

一、选择题（每小题3分，共30分）

1. 真空中有两块面积相同的金属板，甲板带电 $+q_1$ ，乙板带电 $+q_2$ 。现将两板相距很近地平行放置，并使乙板接地，则乙板带电

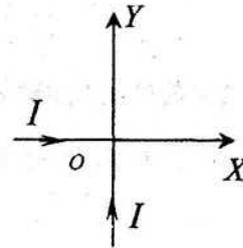
- (A) 0 (B) $-q_1$ (C) $-\frac{1}{2}(q_1 - q_2)$ (D) $-\frac{1}{2}(q_1 + q_2)$

[]

2. 在 XOY 平面上有两根彼此垂直的、相互绝缘的长直导线，分别载流 I ，如图所示。

XOY 平面上磁感应强度为0的轨迹方程为

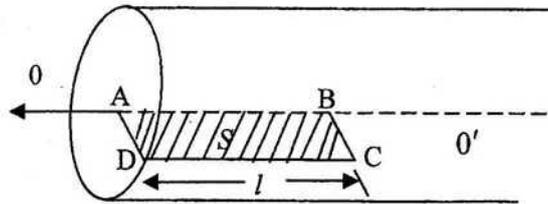
- (A) $x=0$ (B) $y=0$
(C) $y=x$ (D) $y=-x$



[]

3. 一根半径为 R 的长直铜棒，电流 I 均匀地通过棒的横截面，在铜棒内，通过棒轴 OO' 做一平面与铜棒表面相交，若取长为 l 的一半截面 $ABCD$ ，如图。则通过此平面的磁通量为（设铜磁导率为 μ_0 ）

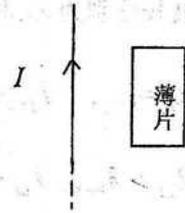
- (A) $\frac{\mu_0 I l}{4\pi R}$ (B) $\frac{\mu_0 I l}{4\pi}$
(C) $\frac{\mu_0 I l}{2\pi R}$ (D) $\frac{\mu_0 I l}{\pi R^2}$



[]

4. 在长直导线附近有一长方形金属薄片（重量极轻），薄片与长直导线共面，如下图所示。当长直导线中电流 I 增加，由于电磁感应，薄片中将产生涡电流，因而：

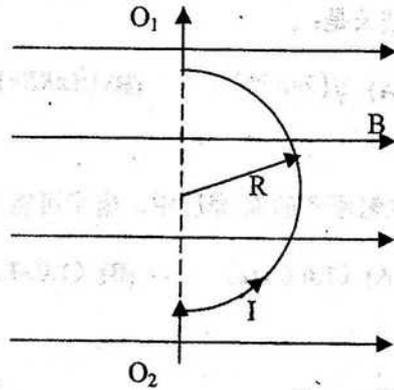
- (A) 薄片将向右运动 (B) 薄片将向左运动
(C) 薄片将发生转动 (D) 薄片静止不动



[]

5. 一半径为 R 的半圆形线框可绕 O_1O_2 轴转动。将线框通以电流 I 后放入均匀磁场 \vec{B} 中，使其平面与磁感应线平行，如右图。线框从这个位置转过 90° ，磁力矩做的功为

- (A) 0 (B) $\frac{1}{4}\pi R^2 IB$
(C) $\frac{1}{2}\pi R^2 IB$ (D) $\pi R^2 IB$



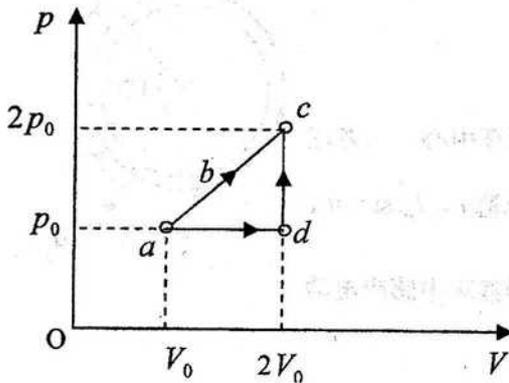
[]

6. 白色光形成的单缝衍射条纹中，波长为 λ 的光的第 3 级明纹和波长为 $\lambda_1 = 630\text{nm}$ 的红光的第 2 级明纹相重合，则该光的波长 λ 是

