

安徽大学 2020—2021 学年第 1 学期

《大学物理 A (下)》期中考试试卷

(闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号_____

题号	一	二	三(16)	三(17)	三(18)	四	总分
得分							
阅卷人							

得分

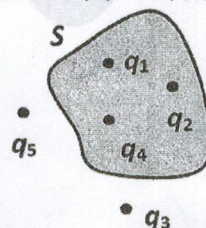
一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 现有半径均为 R 的均匀带电的实心球和球面, 二者带电量都为 Q . 真空中当二者各自独立存在时, 球内半径为 r 处二者的静电场分别为_____。()

- A. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ B. $\frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}, \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ C. $\frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}, 0$ D. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, 0$

2. 在如图所示的区域中分布着静电场和点电荷 q_i ($i = 1, 2, \dots, 5$), S 为一封闭曲面. 则穿过 S 的电通量等于_____。()

- A. $\epsilon_0(q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5)$ B. $\epsilon_0(q_1 + q_2 + q_4)$
C. $(q_1 + q_2 + q_4)/\epsilon_0$ D. $(q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5)/\epsilon_0$

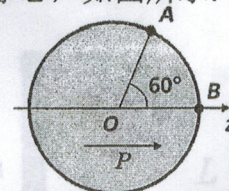


3. 设空间分布着稳恒磁场, 其中有一个立方体的封闭面 S , 已知穿过某个表面的磁通量为 0.4 Wb , 则穿过剩余 5 个面的磁通量为_____Wb。()

- A. -0.4 B. 0.08 C. -0.08 D. 无法确定

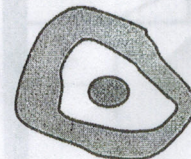
4. 一沿 z 轴方向均匀极化的电介质球的电极化强度为 P , O 为球心, 如图所示. 则 A 和 B 两点处极化电荷面密度分别为_____和_____。()

- A. $P, 0$ B. P, P
C. $P/2, 0$ D. $P/2, P$



5. 空腔导体带电为 Q_1 , 其内部有一电量为 Q_2 带电体, 二者处于静电平衡状态, 如图所示, 则空腔导体的内、外表面带电量分别为_____。()

- A. $Q_2, Q_1 + Q_2$ B. $-Q_2, Q_1 + Q_2$
C. Q_2, Q_1 D. Q_1, Q_2



6. 如图所示, 平行板电容器充满相对介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 两种线性电介质. 极板面电荷密度为 $\pm\sigma$, 则介质 1 内部电场 $E_1 =$ _____, 介质 2 内部电极化强度 $P_2 =$ _____. ()

- A. $\sigma/\epsilon_0\epsilon_1, \sigma/\epsilon_0\epsilon_2$ B. $\sigma/\epsilon_0\epsilon_1, \sigma/\epsilon_2$

- C. $\sigma/\epsilon_0\epsilon_1, \epsilon_2\sigma/(\epsilon_2-1)$ D. $\sigma/\epsilon_0\epsilon_1, (\epsilon_2-1)\sigma/\epsilon_2$



7. 已知一长直导线中流过的电流为 I_1 , 现有与其平行、相距为 d 的一段长度为 l 的载流线段, 其中流过的电流为 I_2 . 则该线段受到长直导线的力为 _____ . ()

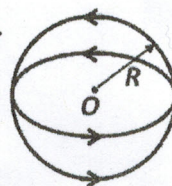
- A. $\mu_0 I_1 I_2 l / (\pi d)$ B. $\mu_0 I_1 I_2 d / (2\pi l)$ C. $\mu_0 I_1 I_2 l / (2\pi d)$ D. $\mu_0 I_1 I_2 d / (\pi l)$

8. 已知半径为 R 的圆形载流线圈, 其中流过的电流为 I , 则该线圈的磁矩 $m =$ _____; 在磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 该线圈受到的力矩最大值为 _____ . ()

