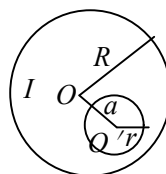


磁场复习题

一、选择题

1、5669

在半径为 R 的长直金属圆柱体内部挖去一个半径为 r 的长直圆柱体，两柱体轴线平行，其间距为 a ，如图。今在此导体上通以电流 I ，电流在截面上均匀分布，则空心部分轴线上 O' 点的磁感强度的大小为

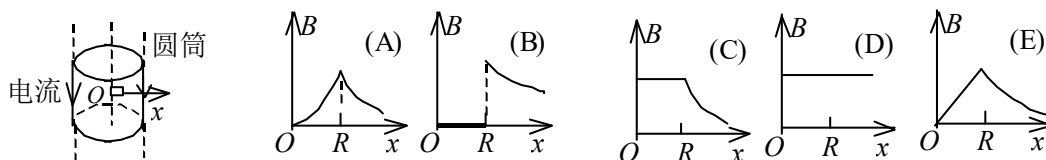


- (A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2}{R^2}$ (B) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2 - r^2}{R^2}$
 (C) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cdot \frac{a^2}{R^2 - r^2}$ (D) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \left(\frac{a^2}{R^2} - \frac{r^2}{a^2} \right)$

[]

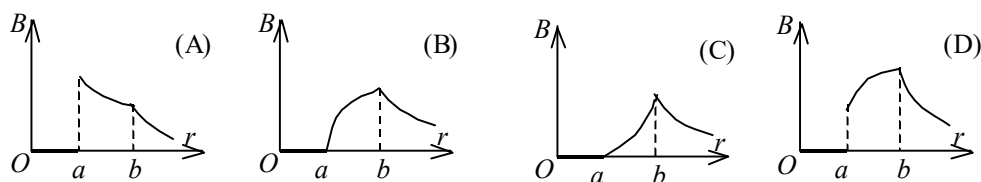
2、2448

磁场由沿空心长圆筒形导体的均匀分布的电流产生，圆筒半径为 R ， x 坐标轴垂直圆筒轴线，原点在中心轴线上。图(A)~(E)哪一条曲线表示 $B-x$ 的关系？



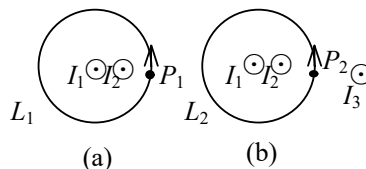
3、2003

无限长载流空心圆柱导体的内外半径分别为 a 、 b ，电流在导体截面上均匀分布，则空间各处的 \vec{B} 的大小与场点到圆柱中心轴线的距离 r 的关系如图所示。正确的图是 []



4、5121

在图(a)和(b)中各有一半径相同的圆形回路 L_1 、 L_2 ，圆周内有电流 I_1 、 I_2 ，其分布相同，且均在真空中，但在(b)图中 L_2 回路外有电流 I_3 ， P_1 、 P_2 为两圆形回路上的对应点，则：



- (A) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$
 (B) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} = B_{P_2}$
 (C) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$
 (D) $\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq \oint_{L_2} \vec{B} \cdot d\vec{l}$, $B_{P_1} \neq B_{P_2}$

[]

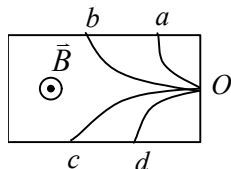
5、2575

A 、 B 两个电子都垂直于磁场方向射入一均匀磁场而作圆周运动。 A 电子的速率是 B 电子速率的两倍。设 R_A 、 R_B 分别为 A 电子与 B 电子的轨道半径； T_A 、 T_B 分别为它们各自的周期。则

- (A) $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 2$. (B) $R_A : R_B = \frac{1}{2}$, $T_A : T_B = 1$.
 (C) $R_A : R_B = 1$, $T_A : T_B = \frac{1}{2}$. (D) $R_A : R_B = 2$, $T_A : T_B = 1$. []

6、2063

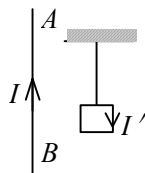
图为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹的照片。磁场方向垂直纸面向外，轨迹所对应的四个粒子的质量相等，电荷大小也相等，则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是