- (A) 420nm (B) 450nm (C) 605.8nm (D) 540nm

[]

7. 一定量的理想气体经历如图所示的两个过程从状态 a 变化到状态 c ，其中气体在过程 abc 中吸热 100J ，在过程 adc 中对外做功 50J 。气体在 adc 过程中吸热为



- (A) 25J (B) 50J
(C) 75J (D) 100J

[]

8. 用强度 I , 波长 λ 的 x 射线分别照射锂和铁, 若在同一散射角下, 测得康普顿散射的 x 射线波长分别为 λ_{Li} 和 λ_{Fe} (二者均大于 λ), 它们对应的强度分别为 I_{Li} 和 I_{Fe} , 则

- (A) $\lambda_{Li} = \lambda_{Fe}, I_{Li} = I_{Fe}$ (B) $\lambda_{Li} = \lambda_{Fe}, I_{Li} > I_{Fe}$
 (C) $\lambda_{Li} > \lambda_{Fe}, I_{Li} < I_{Fe}$ (D) $\lambda_{Li} < \lambda_{Fe}, I_{Li} > I_{Fe}$

[]

9. 电子在磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场中, 沿半径 R 的圆形轨道运动, 则该电子的德布罗意波长是:

- (A) $1/(2eRBh)$ (B) $1/(eRBh)$ (C) $h/(2eRB)$ (D) $h/(eRB)$

[]

10. 在氢原子的 K 壳层中, 电子可能具有的量子态 (n, l, m_l, m_s) 是:

- (A) $(1, 0, 0, 1/2)$ (B) $(1, 0, -1, 1/2)$ (C) $(1, 1, 0, -1/2)$ (D) $(2, 1, 0, -1/2)$

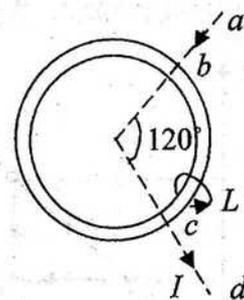
[]

二、填空题 (每小题 3 分, 共 30 分)

1. 两个电容器 1 和 2, 串联以后接上电动势恒定的电源充电。在电源保持连接的情况下, 若把电介质充入电容器 2 中, 则电容器 1 上的电势差_____, 电容器 1 极板上的电量_____。(填增大、减小、不变)

2. 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上, 稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出, 如图, 则磁感应强度 \vec{B} 沿图中闭合路径

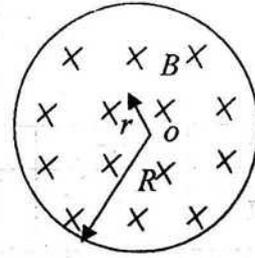
L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于_____。



3. 半径为 r 的小导线环, 置于半径为 R 的大导线环中心, 二者在同一平面内, 且 $r \ll R$, 在大导线环中通有正弦电流 $I = I_m \sin \omega t$,

其中 ω, I_m 为常数, t 为时间, 则任一时刻小导线环中感应电动势的大小为_____。

4. 如图所示, 一半径为 $R = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的圆柱空间内存在垂直于纸面向里的均匀磁场 \vec{B} , 当 $\text{dB}/\text{dt} = 1 \text{ T/s}$ 时, 在 $r = 2 \text{ cm}$ 处的感应电场强度为



_____。

5. 双缝间距为 2 mm , 双缝与屏幕相距 300 cm . 用波长为 600 nm 的光照射时, 屏幕上干涉条纹的相邻两明条纹的距离是

_____。

6. 一束平行的自然光, 以 60° 角入射到平玻璃表面上, 若反射光束是完全偏振光, 则透射光束的折射角是 _____; 玻璃的折射率是 _____。

7. 理想气体的压强公式为 $P =$ _____; 温度 T 与分子平均平动动能的关系是 _____。

8. 质量为 1 kg 的氧气, 其温度由 300 K 升到 350 K , 在绝热过程中内能的改变为 _____。($R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$)

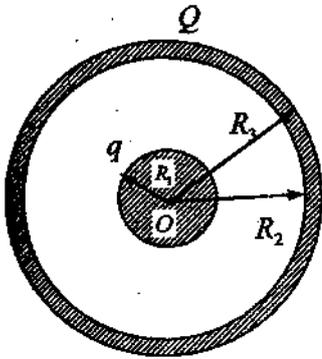
9. 用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大初动能为 E_k , 若改用频率为 2ν 的单色光照射此金属, 则逸出光电子的最大初动能为 _____。

10. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为 $\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{1}{a}} \cos \frac{3\pi}{2a} x$ ($-a \leq x \leq a$), 则粒子在 $x = \frac{5a}{6}$ 处出现的几率密度是 _____。

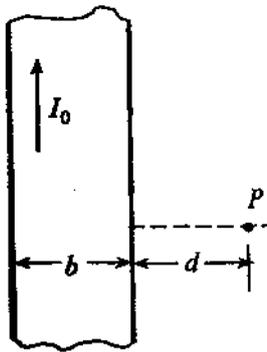
三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

1. 如图所示，半径为 R_1 的导体球带有电荷 $+q$ ，球外有一个内、外半径分别为 R_2 、 R_3 的同心导体球壳，壳上带有电荷 $+Q$ 。试求：

- (1) 用导线把球和球壳联接在一起后，两球的电势 u_1 和 u_2 及两球的电势差。
- (2) 不把球与球壳相联，但将外球壳接地时， u_1 ， u_2 和 Δu 为多少。



2. 一宽度为 b 的无限长金属板置于真空中，均匀通有电流 I_0 。 P 点与板共面且与薄板边缘的距离为 d ，如图所示。试求 P 点的磁感应强度 B 。



3. 已知：单色平行光的波长为 $\lambda = 490\text{nm}$ ，光栅常数 $a + b = 3.0 \times 10^{-4}\text{cm}$ 。

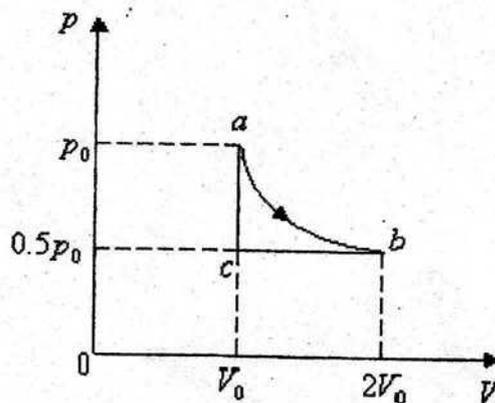
(1) 若入射单色光与光栅平面的法线方向所成夹角为 $\theta = 30^\circ$ ，在此情况下，光栅衍射条纹中两侧的最高级次分别为哪一级？

(2) 若光栅的透光缝的宽度 $a = 1.0 \times 10^{-4}\text{cm}$ ，单色光垂直照射在光栅上，最多能观察到的明纹总数（包括中央明纹）为多少？

4. 一摩尔刚性双原子理想气体，经历一循环过程 $abca$ 如图所示，其中 $a \rightarrow b$ 为等温过程。计算：

(1) 系统对外做净功为多少？

(2) 该循环热机的效率 η 是多少？



课程考试试卷答案(A 卷)

一、选择题 (10 小题, 共 30 分)

B.C.B.A.C/B.C.B.D.A

二、填空题 (10 小题, 共 30 分)

1. 增大 增大. 2. $2\mu_0 I/3$. 3. $\frac{\mu_0 \pi r^2}{2R} I_m \omega \cos \omega t$ 4. 10^{-2} V/m , 逆时针.
 5. 0.9mm. 6. 30° , $\sqrt{3}$ 7. $P = \frac{2}{3} n \bar{\epsilon}$, $\bar{\epsilon} = \frac{3}{2} kT$ 8. 32460.9J
 9. $h\nu + E_k$ 10. $1/2a$

三、计算题 (4 小题, 共 40 分)

1. 解: 当用导线把球和球壳连接在一起后。由静电平衡条件可知, 电荷 $(q+Q)$ 全部分布在球壳的外表面上, 此时, 电场只分布在 $r > R_3$ 的空间中, 即

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q+Q}{r^2}. \quad .1 \text{ 分}$$

同时球体与球壳成为一个等势体, 即 $V_1 = V_2$, 于是, $\Delta V = V_1 - V_2 = 0$ 2 分

根据电势的定义, 可得:

$$V_1 = V_2 = \int_{R_3}^{R_1} \vec{E}_3 \cdot d\vec{r} + \int_{R_3}^{R_2} \vec{E}_4 \cdot d\vec{r} = \int_{R_3}^{\infty} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q+Q}{r^2} dr = \frac{q+Q}{4\pi\epsilon_0 R_3}. \quad 2 \text{ 分}$$

