

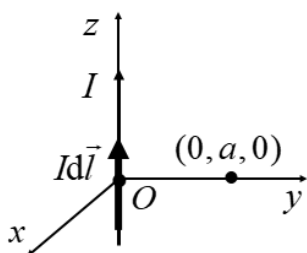
作业人	班 级	学 号	姓 名	得 分
批阅人	班 级	学 号	姓 名	得 分

第十二章 稳恒磁场

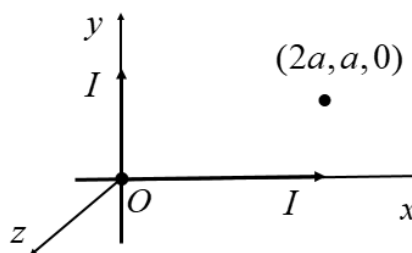
一、选择题

12.1.1. 如作业图 12.1.1 所示，一长直载流导线沿直角坐标系的 Oz 轴放置，电流沿 z 轴正方向，在原点 O 处取一电流元 $Id\vec{l}$ ，则该电流元在 $(0, a, 0)$ 点处磁感应强度 \vec{B} 为 ()。

- (A) $\frac{\mu_0 Idl}{4\pi a^2} \hat{i}$ (B) $-\frac{\mu_0 Idl}{4\pi a^2} \hat{k}$ (C) $-\frac{\mu_0 Idl}{4\pi a^2} \hat{i}$ (D) $\frac{\mu_0 Idl}{4\pi a^2} \hat{k}$



作业图 12.1.1



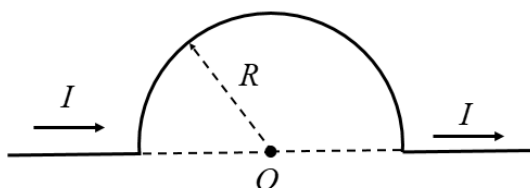
作业图 12.1.2

12.1.2. 如作业图 12.1.2 所示，有两条长直导线各有 I 的电流，分别沿 x 、 y 轴正向流动，在 $(2a, a, 0)$ 处的 \vec{B} ()。

- (A) 沿 z 轴负向 (B) 沿 z 轴正向 (C) 0 (D) 无法判断

12.1.3 如作业图 12.1.3 所示，一无限长载流 I 的导线当中弯成半径为 R 的半圆弧形，两段半无限长载流导线的延长线过半圆弧圆心。则圆心 O 处的磁感应强度 \vec{B} 为 ()。

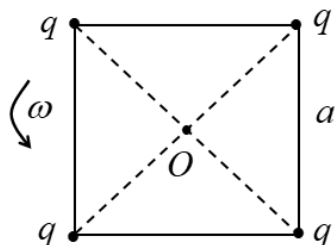
- (A) 垂直面向里，大小为 $\frac{\mu_0 I}{4R}$ (B) 垂直面向里，大小为 $\frac{\mu_0 I}{2R}$
(C) 垂直面向外，大小为 $\frac{\mu_0 I}{4R}$ (D) 垂直面向外，大小为 $\frac{\mu_0 I}{2R}$



作业图 12.1.3

12.1.4. 如作业图 12.1.4 所示, 边长为 a 的正方形的四个顶点上分别固定有电荷量均为 q (正电荷) 的点电荷。当正方形以角速度 ω 绕通过正方形中心 O 点且垂直于正方形平面的轴逆时针方向旋转时, 在 O 点的磁感应强度为 ()。

- (A) 垂直面向里, 大小为 $\frac{2\mu_0 q \omega}{\sqrt{2}\pi a}$ (B) 垂直面向里, 大小为 $\frac{\mu_0 q \omega}{\sqrt{2}\pi a}$
 (C) 垂直面向外, 大小为 $\frac{2\mu_0 q \omega}{\sqrt{2}\pi a}$ (D) 垂直面向外, 大小为 $\frac{\mu_0 q \omega}{\sqrt{2}\pi a}$



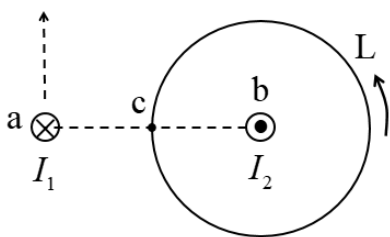
作业图 12.1.4

12.1.5 对于真空中稳恒磁场, 下面说法正确的是 ()。

- (A) 闭合回路上各点磁感应强度都是 0 时, 回路一定没有“捆着”电流
 (B) 闭合回路上各点磁感应强度都是 0 时, 回路“捆着”的电流的代数和必定为 0
 (C) 磁感应强度沿闭合回路积分为 0 时, 回路上各点磁感应强度必定为 0
 (D) 磁感应强度沿闭合回路积分不为 0 时, 回路上任何一点的磁感应强度不可能为 0

12.1.6. 如作业图 12.1.6 所示, 两根无限长平行直导线 a、b 分别载有电流 I_1 、 I_2 , 电流方向相反, L 为绕导线 b 的闭合回路, B_c 为环路上 c 点的磁感应强度的大小, 当导线 a 平行于导线 b 向上移动时 ()。

