

浙江大学 2019 - 2020 学年 秋冬 学期

《大学物理乙 2》课程期中考试试卷 (A)

课程号: 761T0040, 开课学院: 物理系, 考试形式: 闭卷

允许带无存储功能的计算器入场

考试日期: 2019 年 11 月 10 日, 考试时间: 120 分钟

诚信考试, 沉着应考, 杜绝违纪.

考生姓名 _____ 学号 _____ 所属院系 _____ 任课老师 _____ 编号 _____

题序	填空	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	总分
得分								
评卷人								

电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$

真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

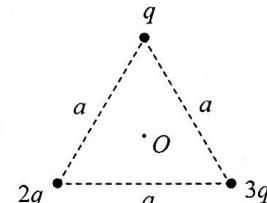
氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、填空题: (每题 4 分, 共 48 分)

1. (本题 4 分) w001

如图所示, 边长为 a 的等边三角形的三个顶点上, 放置着三个正的点电荷, 电量分别为 q 、 $2q$ 和 $3q$. 若将另一个正点电荷 Q 从无穷远处移到三角形的中心 O 处, 则外力所做的功为 $W = \underline{\hspace{10em}}$.



2. (本题 4 分) t001

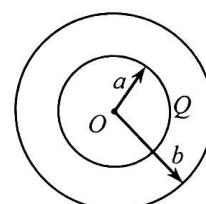
已知空气的击穿场强为 $3.0 \times 10^6 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$, 一处于空气中的半径为 1.0 m 的导体球, 电荷仅分布在其表面, 问该球能够带有的最大电量为 $\underline{\hspace{10em}} \text{ C}$; 若取无穷远处为电势零点, 则该球能达到的最大电势为 $\underline{\hspace{10em}} \text{ V}$.

3. (本题 4 分) w002

一“无限长”均匀带电直线沿 z 轴放置, 直线外某区域的电势表达式为 $V = A \ln(x^2 + y^2)$, 式中 A 为已知常量, 则该区域场强的其中两个分量分别为: $E_x = \underline{\hspace{10em}}$; $E_z = \underline{\hspace{10em}}$.

4 (本题 4 分) t002

两同心导体球壳的内球壳半径为 a , 外球壳半径为 b . 设球壳极薄, 若使内球带上电量 Q . 要使内球壳电势为零, 则外球壳必须带的电量为 $\underline{\hspace{10em}}$.



5. (本题 4 分) 1116

一空气平行板电容器，两极板间距为 d ，充电后两极板间电压为 U 。然后将电源断开，在两极板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板，则两极板间的电压变为_____。

6. (本题 4 分) w003

一平行板电容器，两极板间为真空时，电容为 C_0 ，若将其充电到电压为 U_0 时，断开电源，极板上电荷面密度为 σ_0 ；然后将极板间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质，则此时极板间的电场强度大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电场能量 $W_e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. (本题 4 分) w004

有一个导体圆筒，长度为 20 m，内半径为 3.0 mm，外半径为 9.0 mm，若沿导体圆筒的径向有 $10 \mu\text{A}$ 的电流流过，则通过半径为 6.0 mm 的圆柱面上的电流密度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ A/m}^2$ 。

8. (本题 4 分) w005

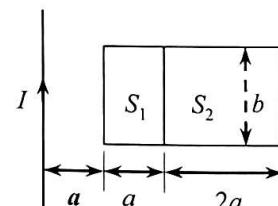
有一半径为 R 的单匝圆线圈，通以电流 I ，若将该导线弯成匝数为 $N = 2$ 的平面圆线圈，导线长度不变，并通以同样的电流，则线圈中心的磁感应强度为原来的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍；线圈的磁矩为原来的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 倍。

9. (本题 4 分) w006

氢原子处于基态时，原子核外的电子可视为在半径 a 的圆轨道上作匀速圆周运动的质点，其速率为 v ，若电子的电量为 e ，真空中磁导率为 μ_0 ，则电子在轨道中心所产生的磁感应强度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；电子磁矩的值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

