

浙江大学 20 21 - 20 22 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: 2021 年 11 月 7 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)	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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

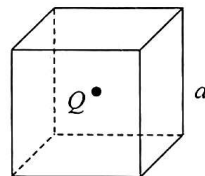
氢原子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

一、填空题: (每题 4 分, 共 60 分)

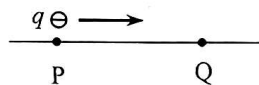
1. (本题 4 分) w001

在边长为 a 的立方体中心处放置一点电荷 Q , 若取无穷远处为电势零点, 则该立方体顶点处的电势为 $V =$.



2. (本题 4 分) w002

如图所示, 一电量为 $q = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的点电荷在电场力作用下, 从 P 点移到 Q 点, 此过程中电场力对它做功 $W = 3 \times 10^{-2} \text{ J}$, 则 P、Q 两点中 点电势高, 高 V.

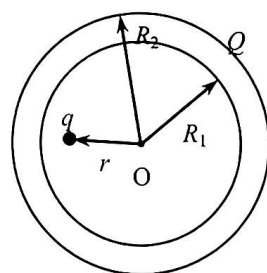


3. (本题 4 分) j001

某区域内电场的电势分布函数为 $V = ax^2 + bxy - cz^3$, 其中 a 、 b 、 c 为常量. 则该区域中任一点的电场强度 $\vec{E} =$.

4. (本题 4 分) t001

如图所示, 有一球形金属空腔, 内半径为 R_1 , 外半径为 R_2 , 其上带有电荷 $+Q$; 空腔内与球心 O 相距 r 处有一点电荷 q , 则空腔内表面的电量为 , 空腔外表面的电量为 .



5. (本题 4 分) y001

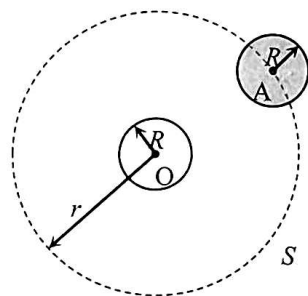
计算机键盘的每一个键下面均连有一小块金属片,它下面隔一定的空气隙是一块固定的金属片,这样两块金属片就组成了一个小平行板电容器.当键被按下时,此小电容器的电容就发生变化,与之相连的电子线路就能检测出是哪个键被按下了,从而给出相应的信号.设每个金属片的面积是 50 mm^2 ,两金属片之间的距离为 0.6 mm .如果电子线路能检出的电容变化是 0.25 pF ,那么为了给出必要的信号,需将键按下的距离至少为_____mm.

6. (本题 4 分) 5380

一平行板电容器中充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质.已知介质两表面极化电荷面密度分别为 $\pm\sigma'$,则极化电荷在电容器中产生的电场强度大小为_____.

7. (本题 4 分) w003

已知真空中有一半径为 R ,带电量为 Q 的导体球,测得距球心 O 距离为 r 的 A 点处场强为 $\vec{E}_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$.现以 A 为中心,再放上一半径为 R 、相对介电常数为 ϵ_r 的电介质球,如图所示.则此时下列公式中正确的是_____.



A. A 点的场强 $\vec{E}'_A = \frac{\vec{E}_A}{\epsilon_r}$

B. $\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0}$

C. $\oiint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q$

D. 介质球表面极化电荷面密度为 $\sigma' = \frac{Q}{4\pi R^2} (1 - \frac{1}{\epsilon_r})$

8. (本题 4 分) w004

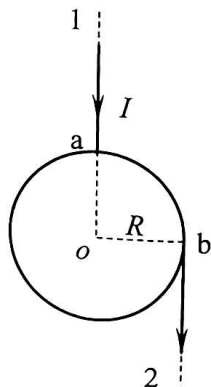
一平行板电容器圆形极板的半径为 $r = 10.0 \text{ cm}$,两极板之间为真空,且相距 $d = 1.00 \text{ mm}$.当两极板的电势差为 $V = 100 \text{ V}$ 时,电容器内部电场的能量密度为_____ J/m^3 ,该电容器储存的能量为_____ J .

9. (本题 4 分) w005

技术上为了安全,铜线内电流密度不得超过 6 A/mm^2 ,某工厂车间需要用电 20 A ,则导线的直径不得小于_____mm.

10. (本题 4 分) 5481

在真空中,电流由长直导线 1 沿半径方向经 a 点流入一电阻均匀分布的圆环,再由 b 点沿切向流出,经长直导线 2 返回电源,如图所示.已知直导线上的电流强度为 I ,圆环半径为 R , $\angle aob = 90^\circ$.则圆心 o 点处的磁感应强度大小为 $B =$ _____,方向为_____.

