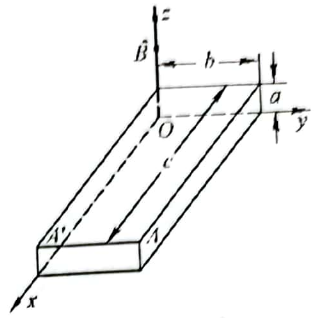
班级：

第九次 恒定磁场 2

$V=K\frac{BI}{a}$

一、单选题（每小题 3 分，共 30 分）



1．如图所示，在一磁感强度方向为沿 z 轴正方向的匀强磁场 $\vec{B}$ 中有一块微小的导体样品。当导体中通有沿 x 轴正方向电流 I 时，样品两侧 AA' 之间的电势差为 U，则该导体的霍尔系数为

A. $R_H=\dfrac{Ua}{IB}$　　B. $R_H=\dfrac{Ub}{IB}$

C. $R_H=\dfrac{IB}{Ua}$　　D. $R_H=\dfrac{IB}{Ub}$

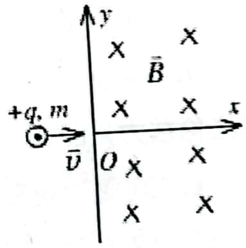
[A]

2．质量为 m，长度为 L 的金属细棒，用两根绳子水平悬挂起来，放在竖直向下的均匀磁场中，在棒中通入电流 I 后，棒开始偏离平衡位置，直到绳子与竖直方向成 θ 角后重新达到平衡，则磁场的磁感应强度的大小为

A. $\dfrac{mg}{IL}\cos\theta$　　B. $\dfrac{mg}{IL}tg\theta$

C. $\dfrac{mg}{IL}\sin\theta$　　D. $\dfrac{mg}{IL}ctg\theta$

[B]

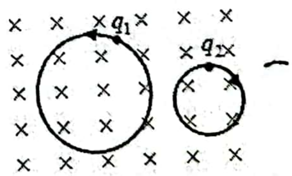


3．如图所示，一个电量为 $+q$、质量为 m 的质点，以速度 $\vec{v}$ 沿 x 轴射入磁感强度为 B 的均匀磁场中，磁场方向垂直纸面向里，其范围从 $x=0$ 延伸到无限远，如果质点是在 $x=0$ 和 $y=0$ 处进入磁场，则它将以速度 $-\vec{v}$ 从磁场中某一点出来，这点坐标是 $x=0$ 和

A. $y=\dfrac{mv}{qB}$　　B. $y=\dfrac{2mv}{qB}$

C. $y=-\dfrac{2mv}{qB}$　　D. $y=-\dfrac{mv}{qB}$

[B]



4．如图所示，两个质量相同，带电量相同（$|q_1|=|q_2|$）的带电粒子在均匀磁场中做圆周运动，q_1 的速率为 v_1，q_2 的速率为 v_2，下列选项中正确的是

A. $q_1>0,q_2<0,v_1<v_2$　　B. $q_1>0,q_2<0,v_1>v_2$

C. $q_1>0,q_2>0,v_1>v_2$　　D. $q_1>0,q_2>0,v_1<v_2$

[B]

5. 将半径为 R 的圆柱形无限长直导线置于均匀无限大磁介质之中，若有恒定电流为 I 均匀地流过导线的横截面，磁介质的相对磁导率为 $\mu_r(\mu_r<1)$，则与导线接触的磁介质表面上的磁化电流面密度为

A. $\frac{(1-\mu_r)I}{2\pi R}$　　B. $\frac{\mu_0 I}{2\pi\mu_r R}$

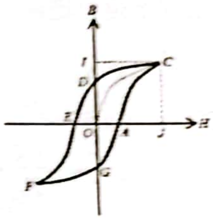
C. $\frac{\mu_r I}{2\pi R}$　　D. $\frac{I}{2\pi\mu_r R}$　　[A]

6. 一个质量为 m, 带电量为 q 的负电荷，在磁感应强度为 B 的均匀磁场中，绕一固定的正电荷作匀速圆周运动，磁场方向垂直于运动平面，作用在负电荷上的电场力恰好是磁场力的三倍，则负电荷作圆周运动的可能角速度为

