

2008级大学物理2期末试题 (信二学习部整理)

有关数据: 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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$.

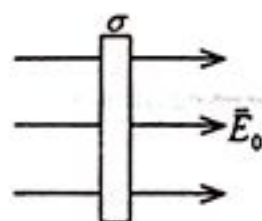
普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

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

一、选择题 (共 15 分, 每题 3 分) 请将答案写在试卷上指定方括号 [] 内。

1. 一带电大导体平板, 平板二个表面的电荷面密度的代数和为 σ , 置于电场强度为 E_0 的均匀外电场中, 且使板面垂直于 E_0 的方向. 设外电场分布不因带电平板的引入而改变, 则板的附近左、右两侧的合场强为:

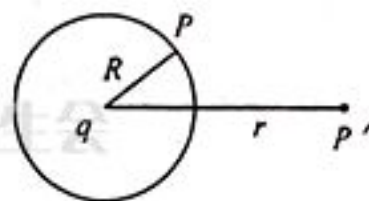
- (A) $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ (B) $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
 (C) $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ (D) $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$



[]

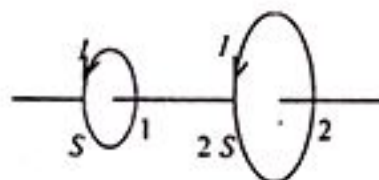
2. 如图, 在点电荷 q 的电场中, 选取以 q 为中心、 R 为半径的球面上一点 P 处作电势零点, 则与点电荷 q 距离为 r 的 P' 点的电势为

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$
 (C) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 (r - R)}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$



[]

3. 面积为 S 和 $2S$ 的两圆线圈 1、2 如图放置, 通有相同的电流 I . 线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通量 Φ_{21} 表示, 线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通量 Φ_{12} 表示, 则 Φ_{21} 和 Φ_{12} 的大小关系为:



- (A) $\Phi_{21} = 2\Phi_{12}$. (B) $\Phi_{21} > \Phi_{12}$. (C) $\Phi_{21} = \Phi_{12}$. (D) $\Phi_{21} = \frac{1}{2} \Phi_{12}$. []

4. 在圆柱形空间内有一磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场, 如图所示. \vec{B} 的大小以速率

dB/dt 变化. 在磁场中有 A、B 两点, 其间可放直导线 \overline{AB} 和弯曲的导线 \hat{AB} , 则

- (A) 电动势只在 \overline{AB} 导线中产生.
 (B) 电动势只在 \hat{AB} 导线中产生.
 (C) 电动势在 \overline{AB} 和 \hat{AB} 中都产生, 且两者大小相等.
 (D) \overline{AB} 导线中的电动势小于 \hat{AB} 导线中的电动势.



[]

5. 硫化镉(CdS)晶体的禁带宽度为 2.42 eV, 要使这种晶体产生本征光电导, 入射到晶体上的光的波长不能大于

- (A) 650 nm. (1 nm = 10^{-9} m) (B) 628 nm.
 (C) 550 nm. (D) 514 nm.

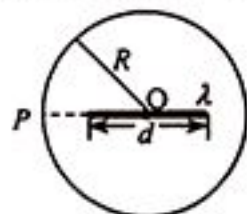
[]

二 填空题(共 50 分) 请将答案写在指定横线上.

6. (4 分) 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$, 以导线中点 O 为球心, R 为半径($R > d$)作一球面, 如图所示, 则通过该球面的电场强度

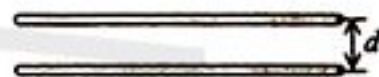
通量为_____.

带电直线的延长线与球面交点



P 处的电场强度的大小为_____.

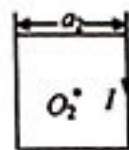
7. (4 分) 两个半径都为 R 的平行直导线, 相距为 d , 且



$d \gg R$, 该系统单位长度的电容为_____.

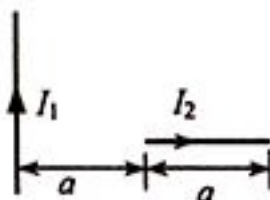
8. (4 分) 载流的圆形线圈(半径 a_1) 与正方形线圈(边长 a_2)

通有相同电流 I . 若两个线圈的中心 O_1 、 O_2 处的磁感强度大小相同, 则半径 a_1 与边长 a_2 之比 $a_1 : a_2$ 为_____.



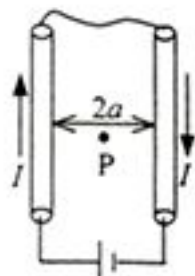
9. (4 分) 一平面试验线圈的磁矩大小 P_m 为 $1 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^2$, 把它放入待测磁场中的 A 处. 试验线圈如此之小, 以致可以认为它所占据的空间内场是均匀的. 当此线圈的 \vec{P}_m 与 z 轴平行时, 所受磁力矩大小为 $M = 5 \times 10^{-9} \text{ N} \cdot \text{m}$, 方向沿 x 轴负方向; 当此线圈的 \vec{P}_m 与 y 轴平行时, 所受磁力矩为零. 则空间 A 点处的磁感应强度 \vec{B} 的大小为_____, 方向为_____.

