

# 武汉大学 2021---2022 学年第一学期

## 《大学物理 B（下）》期末试卷 A 卷

学院:\_\_\_\_\_姓名:\_\_\_\_\_学号:\_\_\_\_\_成绩:\_\_\_\_\_

### 一、选择题（本大题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分）

1. 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 1.25 倍，则其运动速度的大小为  $c$  的多少倍？  
[ ] (以  $c$  表示真空中的光速)

- (A) 0.4 (B) 0.5 (C) 0.6 (D) 0.7

2. 如图所示，电流由长直导线 1 沿切向经  $a$  点流入一个电阻均匀的圆环，再由  $b$  点沿切向从圆环流出，经长直导线 2 返回电源。已知直导线上电流强度为  $I$ ，圆环的半径为  $R$ ，且  $a$ 、 $b$  和圆心  $O$  在同一直线上，则  $O$  点的磁感强度大小为[ ]



- (A)  $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$  (B)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$  (C)  $\frac{\mu_0 I}{2R}$  (D) 0

3. 一光子的波长与速率为  $2.3 \times 10^4$  m/s 的质子（静止质量为  $1.67 \times 10^{-27}$  kg）具有相同的德布罗意波长，则该光子的能量最接近下列数值中的哪一个？[ ]

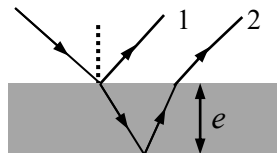
- (A) 72keV (B) 49keV (C) 95keV (D) 120keV

4. 某电炉的发热部件是一根直径  $d=1.00$ mm、长  $L=1.00$ m 的镍铬合金丝制成的圆筒状线圈，可近似看作黑体，当其温度为  $727^\circ\text{C}$  时，它的热辐射功率为 [ ]

（已知  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ ）

- (A) 178W (B) 498 W (C) 800W (D) 1.78 kW

5. 如图所示，一厚度为  $e$ 、折射率为  $n$  的均匀薄膜放在折射率为  $n_1$  的介质空间中，光源采用波长为  $\lambda$  的单色扩展光源，则入射角为  $i$  的入射光在薄膜上下表面产生的两反射光 1 和 2 相遇时的相位差为 [ ]



- (A)  $\frac{4\pi e}{\lambda} \sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \pi$  (B)  $\frac{4\pi e}{\lambda} \sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i}$   
(C)  $\frac{4\pi e}{\lambda} \sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\pi}{2}$  (D)  $\frac{2\pi e}{\lambda} \sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \pi$

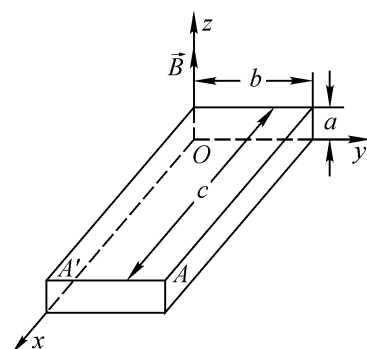
6. 三个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$  与  $P_3$  堆叠在一起， $P_1$  与  $P_3$  的偏振化方向相互垂直， $P_2$  与  $P_1$  的偏振化方向间的夹角为  $37^\circ$ 。强度为  $I_0$  的自然光垂直入射于偏振片  $P_1$ ，并依次透过偏振片  $P_1$ 、 $P_2$  与  $P_3$ ，则

通过三个偏振片后的光强  $I$  为最接近下列数值中的哪一个? [      ]

- (A)  $0.1I_0$       (B)  $0.2I_0$       (C)  $0.3I_0$       (D)  $0.4I_0$

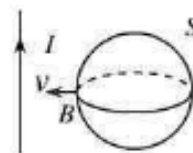
7. 如图所示, 在一磁感强度方向为沿  $z$  轴正方向的匀强磁场  $\vec{B}$  中有一块微小的电阻率为  $\rho$  的导体样品, 当导体中通有沿  $x$  轴方向的电流时, 测得样品中电场强度沿  $x$  和  $y$  方向的分量分别为  $E_x$  和  $E_y$ , 则该导体的霍尔系数为 [      ]

