

部 分 物 理 常 量

引力常量 $G=6.67\times 10^{-11}\text{N}^2\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^{-2}$

阿伏伽德罗常量 $N_{\text{A}}=6.02\times 10^{23}\text{mol}^{-1}$

摩尔气体常量 $R=8.31\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

标准大气压 $1\text{atm}=1.013\times 10^5\text{Pa}$

玻耳兹曼常量 $k=1.38\times 10^{-23}\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$

真空中光速 $c=3.00\times 10^8\text{m/s}$

电子质量 $m_{\text{e}}=9.11\times 10^{-31}\text{kg}$

中子质量 $m_{\text{n}}=1.67\times 10^{-27}\text{kg}$

质子质量 $m_{\text{p}}=1.67\times 10^{-27}\text{kg}$

元电荷 $e=1.60\times 10^{-19}\text{C}$

真空中电容率 $\varepsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{C}^2\cdot\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$

真空中磁导率 $\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\text{H/m}=1.26\times 10^{-6}\text{H/m}$

普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$

维恩常量 $b=2.897\times 10^{-3}\text{mK}$

斯特藩-玻尔兹常量 $\sigma=5.67\times 10^{-8}\text{W/m}^2\cdot\text{K}^4$

说明：正文中黑体字母表示矢量，直角坐标系中 x 、 y 、 z 方向上的单位矢量分别为 i 、 j 、 k 。

练习一 库伦定律 电场强度

一. 选择题

1. 关于试验电荷,以下说法正确的是

- (A) 试验电荷是电量极小的正电荷;
- (B) 试验电荷是体积极小的正电荷;
- (C) 试验电荷是体积和电量都极小的正电荷;
- (D) 试验电荷是电量足够小,以至于它不影响产生原电场的电荷分布,从而不影响原电场;同时是体积足够小,以至于它所在的位置真正代表一点的正电荷(这里的足够小都是相对问题而言的)。

2. 关于点电荷电场强度的计算公式 $E = q r / (4 \pi \epsilon_0 r^3)$,以下说法正确的是

- (A) $r \rightarrow 0$ 时, $E \rightarrow \infty$;
- (B) $r \rightarrow 0$ 时, q 不能作为点电荷,公式不适用;
- (C) $r \rightarrow 0$ 时, q 仍是点电荷,但公式无意义;
- (D) $r \rightarrow 0$ 时, q 已成为球形电荷,应用球对称电荷分布来计算电场。

3. 关于电偶极子的概念,以下说法正确的是

- (A) 其电荷之间的距离远小于问题所涉及的距离的两个等量异号的点电荷系统;
- (B) 一个正点电荷和一个负点电荷组成的系统;
- (C) 两个等量异号电荷组成的系统;
- (D) 一个正电荷和一个负电荷组成的系统;
- (E) 两个等量异号的点电荷组成的系统。

4. 试验电荷 q_0 在电场中受力为 f , 其电场强度的大小为 f / q_0 , 以下说法正确的是

- (A) E 正比于 f ;
- (B) E 反比于 q_0 ;
- (C) E 正比于 f 且反比于 q_0 ;
- (D) 电场强度 E 是由产生电场的电荷所决定的,不以试验电荷 q_0 及其受力的大小决定。

5. 在没有其它电荷存在的情况下,一个点电荷 q_1 受另一点电荷 q_2 的作用力为 f_{12} , 当放入第三个电荷 Q 后,以下说法正确的是

- (A) f_{12} 的大小不变,但方向改变, q_1 所受的总电场力不变;
- (B) f_{12} 的大小改变了,但方向没变, q_1 受的总电场力不变;
- (C) f_{12} 的大小和方向都不会改变,但 q_1 受的总电场力发生了变化;
- (D) f_{12} 的大小、方向均发生改变, q_1 受的总电场力也发生了变

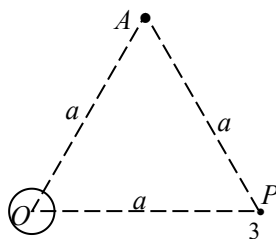


图 1.1

化.

二. 填空题

1. 如图 1.1 所示,一电荷线密度为 λ 的无限长带电直线垂直通过图面上的 A 点,一电荷为 Q 的均匀球体,其球心为 O 点, $\triangle AOP$ 是边长为 a 的等边三角形,为了使 P 点处场强方向垂直于 OP ,则 λ 和 Q 的数量之间应满足_____关系,且 λ 与 Q 为号电荷(填同号或异号) .

2. 在一个正电荷激发的电场中的某点 A ,放入一个正的点电荷 q ,测得它所受力的大小为 f_1 ;将其撤走,改放一个等量的点电荷 $-q$,测得电场力的大小为 f_2 ,则 A 点电场强度 E 的大小满足的关系式为_____ .

3. 一半径为 R 的带有一缺口的细圆环,缺口宽度为 d ($d \ll R$)环上均匀带正电,总电量为 q ,如图 1.2 所示,则圆心 O 处的场强大小 $E =$ _____,场强方向为_____ .

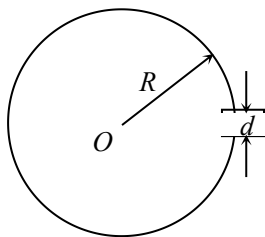


图 1.2

三. 计算题

1. 一带电细棒弯曲线半径为 R 的半圆形,带电均匀,总电量为 Q .求圆心处的电场强度 E .

2. 一带电细线弯成半径为 R 的圆,电荷线密度为 $\lambda = \lambda_0 \sin \varphi$,式中 λ_0 为一常数, φ 为半径 R 与 x 轴所成的夹角,如图 1.3 所示,试求环心 O 处的电场强度.

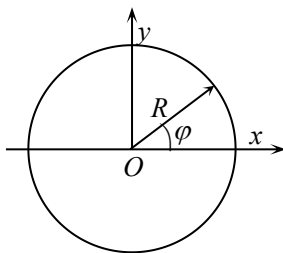


图 1.3

练习二 电场强度(续) 高斯定理

一. 选择题

1. 在一个负电荷激发的电场中的某点 A ,放入一个正的点电荷 q ,测得它所受电场力的大小为 f_1 ;将其撤走,改放一个等量负的点电荷 $-q$,测得电场力的大小为 f_2 ,则 A 点电场强度 E 的大小满足

- (A) $f_1/q = E = f_2/q$.
- (B) $f_1/q < E < f_2/q$.
- (C) $f_1/q > E > f_2/q$.
- (D) $f_1/q > f_2/q > E$.
- (E) $E > f_1/q > f_2/q$.
- (F) $f_1/q > f_2/q > E$.
- (G) $E > f_1/q > f_2/q$.

2. 在点电荷激发的电场中,如以点电荷为心作一个球面,关于球面上的电场,以下说法正确的是

- (A) 球面上的电场强度矢量 E 处处不等;
 (B) 球面上的电场强度矢量 E 处处相等, 故球面上的电场是匀强电场;
 (C) 球面上的电场强度矢量 E 的方向一定指向球心;
 (D) 球面上的电场强度矢量 E 的方向一定沿半径垂直球面向外.

3. 关于电力线, 以下说法正确的是

- (A) 电力线上各点的电场强度大小相等;
 (B) 电力线是一条曲线, 曲线上的每一点的切线方向都与该点的电场强度方向平行;
 (A) 开始时处于静止的电荷在电场力的作用下运动的轨迹必与一条电力线重合;
 (D) 在无电荷的电场空间, 电力线可以相交.

4. 如图 2.1, 一半球面的底面圆所在的平面与均强电场 E 的夹角为 30° , 球面的半径为 R , 球面的法线向外, 则通过此半球面的电通量为

- (A) $\pi R^2 E/2$.
 (B) $-\pi R^2 E/2$.
 (C) $\pi R^2 E$.
 (D) $-\pi R^2 E$.

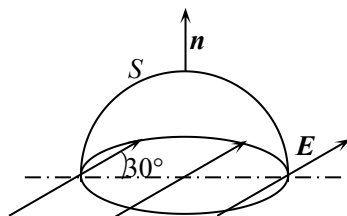


图 2.1

5. 真空中有 AB 两板, 相距为 d , 板面积为 $S(S \gg d^2)$, 分别带 $+q$ 和 $-q$, 在忽略边缘效应的情况下, 两板间的相互作用力的大小为

- (A) $q^2/(4\pi\epsilon_0 d^2)$.
 (B) $q^2/(\epsilon_0 S)$.
 (C) $2q^2/(\epsilon_0 S)$.
 (D) $q^2/(2\epsilon_0 S)$.

二. 填空题

1. 真空中两条平行的无限长的均匀带电直线, 电荷线密度分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 点 P_1 和 P_2 与两带电直线共面, 其位置如图 2.2 所示, 取向右为坐标 x 正向, 则 E_{P_1} _____, E_{P_2} = _____.

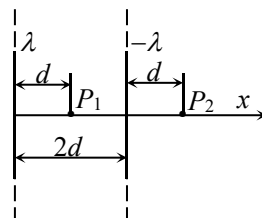


图 2.2

2. 为求半径为 R 带电量为 Q 的均匀带电圆盘中心轴线上 P 点的电场强度, 可将圆盘分成无数个同心的细圆环, 圆环宽度 dr , 半径 r , 此面元的面积 dS = _____, 带电量为 dq = _____, 此细圆环在中心轴线上距圆心 x 的一点产生的电场强度 E = _____.

3. 如图 2.3 所示, 均匀电场 E 中有一袋形曲面, 袋口边缘线在一平面 S 内, 边缘线所围面积为 S_0 , 袋形曲面的面积为 S' , 法线向外, 电场与 S 面的夹角为 θ , 则通过袋形曲面的电通量为 _____.

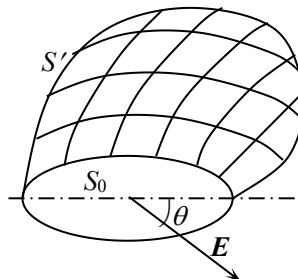


图 2.3

三. 计算题

1. 一“无限长”均匀带电的半圆柱面,半径为 R , 设半圆柱面沿轴线单位长度上的电量为 λ ,如图 2.4 所示. 试求轴线上一点的电场强度.

2. 真空中有一半径为 R 的圆平面, 在通过圆心 O 且与平面垂直的轴线上一点 P 处, 有一电量为 q 的点电荷, O 、 P 间距离为 h , 试求通过该圆平面的电通量.

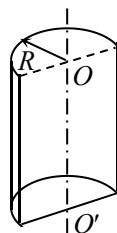


图 2.4

练习三 高斯定理(续) 静电场力的功 静电场的环路定理

一. 选择题

1. 图 3.1 所示为一轴对称性静电场的 $E \sim r$ 关系曲线, 请指出该电场是由哪种带电体产生的(E 表示电场强度的大小, r 表示离对称轴的距离)

- (A) “无限长”均匀带电直线;
- (B) 半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱体;
- (C) 半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱面;
- (D) 半径为 R 的有限长均匀带电圆柱面.

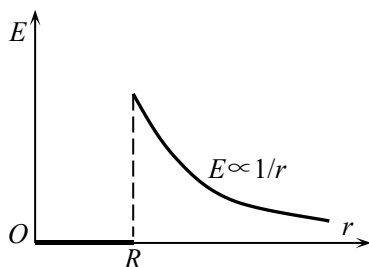


图 3.1

2. 如果对某一闭合曲面的电通量为 $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = 0$, 以下

说法正确的是

- (A) S 面上的 $\mathbf{E}$ 必定为零;
- (B) S 面内的电荷必定为零;
- (C) 空间电荷的代数和为零;
- (D) S 面内电荷的代数和为零.

3. 如图 3.2 所示, 一个带电量为 q 的点电荷位于立方体的 A 角上, 则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量等于:

- (A) $q / 24\epsilon_0$.
- (B) $q / 12\epsilon_0$.
- (C) $q / 6\epsilon_0$.
- (D) $q / 48\epsilon_0$.

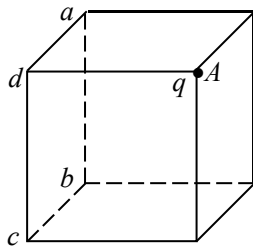


图 3.2

4. 如果过某一闭合曲面的电通量为 $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} \neq 0$, 以下说法正

确的是

- (A) S 面上所有点的 $\mathbf{E}$ 必定不为零;
- (B) S 面上有些点的 $\mathbf{E}$ 可能为零;

- (C) 空间电荷的代数和一定不为零;
 (D) 空间所有地方的电场强度一定不为零.
 5. 关于高斯定理的理解,有下面几种说法,其中正确的是
 (A) 如高斯面上 E 处处为零,则该面内必无电荷;
 (B) 如高斯面内无电荷,则高斯面上 E 处处为零;
 (C) 如高斯面 S 上 E 处处不为零, 则高斯面 S 内必有电荷;
 (D) 如高斯面内有净电荷, 则通过高斯面的电通量必不为零;
 (E) 高斯定理仅适用于具有高度对称的电场.

二. 填空题

1. 如图 3.3 所示,真空中两个正点电荷,带电量都为 Q ,相距 $2R$,若以其中一点电荷所在处 O 点为中心,以 R 为半径作高斯球面 S ,则通过该球面的电场强度通量 $\Phi =$ _____;若以 r_0 表示高斯面外法线方向的单位矢量,则高斯面上 a 、 b 两点的电场强度的矢量式分别为 _____, _____.

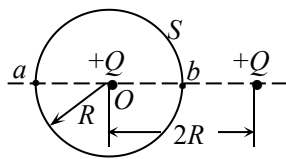


图 3.3

2. 一电偶极矩为 P 的电偶极子放在电场强度为 E 的均匀外电场中, P 与 E 的夹角为 α 角,在此电偶极子绕过其中心且垂直于 P 与 E 组成平面的轴沿 α 角增加的方向转过 180° 的过程中,电场力做功为 $A =$ _____.

