

浙江大学 20 19 - 20 20 学年 秋冬 学期

《大学物理甲 2》课程期中考试试卷 (A)

课程号: 761T0020, 开课学院: 物理系

考试试卷: A √ 卷、B 卷 (请在选定项上打 √)

考试形式: 闭 √、开卷 (请在选定项上打 √)

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 _____ 序号 _____

题序	一 (1~8)	一 (9~16)	二、三、四、五 (17~25)	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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

【试题说明】全部为填空题, 每小题 4 分。

第一大题: (1~16 小题)

1. (本小题 4 分) w001

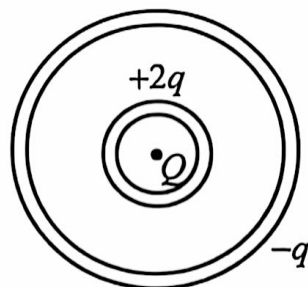
一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定离球心距离为 $3R$ 处的电势值为零, 则球面处的电势 $U_R =$ _____, 无限远处的电势 $U_\infty =$ _____.

2. (本小题 4 分) w002

某区域内电场的电势分布函数为 $U = a + by - cz^3$, 其中 a 、 b 、 c 为常量. 则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E} =$ _____.

3. (本小题 4 分) 1145

如图所示, 两同心导体球壳, 内球壳带电荷 $+2q$, 外球壳带电荷 $-q$, 球心处有一电荷量为 Q 的点电荷. 静电平衡时, 外球壳内表面的电荷量为 _____, 外球壳外表面的电荷量为 _____.



4. (本小题 4 分) t001

设有半径都是 r 的两条平行无限长输电线 A 和 B , 两轴间相距为 d , 且满足 $d \gg r$, 则两输电线单位长度的电容为 _____.

5. (本小题 4 分) 5681

在相对介电常量 $\epsilon_r=4$ 的各向同性均匀电介质中, 某处的电场能量密度为 $w_e=2 \times 10^6 \text{ J/cm}^3$, 则该点电场强度的大小 $E=$ _____ V/m.

6. (本小题 4 分) 1344

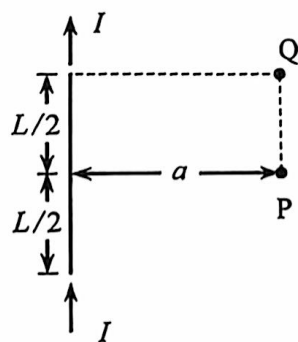
一平行板电容器的极板面积为 $S=1 \text{ m}^2$, 两极板夹着一块 $d=5 \text{ mm}$ 厚的同样面积的玻璃板, 已知玻璃的相对介电常数为 $\epsilon_r=5$. 电容器充电到电压 $U=12 \text{ V}$ 以后切断电源. 这时如果将玻璃板从电容器中抽出, 则外力需要做的功为 $A=$ _____ J.

7. (本小题 4 分) y001

已知空气的击穿场强为 3 kV/mm , 有一处于空气中的半径为 20 cm 的导体球, 该导体球能够带有的最大电量为 _____ C, 最高电势为 _____ V.

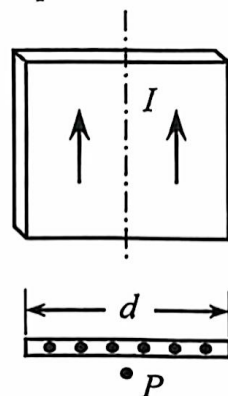
8. (本小题 4 分) t002

如图所示, 一根长为 L 的导线, 载有电流 I , 则在导线的垂直平分线上与导线相距为 a 的 P 点的磁感应强度的大小为 _____.