- (A)  $R_H = \frac{\rho E_x}{E_y B}$       (B)  $R_H = \frac{\rho E_y}{E_x B}$   
(C)  $R_H = \frac{E_x}{\rho E_y B}$       (D)  $R_H = \frac{E_y}{\rho E_x B}$



8. 如图所示, 在无限长载流直导线附近作一球形闭合曲面  $S$ . 若球面  $S$  的球心与直导线所确定的平面始终不变, 则当  $S$  向直导线靠近时, 穿过球面  $S$  的磁通量  $\Phi$  和面上各点的磁感强度  $B$  的变化为 [      ]

- (A)  $\Phi$  增大,  $B$  也增大      (B)  $\Phi$  不变,  $B$  也不变  
(C)  $\Phi$  增大,  $B$  不变      (D)  $\Phi$  不变,  $B$  增大

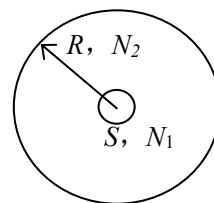


## 二、填空题 (本大题共 9 小题, 共 29 分)

9. (3 分) 在棱镜 ( $n_1 = 1.52$ ) 表面镀一层增透膜 ( $n_2 = 1.30$ )。如使此膜适用于氦氖激光器发出的波长为  $\lambda = 632.8\text{nm}$  的激光, 则其厚度最小应为 \_\_\_\_\_ nm。(结果保留 3 位有效数字)

10. (3 分) 一平面电磁波在真空中沿  $x$  方向传播, 任意时刻  $t$  和任意坐标  $x$  处的电场强度  $\vec{E}(t, x) = E_0 \cos(\omega t - kx) \hat{y}$ , 这里  $E_0$ 、 $\omega$  和  $k$  均为正的常数,  $\hat{y}$  为  $y$  方向的单位矢量, 则任意时刻  $t$  和任意坐标  $x$  处磁感应强度  $\vec{B}(t, x) =$  \_\_\_\_\_。

11. (4 分) 由绝缘的细漆包线密绕而成的一个小圆线圈, 其总匝数为  $N_1$ , 面积为  $S$ , 放置在另一个总匝数为  $N_2$ 、半径为  $R$  的大圆线圈中心, 两者共面共轴, 如图所示。则两个线圈的互感系数  $M =$  \_\_\_\_\_; 当大线圈导线中的电流  $I = I_0 \cos \omega t$  时, 式中  $I_0$ 、 $\omega$  均为常量, 小线圈中互感电动势的大小等于 \_\_\_\_\_。



12. (3 分) 已知基态氢原子的能量为  $-13.6\text{eV}$ , 当基态氢原子被能量为  $12.09\text{eV}$  的光子激发后, 由玻尔氢原子理论知其电子绕核的轨道半径是玻尔半径的 \_\_\_\_\_ 倍。

13. (3 分) 某照相侦察卫星的工作高度为  $160\text{km}$ , 为能分辨地面上线度为  $4\text{cm}$  的目标, 要求该

照相侦察卫星携带的照相机的孔径应不小于\_\_\_\_\_米。(假定照相机的工作波长为  $500\text{nm}$  , 计算结果保留三位有效数字)

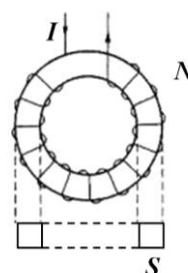
14. (3分) 在光电效应实验中, 已知金属钾的光电效应的红限波长  $\lambda_0 = 5.5 \times 10^{-7} \text{ m}$  , 在波长  $\lambda = 4.8 \times 10^{-7} \text{ m}$  的可见光照射下, 其遏止电压为\_\_\_\_\_。(计算结果保留两位有效数字, 普朗克常量  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  )

15. (3分) 真空中长度相等、单层密绕匝数相同的两支长直螺线管, 螺线管半径之比  $R_1/R_2 = 1/4$  。当螺线管线圈中通过相同电流时, 螺线管贮存的磁能之比为  $W_1/W_2 =$ \_\_\_\_\_。

16. (3分) 同时测量动能为  $1.0 \text{ KeV}$ 、作一维运动的电子的位置与动量时, 若测量位置的不确定度在  $0.1 \text{ nm}$  内, 则动量的相对不确定度  $\Delta p / p$  至少为\_\_\_\_\_ (填百分数, 保留两位有效数字, 如:  $2.2\%$ 、 $45\%$ 等)

