

大学物理(2) 模拟题一

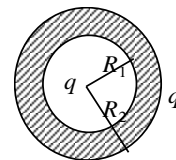
一、选择题 (每题 3 分, 共 18 分)

1、一空心导体球壳, 其内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷 q , 如图所示. 当球壳中心处再放一电荷为 q 的点电荷时, 则导体球壳的电势(设无穷远处为电势零点)

为 ()

(A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1}$. (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$.

(C) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_1}$. (D) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_2}$.



2、将平行板电容器的两极板接上电源, 以维持其间电压不变, 用相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质填满极板间, 则下列说法哪种正确? ()

- (A) 极板间电场增大为原来的 ϵ_r 倍; (B) 极板上的电量不变;
(C) 电容增大为原来的 ϵ_r 倍; (D) 以上说法均不正确。

3、边长为 a 的一个导体方框上通有电流 I , 则此方框中心点的磁场强度 ()

- (A) 与 a 无关 (B) 正比于 a^2 (C) 正比于 a (D) 与 a 成反比

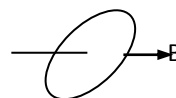
4、如图所示的一细螺绕环, 它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝. 当导线中的电流 I 为 2.0 A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T, 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为 () (真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$)

- (A) 7.96×10^2 (B) 3.98×10^2
(C) 1.99×10^2 (D) 63.3

5、 n 匝圆形线圈半径为 r , 处在匀强磁场中, 线圈所在平面与磁场方向夹角 $\alpha = 30^\circ$, 磁场的磁感应强度随时间均匀增强, 线圈中产生的感应电流

强度为 I , 为使线圈产生的感应电流强度为 $2I$, 可采取的办法是

- (A) 使线圈匝数变为原来的 2 倍; (B) 使线圈匝数变为原来的 8 倍;
(C) 使线圈半径变为原来的 2 倍; (D) 使线圈半径变为原来的 8 倍。



6、用单色光做杨氏双缝实验, 如现将折射率 $n=1.5$ 的薄透明玻璃片盖在下侧缝上, 此时中央明纹的位置将: ()

- (A) 向上平移且条纹间距不变 (B) 向下平移, 且条纹间距不变
(C) 不移动, 但条纹间距改变 (D) 向上平移, 且间距改变

二、判断题（每题 2 分，共 10 分）

7、球形金属壳呈电中性，壳外无带电体，壳内有独立电体电量 q ，壳内表面形状不规则。

则金属壳外表面的面电荷分布不均匀。（ ）

8、闭合曲线当中没有包含电流，说明闭合曲线中的磁感应强度处处为零。（ ）

9、质子（电荷为 e ，质量为 m ）和 α 粒子（电荷为 $2e$ ，质量为 $4m$ ）垂直磁场方向进入同一匀强磁场中，若两粒子的初速度相同，设质子和 α 粒子受到洛仑兹力作用而产生的加速度大小分别为 a_1 和 a_2 ，则 $a_1:a_2=1:2$ 。（ ）

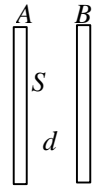
10、有人认为磁场强度 H 在描述磁场性质方面的地位相当于电场描述中电场强度 E 的地位，其理由是它们都被叫做场的强度。（ ）

11、折射率 $n_2=1.2$ 的油滴掉在 $n_3=1.50$ 的平板玻璃上，形成一上表面近似于球面的油膜，用单色光垂直照射油膜，看到油膜周边是明环。（ ）

三、填空题（每题 2 分，共 12 分）

12、一点电荷 q 位于无限大均匀带电平面附近的 P 点，将其沿电场线方向移动距离 d ，若电场力做功为 A ，则带电平面上的电荷面密度为_____。

13、如图所示， A 、 B 为靠得很近的两块平行的大金属平板，两板的面积均为 S ，板间的距离为 d 。今使 A 板带电荷 q_A ， B 板带电荷 q_B ，且 $q_A > q_B$ 。则 A 板的靠近 B 的一侧所带电荷为_____；两板间电势差 $U=$ _____。

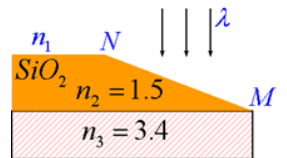


14、一个半径 R 为的塑料薄圆盘，电荷 $+q$ 均匀分布其上，圆盘以角速度 ω 绕通过盘心并与盘面垂直的轴匀速转动，则圆盘磁矩为_____。

15、真空中两只长直螺线管1和2，长度相等，单层密绕匝数相同，直径之比 $d_1/d_2=1/4$ 。当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为 $W_1/W_2=$ _____。