- (A) B_c 减小, $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 减小 (B) B_c 不变, $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 不变
 (C) B_c 增加, $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 不变 (D) B_c 减小, $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 不变



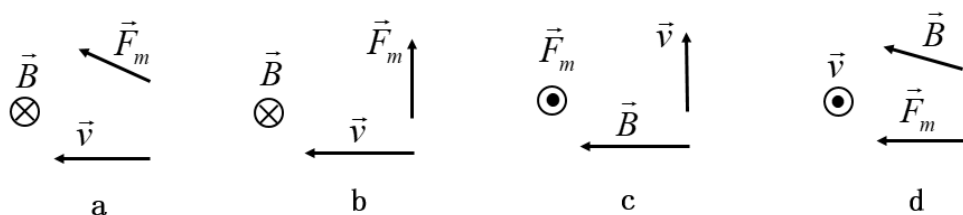
作业图 12.1.6

12.1.7. 关于磁场中高斯定理的叙述, 下列选项中正确的是 ()。

- (A) 磁场中的高斯定理表明磁场是有源场
 (B) 磁场中高斯定理 $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$, 表明闭合曲面上的各点处的 $B=0$
 (C) 在任意磁场处中穿过闭合曲面的磁通量均为 0
 (D) 磁场中高斯定理只在均匀磁场中成立

12.1.8. 速度为 \vec{v} 的带负电荷粒子通过均匀磁场 \vec{B} 受到洛伦兹力 \vec{F}_m 作用。如作业图 12.1.8 所示 a、b、c、d 四种表示的 \vec{F}_m 、 \vec{v} 、 \vec{B} 三个矢量的取向正确的是 ()。

(A) 图 a (B) 图 b (C) 图 c (D) 图 d



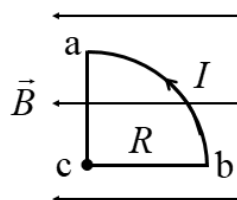
作业图 12.1.8

 12.1.9. 一电荷为 q 的粒子在均匀磁场中运动，下列说法正确的是 ()。

- (A) 只要速度大小相同，所受洛伦兹力一定相同
 (B) 只要速度相同，带电荷为 $+q$ 和 $-q$ 的粒子所受洛伦兹力大小相同，方向相反
 (C) 质量与电荷一定的粒子，受洛伦兹力的作用，粒子的动能、动量都保持不变
 (D) 只要粒子受到的洛伦兹力的方向垂直于速度的方向，则粒子运动的轨道必定是圆

 12.1.10. 如作业图 12.1.10 所示，一载有电流 I 、半径为 R 的四分之一圆扇形载流回路，置于磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场中，回路磁矩的大小和方向为 ()。

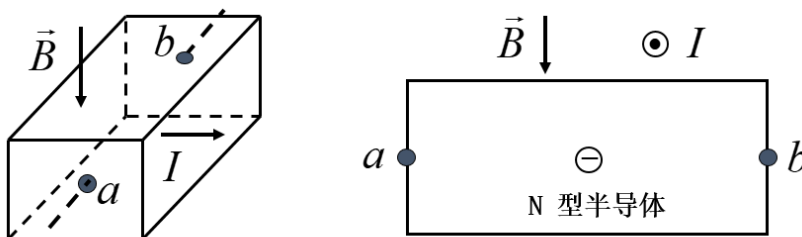
- (A) $IB \frac{\pi R^2}{4}$ ，方向垂直纸面向里
 (B) $IB \frac{\pi R^2}{4}$ ，方向垂直纸面向外
 (C) $I \frac{\pi R^2}{4}$ ，方向垂直纸面向里
 (D) $I \frac{\pi R^2}{4}$ ，方向垂直纸面向外



作业图 12.1.10

 12.1.11. 如作业图 12.1.11 所示，长方体形 N 型半导体薄片，在垂直于上下表面的方向加有磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场，在左右两个侧面之间通有恒定电流 I ，则前后两个侧面上的 a、b 点之间的电势差 U_{ab} ()。

- (A) 大于零 (B) 等于零 (C) 小于零 (D) 不能确定电势差的正负



作业图 12.1.11

12.1.12. 磁介质有三种，用相对磁导率表征它们的各自特征时 ()。

- (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 $\mu_r = 0$ ，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 $\mu_r > 1$

12.1.13. 一螺线管由细导线均匀密绕而成, 其长为 l , 半径为 a ($l \gg a$), 总匝数为 N , 管内充满相对磁导率为 μ_r 的均匀磁介质, 若线圈中有稳恒电流 I , 则管内任一点的 ()。

