

## 2011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  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$   
 基本电荷  $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$

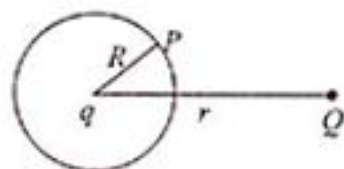
### 一、选择题（每题3分 共15分）

请将答案写在卷面指定方括号内。

1. (3分) 如图所示，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  $Q$  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)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$ .



[ ]

2. (3分) 平行板电容器两极板（看作很大的平板）间的相互作用力  $F$  与两极板间的电压  $U$  的关系为

(A)  $F \propto U$ ; (B)  $F \propto 1/U$ ;

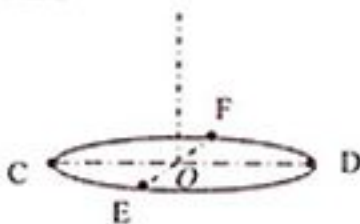
(C)  $F \propto 1/U^2$ ; (D)  $F \propto U^2$ .

[ ]

3. (3分) 如图所示，半径为  $R$  的圆周  $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  处固定有四个电量均为  $q$  的点电荷， $CD$  与  $EF$  垂直，此圆以角速度  $\omega$  绕过  $O$  点与圆平面垂直的轴旋转时，在圆心  $O$  点产生的磁感强度大小为  $B_1$ ；它以同样的角速度绕  $CD$  轴旋转时，在  $O$  点产生的磁感强度的大小为  $B_2$ ，则  $B_1$  与  $B_2$  间的关系为

(A)  $B_1 = B_2$ ; (B)  $B_1 = 2B_2$ ;

(C)  $B_1 = B_2/2$ ; (D)  $B_1 = B_2/4$ .



[ ]

4. (3分) 有两个长直密绕螺线管，长度及线圈匝数均相同，半径分别为  $r_1$  和  $r_2$ 。管内充满均匀介质，其磁导率分别为  $\mu_1$  和  $\mu_2$ 。设  $r_1:r_2=1:2$ ， $\mu_1:\mu_2=2:1$ ，当将两只螺线管串联在电路中通电稳定后，其自感系数之比  $L_1:L_2$  与磁能之比  $W_{m1}:W_{m2}$  分别为

- (A)  $L_1:L_2=1:1$ ， $W_{m1}:W_{m2}=1:1$ ； (B)  $L_1:L_2=1:2$ ， $W_{m1}:W_{m2}=1:1$ ；  
 (C)  $L_1:L_2=1:2$ ， $W_{m1}:W_{m2}=1:2$ ； (D)  $L_1:L_2=2:1$ ， $W_{m1}:W_{m2}=2:1$ 。 [ ]

5. (3分) 假定氢原子原是静止的，则氢原子从  $n=3$  的激发状态直接通过辐射跃迁到基态时的反冲速度大约为 (氢原子的质量  $m=1.67 \times 10^{-27}$  kg)

- (A) 4 m/s； (B) 10 m/s；  
 (C) 100 m/s； (D) 400 m/s。 [ ]

二、填空题 (共 40 分) 请将答案写在卷面指定的划线处。

1. (4分) 两个同心的薄金属球壳，内、外球壳半径分别为  $R_1$  和  $R_2$ 。球壳间充满两层均匀电介质，它们的相对介电常数分别为  $\epsilon_1$  和  $\epsilon_2$ 。两层电介质的分界面半径为  $R$ 。设内球壳带负电为  $Q$ ，两层电介质的分界面处的电位移大小为\_\_\_\_\_；电位移的方向为\_\_\_\_\_；两球壳之间的电势差为\_\_\_\_\_。

2. (4分) 设电子的静止能量储藏在它的全部电场中。如果设想电子是一个带电球面，则电子球面的半径为\_\_\_\_\_。(用电子电量  $e$ 、静止质量  $m_0$ 、光速  $c$  和真空介电常数  $\epsilon_0$  表示)

3. (4分) 一半径为  $R$  的薄圆盘，放在磁感强度为  $B$  的均匀磁场中， $B$  的方向与盘面平行。圆盘表面上电荷均匀分布，并且电荷面密度为  $\sigma$ 。若圆盘以角速度  $\omega$  绕通过盘心并垂直盘面的轴转动，则作用在圆盘面上的磁力矩为\_\_\_\_\_。

4. (4分) 有平行圆形极板组成的电容器，电容为  $1 \times 10^{-10}$  F，若在其两端加上频率为 50Hz，峰值为  $1.74 \times 10^3$  V 的交变电压，则极板间的位移电流最大值为\_\_\_\_\_。

