

一、选择题 (每小题3分, 共30分)

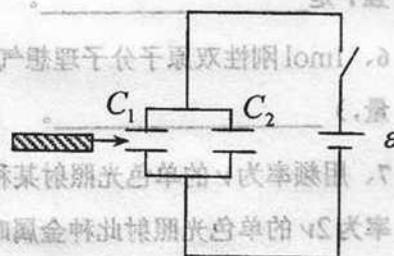
1. 图中实线为某电场中的电力线, 虚线表示等势(位)面, 由图可看出: ()

- A. $E_A > E_B > E_C, U_A > U_B > U_C$
- B. $E_A < E_B < E_C, U_A < U_B < U_C$
- C. $E_A > E_B > E_C, U_A < U_B < U_C$
- D. $E_A < E_B < E_C, U_A > U_B > U_C$



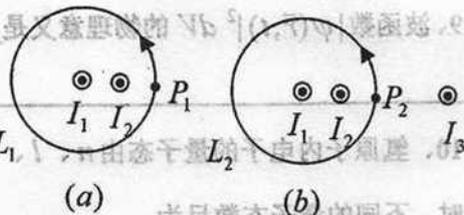
2. 两空气电容器 C_1 和 C_2 并联起来接上电源充电后, 将电源断开, 再把一电介质板插入 C_1 中, 则 ()

- A. C_1 和 C_2 极板上电量都不变
- B. C_1 极板上电量增大, C_2 极板上电量不变
- C. C_1 极板上电量增大, C_2 极板上电量减少
- D. C_1 极板上电量减少, C_2 极板上电量增大



3. 在图 (a) 和 (b) 中各有一半径相同的圆形回路 L_1 、 L_2 , 圆周内有电流 I_1 、 I_2 , 其分布相同, 且均在真空中, 但在 (b) 图中 L_2 回路外有电流 I_3 , P_1 、 P_2 为两圆形回路上的对应点, 则:

- A. $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}, B_{P_1} = B_{P_2}$
- B. $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}, B_{P_1} = B_{P_2}$
- C. $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}, B_{P_1} \neq B_{P_2}$



D、 $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}, B_{R_1} \neq B_{R_2}$.

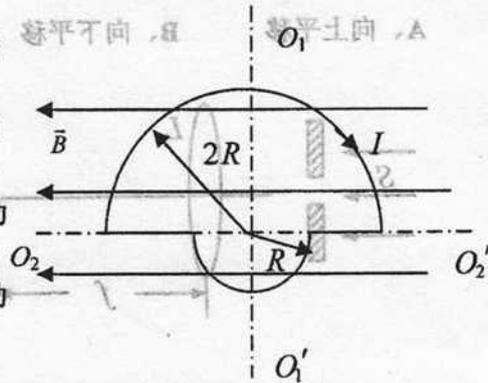
4. 一线圈载有电流 I ，处在均匀磁场 \vec{B} 中，线圈形状及磁场方向如图所示，线圈受到磁力矩的大小和转动情况为（转动方向以从 O_1 看向 O_1' 或从 O_2 看向 O_2' 为准）

A、 $M_m = \frac{5}{2} \pi R^2 IB$ ，绕 $O_1 O_1'$ 轴逆时针转动

B、 $M_m = \frac{5}{2} \pi R^2 IB$ ，绕 $O_1 O_1'$ 轴顺时针转动

C、 $M_m = \frac{3}{2} \pi R^2 IB$ ，绕 $O_2 O_2'$ 轴顺时针转动

D、 $M_m = \frac{3}{2} \pi R^2 IB$ ，绕 $O_2 O_2'$ 轴逆时针转动



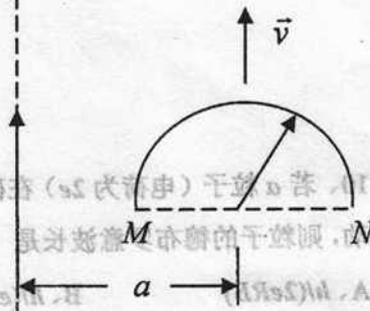
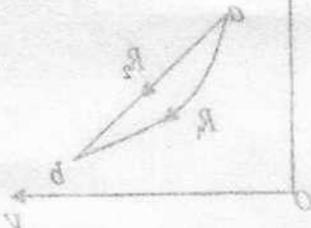
5. 如图，一载有电流 I 的长直导线附近有一段导线 MN 。导线被弯成直径为 $2b$ 的半圆环，半圆面与直导线垂直，半圆中心到直导线的距离为 a 。当半圆环以速度 v 平行于直导线向上运动时，其两端的电压 U_{MN} 为

