

2007级大学物理2期末试题 (信二学习部整理)

真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.

真空的磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$.

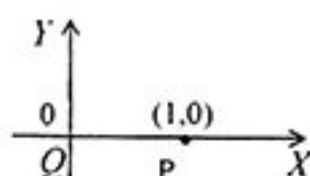
普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

一、选择题 (共 39 分, 每题 3 分)

请将答案写在试卷上指定方括号 [] 内。

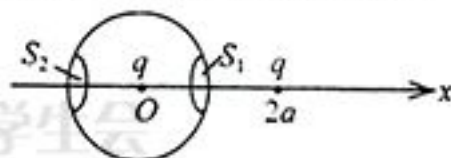
1. 在坐标原点放一正电荷 Q , 它在 P 点 ($x=+1, y=0$) 产生的电场强度为 \vec{E} . 现在, 另外有一个负电荷 $-2Q$, 试问应将它放在什么位置才能使 P 点的电场强度等于零?



- (A) X 轴上 $x > 1$. (B) X 轴上 $0 < x < 1$.
 (C) X 轴上 $x < 0$. (D) Y 轴上 $y > 0$.
 (E) Y 轴上 $y < 0$.

[]

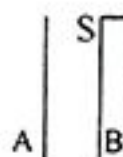
2. 有两个电荷都是 $+q$ 的点电荷, 相距为 $2a$. 今以左边的点电荷所在处为球心, 以 a 为半径作一球形高斯面. 在球面上取两块相等的小面积 S_1 和 S_2 , 其位置如图所示. 设通过 S_1 和 S_2 的电场强度通量分别为 Φ_1 和 Φ_2 , 通过整个球面的电场强度通量为 Φ_3 , 则



- (A) $\Phi_1 > \Phi_2$, $\Phi_3 = q/\epsilon_0$.
 (B) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_3 = 2q/\epsilon_0$.
 (C) $\Phi_1 = \Phi_2$, $\Phi_3 = q/\epsilon_0$.
 (D) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_3 = q/\epsilon_0$.

[]

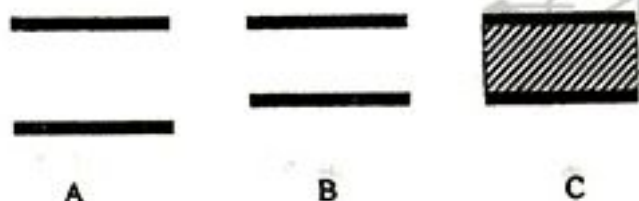
3. 将带电面 A 与平板导体 B 平行放置, 如图. 已知 A 、 B 所带电量分别为 Q_A 、 Q_B . 则达到静电平衡后, 平板导体 B 左表面 S 上所带电量为



- A. Q_B . B. $-Q_A$. C. $\frac{1}{2}(Q_B - Q_A)$. D. $\frac{1}{2}(Q_B + Q_A)$.

[]

4. 有 A, B, C 三个平行板电容器, 极板面积均相等, B, C 的板间距相等, 并且小于 A 的板间距, C 的内部充满电介质, 如图。将三个电容器充以同样电量, 若用导线分别将它们两个极板连接放电, 则生成电火花强度的大小关系为



- (A) $A > B$ 且 $B < C$.
(B) $A < B$ 且 $B > C$.
(B) $A < B < C$.
(D) $A > B > C$.

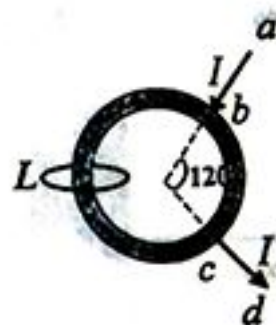
[]

5. 以下电场和磁场基本特性的阐述正确的是:

- (A) 电场是保守场, 磁场是非保守场.
(B) 电场强度和磁场强度相类似, 为物理观测量; 电位移和磁感应强度为辅助物理量.
(C) 磁场强度对于任意封闭曲面的通量为零.
(D) 电场和磁场在参照系变换时可以相互转化.

[]

6. 如图, 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个横截面积处处相等的铁环上, 稳恒电流 I 由 a 端流入, 从 d 端流出。设如图所示的闭合回路 L 上的磁感应强度为 \vec{B} , 则 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} =$



- (A) $\mu_0 I$. (B) $\mu_0 I/3$. (C) $\mu_0 I/4$. (D) $2\mu_0 I/3$.

[]

7. 在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 \vec{n} 与 \vec{B} 的夹角为 α , 则通过半球面 S 的磁通量(取弯面向外为正)为



- (A) $\pi r^2 B$. (B) $2\pi r^2 B$.
(C) $-\pi r^2 B \sin \alpha$. (D) $-\pi r^2 B \cos \alpha$.

[]

8. 有一个圆形回路 1 及一个正方形回路 2, 圆直径和正方形的边长相等, 二者中通有大小相等的电流, 它们在各自中心产生的磁感强度的大小之比 B_1 / B_2 为

- (A) 0.90. (B) 1.00.
(C) 1.11. (D) 1.22.

[]

9. 将电子由静止加速到 $0.6c$ 的速度, 需要做功 A_1 ; 继续加速至 $0.8c$, 又做功 A_2 . 则 A_1 与 A_2 的关系为

- (A) $A_1 > A_2$. (B) $A_1 < A_2$.
(C) $A_1 = A_2$. (D) 不能确定, 结论与静止电子的能量有关.

[]

10. 一匀质矩形薄板, 在它静止时测得其长为 a , 宽为 b , 质量为 m_0 . 由此可算出其面积密度为 m_0/ab . 假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度 v 作匀速直线运动, 此时再测算该矩形薄板的面积密度则为

- (A) $\frac{m_0 \sqrt{1-(v/c)^2}}{ab}$. (B) $\frac{m_0}{ab \sqrt{1-(v/c)^2}}$.
(C) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]}$. (D) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]^{1/2}}$.