3. 点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 和 q_4 在真空中的分布如图 3.4 所示,图中 S 为闭合曲面,则通过该闭合曲面电通量 $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} =$ _____,式中的 E 是闭合曲面上任一点产生的电场强度,它是哪些点电荷产生的场强的矢量和? 答: 是 _____.

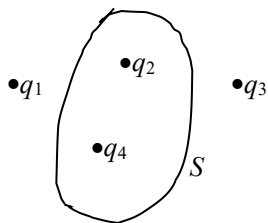


图 3.4

三. 计算题

1. 厚度为 d 的无限大均匀带电平板, 带电体密度为 ρ , 试用高斯定理求带电平板内外的电场强度.

2. 半径为 R 的一球体内均匀分布着电荷体密度为 ρ 的正电荷, 若保持电荷分布不变, 在该球体内挖去半径 a 的一个小球体, 球心为 O' , 两球心间距离 $\overline{OO'} = d$, 如图 3.5 所示, 求:

(1) 在球形空腔内, 球心 O' 处的电场强度 E_0 ;

(2) 在球体内 P 点处的电场强度 E . 设 O' 、 O 、 P 三点在同一直径上, 且 $\overline{OP} = d$.

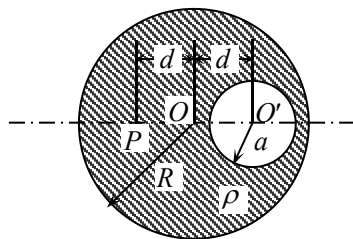


图 3.5

练习四 电势 场强与电势的关系

一. 选择题

1. 电量 Q 均匀分布在半径为 R 的球面上, 坐标原点位于球心处, 现从球面与 X 轴交点处挖去面元 ΔS , 并把它移至无穷远处(如图 4.1), 若选无穷远为零电势参考点, 且将 ΔS 移走后球面上的电荷分布不变, 则此球心 O 点的场强 E_0 与电位 U_0 分别为

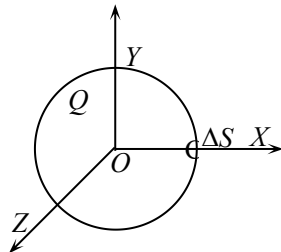


图 4.1

- (A) $-iQ\Delta S/[(4\pi R^2)^2\epsilon_0]$; $[Q/(4\pi\epsilon_0 R)][1-\Delta S/(4\pi R^2)]$.
 (B) $iQ\Delta S/[(4\pi R^2)^2\epsilon_0]$; $[Q/(4\pi\epsilon_0 R)][1-\Delta S/(4\pi R^2)]$.
 (C) $iQ\Delta S/[(4\pi R^2)^2\epsilon_0]$; $[-Q/(4\pi\epsilon_0 R)][1-\Delta S/(4\pi R^2)]$.
 (D) $-iQ\Delta S/[(4\pi R^2)^2\epsilon_0]$; $[-Q/(4\pi\epsilon_0 R)][1-\Delta S/(4\pi R^2)]$.

2. 以下说法中正确的是

- (A) 电场强度相等的地方电势一定相等;
 (B) 带正电的导体上电势一定为正;
 (C) 电势梯度绝对值大的地方场强的绝对值也一定大;
 (D) 电势为零的导体一定不带电

3. 如图 4.2, 在点电荷 $+q$ 的电场中, 若取图中 P 点处为电势零点, 则 M 点的电势为

- (A) $q/(4\pi\epsilon_0 a)$.
 (B) $q/(8\pi\epsilon_0 a)$.
 (C) $-q/(4\pi\epsilon_0 a)$.
 (D) $-q/(8\pi\epsilon_0 a)$.

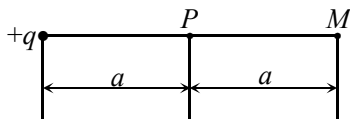


图 4.2

4. 一电量为 $-q$ 的点电荷位于圆心 O 处, A 、 B 、 C 、 D

为同一圆周上的四点, 如图 4.3 所示, 现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B 、 C 、 D 各点, 则

- (A) 从 A 到 B , 电场力作功最大.
 (B) 从 A 到各点, 电场力作功相等.
 (C) 从 A 到 D , 电场力作功最大.
 (D) 从 A 到 C , 电场力作功最大.

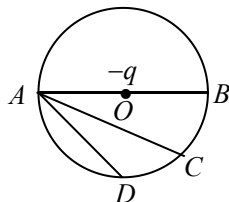


图 4.3

5. 以下说法中正确的是

- (A) 沿着电力线移动负电荷, 负电荷的电势能是增加的;
 (B) 场强弱的地方电位一定低, 电位高的地方场强一定强;
 (C) 等势面上各点的场强大小一定相等;
 (D) 初速度为零的点电荷, 仅在电场力作用下, 总是从高电位处向低电位运动;
 (E) 场强处处相同的电场中, 各点的电位也处处相同.

二. 填空题

1. 电量分别为 q_1 , q_2 , q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 如图 4.4 所示, 设无穷远处为电势零点, 圆半径为 R , 则 b 点处的电

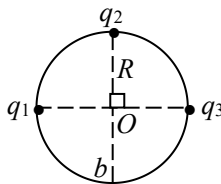


图 4.4

势 $U =$ _____.

2. 若静电场的某个立体区域电势等于恒量, 则该区域的电场强度分布是 _____; 若电势随空间坐标作线性变化, 则该区域的场强分布是 _____.

3. 如图 4.5 所示, BCD 是以 O 点为圆心, 以 R 为半径的半圆弧, 在 A 点有一电量为 $+q$ 的点电荷, O 点有一电量为 $-q$ 的点电荷, 线段 $BA = R$, 现将一单位正电荷从 B 点沿半圆弧轨道 BCD 移到 D 点, 则电场力所作的功为 _____.

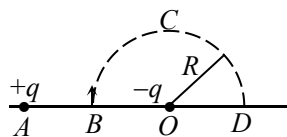


图 4.5

三. 计算题

1. 电量 q 均匀分布在长为 $2l$ 的细杆上, 求在杆外延长线上与杆端距离为 a 的 P 点的电势 (设无穷远处为电势零点).

2. 一均匀带电的球层, 其电荷体密度为 ρ , 球层内表面半径为 R_1 , 外表面半径为 R_2 , 设无穷远处为电势零点, 求空腔内任一点的电势.

练习五 静电场中的导体

一. 选择题

1. 如图 5.1, 真空中有一点电荷 Q 及空心金属球壳 A , A 处于静电平衡, 球内有一点 M , 球壳中有一点 N , 以下说法正确的是

- (A) $E_M \neq 0, E_N = 0$, Q 在 M 处产生电场, 而在 N 处不产生电场;
- (B) $E_M = 0, E_N \neq 0$, Q 在 M 处不产生电场, 而在 N 处产生电场;
- (C) $E_M = E_N = 0$, Q 在 M 、 N 处都不产生电场;
- (D) $E_M \neq 0, E_N \neq 0$, Q 在 M 、 N 处都产生电场;
- (E) $E_M = E_N = 0$, Q 在 M 、 N 处都产生电场.

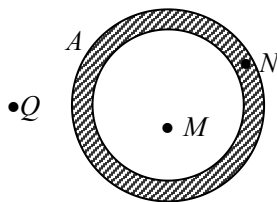


图 5.1,

2. 如图 5.2, 原先不带电的金属球壳的球心处放一点电荷 q_1 , 球外放一点电荷 q_2 , 设 q_2 、金属内表面的电荷、外表面的电荷对 q_1 的作用力分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 , q_1 受的总电场力为 F , 则

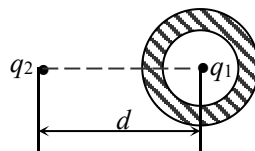


图 5.2

- (A) $F_1 = F_2 = F_3 = F = 0$.
- (B) $F_1 = q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$, $F_2 = 0$, $F_3 = 0$, $F = F_1$.
- (C) $F_1 = q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$, $F_2 = 0$, $F_3 = -q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$ (即与 F_1 反向), $F = 0$.
- (D) $F_1 = q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$, $F_2 = -q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$ (即与 F_1 反向), $F_3 = 0$, $F = 0$.
- (E) $F_1 = q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$, $F_2 = -q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon_0 d^2)$ (即与 F_1 反向), $F_3 = 0$, $F = 0$.

3. 导体 A 接地方式如图 5.4, 导体 B 带电 $+Q$, 则导体 A

- (A) 带正电.
- (B) 带负电.
- (C) 不带电.
- (D) 左边带正电, 右边带负电.

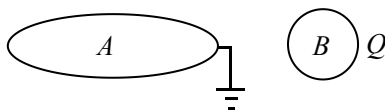


图 5.4

4. 如图 5.3, 一导体球壳 A , 同心地罩在一接地导体 B 上, 今给 A 球带负电 $-Q$, 则 B 球

- (A) 带正电.
(B) 带负电.
(C) 不带电.
(D) 上面带正电,下面带负电.

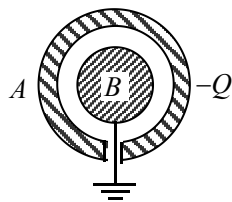


图 5.3

5. 如图 5.5, 真空中有一点电荷 q , 旁边有一半径为 R 的球形带电导体, q 距球心为 d ($d > R$) 球体旁附近有一点 P , P 在 q 与球心的连线上, P 点附近导体的面电荷密度为 σ . 以下关于 P 点电场强度大小的答案中, 正确的是

- (A) $\sigma / (2\epsilon_0) + q / [4\pi\epsilon_0 (d-R)^2]$;
(B) $\sigma / (2\epsilon_0) - q / [4\pi\epsilon_0 (d-R)^2]$;
(C) $\sigma / \epsilon_0 + q / [4\pi\epsilon_0 (d-R)^2]$;
(D) σ / ϵ_0 ;
(E) $\sigma / \epsilon_0 - q / [4\pi\epsilon_0 (d-R)^2]$;
(F) 以上答案全不对.

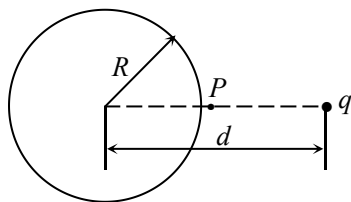


图 5.5

二. 填空题

1. 半径分别为 $r_1 = 1.0 \text{ cm}$ 和 $r_2 = 2.0 \text{ cm}$ 的两个球形导体, 各带电量 $q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 两球心相距很远, 若用细导线将两球连接起来, 并设无限远处为电势零点, 则两球分别带电 $Q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $Q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$; 两球的电势 $U_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $U_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. 地球表面附近的电场强度约为 100 N/C , 方向垂直地面向下, 假设地球上的电荷都均匀分布在地表面上, 则地面的电荷面密度 $\sigma = \underline{\hspace{2cm}}$, 地面电荷是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 电荷 (填正或负).

3. 如图 5.6 所示, 两块很大的导体平板平行放置, 面积都是 S , 导体板 A 带电 Q , 导体板 B 不带电. 不计边缘效应, 则两板四表面电荷面密度

$\sigma_{A \text{ 左}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 、 $\sigma_{A \text{ 右}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 、
 $\sigma_{B \text{ 左}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 、 $\sigma_{B \text{ 右}} = \underline{\hspace{2cm}}$.

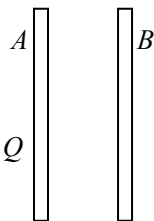


图 5.6

三. 计算题

1. 一平行板电容器, 极板面积为 S , 相距为 d , 若 B 板接地, 且保持 A 板的电势 $U_A = U_0$ 不变, 如图 5.7, 把一块面积相同的带电量为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两板中间, Q 求导体薄板 C 的电势 U_C .

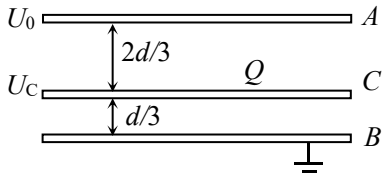


图 5.7

2. 如图 5.8, 长为 $2l$ 的均匀带电直线, 电荷线

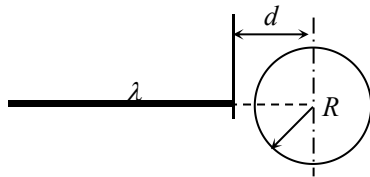


图 5.8

密度为 λ , 旁有一导体球, 球心在带电直线的延长线上, 距直线近端为 d , d 大于导体球的半径 R , (1) 用电势叠加原理求导体球的电势; (2) 把导体球接地后再断开, 求导体球上的感应电量.

练习六 静电场中的电介质

一. 选择题

1. 极化强度 $\mathbf{P}$ 是量度介质极化程度的物理量, 有一关系式为 $\mathbf{P} = \epsilon_0(\epsilon_r - 1)\mathbf{E} = \epsilon_0\chi_e\mathbf{E}$, 电位移矢量公式为 $\mathbf{D} = \epsilon_0\mathbf{E} + \mathbf{P}$, 则

- (A) 二公式适用于任何介质.
- (B) 二公式只适用于各向同性电介质.
- (C) 二公式只适用于各向同性且均匀的电介质.
- (D) 前者适用于各向同性电介质, 后者适用于任何电介质.

2. 电极化强度 $\mathbf{P}$

- (A) 只与外电场有关.
- (B) 只与极化电荷产生的电场有关.
- (C) 与外场和极化电荷产生的电场都有关.
- (D) 只与介质本身的性质有关系, 与电场无关.

