

诚信应考,考试作弊将带来严重后果!

# 华南理工大学期末考试

## 《2010 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷》试卷

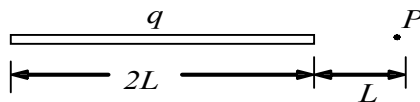
- 注意事项: 1. 考前请将密封线内各项信息填写清楚;  
2. 所有答案请直接答在答题纸上;  
3. 考试形式: 闭卷;  
4. 本试卷共 25 题, 满分 100 分, 考试时间 120 分钟。

考试时间: 2012 年 1 月 9 日 9: 00----11: 00

### 一、选择题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

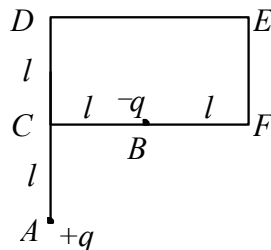
如图所示, 真空中一长为  $2L$  的均匀带电细直杆, 总电荷为  $q$ , 则在直杆延长线上距杆的一端距离为  $L$  的  $P$  点的电场强度。



- (A)  $\frac{q}{12\pi\epsilon_0 L^2}$  . (B)  $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 L^2}$  .  
(C)  $\frac{q}{6\pi\epsilon_0 L^2}$  . (D)  $\frac{q}{16\pi\epsilon_0 L^2}$  . [ ]

2. (本题 3 分)

如图所示,  $CDEF$  为一矩形, 边长分别为  $l$  和  $2l$ . 在  $DC$  延长线上  $CA=l$  处的  $A$  点有点电荷  $+q$ , 在  $CF$  的中点  $B$  点有点电荷  $-q$ , 若使单位正电荷从  $C$  点沿  $CDEF$  路径运动到  $F$  点, 则电场力所作的功等于:



- (A)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}-l}$  . (B)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{1-\sqrt{5}}{\sqrt{5}}$   
(C)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}}$  . (D)  $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}}$  . [ ]

3. (本题 3 分)

面积为  $S$  的空气平行板电容器, 极板上分别带电量  $\pm q$ , 若不考虑边缘效应, 则两极板间的相互作用力为

- (A)  $\frac{q^2}{\epsilon_0 S}$  . (B)  $\frac{q^2}{2\epsilon_0 S}$  . (C)  $\frac{q^2}{2\epsilon_0 S^2}$  . (D)  $\frac{q^2}{\epsilon_0 S^2}$  . [ ]

4. (本题 3 分)

在匀强磁场中, 有两个平面线圈, 其面积  $A_1 = 2A_2$ , 通有电流  $I_1 = 2I_2$ , 它们所受的最大磁力矩之比  $M_1 : M_2$  等于

- (A) 1. (B) 2. (C) 4. (D) 1/4. [ ]

5. (本题 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)  $L_1:L_2=2:1$ ,  $W_{m1}:W_{m2}=2:1$ . [ ]

6. (本题 3 分)

一宇航员要到离地球为 5 光年的星球去旅行. 如果宇航员希望把这路程缩短为 3 光年, 则他所乘的火箭相对于地球的速度应是: ( $c$  表示真空中光速)

- (A)  $v=\frac{1}{2}c$ . (B)  $v=\frac{3}{5}c$ . (C)  $v=\frac{4}{5}c$ . (D)  $v=\frac{9}{10}c$ . [ ]

7. (本题 3 分)

在均匀磁场  $B$  内放置一极薄的金属片, 其红限波长为  $\lambda_0$ . 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:

- (A)  $\frac{hc}{\lambda_0}$ . (B)  $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}$ .  
 (C)  $\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{eRB}{m}$ . (D)  $\frac{hc}{\lambda_0} + 2eRB$ . [ ]

8. (本题 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  $0.04\text{nm}$ , 则  $U$  约为

- (A) 150 V. (B) 330 V. (C) 630 V. (D) 940 V. [ ]

(普朗克常量  $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , 电子质量  $m_e=9.1\times 10^{-31}\text{kg}$ , 电子电量  $e=1.6\times 10^{-19}\text{C}$ )

9. (本题 3 分)

在氢原子的 M 壳层中, 电子可能具有的量子数  $(n, l, m_l, m_s)$  是

- (A)  $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$ . (B)  $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$ .  
 (C)  $(3, 3, 1, -\frac{1}{2})$ . (D)  $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$ . [ ]

10. (本题 3 分)

粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi_n(x) = \sqrt{2/a} \sin(n\pi x/a); \quad (0 \leq x \leq a)$$

若粒子处于  $n=1$  的状态, 则它处在  $0$  到  $\frac{a}{4}$  区间内的概率是多少?