A. $\frac{4Bq}{m}$　　B. $\frac{3Bq}{m}$

C. $\frac{2Bq}{m}$　　D. $\frac{Bq}{m}$　　[A]

7. 如图所示为一铁磁材料的磁滞回线，则能够代表饱和磁感强度的是



A. 线段 OJ

B. 线段 OD

C. 线段 OE

D. 线段 OI　　[~~B~~ D]

8. 洛伦兹力只能

A. 改变带电粒子速率　　B. 改变带电粒子动量

C. 改变带电粒子动能　　D. 对带电粒子作功　　[B]

9. 有一半径为 R、面电荷密度为 σ 的均匀带电圆盘，绕通过圆心与盘面垂直的转轴以角速度 ω 旋转。现将转动圆盘置入匀强磁场 $\vec{B}$ 中，磁感强度与盘面平行，则圆盘受到的磁力矩大小为

A. $\frac{\pi\sigma\omega BR^4}{2}$　　B. $\frac{\pi\sigma\omega BR^4}{4}$

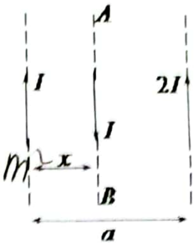
C. $\frac{\pi^2\sigma\omega BR^4}{2}$　　D. $\pi^2\sigma\omega BR^4$　　[B]

10. 把一根磁矩为 m 的条形永磁铁放在磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场中，当条形磁铁平行于 $\vec{B}$ 时，它受到的力矩为

A. 0　　B. mB　　C. $-mB$　　D. $\frac{1}{2}mB$　　[A]

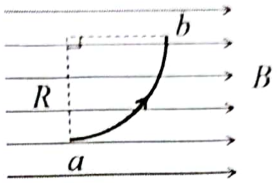
二、填空题（每小题 3 分，共 30 分）

11．如图所示，平行放置在同一平面内的三条载流长直导线，要使导线 AB 所受的安培力等于零，则 x 等于 $\underline{\ \frac{a}{3}\ }$。



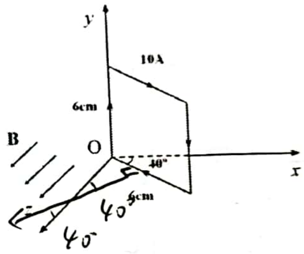
12．一电子以速率 $\upsilon=2.20\times10^{6}$ m/s 垂直磁力线射入磁感强度 $B=2.36\text{T}$ 的均匀磁场，则该电子的轨道磁矩为 $\underline{9.33\times10^{-17}\ \text{A}\cdot\text{m}^2}$，其方向与磁场方向 ~~同向平行~~ 反向。

13．如图所示，有一半径为 R，流过稳恒电流 I 的1/4圆弧形载流导线 ab，按图示方式置于匀强磁场 B 中，则导线 ab 所受安培力大小为 $\underline{BIR}$，方向 垂直纸面向里。



14．一个绕有 500 匝导线的平均周长为 50cm 的细环，载有 0.3A 电流时，铁芯的相对磁导率为 600。（1）铁芯中的磁感强度 B 为 $\underline{0.226\text{T}}$；（2）铁芯中的磁场强度 H 为 $\underline{300\text{A/m}}$。$(\mu_0=4\pi\times10^{-7}\ \text{N/A}^2)$

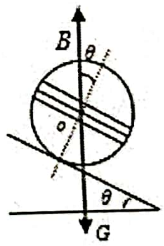
15．如图所示，载流 I=10A 的矩形线圈，可绕 y 轴转动，如果有一均匀磁场 B=0.2T，方向沿 z 轴正方向，则保持线圈在这一位置所需的力矩大小为 ~~36sin~~ $7.2\times10^{-3}\sin40^\circ\ \text{N}\cdot\text{m}$



16．位于同一平面内的无限长载流直导线与一无限长载流薄板构成闭合回路，载流板宽为 a，导线与板间距离为 a，则导线与载流板单位长度间的相互作用力大小为 $\underline{\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}\ln 2}$。

