

华中科技大学 2022 ~ 2023 学年度第 1 学期

《大学物理（二）》课程考试试卷（A 卷）

（闭卷）

考试日期：2023.02.13. 上午

考试时间：150 分钟

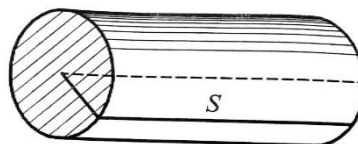
题号	一	二	三				总分	统分 签名	教师 签名
			1	2	3	4			
得分									

得 分	
评卷人	

一、选择题（单选，每题 3 分，共 30 分）

[] 1. 一根长直圆柱形的铜导线上均匀载有 1A 电流，导线半径 R ，铜的磁导率为 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$ 。如图所示，以导线的中轴线为边在其内部作一矩形截面 S （沿导线长度方向取长为 1m 的一段），则通过 S 平面的磁通量为

- (A) $1 \times 10^{-7} \text{ Wb}$
(B) $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb}$
(C) $1 \times 10^{-6} \text{ Wb}$
(D) $4\pi \times 10^{-6} \text{ Wb}$



选择第 1 题图

[] 2. 在巴克豪森效应的课堂演示实验中，利用声音放大器可以把磁畴的变化演示出来。以下说法中正确的是

- (A) 顺磁材料在磁化过程中会出现沙沙声
(B) 抗磁材料在磁化过程中会出现沙沙声
(C) 磁化到饱和的坡莫合金材料在反向磁化过程中会出现沙沙声
(D) 以上说法都不正确

[] 3. 在弹簧纵波课堂演示实验中，下列关于质元振动和波传播之间关系的说法中正确的是

- (A) 质元的振动方向和波传播方向垂直
- (B) 质元的振动方向和波传播方向平行
- (C) 质元振动越快，则波的传播速度越大
- (D) 质元振动越快，则波的传播速度越小

[] 4. 真空中有一列波长为 $6\pi \times 10^{-4} \text{ m}$ 的平面电磁波。该电磁波沿 x 方向传播，电场沿着 y 方向振荡，电场振荡振幅为 0.30 V/m 。下面说法中正确的是

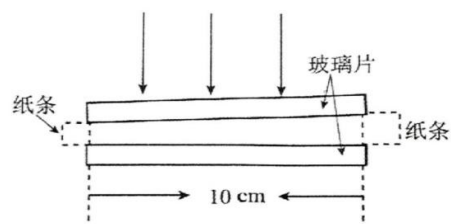
- (A) 该电磁波中磁场振荡的相位与电场相同
- (B) 该电磁波中磁场振荡的角频率为 $2\pi \times 10^{12} \text{ Hz}$
- (C) 该电磁波中磁场的最大值为 0.3 A/m
- (D) 该电磁波中磁场振荡的方向为 x 方向

[] 5. 用波长 500 nm 的激光垂直照射单缝时，观察到其夫琅禾费衍射图样第 2 级暗纹与单缝法线的夹角 θ 满足 $\sin \theta = 0.1$ 。那么沿着衍射角 30° 的方向看，单缝波面可以划分的半波带数目为

- (A) 10 个
- (B) 20 个
- (C) 5 个
- (D) 11 个

[] 6. 如图所示，在两块长为 10 cm 的玻璃片的两端各夹一张纸条（两张纸条厚度略有差异）形成空气劈尖，用波长为 500 nm 的单色光源照射，沿垂于玻璃片表面的方向进行观察，测得相邻两条暗条纹间距为 2 mm 。则两张纸的厚度差约为

- (A) $1.25 \times 10^{-6} \text{ m}$
- (B) $2.50 \times 10^{-6} \text{ m}$
- (C) $2.50 \times 10^{-5} \text{ m}$
- (D) $1.25 \times 10^{-5} \text{ m}$