若外球壳接地, 球壳外表面的电荷为零, 等量异号电荷分布在球表面和壳内表面, 此时电场只分布在 $R_1 < r < R_2$ 的空间内, 如图所示。

由于外球壳电势 $V_2 = 0$, 1 分

则内球体内任一场点 $P_1(r < R_1)$ 的电势为

$$V_1 = V_2 + \Delta V = \int_r^{R_1} \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} + \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right). \quad 4 \text{ 分}$$

2. 解 建立坐标轴 OX , 如图所示, P 点为 X 轴上一点。整个金属板可为由无限多条无限长的载流导线所组成, 其中取任意一条载流线, 其宽度为 dx , 其上载有电流

$$dI = \frac{I_0}{b} dx, \quad 2 \text{ 分}$$

它在 P 点产生的场强为

$$dB = \mu_0 \frac{dI}{2\pi b} = \frac{\mu_0 I_0 dx}{2\pi b(b+d-x)} \quad 3 \text{分}$$

dB 的方向垂直纸面向里。

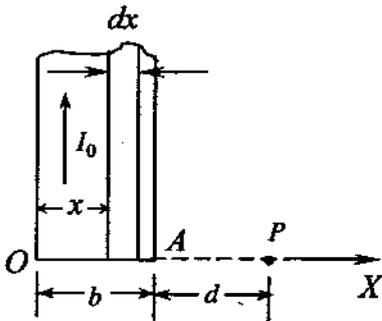
由于每一条无限长直载流线在 P 点激发的磁感应强度 dB 具有相同的方向， 1分

所以整个载流金属板在 P 点产生的磁感应强度为各载流线在该点产生的 dB 代数和，即

$$B_p = \int dB_p = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi b} \int_0^b \frac{dx}{b+d-x} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi b} \ln \frac{1}{b+d-x} = \mu_0 I_0 \frac{\ln \frac{b+d}{d}}{2\pi b} \quad 3 \text{分}$$

B_p 方向垂直于纸面向里。

1分



3. (1) 设衍射光线与光栅平面法线夹角为 φ ，斜入射时的光栅公式

$$(a+b)(\sin\theta \pm \sin\varphi) = \pm k\lambda \quad 3 \text{分}$$

当 $\varphi = \frac{\pi}{2}$ $\sin\varphi = 1$ 时可得最高级次。

$$\text{一侧 } k = \frac{(a+b)(\sin\theta + \sin\varphi)}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^{-6} (\frac{1}{2} + 1)}{490 \times 10^{-9}} = 9.18 \quad \text{最多可看到第九级。}$$

1分

$$\text{另一侧 } k = \frac{(a+b)(\sin\theta - \sin\varphi)}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^{-6} (\frac{1}{2} - 1)}{490 \times 10^{-9}} = -3.06 \quad \text{最多可看到第三级。}$$

1分

(2) 光栅公式 $(a+b)\sin\varphi = k\lambda$

单缝衍射的暗纹条件 $a\sin\varphi = k'\lambda$

由以上两式得 $\frac{a+b}{a} = k/k'$ 3分

将 $a+b, a$ 之值代入 $k=3k', k'=1, 2, 3, \dots$

可知 $k=3, 6$ 缺级

屏上可见 $k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 4, \pm 5$ 共九条明纹。 2分

4. 解 (1) $a \rightarrow b$

$$A = p_0 V_0 \ln 2 \quad 1分$$

$$b \rightarrow c \quad A = -0.5 p_0 V_0 \quad 1分$$

$$c \rightarrow a \quad A = 0 \quad 1分$$

$abca$ 过程系统对外做净功 $A = p_0 V_0 (\ln 2 - 0.5)$ 2分

$$(2) Q_{a \rightarrow b} = p_0 V_0 \ln 2 \quad 1分$$

$$Q_{a \rightarrow b} = \frac{5}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{5}{4} p_0 V_0 \quad 1分$$

$$Q_a = p_0 V_0 \left(\ln 2 + \frac{5}{4} \right) \quad 1分$$

$$\eta = \frac{A}{Q_a} = \frac{\ln 2 - 0.5}{\ln 2 + \frac{5}{4}} = 9.8\% \quad 2分$$