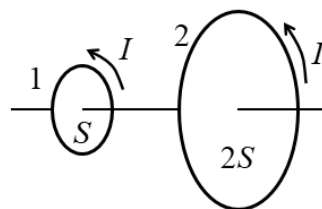
- (A) 磁感应强度大小为 $B = \mu_0 \mu_r NI$ (B) 磁感应强度大小为 $B = \frac{\mu_r NI}{l}$
 (C) 磁场强度大小为 $H = \frac{NI}{l}$ (D) 磁场强度大小为 $H = \frac{\mu_0 NI}{l}$

12.1.14. 磁介质中磁感应强度与磁场强度关系 $B = \mu H = \mu_0 \mu_r H$ 使用的条件是 ()。

- (A) 各向同性磁介质 (B) 各向同性非铁磁性介质
 (C) 各向异性磁介质 (D) 各种磁介质

12.1.15. 如作业图 12.1.15 所示, 面积分别为 S 和 $2S$ 的两个线圈 1 和 2 组成互感线圈。当两个线圈通有相同的电流 I , 如果用 φ_{21} 表示线圈 1 的电流 I 产生的磁场穿过线圈 2 的磁通量, 用 φ_{12} 表示线圈 2 的电流 I 产生的磁场穿过线圈 1 的磁通量, 则

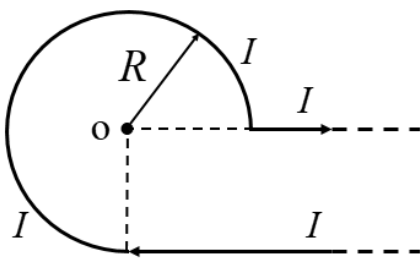
- (A) $\varphi_{21} = 2\varphi_{12}$
 (B) $\varphi_{21} = \varphi_{12}$
 (C) $\varphi_{21} = \frac{\varphi_{12}}{2}$
 (D) $\varphi_{21} = \frac{\varphi_{12}}{4}$



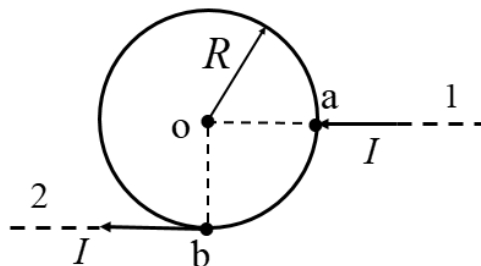
作业图 12.1.15

二、填空题

12.2.1. 如作业图 12.2.1 所示, 一根无限长细导线载有电流 I , 折成如图所示的形状 (一个四分之三圆弧两段半无限长载流直导线), 圆弧部分的半径为 R , 则圆心处磁感应强度的方向为_____、大小为 $B =$ _____。



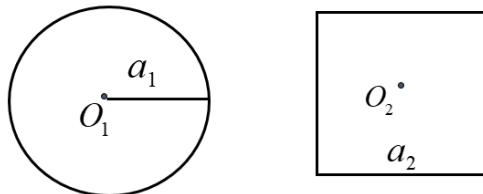
作业图 12.2.1



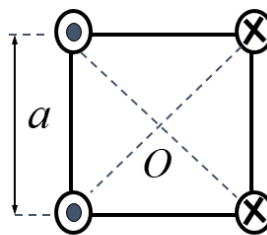
作业图 12.2.2

12.2.2. 如作业图 12.2.2 所示, 用均匀细金属丝构成一半径为 R 的圆环, 电流 I 通过直导线 1 从 a 点流入圆环, 再由 b 点通过直导线 2 流出圆环。设导线 1、导线 2 与圆环共面, 则环心 O 点的磁感应强度 \vec{B} 的大小为_____, 方向为_____。

12.2.3. 如作业图 12.2.2 所示, 载流的圆形线圈 (半径 a_1) 与正方形线圈 (边长 a_2) 通有相同电流, 若两个线圈中心 O_1 、 O_2 处的磁感应强度大小相同, 则半径 a_1 与边长 a_2 之比为 $a_1/a_2 =$ _____。



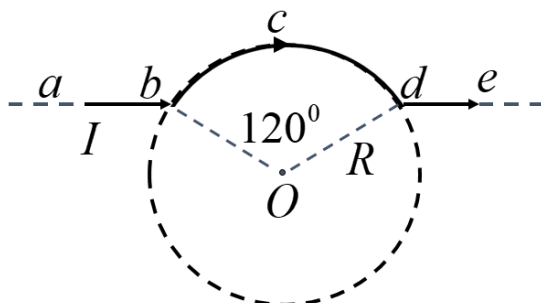
作业图 12.2.3



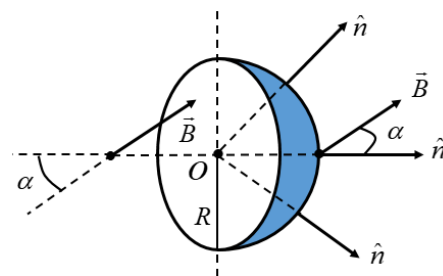
作业图 12.2.4

12.2.4. 如作业图 12.2.4 所示, 四条平行的无限长直导线, 垂直通过边长为 $a = 20 \text{ cm}$ 正方形顶点, 每条导线中的电流都是 $I = 20 \text{ A}$, 这四条导线在正方形中心 O 点产生的磁感应强度为 $B =$ _____。