选择第 6 题图

[] 7. 根据玻尔理论，氢原子中电子在量子数为 n 的轨道上做圆周运动时角频率 ω_n 为

- (A) $\frac{\pi m e^4}{2 \varepsilon_0^2 h^3} \frac{1}{n^3}$
- (B) $\frac{2 \pi m e^4}{\varepsilon_0^2 h^3} \frac{1}{n^3}$
- (C) $\frac{2 \pi m e^4}{\varepsilon_0^2 h^3} \frac{1}{n^2}$
- (D) $\frac{\pi m e^4}{2 \varepsilon_0^2 h^3} \frac{1}{n^2}$

[] 8. 假定篮球框的直径为 0.45m, 篮球的质量为 0.6kg。若用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h/4\pi$ 计算, 投中篮球框得分时篮球横向速度不确定量的数量级约为

- (A) 10^{-40} m/s (B) 10^{-37} m/s (C) 10^{-34} m/s (D) 10^{-31} m/s

[] 9. 下面各组量子数中, 哪一组可以描述氢原子中电子的状态?

- (A) $n=2, l=1, m_l=1/2, m_s=1$
 (B) $n=1, l=2, m_l=1, m_s=1/2$
 (C) $n=2, l=1, m_l=2, m_s=1/2$
 (D) $n=2, l=1, m_l=1, m_s=-1/2$

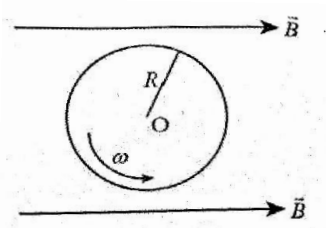
[] 10. 向一个小水塘中倒入含有放射性 ^{24}Na 而活度为 $3 \times 10^6 \text{Bq}$ 的食盐水, 12 小时后从水塘中取水 10m^3 , 测得活度为 0.3Bq 。已知 ^{24}Na 的半衰期为 14.97 小时, 且忽略水的蒸发, 则水塘中水的体积约为

- (A) $2.5 \times 10^7 \text{m}^3$ (B) $5.7 \times 10^6 \text{m}^3$ (C) $2.5 \times 10^6 \text{m}^3$ (D) $5.7 \times 10^7 \text{m}^3$

得 分	
评卷人	

二、填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 如图所示, 半径为 R 的圆盘上带有正电荷, 电荷面密度为 $\sigma = kr$, 式中 k 是比例常数, r 是圆盘上一点到圆心的距离。该圆盘放在均匀磁场 \vec{B} 中, 其法线方向与 \vec{B} 垂直。当圆盘以角速度 $\vec{\omega}$ 绕过圆心且垂直于圆盘的轴旋转时, 圆盘受到的磁力矩大小为_____。



填空第 1 题图

2. 平行板电容器电容为 $C=20\mu\text{F}$, 两极板上电压变化率为 $\frac{dU}{dt}=1.5 \times 10^5 \text{V/s}$, 若忽略边缘效应, 则该电容器中的位移电流的大小为_____ A。

3. 做简谐振动的波源的振动方程为 $y = 0.01 \cos(6\pi t) (\text{m})$, 该波源在介质中激发了

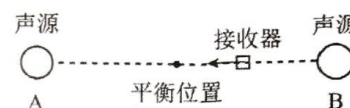
波速为 40 m/s 的平面简谐波。波源起振后 1s、距离波源 20m 处的质点的位移为_____m。

4. 假定有两个完全相同的固定声源 A、B，发声频率都为 600Hz。声音传播的速度为 340 m/s。如图所示，在 A、B 连线之间有一个接收器沿连线方向做简谐振动，

振动表达式为 $x = 1.7 \cos(2t + \frac{\pi}{3})$ (m)。当接收器

运动到平衡位置时，收到的 A、B 信号之间的拍频

为_____Hz。



填空第 4 题图

5. 一驻波的表达式为 $y = 0.05 \cos(16\pi x) \cos(800\pi t)$ (m)，则形成此驻波的两行波的波速是_____m/s。

6. 杨氏双缝实验中以单色光照射双缝。若两缝间距为 0.15 mm，在离双缝 1.0m 远的屏上得到间距为 4mm 的干涉条纹，则所用单色光的波长为_____nm。

