

北京理工大学 2002 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 410 科目名称: 波动光学 分号: 04-01

试题答案必须书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试题上不准填写准考证号和姓名

1. (20 分) 如图 1 所示, 准直透镜 L 的焦距为 f' , 在其前焦面上 $(x_0 = x_0, y_0 = 0)$ 处有一点光源 S , 发出波长为 λ 的单色球面波, 此球面波经 L 准直后成为平面波。

(1) 求此单色平面波在三个坐标轴方向的空间频率分量 (f_x, f_y, f_z) 。

(2) 设此平面波在 $t=0$ 时刻, 在透镜 L 的出瞳中心处 O 的位相 $\varphi_0 = 0$, 振幅为 E_0 . 求此平面波 $t=0$ 时刻在距离透镜出瞳面 l 的平面 (xy) 上的复振幅分布。

【注: 设光源 S 靠近光轴, 可作近轴近似, 即 $\sin \theta \approx \tan \theta$ 】

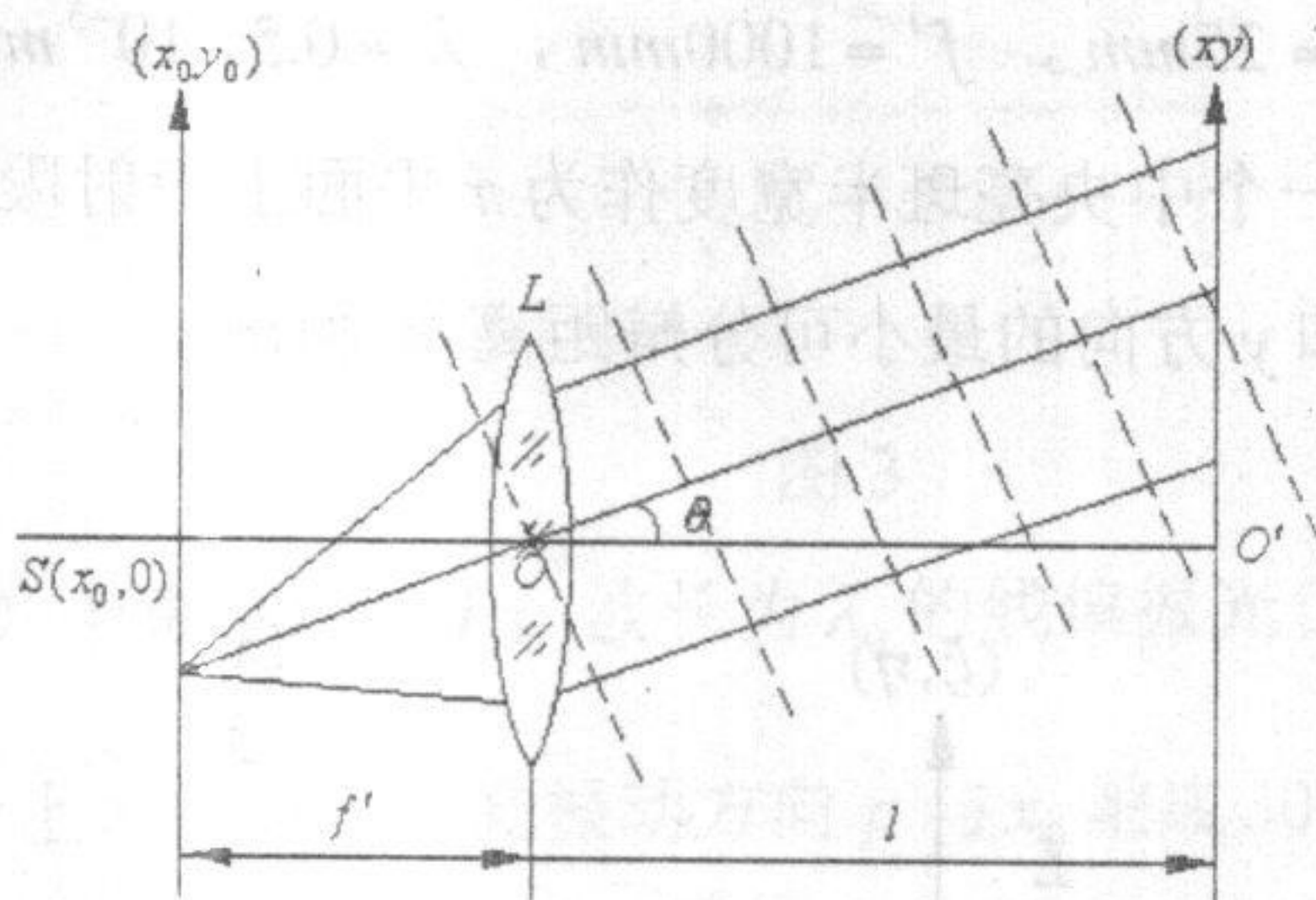


图 1

2. (20 分) 已知在均匀各向同性透明媒质中, 电磁波的强度 I 等于能流密度 S 在电磁波的一个时间周期 T 内的时间平均值, 即 $I = \langle S \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T S dt$

有一平面电磁波沿 z 方向传播, 电场 \bar{E} 的振动方向沿 x 轴, 表示为:

$$\bar{E} = E_x \bar{i} = E_{x0} \cos(kz - \omega t + \varphi_0) \bar{i}$$

北京理工大学 2002 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 410 科目名称: 波动光学 分号: 04-01

试题答案必须书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试题上不准填写准考证号和姓名

- (1) 写出磁场 \vec{B} 和能流密度矢量 \vec{S} 的表达式。
- (2) 证明平面电磁波的强度与空间考察点位置及时间 t 均无关, 可用下述公式计算:

$$I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_{x0}^2$$

【提示: 能流密度矢量 $\vec{S} = \frac{1}{\mu} \vec{E} \times \vec{B}$ 】

3. (20 分) 在图 2 所示的光学成像系统中, 透镜 L 的焦距为 f' , 出射瞳孔为尺寸 $(a \cdot b)$ 的矩形, 用波长为 λ 的单位振幅单色平面波正入射照明。

- (1) 求透镜 L 后焦面 π 上的复振幅和辐照度分布, 并画出辐照度分布示意图。
- (2) 设 $a = 20\text{mm}$, $b = 25\text{mm}$, $f' = 1000\text{mm}$, $\lambda = 0.5 \times 10^{-3}\text{mm}$, 如果以两个衍射图形相距一个中央亮斑半宽度作为 π 平面上衍射限制的两点分辨极限。试给出 x 和 y 方向的最小可分辨距离 δx 和 δy 。