12.2.5. 如作业图 12.2.5 所示, 一根无限长直导线 $abcde$ 弯成图所示的形状, 中部 bcd 是半径为 R 、对圆心 O 张角为 120° 的圆弧, 当通以电流 I 时, O 处磁感应强度的大小 $B =$ _____, 方向为_____。



作业图 12.2.5



作业图 12.2.7

12.2.6. 一半径为 R 的薄塑料圆盘, 盘面均匀地分布着电荷 q , 若圆盘绕通过圆心且与盘面的轴以角速度 ω 作匀速转动时, 在盘心处的磁感强度的大小 $B =$ _____。

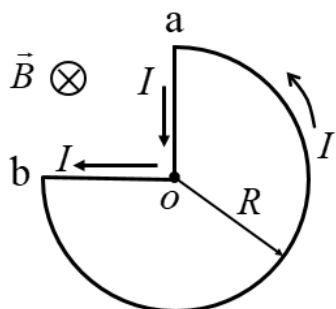
12.2.7. 如作业图 12.2.7 所示, 半径为 R 的半球面放在磁感应强度为 \vec{B} 的均匀磁场中, 磁感应强度为 \vec{B} 与半球面的圆面成 α 角。取半球面的法线方向 \hat{n} 为垂直于半球面的外向, 则通过半球面的磁通量为 $\Phi_m =$ _____。

12.2.8. 半径为 R 的无限长圆柱形导体流有电流为 I , 电流在导体截面上均匀分布, 则在导体内磁感应强度分布为 $B =$ _____, 在导体外磁感应强度分布 $B =$ _____。

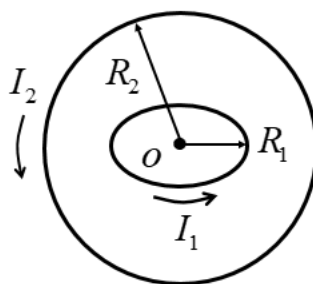
12.2.9. 一长直导线载有电流 I , 在距导线 d 处有一正电荷 q 以速度 v 垂直于导线运动。当该电荷

- (a) 向着导线运动时, 该电荷受力大小 $F =$ _____, 方向_____;
- (b) 背离导线运动时, 该电荷受力大小 $F =$ _____, 方向_____。

12.2.10. 如作业图 12.2.10 所示, 在真空中有一半径为 R 的四分之三圆形的导线, 导线中通有电流 I 。导线置于均匀外磁场 \vec{B} 中, 且 \vec{B} 与导线所在平面垂直, 则该四分之三圆弧形载流导线 ab 所受的安培力的大小为_____。



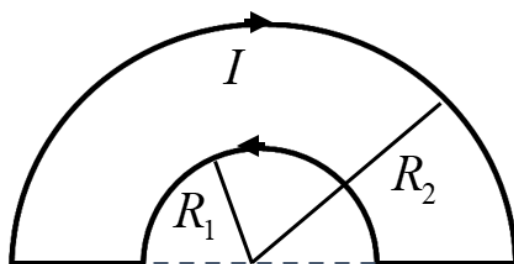
作业图 12.2.10



作业图 12.2.11

12.2.11. 如作业图 12.2.11 所示, 载有电流 I_2 的圆形平面大线圈与载有电流 I_1 的圆形平面小线圈互相垂直放置, 两线圈的公共中心在 O 点。如果 $R_1 \ll R_2$, 则小线圈所受磁力矩的大小 $M =$ _____, 磁力矩的方向为_____。

12.2.12. 如作业图 12.2.12 所示, 两个同心半圆弧组成一闭合线圈, 通有电流 I , 设线圈平面法向 \vec{n} 垂直纸面向里。则圆心 O 点的磁感应强度 $\vec{B} =$ _____, 线圈的磁矩 $\vec{m} =$ _____。



作业图 12.2.12

12.2.13. 在稳恒磁场中, 关于磁场强度 \vec{H} 的评论为:

\vec{H} 与传导电流_____ (有关/无关);

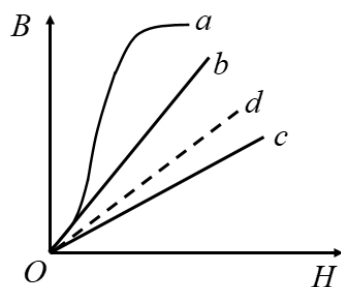
如果闭合曲线没有捆着传导电流, 则曲线上各点的 \vec{H} _____ (一定/不一定) 为零;

如果闭合曲线上各点 \vec{H} 均为零, 则该曲线所捆着的传导电流的代数和 _____ (一定/不一定) 为零。

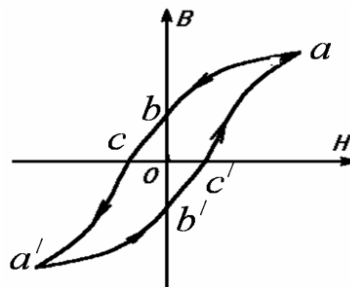
以闭合曲线 L 为边界的任意曲面的 \vec{H} 通量 _____ (一定/不一定) 相等。