7. 某晶体存在一簇晶面间距为 0.282 nm 的晶面。用一束波长范围为 0.116 nm 到 0.152nm 的 X 射线以 30°掠射角入射该晶体。在镜面反射方向上检测到的 X 射线的波长为_____nm (保留 3 位小数)。

8. 一束光由自然光和线偏振光混合而成，其中自然光光强为 I_0 ，线偏振光光强为 I_1 。在光路上放置一个偏振片，使偏振片的偏振化方向与光束中线偏振光的光振动方向成 60° 角。当这束混合光通过该偏振片时，透射光强为_____。

9. 在康普顿散射中，已知入射 X 射线光子的能量为 0.9MeV。散射后光子的波长为散射前的 120%，则反冲电子增加的能量为_____MeV。

10. 往硅本征半导体中掺入一定量的硼（三价）后形成 p 型半导体。该半导体的主要载流子是_____。

三. 计算题 (每题 10 分, 共 40 分)

得 分	
评卷人	

1. 一根长为 l 的长直螺线管 (忽略边缘效应), 截面积为 S , 线圈总匝数为 N 。假设管内充满磁导率为 μ 的均匀磁介质。(1) 求该螺线管的自感系数; (2) 若线圈中的电流在 0.01s 内由 2A 均匀地减小到零, 求线圈中的自感电动势的大小。

得 分	
评卷人	

2. 有三个同方向、同频率的简谐振动，它们的表达式

$$\text{分别为: } x_1 = 4\cos[10t + \frac{\pi}{6}](\text{m}), x_2 = 3\cos[10t - \frac{5\pi}{6}](\text{m}),$$

$$x_3 = \cos[10t + \varphi_3](\text{m})$$

求: (1) x_1 和 x_2 合振动的振幅和初相位;

(2) φ_3 为何值时, x_1 和 x_2 合振动的振幅最大?

(3) 如果 $\varphi_3 = \frac{\pi}{6}$, 假设在 $x = 0$ 处有一个质点同时参与上述三个简谐振动。

请写出以该质点为波源沿着 x 轴负方向传播 (波速为 10m/s) 的平面简谐波的波函数。

得 分	
评卷人	

3. 波长为 600 nm 的单色光正入射到一平面光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 光栅的透光缝宽度为

$0.8 \times 10^{-6}\text{ m}$ 。 (1) 求光栅常数; (2) 列出在光屏上实际呈现的全部谱线级数。

得 分	
评卷人	

4. 一维运动的粒子的波函数为 $\psi(x,t) = Ae^{-\frac{1}{2}\alpha^2 x^2}$, 其中 A 和 α 为实常数。 求: (1) 归一化常数 A ; (2) 该粒子的概率密度分布; (3) 在何处粒子的概率密度最大? (已知: $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$)。

华中科技大学 2022 ~ 2023 学年度第 1 学期

大学物理（二）课程考试卷（A）参考答案

考试日期：2023. 02. 13

一、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	C	B	A	B	D	A	C	D	D

二、填空题

1、 $\frac{Bk\omega\pi R^2}{5}$

2、 3

3、 -0.01

4、 12

5、 50

6、 600

7、 0.141

8、 $\frac{I_0}{2} + \frac{I_1}{4}$

9、 0.15

10、 空穴

三、计算题

1、解：（1）该线圈中通过电流 I 时，管内的磁感应强度为： $B = \mu n I = \mu \frac{N}{l} I$

$$\text{管内的全磁通为： } \psi = NBS = \mu \frac{N^2}{l} IS$$

6 分

$$\text{根据自感的定义有： } L = \frac{\psi}{I} = \mu \frac{N^2}{l} S$$

$$\text{(2) 电流的变化率为： } \frac{dI}{dt} = \frac{2}{0.01} = 200 \text{ A/s}$$

4 分

$$\text{因此，自感电动势的大小为： } \varepsilon = \left| -L \frac{dI}{dt} \right| = 200 \mu \frac{N^2}{l} S$$