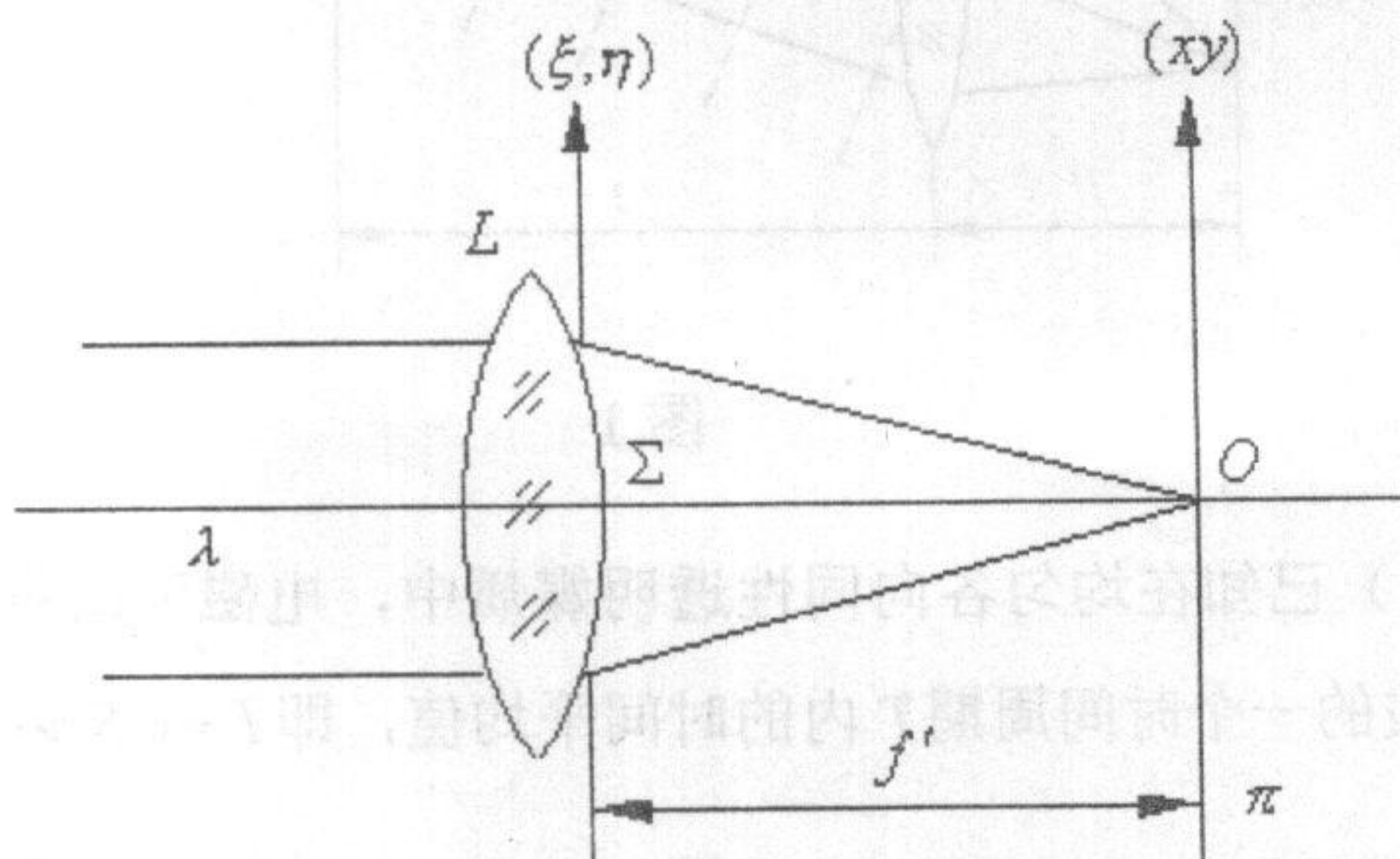


图 2

北京理工大学 2002 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 410 科目名称: 波动光学 分号: 04-01

试题答案必须书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试题上不准填写准考证号和姓名

4. (20 分) 图 3 为双光束干涉装置. 其中光束 A 是由距原点 z_0 处的点光源发出的单色球面波, 其源强度为 a , 光束 B 是正入射的单位振幅的单色平面波, A 和 B 是相干波且在 O 点处初位相相同. 设光波长为 λ .

- (1) 求 (xy) 平面上双光束干涉的强度分布 $I(x, y)$.
- (2) 给出各干涉亮纹的等强度线表达式, 并画出示意图.
- (3) 这个干涉图在哪些方面等同于一个菲涅耳波带板? 请给出这个波带板的焦距.

