'}{y}s = \dfrac{-1}{5}\times(-50) = 10\ cm$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s}. \quad f' = \frac{s's}{s-s'} = \frac{10\times(-50)}{(-50)-(10)} = \frac{500}{60} \doteq 8.33\text{（}cm\text{）}$$

又$\because$照相机在感光底版上所能分辨的最小距离为：

$$\Delta y' = f'\theta \doteq 1.220\frac{\lambda}{d/f'}$$

通常定义$R = \dfrac{1}{\Delta y}$为照相物镜的分辨本领，如果Δy的单位以mm来表示，则R就表示$1mm$内所能分辨的最小线对，即：$R = \dfrac{1}{1.220\lambda}(\dfrac{d}{f'}) \quad$ (线对$/mm$)

本题中的$\Delta y' = 1\ mm$，说明所成的象能分辨，仍是清晰的。

$$\because \ \text{tg}u' = \frac{d/2}{f'} = \frac{-y'}{x'} \ .$$

$$\text{即} \ \frac{d}{f'} = -\frac{2y'}{x'} = -\frac{2y'}{s'-f'} = -\frac{2\times(-1)}{100-83.3} \doteq 0.12$$

$$\therefore F = \frac{f'}{d} = \frac{1}{0.12} \doteq 8.33$$

15. 解： $\because \ p = \delta\dfrac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}\lambda} = \dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}$

$$\therefore\ \ \delta = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}\bigg/\frac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}\lambda} = \frac{5893}{(-6)}\bigg/(-360) = 2.37\ (cm)$$

$\delta \geq 2.73cm$

16. 解：(1) $\because\quad \rho = \dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}$

$$\therefore N = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}\bigg/ j = \frac{6000}{0.2\times 2} = 15000$$（条）

（2）$\because d\sin\theta = j\lambda$

$$\therefore d = \frac{j\lambda}{\sin\theta} = \frac{2\times 6000\times 10^{-7}}{\sin 30^{\circ}} = 2.4\times 10^{-3}\ (mm)$$

(3) $\because$ 第三级缺级，$d = 3b$

$$\therefore b = \frac{d}{3} = 0.8\times 10^{-3}\ (mm)$$

(4) $\quad \delta = Nd = 15000\times 2.4\times 10^{-3} = 36\ (mm)$

(5) $\because d\sin\theta = j\lambda \qquad \sin\theta = 1$

$$\therefore\ \ j = \frac{d}{\lambda} = \frac{2.4\times 10^{-3}}{6000\times 10^{-7}} = 4$$

考虑到缺级$j = \pm 3$，则屏幕上现出的全部亮条纹数为 $2\times(3-1) = 1 = 5$，即 $j = 0, \pm 1, \pm 2$.
这里$j = \pm 4$级是$\sin\theta = \pm 1$，对应的衍射角等于 $\dfrac{\pi}{2}$，故无法观察到。

17. 解：（1） $\because \quad \Delta y = 0.610\dfrac{\lambda}{n\sin u}.$

$$\therefore \quad n\sin u = 0.610\times\frac{\lambda}{\Delta y}$$

$$= 0.610\times\frac{5500\times10^{-7}}{0.000375} \doteq 0.895$$

$$(2)\ \because U' = 2' = \frac{2}{60}\times\frac{\pi}{180},\ U = \frac{\Delta y}{25}$$

$$M = \frac{U'}{U} = \frac{25U'}{\Delta y} = \frac{25\times\dfrac{2}{60}\times\dfrac{\pi}{180}}{0.000375\times10^{-1}} = 387.65$$

18. 解：$\because\ U \doteq tgU = \dfrac{\Delta y}{\ell} = 0.610\dfrac{\lambda}{R}$

$$\therefore \ell = \frac{\Delta y}{0.610\lambda/R} = \frac{\Delta y\cdot R}{0.610\lambda}$$

$$= \frac{1.5\times1.5}{0.610\times5500\times10^{-7}} = 6.7\times10^{-3}\ cm = 6.7\ km$$

