练习 25　稳恒磁场(一) 参考答案

1. D

2. A

3. $-\frac{1}{2}B\pi R^2$

4. $\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 2$

5. 解：设圆线圈磁矩为 p_{m1}，方线圈磁矩为 p_{m2}，则

$$p_{m1}=I_1\pi R^2, \qquad p_{m2}=I_2 a^2$$

$$\therefore \qquad I_2=\pi R^2 I_1/(2a^2)$$

正方形一边在其中心处产生的磁感强度为

$$B_1=\mu_0 I_2/(\sqrt{2}\pi a)$$

正方形各边在其中心产生的磁感强度大小相等，方向相同，因此中心 O' 处总的

磁感强度的大小为 $$B_0'=\frac{2\sqrt{2}\mu_0 I_2}{\pi a}=\frac{\sqrt{2}\mu_0 R^2 I_1}{a^3}$$

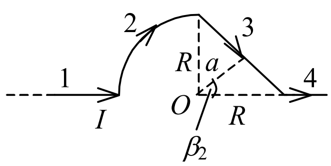
$$\because \qquad B_0=\frac{\mu_0 I_1}{2R}, \quad 得 \quad I_1=\frac{2RB_0}{\mu_0}$$

$$\therefore \qquad B_0'=(\sqrt{2}R/a)^3 B_0$$

6. 解：将导线分成 1、2、3、4 四部份，各部分在 O 点产生的磁感强度设为 B_1、B_2、B_3、B_4. 根据叠加原理 O 点的磁感强度为：

$$\vec{B}=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\vec{B}_3+\vec{B}_4$$

∵ 悛 $\vec{B}_1$、$\vec{B}_4$ 均为 0，故悛 $\vec{B}=\vec{B}_2+\vec{B}_3$



$$B_2=\frac{1}{4}(\frac{\mu_0 I}{2R}) \quad 方向 \quad \otimes$$

$$B_3=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\sin\beta_2-\sin\beta_1)=\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi R}\sqrt{2} \text{ 碍}$$

$$=\mu_0 I/(2\pi R) \quad 方向 \quad \otimes$$

其中 $a=R/\sqrt{2}$， $\sin\beta_2=\sin(\pi/4)=\sqrt{2}/2$

$$\sin\beta_1=\sin(-\pi/4)=-\sqrt{2}/2$$

$$\therefore \qquad B=\frac{\mu_0 I}{8R}+\frac{\mu_0 I}{2\pi R}=\frac{\mu_0 I}{2R}(\frac{1}{4}+\frac{1}{\pi}) \quad 方向 \quad \otimes$$

练习 26　稳恒磁场(二) 参考答案

1.　C

导体中电流密度 $J = I/\pi(R^2 - r^2)$. 设想在导体的挖空部分同时有电流密度为 J 和－J 的流向相反的电流．这样，空心部分轴线上的磁感强度可以看成是电流密度为 J 的实心圆柱体在挖空部分轴线上的磁感强度 $\vec{B}_1$ 和占据挖空部分的电流密度－J 的实心圆柱在轴线上的磁感强度 $\vec{B}_2$ 的矢量和．由安培环路定理可以求得

$$B_2 = 0,\quad B_1 = \frac{\mu_0 I a^2}{2\pi a(R^2 - r^2)}$$

所以挖空部分轴线上一点的磁感强度的大小就等于

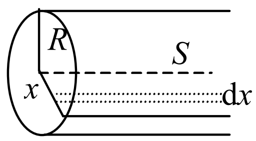
$$B_1 = \frac{\mu_0 I a}{2\pi(R^2 - r^2)}$$

2.　D

3.　$\mu_0 I/(2d)$

4.　$\mu_0(I_1 - I_2 - I_3)$

5. 解：在距离导线中心轴线为 x 与 $x + \mathrm{d}x$ 处，作一个单位长窄条，其面积为 $\mathrm{d}S = 1\cdot \mathrm{d}x$ ．窄条处的磁感强度



$$B = \frac{\mu_r \mu_0}{2\pi}\frac{Ix}{R^2}$$

所以通过 dS 的磁通量为　$\mathrm{d}\Phi = B\,\mathrm{d}S = \dfrac{\mu_r \mu_0}{2\pi}\dfrac{Ix}{R^2}\mathrm{d}x$

通过 1 m 长的一段 S 平面的磁通量为

$$\Phi = \int_0^R \frac{\mu_r \mu_0}{2\pi}\frac{Ix}{R^2}\mathrm{d}x = \frac{\mu_r \mu_0 I}{4\pi} = 10^{-6}\ \text{Wb}$$

6. 证：　设电子飞行时间为 t，其作螺旋运动的周期为 T，则：

$$L = v_0 \cos\alpha \cdot t \qquad ①$$

$$T = 2\pi m_e/(eB) \qquad ②$$

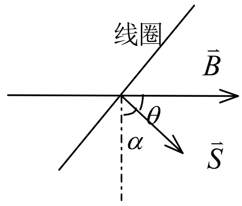
当 $t = nT$ 时，电子能恰好打在 O 点．

$$\therefore \quad L = v_0 \cos\alpha \cdot nT = 2\pi m_e n v_0 \cos\alpha/(eB)$$

练习 27　稳恒磁场(三) 参考答案

1. A
2. C
3. 负　，　$IB/(nS)$
4. $\sqrt{2}BIR$ ，　沿 y 轴正向

5. 解：(1)　$A = I\Delta\phi$



∵　$\phi_0 = 0$ ，　$\phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = BS\cos\theta$

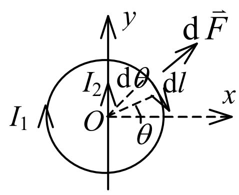
∴　$A = IBS\cos\theta = IBS\sin\alpha$

(2)　$\left|\vec{M}\right| = \left|\vec{p}_m \times \vec{B}\right| = ISB\sin\theta = IBS\cos\alpha$

6. 解：设圆半径为 R，选一微分元 $\mathrm{d}l$ ，它所受磁力大小为

$$\mathrm{d}F = I_1\,\mathrm{d}l\cdot B$$

由于对称性，y 轴方向的合力为零。



∴　$\mathrm{d}F_x = \mathrm{d}F\cos\theta$

$$= I_1 R\,\mathrm{d}\theta\frac{\mu_0 I_2}{2\pi R\cos\theta}\cos\theta = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\mathrm{d}\theta$$

∴　$$F = F_x = \int_0^{2\pi}\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\mathrm{d}\theta = \mu_0 I_1 I_2$$

练习 28　稳恒磁场(四) 参考答案

1. C

2. D

3. $\sigma\omega r\,\mathrm{d}r$ ，　$\pi\sigma\omega r^3 B\,\mathrm{d}r$，　$\pi\sigma\omega R^4 B/4$

4. 铁磁质，　顺磁质 ，　抗磁质。

5. 解：依据无限长带电和载流导线的电场和磁场知：

$$E(r)=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$$ (方向沿径向向外)

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

运动电荷受力 F (大小)为：　$F=\dfrac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}-\dfrac{\mu_0 Iq}{2\pi r}v$

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，

$$\frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}-\frac{\mu_0 Iq}{2\pi r}v=0$$

则有　$v=\dfrac{\lambda}{\varepsilon_0\mu_0 I}$

6. 解：

$$B=\Phi/S=2.0\times10^{-2}\ \mathrm{T}$$

$$H=nI=NI/l=32\ \mathrm{A/m}$$

$$\mu=B/H=6.25\times10^{-4}\ \mathrm{T\cdot m/A}$$

$$\chi_m=\mu/\mu_0-1=496$$