3. 真空中有一半径为 R , 带电量为 Q 的导体球, 测得距中心 O 为 r 处的 A 点场强为 $E_A = Qr/(4\pi\epsilon_0 r^3)$, 现以 A 为中心, 再放上一个半径为 ρ , 相对电容率为 ϵ_r 的介质球, 如图 7.1 所示, 此时下列各公式中正确的是

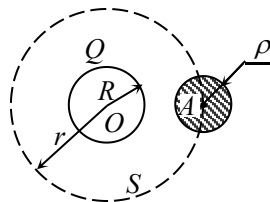


图 7.1

(A) A 点的电场强度 $\mathbf{E}'_A = \mathbf{E}_A/\epsilon_r$;

(B) $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q$;

(C) $\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = Q/\epsilon_0$;

(D) 导体球面上的电荷面密度 $\sigma = Q/(4\pi R^2)$.

4. 关于静电场中的电位移线, 下列说法中, 哪一种是正确的?

- (A) 电位移线起自正电荷, 止于负电荷, 不闭合, 不中断;
- (B) 任何两条电位移线可以互相平行, 也可以相交;
- (C) 起自正自由电荷, 止于负自由电荷, 且任何两条电位移线不相交;
- (D) 电位移线只出现在有电介质的空间, 真空中没有电位移线.

5. 高斯定理 $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = Q_0$ (Q_0 为高斯面 S 所包围的自由电荷), 则以下说法正确的是

- (A) 电位移矢量 $\mathbf{D}$ 与面 S 内外所有电荷有关, 积分 $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$ 只与面 S 内自由电荷有关.
- (B) 电位移矢量 $\mathbf{D}$ 只与面 S 内自由电荷有关, 积分 $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$ 与面 S 内外所有电荷有关.
- (C) 电位移矢量 $\mathbf{D}$ 只与面 S 内自由电荷有关, 积分 $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$ 也只与面 S 内自由电荷有关.
- (D) 电位移矢量 $\mathbf{D}$ 、积分 $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S}$ 与面 S 内外所有电荷都有关.

二. 填空题

1. 分子中正负电荷的中心_____的分子称无极分子,其分子电矩为零;正负电荷的中心_____的分子称有极分子,其分子电矩不为零.
2. 在静电场中,_____分子的极化是分子固有电矩受外电场力矩作用而沿外电场方向取向而产生的,称取向极化;_____分子的极化是分子中电荷受外电场力使正负电荷中心发生位移从而产生附加磁矩,称位移极化.
3. 各项同性的均匀介质在电场中极化时,某点极化电荷(束缚电荷)面密度 σ' 与该点极化强度矢量 $\mathbf{P}_e$ 的关系是_____ (设所取介质表面在该处的法向单位矢量为 $\mathbf{n}$, $\mathbf{n}$ 与 $\mathbf{P}_e$ 的夹角为 α).

三. 计算题

1. 半径为 R_1 的导体球带电 Q ,球外有一层内外半径分别为 R_1, R_2 相对电容率(相对介电常数)为 ϵ_r 的同心均匀介质球壳. 如图 7.1 所示. 求:(1) 离球心距离为 $r_1(r_1 < R_1)$, $r_2(R_1 < r_1 < R_2)$, $r_3(r_1 > R_2)$ 处的电位移矢量 $\mathbf{D}$ 和电场强度矢量 $\mathbf{E}$ 的大小和方向;(2) 导体球的电势.
2. 一电容器由两个很长的同轴导体薄圆筒组成, 内外圆筒半径分别为 $R_1=2\text{cm}$, $R_2=5\text{cm}$, 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 $U=32\text{V}$ 的电源上(如图 7.2 所示为其横截面), 试求距离轴线 $R=3.5\text{cm}$ 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差.

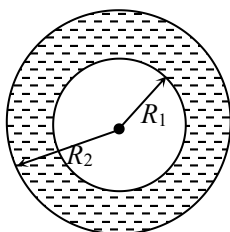


图 7.1

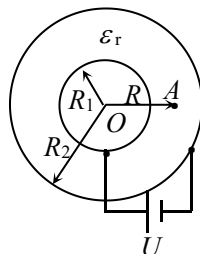


图 7.2

练习七 电容 恒稳电流 静电场的能量

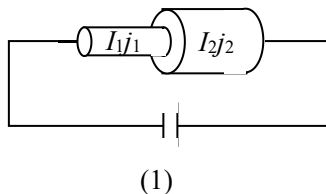
一. 选择题

1. 两个截面不同、长度相同的用同种材料制成的电阻棒, 串联时如图 7.1(1)所示, 并联时如图 9.1(2)所示, 该导线的电阻忽略, 则其电流密度 J 与电流 I 应满足:

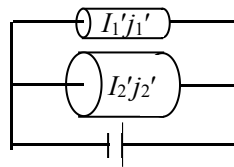
- (A) $I_1=I_2$ $j_1=j_2$ $I_1'=I_2'$ $j_1'=j_2'$.
 (B) $I_1=I_2$ $j_1 > j_2$ $I_1' < I_2'$ $j_1' = j_2'$.
 (C) $I_1 < I_2$ $j_1 = j_2$ $I_1' = I_2'$ $j_1' > j_2'$.
 (D) $I_1 < I_2$ $j_1 > j_2$ $I_1' < I_2'$ $j_1' > j_2'$.

2. 表皮破损的人体, 最小电阻约为 800Ω . 若有 0.05A 的电流通过人体, 人就有生命危险, 则最低的危险电压为

- (A) 40V .
 (B) 20V .



(1)



(2)

图 7.1

(C) 400V.

(D) 200V.

3. 关于电动势,以下说法错误的是

(A) 电源电动势的大小等于将单位正电荷从电源负极经电源内部运送到电源正极非静电力所作的功.

(B) 电动势的方向是自负极经电源内部指向到电源正极.

(C) 电动势有大小、有方向,故电动势是矢量.

(D) 闭合回路电动势的大小等于将单位正电荷沿闭合回路走一周非静电力所作的功.

4. 平行板电容器充电后与电源断开,然后在两极板间插入一导体平板,则电容 C , 极板间电压 U , 极板空间(不含插入的导体板)电场强度 E 及电场的能量 W 将($\uparrow$ 表示增大, $\downarrow$ 表示减小)

(A) $C\downarrow, U\uparrow, W\uparrow, E\uparrow$.

(B) $C\uparrow, U\downarrow, W\downarrow, E$ 不变.

(C) $C\uparrow, U\uparrow, W\uparrow, E\uparrow$.

(D) $C\downarrow, U\downarrow, W\downarrow, E\downarrow$.

5. 如果某带电体电荷分布的体电荷密度 ρ 增大为原来的 2 倍,则电场的能量变为原来的

(A) 2 倍.

(B) 1/2 倍.

(C) 1/4 倍.

(D) 4 倍.

二. 填空题

1. 一平行板电容器,充电后断开电源, 然后使两极板间充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 此时两极板间的电场强度为原来的_____倍, 电场能量是原来的_____倍.

2. 在相对介电常数 $\epsilon_r=4$ 的各向同性均匀电介质中,与电能密度 $w_e=2\times 10^6\text{J}/\text{cm}^3$ 相应的电场强度大小 $E=$ _____.

3. 一平行板电容器两极板间电压为 U ,其间充满相对介电常数为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质,电介质厚度为 d , 则电介质中的电场能量密度 $w=$ _____.

三. 计算题

1. 一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成, 内外圆筒半径分别为 $R_1=2\text{cm}$, $R_2=5\text{cm}$, 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 $U=32\text{V}$ 的电源上(如图 7.2 所示为其横截面), 试求距离轴线 $R=3.5\text{cm}$ 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差.

2. 假想从无限远处陆续移来微电荷使一半径为 R 的导体球带电.

(1) 球上已带电荷 q 时, 再将一个电荷元 dq 从无限远处移到球上的过程中, 外力作多少功?

(2) 使球上电荷从零开始加到 Q 的过程中, 外力共作多少功?

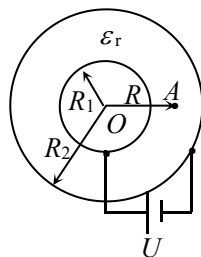


图 7.2

练习八 静电场习题课

一. 选择题

1. 真空中有一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量都相等, 则它们的静电能之间的关系是

- (A) 均匀带电球体产生电场的静电能等于均匀带电球面产生电场的静电能.
- (B) 均匀带电球体产生电场的静电能大于均匀带电球面产生电场的静电能.
- (C) 均匀带电球体产生电场的静电能小于均匀带电球面产生电场的静电能.
- (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.

2. 如图 8.1 所示, 一厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板, 电荷面密度为 σ , 则板的两侧离板面距离均为 h 的两点 a 、 b 之间的电势差为:

- (A) 零.
- (B) $\sigma/2\varepsilon_0$
- (C) $\sigma h/\varepsilon_0$.
- (D) $2\sigma h/\varepsilon_0$.

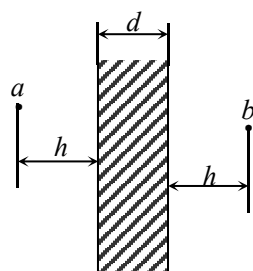


图 8.1

3. 如图 8.2 所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其电荷线密度为 λ , 在它外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与地连接, 设地的电势为零, 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分别为:

- (A) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{a}{r}$.
- (B) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{b}{a}$.
- (C) $E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{b}{r}$.
- (D) $E=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{b}{a}$.

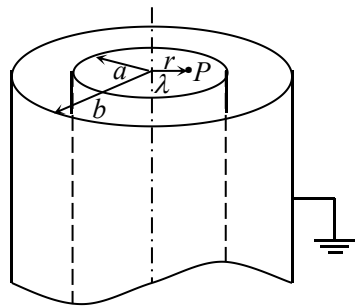


图 8.2

4. 质量均为 m , 相距为 r_1 的两个电子, 由静止开始在电力作用下 (忽略重力作用) 运动至相距为 r_2 , 此时每一个电子的速率为

- (A) $\frac{2e}{4\pi\varepsilon_0 m} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$.
- (B) $\sqrt{\frac{2e}{4\pi\varepsilon_0 m} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)}$.
- (C) $e \sqrt{\frac{2}{4\pi\varepsilon_0 m} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)}$.

(D) $e\sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0 m}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)}.$

5. 如图 8.3 所示, 在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面, 其上分别均匀地带有电量 $+q$ 和 $-3q$, 今将一电量为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放, 则该粒子到达外球面时的动能为:

(A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}.$

(B) $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}.$

(C) $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}.$

(D) $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}.$

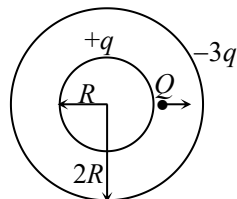


图 8.3

二. 填空题

1. 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$, 以导线中点 O 为球心, R 为半径 ($R > d/2$) 作一球面, 如图 8.4 所示, 则通过该球面的电场强度通量为_____, 带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为_____, 方向_____.

2. 一空气平行板容器, 两板相距为 d , 与一电池连接时两板之间相互作用力的大小为 F , 在与电池保持连接的情况下, 将两板距离拉开到 $2d$, 则两板之间的相互作用力的大小是_____.

3. 图 8.5 所示为某电荷系形成电场中电力线示意图, 已知 A 点处有电量 Q 的点电荷, 则从电力线可判断 B 处存在一个_____ (填正、负) 的点电荷; 其电量 $|q|$ _____ (填 $>$, $<$, $=$) Q .

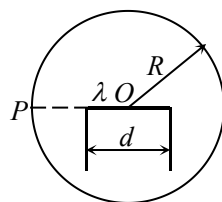


图 8.4

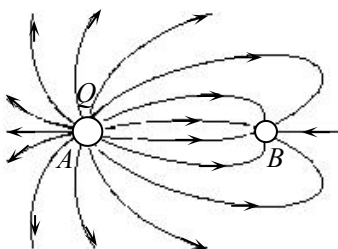


图 8.5

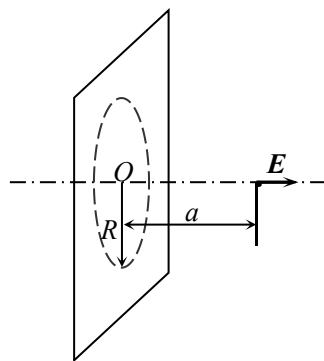


图 8.6

三. 计算题

1. 如图 8.6 所示, 一电荷面密度为 σ 的“无限大”平面, 在距平面 a 米远处一点的场强大小

的一半是由平面上一半径为 R 的圆面范围内电荷所产生的, 试求该圆半径的大小

2. 两平行的无限长半径均为 r_0 的圆柱形导线相距为 d ($d \gg r_0$), 求单位长度的此两导线间的电容.

练习九 毕奥—萨伐尔定律

一. 选择题

1. 关于试验线圈,以下说法**正确**的是

(A) 试验线圈是电流极小的线圈.

(B) 试验线圈是线圈所围面积极小的线圈.

(C) 试验线圈是电流足够小,以至于它不影响产生原磁场的电流分布,从而不影响原磁场;同时线圈所围面积足够小,以至于它所处的位置真正代表一点的线圈.

(D) 试验线圈是电流极小,线圈所围面积极小的线圈.