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

7、2466

把轻的正方形线圈用细线挂在载流直导线 AB 的附近，两者在同一平面内，直导线 AB 固定，线圈可以活动。当正方形线圈通以如图所示的电流时线圈将



- (A) 不动。
 (B) 发生转动，同时靠近导线 AB 。
 (C) 发生转动，同时离开导线 AB 。
 (D) 靠近导线 AB 。
 (E) 离开导线 AB . []

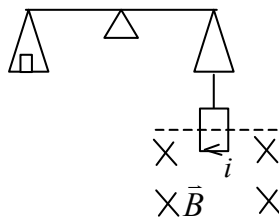
8、2595

有一 N 匝细导线绕成的平面正三角形线圈，边长为 a ，通有电流 I ，置于均匀外磁场 \vec{B} 中，当线圈平面的法向与外磁场同向时，该线圈所受的磁力矩 M_m 值为

- (A) $\sqrt{3}Na^2IB/2$. (B) $\sqrt{3}Na^2IB/4$.
 (C) $\sqrt{3}Na^2IB\sin 60^\circ$. (D) 0. []

9、2467

图示一测定水平方向匀强磁场的磁感强度 \vec{B} (方向见图) 的实验装置。位于竖直面内且横边水平的矩形线框是一个多匝的线圈。线框挂在天平的右盘下，框的下端横边位于待测磁场中。线框没有通电时，将天平调节平衡；通电后，由于磁场对线框的作用力而破坏了天平的平衡，须在天平左盘中加砝码 m 才能使天平重新平衡。若待测磁场的磁感强度增为原来的 3 倍，

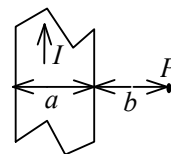


而通过线圈的电流减为原来的 $\frac{1}{2}$ ，磁场和电流方向保持不变，则要使天平重新平衡，其左盘中加的砝码质量应为

- (A) $6m$. (B) $3m/2$.
 (C) $2m/3$. (D) $m/6$.
 (E) $9m/2$. []

10、2292

有一无限长通电流的扁平铜片，宽度为 a ，厚度不计，电流 I 在铜片上均匀分布，在铜片外与铜片共面，离铜片右边缘为 b 处的 P 点(如图)的磁感强度 \vec{B} 的大小为

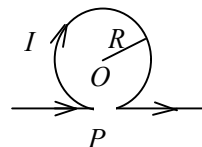


(A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi(a+b)}$. (B) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln \frac{a+b}{b}$.

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

11、2016

无限长直导线在 P 处弯成半径为 R 的圆，当通以电流 I 时，则在圆心 O 点的磁感强度大小等于



(A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$. (B) $\frac{\mu_0 I}{4R}$.
(C) 0. (D) $\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$.

(E) $\frac{\mu_0 I}{4R} (1 + \frac{1}{\pi})$. []

12、2609

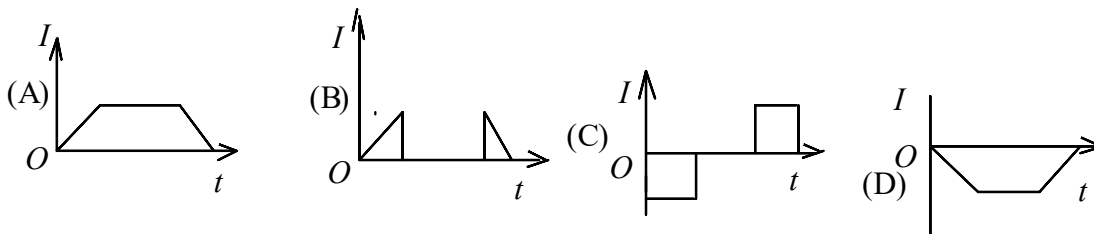
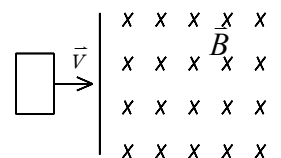
用细导线均匀密绕成长为 l 、半径为 a ($l \gg a$)、总匝数为 N 的螺线管，管内充满相对磁导率为 μ_r 的均匀磁介质。若线圈中载有稳恒电流 I ，则管中任意一点的

- (A) 磁感强度大小为 $B = \mu_0 \mu_r NI$.
(B) 磁感强度大小为 $B = \mu_r NI / l$.
(C) 磁场强度大小为 $H = \mu_0 NI / l$.
(D) 磁场强度大小为 $H = NI / l$.