9. (本小题 4 分) 2102

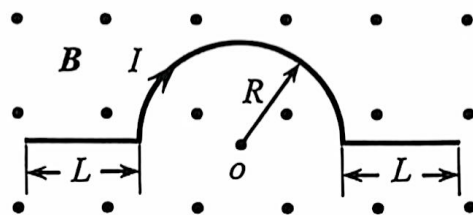
如图所示, 在宽度为 d 的无限长导体薄片上有电流 I 沿此导体长度方向流过, 电流在导体宽度方向均匀分布. 在导体中线上的导体表面附近 P 点 (假设 P 点离导体表面很近) 的磁感强度 B 的大小为 _____.



俯视图

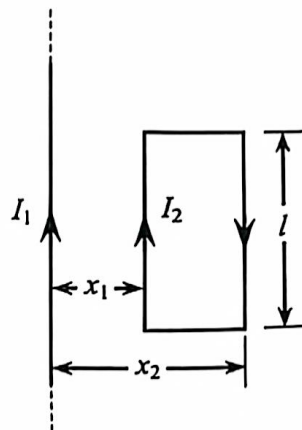
10. (本小题 4 分) t003

载有电流为 I 的一根直导线中部被弯成半径为 R 的半圆形导线, 如图所示. 现将其置于垂直平面向外的均匀磁场 B 中, 则该导线所受的磁力大小为 _____.



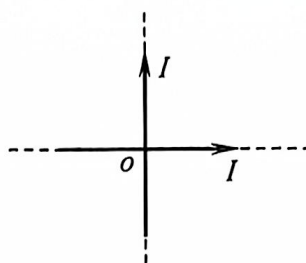
11. (本小题 4 分) t004

一长直导线中通有电流 I_1 , 近旁有一共面的矩形线圈, 其长边与导线平行. 若线圈中通有电流 I_2 , 线圈的位置及尺寸如图所示. 当 $I_1=20 \text{ A}$ 、 $I_2=10 \text{ A}$ 、 $x_1=1.0 \text{ cm}$ 、 $x_2=10 \text{ cm}$ 、 $l=20 \text{ cm}$ 时, 矩形线圈所受磁力的大小为 _____ N.



12. (本小题 4 分) y002

如图, 两条相互绝缘的无限长直导线通有相同电流 $I=1\text{A}$, 在 o 点相交成 90° 角, 则单位长度导线所受磁力对 o 点的力矩为 _____.

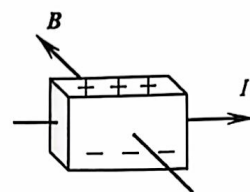


13. (本小题 4 分) 2704

由细软导线做成的圆环, 半径为 $R=0.1\text{ m}$, 流过 $I=10\text{ A}$ 的电流, 将圆环放在磁感应强度 $B=1\text{ T}$ 的均匀磁场中, 磁场的方向与圆电流的磁矩方向一致, 今有外力作用在导线环上, 使其变成正方形, 则在维持电流不变的情况下, 外力克服磁场力所作的功是 _____ J.

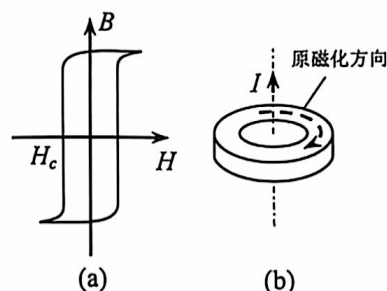
14. (本小题 4 分) 2456

有半导体通以电流 I , 放在均匀磁场 B 中, 其上下表面积累电荷如图所示. 则导体中的载流子是 _____ 电荷. (填“正”或“负”)



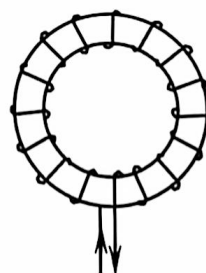
15. (本小题 4 分) t005

铁氧体的矩形磁滞回线如图(a)所示. 图(b) 为用这种材料制作的电子计算机中存储元件的环形磁芯, 其外半径为 0.8mm 、内半径为 0.5mm 、高 0.3mm , 矫顽力为 $H_c = \frac{500}{\pi} \text{ A/m}$. 磁芯已被磁化, 方向如图所示. 对磁芯施加轴向电流达到 _____ A 时, 磁芯中磁化方向开始翻转; 若需使磁芯中自内向外的磁化方向全部翻转, 脉冲电流的峰值至少需要达到 _____ A.