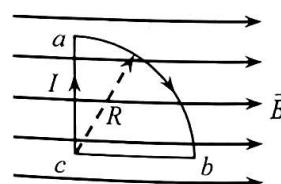
10. (本题 4 分) w007

如图所示，在无限长直载流导线的右侧有面积为 S_1 和 S_2 的两个矩形回路，两个回路与长直载流导线平行。若垂直纸面向内为面元法向，则通过 S_1 矩形回路与通过 S_2 矩形回路的磁通量之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



11. (本题 4 分) w008

如图所示，一四分之一圆弧回路 $abca$ ，其圆弧部分的半径为 R ，通有电流 I ，置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中，磁感应线与回路平面平行。则圆弧部分导线 ab 所受的安培力小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



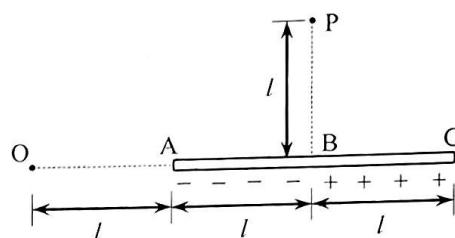
12. (本题 4 分) yt001

一个铁原子的磁矩为 $1.8 \times 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 。设一根铁棒长为 0.05 m，截面积为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 。当其磁化后，铁棒中所有铁原子的磁矩都整齐排列，此时其总磁矩为 $7.57 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ ，则铁棒的磁化强度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ A/m}$ 。

二、综合填空题（每空格 4 分，共 52 分）：

(一). (本题8分, 13~14小题) w009

AC为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右半部均匀带有正电荷，电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$ ，如图所示，O点在棒的延长线上，与A端距离为 l ，P点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为 l ，若以无穷远处为电势零点，则：



13. O点的电势为_____；

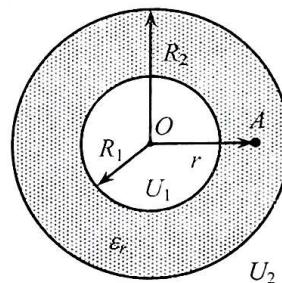
14. P点的电势为_____.

(二). (本题 8 分, 15~16 小题) 2742

如图所示，一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成，内、外半径分别为 R_1 和 R_2 ，其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性、均匀电介质，电容器接在电压为 U 的电源上。则：

15. 内筒上的电荷线密度 $\lambda = \text{_____}$ ；

16. 电介质内，离球心 O 距离为 r 处 A 点与外筒间的电势差 $\Delta U = \text{_____}$.



(三). (本题 8 分, 17~18 小题) w010

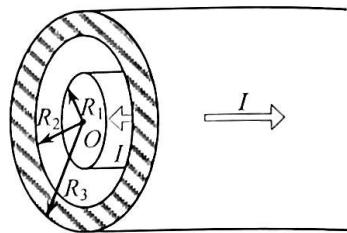
将一块相对介电常数 $\epsilon_r = 3$ 的电介质，插入极板间距为 $d = 1 \text{ mm}$ 的平行板电容器的两极板之间。插入电介质之前，两极板之间的电势差是 1000 V。若保持电容器极板上的电量不变，则：

17. 两极板间电介质内电位移为 $D = \text{_____} \text{ C/m}^2$ ；

18. 电介质极化电荷面密度为 $\sigma' = \text{_____} \text{ C/m}^2$.