2. 关于平面线圈的磁矩,以下说法**错误**的是

(A) 平面线圈的磁矩是一标量,其大小为 $P_m = IS$;

(B) 平面线圈的磁矩 $P_m = Isn$. 其中 I 为线圈的电流, S 为线圈的所围面积, n 为线圈平面的法向单位矢量,它与电流 I 成右手螺旋;

(C) 平面线圈的磁矩 P_m 是一个矢量,其大小为 $P_m = IS$,其方向与电流 I 成右手螺旋;

(D) 单匝平面线圈的磁矩为 $P_m = Isn$, N 匝面积相同且紧缠在一起的平面线圈的磁矩为 $P_m = NISn$;

3. 用试验线圈在磁场中所受磁力矩定义磁感应强度 B 时,得空间某处磁感应强度大小的定义式为 $B = M_{\max}/p_m$,其中 p_m 为试验线圈的磁矩, $M_{\max}$ 为试验线圈在该处所受的最大磁力矩.故可以说

(A) 空间某处磁感应强度的大小只与试验线圈在该处所受最大磁力矩 $M_{\max}$ 成正比. $M_{\max}$ 越大,该处磁感应强度 B 越大.

(B) 空间某处磁感应强度的大小只与试验线圈的磁矩 p_m 成反比. p_m 越大,该处磁感应强度 B 越小.

(C) 空间某处磁感应强度的大小既与试验线圈在该处所受的最大磁力矩 $M_{\max}$ 成正比,又与试验线圈的磁矩 p_m 成反比.

(D) 空间某处磁感应强度时磁场本身所固有的,不以试验线圈的磁矩 p_m 和试验线圈在该处所受最大磁力矩 $M_{\max}$ 为转移.

4. 两无限长载流导线,如图 9.1 放置,则坐标原点的磁感应强度的大小和方向分别为:

(A) $\sqrt{2} \mu_0 I / (2 \pi a)$, 在 yz 面内,与 y 成 45° 角.

(B) $\sqrt{2} \mu_0 I / (2 \pi a)$, 在 yz 面内,与 y 成 135° 角.

(C) $\sqrt{2} \mu_0 I / (2 \pi a)$, 在 xy 面内,与 x 成 45° 角.

(D) $\sqrt{2} \mu_0 I / (2 \pi a)$, 在 zx 面内,与 z 成 45° 角.

5. 用试验线圈在磁场中所受磁力矩定义磁感应强度 B 时,空间某处磁感应强度的方向为

(A) 试验线圈磁矩 P_m 的方向.

(B) 试验线圈在该处所受最大磁力矩 $M_{\max}$ 时,磁力矩 M 的方向.

(C) 试验线圈在该处所受最大磁力矩 $M_{\max}$ 时,试验线圈磁矩 P_m 的方向.

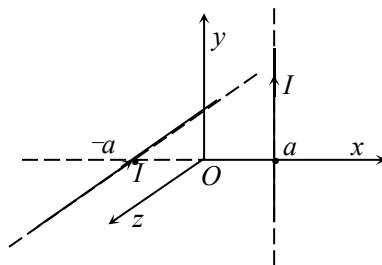


图 9.1

(D) 试验线圈在该处所受磁力矩为零时,试验线圈磁矩 $\boldsymbol{P}_m$ 的方向.

(E) 试验线圈在该处所受磁力矩为零且处于稳定平衡时,试验线圈磁矩 $\boldsymbol{P}_m$ 的方向.

二. 填空题

1. 对于位于坐标原点,方向沿 x 轴正向的电流元 $I\mathrm{d}l$,它在 x 轴上 a 点, y 轴上 b 点, z 轴上 c 点(a, b, c 距原点 O 均为 r)产生磁感应强度的大小分别为 B_a _____,
 B_b _____, B_c _____.

2. 宽为 a , 厚度可以忽略不计的无限长扁平载流金属片,如图 9.2 所示,中心轴线上方一点 P 的磁感应强度的方向沿_____(填 x ,或 y ,或 z)轴_____(填正,或负)方向.

3. 氢原子中的电子,以速度 v 在半径 r 的圆周上作匀速圆周运动,它等效于一圆电流,其电流 I 用 v 、 r 、 e (电子电量)表示的关系式为 $I =$ _____,此圆电流在中心产生的磁场为 $B =$ _____, 它的磁矩为 $p_m =$ _____.

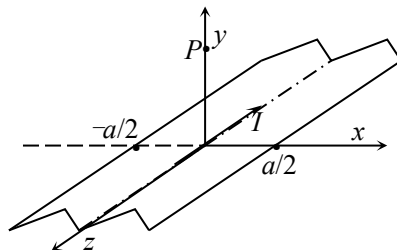


图 9.2

三. 计算题

1. 如图 9.3,真空中稳恒电流 $2I$ 从正无穷远沿 z 轴流入直导线,再沿 z 轴负向沿另一直导线流向无穷远,中间流过两个半径分别为 R_1 、 R_2 ,且相互垂直的同心半圆形导线,两半圆导线间由沿直径的直导线连接.两支路电流均为 I .求圆心 O 的磁感应强度 $\boldsymbol{B}$ 的大小和方向.

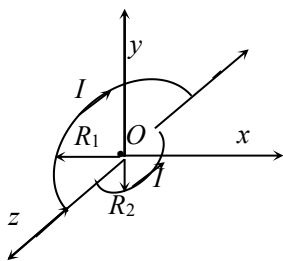


图 9.3

2. 如图 9.4, 将一导线由内向外密绕成内半径为 R_1 , 外半径为 R_2 的园形平面线圈, 共有 N 匝, 设电流为 I , 求此园形平面载流线圈在中心 O 处产生的磁感应强度的大小.

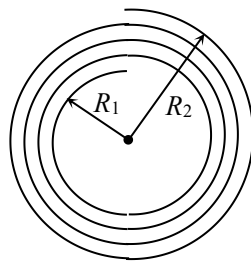


图 9.4

练习十 毕奥—萨伐尔定律(续) 磁通量 磁场中的高斯定理

一. 选择题

1. 电流元 $I\mathrm{d}l$ 位于直角坐标系原点, 电流沿 z 轴正方向,空间点 $P(x, y, z)$ 磁感应强度 $\mathrm{d}\boldsymbol{B}$ 沿 x 轴的分量是:

- (A) 0.
- (B) $-(\mu_0/4\pi)I y \mathrm{d}l / (x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$.
- (C) $-(\mu_0/4\pi)I x \mathrm{d}l / (x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}$.
- (D) $-(\mu_0/4\pi)I y \mathrm{d}l / (x^2 + y^2 + z^2)$.

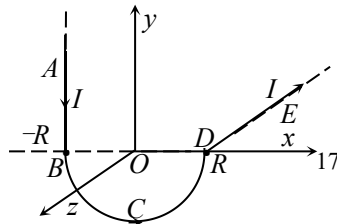


图 10.1

2. 无限长载流导线, 弯成如图 10.1 所示的形状, 其中 $ABCD$ 段在 xOy 平面内, BCD 弧是半径为 R 的半圆弧, DE 段平行于 Oz 轴, 则圆心处的磁感应强度为

- (A) $\mathbf{j} \mu_0 I / (4 \pi R) + \mathbf{k} [\mu_0 I / (4 \pi R) - \mu_0 I / (4R)]$.
 (B) $\mathbf{j} \mu_0 I / (4 \pi R) - \mathbf{k} [\mu_0 I / (4 \pi R) + \mu_0 I / (4R)]$.
 (C) $\mathbf{j} \mu_0 I / (4 \pi R) + \mathbf{k} [\mu_0 I / (4 \pi R) + \mu_0 I / (4R)]$.
 (D) $\mathbf{j} \mu_0 I / (4 \pi R) - \mathbf{k} [\mu_0 I / (4 \pi R) - \mu_0 I / (4R)]$.

3. 长直导线 1 沿垂直 bc 边方向经 a 点流入一电阻均匀分布的正三角形线框, 再由 b 点沿垂直 ac 边方向流出, 经长直导线 2 返回电源 (如图 10.2), 若载流直导线 1、2 和三角形框在框中心 O 点产生的磁感应强度分别用 $\mathbf{B}_1$ 、 $\mathbf{B}_2$ 和 $\mathbf{B}_3$ 表示, 则 O 点的磁感应强度大小

- (A) $B = 0$, 因为 $B_1 = B_2 = B_3 = 0$.
 (B) $B = 0$, 因为虽然 $B_1 \neq 0, B_2 \neq 0$, 但 $\mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 = 0, \mathbf{B}_3 = 0$.
 (C) $B \neq 0$, 因为虽然 $B_3 = 0$, 但 $\mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 \neq 0$.
 (D) $B \neq 0$, 因为虽然 $\mathbf{B}_1 + \mathbf{B}_2 = 0$, 但 $B_3 \neq 0$.

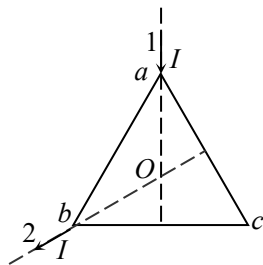


图 10.2

4. 在磁感应强度为 $\mathbf{B}$ 的匀强磁场中, 有一如图 10.3 所示的三棱柱, 取表面的法线均向外, 设过面 $AA'CO$, 面 $B'BOC$, 面 $AA'B'B$ 的磁通量为 Φ_{m1} , Φ_{m2} , Φ_{m3} , 则

- (A) $\Phi_{m1} = 0, \Phi_{m2} = Ebc, \Phi_{m3} = -Ebc$.
 (B) $\Phi_{m1} = -Eac, \Phi_{m2} = 0, \Phi_{m3} = Eac$.
 (C) $\Phi_{m1} = -Eac, \Phi_{m2} = -Ec\sqrt{a^2 + b^2}, \Phi_{m3} = -Ebc$.
 (D) $\Phi_{m1} = Eac, \Phi_{m2} = Ec\sqrt{a^2 + b^2}, \Phi_{m3} = Ebc$.

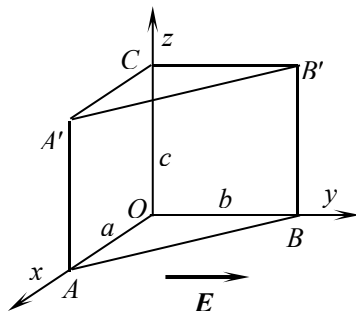


图 10.3

5. 如图 10.4 所示, xy 平面内有两相距为 L 的无限长直载流导线, 电流的大小相等, 方向相同且平行于 x 轴, 距坐标原点均为 a , Z 轴上有一点 P 距两电流均为 $2a$, 则 P 点的磁感应强度 B

- (A) 大小为 $\sqrt{3} \mu_0 I / (4 \pi a)$, 方向沿 z 轴正向.
 (B) 大小为 $\mu_0 I / (4 \pi a)$, 方向沿 z 轴正向.
 (C) 大小为 $\sqrt{3} \mu_0 I / (4 \pi a)$, 方向沿 y 轴正向.
 (D) 大小为 $\sqrt{3} \mu_0 I / (4 \pi a)$, 方向沿 y 轴负向.

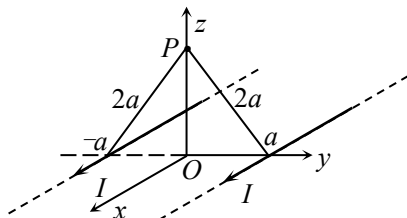


图 10.4

二. 填空题

1. 一带正电荷 q 的粒子以速率 v 从 x 负方向飞过来向 x 正方向飞去, 当它经过坐标原点时, 在 x 轴上的 x_0 点处的磁感应强度矢量表达式为 $\mathbf{B} = \underline{\hspace{2cm}}$, 在 y 轴上的 y_0 处的磁感应强度矢量表达式为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

2. 如图 10.5 真空中稳恒电流 I 流过两个半径分别为 R_1 、 R_2 的共面同心半圆形导线, 两半圆导线间由沿直径的直导线连接, 电流沿直导线流入流出, 则圆心 O 点磁感应强度 $\mathbf{B}_0$ 的大小

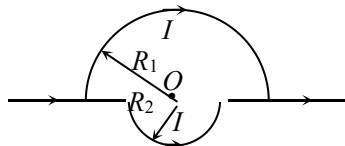


图 10.5

为_____，方向为_____；

3. 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10.6),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 点处的磁感应强度的大小 $B =$ _____.

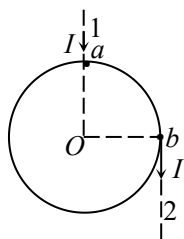


图 10.6

三. 计算题

1. 一半径 $R = 1.0\text{cm}$ 的无限长1/4圆柱面形金属片,沿轴向通有电流 $I = 10.0\text{A}$ 的电流,设电流在金属片上均匀分布,试求圆柱轴线上任意一点 P 的磁感应强度.

2. 如图10.7,无限长直导线载有电流 I ,旁边有一与之共面的长方形平面,长为 a ,宽为 b ,近边距电流 I 为 c ,求过此面的磁通量.

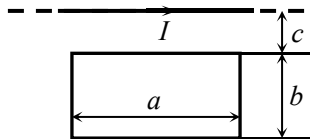


图 10.7

练习十一 安培环路定律

一. 选择题

1. 如图11.1所示,有两根无限长直载流导线平行放置,电流分别为 I_1 和 I_2 , L 是空间一闭合曲线, I_1 在 L 内, I_2 在 L 外, P 是 L 上的一点,今将 I_2 在 L 外向 I_1 移近时,则有

- (A) $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 与 B_P 同时改变.
- (B) $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 与 B_P 都不改变.
- (C) $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 不变, B_P 改变.
- (D) $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 改变, B_P 不变.

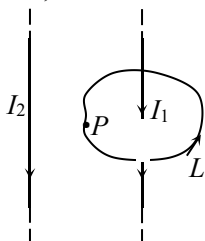


图 11.1

2. 如图11.2,一环形电流 I 和一回路 L ,则积分 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 应等于

- (A) 0.
- (B) $2I$.
- (C) $-2\mu_0 I$.
- (D) $2\mu_0 I$.