16、欲测定 SiO_2 的厚度，通常将其磨成图示劈尖状，然后用光的干涉方法测量，

若以 $\lambda = 590 \text{ nm}$ 光垂直入射，看到七条暗纹，且第七条位于 N 处，则该膜厚为_____。

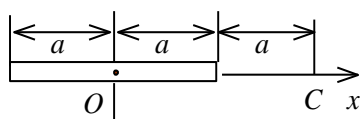


17、一束平行的自然光，以 60° 角入射到平玻璃表面上，若反射光是完全偏振的，则折射光束的折射角为_____；玻璃的折射率为_____。

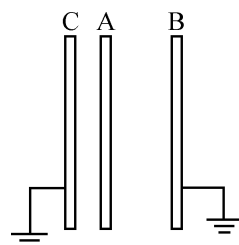
四、计算题（每题 10 分，共 60 分）

18、真空中一均匀带电细直杆，长度为 $2a$ ，总电荷为 $+Q$ ，沿 Ox 轴固定放置(如图)。一运动粒子质量为 m 、带有电荷 $+q$ ，在经过 x 轴上的 C 点时，速率为 v 。试求：(1) 粒子在经过 C 点时，它与带电杆之间的相互作用电势能(设无穷远处为电势零点)；(2) 粒子在电场力作

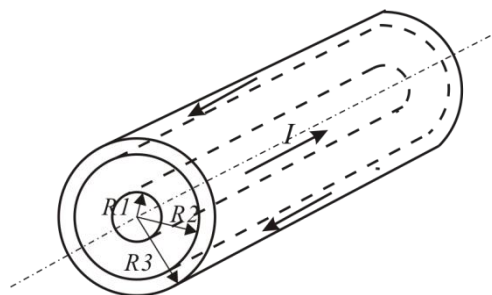
用下运动到无穷远处的速率 v_{∞} (设 v_{∞} 远小于光速)。



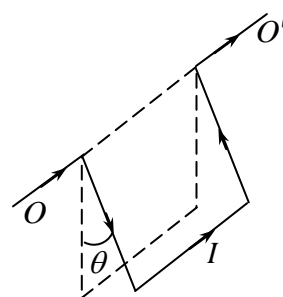
19、如图所示，三块平行的金属板 A, B 和 C, 面积均为 200cm^2 , A 与 B 相距 4mm , A 与 C 相距 2mm , B 和 C 两板均接地, 若 A 板所带电量 $Q=3.0 \times 10^{-7}\text{C}$, 忽略边缘效应, 求: (1) B 和 C 上的感应电荷? (2) A 板的电势 (设地面电势为零)。



20、一根很长的同轴电缆, 由一导体圆柱和一同轴的圆筒组成, 设圆柱的半径为 R_1 , 圆筒的内外半径为 R_2 和 R_3 。在这两个导体中, 有大小相等而方向相反的电流 I 流过, 如图。试求电缆产生的磁场磁感强度的分布, 并用图形表示。



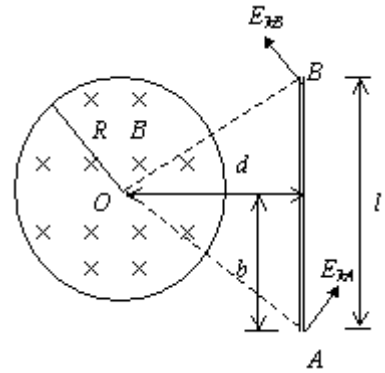
21、截面积为 S 、密度为 ρ 的铜导线被弯成正方形的三边, 可以绕水平轴 OO' 转动, 如图所示。导线放在方向竖直向上的匀强磁场中, 当导线中的电流为 I 时, 导线离开原来的竖直位置偏转一个角度 θ 而平衡。求磁感应强度。若 $S = 2\text{mm}^2$, $\rho = 8.9\text{g/cm}^3$, $\theta = 15^\circ$, $I = 10\text{A}$, 磁感应强度大小为多少?