- A. $\pi R^2, \pi B I R^2$ B. $\pi \mu_0 I R^2, \pi B I R^2$ C. $\pi I R^2, \pi \mu_0 B I R^2$ D. $\pi \mu_0 I R^2, \pi \mu_0 B I R^2$

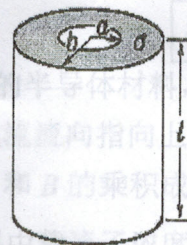
9. 如图所示, 两个载有相等电流 I 的半径为 R 的圆线圈, 圆心重合, 一个处于水平位置, 一个处于竖直位置, 则在圆心 O 处的磁感应强度大小为 _____ . ()

- A. 0 B. $\sqrt{2}\mu_0 I / 2R$
C. $\mu_0 I / 2R$ D. $\mu_0 I / 4\pi R$



10. 同轴电缆内、外半径分别为 a 和 b , 其间电介质有漏电阻, 电导率为 σ , 如图所示. 则长度为 l 的一段电缆内的漏电阻等于 _____ . (漏电流是指电流由内部导体穿过电介质辐射状向外部导体流动) ()

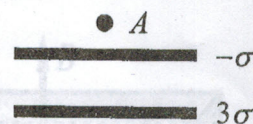
- A. $\frac{\sigma l}{\pi(b^2 - a^2)}$ B. $\frac{l}{\pi\sigma(b^2 - a^2)}$
C. $\frac{\sigma}{2\pi l} \ln \frac{b}{a}$ D. $\frac{1}{2\pi l\sigma} \ln \frac{b}{a}$



二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

11. 真空中有两个水平放置的无限大均匀带电平板, 面电荷密度分别为 3σ 和 $-\sigma$, 如图所示. 它们上方 A 处有一个质量为 m 带正电的小球正好处于平衡状态. A 处的电场强度 E 的大小等于 _____, 小球带电量 q 等于 _____ . (设带电小球不影响带电平板上的电荷分布, 重力加速度为 g)

得分	
----	--



12. 真空中有一半径为 R , 电量为 $+Q$ 的均匀带电导体球, 球心处电势 $U =$ _____, 该体系的静电能 $W_e =$ _____ .

13. 半径为 R 的无限长螺线管的单位长度匝数为 n , 通电流为 I , 则管内的磁感应强度 B 为 _____ .

14. 现有载流为 I 、半径为 R 的半圆形平面线圈置于均匀磁场 B 中, 其法向与 B 的方向夹

姓名 _____ 专业 _____ 年级 _____ 院/系 _____
 订 装 线
 答 题 勿 超 装 订 线

角为 θ . 则穿过该线圈的磁通量 $\Phi_m =$ _____ (不计线圈自身产生的磁场),
 线圈受到的力矩大小为 $M =$ _____ (不计线圈自身产生的磁场).

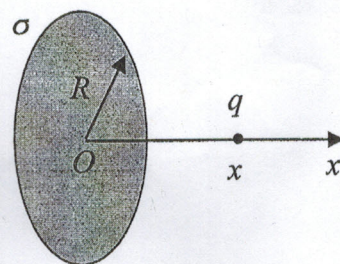
15. 已知平行板电容器的面积为 S , 间距为 d , 其中填满相对介电常数为 ϵ_r 的线性电介质, 则该电容器的电容 $C =$ _____.

三、计算题 (共 50 分)

16. (本题 20 分)

得分	
----	--

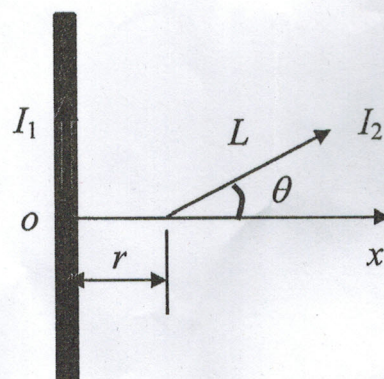
如图所示, 半径为 R 的均匀带电圆盘的面电荷密度为 σ . (1) 根据电势叠加原理求垂直圆盘轴线上距离盘中心 O 为 x 处的电势 $U(x)$; (2) 设一试探电荷 q 在圆盘形成的电场力作用下从 O 移动到 $x = R$ 处, 求电场力做功.