[]

11. 光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线, 入射到某种物质上而发生康普顿散射. 若反冲电子的动能为 0.1 MeV, 则散射光波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 λ_0 之比为

- (A) 0.20. (B) 0.25. (C) 0.30. (D) 0.35.

[]

12. 静止质量不为零的微观粒子作高速运动, 这时粒子物质波的波长 λ 与速度 v 有如下关系:

- (A) $\lambda \propto v$. (B) $\lambda \propto 1/v$.
(C) $\lambda \propto \sqrt{\frac{1}{v^2} - \frac{1}{c^2}}$. (D) $\lambda \propto \sqrt{c^2 - v^2}$.

[]

13. 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^3 \text{ \AA}$, 则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为

- (A) 25 cm. (B) 50 cm.
(C) 250 cm. (D) 500 cm.

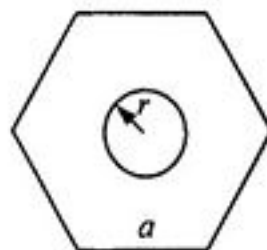
[]

二、填空题 (共 15 分, 每题 3 分)

14. 两个半径分别为 R_1 和 R_2 同心的薄金属球壳 A 和 B 间充满相对介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 的两层均匀电介质, 两层电介质分界面的半径为 R , 如图所示. 若内球壳所带电量为 $-Q$ ($Q > 0$). 则金属球壳之间的电势差 $U_A - U_B =$ _____.



15. 在边长为 a 的正六边形线圈的中心放置一半径为 r 的小圆线圈, 如图. 若两线圈共面同心且 $r \ll a$, 则两线圈的互感为 _____.



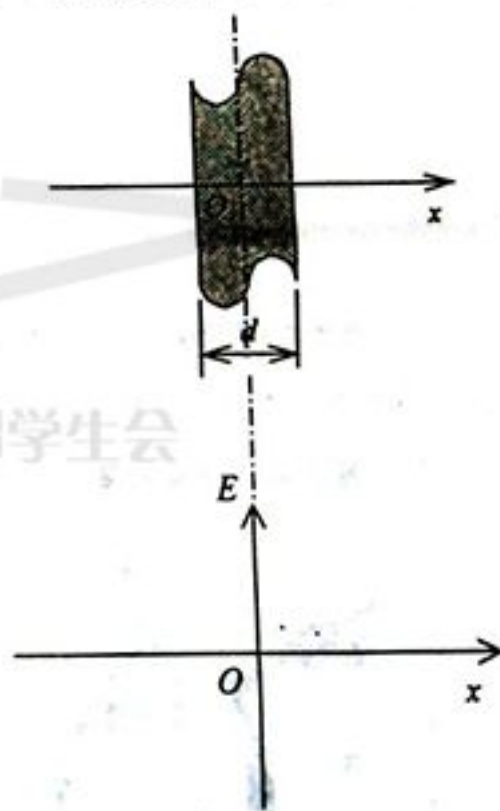
16. π^+ 介子是不稳定的粒子，在它自己的参照系中测得平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$ ，如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动，那么实验室坐标系中测得的 π^+ 介子的寿命是 _____ s.

17. 纯硅在 $T = 0 \text{ K}$ 时能吸收的辐射最长的波长是 $1.09 \mu\text{m}$ ，故硅的禁带宽度为 _____ eV.

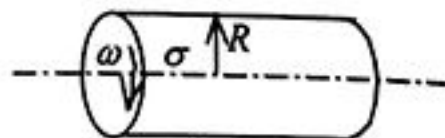
18. 根据量子力学理论，氢原子中电子的角动量为 $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$ ，当主量子数 $n=3$ 时，电子角动量的可能取值为 _____.

三、计算题 (共 46 分)

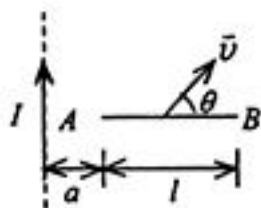
19. (10 分) 图示一厚度为 d 的“无限大”均匀带电平板，电荷体密度为 ρ 。试求板内外的场强分布，并画出场强随坐标 x 变化的图线，即 $E-x$ 图线 (设原点在带电平板的中央平面上， Ox 轴垂直于平板)。



20. (10 分)如图所示，一半径为 R 的均匀带电无限长直圆筒，面电荷密度为 σ 。该筒以角速度 ω 绕其轴线匀速旋转。试求圆筒内部的磁感强度。



21. (10 分)如图所示，一长直导线中通有电流 I ，有一垂直于导线、长度为 l 的金属棒 AB 在包含导线的平面内，以恒定的速度 \vec{v} 沿与棒成 θ 角的方向移动。开始时，棒的 A 端到导线的距离为 a ，求在任意时刻 t 金属棒中的动生电动势，并指出棒哪端的电势高。



22. (11 分) 氢原子由原子核和一个核外电子组成。

①请利用不确定关系 $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ ，估算氢原子中电子的最小能量。

②由薛定谔方程解得氢原子基态波函数为： $\psi_{1,0,0} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$ ，式中 $a_0 = 0.529 \times 10^{-10} \text{m}$ ，

为玻尔半径。求氢原子处于基态时，电子处于半径为玻尔半径的球面内的概率。

23. (5 分) 机场安检设备的金属探测装置包含两个线圈，如图。其中线圈 1 作为发射器，与提供交变电流的电源相连接；线圈 2 作为接收器，与一个传感器相连接，检测电流的变化并报警。当一个人携带金属物品从两线圈中通过时，报警器会响，简述其原理。