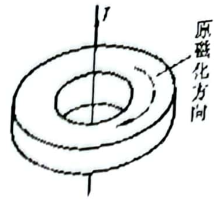
17．一平面试验线圈的磁矩 m 的大小为 $1\times10^{-8}\ \text{A}\cdot\text{m}^2$，把它放入待测磁场中的 A 处。试验线圈是如此之小，以致可以认为它所占据的空间内磁场是均匀的。当此线圈的 m 指向 z 轴正方向时，所受磁力矩大小为 $5\times10^{-9}\ \text{N}\cdot\text{m}$，方向沿 x 轴负方向；当此线圈的 m 与 y 轴平行时，所受磁力矩为零，则空间 A 点处的磁感强度的大小为 $\underline{0.5\ \text{B}}$，方向为 沿y轴方向。

18．如图所示，斜面上放有一塑料圆柱，圆柱上绕有数匝矩形线圈，圆柱体的轴线位于导线回路平面内。斜面倾角为 θ，处于均匀磁场 B 中，B 的方向竖直向上。如果线圈平面与斜面平行，且圆柱静止在斜面上，则通过回路的电流 I 方向从上往下看为 逆时针方向



19．矩磁材料具有接近矩形的磁滞回线，只要反向场超过矫顽力，磁化方向就立

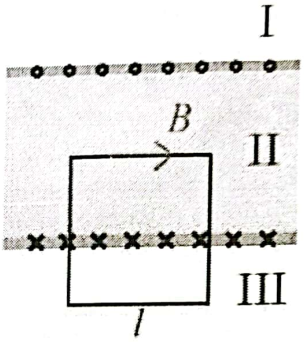
即反转。矩磁材料的用途是制作计算机中存储元件的环形磁芯。如图所示，磁芯的内、外直径分别为0.5mm和0.8mm，高为0.3mm. 这个磁芯由矫顽力为 $H_c = 160\,\mathrm{A/m}$ 的矩磁铁氧体材料制成，并假定原来已被磁化。现在，我们要将磁芯的磁化方向全部翻转过来，则穿过磁芯的导线中通过的脉冲电流的峰值至少为 ~~3.2×10^5A~~. ~~0.04A~~ 0.4A。



20．半径为 r 的导线圆环中载有电流 I，置于磁感应强度为 B 的均匀磁场中，若磁场方向与环面垂直，则圆环所受的合力为 0，力矩为 ~~BIπr²~~ 0，导线 所受的张力大小为 BrIB 。

三、计算题（每小题 10 分，共 40 分）

21．两块厚度均可忽略的无限大导体薄板，互相平行放置，两板上均匀地通有等值反向电流，电流面密度为1000A/m。在两块导体板之间充满相对磁导率为500的软磁介质，求：空间各处的磁感应强度、磁场强度和磁化强度的大小。



解：易知 两板外的磁场强度,磁场强度,磁化强度为零

$\therefore \oint_l H_2 = \lambda l$

$\therefore H_2 l = \lambda l$

$H_2 = 1000\,\mathrm{A/m}$

$B_2 = \mu H_2 = \mu_0 \mu_r H_2 = \frac{\pi}{5}\,T$

$M_2 = \chi_m H = (\mu_r - 1) H = 499000\,\mathrm{A/m}$

板外 $B_1 = B_3 = 0$

$H_1 = H_3 = 0$

$M_1 = M_3 = 0$

班级：　　　　　　　　姓名：　　　　　　　　学号：

22. 如图所示一半径为 R 的无限长半圆柱面导体，其上电流与其轴线上一无限长直导线上的电流等值反向，其电流 I 在半圆柱面上均匀分布；（1）试求轴线上的导线单位长度所受的力的大小和方向；（2）若将另一无限长直导线（通有大小及方向与半圆柱面相同的电流）代替半圆柱面，要在轴线上的导线单位长度产生相同的力，该导线应放在何处？

解：(1) $i=\frac{I}{\pi R}$

由对称性易知

磁感应强度方向B

沿y轴正方向

$dB=\frac{\mu_0 iR}{2\pi R}\sin\theta\cdot d\theta$

$B=\int_0^{\pi}\frac{\mu_0 iR}{2\pi R}\sin\theta d\theta$

$=\frac{\mu_0 iR}{\pi R}=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$，$\vec{F}=BIL\vec{i}$