17. (本题 20 分)

得分	
----	--

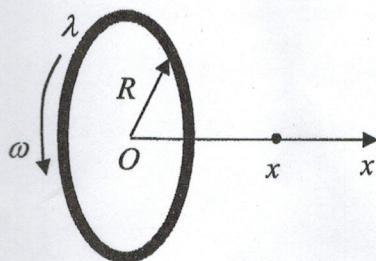
如图所示, 有无限长载流为 I_1 的直导线, 在与其同一平面内有长度为 L 的载流导线线段, 通电流为 I_2 . 图中 r 和角度 θ 为已知, 求 L 导线受到的安培力.



18. (本题 10 分)

得分	
----	--

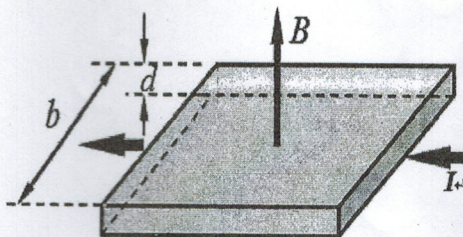
如图所示, 半径为 R 均匀带电圆环的线电荷密度为 λ . 现让其绕垂直圆环的轴线以角速度 ω 匀速旋转. 求距离圆环中心 O 点轴线上为 x 处的磁感应强度 B 的大小.



四、证明题 (本题 10 分)

得分	
----	--

19. 右图是霍尔效应原理图: 现有一块水平放置长方体形状的半导体材料, 电流自左向右均匀横穿左右截面流动, 磁感应强度为 B 的均匀磁场垂直电流流向指向上. 实验上, 前后两侧可以测量到电压差 (称为霍尔电压 U_H), 且发现 U_H 与 I 和 B 的乘积成正比, 与厚度 d 成反比, 比例系数为 R_H (霍尔系数), 即 $U_H = R_H \frac{IB}{d}$. 设材料中载流子浓度为 n , 载流子带电量为 q , 求证 $R_H = \frac{1}{nq}$.



安徽大学 20 20 —20 21 学年第 1 学期

《 大学物理 A (下) 》 期中考试试卷参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1-10. C C A D B D C A B D

二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

11. σ/ϵ_0 , $mg\epsilon_0/\sigma$. (每空 2 分)

12. $Q/4\pi\epsilon_0 R$, $Q^2/8\pi\epsilon_0 R$. (每空 2 分)

13. $\mu_0 n I$.

14. $\pi B R^2 \cos\theta/2$, $\pi B I R^2 \sin\theta/2$. (每空 2 分)

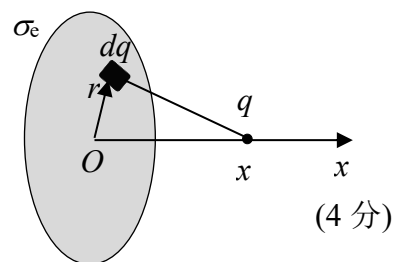
15. $\epsilon_r \epsilon_0 S/d$.

三、计算题 (共 50 分)

16. (本题 20 分)

解: (1) 在圆盘上半径为 r 处构建一个面元 $dS = r dr d\theta$,

此面元对应的 $dq = \sigma dS = \sigma r dr d\theta$.



$$dq \text{ 在 } x \text{ 处产生的电势 } dU(x) = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{\sigma r dr d\theta}{4\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+x^2}}, \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{根据电势叠加原理, } U(x) = \int_0^{2\pi} d\theta \int_0^R \frac{\sigma r dr}{4\pi\epsilon_0\sqrt{r^2+x^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{R^2+x^2} - x) \quad (4 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 在 } x=0 \text{ 处, } U(0) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} R; \text{ 在 } x=R \text{ 处, } U(R) = \frac{(\sqrt{2}-1)\sigma}{2\epsilon_0} R. \quad (4 \text{ 分})$$

