

安徽大学 2024—2025 学年第 1 学期
 《大学物理 A (下)》期末考试试卷 (A 卷)
 (闭卷 时间 120 分钟)

学号 _____
 姓名 _____
 专业 _____
 年级 _____
 答题勿超装订线
 装订线

考场登记表序号 _____

题号	一	二	三(16)	三(17)	三(18)	三(19)	四(20)	总分
得分								
阅卷人								

得分 _____

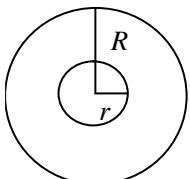
一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 无限长密绕直螺线管通以电流 I , 内部充满均匀、各向同性的磁介质, 磁导率为 μ . 管上单位长度绕有 n 匝导线, 则管内部的磁感强度为和内部的磁能密度分别为 ()
 (A) μnI , $\mu n^2 I^2 / 2$. (B) $\mu nI / 2$, $\mu n^2 I^2$. (C) μnI , $2\mu n^2 I^2$. (D) $\mu nI / 2$, $\mu n^2 I^2 / 2$.
2. 在感应电场中电磁感应定律可写成 $\oint_L \bar{E}_K \cdot d\bar{l} = -\frac{d\Phi}{dt}$, 式中 \bar{E}_K 为感应电场的电场强度. 此式表明 ()
 (A) 闭合曲线 L 上 \bar{E}_K 处处相等.
 (B) 感应电场是保守力场.
 (C) 感应电场的电场强度线不是闭合曲线.
 (D) 在感应电场中不能像对静电场那样引入电势的概念.
3. 一薄透镜的折射率为 1.5, 在空气中使用, 当两球面的曲率半径分别为 $r_1 = -40\text{cm}$, $r_2 = -20\text{cm}$, 其焦距 f 为 ()
 (A) $f = 80\text{cm}$. (B) $f = -80\text{cm}$. (C) $f = 40\text{cm}$. (D) $f = -40\text{cm}$.
4. 一学生戴 500 度的近视眼镜, 则该近视眼镜的焦距和该生裸眼所能看清的最远距离分别为 ()
 (A) $-20\text{ cm}, 20\text{ cm}$. (B) $-50\text{ cm}, 50\text{ cm}$.
 (C) $20\text{ cm}, 20\text{ cm}$. (D) $50\text{ cm}, 50\text{cm}$.
5. 在单缝夫琅禾费衍射中, 波长为 λ 的单色光垂直入射到单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向上, 若单缝处波面可分成 3 个半波带, 则缝宽度 a 等于: ()

- (A) λ . (B) 1.5λ . (C) 2λ . (D) 3λ .
6. 一凹面镜的曲率半径为 24 cm , 如果物点的物距 $S = -12 \text{ cm}$, 那么横向放大率 V 为()
 (A) $-1/2$. (B) $1/2$. (C) -2 . (D) 2 .
7. 在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B , 若 A 、
 B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为 ()
 (A) 1.5λ . (B) $1.5 \lambda/n$. (C) $1.5 n \lambda$. (D) 3λ .
8. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出两束光
 的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是 ()
 (A) $\lambda / 2$. (B) $\lambda / (2n)$. (C) λ / n . (D) $\frac{\lambda}{2(n-1)}$.
9. 两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射. 若上面的平玻璃慢
 慢地向上平移, 则干涉条纹 ()
 (A) 向棱边方向平移, 条纹间隔变小.
 (B) 向棱边方向平移, 条纹间隔变大.
 (C) 向棱边方向平移, 条纹间隔不变.
 (D) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔不变.
10. 一束平行入射面振动的线偏振光以起偏角入射到某介质表面, 则反射光与折射光的偏振
 情况是 ()
 (A) 反射光与折射光都是平行入射面振动的线偏光.
 (B) 反射光是垂直入射面振动的线偏光, 折射光是平行入射面振动的线偏光.
 (C) 反射光是平行入射面振动的线偏光, 折射光是垂直入射面振动的线偏光.
 (D) 折射光是平行入射面振动的线偏光, 看不见反射光.