22、如图所示，均匀磁场被限制在半径为 R 的圆柱形空间，磁感强度对时

间的变化率 $\frac{dB}{dt} > 0$ ，在圆柱形空间外与磁场垂直的平面内有一导体 AB 。

(1) 计算 AB 上的感应电动势； (2) A 、 B 两点间的电势哪点有高？



23、一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $a=2 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ，在光栅后放一焦距 $f=1 \text{ m}$ 的凸透镜，现以 $\lambda=600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色平行光垂直照射光栅，求：

(1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明条纹宽度为多少？

(2) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

大学物理(2)模拟题一解答

一、选择题: (每题 3 分共 18 分)

1-6: D C D B A B

二、判断题: (每题 2 分共 10 分)

7、× 8、× 9、× 10、× 11、√

三、填空题 (每题 2 分, 共 12 分)

12、 $2\varepsilon_0 A/qd$

13、 $\frac{1}{2}(q_A - q_B)$

14、 $\frac{I}{4}\omega qR^2$

15、1 : 16

16、 $d = \frac{(2k+1)}{4n_2} \lambda = 1.27 \times 10^3 \text{ nm}$

17、 30° , $\sqrt{3}$

四、(本题 10 分)

18、解: (1) 在杆上取线元 dx , 其上电荷: $dq = Qdx / (2a)$

设无穷远处电势为零, dq 在 C 点处产生的电势:

$$dU = \frac{Q dx / (2a)}{4\pi\varepsilon_0 (2a - x)}$$

整个带电杆在 C 点产生的电势:

$$U = \int_L dU = \frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 a} \int_{-a}^a \frac{dx}{2a - x} = \frac{Q}{8\pi\varepsilon_0 a} \ln 3$$

带电粒子在 C 点时, 它与带电杆相互作用电势能为:

$$W = qU = qQ \ln 3 / (8\pi\varepsilon_0 a)$$

(2) 带电粒子从 C 点起运动到无限远处时, 电场力作功, 电势能减少. 粒子动能增加

$$\frac{1}{2}mv_\infty^2 - \frac{1}{2}mv^2 = qQ \ln 3 / (8\pi\varepsilon_0 a)$$

$$v_\infty = \left[\frac{qQ}{4\pi\varepsilon_0 am} \ln 3 + v^2 \right]^{1/2}$$

由此得粒子在无限远处的速率:

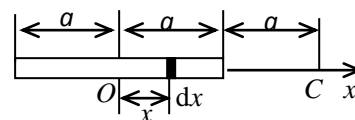
19、解: 如题图示, 令 A 板左侧面电荷面密度为 σ_1 , 右侧面电荷面密度为 σ_2 , 则 C 、 B 面上的感应电荷面密度分别为 σ_1 、 σ_2 1 分

∴

$$U_{AC} = U_{AB}$$

即

$$E_{AC} d_{AC} = E_{AB} d_{AB}$$



$$\begin{aligned}
 & \text{又} \quad \because \quad E_{AC} = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} \quad E_{AB} = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_0} \\
 & \therefore \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{E_{AC}}{E_{AB}} = \frac{d_{AB}}{d_{AC}} = 2 \\
 & \text{且} \quad \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{q_A}{S} \\
 & \text{得} \quad \sigma_2 = \frac{q_A}{3S} \\
 & \quad \sigma_1 = \frac{2q_A}{3S} \\
 & \text{而} \quad q_C = -\sigma_1 S = -\frac{2}{3} q_A = -2 \times 10^{-7} \text{ C} \\
 & \quad q_B = -\sigma_2 S = -1 \times 10^{-7} \text{ C} \\
 & \quad U_A = E_{AC} d_{AC} = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0} d_{AC} = 2.3 \times 10^3 \text{ V}
 \end{aligned}$$

20、解：在电缆的横截面内，以圆柱的轴为圆心，作不同半径的圆为环路。利用安培环路定理，可求得不同场点的磁感强度。

(1) 当 $r < R_1$ 时，有

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{\pi r^2}{\pi R_1^2} I, \quad B = \mu_0 \frac{Ir}{2\pi R_1^2}$$

(2) 当 $R_1 < r < R_2$ 时，有

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 I, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

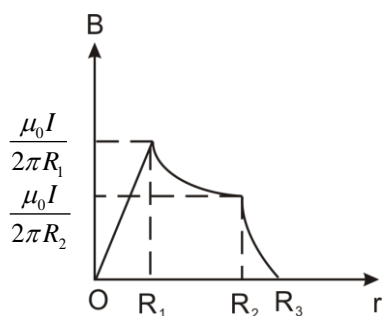
(3) 当 $R_2 < r < R_3$ 时

$$\begin{aligned}
 \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= B \cdot 2\pi r = \mu_0 \left[I - \frac{\pi(r^2 - R_2^2)}{\pi[R_3^2 - R_2^2]} I \right], \\
 B &= \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2}
 \end{aligned}$$