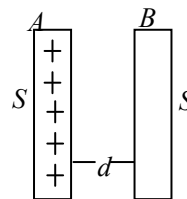
[提示:  $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$ ]

- (A) 0.02 (B) 0.09 (C) 0.05 (D) 0.25 [ ]

## 二、填空题（共 30 分）

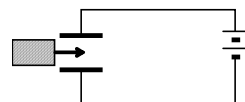
11.（本题 3 分）

如图所示，把一块原来不带电的金属板  $B$ ，移近一块已带有正电荷  $Q$  的金属板  $A$ ，平行放置。设两板面积都是  $S$ ，板间距离是  $d$ ，忽略边缘效应。则两板间电势差  $U_{AB} =$  \_\_\_\_\_。



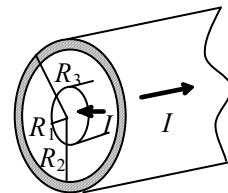
12.（本题 3 分）

电容为  $C_0$  的平板电容器，接在电路中，如图所示。若将相对介电常量为  $\epsilon_r$  的各向同性均匀电介质插入电容器中（填满空间），则此时电容器的电场能量是原来的 \_\_\_\_\_ 倍。



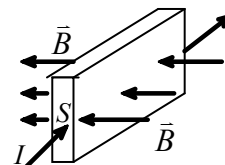
13.（本题 3 分）

有一同轴电缆，其尺寸如图所示，它的内外两导体中的电流均为  $I$ ，且在横截面上均匀分布，但二者电流的流向正相反，则在  $r < R_1$  处磁感强度大小为 \_\_\_\_\_。



14.（本题 3 分）

截面积为  $S$ ，截面形状为矩形的直的金属条中通有电流  $I$ 。金属条放在磁感强度为  $\vec{B}$  的匀强磁场中， $\vec{B}$  的方向垂直于金属条的左、右侧面（如图所示）。在图示情况下负电子将积累在金属条的 \_\_\_\_\_ 侧面。（填上或下）

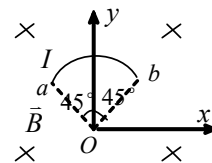


15.（本题 3 分）

在磁感强度  $B = 0.02\text{T}$  的匀强磁场中，有一半径为  $0.1\text{m}$  的圆线圈，线圈磁矩与磁感线同向平行，回路中通有  $I = 1\text{A}$  的电流。若圆线圈绕某个直径旋转  $180^\circ$ ，使其磁矩与磁感线反向平行，且线圈转动过程中电流  $I$  保持不变，则外力的功  $A =$  \_\_\_\_\_  $J$ 。

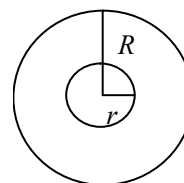
16.（本题 3 分）

如图，一根载流导线被弯成半径为  $R$  的  $1/4$  圆弧，放在磁感强度为  $B$  的均匀磁场中，圆弧面与磁场垂直。则载流导线  $ab$  所受磁场的作用力的大小为 \_\_\_\_\_。



17.（本题 3 分）

半径为  $r$  的小绝缘圆环，置于半径为  $R$  的大导线圆环中心，二者在同一平面内，且  $r \ll R$ 。在大导线环中通有电流  $I = t$  安培，其中  $t$  为时间，则任一时刻小线环中感应电动势的大小为 \_\_\_\_\_。



18. (本题 3 分)

半径为  $R$  的两块圆板组成的真空平行板电容器充了电, 在放电时两板间的电场强度的大小为  $E = E_0 e^{-t}$ , 式中  $E_0$  为常数,  $t$  为时间, 则两极板间位移电流的大小为 \_\_\_\_\_.

19. (本题 3 分)

在 X 射线散射实验中, 散射角为  $\varphi_1 = 90^\circ$  和  $\varphi_2 = 60^\circ$  的散射光波长改变量之比  $\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2 =$  \_\_\_\_\_.

20. (本题 3 分)

如果电子被限制在边界  $x$  与  $x + \Delta x$  之间,  $\Delta x = 0.05 \text{ nm}$ , 则电子动量  $x$  方向分量的不确定量近似地为 \_\_\_\_\_  $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ . (不确定关系式  $\Delta p_x \Delta x \geq h$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ )

### 三、计算题 (共 40 分)

21. (本题 10 分)

一半径为  $R$  的带电球体, 其电荷体密度分布为

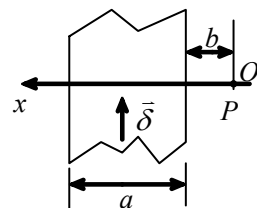
$$\rho = \begin{cases} \frac{qr}{\pi R^4} & (r \leq R) \\ 0 & (r > R) \end{cases} \quad (q \text{ 为一正的常量})$$

试求: (1) 球内、外各点的电场强度; (2) 球外各点的电势.

22. (本题 10 分)

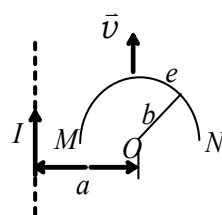
如图所示，一无限长载流平板宽度为  $a$ ，电流自下而上流动，线电流密度(即沿  $x$  方向单位长度上的电流)为  $\delta$ ，求与平板共面且距平板一边为  $b$  的任意点  $P$  的磁感应强度。

(要求以  $P$  点为坐标原点，以水平向左为  $x$  轴正向)



23. (本题 10 分)

载有电流  $I$  的长直导线附近，放一导体半圆环  $MeN$  与长直导线共面，且端点  $MN$  的连线与长直导线垂直。半圆环的半径为  $b$ ，环心  $O$  与导线相距  $a$ 。设半圆环以速度  $\vec{v}$  平行导线平移，求半圆环内感应电动势的大小和方向以及  $MN$  两端的电压  $U_M - U_N$ 。



24. (本题 5 分)

一电子以  $v = 0.6c$  ( $c$  为真空中光速) 的速率运动. 试求:

- (1) 电子的总能量是其静止能量的多少倍?
- (2) 电子的动能是其静止能量的多少倍? (电子静止质量  $m_e$ )

25. (本题 5 分)

实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75 eV 的光子.

