

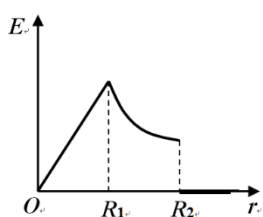
安徽大学 2023—2024 学年第 1 学期
《大学物理 A (下)》期中考试试卷
(闭卷 时间 120 分钟)

考场登记表序号 _____

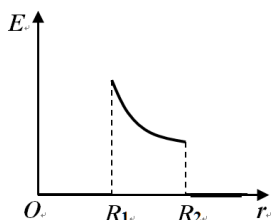
题号	一	二	三	四(21)	四(22)	四(23)	四(24)	总分
得分								
阅卷人								

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

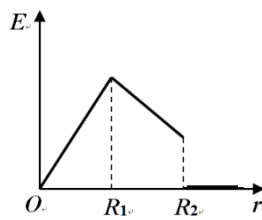
1. 现有均匀带电的实心球和球面, 二者同心, 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_1 < R_2$), 带电量分别为 Q 和 $-Q$, 则_____反映了该体系的电场 E 随半径 r 的空间分布. ()



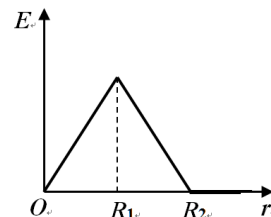
A.



B.



C.



D.

2. 两个点电荷相距一定的距离, 已知在这两点电荷连线的中点处电场强度为零, 则

- A. 这两个点电荷带电量相等, 符号相反 ()
 B. 这两个点电荷带电量相等, 符号相同
 C. 这两个点电荷带电量不相等, 但符号相同
 D. 上述答案都不对

3. 一个点电荷处在球形高斯面的中心, 下面哪种情况可使该高斯面的电通量发生改变? ()

- A. 高斯面外某处添加一个点电荷 B. 点电荷位置不变, 将球面换成表面积相等的立方体
 C. 将点电荷从中心移到球的外面 D. 点电荷位置不变, 将球面换成体积相等的立方体

4. 有一接地的金属球, 用一弹簧吊起, 金属球原来不带电. 若在它的正下方放置一电量为 q 的点电荷, 则 ()

- A. 只有当 $q > 0$ 时, 金属球才下移 B. 只有当 $q < 0$ 时, 金属球才下移
 C. 无论 q 是正是负, 金属球都下移 D. 无论 q 是正是负, 金属球都不移动

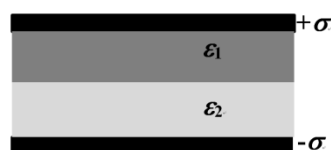
5. 真空中有“孤立的”均匀带电球体和一均匀带电球面, 如果它们的半径和所带的电荷都

相等. 则它们的静电能之间的关系是 ()

- A. 球体的静电能等于球面的静电能
- B. 球体的静电能大于球面的静电能
- C. 球体的静电能小于球面的静电能
- D. 球体内的静电能大于球面内的静电能, 球体外的静电能小于球面外的静电能

6. 一平行板电容器中充满相对介电系数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 两种线性电介质, 如图所示. 极板上表面电荷密度为 $\pm\sigma$, 极板面积为 S 介质 1 厚度为 t_1 , 介质 2 的厚度为 t_2 , . 则该电容器储存的静电能为_____.

- A. $\frac{1}{2} \frac{\sigma^2 S t_1}{\epsilon_0 \epsilon_1}$
- B. $\frac{1}{2} \frac{\sigma^2 S t_2}{\epsilon_0 \epsilon_2}$
- C. $\frac{1}{2} \frac{\sigma^2 S}{\epsilon_0} \left(\frac{t_1}{\epsilon_1} + \frac{t_2}{\epsilon_2} \right)$
- D. $\frac{1}{2} \frac{\sigma^2 S t_1 t_2}{\epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2}$

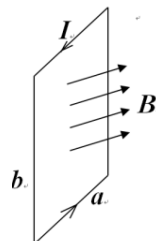


7. 有一个圆形回路 1 及一个正方形回路 2, 圆的直径和正方形的边长相等, 二者中通有大小相等的电流, 它们在各自中心产生的磁感强度的大小之比 B_1/B_2 为 ()

- A. 0.90
- B. 1.00
- C. 1.11.
- D. 1.22.

8. 如图所示是一矩形载流矩形导线框, 电流为 I , 边长分别为 a 和 b , 则该矩形框的磁矩 m = ____; 在磁感应强度为 B 的均匀磁场中, 该矩形框受到的力矩最大值为_____.