$=\frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}\vec{i}$

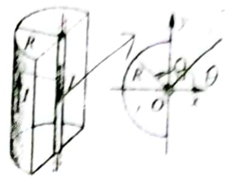
由左手定则易知

导线所受安培力水平向右

(2) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}=\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$

$a=\frac{\pi R}{2}$

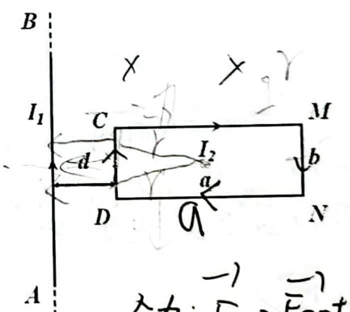
∴应放在 $(-\frac{\pi R}{2},0)$ 处



23. 如图所示，在长直导线 AB 内通以电流 I_1，在长为 a 宽为 b 的矩形线圈 $CDMN$ 中通有电流 I_2，AB 与线圈共面，CD、MN 都与 AB 平行且 CD 边与导线 AB 之间的距离为 d。求：

（1）导线 AB 的磁场对矩形线圈各边作用力；

（2）矩形线圈所受的合力及合力矩。



解：(1) 在CD处磁感应强度

$B_1=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d}$

在MN处：$B_2=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d+a)}$

∴对CD：$F_{CD}=BI_2 b=\frac{\mu_0 I_1 I_2 b}{2\pi d}$，方向水平向左

对MN：$F_{MN}=B_2 I_2 b=\frac{\mu_0 I_1 I_2 b}{2\pi(d+a)}$，方向水平向右

对DN：$dF=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi x}\cdot I_2\cdot dx$

$F_{DN}=\int_d^{d+a}dF=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\frac{a+d}{d}$，方向竖直向下

由对称性易知 $F_{CM}=F_{DN}=\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln\frac{a+d}{d}$，方向竖直向上.

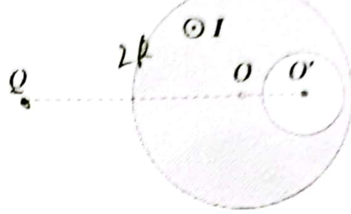
(2) ∴合力：$\vec{F}_合=\vec{F}_{CD}+\vec{F}_{MN}+\vec{F}_{DN}+\vec{F}_{CM}$

$=\frac{\mu_0 I_1 I_2 b}{2\pi}(d-d+a)$

$=\frac{\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi d(d+a)}$ 方向水平向左.

$M=\vec{m}\times\vec{B}=0$

24. 如图所示，一根半径为 R 的无限长载流直导线，在导体内有一半径为 r 的圆柱形空腔，其轴与直导线的轴平行，且两轴 OO' 距离为 d。电流 I 沿轴向流向纸外，并均匀分布在横截面上，现若在 $O'O$ 的延长线上距 O 为 $2R$ 处的 Q 点有一电子垂直纸面向外以速度 v 运动，求此时电子受到的磁场力。



解：电流面密度

$$\sigma = \frac{I}{\pi(R^2-r^2)}$$

则该直导线产生磁场

等价于以O为圆心半径为R的，

电流面密度为 $\frac{I}{\pi(R^2-r^2)}$，方向为垂直纸面向外

的实心导线 和 以O'为圆心半径为r，电流面密度为σ，

方向垂直纸面向里的导线

则 ~~B_1~~

则 $\oint B_1\cdot dl = \mu_0\sum I_1$

$$B_1 = \frac{\mu_0\sum I_1}{4\pi R} = \frac{\mu_0\pi R^2\sigma}{4\pi R} = \frac{\mu_0 R I}{4\pi(R^2-r^2)}$$

方向竖直向下

$$\oint B_2\cdot dl = \mu_0\sum I_2$$

$$\sum I_2 = \sigma\pi r^2 = \frac{r^2 I}{R^2-r^2}$$

$$2\pi\cdot(2R+d)\cdot B_2 = \frac{\mu_0 I r^2}{R^2-r^2}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I r^2}{2\pi(2R+d)(R^2-r^2)}$$

方向竖直向上

$\therefore B = B_1 - B_2$

$$F = Bqv$$

$$= \frac{\mu_0 I(2R^2-Rd-2r^2)qv}{4\pi(R^2-r^2)(2R+d)}$$