- (1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?
- (2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 最多可能发出几条谱线?

## 2010 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷答案及评分标准

考试日期: 2012 年 1 月 9 日

一、选择题(每题 3 分)

**A, D, B, C, C; C, B, D, A, B**

二、填空题(每题 3 分)

11.  $\frac{Qd}{2\varepsilon_0 s}$ ;      12.  $\varepsilon_r$

13.  $\frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2}$

14. 上

15.  $1.256 \times 10^{-3}$  ( $1.2 \times 10^{-3} - 1.3 \times 10^{-3}$  均可)

16.  $\sqrt{2} B I R$

17.  $\frac{\mu_0 \pi r^2}{2R}$

18.  $\pi R^2 \varepsilon_0 E_0 e^{-t}$

19. 2

20.  $1.33 \times 10^{-23}$

三、计算题(每题 10 分)

21. 解: (1) 在球内取半径为  $r$ 、厚为  $dr$  的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为

$$dq = \rho dV = qr \cdot 4\pi r^2 dr / (\pi R^4) = 4qr^3 dr / R^4$$

则球体所带的总电荷为  $Q = \int_V \rho dV = (4q/R^4) \int_0^R r^3 dr = q$       1 分

在球内作一半径为  $r_1$  的高斯球面, 按高斯定理有

$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^{r_1} \frac{qr}{\pi R^4} \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{qr_1^4}{\varepsilon_0 R^4} \quad 2 \text{ 分}$$

得  $E_1 = \frac{qr_1^2}{4\pi\varepsilon_0 R^4} \quad (r_1 \leq R), \quad \vec{E}_1 \text{ 方向沿半径向外.} \quad 2 \text{ 分}$

在球体外作半径为  $r_2$  的高斯球面, 按高斯定理有  $4\pi r_2^2 E_2 = q / \varepsilon_0$

得  $E_2 = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2} \quad (r_2 > R), \quad \vec{E}_2 \text{ 方向沿半径向外.} \quad 2 \text{ 分}$

(2) 球外电势

$$U_2 = \int_{r_2}^R \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_2}^{\infty} \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r_2} \quad (r_2 > R) \quad 3 \text{ 分}$$

22. 解：利用无限长载流直导线的公式求解。

取离  $P$  点为  $x$  宽度为  $dx$  的无限长载流细条，  
它的电流  $di = \delta dx$  3 分

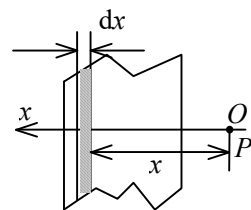
这载流长条在  $P$  点产生的磁感应强度

$$dB = \frac{\mu_0 di}{2\pi x} = \frac{\mu_0 \delta dx}{2\pi x} \quad 3 \text{ 分}$$

方向垂直纸面向里。

所有载流长条在  $P$  点产生的磁感强度的方向都相同，所以载流平板在  $P$  点产生的

磁感强度  $B = \int dB = \frac{\mu_0 \delta}{2\pi} \int_b^{a+b} \frac{dx}{x} = \frac{\mu_0 \delta}{2\pi} \ln \frac{a+b}{b}$  4 分



23. 解：动生电动势  $\varepsilon_{MeN} = \int_{MN} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$  2 分

为计算简单，可引入一条辅助线  $MN$ ，构成闭合回路  $MeNM$ ，闭合回路总电动势

$$\varepsilon_{\text{总}} = \varepsilon_{MeN} + \varepsilon_{NM} = 0$$

$$\varepsilon_{MeN} = -\varepsilon_{NM} = \varepsilon_{MN} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\varepsilon_{MeN} = \varepsilon_{MN} = \int_{MN} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_{a-b}^{a+b} -v \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \quad 2 \text{ 分}$$

负号表示  $\varepsilon_{MN}$  的方向与  $x$  轴相反。

方向  $N \rightarrow M$  2 分

$$U_M - U_N = -\varepsilon_{MN} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \quad 2 \text{ 分}$$

24. 解：(1)  $E = mc^2$  1 分

$$m = \frac{m_e}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad 1 \text{ 分}$$

$$E_0 = m_e c^2$$

$$E = \frac{5}{4} E_0 = 1.25 E_0 \quad 1 \text{ 分}$$

(2)  $E_K = E - E_0$  1 分

$$E_K = \frac{1}{4} E_0 = 0.25 E_0 \quad 1 \text{ 分}$$

25. 解：(1)  $E_n = -13.6 + 12.75 = -0.85 \text{ eV}$  2 分

$$n = 4 \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 最多 6 条谱线。 2 分