10. (4 分) 无限长载流直导线, 通以电流 I_1 , 旁边有一段长为 a , 电流为 I_2 的直导线, 与之共面. 其左端距无限长直导线的距离为 a , 则 I_2 受到的安培力的大小为_____.



11. (4分) 一螺线管横截面半径为 2.0cm , 长为 30.0cm , 其上均匀密绕 1200 匝线圈, 线圈内为空气。若该螺线管中电流以 $3.0 \times 10^2 \text{ A/s}$ 的速率改变, 则线圈中的自感电动势为 _____ V 。

12. (4分) 真空中两根很长的相距为 $2a$ 的平行直导线与电源组成闭合回路如图。已知导线中的电流强度为 I , 则在两导线正中间某点 P 处的磁能密度为 _____。



13. (4分) 充了电的由半径为 r 的两块圆板组成的平行板电容器, 在放电时两板间的电场强度的大小为 $E = E_0 e^{-t/RC}$, 式中 t 为时间, E_0 、 R 、 C 均为常数, 则两板间的位移电流的大小为 _____, 其方向与场强方向 _____。

14. (3分) 牛郎星距离地球约 16 光年, 如果宇宙飞船以 $0.97c$ 的速率匀速飞向牛郎星, 那么用飞船上的钟测量, 需要 _____ 年抵达牛郎星。

15. (3分) 设某微观粒子的总能量是它的静止能量的 K 倍, 则其运动速度的大小为 _____ c (c 表示真空中的光速)。

16. (3分) 匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 那么, 该棒的运动速度 $v =$ _____, 该棒所具有的动能 $E_k =$ _____。

17. (3分) 在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片, 其红限波长为 λ_0 , 今用单色光照射, 发现有电子放出, 有些放出的电子(质量为 m , 电荷的绝对值为 e)在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动, 那末此照射光光子的能量是 _____。

18. (3分) 电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后, 其德布罗意波长是 0.4 \AA , 则 U 为 _____。

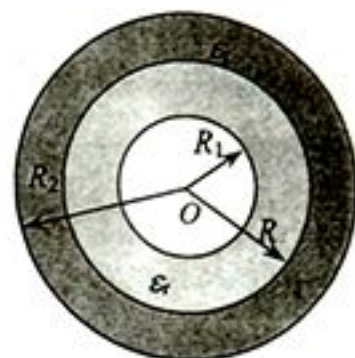
19. (3分) 原子的限度为 10^{-10} m , 根据不确定关系可以估算出原子中电子的速度不确定量为 _____ m/s 。

三 计算题 (共 35 分)

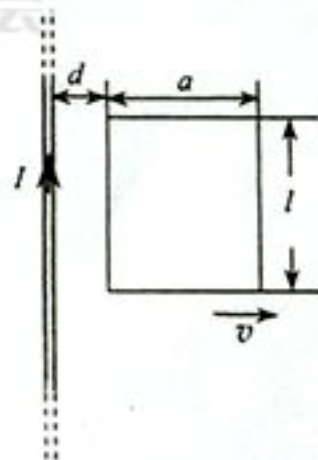
20. (10 分) 如图所示，两个同心薄金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 ，两球壳间充满两层均匀电介质，它们的相对介电常数分别为 ϵ_{r1} 和 ϵ_{r2} ；这两层电介质分界面的半径 R 。设内球壳带电量为 Q 。

(1) 求电位移矢量 D 和电场强度 E 的空间分布；

(2) 若 $R_1 = 0.02\text{m}$ ， $R_2 = 0.06\text{m}$ ， $\epsilon_{r1} = 6$ ， $\epsilon_{r2} = 3$ ， $R = 0.04\text{m}$ ， $Q = -6 \times 10^{-8}\text{C}$ ，求内外球壳间的电势差 $U = \varphi_1 - \varphi_2$ 的值。



21. (10 分) 如图所示，载流长直导线中的稳恒电流为 I 。一矩形线圈与该长直导线共面，且以速度 v 向右匀速平动。已知线圈的长度为 l ，宽为 a ，匝数为 N 。求当线圈左侧距导线距离为 d 时，线圈中的感应电动势。



22. (10 分) 质量为 m 的电子处于宽为 a 的一维无限深势阱中，其能量取值和波函数如下

$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2ma^2}, \quad \psi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x, & 0 < x < a \\ 0, & x \leq 0, x \geq a \end{cases} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

该电子吸收 $\Delta E = \frac{3\pi^2 \hbar^2}{2ma^2}$ 能量后在不同能级间发生跃迁。分别求跃迁前、后在 $0 < x < a/4$ 区间内发现电子的概率。



23. (5 分) 边长为 a 的立方体金属可看成三维无限深方势阱。

- (1) 三个方向的德布罗意波长 $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$ 应满足什么条件？
- (2) 推导系统电子能量公式。
- (3) 若系统包含 9 个电子，试求费米能量(用公式表示)。