

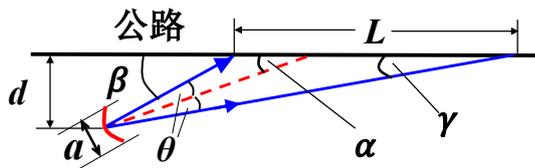
# 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程：基础物理学 (2) 2022 年 11 月 7 日

姓名：            学号：            班级：

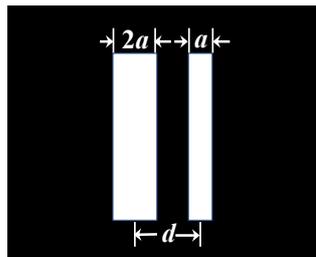
1. (本题 10 分)

如图所示,在距公路为  $d$  的边上安放了一孔径为  $a$  的圆形天线雷达测速仪。该雷达发出的雷达波波长为  $\lambda$ , 射束方向与公路成  $\alpha$  角, 试求雷达监视范围内的有效公路长度  $L$ 。(提示: 雷达波波长在厘米量级, 天线孔径在分米量级)



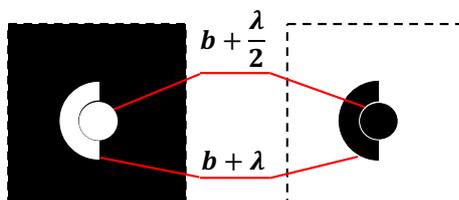
2. (本题 10 分)

如图所示, 波长为  $\lambda$  的平行光正入射两个缝宽分别为  $2a$  和  $a$  的不等宽狭缝, 缝距为  $d = 3a$ , 求该双缝的夫琅和费衍射强度分布公式。



3. (本题 10 分)

如图所示, 用波长为  $\lambda$  的平行光正入射两个很大的互补衍射屏, 其中  $b$  为中心到场点的光程。令  $I_0$  为自由传播时的光强, 求左、右屏在轴上观察点处的光强与自由光强之比 (忽略倾斜因子的影响)。



4. (本题 5 分)

如图所示，一张带有拼合线的火星表面照片。试问若要去掉拼合线应采用怎样的光学滤波法，分几步进行处理？



5. (本题 10 分)

用一偏振片  $P$  检验椭圆偏振光时，透过偏振片的光强将随偏振片的旋转而发生变化。对于已设定的坐标系  $(x, y)$ ，令偏振方向与  $x$  轴的夹角为  $\theta$ ，并且已知合成为椭圆偏振光的两个垂直振动之间相位差位为  $\delta$ ，振幅分别为  $A_x$  与  $A_y$ ，试导出透射光随偏振片旋转角度变化关系。

6. (本题 10 分)

强度为  $I$  的单色平行光通过主截面成  $60^\circ$  角的两块尼科耳棱镜，现在在两尼科耳棱镜之间插入一块  $\lambda/4$  片，其主截面平分两棱镜主截面夹角，求出射光强度（忽略反射，吸收等损失）。

7. (本题 5 分)

试计算折射率满足正常色散科西公式  $n = A + B\lambda^{-2} + C\lambda^{-4}$  下的群速度。

8. (本题 10 分)

波长为  $\lambda$  的  $X$  射线与原子中的核外电子发生康普顿散射，若散射后的  $X$  射线与入射方向的夹角为  $\theta$ ，电子的静止质量为  $m_e$ ，求反冲电子的动能及其反冲方向与入射  $X$  射线方向之间的夹角  $\psi$ 。

9. (本题 10 分)

假设在  $t = 0$  时刻时，一个德布罗意波长为  $\lambda$  的粒子由下述波函数描述

$$\psi(x, 0) = \begin{cases} Axe^{-\lambda x}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

- a) 确定归一化常数  $A$ ;
- b) 位置  $x$  的期待值  $\bar{x}$ ;
- c) 粒子在动表象下的波函数;
- d) 动量  $p$  的期待值  $\bar{p}$ 。

(提示, 可能用到的积分公式为  $\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx = n!/a^{n+1}$ )

10. (本题 10 分)

已知一粒子的归一化波函数为

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right), & 0 < x < a, \\ 0, & \text{其余地方。} \end{cases}$$

试判断该波函数是否是位置、动量和动能的本征函数, 如果是则求出相应的本征值。

11. (本题 10 份)

证明轨道角动量算符的对易关系满足  $\hat{l} \times \hat{l} = i\hbar \hat{l}$ ,  $[\hat{l}^2, \hat{l}_\alpha]$ , ( $\alpha = x, y, z$ )。

12. (本题 10 分)

在  $\hat{\sigma}_z$  表象中, 求泡利算符分量  $\hat{\sigma}_x$  的本征值与本征矢, 以及在這些本征态中测量电子自旋分量  $s_y$  时得到其各本征值的概率。