19. 解：$\because tg\theta_1 = 1.220\dfrac{\lambda}{d} = \dfrac{\Delta y}{\ell} \quad \lambda = \dfrac{\Delta y\cdot d}{1.220\ell}$

$$\therefore\ \lambda_1 = \frac{\Delta y\cdot d_1}{1.220\ell} = \frac{500\times20\times10^{-2}}{1.220\times60\times6370\times10^{3}} = 2140\ \mathring{A}$$

$$\therefore\ \lambda_2 = \frac{\Delta y\cdot d_2}{1.220\ell} = \frac{500\times160\times10^{-2}}{1.220\times60\times6370\times10^{3}} = 17150\ \mathring{A}$$

可见 $\lambda_1 < 3900 \sim 7600\ \mathring{A}$ 达不到可见光范围，

$\therefore$ 孔径为$20cm$的则不能分辨，而孔径为$160cm$的则可以分辨。

20. 解：（1） $\because \quad 2u = 8^{\circ} \qquad \lambda = 1\ \mathring{A} \qquad n = 1$

$$\therefore\ \Delta y = 0.610\times\frac{\lambda}{n\sin u} = 0.610\times\frac{1}{1.0\times\sin 4^{\circ}}$$

$$\doteq 8.745\ \mathring{A} \approx 8.7\ \mathring{A}$$

$$(2)\quad M = \frac{\Delta y'}{\Delta y} = \frac{6.7\times10^{-2}}{8.7\times10^{-7}} = 7.7\times10^{-4}\ \text{(倍)}$$

21，解： ∵$P=\lambda/\Delta\lambda=jN$ $L=Nd$ $D=d\theta/d\lambda=j/d\cos\theta=P/L\cos\theta$

∴$P=DL\cos\theta=0.5\times10^{-2}\times4\times10^{7}\times\cos60^{o}=1\times10^{5}$.

22，解：（1）∵ $\theta_1=0.61\lambda/R=1.22\lambda/R$ （注意：中央亮度应为其他的 2 倍，半角亮度 θ1）

∴ $D_1=2(f^{/}\ \theta_1)=2.44\ \lambda\ f^{/}/d=2.44\times632.8\times10^{-6}\times3.76\times10^{5}/2=290$(km).

(2) ∵$d_2=10^3d_1$ ∴$D_2=D_1/10^3\approx290$(m).

(3) ∵$d_5=2.5\times10^3d_1$,∴$D_5=D_1/2.5\times10^3\approx116$(m)

23，解： ∵ $\theta_1=0.61\lambda/R=1.22\lambda/d$, $\theta^{/}=\Delta y/l$.

而 $\theta^{/}>=\theta_1$, 即 $\Delta y/l>=1.22\lambda/d$.

$d>=1.22\lambda l/\Delta y$

∴ $d_{min}=1.22\lambda l/\Delta y=1.22\times550\times10^{-9}\times200\times10^{3}/1=0.1342$(cm).

24，解： ∵ $\theta_1=1.22\lambda/d$, $\theta^{/}=\Delta y/l$

而 $\theta^{/}>=\theta_1$, 即： $\Delta y/l>=1.22\lambda/d$.

$\Delta y>=1.22\lambda l/d$.

∴ $\Delta y_{min}=1.22\lambda l/d=1.22\times555\times10^{-9}\times3.8\times10^{8}/1.56\approx164.93$(m) ≈165(m).

25，解： ∵ $P=\Delta y=jN$, $L=Nd$.

$\lambda=589+589.6/2=589.3$(nm)

$\Delta\lambda=589.6-589=0.6$(nm)

∴ $d=L/N=jL\Delta\lambda/\lambda=2\times15\times0.6/589.3\approx0.031$(cm) ≈0.03cm