16. (本小题 4 分) 5132

如图所示的细螺绕环, 它由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝. 当导线中的电流 I 为 2.0 A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T , 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为 _____.

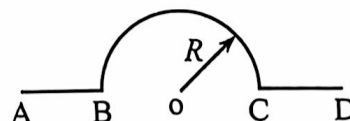


第二大题: (17~18 小题) t006

一电荷线密度为 $\lambda (>0)$ 的均匀带电线, 弯成如图所示的形状, 其中 AB 和 CD 段为直线, 长度均为 R , BC 段为半径为 R 的半圆弧, 半圆弧的圆心为 o 点. 则:

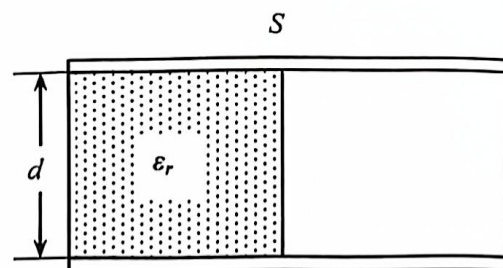
17. (本小题 4 分) AB 段带电直线在 o 点产生的电势为 _____;

18. (本小题 4 分) BC 段带电半圆弧在 o 点产生的电势为 _____.



第三大题：(19~21 小题) w004

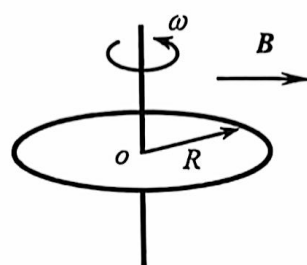
如图所示，一平行板电容器，极板面积为 S 、间距为 d ，左半空间充满相对介电常数为 ϵ_r 的均匀电介质，右半空间为真空。该电容器充电后，上下极板分别带有 $\pm Q$ 的电量，断开电源，忽略边缘效应。



19. (本小题 4 分) 左侧电介质中的电场强度和右侧真空中的电场强度_____；(填“相等”或“不等”)
20. (本小题 4 分) 电介质对应的左半部分极板上的自由电荷面密度 σ_f 为_____；
21. (本小题 4 分) 电介质表面极化电荷面密度 σ 为_____。

第四大题：(22~23 小题) t007

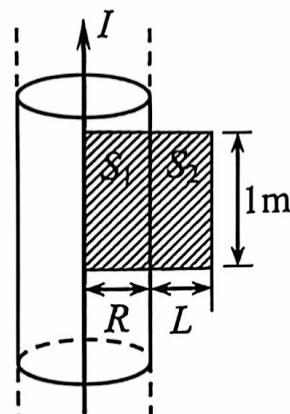
一半径为 R 的塑料圆盘，表面上均匀分布有电荷，电荷面密度为 σ ；圆盘以角速度 ω 绕通过中心且与盘面垂直的轴转动。如图所示。



22. (本小题 4 分) 圆盘上的电荷在盘心处产生的磁场的大小为_____；
23. (本小题 4 分) 若将上述圆盘置于与圆盘表面平行的匀强磁场 B 内，则该匀强磁场作用于圆盘的力矩的大小为_____。

第五大题：(24~25 小题) y003

真空中一无限长圆柱形铜导体 (相对磁导率 μ_r)，半径为 R ，电流 I 沿轴向均匀流过截面。一过轴的平面 (长为 1m 、宽为 $R+L$) 由 2 个矩形平面组成，位置如图中画阴影部分所示，位于导体内的矩形平面 S_1 长为 1m 、宽为 R ，位于导体外的矩形平面 S_2 长为 1m 、宽为 L 。



