大 学 物 理 试 卷 解 答

一 选择题 (共30分)

1. (本题 3分)(1417)

(C)

2. (本题 3分)(1102)

(B)

3. (本题 3分)(2018)

(D)

4. (本题 3分)(2048)

(D)

5. (本题 3分)(5132)

(B)

6. (本题 3分)(2808)

(D)

参考解：设横截面半径为 R，铁环的平均半径为 r

$$W = wV = \frac{1}{2}BHV = \frac{1}{2}\frac{\Phi}{\pi R^2}\cdot\frac{NI}{2\pi r}\cdot 2\pi r\cdot\pi R^2$$

$$= \frac{1}{2}\Phi NI = 0.125\ \text{J}$$

7. (本题 3分)(2405)

(A)

8. (本题 3分)(2315)

(B)

9. (本题 3分)(2807)

(B)

参考解：

∵ 加速运动的带电粒子的辐射功率与加速度平方成正比，即 $P \propto (\omega^4 R^2)$，

而 $\omega = eB/m$ 与半径无关 ∴ $P \propto R^2$

10. (本题 3分)(2944)

(A)

参考解：R 为电阻.

$$E = \frac{I}{S\gamma}\ ,\qquad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}\qquad (a\ \text{为半径})$$

∵ $\gamma = \dfrac{1}{\rho} = \dfrac{l}{RS}$ ∴ $E = \dfrac{RI}{l}$

$$\vec{S} = \vec{E}\times\vec{H}$$

∵ $\vec{E}\perp\vec{H}$ ∴ $|\vec{S}| = \dfrac{1}{\mu_0}E\cdot B = \dfrac{RI}{l}\dfrac{I}{2\pi a}$ ＝$3.18\times 10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

二 填空题 (共30分)

11. (本题 4分)(1408)

$\lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$ 2 分

$\lambda L/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$ 2 分

12. (本题 3分)(1278)

$11q^2/(4\pi\varepsilon_0 b)$ 3 分

13. (本题 4分)(1511)

$\sqrt{2Fd/C}$ 2 分

$\sqrt{2FdC}$ 2 分

14. (本题 3分)(2703)

$q\omega l^2/24$ 3 分

15. (本题 4分)(7060)

答：各磁畴的磁化方向的指向各不相同，杂乱无章 2 分

全部磁畴的磁化方向的指向都转向外磁场方向 2 分

16. (本题 3分)(2333)

$\frac{\mu_0 b}{2\pi}\ln\frac{a+d}{d}$ 3 分

参考解：

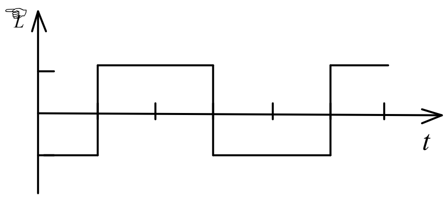
设长导线中电流为 I，则矩形线圈中

$$\Phi = \int_d^{a+d} \frac{\mu_0 Ib}{2\pi x}\mathrm{d}x = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi}\ln\frac{a+d}{d}$$

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 b}{2\pi}\ln\frac{a+d}{d}$$

17. (本题 3分)(2521)

答案见图. 3 分



18. (本题 3分)(5674)

$\frac{1}{2}LI^2$ 3 分

19. (本题 3分)(2198)

电磁波能流密度矢量 2 分

$\vec{S} = \vec{E}\times\vec{H}$ 1 分

三 计算题 (共40分)

20. (本题 5分)(1620)

解：电偶极子在该位置时受电场作用的顺时针转向力矩

$$M = pE\sin\theta \qquad 2\text{ 分}$$

用同样大小的外力矩 $M' = M$ 克服电场力矩作功

$$A = \int_{\theta}^{\theta+\pi} M'\,\mathrm{d}\theta = pE\int_{\theta}^{\theta+\pi}\sin\theta\,\mathrm{d}\theta \qquad 2\text{ 分}$$

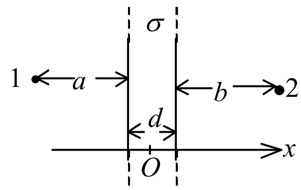
$$= pE[\cos\theta - \cos(\theta+\pi)] = 2pE\cos\theta \qquad 1\text{ 分}$$