12.2.14. 如作业图 12.2.14 所示的几条磁介质的磁化曲线 (实线) 分别为顺磁质、抗磁质和铁磁质的 $B-H$ 曲线, 虚线 (直线) 的直线方程为 $B = \mu_0 H$, 则 Oa 表示_____; Ob 表示_____; Oc 表示_____。

12.2.15. 如作业图 12.2.15 所示为某铁磁质的磁滞回线, 则图中 Ob (或 Ob') 表示_____; Oc (或 Oc') 表示_____。



作业图 12.2.14



作业图 12.2.15

12.2.16. 软磁材料的磁滞回线细长，矫顽力和剩磁都_____（大或小），磁导率高，磁滞损耗小，易于_____，也易于_____。广泛用于制作电机、变压器、继电器等电器等电工设备和电子设备中。硬磁材料的磁滞回线包围的面积大，矫顽力和剩磁都_____（大或小），磁滞现象显著，撤去外磁场后保持很大_____，并能将剩磁长久保留。适用于作_____磁铁和磁记录介质。

12.2.17. 对于单匝线圈取自感系数的定义为 $L = \Phi_m / I$ 。如果其他环境不变，而线圈中的电流强度变小，则线圈的自感系数 L _____（变大/不变/变小）

12.2.18. 关于长直螺线管的自感系数 L 的值，有下述评论：

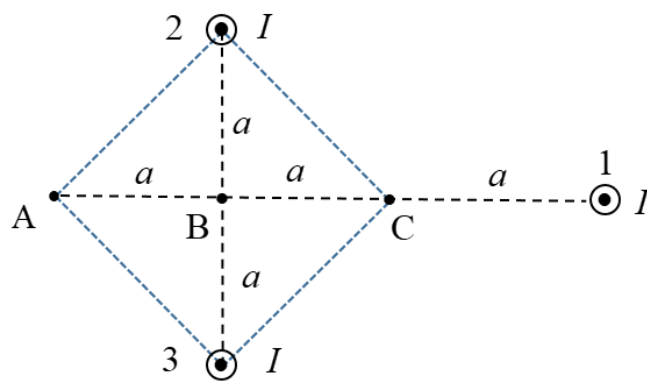
- 螺线管的半径越大， L _____（越大/不变/越小）；
- 充有铁磁质的 L 比真空的 L _____（大/相等/小）；
- 通以的电流 I 的值越大， L _____（越大/不变/越小）；
- 单位长度的匝数越多， L _____（越大/不变/越小）。

12.2.19. 无限长密绕螺线管通以电流 I ，内部充满均匀、各向同性的磁介质，磁导率为 μ 。螺线管上单位长度绕有 n 匝导线，则螺线管内部的磁感应强度大小为_____，内部的磁场能量密度为_____。

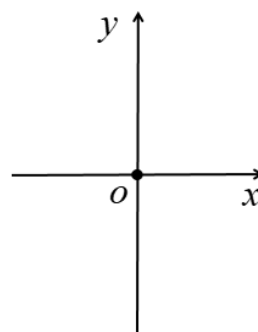
12.2.20. 中子星表面的磁场估计为 10^8 T ，则该处的磁能密度为_____。按质能关系，质量密度为_____ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

三、计算题

12.3.1. 如作业图 12.3.1 所示，三根无限长直导线平行放置在 1、2、3 处，通有同方向传输的恒定电流 I ，其中 1 到 C、2 到 B、3 到 B、A 到 B、B 到 C 的距离均为 a 。求 A、B、C 三点的磁感应强度。

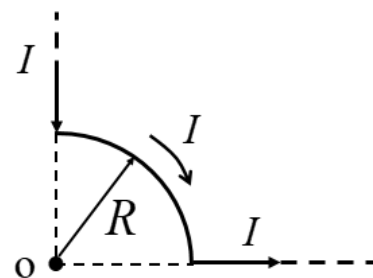


作业图 12.3.1



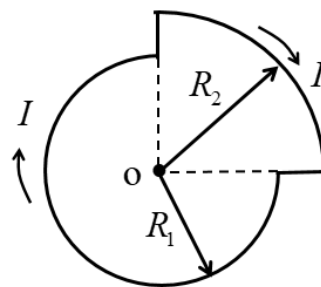
作业图 12.3.1-1

12.3.2. 如作业图 12.3.2 所示，一根无限长导线弯成两个半无限长直导线和一个半径为 R 的四分之一圆弧，半无限长直导线垂直其延长线通过四分之一圆弧的圆心 O 。如果导线中通有恒定电流 I ，求圆心 O 处的磁感应强度。