A、 $\frac{\mu_0 I v b}{\pi a}$

B、 $\frac{\mu_0 I v a}{\pi b}$

C、 $\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b}$

D、 $\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a-b}{a+b}$



6. 已知平行板电容器的电容为 C ，两极板间的电势差 U 随时间变化，其间的位移电流为

A、 $C \frac{dU}{dt}$

B、 $\frac{dD}{dt}$

C、 CU

D、 0

7. 相同条件下，氧原子的平均动能是氧分子的平均动能的多少倍

A、6/5 倍

B、3/5 倍

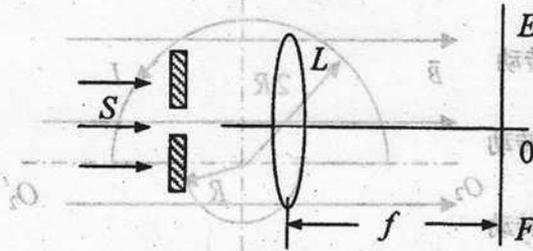
C、3/10 倍

D、1/2 倍

E、1/3 倍

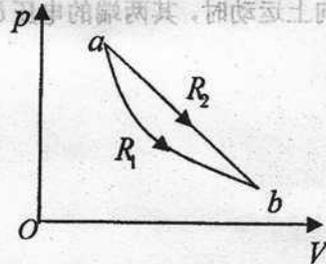
8、在如图所示的单缝夫琅和费衍射实验装置中， S 为单缝， L 为透镜， C 为放在 L 的焦面处的屏幕。当把单缝 S 垂直于透镜光轴稍微向上平移时，屏幕上的衍射图样

- ()
- A、向上平移 B、向下平移 C、不动 D、条纹间距变大



9、1mol 的氧气经历如图所示的两种过程，由状态 a 变化到状态 b 。若氧气经历绝热过程 R_1 时对外做功 75J ，而经历过程 R_2 时对外做功 100J ，那么经历过程 R_2 时，氧气从外界吸热为

- ()
- A、 25J B、 -25J
C、 175J D、 -175J

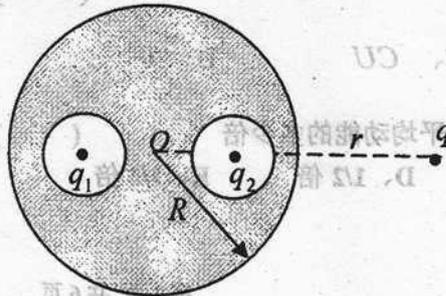


10、若 α 粒子 (电荷为 $2e$) 在磁感应强度 B 的均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动，则粒子的德布罗意波长是

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

二、填空题 (每小题 3 分, 共 30 分)

1、如图所示，在金属球内有两个空腔，此金属球原来不带电，在两空腔中心各放一点电荷 q_1 和 q_2 ，则金属球外表面上的电量为_____。在金属球外远处放一点电荷 q ($r \gg R$)，则 q_1 受力 $F_1 =$ _____； q 受力 $F =$ _____。



2、一球形导体，带电量 q ，置于一任意形状的空腔导体中。当用导线将两者连接后与未连接前相比系统静电场能将_____。(增加、减少或不变)



3、一长直螺线管，每米绕1000匝。当管内为空气时，要使管内的磁感应强度 $B = 4.2 \times 10^{-4} \text{ T}$ ，则螺线管中需通 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A的电流。若螺线管是绕在一铁芯上，通以上述大小的电流，设铁芯的相对磁导率 $\mu_r = 5000$ ，则此时管内的磁感应强度 $B = \underline{\hspace{2cm}}$ T。 ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$)。

4、波长 $\lambda = 550 \text{ nm}$ 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，可能观察到的光谱线的最大级次为_____。

5、使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 。 P_1 和 P_2 的偏振化方向与原入射光光矢量振动方向的夹角分别是 α 和 90° ，则通过这两个偏振片后的光强 I 是_____。

6、1mol刚性双原子分子理想气体，当温度为 T 时，其内能为(设 R 为摩尔气体常量，)_____。

7、用频率为 ν 的单色光照射某种金属时，逸出光电子的最大动能为 E_k ；若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时，则逸出光电子的最大动能为_____。

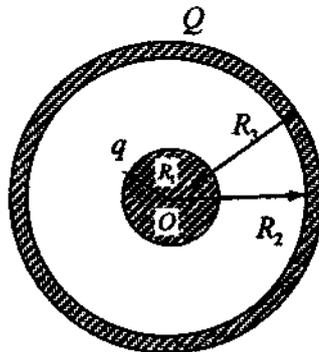
8、在电子单缝衍射实验中，若缝宽为 $a = 0.1 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)，电子束垂直射在单缝上，则衍射的电子横向动量的最小不确定量 $\Delta p_y = \underline{\hspace{2cm}}$ N·s。(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

