工科物理大作业参考答案

【第 6 章】 恒定磁场

一、选择题

1. B　2. C　3. D　4. D　5. B　6. B　7. C　8. D　9. E

10. B　11. D　12. D　13.C　14. C　15. B　16. C　17. A　18. D

二、填空题

19. $\dfrac{\mu_0 I}{2R}$-$\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R}$；垂直纸面向里

20. 0;　$\mathrm{I}\pi R^2\vec{k}$

21. $\mu_r\mu_0 nI$

22. $\pi R^2 c$

23. 0；1:2

24. $\sqrt{2}BIR$；沿 y 轴正向

25. $\mu_0\mu_r nI$；nI

26. $I/2\pi r$；$\mu I/2\pi r$

27. 铁磁质；顺磁质；抗磁质

28. 矫顽力大，剩磁也大；永久磁铁

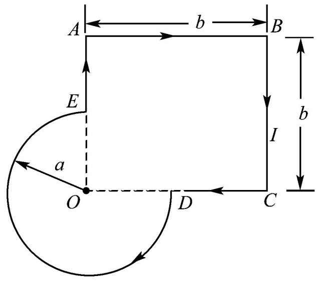
29. 磁导率大，矫顽力小，磁滞损耗低；变压器，交流电机的铁芯等。

三、综合应用题

30.解：　由磁场的叠加原理有:

$$\vec{B}_O = \vec{B}_{AB} + \vec{B}_{BC} + \vec{B}_{CD} + \vec{B}_{DE} + \vec{B}_{EA}$$

由毕奥-萨伐尔定律　$d\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{Id\vec{l}\times\vec{r}}{r^3}$



得　　　$B_{CD}=0$，$B_{EA}=0$

载流圆环在圆心处产生的磁场

$$B=\frac{\mu_0 I}{2R}$$

所以　　　$B_{DE}=\frac{3}{4}\cdot\frac{\mu_0 I}{2a}=\frac{3\mu_0 I}{8a}$　　方向：垂直纸面向里。

载流直导线产生的磁场

$$B=\frac{\mu_0 I}{4\pi r}(\cos\alpha_1-\cos\alpha_2)$$

对于 AB 段载流导线　$r=b$　，$\alpha_1=\frac{\pi}{2}$，　$\alpha_2=\frac{3}{4}\pi$

所以　　　$B_{AB}=\frac{\mu_0 I}{4\pi b}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$　　方向：垂直纸面向里。

对于　　　$B_{BC}=\frac{\mu_0 I}{4\pi b}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}$　　方向：垂直纸面向里。

所以　　　$B_0=B_{AB}+B_{BC}+B_{DE}$

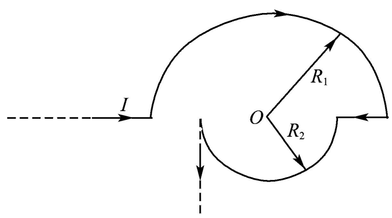
$$=\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8\pi b}+\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{8\pi b}+\frac{3\mu_0 I}{8a}$$

$$=\frac{\mu_0 I}{4\pi}\left(\frac{\sqrt{2}}{b}+\frac{3\pi}{2a}\right)$$

方向：垂直纸面向里。

31. 解： 由磁场的叠加原理: $\vec{B}_0=\vec{B}_1+\vec{B}_2+\vec{B}_3+\vec{B}_4+\vec{B}_5$

由毕奥-萨伐尔定律可得：



$$B_1=B_3=0$$

$B_2=\dfrac{\mu_0 I}{4R_1}$ 方向垂直纸面向里。

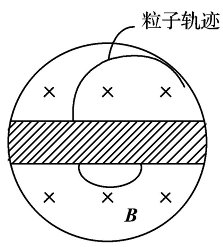
$B_4=\dfrac{\mu_0 I}{4R_2}$ 方向垂直纸面向里。

$B_5=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R_2}$ 方向垂直纸面向里。

以垂直纸面向里方向为正，则 $B=\dfrac{\mu_0 I}{4R_1}+\dfrac{\mu_0 I}{4R_2}-\dfrac{\mu_0 I}{4\pi R_2}$

32. 解： 粒子运动的轨迹半径

$$R=\frac{mv}{qB}\propto v$$



由图示知铝板下部分轨迹半径小，所以铝板下方粒子速度小，可知粒子由上方射入，因而粒子带正电。

33. 证明： 空间的电流可看做是由轴对称分布的若干长直载流导线组成的。由长直载流导线产生的磁场和磁场叠加原理，分析可知，具有轴对称分布的长直空心载流导线在空间产生的磁感应线是在垂直对称轴的平面内，以轴为中心的一组组同心圆。

选取距轴线垂直距离为r的圆周L为安培环路。

由安培环路定理 $\oint_{(L)} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

在 $R_1 < r < R_2$ 时，

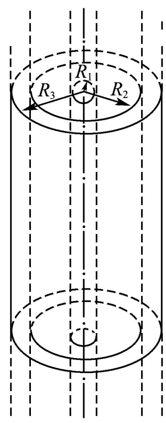
有 $$B\cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{I}{\pi R_2^2 - \pi R_1^2}\left(\pi r^2 - \pi R_1^2\right)$$

所以 $$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(R_2^2 - R_1^2)}\frac{r^2 - R_1^2}{r}$$

证毕

34.解： 空间的电流可看做是由轴对称分布的若干长直载流导线组成的。由长直载流导线产生的磁场和磁场叠加原理，分析可知，具有轴对称分布的长直载流导线在空间产生的磁感应线是在垂直对称轴的平面内，以轴为中心的一组组同心圆。选距轴线垂直距离为r的圆周为安培环路。

由安培环路定理 $\oint_{(L)} \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I$



当 $r \leqslant R_1$

有 $$B\cdot 2\pi r = \mu_0 \frac{I_0}{\pi R_1^2}\cdot \pi r^2$$

所以 $$B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi R_1^2} r$$

当 $R_1 \leqslant r \leqslant R_2$

有 $$B\cdot 2\pi r = \mu_0 I_0$$

$$B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$$

当 $R_2 \leqslant r \leqslant R_3$

有 $$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \left[I_0 - \frac{I_0}{\pi R_3^2 - \pi R_2^2} (\pi r^2 - \pi R_2^2) \right]$$

所以 $$B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \left(1 - \frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2} \right) = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r} \frac{\left(R_3^2 - r^2 \right)}{\left(R_3^2 - R_2^2 \right)}$$

当 $r > R_3$

有 $$B \cdot 2\pi r = 0$$

所以 $$B = 0$$