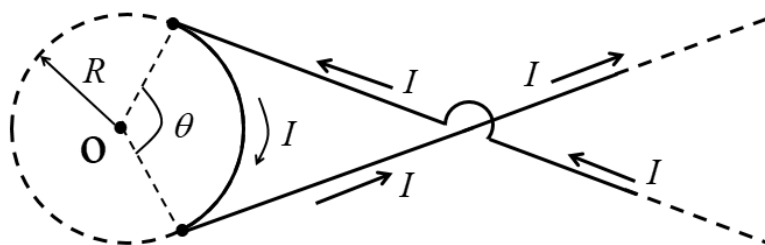
作业图 12.3.2

12.3.3. 如作业图 12.3.3 所示，一根导线弯成一个半径为 R_1 的四分之三圆弧和一个半径为 R_2 的四分之一圆弧，两段圆弧的圆心位于一处 O ，两段圆弧由两段直导线连接组成一个闭合回路。如果导线中通有恒定电流 I ，求圆心 O 处的磁感应强度。



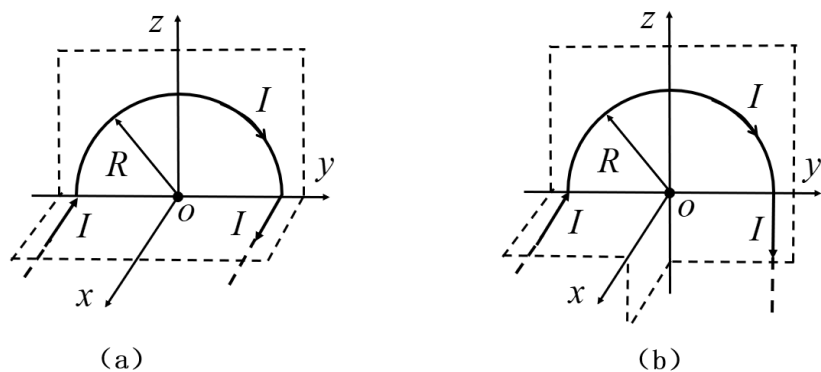
作业图 12.3.3

12.3.4. 一载有电流 I 的导线具有如作业图 12.3.4 所示的结构，即与同一个圆相切的两段半无限长的直线段与沿圆周的一段圆周角为 θ 的弧连接。所有的线段都在同一平面内。要使圆心处的磁感应强度为 0， θ 应为多大？



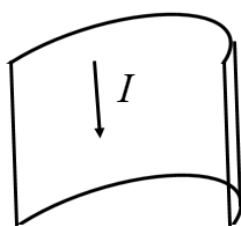
作业图 12.3.4

12.3.5. 载流导线形状如作业图 12.3.5 所示（图中直线部分导线延伸到无穷远），就（a）和（b）分别求 O 点的磁感应强度。

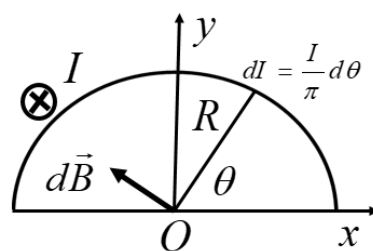


作业图 12.3.5

12.3.6. 如作业图 12.3.6 所示，在一半径 $R = 1.0 \text{ cm}$ 的无限长半圆柱形金属薄片上，自上而下有电流 $I = 3.0 \text{ A}$ 通过，试求：圆柱轴线上任一点的磁感应强度。

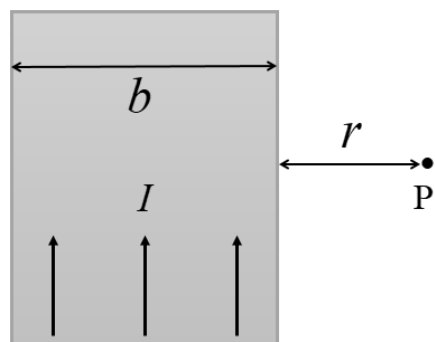


作业图 12.3.6



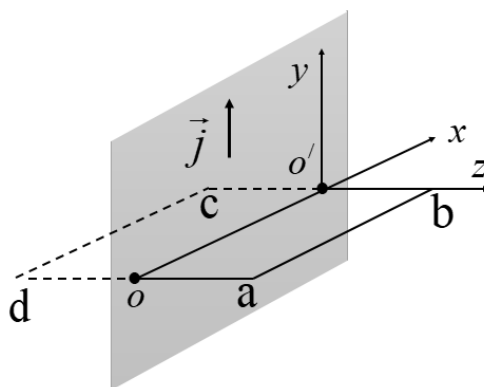
作业图 12.3.6-1

12.3.7. 如作业图 12.3.7 所示，宽为 b ，长度可视为无限长的薄金属板。其电流为 I ，且在宽度上均匀流过。求在薄板的平面上距板的一边为 r 处 P 点的磁感应强度。



