

第五章 稳恒磁场

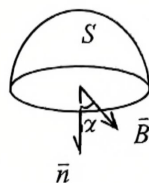
一、选择题

1. 均匀磁场的磁感强度 $\vec{B}$ 垂直于半径为 r 的圆面. 今以该圆周为边线, 作一半球面 S , 则通过半球面 S 的磁通量的大小为:

- (A) $2\pi r^2 B$. (B) $\pi r^2 B$.
(C) 0. (D) 无法确定的量.

2. 在磁感强度为 $\vec{B}$ 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(取弯面向外为正)为

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



3. 关于磁场高斯定理 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 下列说法正确的是:

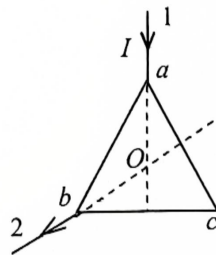
- (A) 由于 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 所以闭合曲面上的磁感强度为零;
(B) 由于 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 所以没有磁力线穿过闭合曲面;
(C) 由于 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 说明磁力线必定闭合;
(D) 由于 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 说明磁场力沿闭合回路做功为零.

4. 有一个圆形回路1及一个正方形回路2, 圆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.

5. 电流 I 由长直导线1沿垂直 bc 边方向经 a 点流入由电阻均匀的导线构成的正三角形线框, 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). 若载流直导线1、2和三角形框中的电流在框中心 O 点产生的磁感强度分别用 $\vec{B}_1$ 、 $\vec{B}_2$ 和 $\vec{B}_3$ 表示, 则 O 点的磁感强度大小

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



(C) $B \neq 0$, 因为虽然 $\vec{B}_3 = 0$, 但 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$

(D) $B \neq 0$, 因为虽然 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$, 但 $\vec{B}_3 \neq 0$



6. 电流由长直导线1沿切向经a点流入一个电阻均匀的圆环, 再由b点沿切向从圆环流出, 经长直导线2返回电源(如图). 已知直导线上电流强度为 I , 圆环的半径为 R , 且 a 、 b 和圆心 O 在同一直线上. 设长直载流导线1、2和圆环中的电流分别在 O 点产生的磁感强度为 $\vec{B}_1$ 、 $\vec{B}_2$ 和 $\vec{B}_3$, 则圆心处磁感强度的大小

(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 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$, $B_3 = 0$.

(C) $B \neq 0$, 因为 $B_1 \neq 0$ 、 $B_2 \neq 0$, $B_3 \neq 0$.

(D) $B \neq 0$, 因为虽然 $B_3 = 0$, 但 $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 \neq 0$

7. 距一根载有电流为 3×10^4 A的电线1 m处的磁感强度的大小为:

(A) 3×10^{-5} T.

(B) 6×10^{-3} T.

(C) 1.9×10^{-2} T.

(D) 0.6 T.

(已知真空的磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A)

8. 关于磁场安培环路定理 $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^n I_i$, 下列说法正确的是:

(A) 磁场是有旋场;

(B) 磁感强度与回路L外的电流无关;

(C) 磁感强度与回路L所包环绕的电流无关;

(D) 若 $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} = 0$, 则回路L内无电流穿过。

9. 在磁场空间分别取两个闭合回路, 若两个回路各自包围载流导线的条数不同, 但电流的代数和相同, 则由安培环路定理可知:

(A) $\vec{B}$ 沿闭合回路的线积分相同, 回路上各点的磁场分布相同。

(B) $\vec{B}$ 沿闭合回路的线积分相同, 回路上各点的磁场分布不同。

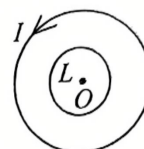
(C) $\vec{B}$ 沿闭合回路的线积分不同, 回路上各点的磁场分布相同。

(D) $\vec{B}$ 沿闭合回路的线积分不同, 回路上各点的磁场分布不同。

10. 若空间存在两根无限长直载流导线，空间的磁场分布就不具简单的对称性，则该磁场分布

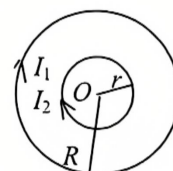
- (A) 不能用安培环路定理来计算 (B) 可以直接用安培环路定理求出
(C) 只能用毕奥-萨伐尔定律求出 (D) 可以用安培环路定理和磁感强度的叠加原理求出