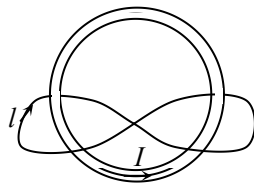


图 11.2

3. 对于某一回路 L ,积分 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I \neq 0$,则可以肯定

- (A) 回路上有些点的 $\mathbf{B}$ 可能为零,有些可能不为零,或所有点可能全不为零.
- (B) 回路上所有点的 $\mathbf{B}$ 一定不为零.
- (C) 回路上有些点的 $\mathbf{B}$ 一定为零.
- (D) 回路上所有点的 $\mathbf{B}$ 可能都为零.

4. 载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 和 b , 电流在导体截面上均匀分布, 则空间各点的 $B-r$ 曲线应为图 11.3 中的哪一图

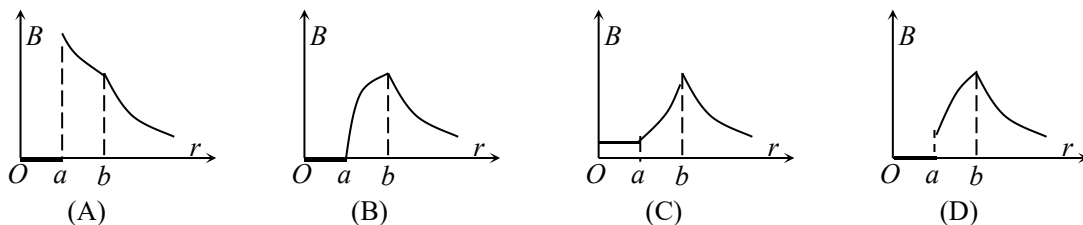


图 11.3

5. 对于某一回路 l , 积分 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 等于零, 则可以断定

- (A) 回路 l 内一定有电流.
- (B) 回路 l 内可能有电流.
- (C) 回路 l 内一定无电流.
- (D) 回路 l 内可能有电流, 但代数和为零.

二. 填空题

1. 长度为 L , 半径为 R 的有限长载流圆柱, 电流为 I , 能否用安培环路定律计算此电流产生的磁场, 答: _____. 设想此有限长载流圆柱与其它导线组成电流为 I 的闭合电路, 如以此圆柱轴线为心作一圆形回路 l , l 的半径为 r ($r < R$), 回路平面垂直电流轴线, 则积分 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 应等于 _____.

2. 如图 11.4 所示, 真空中有两圆形电流 I_1 和 I_2 和三个环路 L_1 L_2 L_3 , 则安培环路定律的表达式为 $\oint_{L_1} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$ _____,

$\oint_{L_2} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$ _____, $\oint_{L_3} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$ _____.

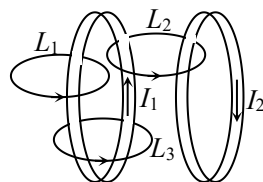


图 11.4

3. 电流 I_1 穿过一环路 l , 而电流 I_2 则在环路 l 的外面, 问环路 l 上各点的磁感应强度 $\mathbf{B}$ 与哪些电流有关. 答: 与电流 _____ 有关. 积分 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ 与哪些电流有关. 答: 与电流 _____ 有关.

三. 计算题

1. (1) 用安培环路定律求半径为 a 电流为 I 的无限长直均匀载流导线在空间任意一点 (该点距轴线为 r) 激发的磁场. (2) 如图 11.5 所示, 两条平行的半径为 a 的无限长直载流导线 A 、 B 相距为 d , 电流为 I . 点 P_1 、 P_2 、 P_3 分别距电流 A 的中心轴线为 x_1 、 x_2 、 x_3 , 它们与电流 A 、 B 的轴线共面, 求 P_1 、 P_2 、 P_3 各点处的磁感应强度的大小和方向.

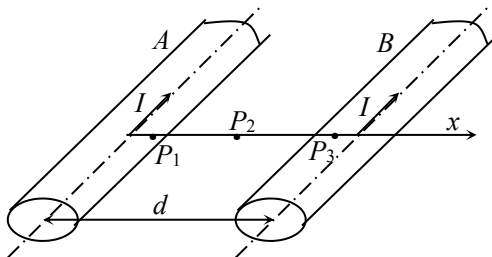


图 11.5

2. 图 11.6 所示是一根外半径为 R_1 的无限长圆柱形导体管的横截面, 管内空心部分的半径为 R_2 , 空心部分的轴与圆柱的轴相平行但不重

合, 两轴间的距离为 a , 且 $a > R_2$, 现有电流 I 沿导体管流动, 电流均匀分布在管的横截面上, 电流方向与管的轴线平行, 求 (1) 圆柱轴线上的磁感应强度的大小; (2) 空心部分轴线上的磁感应强度的大小;

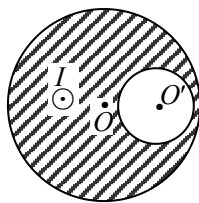


图 11.6

练习十二 安培力

一. 选择题

1. 在电流为 I_0 的无限长直载流导线旁有一段与之共面电流为 I 的直线导线 AC . 如图 12.1. 则导线 ab 受磁力方向向右, 其大小为

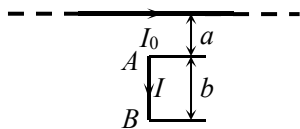


图 12.1

(A). $\mu_0 I_0 I b / (2\pi a)$.

(B) $\mu_0 I_0 I b / [2\pi(a+b)]$.

(C) $\mu_0 I_0 I b / [\pi(a+b)]$.

(D) $\frac{\mu_0 I_0 I}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a}$.

2. 在电流为 I_0 的无限长直载流导线旁有一段与之共面电流为 I 的矩形线圈. 如图 12.2. 则矩形线圈受磁力的大小为

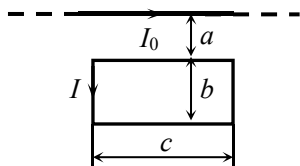


图 12.1

(A). $[\mu_0 I_0 I c / (2\pi)] (1/a - 1/b)$, 方向向上.

(B). $[\mu_0 I_0 I c / (2\pi)] [1/a - 1/(a+b)]$, 方向向下.

(C) $\frac{\mu_0 I_0 I}{2\pi} \left(\ln \frac{a+b}{c} \right)$, 方向向左.

(D) $\frac{\mu_0 I_0 I}{2\pi} \left(\ln \frac{c}{a+b} \right)$, 方向向右.

3. 如图 12.3 所示, 电流元 $I_1 d\mathbf{l}_1$ 和 $I_2 d\mathbf{l}_2$ 在同一平面内, 相距为 r , $I_1 d\mathbf{l}_1$ 与两电流元的连线 r 的夹角为 θ_1 , $I_2 d\mathbf{l}_2$ 与 r 的夹角为 θ_2 , 则 $I_2 d\mathbf{l}_2$ 受 $I_1 d\mathbf{l}_1$ 作用的安培力的大小为

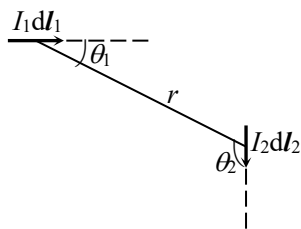


图 12.3

(A) $\mu_0 I_1 I_2 d l_1 d l_2 / (4 \pi r^2)$.

(B) $\mu_0 I_1 I_2 d l_1 d l_2 \sin \theta_1 \sin \theta_2 / (4 \pi r^2)$.

(C) $\mu_0 I_1 I_2 d l_1 d l_2 \sin \theta_1 / (4 \pi r^2)$.

(D) $\mu_0 I_1 I_2 d l_1 d l_2 \sin \theta_2 / (4 \pi r^2)$.

4. 如图 12.4, 将一导线密绕成内半径为 R_1 , 外半径为 R_2 的园形平面线圈, 导线截面直径为 d , 电流为 I , 则此线圈磁矩的大小为

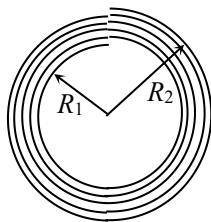


图 12.4

(A) $\pi(R_2^3 - R_1^3)I / (3d)$.

(B) $\pi(R_2^2 - R_1^2)I / (3d)$.

(C) $\pi(R_2^2 + R_1^2)I / (3d)$.

(D) $\pi(R_2^2 - R_1^2)I$.

5. 通有电流 I 的正方形线圈 $MNOP$, 边长为 a (如图 12.5), 放置在均匀磁场中, 已知磁感应强度 $\mathbf{B}$ 沿 Z 轴方向, 则线圈所受的磁力矩 $\mathbf{M}$ 为

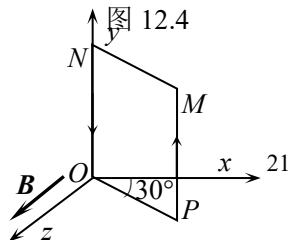


图 12.5

(A) $I a^2 B$, 沿 y 负方向.

- (B) $Ia^2 B/2$, 沿 z 方向.
 (C) $Ia^2 B$, 沿 y 方向 .
 (D) $Ia^2 B/2$, 沿 y 方向 .

二. 填空题

1. 如图 12.6 所示,在真空中有一半径为 a 的 $3/4$ 圆弧形的导线,其中通以稳恒电流 I ,导线置于均匀外磁场 $\mathbf{B}$ 中,且 $\mathbf{B}$ 与导线所在平面垂直,则该圆弧载流导线 bc 所受的磁力大小为_____.

2. 平面线圈的磁矩 $\mathbf{P}_m = I S \mathbf{n}$, 其中 S 是电流为 I 的平面线圈的_____, $\mathbf{n}$ 是线圈的_____; 按右手螺旋法则, 当四指的方向代表_____方向时, 大姆指方向代表_____方向.

3. 一矩形闭合线圈, 长 $a = 0.3\text{m}$, 宽 $b = 0.2\text{m}$ 通过电流 $I = 5\text{A}$, 放在均匀磁场中. 磁场方向与线圈平面平行, 如图 12.7 所示. 磁感应强度 $B = 0.5\text{T}$. 则线圈所受到磁力矩为_____. 若此线圈受磁力矩的作用从上述位置转到线圈平面与磁场方向成 30° 的位置, 则此过程中磁力矩做功为_____.

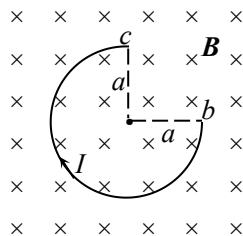


图 12.6

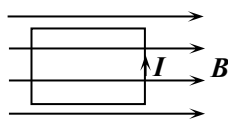


图 12.7

三. 计算题

1. 一个半径为 R 、带电量为 Q 的均匀带电圆盘以角速度 ω 绕过圆心且垂直盘面的轴线 AA' 旋转, 今将其放入磁感应强度为 $\mathbf{B}$ 的均匀外磁场中, $\mathbf{B}$ 的方向垂直于轴线 AA' , 如图 12.8 所示. 求圆盘所受磁力矩的大小和方向.

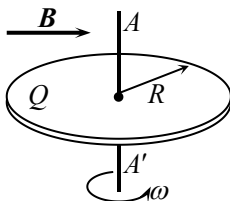


图 12.8

2. 如图 12.9 所示, 水平面内有一圆形导体轨道, 匀强磁场 $\mathbf{B}$ 的方向与水平面垂直, 一金属杆 OM (质量为 m) 可在轨道上绕 O 运转, 轨道半径为 a . 若金属杆与轨道的摩擦力正比于 M 点的速度, 比例系数为 k , 试求

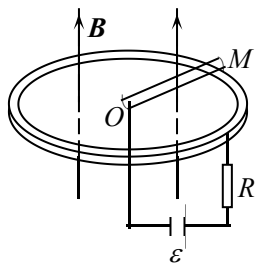


图 12.9

(1) 若保持回路中的电流不变, 开始时金属杆处于静止, 则 t 时刻金属杆的角速度 ω 等于多少? (2) 为使金属杆不动, 在 M 点应加多少的切向力.

练习十三 洛伦兹力

一. 选择题

1. 一个动量为 p 电子, 沿图 13.1 所示的方向入射并能穿过一个宽度为 D 、磁感应强度为 $\mathbf{B}$ (方向垂直纸面向外) 的均匀磁场区域, 则该电子出射方向和入射方向间的夹角为

- (A) $\alpha = \arccos(eBD/p)$.

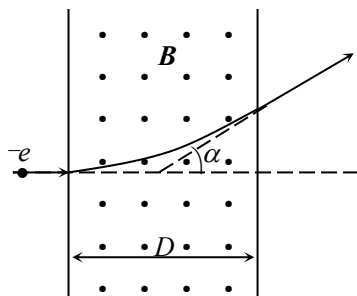


图 13.1

(B) $\alpha = \arcsin(eBD/p)$.

(C) $\alpha = \arcsin[BD/(ep)]$.

(D) $\alpha = \arccos[BD/(ep)]$.

2. 一运动电荷 q , 质量为 m , 以初速 v_0 进入均匀磁场中, 若 v_0 与磁场方向的夹角为 α , 则

(A) 其动能改变, 动量不变.

(B) 其动能和动量都改变.

(C) 其动能不变, 动量改变.

(D) 其动能、动量都不变.

3. 一均匀磁场, 其磁感应强度方向垂直于纸面, 两带电粒子在该磁场中的运动轨迹如图 13.2 所示, 则

(A) 两粒子的电荷必然同号.

(B) 粒子的电荷可以同号也可以异号.

(C) 两粒子的动量大小必然不同.

(D) 两粒子的运动周期必然不同.

4. 两个电子 a 和 b 同时由电子枪射出, 垂直进入均匀磁场, 速率分别为 v 和 $2v$, 经磁场偏转后, 它们是

(A) a 、 b 同时回到出发点.