[]

13、1932

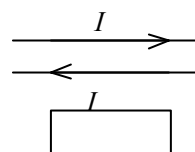
如图所示，一矩形金属线框，以速度 \vec{v} 从无场空间进入一均匀磁场中，然后又从磁场中出来，到无场空间中。不计线圈的自感，下面哪一条图线正确地表示了线圈中的感应电流对时间的函数关系？(从线圈刚进入磁场时刻开始计时， I 以顺时针方向为正) []



14、2145

两根无限长平行直导线载有大小相等方向相反的电流 I ，并各以 dI/dt 的变化率增长，一矩形线圈位于导线平面内(如图)，则：

- (A) 线圈中无感应电流。
(B) 线圈中感应电流为顺时针方向。
(C) 线圈中感应电流为逆时针方向。
(D) 线圈中感应电流方向不确定。

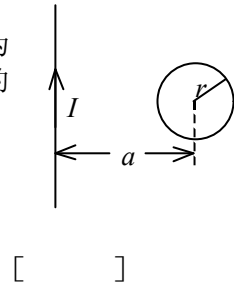


[]

15、2756

在一通有电流 I 的无限长直导线所在平面内，有一半径为 r 、电阻为 R 的导线小环，环中心距直导线为 a ，如图所示，且 $a \gg r$ 。当直导线的电流被切断后，沿着导线环流过的电荷约为

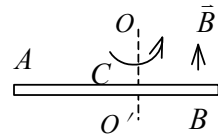
- (A) $\frac{\mu_0 I r^2}{2\pi R} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a+r} \right)$ (B) $\frac{\mu_0 I r}{2\pi R} \ln \frac{a+r}{a}$
(C) $\frac{\mu_0 I r^2}{2aR}$ (D) $\frac{\mu_0 I a^2}{2rR}$



16、2123

如图所示，导体棒 AB 在均匀磁场 B 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动（角速度 $\vec{\omega}$ 与 \vec{B} 同方向）， BC 的长度为棒长的 $\frac{1}{3}$ ，则

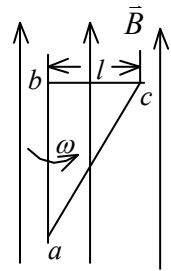
- (A) A 点比 B 点电势高. (B) A 点与 B 点电势相等.
(C) A 点比 B 点电势低. (D) 有稳恒电流从 A 点流向 B 点. []



17、2315

如图所示，直角三角形金属框架 abc 放在均匀磁场中，磁场 \vec{B} 平行于 ab 边， bc 的长度为 l 。当金属框架绕 ab 边以匀角速度 ω 转动时， abc 回路中的感应电动势 \mathcal{E} 和 a 、 c 两点间的电势差 $U_a - U_c$ 为

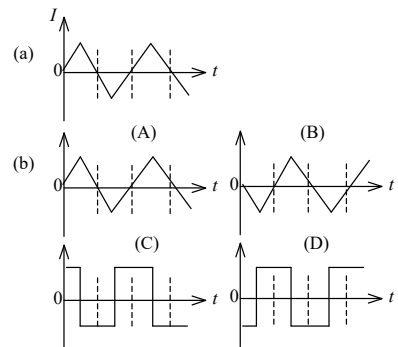
- (A) $\mathcal{E} = 0$, $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$.
(B) $\mathcal{E} = 0$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$.
(C) $\mathcal{E} = B \omega l^2$, $U_a - U_c = \frac{1}{2} B \omega l^2$.
(D) $\mathcal{E} = B \omega l^2$, $U_a - U_c = -\frac{1}{2} B \omega l^2$.