11. 如图，在一圆形电流 I 所在的平面内，选取一个同心圆形闭合回路 L ，则由安培环路定理可知



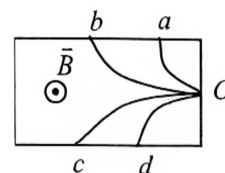
- (A) $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} = 0$ ，且环路上任意一点 $B = 0$.
(B) $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} = 0$ ，且环路上任意一点 $B \neq 0$.
(C) $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} \neq 0$ ，且环路上任意一点 $B \neq 0$.
(D) $\oint_L \vec{B}_1 \cdot d\vec{l} \neq 0$ ，且环路上任意一点 $B = \text{常量}$.

12. 两个同心圆线圈，大圆半径为 R ，通有电流 I_1 ；小圆半径为 r ，通有电流 I_2 ，方向如图。若 $r \ll R$ (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场)，当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为：



- (A) $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$ (B) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$
(C) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 R^2}{2r}$ (D) 0

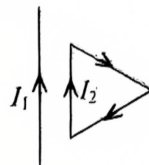
13. 图为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹的照片。磁场方向垂直纸面向外，轨迹所对应的四个粒子的质量相等，电荷大小也相等，则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是：



- (A) Oa . (B) Ob .
(C) Oc . (D) Od .

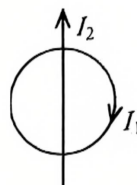
14. 如图, 无限长直载流导线与正三角形载流线圈在同一平面内, 若长直导线固定不动, 则载流三角形线圈将:

- (A) 向着长直导线平移. (B) 离开长直导线平移.
(C) 转动. (D) 不动.



15. 长直电流 I_2 与圆形电流 I_1 共面, 并与其一直径相重合如图(但两者间绝缘), 设长直电流不动, 则圆形电流将

- (A) 绕 I_2 旋转. (B) 向左运动.
(C) 向右运动. (D) 向上运动.
(E) 不动.



16. 两根平行的金属线载有沿同一方向流动的电流. 这两根导线将:

- (A) 互相吸引. (B) 互相排斥.
(C) 先排斥后吸引. (D) 先吸引后排斥.

17. 若一平面载流线圈在磁场中既不受力, 也不受力矩作用, 这说明:

- (A) 该磁场一定均匀, 且线圈的磁矩方向一定与磁场方向平行.
(B) 该磁场一定不均匀, 且线圈的磁矩方向一定与磁场方向平行.
(C) 该磁场一定均匀, 且线圈的磁矩方向一定与磁场方向垂直.
(D) 该磁场一定不均匀, 且线圈的磁矩方向一定与磁场方向垂直.

18. 在匀强磁场中, 有两个平面线圈, 其面积 $S_1=2S_2$, 通有电流 $2I_1=I_2$, 它们所受到的最大磁力矩之比 $M_1:M_2$ 等于:

- (A) 1: 1 (B) 2: 1 (C) 4: 1 (D) 1: 4

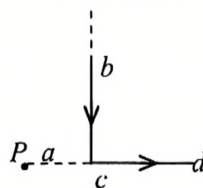
二、填空题

21. 磁场中任一点放一个小的载流试验线圈可以确定该点的磁感强度, 其大小等于放在该点处试验线圈所受的_____和线圈的_____的比值.

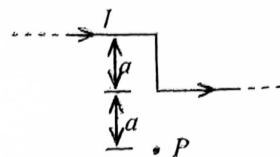
22. 一磁场的磁感强度为 $\vec{B} = a\vec{i} + b\vec{j} + c\vec{k}$ (SI), 则通过一半径为 R , 开口向 z 轴正方向的半球壳表面的磁通量的大小为_____ Wb.