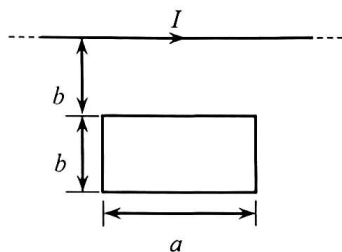


11. (本题 4 分) 2652

在磁场空间分别取两个闭合回路, 若两个回路各自包围的载流导线根数不同, 但电流的代数和相同. 则磁感应强度沿各闭合回路的线积分_____ ; 两个回路上的磁场分布_____. (填: 相同、不相同) .

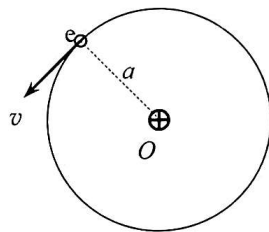
12. (本题 4 分) w006

一根通有电流 I 的长直导线旁, 与之共面地放置一个长和宽各为 a 和 b 的矩形线框, 线框的长边与载流长直导线平行, 且二者相距为 b , 如图所示. 在此情形中, 线框内的磁通量为_____.



13. (本题 4 分) 5310

氢原子处于基态时, 其原子核外的电子可看作是在半径 $a = 0.52 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 的轨道上作匀速圆周运动, 速率 $v = 2.2 \times 10^8 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. 则电子在轨道中心所产生的磁感应强度大小为 $B =$ _____ T, 电子磁矩的大小为 $p_m =$ _____ $\text{A} \cdot \text{m}^2$.



14. (本题 4 分) j002

磁场中某点处的磁感应强度为 $\vec{B} = 0.40 \vec{i} - 0.20 \vec{j} \text{ (SI)}$, 一电子以 $\vec{v} = 0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j} \text{ (SI)}$ 通过该点, 则作用于该电子上的磁场力 $\vec{F} =$ _____ N.

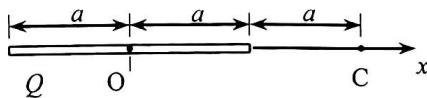
15. (本题 4 分) w007

一个绕有 500 匝导线的细环, 平均周长为 50 cm, 载有 0.3 A 电流时, 细环的相对磁导率为 600, 则细环中磁感应强度 B 的大小为_____ T, 细环中磁场强度 H 的大小为_____ A/m.

二、计算题 (共 40 分, 必须有必要的计算过程)

1. (本题 10 分) 1380

如图所示, 真空中一均匀带电细直杆, 长度为 $2a$, 总电荷为 $+Q$, 沿 Ox 轴固定放置. 一运动粒子质量为 m 、带有电荷 $+q$, 在经过 x 轴上的 C 点时, 速率为 v . 试求: (1) 粒子在经过 C 点时, 它与带电杆之间的相互作用电势能 (设无穷远处为电势零点); (2) 粒子在电场力作用下运动到无穷远处的速率 v_∞ . (设 v_∞ 远小于光速).

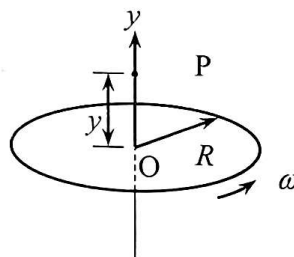


2. (本题 10 分) j003

一圆柱形电容器是由半径为 R_1 的圆柱形导体和与它同轴的导体圆筒组成, 圆筒内半径为 R_2 , 其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的电介质. 沿轴线两极板上单位长度带电量分别为 $+\lambda_0$ 与 $-\lambda_0$, 忽略边缘效应, 求: (1) 介质中的电场强度; (2) 介质中的电位移矢量; (3) 介质表面的束缚电荷面密度 σ' .

3. (本题 10 分) w008

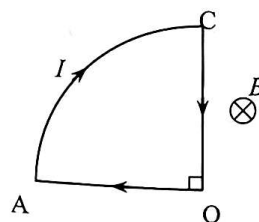
如图所示, 一半径为 R 、线电荷密度为 λ ($\lambda > 0$) 的均匀带电圆线圈, 绕过圆心且与圆平面垂直的轴以角速度 ω 转动, 求轴线上 P 点的磁感应强度 B 的大小与方向.



4. (本题 10 分) w009

一线圈由半径为 0.2 m 的四分之一圆弧和相互垂直的二根直导线组成, 通以电流 2 A, 把它放在磁感应强度为 0.5 T 的匀强磁场中, 磁场方向如图所示。求:

- (1) 线圈平面与磁场垂直时, 圆弧 AC 所受的磁力;
- (2) 线圈平面与磁场成 60° 角时, 线圈所受磁力矩的大小。



2021-2022 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 60 分)

$$1. (2r)^2 = (\sqrt{2}a)^2 + a^2, \quad r = \frac{\sqrt{3}}{2}a, \quad V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$$

$$2. W = E_P - E_Q, \quad V_P - V_Q = \frac{W}{q} = \frac{3 \times 10^{-2}}{-5 \times 10^{-5}} = -600 \text{ V}, \quad Q \text{ 高}$$