(4) 当 $r > R_3$ 时

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \cdot 2\pi r = \mu_0 (I - I) = 0, \quad B = 0$$

$B-r$ 的关系如图所示。



21、解：磁场力的力矩为

$$M_F = Fl_2 \cos \theta = BIl_1 l_2 \cos \theta = BIl^2 \cos \theta \quad (3 \text{ 分})$$

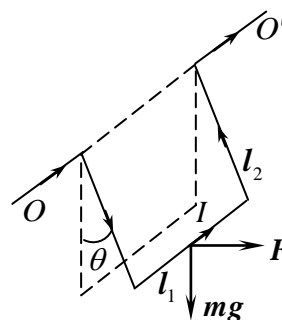
重力的力矩为

$$\begin{aligned} M_{mg} &= \rho g S l_1 \cdot l_2 \sin \theta + 2\rho g S l_2 \cdot \frac{1}{2} l_2 \sin \theta \\ &= 2\rho g S l^2 \sin \theta \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

由平衡条件 $M_F = M_{mg}$ ，得

$$BIl^2 \cos \theta = 2\rho g S l^2 \sin \theta \quad (2 \text{ 分})$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{2\rho g S}{I} \tan \theta = \frac{2 \times 8.9 \times 10^3 \times 9.8 \times 2 \times 10^{-6}}{10} \times \tan 15^\circ \\ &= 9.35 \times 10^{-3} (T) \end{aligned} \quad (2 \text{ 分})$$



22、解法一、（1）如图，连接 OA 、 OB ，穿过 $\triangle OAB$ 的磁通量与穿过扇形的磁通量相等为

$$\Phi = B \cdot \frac{1}{2} R^2 \arctan \frac{b}{a} + \arctan \frac{l-b}{d}$$

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{2} R^2 \left(\arctan \frac{b}{a} + \arctan \frac{l-b}{d} \right) \frac{dB}{dt}$$

(2) $\because \frac{dB}{dt} > 0$ ，应用楞次定律判定电动势从 $A \rightarrow B$ ，所以 B 点的电势高。

解法二、 (1) 如图, 在 AB 上取线元 $d\vec{l}$ 方向从 A 到 B , 到圆心的距离为 r , 有

$$\varepsilon = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_A^B \frac{R}{2r} \frac{dB}{dt} \cos \theta dl$$

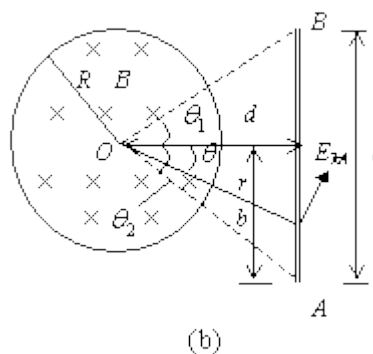
而 $dl = \frac{rd\theta}{\cos \theta}$, AB 上的感生电动势为

$$\varepsilon = - \int_0^{\theta_1+\theta_2} \frac{R}{2r} \frac{dB}{dt} \frac{rd\theta}{\cos \theta} \cos \theta = - \frac{1}{2} R (\theta_1 + \theta_2) \frac{dB}{dt}$$

其中 $\theta_1 = \arctan \frac{b}{a} \quad \theta_2 = \arctan \frac{l-b}{d}$

$$\text{得 } \varepsilon = - \frac{1}{2} R^2 \left(\arctan \frac{b}{a} + \arctan \frac{l-b}{d} \right) \frac{dB}{dt}$$

(2) $\because \frac{dB}{dt} > 0$, 应用楞次定律判定电动势从 $A \rightarrow B$, 所以 B 点的电势高。



23、解: (1) $a \sin \varphi = k\lambda \quad \text{tg} \varphi = x/f$

当 $x \ll f$ 时, $\text{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi, a x/f = k\lambda$, 取 $k=1$ 有

$$x = f\lambda/a = 0.03 \text{ m}$$

\therefore 中央明纹宽度为 $\Delta x = 2x = 0.06 \text{ m}$

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

$$k' = (a+b)x/(f\lambda) = 2.5$$

取 $k'=2$, 共有 $k'=0, \pm 1, \pm 2$ 等 5 个主极大