21. (本题 5分)(1181)

解：选坐标如图．由高斯定理，平板内、外的场强分布为：

$E = 0$ (板内)

$E_x = \pm\sigma/(2\varepsilon_0)$ (板外) 2 分



1、2 两点间电势差 $U_1 - U_2 = \int_1^2 E_x\,\mathrm{d}x$

$$= \int_{-(a+d/2)}^{-d/2} -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x + \int_{d/2}^{b+d/2}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\mathrm{d}x$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(b-a) \qquad 3\text{ 分}$$

22. (本题 5分)(1732)

解：(1) 两个端面上的束缚电荷面密度

$$\sigma'_a = P_a\cos 180^\circ = -ka \qquad 2\text{ 分}$$

$$\sigma'_b = P_b\cos 0^\circ = kb \qquad 1\text{ 分}$$

(2) 介质内的束缚电荷体密度

$$\rho'_x = -\nabla\cdot\vec{P} = -\frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}(kx) = -k \qquad 2\text{ 分}$$

23. (本题 5分)(5682)

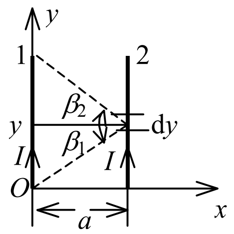
解：因为所带电荷保持不变，故电场中各点的电位移矢量 $\vec{D}$ 保持不变，

又 $$w = \frac{1}{2}DE = \frac{1}{2\varepsilon_0\varepsilon_r}D^2 = \frac{1}{\varepsilon_r}\frac{1}{2\varepsilon_0}D_0^2 = \frac{w_0}{\varepsilon_r} \qquad 3\text{ 分}$$

因为介质均匀，∴电场总能量 $W = W_0/\varepsilon_r$ 2 分

24．(本题10分)(2607)

解：导线 1 在导线 2 某点 dy 处产生的磁感强度



$$B_{12}=\frac{\mu_0 I}{4\pi a}(\sin\beta_2-\sin\beta_1)$$ 2 分

所以导线 2 上的电流元 Idy 受的磁力大小为

$$\mathrm{d}F=IB_{12}\,\mathrm{d}y$$

$$=\frac{\mu_0 I^2}{4\pi a}(\sin\beta_2-\sin\beta_1)\,\mathrm{d}y$$

$$=\frac{\mu_0 I^2}{4\pi a}\left[\frac{L-y}{\sqrt{a^2+(L-y)^2}}+\frac{y}{\sqrt{a^2+y^2}}\right]\mathrm{d}y$$ 3 分

整个导线上各电流元受力方向相同

$$F=\frac{\mu_0 I^2}{4\pi a}\int_0^l\left[\frac{L-y}{\sqrt{a^2+(L-y)^2}}+\frac{y}{\sqrt{a^2+y^2}}\right]\mathrm{d}y$$

$$=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}(\sqrt{a^2+l^2}-a)$$ 4 分

方向向左.

导线 1 受力大小相同，方向向右，即它们互相吸引. 1 分

25．(本题10分)(2191)

解：对于 $r<R$，由方程 $\oint_L \vec{B}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\mu_0\frac{\mathrm{d}\Phi_e}{\mathrm{d}t}$ 有

$$2\pi rB=\mu_0\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(U_{12}\pi r^2/d)$$ ① 3 分

由 $C=\varepsilon_0 S/d$ 得： $d=\varepsilon_0 S/C=\varepsilon_0\pi R^2/C$ ②

②代入①式得 $$B=\frac{\mu_0 Cr}{2\pi R^2\tau}U_m\mathrm{e}^{-t/\tau}$$ 2 分

对于 $r>R$，由上述方程得

$$2\pi rB=\mu_0\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\pi R^2 E)=\mu_0\varepsilon_0\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(\pi R^2 U_{12}/d)$$ ③ 3 分

②代入③式得： $$B=\frac{\mu_0\varepsilon_0}{2\pi r}\frac{\pi R^2 C}{\varepsilon_0\pi R^2}\cdot\frac{\mathrm{d}U_{12}}{\mathrm{d}t}=\frac{\mu_0 C}{2\pi r\tau}U_m\mathrm{e}^{-t/\tau}$$ 2 分