24. (本小题 4 分) 通过矩形平面 S_1 的磁通量为_____；
25. (本小题 4 分) 通过矩形平面 S_2 的磁通量为_____。

2019-2020 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

第一大题、

$$1. \quad U_R = \int_R^{3R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr = \frac{Q}{6\pi\epsilon_0 R}, \quad U_\infty = \int_\infty^{3R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr = -\frac{Q}{12\pi\epsilon_0 R}$$

$$2. \quad \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k}\right) = -b \vec{j} + 3cz^2 \vec{k}$$

$$3. \quad q' + 2q + Q = 0; \quad q' = -Q - 2q = -Q - 2q; \quad q' + q'' = -q; \quad q'' = -q + Q + 2q = Q + q = Q + q$$

$$4. \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 (d-r)}, \quad U = \int_r^{d-r} \left(\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r'} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 (d-r')}\right) dr' = \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{d-r}{r}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\lambda \cdot 1}{[\lambda/(\pi\epsilon_0)] \ln[(d-r)/r]} = \frac{\pi\epsilon_0}{\ln[(d-r)/r]}$$

$$5. \quad w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2, \quad E = \sqrt{\frac{2w_e}{\epsilon_0 \epsilon_r}} = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 10^6 \times 10^6}{4 \times 8.85 \times 10^{-12}}} = 3.36 \times 10^{11} \text{ (V/m)}$$

$$6. \quad C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}, \quad Q = CU = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} U, \quad C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{d}; \quad A = \frac{Q^2}{2C_0} - \frac{Q^2}{2C} = \frac{\epsilon_r - 1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d} U^2$$

$$A = 2.5488 \times 10^{-6} \text{ (J)}$$

$$7. \quad E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \quad E_{\max} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}, \quad Q_{\max} = E_m 4\pi\epsilon_0 R^2 = 1.33 \times 10^{-5} \text{ (C)}$$

$$U_{\max} = \frac{Q_{\max}}{4\pi\epsilon_0 R} = E_m R = 6.0 \times 10^5 \text{ (V)}$$

$$8. \quad B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) = 2 \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \frac{L/2}{\sqrt{a^2 + (L/2)^2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \frac{L}{\sqrt{4a^2 + L^2}} = \frac{\mu_0 IL}{2\pi a \sqrt{4a^2 + L^2}}$$

$$9. \quad \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_l, \quad 2Bl = \mu_0 j l = \mu_0 \frac{I}{d} l, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2d} = \frac{\mu_0 I}{2d}$$

$$10. \quad F = BIL + BIL + BI \cdot 2R = 2BI(L + R)$$

$$11. \quad F_3 = \int_{x_1}^{x_2} I_2 \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, \quad F_4 = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi} \ln \frac{x_2}{x_1}, \quad F_3 - F_4 = 0$$

$$F_1 = I_2 l B_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_1} = 8 \times 10^{-4} \text{ N}, \quad F_2 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x_2} = 8 \times 10^{-5} \text{ N}, \quad F = F_1 - F_2 = 7.2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$12. \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}; \quad dF = IdlB \sin 90^\circ = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi x} dl, \quad dM = x dF = x \frac{\mu_0 I^2}{2\pi x} dl = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} dl;$$

$$M_l = \frac{dM}{dl} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} = 2 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$13. \quad 2\pi R = 4a; \quad a = \frac{\pi R}{2}, \quad A_{\text{out}} = -A_B = -I \Delta \Phi_B = I(\pi R^2 - a^2)B = 6.75 \times 10^{-2} \text{ (J)}$$

14. 正

$$15. \quad H_c = \frac{I_1}{2\pi r_1}, \quad I_1 = 2\pi r_1 H_c = 2\pi r_1 \frac{500}{\pi} = 0.5 \text{ (A)}, \quad I_2 = 2\pi r_2 H_c = 2\pi r_2 \frac{500}{\pi} = 0.8 \text{ (A)}$$

$$16. \quad H \cdot 2\pi r = NI, \quad H = \frac{NI}{2\pi r} = nI, \quad \mu_r = \frac{B}{\mu_0 nI}, \quad B = \mu_0 \mu_r H = \mu_0 \mu_r nI = 398$$