(B) a 、 b 都不会回到出发点.

(C) a 先回到出发点.

(D) b 先回到出发点.

5. 如图 13.3 所示两个比荷 (q/m) 相同的带异号电荷的粒子, 以不同的初速度 v_1 和 v_2 ($v_1 > v_2$) 射入匀强磁场 B 中, 设 T_1 、 T_2 分别为两粒子作圆周运动的周期, 则以下结论正确的是:

(A) $T_1 = T_2$, q_1 和 q_2 都向顺时针方向旋转;

(B) $T_1 = T_2$, q_1 和 q_2 都向逆时针方向旋转;

(C) $T_1 \neq T_2$, q_1 向顺时针方向旋转, q_2 向逆时针方向旋转;

(D) $T_1 = T_2$, q_1 向顺时针方向旋转, q_2 向逆时针方向旋转;

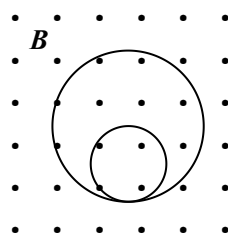


图 13.2

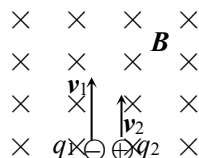


图 13.3

二. 填空题

1. 一电子在 $B = 2 \times 10^{-3} \text{ T}$ 的磁场中沿半径为 $R = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、螺距为 $h = 5.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的螺旋运动, 如图 13.4 所示, 则磁场的方向_____, 电子速度大小为_____.

2. 磁场中某点处的磁感应强度 $B = 0.40i - 0.20j$ (T), 一电子以速度 $v = 0.50 \times 10^6 i + 1.0 \times 10^6 j$ (m/s) 通过该点, 则作用于该电子上的磁场力 $F =$ _____.

3. 在匀强磁场中, 电子以速率 $v = 8.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 作半径 $R = 0.5 \text{ cm}$ 的圆周运动. 则磁场的磁感应强度的大小 $B =$ _____.

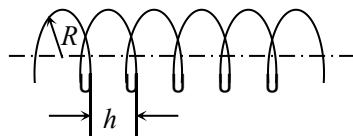


图 13.4

三. 计算题

1. 在霍尔效应实验中, 宽 1.0cm , 长 4.0cm , 厚 $1.0\times 10^{-3}\text{cm}$ 的导体, 沿长度方向载有 3.0A 的电流, 此导体片放在与其垂直的匀强磁场($B=1.5\text{T}$)中, 产生 $1.0\times 10^{-5}\text{V}$ 的横向电压, 试由这些数据求: (1) 载流子的漂移速度; (2) 每立方厘米的载流子数目; (3) 假设载流子是电子, 试就此题作图, 画出电流方向、磁场方向及霍尔电压的极性。

2. 如图 13.5 所示, 有一电子以初速度 v_0 沿与均匀磁场 B 成 α 角度的方向射入磁场空间. 试证明当图中的距离

$$L=2\pi m_e n v_0 \cos \alpha / (eB)$$

时, (其中 m_e 为电子质量, e 为电子电量的绝对值, $n=1, 2, \dots$), 电子经过一段飞行后恰好打在图中的 O 点.

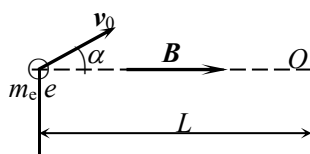


图 13.5

练习十四 静磁场中的磁介质

一. 选择题

1. 磁介质的三种, 用相对磁导率 μ_r 表征它们各自的特性时

(A) 顺磁质 $\mu_r > 0$, 抗磁质 $\mu_r < 0$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.

(B) 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r = 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.

(C) 顺磁质 $\mu_r > 1$, 抗磁质 $\mu_r < 1$, 铁磁质 $\mu_r \gg 1$.

(D) 顺磁质 $\mu_r > 0$, 抗磁质 $\mu_r < 0$, 铁磁质 $\mu_r > 1$.

2. 公式 (1) $\mathbf{H} = \mathbf{B}/\mu_0 - \mathbf{M}$, (2) $\mathbf{M} = \chi_m \mathbf{H}$ 和 (3) $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$ 的运用范围是

(A) 它们都适用于任何磁介质.

(B) 它们都只适用于各向同性磁介质.

(C) (1) 式适用于任何介质, (2) 式和 (3) 式只适用于各向同性介质.

(D) 它们都只适用于各向异性介质.

3. 磁化强度 $\mathbf{M}$

(A) 只与磁化电流产生的磁场有关.

(B) 与外磁场和磁化电流产生的场有关.

(C) 只与外磁场有关.

(D) 只与介质本身的性质有关, 与磁场无关.

4. 关于环路 l 上的 $\mathbf{H}$ 及对环路 l 的积分 $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$, 以下说法正确的是

(A) $\mathbf{H}$ 与整个磁场空间的传导电流, 磁化电流有关, 而 $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$ 只与环路 l 内传导电流有关;

(B) $\mathbf{H}$ 与 $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$ 都只与环路内的传导电流有关;

(C) $\mathbf{H}$ 与 $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$ 都与整个磁场空间内的所有传导电流有关;

(D) $\mathbf{H}$ 与 $\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$ 都与空间内的传导电流和磁化电流有关.

5. 以下说法中正确的是

- (A) 若闭曲线 L 内没有包围传导电流, 则曲线 L 上各点的 H 必等于零;
 (B) 对于抗磁质, B 与 H 一定同向;
 (C) H 仅与传导电流有关;
 (D) 闭曲线 L 上各点 H 为零, 则该曲线所包围的传导电流的代数和必为零.

二. 填空题

1. 如图 14.1 所示的两种不同铁磁质的磁滞回线中, 适合制造永久磁铁的是磁介质_____, 适合制造变压器铁芯的是磁介质_____.

2. 一个绕有 500 匝导线的平均周长 50cm 的细环, 载有 0.3A 电流时, 铁芯的相对磁导率为 600

- (1) 铁芯中的磁感应强度 B 为_____;
 (2) 铁芯中的磁场强度 H 为_____.

3. 图 14.2 中为三种不同的磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线, 其中虚线表示的是 $B = \mu_0 H$ 的关系, 说明 a 、 b 、 c 各代表哪一类磁介质的 $B \sim H$ 关系曲线:

- a 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线;
 b 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线;
 c 代表_____的 $B \sim H$ 关系曲线.

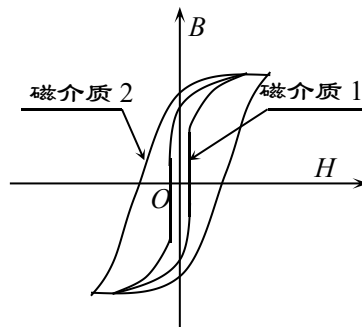


图 14.1

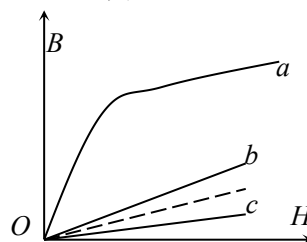


图 14.2

三. 计算题

1. 一铁环中心线周长 $L = 30\text{cm}$, 横截面 $S = 1.0\text{cm}^2$, 环上紧密地绕有 $N = 300$ 匝的线圈, 当导线中电流 $I = 32\text{mA}$ 时, 通过环截面的磁通量 $\Phi = 2.0 \times 10^{-6} \text{Wb}$, 试求铁芯的磁化率 χ_m .

2. 一根无限长同轴电缆由半径为 R_1 的长导线和套在它外面的内半径为 R_2 、外半径为 R_3 的同轴导体圆筒组成, 中间充满磁导率为 μ 的各向同性均匀非铁磁绝缘材料, 如图 14.3, 传导电流 I 沿导线向右流去, 由圆筒向左流回, 在它们的截面上电流都是均匀分布的, 求同轴线内外的磁感应强度大小的分布.

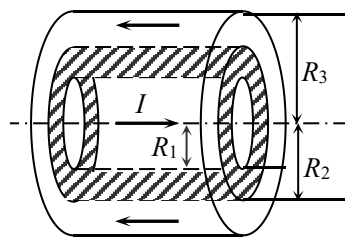


图 14.3

练习十五 静磁场习题课

一. 选择题

1. 如果我们想让一质子在地磁场中一直沿着赤道运动, 我们发射该质子的速度方向应是
 (A) 平行赤道向东.
 (B) 平行赤道向西.
 (C) 垂直赤道向北.

(D) 垂直赤道向南.

(E) 垂直赤道向上.

(F) 垂直赤道向下.

2. 在磁场方向和导体中电流方向不变的条件下

(A) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)无关, 产生霍尔电压的正负与载流子的种类有关.

(B) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)无关, 产生霍尔电压的正负与载流子的种类无关.

(C) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)有关, 产生霍尔电压的正负与载流子的种类无关.

(D) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)有关, 产生霍尔电压的正负与载流子的种类有关.

3. 在磁场方向和导体中电流方向不变的条件下

(A) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)无关, 导线所受的安培力的方向与载流子的种类有关.

(B) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)有关, 导线所受的安培力的方向与载流子的种类有关.

(C) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)无关, 导线所受的安培力的方向与载流子的种类无关.

(D) 导体中的载流子所受磁场力的方向与载流子的种类(正负)有关, 导线所受的安培力的方向与载流子的种类无关.

4. 无限长直电流产生磁场的公式为 $B = \mu_0 I / (2 \pi r)$, 以下说法正确的是

(A) 此公式中只要求导线为直导线;

(B) 此公式中只要求导线为无限长, 且截面必须为圆形;

(C) 当 $r = 0$ 时, 此公式不适用, 因为磁感强度 B 为无限大;

(D) 当 $r = 0$ 时, 此公式不适用, 因为此时场点到导线的距离不是远大于导线的截面尺寸, 导线不能看成无限细.

5. 安培环路定律 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I$ 中的电流 I

(A) 必须穿过回路 l 所围成的曲面, 且必须为无限长的直线.

(B) 必须穿过回路 l 所围成的曲面, 但可以有限长的直线.

(C) 不必穿过回路 l 所围成的曲面, 但必须闭合.

(D) 必须穿过回路 l 所围成的曲面, 且必须闭合.

二. 填空题

1. 在氢原子中, 若视电子(质量为 m , 电量为 $-e$) 绕质子作半径为 r , 角速度为 ω 的匀速圆周运动, 那么, 电子作匀速圆周运动所等效的环形电流 $I =$ _____; 电子的轨道磁矩为 $P_m =$ _____.

2. 图 15.1 示为磁场中的通电薄金属板, 当磁感强度 $\mathbf{B}$ 沿 x 轴负向, 电流 I 沿 y 正向时, 则金属板中对应于霍尔电场的电场强度 $\mathbf{E}_H$ 的方向沿_____.

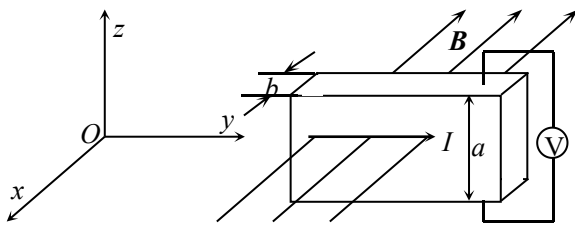


图 15.1

3. 如图 15.2, 均匀磁场中放一均匀带正电荷的圆环, 其电荷线密度为 λ , 圆环可绕与环面垂直的轴旋转, 当圆环以角速度 ω 转动时, 圆环受到的磁力矩的大小为_____, 其方向为_____.

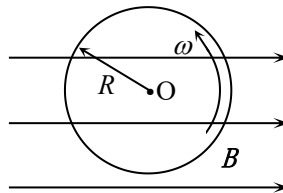


图 15.2

三. 计算题

1. 有一根质量为 m 的倒 U 形导线, 两端浸没在水银槽中, 导线的上段 l 处于均匀磁场 $\mathbf{B}$ 中, 如图 15.3, 如果使一个电流脉冲, 即电量 $q = \int_{\Delta t} i dt$ 通过导线, 这导线就会跳起来, 假定电流脉冲的持续时间 Δt 同导线跳起来的时间 t 相比为非常小, 试由导线所达高度 h 计算电流脉冲的大小, 设 $B=0.1\text{T}$, $m=10 \times 10^{-3}\text{kg}$, $l=0.2\text{m}$, $h=0.3\text{m}$. (提示: 利用动量原理求冲量, 并找出 $\int_{\Delta t} i dt$ 与冲量 $\int_{\Delta t} F dt$ 的关系)

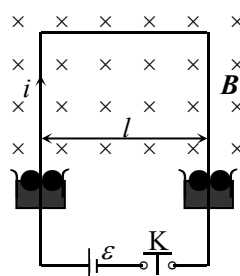


图 15.3

2. 如图 15.4 所示, 将一无限大均匀载流平面放入均匀磁场中, (设均匀磁场方向沿 Ox 轴正方向) 且其电流方向与磁场方向垂直指向纸内, 已知放入后平面两侧的总磁感应强度分别为 $\mathbf{B}_1$ 与 $\mathbf{B}_2$, 求:

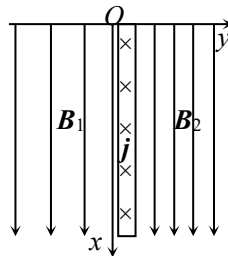


图 15.4

(1) 原磁场的磁感应强度 $\mathbf{B}_0$ 及此无限大均匀载流平面激发磁场的磁感应强度 $\mathbf{B}'$;

(2) 此无限大均匀载流平面的面电流的线密度 j ;

(3) 该载流平面上单位面积所受的磁场力大小及方向.

