

浙江大学 20 18 - 20 19 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期末考试试卷

课程号: 761T0040, 开课学院: 物理系

考试试卷: A ☒ 卷、B 卷 (请在选定项上打 \checkmark)

考试形式: 闭 ☒、开卷 (请在选定项上打 \checkmark), 允许带 无存储功能的计算器 入场

考试日期: 2019 年 1 月 21 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪.

考生姓名 学号 所属院系 任课老师 序号

| 题序 | 填空 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 总分 |
|-----|----|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |
| 评卷人 | | | | | | | | |

普朗克常数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$

电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

里德伯常数 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

电子伏特 $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

维恩位移定律常数 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

斯忒藩-玻尔兹曼常数 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

1. (本题 4 分) 1629

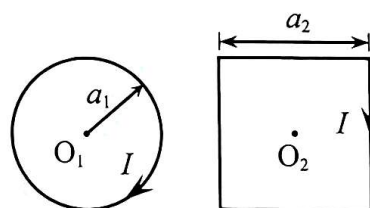
一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内充满相对介电常量为 ϵ_{r1} 的均匀电介质, 壳外是相对介电常量为 ϵ_{r2} 的无限大均匀电介质. 若取无穷远处为零电势, 则此球壳的电势 V = .

2. (本题 4 分) t001

一个通电的空芯长直螺线管内部的磁感应强度为 $6.5 \times 10^{-4} \text{ T}$, 当插入铁芯后, 其内部的磁感应强度变为 1.4 T . 则铁芯内部的磁场强度 H = A/m; 铁芯的相对磁导率 μ = .

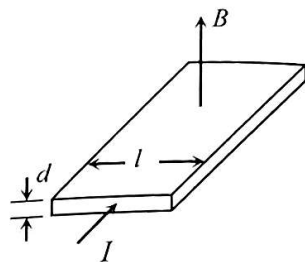
3. (本题 4 分) 5120

载流的圆形线圈 (半径为 a_1) 与正方形线圈 (边长为 a_2) 通有相同电流 I . 若两个线圈的中心 O_1 、 O_2 处的磁感应强度大小相同, 则半径 a_1 与边长 a_2 之比 $a_1 : a_2$ 为 .



4. (本题 4 分) j001

如图所示, 把一宽为 l 、厚度为 d 的铜片放在磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 如果铜片中通有 I 的电流, 则铜片_____侧 (填“左”或“右”) 的电势高; 若铜片的载流子密度为 n , 则铜片两侧霍尔电势差的大小为_____.

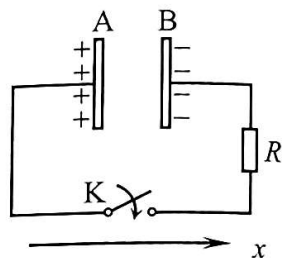


5. (本题 4 分) 2624

一个中空的螺绕环上每厘米绕有 20 匝导线, 当通以电流 $I=3\text{ A}$ 时, 环中磁场能量密度 $u_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J/m}^3$. (设环的截面半径比环的平均半径小得多)

6. (本题 4 分) 2697

一充电后的平行板电容器, A 板带正电, B 板带负电. 当将开关 K 合上放电时, AB 板之间的电场方向为 _____, 位移电流的方向为 _____, (按图上所标 x 轴正方向来回答).

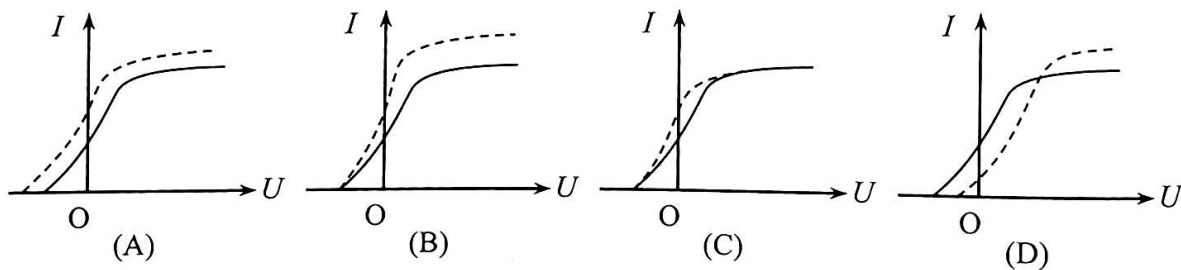


7. (本题 4 分) 3689

在牛顿环实验装置中, 曲率半径为 R 的平凸透镜, 凸面朝下放在一平玻璃板上, 在中心恰好与平玻璃板接触, 它们之间充满折射率为 n 的透明介质. 垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为 λ , 则反射光形成的干涉条纹中, 暗环半径 r_k 的表达式为_____.