9、波函数 $|\psi(\vec{r}, t)|^2 dV$ 的物理意义是_____。

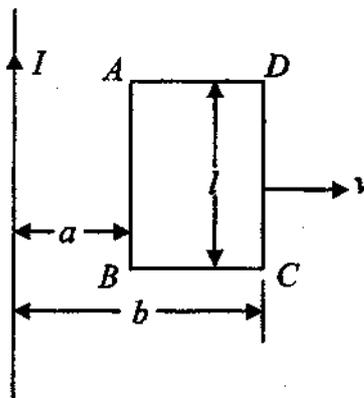
10、氢原子内电子的量子态由 n 、 l 、 m_l 及 m_s 四个量子数表征。当 n 、 l 、 m_l 一定时，不同的量子态数目为_____；当 n 、 l 一定时，不同的量子态数目为_____；当 n 一定时，不同的量子态数目为_____。

三、计算题 (5 小题, 每小题 8 分, 共 40 分)

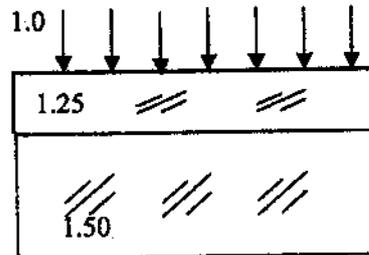
1、如图所示, 半径为 R_1 的导体球带有电荷 $+q$, 球外有一个内、外半径分别为 R_2 、 R_3 的同心导体球壳, 壳上带有电荷 $+Q$ 。试求: 设外球面离地面很远, 若内球接地, 两球的电势 V_1 和 V_2 及两球的电势差。



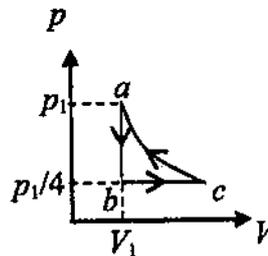
2、一无限长直导线载有 5.0A 直流电流旁边有一个与它共面的矩形线圈 $ABCD$, 已知 $l = 20\text{cm}$, $a = 10\text{cm}$, $b = 20\text{cm}$; 线圈共有 $N=100$ 匝, 以 $v = 3.0\text{m/s}$ 的速度离开直导线, $t = 0$ 时刻, AB 边和导线的距离为 a , 如图所示。试求 $t = 0$ 时刻线圈里的感应电动势的大小和方向。



3、在一块平整的玻璃 ($n_1 = 1.50$) 片上覆盖一层透明的介质薄膜 ($n = 1.25$), 使波长为 600nm 的光垂直投射在它上面而不反射, 试求这层薄膜最小厚度是多少?



4、如图所示, 一定量的理想气体, 从初状态 $a(p_1, V_1)$ 开始, 经过一个等体过程达到压强为 $p_1/4$ 的 b 态, 再经过一个等压过程达到状态 c , 最后经等温过程而完成一个循环。求该循环过程中系统对外作的功 W 以及和外界交换的热量 Q 。



5、已知氢原子能量量子化表示为 $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) (单位为 eV), 如果用能量为 $12.75eV$ 的高能粒子去轰击基态氢原子, 问氢原子最大可能跃迁到 n 为几的能级? 轰击后氢原子辐射出几条谱线? 几个线系?

答案

一、选择题 (10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分)

DCCAC ABCAA

二、填空题 (10 小题, 共 30 分)

1、金属球外表面上的电荷分布为: 金属球外表面上将均匀分布有电荷 $Q = q_1 + q_2$

q_1 受力 $\vec{F}_1 = 0$

$$q \text{ 受力 } F = qE = \frac{q(q_1 + q_2)}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

2、减小

3、0.334; 2.1

4、3

5、 $\frac{1}{4}I_0 \sin^2(2a)$

6、 $5RT/2$

7、 $h\nu + E_K$

8、 1.06×10^{-24} 或 6.63×10^{-24}

9、 $|\psi(\vec{r}, t)|^2 dV$ 表示 t 时刻粒子在 \vec{r} 处 dV 内出现的概率

10、2; $2 \times (2l+1)$; $2n^2$

三、计算题 (5 小题, 共 40 分)

1、解: 壳内表面带电为 $-q'$, 外表面带电 $Q+q'$

1 分

已知了球面电荷分布, 可求得 V_1 和 V_2 分别为:

$$V_1 = \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{-q'}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{Q+q'}{4\pi\epsilon_0 R_3} \quad 1 \text{ 分}$$

$$V_2 = \frac{Q+q'}{4\pi\epsilon_0 R_3} \quad 1 \text{ 分}$$

\because 内球接地, $\therefore V_1 = 0$ 2 分

$$\therefore V_1 = \frac{q'}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{-q'}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{Q+q'}{4\pi\epsilon_0 R_3} = 0$$

$$\therefore q' = \frac{-R_1 R_2 Q}{R_1 R_2 + R_2 R_3 - R_1 R_3} \quad 2 \text{ 分}$$