18、5138

在一自感线圈中通过的电流 I 随时间 t 的变化规律如图(a)所示，若以 I 的正流向作为 \mathcal{E} 的正方向，则代表线圈内自感电动势 \mathcal{E} 随时间 t 变化规律的曲线应为图(b)中(A)、(B)、(C)、(D)中的哪一个？

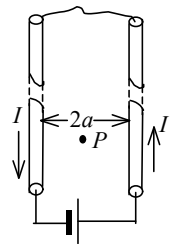
[]



19、5677

真空中两根很长的相距为 $2a$ 的平行直导线与电源组成闭合回路如图。已知导线中的电流为 I ，则在两导线正中间某点 P 处的磁能密度为

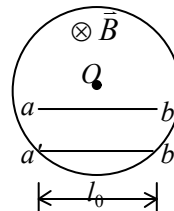
- (A) $\frac{1}{\mu_0} \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \right)^2$. (B) $\frac{1}{2\mu_0} \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \right)^2$.



(C) $\frac{1}{2\mu_0}(\frac{\mu_0 I}{\pi a})^2$. (D) 0. []

20、2419

在圆柱形空间内有一磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场，如图所示， \vec{B} 的大小以速率 $\mathrm{d}B/\mathrm{d}t$ 变化。有一长度为 l_0 的金属棒先后放在磁场的两个不同位置 1(ab)和 2($a'b'$)，则金属棒在这两个位置时棒内的感应电动势的大小关系为

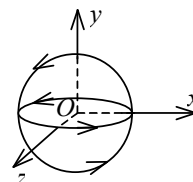


- (A) $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 \neq 0$. (B) $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$.
(C) $\mathcal{E}_2 < \mathcal{E}_1$. (D) $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_1 = 0$. []

二、填空题

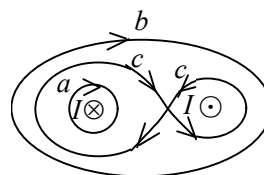
21、2565

如图，球心位于 O 点的球面，在直角坐标系 xOy 和 xOz 平面上的两个圆形交线上分别流有相同的电流，其流向各与 y 轴和 z 轴的正方向成右手螺旋关系。则由此形成的磁场在 O 点的方向为_____。



22、2370

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



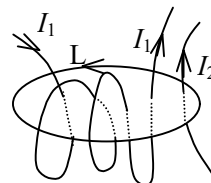
_____ (对环路 a).
_____ (对环路 b).
_____ (对环路 c).

23、2571

有一长直金属圆筒，沿长度方向有横截面上均匀分布的稳恒电流 I 流通。筒内空腔各处的磁感强度为_____，筒外空间中离轴线 r 处的磁感强度为_____。

24、5124

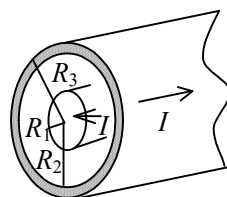
如图所示，磁感强度 \vec{B} 沿闭合曲线 L 的环流 $\oint_L \vec{B} \cdot \mathrm{d}\vec{l} =$ _____。



25、2053

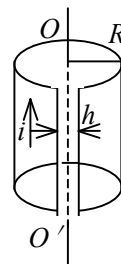
有一同轴电缆，其尺寸如图所示，它的内外两导体中的电流均为 I ，且在横截面上均匀分布，但二者电流的流向正相反，则

- (1) 在 $r < R_1$ 处磁感强度大小为_____。
(2) 在 $r > R_3$ 处磁感强度大小为_____。



26、2710

将半径为 R 的无限长导体薄壁管(厚度忽略)沿轴向割去一宽度为 h ($h \ll R$) 的无限长狭缝后,再沿轴向流有在管壁上均匀分布的电流,其面电流密度(垂直于电流的单位长度截线上的电流)为 i (如上图),则管轴线磁感强度的大小是_____.

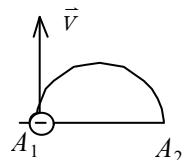


27、2394

电子在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中沿半径为 R 的圆周运动,电子运动所形成的等效圆电流强度 $I =$ _____; 等效圆电流的磁矩 $p_m =$ _____. 已知电子电荷为 e , 电子的质量为 m_e .