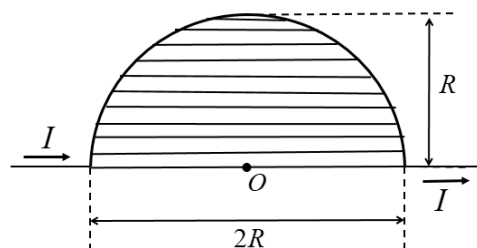
作业图 12.3.7

12.3.8. 如作业图 12.3.8 所示，设电流均匀流过无限大导电平面，其面电流密度为 \vec{j} ，求导电平面两侧的磁感应强度。



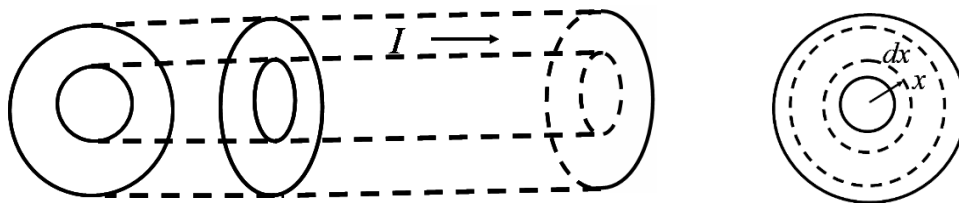
作业图 12.3.8

12.3.9. 如作业图 12.3.9 所示，半径为 R 的木球上绕有密集的细导线，线圈平面彼此平行，且以单层线圈覆盖住半个球面，线圈的总匝数为 N ，通过线圈的电流为 I 。求球心处的磁感应强度的大小。

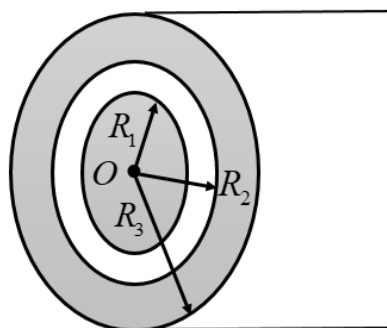


作业图 12.3.9

12.3.10. 有一很长的载流导体直圆管，内半径为 a ，外半径为 b ，电流强度为 I ，电流沿轴线方向流动，并且均匀地分布在管壁的横截面上。求空间各点的磁感应强度大小，并画出 $B-r$ 曲线（ r 为场点到轴线的垂直距离）。

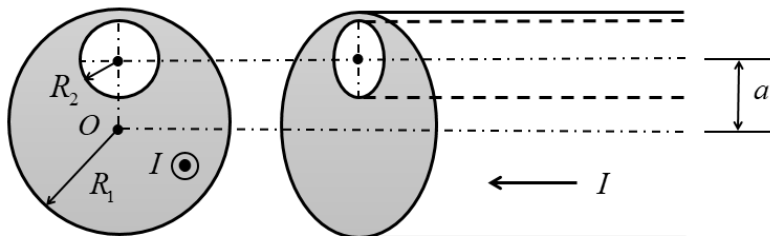


12.3.11. 同轴电缆尺寸如作业图 12.3.11 所示，两导体中的电流均为 I ，但电流的流向相反、试计算以下各处的磁感应强度；（1） $r < R_1$ ；（2） $R_1 < r < R_2$ ；（3） $R_2 < r < R_3$ ；（4） $r > R_3$ 。并作 $B-r$ 曲线。



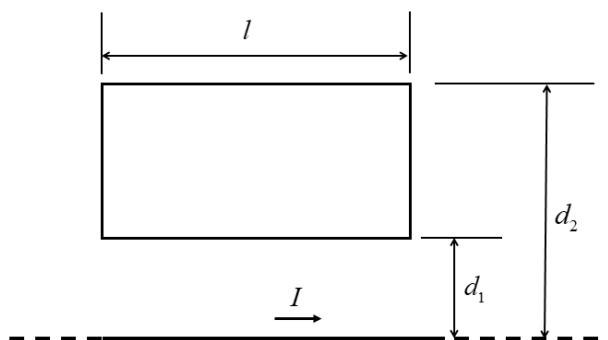
作业图 12.3.11

12. 3. 12. 如作业图 12. 3. 12 所示, 一根无限长的圆柱形导体, 半径为 R_1 , 其内有一半半径为 R_2 的无限长圆柱形空腔, 它们的轴线相互平行, 距离为 a ($R_2 < a < R_1 - R_2$), 电流 I 沿导体轴线方向流动, 且均匀地分布在横截面上, 求: (1) 圆柱体轴线上 B 的大小; (2) 空腔轴线上 B 的大小。



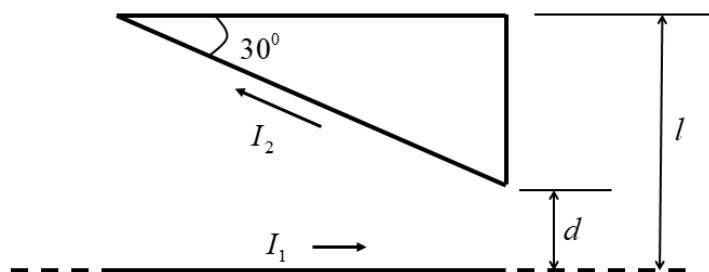
作业图 12. 3. 12

12. 3. 13. 如作业图 12. 3. 13 所示, 载流长直导线的电流为 I , 试求通过矩形回路的磁通量。如果将长直导线和矩形回路看做互感线圈, 求互感系数。