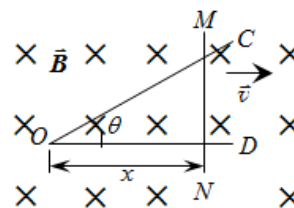
(电子质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  , 普朗克常量  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  )

17. (4分) 如图所示为一细铁环, 环上紧密地绕有  $N = 800$  匝线圈, 其中心线周长  $l = 80.0 \text{ cm}$  , 横截面  $S = 2.0 \text{ cm}^2$  。当导线中通有电流  $I = 8.0 \text{ mA}$  时, 通过环截面的磁通量  $\Phi = 5.0 \times 10^{-6} \text{ Wb}$  , 则铁芯中磁感应强度的大小为\_\_\_\_\_T, 磁场强度的大小为\_\_\_\_\_A/m。(结果均保留2位有效数字, 如:  $0.15$ 、 $1.5 \times 10^{-3}$  等)

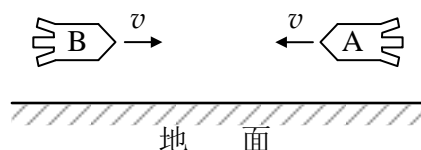


### 三、计算题 (本大题共 6 小题, 共 47 分)

18. (8分) 如图所示, 有一弯成  $\theta$  角的金属架  $COD$  放在垂直于磁场的平面内, 导体杆  $MN$  垂直于  $OD$  边并在金属架上以恒定速度  $\vec{v}$  向右滑动,  $\vec{v} \perp MN$  , 在滑动过程中导体杆与金属框架始终保持良好接触。设  $t = 0$  时,  $x = 0$  , 磁场分布均匀, 且  $B = B_0 \cos \omega t$  , 式中  $B_0$ 、 $\omega$  均为常量。试求: 框架内感应电动势  $\varepsilon_i$  的大小和方向。



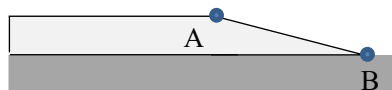
19. (6分) 如图所示, 两艘飞船 A 和 B 相向运动, 它们相对地面的速率都是  $v$  。在 A 船中, 有一根米尺顺着飞船的运动方向放置, 求 B 船参照系中的观察者测得该米尺的长度。



20.(10 分) 假定在康普顿散射实验中,入射光的波长  $\lambda_0 = 0.0030 \text{ nm}$ ,反冲电子的速度  $v = 0.6c$ ,求散射光的波长  $\lambda$  和散射角  $\varphi$ 。

(电子的静止质量  $m_0 = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , 普朗克常量  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $c$  表示真空中的光速)

21.(7 分) 集成光学中的楔形薄膜耦合器原理如图所示。沉积在玻璃衬底上的是氧化钽( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )薄膜,其楔形端从 A 到 B 的厚度逐渐减小到零。为测定薄膜的厚度,用波长  $\lambda = 632.8 \text{ nm}$  的 He-Ne 激光垂直照射,在反射光中观察到薄膜楔形端共出现了 11 条暗纹,且 A 处对应一条暗纹中心,试求氧化钽薄膜的厚度( $\text{Ta}_2\text{O}_5$  对  $632.8 \text{ nm}$  激光的折射率为 2.21,玻璃的折射率为 1.52)。



22.(8 分) 一束平行光垂直入射到某个光栅上,该光束有两种波长的光,  $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$ 。实验发现,两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角  $\varphi = 60^\circ$  的方向上,试求:

(1) 此光栅的光栅常数  $d$ 。

(2) 在上述条件下,光屏上最多能看到第几级  $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$  的明纹?

23.(8 分) 粒子在一维矩形无限深势阱中运动,其波函数为:

$$\Psi_n(x) = \begin{cases} A \sin(n\pi x / a) & 0 < x < a \\ 0 & x < 0, x > a \end{cases}$$

式中  $A$  为归一化常数。试求

(1) 归一化的波函数;

(2) 则若粒子处于  $n = 2$  的状态,它在  $a/4 \sim a/2$  区间内的概率是多少?