28、2208

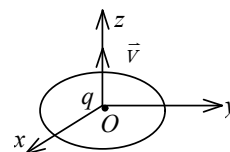
图中 $A_1 A_2$ 的距离为 0.1 m , A_1 端有一电子, 其初速度 $v = 1.0 \times 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 若它所处的空间为均匀磁场, 它在磁场力作用下沿圆形轨道运



动到 A_2 端, 则磁场各点的磁感强度 \vec{B} 的大小 $B =$ _____, 方向为 _____, 电子通过这段路程所需时间 $t =$ _____. (电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

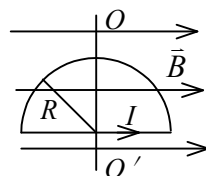
29、0361

如图所示, 一半径为 R , 通有电流为 I 的圆形回路, 位于 Oxy 平面内, 圆心为 O . 一带正电荷为 q 的粒子, 以速度 \vec{v} 沿 z 轴向上运动, 当带正电荷的粒子恰好通过 O 点时, 作用于圆形回路上的力为 _____, 作用在带电粒子上的力为 _____.



30、2095

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.



31、2103

一电子以速率 $v = 2.20 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 垂直磁力线射入磁感强度为 $B = 2.36 \text{ T}$ 的均匀磁场, 则该电子的轨道磁矩为 _____. 其方向与磁场方向 _____. (电子质量为 $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

32、2479

有一流过电流 $I = 10 \text{ A}$ 的圆线圈, 放在磁感强度等于 0.015 T 的匀强磁场中, 处于平衡位置. 线圈直径 $d = 12 \text{ cm}$. 使线圈以它的直径为轴转过角 $\alpha = \pi/2$ 时, 外力所必需作的功 $A =$ _____, 如果转角 $\alpha = 2\pi$, 必需作的功 $A =$ _____.

33、2614

将条形磁铁插入与冲击电流计串联的金属环中时, 有 $q = 2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ 的电荷通过电流计. 若连接电流计的电路总电阻 $R = 25 \Omega$, 则穿过环的磁通的变化 $\Delta \Phi =$ _____.

34、2149

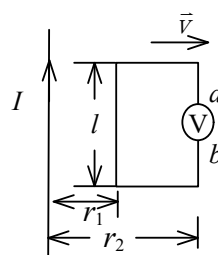
一面积为 S 的平面导线闭合回路，置于载流长螺线管中，回路的法向与螺线管轴线平行。设长螺线管单位长度上的匝数为 n ，通过的电流为 $I = I_m \sin \omega t$ （电流的正向与回路的正法向成右手关系），其中 I_m 和 ω 为常数， t 为时间，则该导线回路中的感生电动势为_____。

35、2116

一半径 $r = 10 \text{ cm}$ 的圆形闭合导线回路置于均匀磁场 \vec{B} ($B = 0.80 \text{ T}$) 中， \vec{B} 与回路平面正交。若圆形回路的半径从 $t = 0$ 开始以恒定的速率 $dr/dt = -80 \text{ cm/s}$ 收缩，则在这 $t = 0$ 时刻，闭合回路中的感应电动势大小为_____；如要求感应电动势保持这一数值，则闭合回路面积应以 $dS/dt =$ _____的恒定速率收缩。

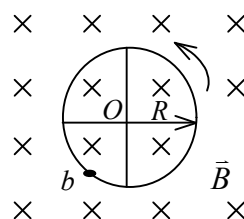
36、2753

如图所示，在与纸面相平行的平面内有一载有电流 I 的无限长直导线和一接有电压表的矩形线框。线框与长直导线相平行的边的长度为 l ，电压表两端 a 、 b 间的距离和 l 相比可以忽略不计。今使线框在与导线共同所在的平面内以速度 \vec{v} 沿垂直于载流导线的方向离开导线，当运动到线框与载流导线相平行的两个边距导线分别为 r_1 和 r_2 ($r_2 > r_1$) 时，电压表的读数 $V =$ _____，电压表的正极端为_____。



37、2135

四根辐条的金属轮子在均匀磁场 \vec{B} 中转动，转轴与 \vec{B} 平行，轮子和辐条都是导体，辐条长为 R ，轮子转速为 n ，则轮子中心 O 与轮边缘 b 之间的感应电动势为_____，电势最高点是在_____处。



38、2625

自感系数 $L = 0.3 \text{ H}$ 的螺线管中通以 $I = 8 \text{ A}$ 的电流时，螺线管存储的磁场能量 $W =$ _____。

39、5678

真空中一根无限长直导线中通有电流 I ，则距导线垂直距离为 a 的某点的磁能密度 $w_m =$ _____。

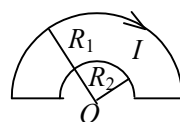
40、5146

半径为 R 的无限长柱形导体上均匀流有电流 I ，该导体材料的相对磁导率 $\mu_r = 1$ ，则在导体轴线上一点的磁场能量密度为 $w_{mo} =$ _____，在与导体轴线相距 r 处 ($r < R$) 的磁场能量密度 $w_{mr} =$ _____。