- A. $Iab, \mu_0 B Iab$
- B. $2Iab, \mu_0 B Iab$
- C. $Iab, 2B Iab$
- D. $Iab, B Iab$

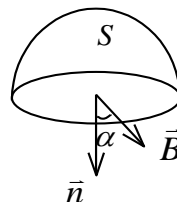


9. 一载有电流 I 的细导线分别均匀密绕在半径为 R 和 r 的长直圆筒上形成两个螺线管, 两螺线管单位长度上的匝数相等. 设 $R=2r$, 则两螺线管中的磁感应强度大小 B_R 和 B_r 应满足

- A. $B_R = 2B_r$
- B. $B_R = B_r$
- C. $2B_R = B_r$
- D. $B_R = 4B_r$

10. 感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场中作一半径为 r 的半球面 S , S 边线所在平面的法线方向单位矢量 \vec{n} 与 \vec{B} 的夹角为 α , 则通过半球面 S 的磁通量为 (取弯面向外为正)

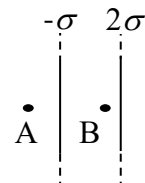
- A. $\pi r^2 B$.
- B. $2\pi r^2 B$.
- C. $-\pi r^2 B \sin \alpha$.
- D. $-\pi r^2 B \cos \alpha$.



得分	
----	--

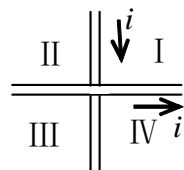
二、填空题（每小题 4 分，共 20 分）

11. 真空中有两个平行放置的无限大均匀带电平板，面电荷密度分别为 2σ 和 $-\sigma$ ，如右图所示. 则 A 和 B 点的电场强度大小分别为 $E_A =$ _____， $E_B =$ _____.



12. 一平行板电容器充电后切断电源，若使两极板间距离增加，则两极板间场强 _____，电容 _____。（填增大或减小或不变）

13. 在一平面内，有两条垂直交叉但相互绝缘的导线，流过每条导线的电流 i 的大小相等，其方向如图所示. 则哪些区域中某些点的磁感强度 B 可能为零 _____.



14. 现有一通有电流为 I 的平面线圈，面积为 S ，其法向与均匀磁场磁感应强度的方向夹角为 θ . 设匀强磁场磁感应强度为 B ，则该线圈受到的力矩大小为 _____.

15. 麦克斯韦在总结电磁学全部成就的基础上提出了 _____ 和 _____ 两条假说.

得分	
----	--

三、判断题（对的填√，错的填×，每小题 2 分，共 10 分）

16. 有限长的直线电流的磁场既可以用毕奥-萨伐尔定律求得，也可以用安培环路定律求得.（ ）

17. 如果高斯面内没有电荷，则高斯面上的电场强度处处为零.（ ）

18. 位移电流即可以产生磁场，也可以产生焦耳热.（ ）

19. 通过某曲面的磁通量仅仅由此曲面的边界决定.（ ）

20. 磁场的高斯定理 $\oint_{\text{任意} S} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$ 仅仅适用于真空中的磁场.（ ）

四、计算题（共 50 分）

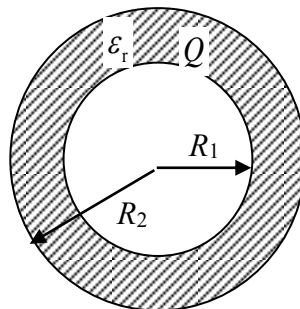
得分	
----	--

21.（本题 12 分）

如图所示，在半径为 R_1 的金属球外有一层外半径为 R_2 的均匀介质层. 设电介质的相对介电常数为 ϵ_r ，金属球带电量为 Q ，求：

(1) 介质层内外的场强分布.

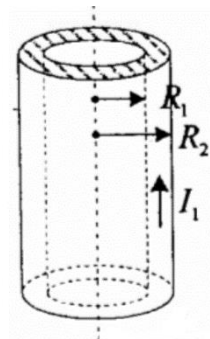
(2) 介质层内外的电势分布.