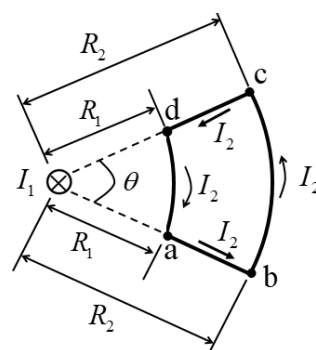
作业图 12. 3. 13

12.3.14. 如作业图 12.3.14 所示，一无限长直导线通有电流 I_1 ，旁边放有一直角三角形回路，回路中通有电流 I_2 ，回路与长直导线共面。求电流 I_1 的磁场分别作用在三角形回路上各段的安培力。如果将长直导线和矩形回路看做互感线圈，求互感系数。



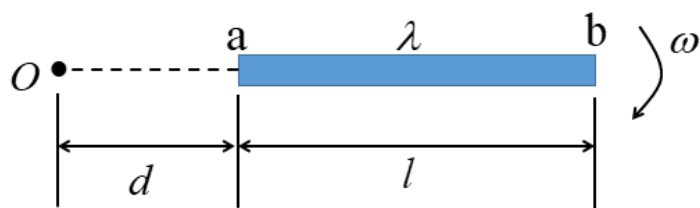
作业图 12.3.14

12.3.15. 如作业图 12.3.15 所示，在垂直于长直线电流 I_1 的平面内有一载流线圈 abcd，其电流为 I_2 。载流线圈由两段直线导线 ab 和 cd、半径分别为 R_1 和 R_2 的圆弧组成，ab 和 cd 的延长线过直线电流 I_1 与 abcd 平面的交点，ba 和 cd 之间的夹角为 θ 。试求：（1）线圈各边所受的安培力；（2）线圈所受的磁力矩。



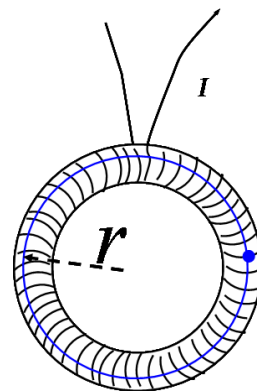
作业图 12.3.15

12.3.16. 如作业图 12.3.16 所示，一均匀带电细棒 ab ，长为 l ，电荷线密度为 λ ，此棒可绕垂直于纸面的 O 轴以角速度 ω 转动。转动过程中， a 端与轴 O 的距离保持 d 不变。试求转动细棒的磁矩。

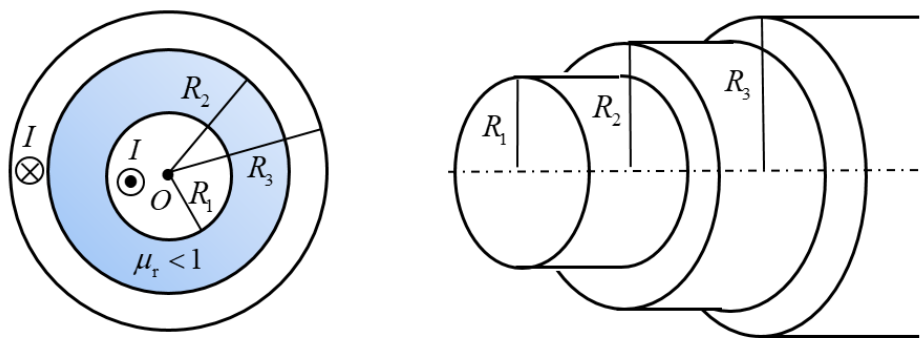


作业图 12.3.16

12.3.17. 螺线环中心周长 $l = 10\text{cm}$ ，环上线圈匝数 $N = 300$ ，线圈中通有电流 $I = 100\text{mA}$ 。(1) 求管内的磁场强度 H 和磁感应强度 B ；(2) 若管内充满相对磁导率 $\mu_r = 4000$ 的磁介质，则管内的 H 和 B 是多少？(3) 磁介质内由导线中电流产生的 B_0 和磁化电流产生的 B' 各是多少？(4) 螺线环储存的磁场能量密度为多少？



12.3.18. 如作业图 12.3.18 所示, 一根长直同轴电缆, 内、外导体之间充满磁介质, 磁介质的相对磁导率为 μ_r ($\mu_r < 1$), 内导体半径为 R_1 , 外导体为半径为 $R_2 < R_3$ 的导体管, 导体的磁化可以忽略不计。电缆沿轴向有稳恒电流 I 通过, 内外导体上电流的方向相反。求空间各区域内的磁场强度、磁感应强度和磁化强度, 束缚电流面密度, 单位长度同轴电缆储存的磁场能量。



作业图 12.3.18