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

$$4. \quad q_{R1} + q = 0; \quad q_{R1} = -q; \quad q_{R1} + q_{R2} = Q; \quad q_{R2} = Q - q_{R1} = Q + q$$

$$5. \quad C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d}, \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d}, \quad \Delta C = C - C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d} - \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\Delta d = \frac{d}{1 + [\epsilon_0 S / (d \Delta C)]} = 0.152 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$6. \quad E' = \frac{\sigma'}{2\epsilon_0} - \left(-\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}\right) = \frac{\sigma'}{\epsilon_0}$$

$$7. \quad C.$$

$$8. \quad E = \frac{V}{d} = 1 \times 10^5 \text{ V/m}, \quad w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = 0.04425 \text{ J/m}^3, \quad W = w_e V = w_e \pi r^2 d = 1.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$9. \quad j = \frac{I}{\pi(d/2)^2}, \quad d = 2\sqrt{\frac{I}{\pi j}} = 2\sqrt{\frac{20}{\pi \times 6}} = 2.06 \text{ mm}$$

$$10. \quad B_1 = 0, \quad B_{\text{circle}} = 0, \quad B = B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}, \quad \text{垂直纸面向里}$$

$$11. \quad \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_{in} I_i; \quad \vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \cdots + \vec{B}_n, \quad \text{相同}; \quad \text{不同}$$

$$12. \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad \Phi_B = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_b^{2b} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a dr = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 2$$

$$13. \quad B_0 = \frac{\mu_0 e v}{4\pi a^2} = 13 \text{ T}, \quad p_m = \frac{e}{T} \pi a^2 = \frac{e v a}{2} = 9.152 \times 10^{-24} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

$$14. \quad \vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} = -1.6 \times 10^{-19} \times (0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j}) \times (0.40 \vec{i} - 0.20 \vec{j}) = 8 \times 10^{-14} \vec{k}$$

$$15. \quad H \cdot l = NI, \quad H = \frac{NI}{l} = 300 \text{ A/m}, \quad B = \mu_0 \mu_r H = \frac{\mu_0 \mu_r NI}{l} = 0.226 \text{ T}$$

二、计算题 (共 40 分, 必须有必要的计算过程)

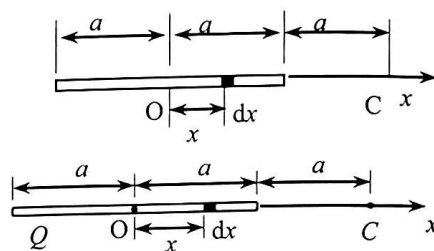
1. (1) 设无穷远处电势为零, $dq = \frac{Q}{2a} dx$

$$dU = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(2a-x)} \cdot \frac{dx}{2a}$$

$$U = \int_L dU = \int_{-a}^a \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a(2a-x)} dx = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3$$

$$W = qU = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a)$$

$$(2) \frac{1}{2}mv_\infty^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3, \quad v_\infty = \sqrt{\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 am} \ln 3 + v^2}$$



$$2. \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = D \cdot 2\pi r l = \lambda_0 l, \quad D = \frac{\lambda_0}{2\pi r}, \quad E = \frac{D}{\epsilon_0 \epsilon_r} = \frac{\lambda_0}{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r r}$$

$$P = \epsilon_0(\epsilon_r - 1)E = \frac{\lambda_0}{2\pi r} \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) = \frac{\lambda_0(\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r r} \quad \text{方向均垂直轴线向外}$$

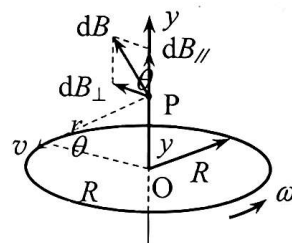
$$\sigma'_{\text{内}} = P \cos \pi \Big|_{r=R_1} = -\frac{\lambda_0(\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r R_1}, \quad \sigma'_{\text{外}} = P \cos 0 \Big|_{r=R_2} = \frac{\lambda_0(\epsilon_r - 1)}{2\pi \epsilon_r R_2}$$

$$3. \quad dq = \lambda dl, \quad dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{dq v \sin 90^\circ}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl$$

$$dB_{\parallel} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl \cos \theta$$

$$B = \int dB_{\parallel} = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R \lambda}{r^2} dl \frac{R}{r} = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R^2 \lambda}{(R^2 + y^2)^{3/2}} dl = \frac{\mu_0 \omega \lambda R^3}{2(R^2 + y^2)^{3/2}}$$

正 y 方向



$$4. (1) F_{AC\text{弧}} = F_{AC} = I \cdot \sqrt{2} R \cdot B = 0.283 \text{ (N)}, \quad \text{方向如图所示 (左斜上 } 45^\circ)$$

$$(2) p_m = IS = I \frac{\pi R^2}{4} = \frac{\pi R^2 I}{4}$$

$$M = p_m B \sin(90^\circ - 60^\circ) = \frac{\pi R^2 I B}{4} \sin 30^\circ = 1.57 \times 10^{-2} \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