三、计算题

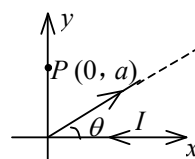
41、2666

平面闭合回路由半径为 R_1 及 R_2 ($R_1 > R_2$) 的两个同心半圆弧和两个直导线段组成(如图)。已知两个直导线段在两半圆弧中心 O 处的磁感强度为零，且闭合载流回路在 O 处产生的总的磁感强度 B 与半径为 R_2 的半圆弧在 O 点产生的磁感强度 B_2 的关系为 $B = 2 B_2/3$ ，求 R_1 与 R_2 的关系。



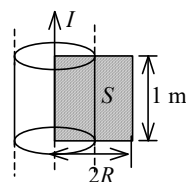
42、2726

无限长直导线折成 V 形，顶角为 θ ，置于 xy 平面内，一个角边与 x 轴重合，如图。当导线中有电流 I 时，求 y 轴上一点 $P(0, a)$ 处的磁感强度大小。



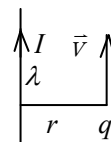
43、2006

一无限长圆柱形铜导体(磁导率 μ_0), 半径为 R , 通有均匀分布的电流 I . 今取一矩形平面 S (长为 1 m , 宽为 $2R$), 位置如右图中画斜线部分所示, 求通过该矩形平面的磁通量.



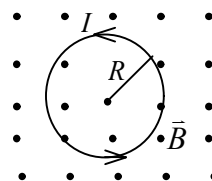
44、2764

如图所示, 一个带有正电荷 q 的粒子, 以速度 \vec{v} 平行于一均匀带电的长直导线运动, 该导线的线电荷密度为 λ , 并载有传导电流 I . 试问粒子要以多大的速度运动, 才能使其保持在一条与导线距离为 r 的平行直线上?



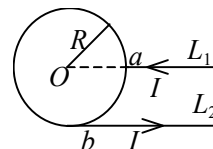
45、2087

一圆线圈的半径为 R , 载有电流 I , 置于均匀外磁场 \vec{B} 中(如图所示). 在不考虑载流圆线圈本身所激发的磁场的情况下, 求线圈导线上的张力. (载流线圈的法线方向规定与 \vec{B} 的方向相同.)



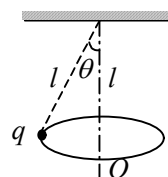
46、5128

用两根彼此平行的半无限长直导线 L_1 、 L_2 把半径为 R 的均匀导体圆环联到电源上, 如图所示. 已知直导线中的电流为 I . 求圆环中心 O 点的磁感强度.



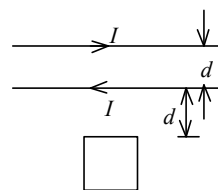
47、2252

绕铅直轴作匀角速度转动的圆锥摆, 摆长为 l , 摆球所带电荷为 q . 求角速度 ω 为何值时, 该带电摆球在轴上悬点为 l 处的 O 点产生的磁感强度沿竖直方向的分量值最大.



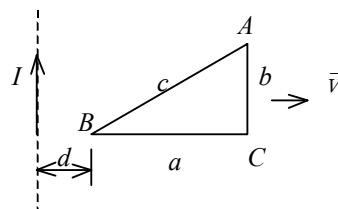
48、2737

两根平行无限长直导线相距为 d , 载有大小相等方向相反的电流 I , 电流变化率 $dI/dt = \alpha > 0$. 一个边长为 d 的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距 d , 如图所示. 求线圈中的感应电动势 \mathcal{E} , 并说明线圈中的感应电流是顺时针还是逆时针方向.