得分	
----	--

二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

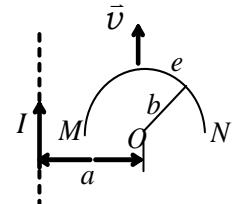
11. 半径为 r 的小绝缘圆环, 置于半径为 R 的大导线圆环中心, 二者在同一平面内, 且 $r \ll R$. 在大导线环中通有电流 $I = t$ 安培, 其中 t 为时间, 则任一时刻小线环中感应电动势的大小为_____.
- 
12. 半径为 R 的两块圆板组成的真空平行板电容器充了电, 在放电时两板间的电场强度的
 大小为 $E = E_0 e^{-t}$, 式中 E_0 为常数, t 为时间, 则两极板间位移电流的大小为
 _____.

13. 波长为 $\lambda=550 \text{ nm}$ ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2\times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到光谱线的最高级次为第_____级.
14. 铝的逸出功为 4.2eV , 今用波长为 200nm 的紫外线照射到铝表面上, 则发射出的光电子的最大初动能为_____. (普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $1\text{eV}=1.60\times 10^{-19} \text{ J}$)
15. 在 X 射线散射实验中, 散射角为 $\varphi_1=90^\circ$ 和 $\varphi_2=60^\circ$ 的散射光波长改变量之比 $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$ _____.

四、计算题 (共 50 分)

16. (本题 12 分)

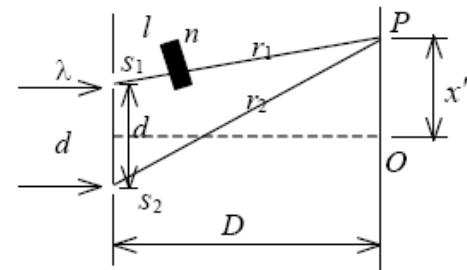
载有电流 I 的长直导线附近, 放一导体半圆环 MeN 与长直导线共面, 且端点 MN 的连线与长直导线垂直. 半圆环的半径为 b , 环心 O 与导线相距 a . 设半圆环以速度 \bar{v} 平行导线平移, 求半圆环内感应电动势的大小和方向以及 MN 两端的电压 $U_M - U_N$.



17. (本题 12 分)

在杨氏双缝干涉实验中, 双缝与屏之间的距离 $D=120\text{cm}$, 两缝之间的距离 $d=0.50\text{mm}$, 用波长 $\lambda=500\text{nm}$ 的单色光垂直照射双缝. 求:

- (1) 原点 O (零级明条纹所在处)上方的第五级明条纹的坐标 x .
- (2) 如果用厚度 $l=1.0\times 10^{-2}\text{mm}$, 折射率 $n=1.58$ 的透明薄膜覆盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标 x' .



得分

18. (本题 14 分)

波长为 600nm 的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为 30° ，且第三级是缺级。求：

(1) 光栅常数 d ？

(2) 透光缝可能的最小宽度 a ？

(3) 选定了上述 d 和 a 之后，求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次。

得分

19. (本题 12 分)

两块偏振片叠在一起，其偏振化方向成 30° 角，由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上，已知两种成分的入射光透射后强度相等。

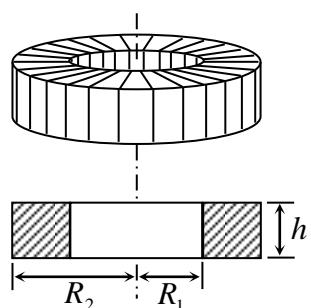
(1) 若不计偏振片对透射分量的反射和吸收，求入射光中线偏振光光矢量振动方向与第一个偏振片偏振化方向之间的夹角？

(2) 仍如上一问，求透射光与入射光的强度之比。

得分

五、证明题 (共 10 分)

20. 证明：一截面为长方形的 N 匝螺绕环（尺寸如图）的自感为 $L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$ 。



安徽大学 2024—2025 学年第 1 学期
 《大学物理 A (下)》期末考试试卷 (A 卷) 参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. A; 2. D; 3. A; 4. A; 5. D;
 6. B; 7. A; 8. D; 9. C; 10. D

二、填空题 (每题 4 分, 共 20 分)

11. $\frac{\mu_0 \pi r^2}{2R}$ (“ μ_0 ”写成“ μ ”, 加“-”均得分) 12. $\pi R^2 \varepsilon_0 E_0 e^{-t}$ (“ ε_0 ”写成“ ε ”, 加“-”均得分) 13. 3 (“三、±3”均给分)