23. 一条无限长载流导线折成如图示形状, 导线上通有电流 $I=10$

A. P 点在 cd 的延长线上, 它到折点的距离 $a=2$ cm, 则 P 点的磁感强度 $B=$ _____ . ($\mu_0=4\pi\times 10^{-7}$ T·m/A)



24. 一无限长载流直导线, 通有电流 I , 弯成如图形状. 设各线段皆在纸面内, 则 P 点磁感强度 $\vec{B}$ 的大小为_____

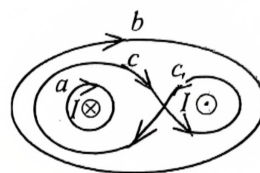


25. 两根长直导线通有电流 I , 图示有三种环路; 在每种情况下, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于:

_____ (对环路 a).

_____ (对环路 b).

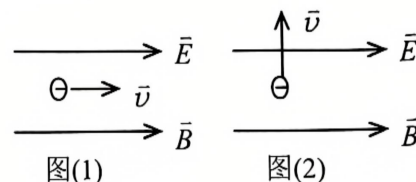
_____ (对环路 c).



26. 在电场强度 $\vec{E}$ 和磁感强度 $\vec{B}$ 方向一致的匀强电场和匀强磁场中, 有一运动着的电子, 某时刻其速度 $\vec{v}$ 的方向如图(1)和图(2)所示, 则该时刻运动电子的法向和切向加速度的大小分别为 (设电子的质量为 m , 电荷为 e)

$a_n =$ _____, (图1) $a_t =$ _____, (图1)

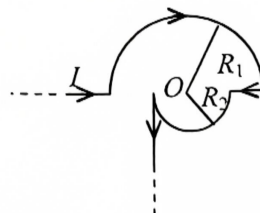
$a_n =$ _____, (图2) $a_t =$ _____, (图2)



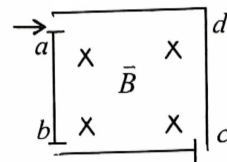
27. 两个带电粒子, 以相同的速度垂直磁感线飞入匀强磁场, 它们的质量比是1:4, 电荷比是1:2, 则它们所受的磁场力之比是_____, 运动轨迹半径之比是_____.

28. 一带电粒子平行磁感线射入匀强磁场, 则它作_____运动. 一带电粒子垂直磁感线射入匀强磁场, 则它作_____运动. 一带电粒子与磁感线成任意交角射入匀强磁场, 则它作_____运动.

29. 一弯曲的载流导线在同一平面内, 形状如图(O 点是半径为 R_1 和 R_2 的两个半圆弧的共同圆心, 电流自无穷远来到无穷远去), 则 O 点磁感强度的大小是_____.

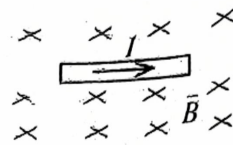


30. 如图所示的空间区域内, 分布着方向垂直于纸面的匀强磁场, 在纸面内有一正方形边框 $abcd$ (磁场以边框为界). 而 a 、 b 、 c 三个角顶处开有很小的缺口. 今有一束具有不同速度的电子由 a 缺口沿 ad 方向射入磁场区域, 若 b 、 c 两缺口处分别有电子射出, 则此两处出射电子的速率之比 $v_b/v_c =$ _____.



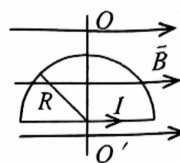
31. 一质量为 m , 电荷为 q 的粒子, 以 $\vec{v}_0$ 速度垂直进入均匀的稳恒磁场 $\vec{B}$ 中, 电荷将作半径为_____的圆周运动.

32. 有一根质量为 m , 长为 l 的直导线, 放在磁感强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中 $\vec{B}$ 的方向在水平面内, 导线中电流方向如图所示, 当导线所受磁力与重力平衡时, 导线中电流 $I =$ _____.



33. 在磁场中某点磁感强度的大小为 2.0 Wb/m^2 , 在该点一圆形试验线圈所受的最大磁力矩为 $6.28 \times 10^{-6} \text{ N m}$, 如果通过的电流为 10 mA , 则可知线圈的半径为_____m, 这时线圈平面法线方向与该处磁感强度的方向的夹角为_____.

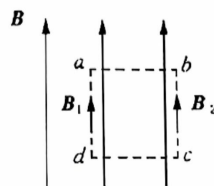
34. 如图, 半圆形线圈(半径为 R)通有电流 I . 线圈处在与线圈平面平行向右的均匀磁场 $\vec{B}$ 中. 线圈所受磁力矩的大小为_____, 方向为_____ 把线圈绕 OO' 轴转过角度_____时, 磁力矩恰为零.