\therefore 将 q' 代入到 $V_2 = \frac{Q+q'}{4\pi\epsilon_0 R_3}$ 即可求得结果。

两球之间的电势差为 $V_2 - V_1 = \frac{Q+q'}{4\pi\epsilon_0 R_3}$ 1 分

$$V_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 - R_1 R_3}$$

2、解：

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

2分

设顺时针为正，通过该面积元的磁通量为：

$$d\Phi = BdS = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} l dx$$

$$\Phi(t) = \int d\Phi = \int_{a+vt}^{b+vt} \frac{\mu_0 I}{2\pi x} l dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_{a+vt}^{b+vt} \frac{dx}{x}$$

$$= \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{b+vt}{a+vt}$$

2分

由法拉第电磁感应定律可知，N匝线圈内的感应电动势为：

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 I l N}{2\pi} \frac{a+vt}{b+vt} \left[\frac{(a+vt)v - (b+vt)v}{(a+vt)^2} \right]$$

2分

$$= -\frac{\mu_0 I l N}{2\pi} \frac{1}{b+vt} \frac{av-bv}{a+vt}$$

令 $t=0$ ，并代入数据，则得线圈刚离开直导线时的感应电动势

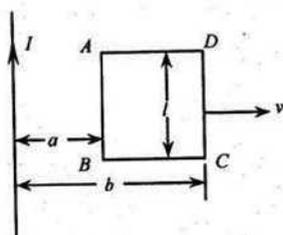
$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{\mu_0 I l v N}{2\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) = \frac{\mu_0 N I l v (b-a)}{2\pi a b}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 0.2 \times 5.0 \times 3.0 \times (0.2 - 0.1)}{2\pi \times 0.1 \times 0.2}$$

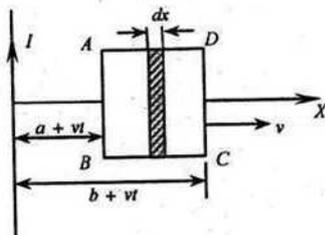
$$= 3.0 \times 10^{-3} (\text{V})$$

2分

按楞次定律可知 ε 的方向为图 (b) 中的顺时针方向。



(a)



(b)

3、解：要使光不反射，只要反射光在薄膜表面呈干涉极小即可。因为在两个分界面上反射光都有半波损失，所以光程差为：

$$\delta = 2nd \quad 2 \text{分}$$

当 $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ 时干涉极小，故有：

$$d = \frac{k + \frac{1}{2}}{2n} \lambda \quad 2 \text{分}$$

对于最小厚度，取 $k=0$ ，则

$$d = \frac{\lambda}{4n} = \frac{600 \times 10^{-9}}{4 \times 1.25} = 120 \times 10^{-9} = 120(\text{nm}) \quad 4 \text{分}$$

即该透明材料的最小厚度为 120nm。

4、解：设 c 状态的体积为 V_2 ，则由于 a, c 两状态的温度相同， $p_1 V_1 = p_1 V_2 / 4$

$$\text{故} \quad V_2 = 4 V_1 \quad 2 \text{分}$$

循环过程 $\Delta E = 0, \quad Q = W$

而在 $a \rightarrow b$ 等体过程中功 $W_1 = 0$

在 $b \rightarrow c$ 等压过程中功

$$W_2 = p_1(V_2 - V_1) / 4 = p_1(4V_1 - V_1) / 4 = 3 p_1 V_1 / 4 \quad 2 \text{分}$$

在 $c \rightarrow a$ 等温过程中功

$$W_3 = p_1 V_1 \ln(V_1 / V_2) = -p_1 V_1 \ln 4 \quad 2 \text{分}$$

$$\therefore W = W_1 + W_2 + W_3 = [(3/4) - \ln 4] p_1 V_1 \quad 1 \text{分}$$

$$Q = W = [(3/4) - \ln 4] p_1 V_1 \quad 1 \text{分}$$

5、解： $\Delta E = -13.6 \left[\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2} \right]$

$$E_2 - E_1 = 10.2 < 12.75 \quad 2 \text{分}$$

$$E_3 - E_1 = 12.1 < 12.75 \quad 1 \text{分}$$

$$E_4 - E_1 = 12.75 \quad 1 \text{分}$$

所以，最多可以激发到 $n=4$ 的能级。 1分

如图可以发出 6 条谱线，3 个线系。 3分