(四). (本题 12 分, 19~21 小题) t003

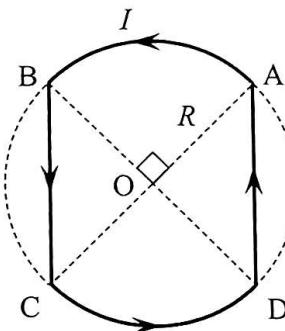
由同轴实心圆柱形导体和圆筒形导体构成一长的同轴电缆, 其尺寸如图所示. 使电缆中的电流 I 从导体圆柱输出, 从导体圆筒流回. 设电流都是均匀分布在导体的横截面上的, 则:



19. 导体圆柱内 ($r < R_1$) 的磁感应强度大小为 _____;
20. 两导体之间 ($R_1 < r < R_2$) 的磁感应强度大小为 _____;
21. 导体圆筒内 ($R_2 < r < R_3$) 的磁感应强度大小为 _____.

(五). (本题 8 分, 每空格 4 分, 22~23 小题) 2309

图中实线所示的闭合回路 ABCD 中, 通有电流 10 A , 两圆弧形导线的半径均为 $R = 0.5 \text{ m}$, 且弧长 AB 等于弧长 CD, 则:



22. O 点处的磁感应强度 B 为 _____;
23. 若在 O 点处放置一个正方形小试验线圈, 线圈各边长为 5 mm , 通有电流为 0.1 A , 则线圈所受的最大磁力矩的值为 _____.

(六). (本题 8 分, 每空格 4 分, 24~25 小题) w011

有一细铁环, 平均周长为 0.3 m , 截面积为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, 其上均匀绕有 300 匝线圈. 当每匝线圈内通过的电流为 0.032 A 时, 铁环内的磁通量为 $2.0 \times 10^{-6} \text{ Wb}$, 则:

24. 铁环内磁场强度为 _____ A/m ;
25. 铁环的面束缚电流密度 _____ A/m .

2019–2020 学年秋冬学期《大学物理乙 2》课程期中考试参考解答 (A)

一、填空题：(每题 4 分，共 48 分)

$$1. \quad r = \frac{\sqrt{3}}{3}a; \quad U_o = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{3\sqrt{3}q}{2\pi\epsilon_0 a}; \quad A = Q(U_o - U_\infty) = \frac{3\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$2. \quad E_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R^2} = 3.0 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}, \quad Q_{\max} = 4\pi\epsilon_0 R^2 E_{\max} = 3.33 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$V_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R} = RE_{\max} = 3.0 \times 10^6 \text{ V}$$

$$3. \quad E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{\partial}{\partial x} [A \ln(x^2 + y^2)] = -\frac{2Ax}{(x^2 + y^2)}; \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = 0$$

$$4. \quad V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q'}{4\pi\epsilon_0 b} = 0, \quad Q' = -\frac{b}{a}Q.$$

$$5. \quad U' = Ed_1 + Ed_2 = E(d - \frac{1}{3}d) = \frac{2}{3}Ed = \frac{2}{3}U$$

$$6. \quad C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}; \quad C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} = \epsilon_r C_0; \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_0}{\epsilon_0 \epsilon_r}; \quad W_e = \frac{Q^2}{2C} = \frac{(C_0 U_0)^2}{2\epsilon_r C_0} = \frac{C_0 U_0^2}{2\epsilon_r}$$

$$7. \quad j = \frac{I}{S} = \frac{I}{2\pi rl} = 1.33 \times 10^{-5} (\text{A/m}^2)$$

$$8. \quad 2\pi R = 2 \cdot 2\pi r; \quad r = \frac{R}{2}; \quad B'_o = N \frac{\mu_0 I}{2r} = 4 \frac{\mu_0 I}{2R} = 4B_o; \quad p'_m = NIS = NI\pi r^2 = \frac{1}{2} I\pi R^2 = \frac{p_m}{2}$$

$$9. \quad I = \frac{e}{T} = \frac{e}{2\pi a/v}; \quad B_o = \frac{\mu_0 I}{2a} = \frac{\mu_0 ev}{4\pi a^2}; \quad p_m = IS = \frac{e}{2\pi a/v} \pi a^2 = \frac{eva}{2}$$

$$10. \quad \Phi_{BS1} = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} \ln 2; \quad \Phi_{BS2} = \int_{2a}^{4a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} b dr = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi r} \ln 2$$