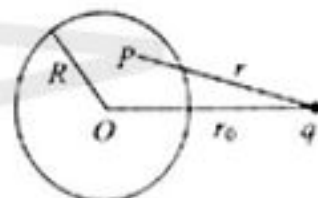
5. (4分) 在  $S$  系中的  $x$  轴上相隔为  $\Delta x$  处有两只同步的  $A$  钟和  $B$  钟，读数相同，在  $S'$  系的  $x'$  轴上也有一只同样的钟  $A'$ ，若  $S'$  系相对于  $S$  系的运动速度为  $v$ ，沿  $x$  轴方向且  $A'$  与  $A$  相遇时，刚好两钟的读数均为零。那么，当  $A'$  钟与  $B$  钟相遇时，在  $S$  系中  $B$  钟的读数为\_\_\_\_\_；此时，在  $S'$  系中  $A'$  钟的读数为\_\_\_\_\_。

6. (4分) 相对于地面快速运动的介子的能量为 3000MeV，而介子的静止能量为 100MeV，若介子的固有寿命为  $2 \times 10^{-6}$  s，则它相对于地面运动的距离为\_\_\_\_\_m。

7. (4分) 设铜的逸出功为  $4.47\text{eV}$ 。以波长为  $0.2\mu\text{m}$  的光照射一铜球，铜球放出电子。若将铜球充电，当充电到电势为 \_\_\_\_\_  $\text{V}$  时，铜球不再放出电子。
8. (3分) 设  $m_e$  为电子的静止质量， $c$  为光速。当电子的动能等于它的静止能量时，它的德布罗意波长是  $\lambda =$  \_\_\_\_\_。
9. (3分) 波长  $\lambda = 632.8\text{nm}$  的氦氖激光器所发红光沿  $x$  轴正向传播。已知它的光子  $x$  坐标的不确定量为  $400\text{nm}$ ，则利用不确定关系式  $\Delta p_x \Delta x \geq \hbar$ ，谱线宽度  $\Delta \lambda =$  \_\_\_\_\_  $\text{nm}$ 。
10. (3分) 主量子数  $n=2$ ，自旋磁量子数  $m_s=1/2$  的量子态中，能填充的最大电子数为 \_\_\_\_\_，当氢原子中的角动量  $L=2\sqrt{3}\hbar$  时，角动量有几个空间取向 \_\_\_\_\_；在外磁场方向的分量  $L_z =$  \_\_\_\_\_。
11. (3分) 已知半导体硫化铜的禁带宽度为  $2.42\text{eV}$ ，若用光来激发半导体硫化铜的电子，光波波长最大为 \_\_\_\_\_  $\text{nm}$ 。

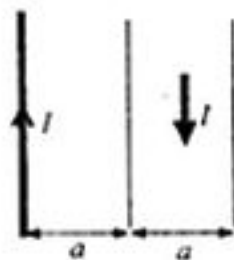
### 三、计算题 (共 45 分)

1. (10分) 如图所示，半径为  $R$  的导体球原为中性，现将一点电荷  $q$  放在导体球外离球心  $O$  距离为  $r_0$  ( $r_0 > R$ ) 处，导体球内  $P$  点离点电荷  $q$  距离为  $r$  处。试求：



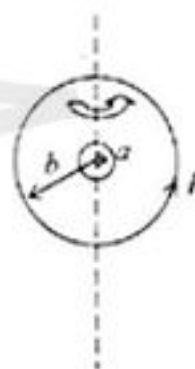
- (1) 导体球上的感应电荷在  $P$  点处的电场强度和电势；
- (2) 若导体球接地，导体表面上感应电荷  $q'$  是多少？

2. (10 分) 如图所示，通有电流  $I$  的无限长直导线与一宽为  $a$  的电流均匀分布的无限长矩形薄平板构成闭合回路，且彼此平行共面。试求它们之间单位长度上的相互作用力大小。



3. (10 分) 如图所示，一个半径为  $a$  的小圆线圈，电阻为  $R$ ，开始时与一个半径为  $b$  ( $b > a$ ) 的大圆线圈共面而且同心。固定大圆线圈，并且在其中维持恒定电流  $I$ ，使小圆线圈绕其直径以匀角速度  $\omega$  转动（设线圈的自感可忽略），试求：

- (1)  $t$  时刻小圆线圈中的电流大小；
- (2)  $t$  时刻大圆线圈中的感应电动势大小。



4. (10 分) 宽为  $a$  的一维无限深方势阱中的粒子的波函数在边界处为零，其定态为驻波。
- (1) 试根据德布罗意关系式和驻波条件，求粒子最小动能公式 (不考虑相对论效应)。
- (2) 若基态波函数为  $\psi_1(x) = A \sin \frac{\pi}{a} x$ ,  $0 < x < a$ ，求粒子处于基态时在  $0 < x < a/4$  区间内发现粒子的概率。



5. (5 分) 如图所示，金属探测器的探头内通入脉冲电流，才能测到埋在地下的金属物品发回的电磁信号。试问：
- (1) 埋在地下的金属物品为什么能发回电磁信号？
- (2) 能否用恒定电流代替脉冲电流来探测？