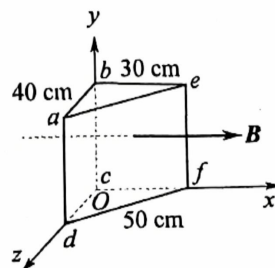
35. 在磁场中某点放一很小的试验线圈. 若线圈的面积增大一倍, 且其中电流也增大一倍, 该线圈所受的最大磁力矩将是原来的_____倍.

三、简答与计算题

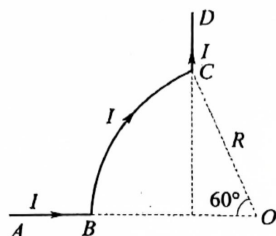
36. (1) 在没有电流的空间区域里, 如果磁感应线是平行直线, 磁感应强度 $\vec{B}$ 的大小在沿磁感应线和垂直它的方向上是否可能变化(即磁场是否一定是均匀的)?
(2) 若存在电流, 上述结论是否还对?



37. 已知磁感应强度 $B = 2.0 \text{ Wb/m}^2$ 的均匀磁场, 方向沿 x 轴正方向, 如图所示. 试求:
(1) 通过图中 $abcd$ 面的磁通量; (2) 通过图中 $befc$ 面的磁通量; (3) 通过图中 $ae fd$ 面的磁通量.

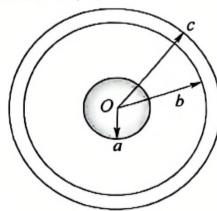


38. 如图所示: AB 、 CD 为长直导线, BC 为圆心在 O 点的一段圆弧形导线, 其半径为 R . 若通以电流 I , 求 O 点的磁感应强度.

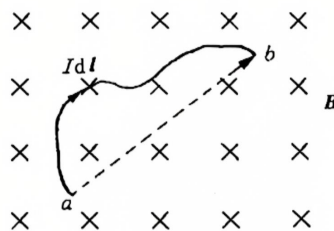


39. 一根很长的同轴电缆, 由一导体圆柱(半径为 a)和一同轴的导体圆管(内、外半径分别为 b , c)构成, 如图所示. 使用时, 电流 I 从一导体流去, 从另一导体流回. 设电流都是均匀地分布在导体的横截面上, 求:

- (1) 导体圆柱内($r < a$), (2) 两导体之间($a < r < b$),
(3) 导体圆筒内($b < r < c$), (4) 电缆外($r > c$)各点处磁感应强度的大小.



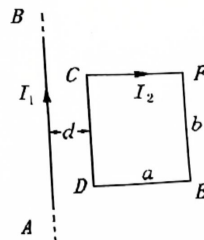
40. 在磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中, 垂直于磁场方向的平面内有一段载流弯曲导线, 电流为 I , 如图所示: 求其所受的安培力.



41. 如图所示, 在长直导线 AB 内通以电流 $I_1=20\text{A}$, 在矩形线圈 $CDEF$ 中通有

电流 $I_2=10\text{A}$, AB 与线圈共面, 且 CD , EF 都与 AB 平行. 已知 $a=9.0\text{cm}$, $b=20.0\text{cm}$, $d=1.0\text{cm}$, 求:

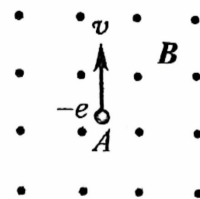
- (1) 导线 AB 的磁场对矩形线圈每边所作用的力;
(2) 矩形线圈所受合力和合力矩.



42. 电子在 $B = 70 \times 10^{-4} \text{ T}$ 的匀强磁场中作圆周运动，圆周半径 $r = 3.0 \text{ cm}$ 。已知

B 垂直于纸面向外，某时刻电子在 A 点，速度 v 向上，如图所示。

- (1) 试画出这电子运动的轨道；
- (2) 求这电子速度 v 的大小；
- (3) 求这电子的动能 E_k 。



43. 如图所示：一无限长载流平板宽度为 a ，沿长度方向通过均匀电流 I ，求与平板共面且距平板一边为 b 的任意点 P 的磁感应强度。