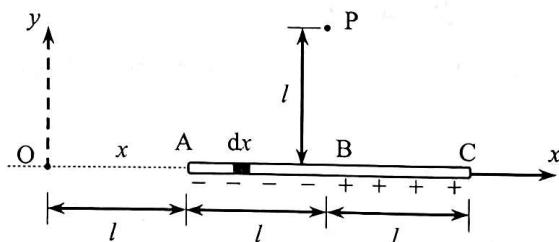
$$11. \quad \overline{ab} = \sqrt{2}R; \quad F = IlB \sin \theta = \sqrt{2}RIB \sin 45^\circ = BIR$$

$$12. \quad M = \frac{|\sum p_m|}{V} = 1.514 \times 10^6 \text{ A/m}$$

二、计算题：(共 6 题，共 52 分)

(一).

$$13. \quad dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x},$$



$$V = \int_l^{2l} \frac{-\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} + \int_{2l}^{3l} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x} = \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 + \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{4}$$

14. 由对称性可知，P 点的电势为零 $V_P = 0$

(二).

$$15. \quad E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r}, \quad U = U_1 - U_2 = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_A \bullet d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}, \quad \lambda = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r U}{\ln R_2/R_1},$$

$$E_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r r} = \frac{U}{r \ln R_2/R_1}$$

$$16. \quad \Delta U = \int_r^{R_2} \vec{E}_A \bullet d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_2}{r} = \frac{U \ln R_2/r}{\ln R_2/R_1}$$

(三).

$$17. \quad E_0 = \frac{U}{d} = \frac{1000}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^6 \text{ V/m}; \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} = \frac{1 \times 10^6}{3} = 3.33 \times 10^5 \text{ V/m}$$

$$D = \epsilon_0 \epsilon_r E = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{E_0}{\epsilon_r} = \epsilon_0 E_0 = 8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^6 = 8.85 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

$$18. \quad \sigma' = P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E = 8.85 \times 10^{-12} \times (3 - 1) \times \frac{1 \times 10^6}{3} = 5.9 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$$

(四). 解: 由安培环路定理 $\oint_L \vec{B} \bullet d\vec{l} = \mu_0 I$

$$19. \quad \text{导体圆柱内 } (r < R_1), \quad B_1 \cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{I}{\pi R_1^2} \cdot \pi r^2, \quad \therefore \quad B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} r$$

$$20. \quad \text{两导体之间 } (R_1 < r < R_2); \quad B_2 \cdot 2\pi r = \mu_0 I, \quad \therefore \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$21. \quad \text{导体圆筒内 } (R_2 < r < R_3); \quad B_3 \cdot 2\pi r = \mu_0 [I - \frac{I}{\pi(R_3^2 - R_2^2)} \cdot \pi(r^2 - R_2^2)]$$

$$\therefore \quad B_3 = \frac{\mu_0 I (R_3^2 - r^2)}{2\pi r (R_3^2 - R_2^2)}$$

(五).

$$22. \quad B_1 = \frac{2\mu_0 I}{4\pi\sqrt{2}R/2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{\mu_0 I}{\pi R}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R},$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{R} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{\pi} \right) = 1.43 \times 10^{-5} \text{ (T)} \quad \text{方向垂直纸面向外}$$

$$23. \quad \text{线圈平面垂直纸面放置时所受磁力矩最大: } M_{\max} = I' S B = 3.57 \times 10^{-11} \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

(六).

$$24. \quad \text{由} \oint_L \vec{H} \bullet d\vec{l} = \sum_{(L \text{ 内})} I, \quad H = \frac{NI}{2\pi R} = \frac{NI}{L} = 32 \text{ A/m}, \quad B = \frac{\Phi_B}{S} = 2 \times 10^{-2} \text{ (T)}$$

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H = \frac{\Phi_B}{\mu_0 S} - \frac{NI}{L} = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}$$

$$25. \quad j_m = M = 1.59 \times 10^4 \text{ A/m}$$