49、2499

无限长直导线, 通以恒定电流 I . 有一与之共面的直角三角形线圈 ABC . 已知 AC 边长为 b , 且与长直导线平行, BC 边长为 a . 若线圈以垂直于导线方向的速度 \vec{v} 向右平移, 当 B 点与长直导线的距离为 d 时, 求线圈 ABC 内的感应电动势的大小和感应电动势的方向.



$$1.70 \times 10^{-3} \text{ J} ; \quad 0$$

33、2614

$$5 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

34、2149

$$-\mu_0 n S \omega I_m \cos \omega t$$

35、2116

$$0.40 \text{ V} ; \quad -0.5 \text{ m}^2/\text{s}$$

36、2753

$$\frac{\mu_0 I v l}{2\pi} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) ; \quad a \text{ 端}$$

37、2135

$$\pi B n R^2 ; \quad O$$

38、2625

$$9.6 \text{ J}$$

39、5678

$$\mu_0 I^2 / (8\pi^2 a^2)$$

40、5146

$$0 ; \quad \mu_0 I^2 r^2 / (8\pi^2 R^4)$$

三、计算题

41、2666

解：由毕奥—萨伐尔定律可得，设半径为 R_1 的载流半圆弧在 O 点产生的磁感强度为 B_1 ，则

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4R_1}$$

同理，

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4R_2}$$

$$\because R_1 > R_2 \quad \therefore$$

$$B_1 < B_2$$

故磁感强度

$$B = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 I}{4R_2} - \frac{\mu_0 I}{4R_1} = \frac{\mu_0 I}{6R_2}$$

\therefore

$$R_1 = 3R_2$$

42、2726

解：如图所示，将 V 形导线的两根半无限长导线分别标为 1 和 2。则

$$\text{导线 1 中电流在 } P \text{ 点的磁感强度为 } B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a}$$

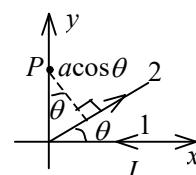
\vec{B}_1 方向垂直纸面向内。

导线 2 中电流在 P 点的磁感强度为

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a \cos \theta} (1 + \sin \theta)$$

\vec{B}_2 方向垂直纸面向外。

P 点的总磁感强度为



$$B = B_2 - B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi a \cos \theta} (1 + \sin \theta - \cos \theta)$$

\vec{B} 的方向垂直纸面向外.

43、2006

解：在圆柱体内部与导体中心轴线相距为 r 处的磁感强度的大小，由安培环路定

律可得：
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r \quad (r \leq R)$$

因而，穿过导体内画斜线部分平面的磁通 Φ_1 为

$$\Phi_1 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B dS = \int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r dr = \frac{\mu_0 I}{4\pi}$$

在圆形导体外，与导体中心轴线相距 r 处的磁感强度大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (r > R)$$

因而，穿过导体外画斜线部分平面的磁通 Φ_2 为

$$\Phi_2 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_R^{2R} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$$

穿过整个矩形平面的磁通量 $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} + \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2$

44、2764

解：依据无限长带电和载流导线的电场和磁场知：

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \quad (\text{方向沿径向向外})$$

$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (\text{方向垂直纸面向里})$$

运动电荷受力 F (大小) 为：
$$F = \frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} - \frac{\mu_0 Iq}{2\pi r} v$$

此力方向为沿径向(或向里，或向外)

为使粒子继续沿着原方向平行导线运动，径向力应为零，

$$\frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} - \frac{\mu_0 Iq}{2\pi r} v = 0$$

则有
$$v = \frac{\lambda}{\epsilon_0 \mu_0 I}$$

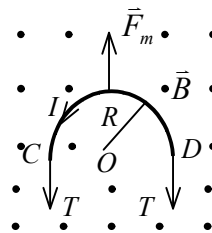
45、2087

解：考虑半圆形载流导线 CD 所受的安培力

$$F_m = IB \cdot 2R$$

列出力的平衡方程式 $IB \cdot 2R = 2T$

故：
$$T = IBR$$



46、5128

解：设 L_1 中电流在 O 点产生的磁感强度为 B_1 ，由于 L_1 与 O 点在一条直线上，由毕奥—萨伐定律可求出

$$B_1 = 0$$

设 L_2 中电流在 O 点产生的磁感强度为 B_2 , L_2 为半无限长直电流, 它在 O 处产生的场是无限长直电流的一半, 由安培环路定律和叠加原理有

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

方向垂直图面向外.