练习十六 电磁感应定律 动生电动势

一. 选择题

1. 在一线圈回路中, 规定满足如图 16.1 所示的旋转方向时, 电动势 ε , 磁通量 Φ 为正值. 若磁铁沿箭头方向进入线圈, 则有

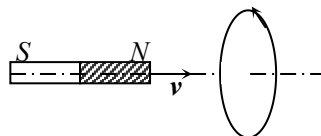


图 16.1

(A) $d\Phi/dt < 0$, $\varepsilon < 0$.

(B) $d\Phi/dt > 0$, $\varepsilon < 0$.

(C) $d\Phi/dt > 0$, $\varepsilon > 0$.

(D) $d\Phi/dt < 0$, $\varepsilon > 0$.

2. 一磁铁朝线圈运动, 如图 16.2 所示, 则线圈内的感应电

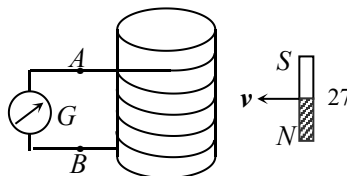


图 16.2

流的方向（以螺线管内流向为准）以及电表两端电位 U_A 和 U_B 的高低为：

(A) I 由 A 到 B , $U_A > U_B$.

(B) I 由 B 到 A , $U_A < U_B$.

(C) I 由 B 到 A , $U_A > U_B$.

(D) I 由 A 到 B , $U_A < U_B$.

3. 一长直螺线管，单位长度匝数为 n 电流为 I ，其中部放一面积为 A ，总匝数为 N ，电阻为 R 的测量线圈，如图 16.3 所示，开始时螺线管与测量线圈的轴线平行，若将测量线圈翻转 180° ，则通过测量线圈某导线截面上的电量 Δq 为

(A) $2\mu_0 n I N A / R$.

(B) $\mu_0 n I N A / R$.

(C) $\mu_0 N I A / R$.

(D) $\mu_0 n I A / R$.

4. 若尺寸相同的铁环与铜环所包围的面积中穿过相同变化率的磁通量，则在两环中

(A) 感应电动势不同，感应电流相同.

(B) 感应电动势相同，感应电流也相同.

(C) 感应电动势不同，感应电流也不同.

(D) 感应电动势相同，感应电流不同.

5. 如 16.4 图，当无限长直电流旁的边长为 l 的正方形回路 $abcd$ （回路与 I 共面且 bc 、 da 与 I 平行）以速率 v 向右运动时，则某时刻（此时 ad 距 I 为 r ）回路的感应电动势的大小及感应电流的流向是：

(A) $\varepsilon = \frac{\mu_0 I v l}{2\pi r}$ ，电流流向 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$.

(B) $\varepsilon = \frac{\mu_0 I v l}{2\pi r}$ ，电流流向 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$.

(C) $\varepsilon = \frac{\mu_0 I v l^2}{2\pi r(r+l)}$ ，电流流向 $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$.

(D) $\varepsilon = \frac{\mu_0 I v l^2}{2\pi r(r+l)}$ ，电流流向 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$.

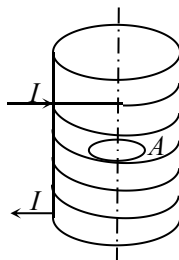


图 1.3

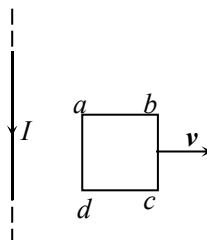


图 17.4

二. 填空题

1. 如图 16.5 所示，一光滑的金属导轨置于均匀磁场 B 中，导线 ab 长为 l ，可在导轨上平行移动，速度为 v ，则回路中的感应电动势 $\varepsilon =$ _____， U_a _____ U_b （填 $<$ 、 $=$ 、 $>$ ），回路中的电流 $I =$ _____，电阻 R 上消耗的功率 $P =$ _____.

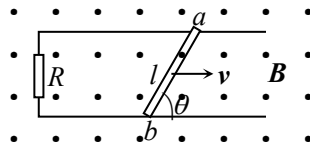


图 16.5

2. 如图 16.6 所示，长为 l 的导体棒 AC 在均匀磁场 B 中绕通过 D 点的轴 OO' 转动， AD 长为 $l/3$ ，则 $U_C - U_A =$ _____， U_A

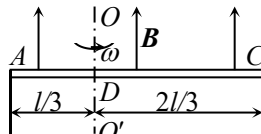


图 16.6

$-U_D =$ _____, $U_C - U_D =$ _____ . (当导体棒运动到如图所示的位置时, C 点的运动方向向里.)

3. 如图 16.7 所示, 直角三角形金属框 PQS 置于匀强磁场 B 中, B 平行于 PQ , 当金属框绕 PQ 以角速度 ω 转动时, PS 边感应电动势的大小 $\varepsilon'_i =$ _____, 方向 _____, 整个回路的感应电动势大小 $\varepsilon_i =$ _____ . (当金属框运动到如图所示的位置时, S 点的运动方向向里.)

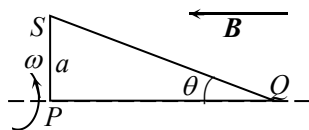


图 16.7

三. 计算题

1. 半径为 R 的四分之一圆弧导线位于均匀磁场 B 中, 圆弧的 A 端与圆心 O 的连线垂直于磁场, 今以 AO 为轴让圆弧 AC 以角速度 ω 旋转, 当转到如图 16.8 所示的位置时 (此时 C 点的运动方向向里), 求导线圆弧上的感应电动势.

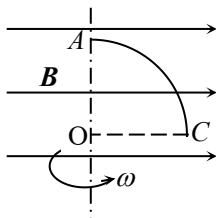


图 16.8

2. 有一很长的长方形的倒 U 形导轨, 宽为 l , 竖直放置, 裸导线 ab 可沿金属导轨 (电阻忽略) 无摩擦地下滑, 导轨位于磁感应强度 B 水平均匀磁场中, 如图 16.9 所示, 设导线 ab 的质量为 m , 它在电路中的电阻为 R , $abcd$ 形成回路, $t = 0$ 时, $v = 0$, 试求: 导线 ab 下滑的速度 v 与时间 t 的函数关系.

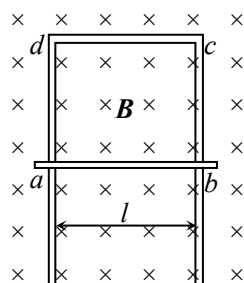


图 16.9

练习十七 感生电动势 涡流 自感

一. 选择题

1. 如图 17.1 所示, 均匀磁场被局限在无限长圆柱形空间内, 且成轴对称分布, 图为此磁场的截面, 磁场按 dB/dt 随时间变化, 圆柱体外一点 P 的感应电场 E_i 应

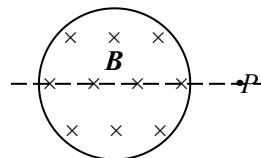


图 17.1

- (A) 等于零.
- (B) 不为零, 方向向上或向下.
- (C) 不为零, 方向向左或向右.
- (D) 不为零, 方向向内或向外.
- (E) 无法判定.

2. 在一铅直放置的足够长的铜管中, 有一条形磁铁从管口自有下落, 如铜管不动, 则条形磁铁的运动将

- (A) 作自由落体运动.
- (B) 先作加速运动, 当速度达到一定值后, 一直作匀速直线运动.
- (C) 先作加速运动, 次作匀速运动, 最后作减速运动.
- (D) 作加速度小于 g 的匀加速落体运动.

3. 一无限长直螺线管内放置两段与其轴垂直的直线导体, 如图 17.2 所示为此两段导体所处的螺线管截面, 其中 ab 段在直径上, cd 段在一条弦上, 当螺线管通电的瞬间 (电流方向如图) 则 ab 、 cd 两段导体中感生电动势的有无及导体两端电位高低情况为:

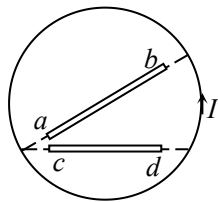


图 17.2

- (A) ab 中有感生电动势, cd 中无感生电动势, a 端电位高.
- (B) ab 中有感生电动势, cd 中无感生电动势, b 端电位高.
- (C) ab 中无感生电动势, cd 中有感生电动势, d 端电位高.
- (D) ab 中无感生电动势, cd 中有感生电动势, c 端电位高.

4. 把一铜板从一均匀磁场中拉出, 会在铜板中产生涡流. 在图 17.3 中定性地画出了三条涡流线 1、2、3, 则在铜板中实际存在地涡流是

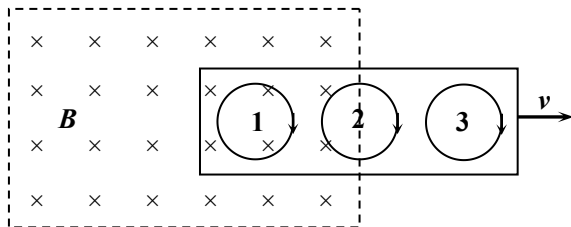


图 17.3

- (A) 1.
- (B) 3.
- (C) 2.
- (D) 1, 2.

5. 圆电流外有一闭合回路, 它们在同一平面内, ab 是回路上的两点, 如图 17.4 所示, 当圆电流 I 变化时, 闭合回路上的感应电动势及 a 、 b 两点的电位差分别为:

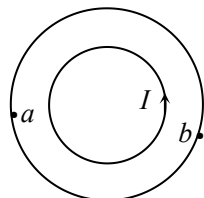


图 17.4

- (A) 闭合回路上有感应电动势, 但不能引入电势差的概念.
- (B) 闭合回路上有感应电动势, $U_a - U_b > 0$.
- (B) 闭合回路上有感应电动势, $U_a - U_b < 0$.
- (D) 闭合回路上无感应电动势, 无电位差.

二. 填空题

1. 单位长度匝数 $n=5000/\text{m}$, 截面 $S=2 \times 10^{-3} \text{m}^2$ 的螺绕环 (可看作细螺绕环) 套在一匝数为 $N=5$, 电阻 $R=2.0 \Omega$ 的线圈 A 内 (如图 17.5), 如使螺绕环内的电流 I 按每秒减少 20A 的速率变化, 则线圈 A 内产生的感应电动势为_____伏, 感应电流为_____安, 两秒内通过线圈 A 某一截面的感应电量为_____库伦.

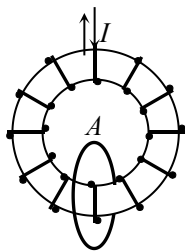


图 17.5

2. 产生动生电动势的非静电力是_____力, 产生感生电动势的非静电力是_____力.

3. 螺线管内放一个有 2000 匝的、直径为 2.5cm 的探测线圈, 线圈平面与螺线管轴线垂直, 线圈与外面的测电量的冲击电流计串联, 整个回路中的串联电阻为 1000Ω , 今让螺线管流过正向电流, 待稳定后突然将电流反向, 测得 $\Delta q = 2.5 \times 10^{-7} \text{C}$, 则探测线圈处的磁感应强度为_____.

三. 计算题

1. 截流长直导线与矩形回路 $ABCD$ 共面, 且导线平行于 AB ,

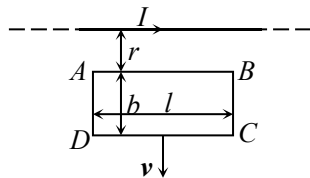


图 17.6

如图 17.6,求下列情况下 ABCD 中的感应电动势:

(1) 长直导线中电流恒定, 回路 ABCD 以垂直于导线的速度 v 远离导线运动;

(2) 长直导线中电流 $I = I_0 \sin \omega t$, ABCD 不动;

(3) 长直导线中电流 $I = I_0 \sin \omega t$, ABCD 以垂直于导线的速度 v 远离导线匀速运动.

2. 在半径为 R 的圆柱形空间中存在均匀磁场 B , B 的方向与轴线平行, 有一长为 l_0 的金属棒 AB, 置于该磁场中, 如图 17.7 所示, 当 dB/dt 以恒定值增长时, 用 $\varepsilon_i = \int_l \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{l}$ 求金属棒上的感应电动势, 并指出 A、B 点电位的高低.

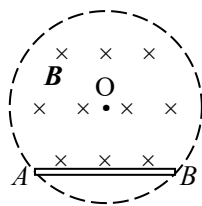


图 17.7

练习十八 自感 (续) 互感 磁场的能量

一. 选择题

1. 两个平面圆载流线圈相距不远, 如果要使其互感系数近似为零, 则应调整线圈的取向使

(A) 一个线圈平面平行于两圆心的连线, 另一个线圈平面垂直于两圆心的连线.

(B) 两线圈平面都平行于两圆心的连线.

(C) 两线圈平面都垂直于两圆心的连线.

(D) 两线圈中电流方向相反.

2. 细长螺线管的截面积为 2cm^2 , 线圈总匝数 $N=200$, 当通有 4A 电流时, 测得螺线管内的磁感应强度 $B=2\text{T}$, 忽略漏磁和两端的不均匀性, 则该螺线管的自感系数为:

(A) 40mH.

(B) 0.1 mH.

(C) 200H.

(D) 20 mH.

3. 一圆形线圈 C_1 有 N_1 匝, 线圈半径为 r , 将此线圈放在另一半径为 $R(R \gg r)$ 的圆形大线圈 C_2 的中心, 两者同轴, 大线圈有 N_2 匝, 则此二线圈的互感系数 M 为

(A) $\mu_0 N_1 N_2 \pi R/2$.

(B) $\mu_0 N_1 N_2 \pi R^2 / (2 r)$.

(C) $\mu_0 N_1 N_2 \pi r^2 / (2 R)$.

(D) $\mu_0 N_1 N_2 \pi r/2$.