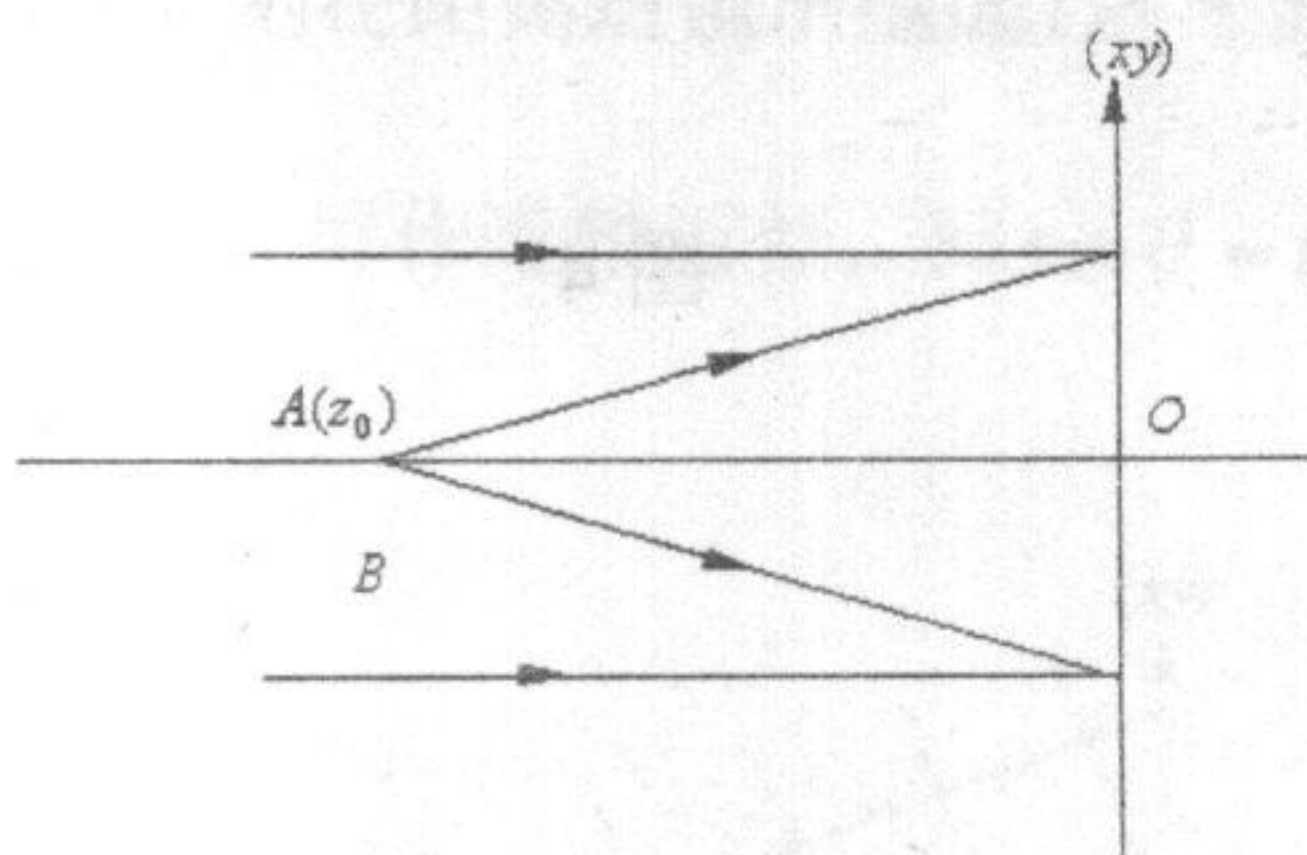


图 3

5. (20 分) 一束强度为 I , 波长为 λ_0 的线偏振光正入射到一块光轴平行 y 轴的石英晶片上, 假设入射光振动方向 p 与 x_0 轴成 30° 夹角.

- (1) 在图上标出 O 光和 e 光的振动方向, 并回答哪束光的位相超前.
- (2) 若晶片的厚度 $d = 20\lambda_0$, 试问该线偏振光通过晶片后, 由晶片引入的位相差 $\Delta\varphi$ 为多少? 从晶片出射的光波是什么偏振态? 画出该偏振波的振动图.
- (4) 算出 O 光和 e 光的强度 I_o , I_e 以及出射光的强度 I' .

