大 学 物 理 试 卷 解 答

一 选择题 (共30分)

1. (本题 3分)(1144)
   (C)

2. (本题 3分)(1356)
   (D)

3. (本题 3分)(5729)
   (C)

4. (本题 3分)(5120)
   (D)

5. (本题 3分)(2003)
   (B)

6. (本题 3分)(2398)
   (C)

7. (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

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

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

8. (本题 3分)(2824)
   (C)

9. (本题 3分)(2518)
   (D)

10. (本题 3分)(2315)
   (B)

二 填空题 (共30分)

11. (本题 4分)(1427)

$-(\sigma S)/\varepsilon_0$ 2 分

$(\sigma S)/\varepsilon_0$ 2 分

12. (本题 3分)(1465)

$C_2 C_3 / C_1$ 3 分

13. (本题 3分)(2069)

z 轴正方向 3 分

14. (本题 4分)(2921)

7.96×10^5 A/m 2 分

2.42×10^2 A/m 2 分

15. (本题 3分)(2525)

0.400 H　　3 分

16. (本题 3分)(5674)

$\frac{1}{2}LI^2$　　3 分

17. (本题 4分)(0323)

垂直纸面向里　　2 分

垂直 OP 连线向下　　2 分

18. (本题 3分)(7063)

$\frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2}=u^2\frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2}$　　2 分

同相位　　1 分

19. (本题 3分)(2801)

10 m　　3 分

三 计算题 (共40分)

20. (本题 5分)(1583)

解：设小水滴半径为 r、电荷 q；大水滴半径为 R、电荷为 Q＝27 q．27 个小水滴聚成大水滴，其体积相等

$$27\times(4/3)\pi r^3=(4/3)\pi R^3$$

得　$R=3r$　　2 分

小水滴电势　$U_0=q/(4\pi\varepsilon_0 r)$

大水滴电势　$U=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}=\frac{27q}{4\pi\varepsilon_0(3r)}=9\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}=9U_0$　　3 分

21. (本题 5分)(1043)

解：设内球上所带电荷为 Q，则两球间的电场强度的大小为

$E=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$　　$(R_1<r<R_2)$　　1 分

两球的电势差　$U_{12}=\int_{R_1}^{R_2}E\,\mathrm{d}r=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_{R_1}^{R_2}\frac{dr}{r^2}=\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$　　2 分

∴　$Q=\frac{4\pi\varepsilon_0 R_1R_2U_{12}}{R_2-R_1}=2.14\times10^{-9}\ \mathrm{C}$　　2 分

22. (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　$w=\frac{1}{2}DE=\frac{1}{2\varepsilon_0\varepsilon_r}D^2=\frac{1}{\varepsilon_r}\frac{1}{2\varepsilon_0}D_0^2=\frac{w_0}{\varepsilon_r}$　　3 分

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

23. (本题 5分)(1229)

解：电荷$-Q$均匀分布在导体球外表面上，按有介质时的高斯定理得电位移矢量大小为：

$$D = Q/(4\pi r^2)$$

电场强度大小 $E = D/\varepsilon = Q/(4\pi\varepsilon r^2)$ 3 分

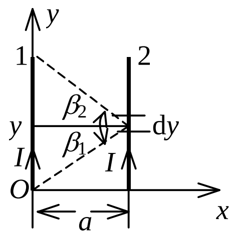
在场中取半径为 r 厚 $\mathrm{d}\,r$ 的球形薄壳，其体积为：

$$\mathrm{d}V = 4\pi r^2\,\mathrm{d}\,r$$

则电场能量 $W = \frac{1}{2}\int_V DE\,\mathrm{d}V = Q^2\int_R^\infty \mathrm{d}\,r/(8\pi\varepsilon r^2) = Q^2/(8\pi\varepsilon R)$ 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

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

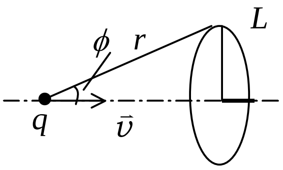
$$= \frac{\mu_0 I^2}{2\pi a}(\sqrt{a^2+l^2} - a)$$ 4 分

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)(2846)

解：由于电荷的运动速度 $\upsilon \ll c$，故运动点电荷周围的电场分布，仍可认为是球对称的，在距电荷为 r 处的电位移矢量为：



$$\vec{D} = \frac{q\vec{r}}{4\pi r^3}$$ 2 分

由于通过以电荷速度方向为轴向的环路（L）截面（如图所示）的电位移通量随时间变化，所以有感生磁场产生，且具有以电荷运动方向为轴的轴对称性，由全电流定律得

$$\oint_L \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{l} = \iint \frac{\mathrm{d}\vec{D}}{\mathrm{d}t}\cdot \mathrm{d}\vec{S} \qquad ①$$ 2 分

所以，若取 L 是半径为 r 的球冠的边界，则：

$$\iint \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{q}{4\pi}\iint \frac{dS}{r^2} = \frac{q}{4\pi}\int_0^{\phi} \frac{2\pi r^2 \sin\theta\, \mathrm{d}\theta}{r^2} = \frac{q}{2}\int_0^{\phi} \sin\theta d\theta = \frac{q}{2}(1-\cos\phi) \qquad ②$$ 3 分

∵ $r\,\mathrm{d}\phi = \upsilon\,\mathrm{d}t \sin\phi$ （近似有此关系）

即 $$\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} = \frac{\upsilon \sin\phi}{r}$$

则：$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \frac{q\upsilon \sin^2\phi}{2r} \qquad ③$$ 1 分

将③代入①则有：$$H = \frac{q\upsilon \sin\phi}{4\pi r^2}$$ 1 分

∵ $\vec{H}$ 方向 $\vec{\upsilon}\times\vec{r}$ 为方向 ∴ $$\vec{H} = \frac{q\vec{\upsilon}\times\vec{r}}{4\pi r^3}$$ 1 分