4. 有两个长直密绕螺线管, 长度及线圈匝数均相同, 半径分别为 r_1 和 r_2 , 管内充满均匀介质, 其磁导率分别为 μ_1 和 μ_2 , 设 $r_1 : r_2 = 1 : 2$, $\mu_1 : \mu_2 = 2 : 1$, 当将两螺线管在各自的电路中通电稳定后的电流相等时, 其自感系数之比 $L_1 : L_2$ 与自感磁能之比 $W_{m1} : W_{m2}$ 分别为:

(A) $L_1 : L_2 = 1 : 1$, $W_{m1} : W_{m2} = 1 : 1$.

(B) $L_1 : L_2 = 1 : 2$, $W_{m1} : W_{m2} = 1 : 2$.

(C) $L_1 : L_2 = 1 : 2$, $W_{m1} : W_{m2} = 1 : 1$.

(D) $L_1 : L_2 = 2 : 1$, $W_{m1} : W_{m2} = 2 : 1$.

5. 用线圈的自感系数 L 来表示载流线圈磁场能量的公式 $W_m = LI^2/2$

- (A) 只适用于无限长密绕螺线管.
- (B) 只适用于单匝圆线圈.
- (C) 只适用于一个匝数很多, 且密绕的螺线环.
- (D) 适用于自感系数为 L 的任意线圈.

二. 填空题

2. 面积为 S 和 $2S$ 的两线圈 A 、 B , 如图 18.1 所示放置, 通有相同的电流 I , 线圈 A 的电流所产生的磁场通过线圈 B 的磁通量用 Φ_{BA} 表示, 线圈 B 的电流所产生的磁场通过线圈 A 的磁通量用 Φ_{AB} 表示, 则二者的关系为_____.

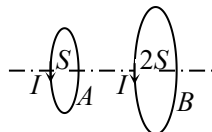


图 18.1

2. 自感为 0.25H 的线圈中, 当电流在 $(1/16)\text{s}$ 内由 2A 均匀减小到零时, 线圈中自感电动势的大小为_____.

3. 真空中两条相距 $2a$ 的平行长直导线, 通以方向相同, 大小相等的电流 I , O 、 P 两点与两导线在同一平面内, 与导线的距离如图 18.2 所示, 则 O 点的磁场能量密度 $w_{mO} = \underline{\hspace{2cm}}$, P 点的磁场能量密度 $w_{mP} = \underline{\hspace{2cm}}$.

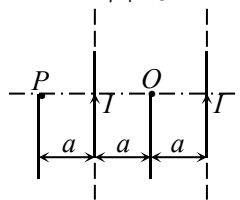
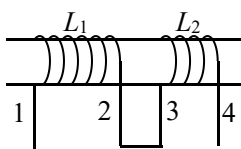


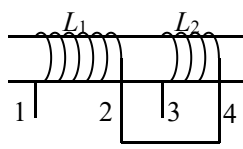
图 18.2

三. 计算题

1. 两线圈的自感系数分别为 L_1 和 L_2 , 它们之间的互感系数为 M . (1) 如将此二线圈顺串联, 如图 18.3①所示, 求 1、4 之间的自感系数; (2) 如将此二线圈反串联, 如图 18.3②所示, 求 1、3 之间的自感系数.



图①



图②

图 19.2

2. 一环形螺线管, 内外半径分别为 a 、 b , 高为 h , 共 N 匝, 截面为长方形, 试用能量法证明此螺线管的自感系数为

$$L = [\mu_0 N^2 h / (2\pi)] \ln(b/a) .$$

练习十九 麦克斯韦方程组 电磁波

一. 选择题

1. 设位移电流激发的磁场为 B_1 , 传导电流激发的磁场为 B_2 , 则有
 - (A) B_1 、 B_2 都是保守场.
 - (B) B_1 、 B_2 都是涡旋场.
 - (C) B_1 是保守场, B_2 是涡旋场.
 - (D) B_1 是涡旋场, B_2 是保守场.
2. 设位移电流与传导电流激发的磁场分别为 B_d 和 B_0 , 则有

(A) $\oiint_S \mathbf{B}_0 \cdot d\mathbf{S} = 0, \oiint_S \mathbf{B}_d \cdot d\mathbf{S} = 0.$

(B) $\oiint_S \mathbf{B}_0 \cdot d\mathbf{S} \neq 0, \oiint_S \mathbf{B}_d \cdot d\mathbf{S} \neq 0.$

(C) $\oiint_S \mathbf{B}_0 \cdot d\mathbf{S} = 0, \oiint_S \mathbf{B}_d \cdot d\mathbf{S} \neq 0.$

(D) $\oiint_S \mathbf{B}_0 \cdot d\mathbf{S} \neq 0, \oiint_S \mathbf{B}_d \cdot d\mathbf{S} = 0.$

3. 在某空间,有电荷激发的电场 $\mathbf{E}_0$,又有变化磁场激发的电场 $\mathbf{E}_i$,选一闭合回路 l ,则有

(A) 一定有 $\oint_l \mathbf{E}_0 \cdot d\mathbf{l} = 0, \oint_l \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{l} \neq 0.$

(B) 一定有 $\oint_l \mathbf{E}_0 \cdot d\mathbf{l} \neq 0, \oint_l \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{l} = 0.$

(C) 可能有 $\oint_l \mathbf{E}_0 \cdot d\mathbf{l} \neq 0$, 一定有 $\oint_l \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{l} \neq 0.$

(D) 一定有 $\oint_l \mathbf{E}_0 \cdot d\mathbf{l} = 0$, 可能有 $\oint_l \mathbf{E}_i \cdot d\mathbf{l} = 0.$

4. 电荷激发的电场为 $\mathbf{E}_1$, 变化磁场激发的电场为 $\mathbf{E}_2$, 则有

(A) $\mathbf{E}_1$ 、 $\mathbf{E}_2$ 同是保守场.

(B) $\mathbf{E}_1$ 、 $\mathbf{E}_2$ 同是涡旋场.

(C) $\mathbf{E}_1$ 是保守场, $\mathbf{E}_2$ 是涡旋场.

(D) $\mathbf{E}_1$ 是涡旋场, $\mathbf{E}_2$ 是保守场.

5. 位移电流的实质是

(A) 电场.

(B) 磁场.

(C) 变化的磁场.

(D) 变化的电场.

二. 填空题

1. 在没有自由电荷与传导电流的变化电磁场中

$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \underline{\hspace{2cm}};$

$\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$

2. 写出包含以下意义的麦克斯韦方程:

(1)电力线起始于正电荷, 终止于负电荷_____;

(2)变化的磁场一定伴随有电场_____;

(3)磁感应线无头无尾_____;

(4)静电场是保守场_____;

3. 反映电磁场基本性质和规律的麦克斯韦方程组的积分形式为

① $\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum_{i=1}^n q_i;$

② $\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -d\Phi_m/dt;$

③ $\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0;$

$$\textcircled{4} \oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum_{i=1}^n I_i + d\Phi_d/dt.$$

试判断下列结论是包含于或等效于哪一个麦克斯韦方程式的, 将你确定的方程式用代号填在相应结论后的空白处

- (1) 变化的磁场一定伴随有电场_____ ;
 (2) 磁感应线是无头无尾的_____ ;
 (3) 电荷总伴随有电场_____ .

三. 计算题

1. 如图 19.1 所示, 电荷 $+q$ 以速度 $\mathbf{v}$ 向 O 点运动($+q$ 到 O 的距离用 x 表示)在 O 点处作一半径为 a 的圆, 圆面与 $\mathbf{v}$ 垂直, 计算通过此圆面的位移电流.

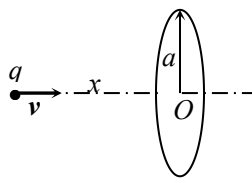


图 19.1

2. 如图 19.2, 一半径为 r_2 电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环, 里面有一半径为 r_1 总电阻为 R 的导体环, 两环共面同心($r_2 \gg r_1$), 当大环以角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转时, 求小环中的感应电流, 其方向如何?

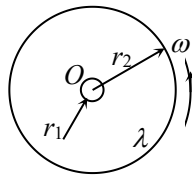


图 19.2

练习二十 电磁感应习题课

一. 选择题

1. 在圆柱形空间内有一磁感应强度为 $\mathbf{B}$ 的均匀磁场, 如图 20.1 所示, $\mathbf{B}$ 的大小以速率 dB/dt 变化, 在磁场中有 A 、 B 两点, 其间可放直导线 AB 和弯曲的导线 AB 弧, 则

- (A) 电动势只在直导线 AB 中产生.
 (B) 电动势只在弯曲的导线 AB 弧中产生.
 (C) 电动势在直导线 AB 和弯曲的导线 AB 弧中都产生; 且两者大小相等.
 (D) 电动势在直导线 AB 和弯曲的导线 AB 弧中都产生; 且直导线 AB 的电动势小于弯曲导线 AB 弧的电动势.

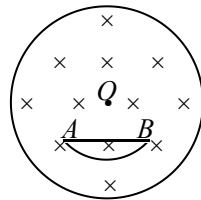


图 20.1

2. 用导线围成如图 20.2 所示的回路 (以 O 为圆心的圆加一直径), 放在轴线通过 O 点垂直于图面的圆柱形均匀磁场中, 如磁场方向垂直图面向里, 其大小随时间减小, 则感应电流的流向为

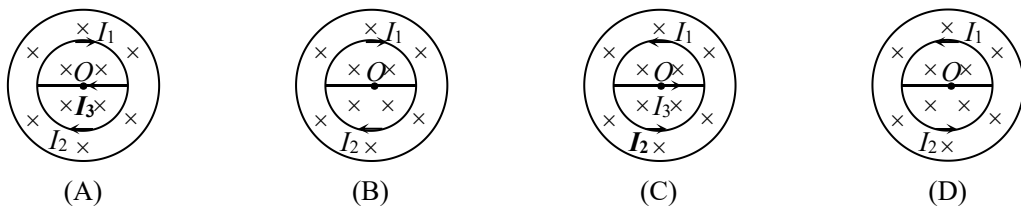


图 20.2

3. 将一条形永久磁铁分别插入外形尺寸完全相同的铁环与铜环,磁铁在插入环的前后对两环的相对位置以及插入环的过程中对两环的相对位移完全相同. 设磁铁插入铜环外力做功为 A_1 ,插入铁环外力做功为 A_2 ,则

- (A) $A_1 > A_2$.
- (B) $A_1 = A_2$.
- (C) $A_1 < A_2$.
- (D) 不能确定.

4. 要使电子作如图 20.3 所示的圆周运动, 且速度不断地增加, 则在以 O 为轴的圆柱体内所加的磁场应是

- (A) 方向向内, 大小随时间增加.
- (B) 方向向内, 大小随时间减小.
- (C) 方向向外, 大小随时间增加.
- (D) 方向向外, 大小随时间减小.

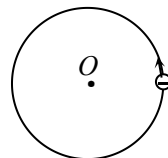


图 20.3

5. 导线电流变化时, 在导线内也会产生涡流, 图 20.4 是过圆柱形导线轴的纵剖面图, 分别画出了四幅在电流随时间增加时的涡流图, 其中正确的是:

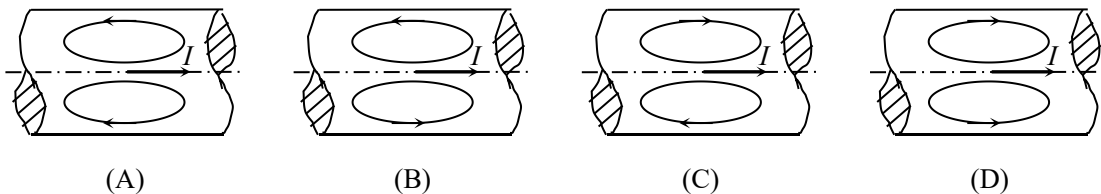


图 20.4

二. 填空题

1. 如图 20.5 所示, 设有一面积足够大的导体薄片 S 位于磁场 B 中, 导体薄片 S 垂直于磁场 B , 在导体薄片 S 上方的 P 点处放置能探测磁场变化的探测器, 导体薄片 S 下方的磁场发生变化. 当导体薄片 S 的电阻率为_____时, P 点处探测器探测不到磁场的变化.

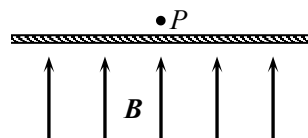


图 20.5

2. 加在平行板电容器极板上的电压随时间的变化率为 $dU/dt = 1 \times 10^6 \text{Vs}^{-1}$, 在电容器内产生 1.0A 的位移电流, 则该电容器的电容量为_____ μF .

3. 自由空间 (即无自由电荷与传导电流的空间) 麦克斯韦方程组的积分形式为:

$$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$\oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = \underline{\hspace{2cm}};$$

$$\oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

三. 计算题

1. 一无限长直导线通有电流 $I = I_0 e^{-3t}$, 一矩形线圈与长直导线共面放置, 其长边与导线平行, 位置如图 20.6 所示, 求:

(1) 矩形线圈中感应电动势的大小及感应电流的方向;

(2) 导线与线圈的互感系数.

2. 半径为 a 的导体圆环放在均匀磁场 $\mathbf{B}$ 中, $\mathbf{B}$ 垂直于环面, 今有一电阻棒 (单位长度上的电阻为 r_0) 紧贴圆环从如图 20.7 所示的直径 AC 处沿垂直于此直径的半径 OD 方向运动, 当它离开导体圆环时, 求通过此电阻棒某截面的感应电量.

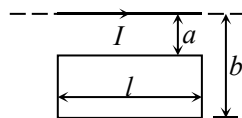


图 21.5

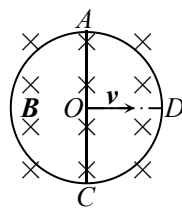


图 21.6