2、解：（1） x_1, x_2 是同频率、同振动方向的简谐振动，

$$\text{相位差： } \Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\pi, A_1 > A_2$$

$$\text{因此合振幅： } A = |A_1 - A_2| = 1 \text{ m}$$

$$\text{初位相： } \varphi = \varphi_1 = \frac{\pi}{6}$$

4 分

（2） x_1 和 x_2 合振动的振幅最大时，两简谐振动同相，

$$\text{因此有 } \varphi_3 - \varphi_1 = 2k\pi, \text{ 即：}$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 + 2k\pi = \frac{\pi}{6} + 2k\pi, \text{ 其中 } k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

3 分

（3）、 x_1, x_2 和 x_3 的合振动可以看成 x_{12} 和 x_3 的合振动。

$$x_{12} = \cos \left(10t + \frac{\pi}{6} \right), x_3 = \cos \left(10t + \frac{\pi}{6} \right)$$

因此三者的合振动为

$$x = 2 \cos \left(10t + \frac{\pi}{6} \right)$$

该平面简谐波的波函数为：

$$y = 2 \cos \left[10 \left(t + \frac{x}{10} \right) + \frac{\pi}{6} \right] = 2 \cos \left(10t + x + \frac{\pi}{6} \right)$$

3 分

3、解：（1）根据光栅衍射主极大公式： $d \sin \theta = k\lambda$ ，

可以得到光栅常数为：

3 分

$$d = \frac{k\lambda}{\sin \theta} = \frac{2}{0.5} \times 600 \times 10^{-9} = 2.4 \times 10^{-6} \text{m}$$

（2）根据题意，有 $\frac{d}{a} = 3$ ，因此谱线级数为 3 的倍数的谱线将缺级。

假设在光屏上呈现的谱线的最大级数为 i ，对应的衍射角为 90° ，

由 $d \sin \theta_i = i\lambda$ ，可以解出谱线的最大级数为 4 级。

4 分

因第 3 级谱线缺级，不能被观察到，另外衍射角为 90° 的第 4 级谱线也不能观察到，所以呈现在光屏上的有：

$0, \pm 1, \pm 2$ 级谱线，共 5 条。

3 分

4、解：（1）根据全空间概率的归一性（归一化条件），有

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi^* \psi dx = \int_{-\infty}^{\infty} A^2 e^{-\alpha^2 x^2} dx = 1$$

根据：

$$\int_{-\infty}^{\infty} A^2 e^{-\alpha^2 x^2} dx = A^2 \frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha^2 x^2} d(\alpha x) = A^2 \frac{\sqrt{\pi}}{\alpha} = 1$$

可得：

$$A = \sqrt{\frac{\alpha}{\sqrt{\pi}}} \text{ 或 } \frac{\alpha^{1/2}}{\pi^{1/4}}$$

5 分

（2）该粒子的概率密度分布为： $|\psi|^2 = A^2 e^{-\alpha^2 x^2} = \frac{\alpha}{\sqrt{\pi}} e^{-\alpha^2 x^2}$

2 分

（3）概率密度取最大值，满足条件： $\frac{d}{dx} |\psi|^2 = 0$

即：

$$\frac{d}{dx} |\psi|^2 = 0 \Rightarrow \frac{d}{dx} \left(\frac{\alpha}{\sqrt{\pi}} e^{-\alpha^2 x^2} \right) = 0, \frac{d}{dx} (e^{-\alpha^2 x^2}) = -2\alpha^2 x e^{-\alpha^2 x^2} = 0$$

解得： $x = 0$

3 分