第二大题:

$$17. dU = \frac{\lambda dr}{4\pi\epsilon_0 r}, U_{OAB} = \int dU = \int_R^{2R} \frac{\lambda dr}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln 2$$

$$18. dU = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R}, U_{OBC} = \int dU = \int_0^{\pi R} \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{\pi R} dl = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \pi R = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0}$$

第三大题:

$$19. U_1 = U_2, \frac{U_1}{d} = \frac{U_2}{d}, E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{U_2}{d} = E_2, \text{ 电场强度相等}$$

$$20. D_1 = \sigma_1, E_1 = \frac{D_1}{\epsilon_1} = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r}, D_2 = \sigma_2, E_2 = \frac{D_2}{\epsilon_0} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}; \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}, \sigma_1 \frac{S}{2} + \sigma_2 \frac{S}{2} = Q$$

$$\sigma_1 = \frac{2\epsilon_r Q}{(\epsilon_r + 1)S}, \sigma_2 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_r} = \frac{2Q}{(\epsilon_r + 1)S}$$

$$21. E_1 = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{2Q}{\epsilon_0 (\epsilon_r + 1)S}, P_1 = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1)E_1 = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S},$$

$$\sigma'_1 = P_1 \cos \pi = -\frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S}; \sigma'_2 = P_2 \cos 0^\circ = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S} = \frac{2(\epsilon_r - 1)Q}{(\epsilon_r + 1)S}$$

第四大题:

$$22. dq = \sigma 2\pi r dr, dI = v dq = \frac{\omega}{2\pi} dq = \sigma \omega r dr, dB = \frac{\mu_0 dI}{2r} = \frac{\mu_0 \sigma \omega r dr}{2}$$

$$B = \int dB = \int_0^R \frac{\mu_0 \sigma \omega r dr}{2} = \int_0^R \frac{\mu_0 \sigma \omega r dr}{2} = \frac{\mu_0 \sigma \omega R}{2} = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega R$$

$$23. dp_m = S dI = \pi r^2 \sigma \omega r dr = \pi \sigma \omega r^3 dr, p_m = \int dp_m = \int_0^R \pi \sigma \omega r^3 dr = \frac{\pi \sigma \omega R^4}{4}$$

$$M = p_m B \sin 90^\circ = \frac{\pi \sigma \omega R^4 B}{4} = \frac{1}{4} B \pi \sigma \omega R^4$$

$$\text{第五大题: } r \leq R: H \cdot 2\pi r = \sum_{in} I_i = \frac{I}{\pi R^2} \pi r^2, H = \frac{Ir}{2\pi R^2}$$

$$r > R: H \cdot 2\pi r = \sum_{in} I_i = I, H = \frac{I}{2\pi r}$$

$$H = \begin{cases} \frac{Ir}{2\pi R^2} & r \leq R \\ \frac{I}{2\pi r} & r > R \end{cases}, B = \mu H = \begin{cases} \frac{\mu_0 \mu_r Ir}{2\pi R^2} & r \leq R \\ \frac{\mu_0 I}{2\pi r} & r > R \end{cases}$$

$$24. \Phi_{B11} = \int_0^R \frac{\mu_0 \mu_r Ir}{2\pi R^2} l dr = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi} l, \Phi_{B1} = \frac{\Phi_{B11}}{l} = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi} = \frac{\mu_0 \mu_r I}{4\pi}$$

$$25. \Phi_{B12} = \int_R^{R+L} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} l \ln \frac{R+L}{R}, \Phi_{B2} = \frac{\Phi_{B12}}{l} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{R+L}{R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{R+L}{R}$$