【提示: $n_o = 1.5442$, $n_e = 1.5533$ 】

北京理工大学 2002 年硕士研究生入学考试试题

科目代码: 410 科目名称: 波动光学 分号: 04-01

试题答案必须书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试题上不准填写准考证号和姓名

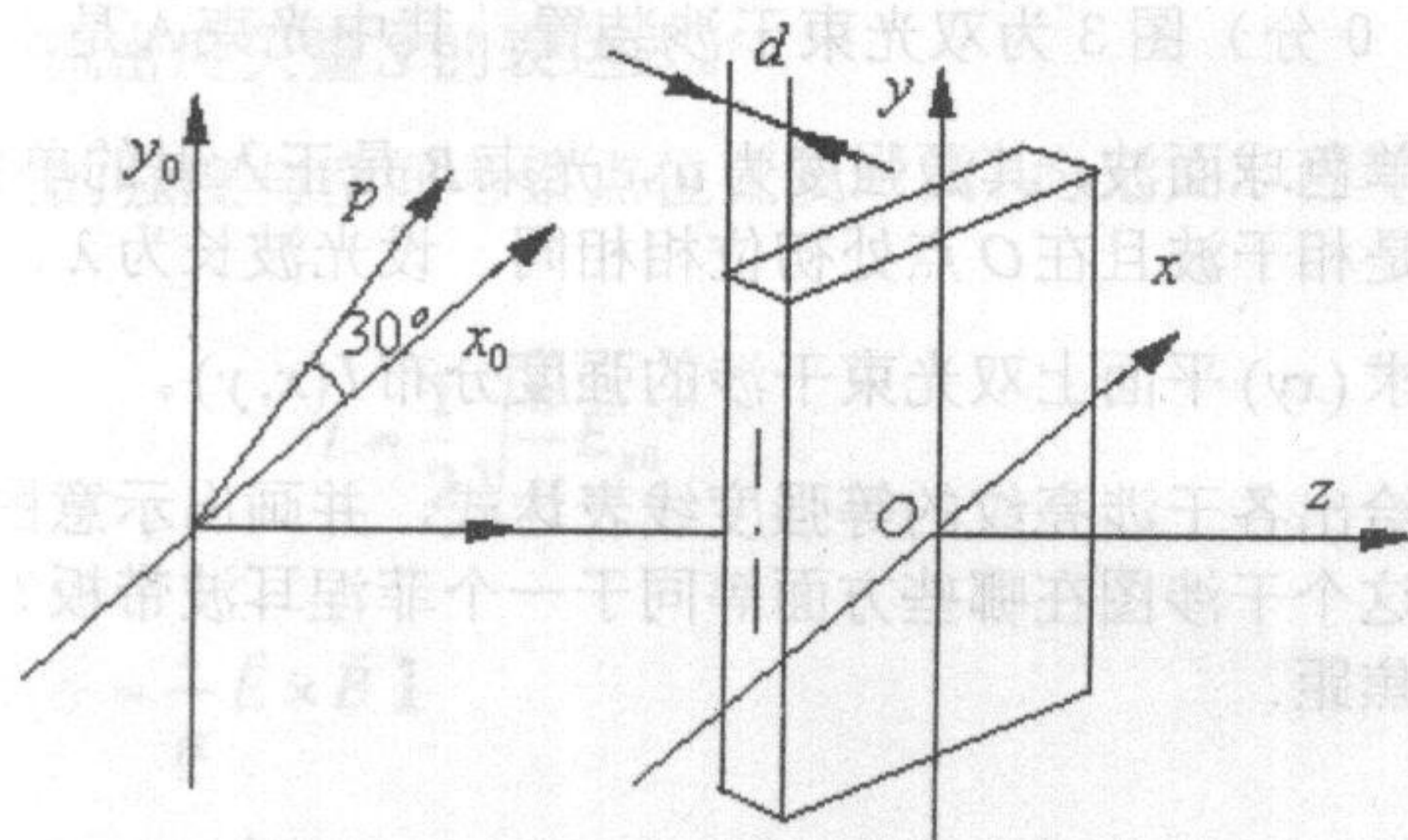


图 4