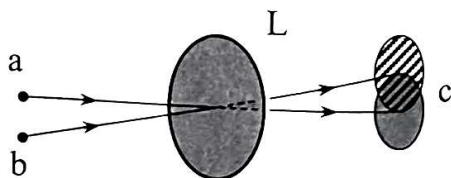
8. (本题 4 分) 4386

以一定频率的单色光照射在某种金属上, 测出其光电流曲线在图中用实线表示, 然后保持光的频率不变, 增大照射光的强度, 测出其光电流曲线在图中用虚线表示. 则满足题意的图是_____.



9. (本题 4 分) t002

如图所示, 在透镜 L 前 50 cm 处有两个相距 6.0 mm 的发光点 a 和 b, 它们在 c 处 (透镜焦平面上) 所成的像正好满足瑞利判据, 透镜焦距为 20 cm. 则 c 处衍射光斑的直径 $D = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$.



10. (本题 4 分) 4190

要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态时发射的各谱线所组成的谱线系)中最长波长的谱线,则至少应向基态氢原子提供的能量为 $\Delta E =$ _____ eV.

11. (本题 4 分) t003

1974 年,法兰克福国立实验室和斯坦福大学的两个研究小组各自独立地同时发现了一个重要的新粒子.该粒子的质量是质子质量的 3 倍,它的静止能量为 3.097 MeV,测量的不准确度仅为 0.063 MeV.这样的重粒子会极快地衰变成轻粒子,则该粒子的平均寿命为 _____ s.

12. (本题 4 分) 8026

玻尔氢原子理论中,电子轨道角动量最小值为 _____;而量子力学理论中,电子轨道角动量最小值为 _____.

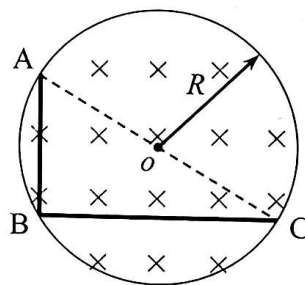
二、计算题:(共 6 题,共 52 分)

1. (本题 8 分) 1501

在盖革计数器中有一直径为 2.00 cm 的长直金属圆筒,在圆筒轴线上有一条直径为 0.134 mm 的导线.如果在导线与圆筒之间加上 850 V 的电压,试分别求:(1)导线表面处、(2)金属圆筒内表面处的电场强度的大小.

2. (本题 10 分) 2424

将一金属丝弯成字母 L 的形状,放在均匀的圆柱形磁场中(如图所示).已知金属丝 AB 段的长度为 l , $\angle ABC$ 为直角,圆柱的半径为 R ,圆柱中的磁场随时间的变化率为 k ($=dB/dt > 0$).求:(1)圆柱形磁场外的涡旋电场分布;(2)金属丝上的感应电动势;(3)A、B、C 中哪点电势高?



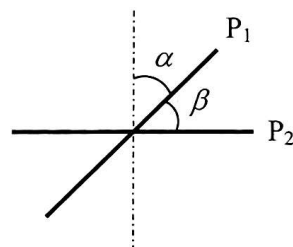
3. (本题 10 分) 5217

一块每毫米 500 条缝的光栅, 用钠黄光正入射, 观察衍射光谱. 钠黄光包含两条谱线, 其波长分别为 589.6 nm 和 589.0 nm.

- (1) 求在第二级光谱中这两条谱线互相分离的角度;
- (2) 若恰能分辨第二级光谱中的该两条谱线, 求这块光栅的栅线条数.

4. (本题 8 分) 3800

两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 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到偏振片上. 已知穿过 P_1 后的透射光强为入射光强的一半, 连续穿过 P_1 、 P_2 后透射光强为入射光强的四分之一. 求 (1) 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角 α ; (2) P_1 、 P_2 的偏振化方向之间的夹角 β .



5. (本题 8 分) 4550

一束具有动量 p 的电子, 垂直地射入宽度为 a 的狭缝, 若在狭缝后远处与狭缝相距为 R 的地方放置一块荧光屏. 试求: (1) 这种电子相应的德布罗意波长; (2) 该电子束在屏幕上所形成的衍射图样的中央明纹宽度 (若计算时衍射角 θ 满足 $\sin\theta \cong \tan\theta$).

6. (本题 8 分) t004

在康普顿散射中, 入射光子的波长为 0.0030 nm, 反冲电子的速率为真空中光速的 60%, 求散射光子的波长及散射角.