得分	
----	--

22. (本题 15 分)

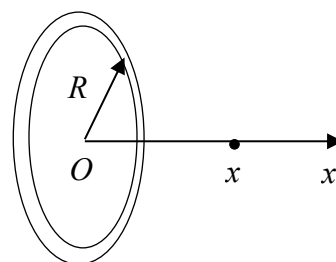
如图所示，真空中有一长直导体圆管，内外半径分别为 R_1 和 R_2 ，它所载的电流 I_1 均匀地分布在其横截面上。求空间各区域磁感应强度的大小。



得分	
----	--

23. (本题 13 分)

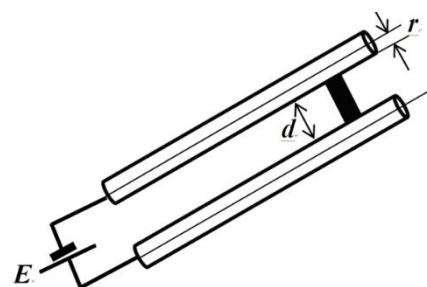
如图所示，半径为 R 、线电荷密度为 λ_0 的均匀带细电圆环以角速度 ω 绕圆环轴线匀速旋转。求轴线上距离环中心 O 为 x 处的磁感应强度 $B(x)$ 。



得分	
----	--

24. (本题 10 分)

右图是电磁轨道炮的简化原理图：半径为 r 的相互平行两圆柱体导轨中间夹一长度为 d 可视为一段直导线的弹丸，弹丸与它们保持良好接触。导轨、弹丸和电源构成一个回路。当回路中通电流为 I 时，求弹丸受到的安培力。(设通电弹丸产生的磁场很弱，可忽略不计；两导轨在弹丸处产生的磁场可视为半无限长导线模型。)



安徽大学 2023—2024 学年第 1 学期
《 大学物理 A（下） 》 期中考试参考答案及评分标准

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1. A; 2. B; 3. C; 4. C; 5. B; 6. C; 7. C; 8. D; 9. B; 10. D

二、填空题（每题 4 分，共 20 分）

11. $\sigma/2\varepsilon_0$, $3\sigma/2\varepsilon_0$.

12. 不变, 减小.

13. II, IV.

14. $ISB\sin\theta$.

15. 涡旋电场, 位移电流.

三、判断题（每小题 2 分，共 10 分）

16. ×

17. ×

18. ×

19. ×

20. ×

四、计算题（共 50 分）

21.（本题 12 分）

解：(1) 由球对称性及高斯定理可求得场强分布为

$$E = 0 (r < R_1)$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2} (R_1 < r < R_2) \quad (6 \text{ 分})$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} (r > R_2)$$

(2) 电位分布为

$$U_{\text{内}} = \int_r^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{R_2}^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_r\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{\varepsilon_r - 1}{R_2} \right)$$

$$U_{\text{外}} = \int_r^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad (6 \text{ 分})$$

22.（本题 15 分）

解：利用安培环路定理

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I \quad (3 \text{ 分})$$

可得空间各区域的磁感应强度 B 的大小为

$$B_1 = 0 (r < R_1) \quad (4 \text{ 分})$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_1 (r^2 - R_1^2)}{2\pi r (R_2^2 - R_1^2)} (R_1 \leq r < R_2) \quad (4 \text{ 分})$$

$$B_3 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} (r \geq R_2) \quad (4 \text{ 分})$$

23. (本题 13 分)

解: 圆环总带电量为 $q = 2\pi R \lambda_0$.

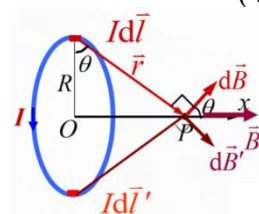
(3 分)

以恒定角速度旋转时等效电流为 $I = q/T = \omega q/2\pi = \omega q R \lambda_0$

(4 分)

根据毕奥-萨伐尔定律有,

$$\begin{aligned} B &= \int d\vec{B} \cos \theta = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \frac{R}{r} = \frac{\mu_0 IR}{4\pi r^3} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \\ &= \frac{\mu_0 \omega q R \lambda_0 R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 \omega q \lambda_0 R^3}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \end{aligned}$$



(6 分)

24. (本题 10 分)

解: 两导轨在弹丸处产生的磁场可视为半无限长导线模型. 作导轨的横截面并建立如图所示的坐标系. 图中点和叉表示流过导轨的电流方向. 根据毕奥-萨伐尔定律知, 对半无限长直导线, 在离端点处距离为 a 时, 其 B 等于无限长直导线的一半. 即 $B = \mu_0 I / 4\pi a$.

$$\text{因此, } x \text{ 处的 } B(x) = \frac{\mu_0 I}{4\pi x} + \frac{\mu_0 I}{4\pi(2r+d-x)} \quad (4 \text{ 分})$$

在弹丸上取一段 dx , 受到的安培力垂直纸面向外,

而整个弹丸受力也是垂直纸面向外.

$$F = \int dF = \int_r^{r+d} IdxB \sin 90^\circ = \int_r^{r+d} \left(\frac{\mu_0 I}{4\pi x} + \frac{\mu_0 I}{4\pi(2r+d-x)} \right) Idx = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \ln \frac{r+d}{r} \quad (6 \text{ 分})$$