3 分

以下求圆环中电流在 O 点产生的磁感强度. 电流由 L_1 经 a 点分两路流入圆环, 一路由 a 点经 $1/4$ 圆弧流至 b , 称此回路为 L_3 . 另一路由 a 点经 $3/4$ 圆弧流至 b , 称此段回路为 L_4 . 由于圆环为均匀导体, 若 L_2 的电路电阻为 R , 则 L_4 的电阻必为 $3R$. 因此电流在 L_3 、 L_4 上的分配情况为 L_3 中电流为 $3I/4$, L_4 中电流为 $I/4$. L_3 、 L_4 中电流在 O 点产生的磁感强度的大小相等, 方向相反, 总值为 0 . 即

$$\vec{B}_3 + \vec{B}_4 = 0$$

故 O 点的磁感强度:
$$|\vec{B}_0| = |\vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4| = \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$$

方向垂直图面向外.

47、2252

解: 圆锥摆在 O 处产生的磁感强度沿竖直方向分量 B 相当于圆电流在其轴上一点产生的 B ,

故

$$B = \frac{\mu_0 R^2 I}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$I = \frac{q\omega}{2\pi}$$

$$R = l \sin \theta, \quad R^2 = l^2 \sin^2 \theta = l^2 (1 - \cos^2 \theta)$$

$$x = l(1 - \cos \theta)$$

用 $\cos \theta = \frac{g}{\omega^2 l}$ 代入上式

\therefore

$$B = \frac{\mu_0 q(l\omega^2 + g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2 - g)^{1/2}}$$

$$\frac{dB}{d\omega} = \frac{\mu_0 q(l^2\omega^3 - 3l\omega g)}{4\pi(2l^2)^{3/2}(l\omega^2 - g)^{3/2}}$$

$$\text{令 } \frac{dB}{d\omega} = 0 \text{ 得 } \omega = \frac{\sqrt{3g}}{\sqrt{l}}$$

48、2737

解: (1) 载流为 I 的无限长直导线在与其相距为 r 处产生的磁感强度为:

$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

以顺时针绕向为线圈回路的正方向, 与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通量为:

$$\Phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{3}{2}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为:

$$\Phi_2 = \int_d^{2d} -d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln 2$$

总磁通量

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{4}{3}$$

感应电动势为:
$$= -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{3}\right) \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \alpha \ln \frac{4}{3}$$

由 $\mathcal{E} > 0$ 和回路正方向为顺时针, 所以 \mathcal{E} 的绕向为顺时针方向, 线圈中的感应电流亦是顺时针方向.

49、2499

解: 建立坐标系, 长直导线为 y 轴, BC 边为 x 轴, 原点在长直导线上, 则斜边的方程为

$$y = (bx/a) - br/a$$

式中 r 是 t 时刻 B 点与长直导线的距离. 三角形中磁通量

$$\begin{aligned} \Phi &= \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \frac{y}{x} dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_r^{a+r} \left(\frac{b}{a} - \frac{br}{ax}\right) dx = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \left(b - \frac{br}{a} \ln \frac{a+r}{r}\right) \\ &= -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+r}{r} - \frac{a}{a+r}\right) \frac{dr}{dt} \end{aligned}$$

当 $r=d$ 时,
$$= \frac{\mu_0 Ib}{2\pi a} \left(\ln \frac{a+d}{d} - \frac{a}{a+d}\right) v$$

方向: $ACBA$ (即顺时针)

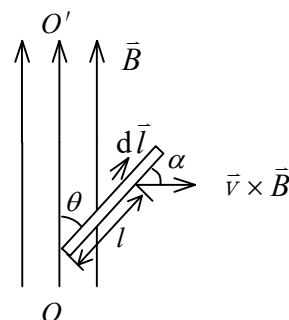
50、2138

解: 在距 O 点为 l 处的 $d\vec{l}$ 线元中的动生电动势为

$$d\mathcal{E} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

$$v = \omega l \sin \theta$$

$$\begin{aligned} \therefore \mathcal{E} &= \int_L (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_L v B \sin\left(\frac{1}{2}\pi\right) \cos \alpha dl \\ &= \int_A \omega l B \sin \theta dl \sin \theta = \omega B \sin^2 \theta \int_0^L l dl \\ &= \frac{1}{2} \omega B L^2 \sin^2 \theta \end{aligned}$$



\mathcal{E} 的方向沿着杆指向上端.