2018-2019 学年秋冬学期《大学物理乙2》课程期末考试参考解答(A)

一、填空题:(每题4分,共48分)

$$1. D = \frac{q}{4\pi r^2}; E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r2}r^2}; V = \int_R^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r2}r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_{r2}R};$$

$$2. H = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{6.5 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7}} \approx 517 \text{ A/m}; \mu = \frac{B}{\mu_0 H} = \frac{1.4}{4\pi \times 10^{-7} \times 517} = 2155$$

$$3. B_1 = \frac{\mu_0 I}{2a_1}, B_2 = 4 \cdot \frac{\mu_0 I}{4\pi r_2} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a_2}, \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi a_2} = \frac{\mu_0 I}{2a_1}, \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sqrt{2}\pi}{8}$$

$$4. \text{左面电势高}; U_H = \frac{1}{ne} \frac{IB}{d}$$

$$5. B = \mu_0 n I, u_m = \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{1}{2} \mu_0 n^2 I^2 = 22.62 \text{ J/m}^3$$

$$6. I_d = \epsilon_0 S \frac{dE}{dt}, \text{电场方向为 } x \text{ 轴正方向; 位移电流的方向为 } x \text{ 轴负方向.}$$

$$7. 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, k=0,1,2,\dots, e = \frac{k\lambda}{2n}, e = \frac{r_k^2}{2R}, r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$$

8. B

$$9. \frac{r}{d} = \frac{f}{l} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}, r = \frac{fd}{l} = 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}, D = 2r = 4.8 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$10. 10.2 \text{ eV}, \Delta E = \frac{1}{2^2} E_1 - E_1 = -\frac{3}{4}(-13.6) = 10.2 \text{ eV}$$

$$11. \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2} \quad \Delta t \geq \frac{\hbar}{4\pi\Delta E} = 5.2 \times 10^{-21} \text{ (s)}$$

$$12. L_{\min} = \hbar, L_{\min} = \sqrt{l(l+1)}\hbar = 0 \quad (l=0)$$

二、计算题:(共6题,共52分)

$$1. \text{解: } U = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}, \quad \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} = \frac{U}{\ln(R_2/R_1)}$$

$$E_1 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R_1} = \frac{U}{R_1 \ln(R_2/R_1)} = 2.53 \times 10^6 \text{ (V/m)},$$

$$E_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R_2} = \frac{U}{R_2 \ln(R_2/R_1)} = 1.70 \times 10^4 (\text{V/m})$$

2. 解: (1) $r > R$ 时, $E_i \cdot 2\pi r = -\frac{dB}{dt} \cdot \pi R^2$, $E_i = -\frac{R^2}{2r} \frac{dB}{dt}$, 沿逆时针方向.

(2) 加辅助线 AC , $\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B(t) \cdot \frac{1}{2} l \sqrt{(2R)^2 - l^2}$

$$\varepsilon_i = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t} = -\frac{1}{2} kl \sqrt{4R^2 - l^2} \frac{dB}{dt}, \text{方向逆时针, 即 } C \text{ 点的电势高.}$$

3. 解: (1) $d = \frac{1}{500} (\text{mm}) = 2 (\mu\text{m})$, $d \sin \theta = k\lambda$, $k = 2$, $\theta_1 = \sin^{-1} \frac{2\lambda_1}{d} = 36.129^\circ$,

$$\theta_2 = \sin^{-1} \frac{2\lambda_2}{d} = 36.086^\circ, \theta_1 - \theta_2 = 0.043^\circ$$

(2) 分辨本领: $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$; $N = \frac{\lambda}{k\Delta\lambda} = \frac{589.3}{2 \times 0.6} = 491 (\text{条})$

4. 解: $I_{\text{自}} = I_{\text{偏}} = \frac{1}{2} I_0$; $\frac{1}{2} I_0 = \frac{1}{2} I_{\text{自}} + I_{\text{偏}} \cos^2 \alpha$; $\frac{1}{2} I_0 = \frac{1}{4} I_0 + \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$;

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2}; \alpha = 45^\circ, 135^\circ; \frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \beta; \cos^2 \beta = \frac{1}{2}; \beta = 45^\circ, 135^\circ$$

5. 解: (1) $\lambda = \frac{h}{p}$

(2) $a \sin \theta_1 = \lambda$, $d = 2x_1 = 2R \tan \theta_1 \approx 2R \sin \theta_1 = 2R \frac{\lambda}{a} = \frac{2Rh}{ap}$

6. 解: (1) 反冲电子的运动质量: $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 1.25m_0$

$$E_k = mc^2 - m_0c^2 = h\nu_0 - h\nu = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda} = 0.25m_0c^2$$

$$\lambda = \frac{h\lambda_0}{h - 0.25m_0c\lambda_0} = 4.34 \times 10^{-3} \text{ nm}, \Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos \varphi)$$

$$\cos \varphi = 1 - \frac{\Delta\lambda m_0c}{h} = 0.4482, \varphi = 62.37^\circ$$