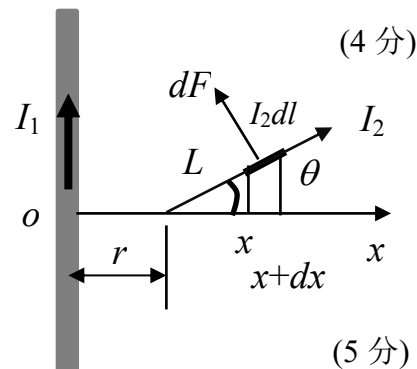
$$\text{因此, 电场力做功为 } q\Delta U = q[U(0)-U(R)] = \frac{(2-\sqrt{2})\sigma q}{2\epsilon_0} R. \quad (4 \text{ 分})$$

17. (本题 20 分)

解: 在 L 上截取一段电流源 $I_2 dl$, 对应的坐标为 x .

先计算 I_1 在该处的磁感应强度 $B(x)$.

$$\text{根据安培环路定理知 } B(x) = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}.$$



$$I_2 dl \text{ 受到的力 } d\mathbf{F} = I_2 dl \times \mathbf{B}(x), \text{ 写出标量式为 } dF = I_2 dl B(x) = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x} dl \quad (5 \text{ 分})$$

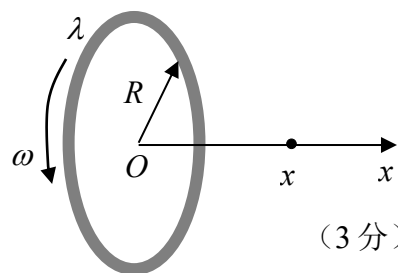
$$\text{作积分变换, } dl = dx/\cos\theta, \text{ 于是 } dF = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x \cos\theta} dx \quad (5 \text{ 分})$$

$$\text{所以, } F = \int_r^{r+L\cos\theta} \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi x \cos\theta} dx = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi \cos\theta} \ln \frac{r+L\cos\theta}{r} \quad (5 \text{ 分})$$

18. (本题 10 分)

解: 由于旋转, 可以将带电圆环设想为一个电流环, 电流

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{2\pi R\lambda}{T} = \omega R\lambda$$



(3 分)

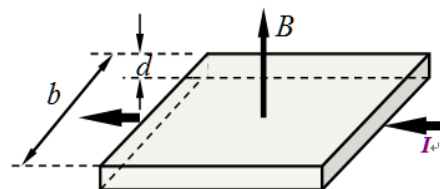
在电流环上截取一段电流源 $Idl = \omega R\lambda dl$, 根据毕奥-萨法尔定律和对称性分析, 载流圆环在 x 处产生的磁感应强度只沿 x 轴方向,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{R^2 + x^2} \cos\alpha = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R\lambda dl}{R^2 + x^2} \frac{R}{\sqrt{R^2 + x^2}}.$$

(5 分)

$$\text{所以, } B(x) = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\omega R\lambda dl}{R^2 + x^2} \frac{R}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{\mu_0}{2} \frac{\omega \lambda R^3}{(R^2 + x^2)^{3/2}}.$$

(2 分)



四、证明题 (本题 10 分)

19.

证明: 设载流子的漂移速度为 v , 洛伦兹力与电场力平衡有

$$qE = q \frac{U_H}{b} = qvB$$

(4 分)

$$\text{又因为 } I = jS = (nqv)(bd) \rightarrow v = \frac{I}{nqbd}$$

(4 分)

$$\text{所以导出 } U_H = \frac{1}{nq} \frac{IB}{d}$$

(2 分)

$$\text{即有 } R_H = \frac{1}{nq}$$