

量子物理作业 3

傅申 PB20000051

2022 年 3 月 21 日

问题 9.

对于弗朗禾费单缝衍射, 极小位置为 $\sin \theta_k = \pm k \frac{\lambda}{a}$. 设钠黄光的波长为 $\lambda_1 = 589.3\text{nm}$, 未知光源的波长为 λ_2 . 钠黄光衍射第二极小到干涉图样中心的距离为

$$d_{12} \approx f \sin \theta_{12} = 2f \frac{\lambda_1}{a} \quad (1)$$

未知光衍射第三极小到干涉图样中心的距离为

$$d_{23} \approx f \sin \theta_{23} = 3f \frac{\lambda_2}{a} \quad (2)$$

联立式 (1) 和 (2), 并代入数据, 得到

$$\lambda_2 = \frac{2d_{23}}{3d_{12}} \lambda_1 = 550.0\text{nm} \quad (3)$$

问题 10.

手机为小米 10. 手机主摄像头的相关参数如下

光圈系数	像素	CMOS 图像传感器尺寸
f/1.69	12032×9024	1/1.33" ($9.6 \times 7.2\text{mm}^2$)

求得线分辨极限为

$$\Delta l = f \Delta \theta = \frac{1.22 \lambda f}{f/1.69} = 2.06 \lambda \quad (4)$$

对于可见光, $\lambda \in [400, 760]\text{nm}$, 则 $\Delta l \in [0.824, 1.566]\mu\text{m}$, 而单个像素的宽度为

$$\Delta x = \frac{9.6}{12032} \text{mm} = 0.8 \mu\text{m} \quad (5)$$

可以看出手机像素数目超过了镜头的光学衍射极限.

问题 11.

要想分辨这两颗星, 则有 $\theta \geq \Delta \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$, 推出 $D \geq 1.22 \frac{\lambda}{\theta} = 1.22 \frac{0.55 \times 10^{-6}}{4.8 \times 10^{-6}} \text{m} = 14\text{cm}$

0. 随堂问题

- I 不变, 可能是自然光或圆偏振光
- I 变, 有消光, 是线偏振光
- I 变, 无消光, 可能是椭圆偏振光或部分偏振光

问题 14.

入射光为自然光, 透过第一个偏振片后变为线偏振光, 光强变为原来的 $1/2$, 然后透过三个偏振片, 每次透过光强都变为原来的 $\cos^2 30^\circ = 3/4$, 所以透过此偏振片系统的光强是原来的

$$I = \frac{1}{2} \times \left(\frac{3}{4}\right)^3 I_0 = \frac{27}{128} I_0 \quad (6)$$

问题 15.

两角度互余, 即光从玻璃一侧入射时的布儒斯特角为 32° .