14. 2.0eV (或“ $3.2 \times 10^{-19} \text{ J}$ ”, 有效数字前两位相同均给分) 15. 2

三、计算题 (共 50 分)

16. (本题 12 分)

解: 动生电动势 $\varepsilon_{MeN} = \int_{MN} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$ (5 分)

为计算简单, 可引入一条辅助线 MN , 构成闭合回路 $MeNM$, 闭合回路总电动势 $\varepsilon_{\text{总}} = \varepsilon_{MeN} + \varepsilon_{NM} = 0$

$$\varepsilon_{MeN} = -\varepsilon_{NM} = \varepsilon_{MN}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\varepsilon_{MeN} = \varepsilon_{MN} = \int_{MN} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_{a-b}^{a+b} -v \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \quad (2 \text{ 分})$$

负号表示 ε_{MN} 的方向与 x 轴相反.

$$\text{方向 } N \rightarrow M \quad (1 \text{ 分})$$

$$U_M - U_N = -\varepsilon_{MN} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \quad (2 \text{ 分})$$

17. (本题 12 分)

解: (1) $\Delta x = \frac{\lambda D}{d} = \frac{500 \times 10^{-6} \times 120 \times 10^{-2}}{0.50} = 1.2 \text{ mm}$ (4 分)

$$x = 5 \times \Delta x = 5 \times 1.2 = 6.0 \text{ mm} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 从几何关系, 近似有

$$r_2 - r_1 \approx dx'/D \quad (2 \text{ 分})$$

有透明薄膜时, 两相干光线的光程差

$$\begin{aligned} \delta &= r_2 - (r_1 - l + nl) \\ &= r_2 - r_1 - (n-1)l \\ &= dx'/D - (n-1)l \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

对零级明条纹上方的第 k 级明纹有 $\delta = k\lambda$

零级上方的第五级明条纹坐标

$$x' = D[(n-1)l + k\lambda] / d = 19.9 \text{ mm} \quad (1 \text{ 分})$$

18. (本题 14 分)

解: (1) 由光栅衍射主极大公式得

$$d = a + b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad (6 \text{ 分})$$

(2) 若第三级不缺级, 则由光栅公式得

$$(a + b) \sin \varphi' = 3\lambda$$

由于第三级缺级, 则对应于最小可能的 a , φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹: 两式比较, 得

$$a \sin \varphi' = \lambda$$

$$a = (a + b)/3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad (4 \text{ 分})$$

$$(3) \quad (a + b) \sin \varphi = k\lambda, \text{ (主极大)}$$

$$a \sin \varphi = k'\lambda, \text{ (单缝衍射极小)} \quad (k' = 1, 2, 3, \dots)$$

因此 $k=3, 6, 9, \dots$ 缺级.

又因为 $k_{\max} = (a+b)/\lambda = 4$, 所以实际呈现 $k=0, \pm 1, \pm 2$ 级明纹. ($k=\pm 4$ 在 $\pi/2$ 处看不到.)

(4 分)

19. (本题 12 分)

解: (1) 设入射的自然光和线偏振光光强均为 I_0

$$\text{自然光通过偏振片的光强为: } I_1 = \frac{1}{2}I_0 \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{线偏振光通过偏振片的光强为: } I_2 = I_0 \cos^2 \theta \quad (4 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}I_0 \cos^2 30^\circ = I_0 \cos^2 \theta \cos^2 30^\circ, \text{ 得 } \theta = 45^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 入射光强为 } 2I_0, \text{ 透射光强为 } \frac{1}{2}I_0 \cos^2 30^\circ + I_0 \cos^2 45^\circ \cos 230^\circ = \frac{3}{4}I_0$$

$$\text{两者之比为 } \frac{3}{8} \quad (2 \text{ 分})$$

20. (本题 10 分)

证明:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi r} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} \Phi_m &= N \int_S B dS \\ &= N \int_{R_1}^{R_2} \frac{\mu_0 NI}{2\pi r} h dr = \frac{\mu_0 N^2 I h}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{由于 } \Phi_m = LI, \text{ 所以} \quad (3 \text{ 分})$$

$$L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (1 \text{ 分})$$

