2006 级（A2）A 卷参考答案

2008 年 1 月 16 日

一 选择题 (共 54 分， 每题 3 分)

B C C C B D B A B A B B A D B B B A

二 计算题（共 46 分）

19.（10 分）解：(1) 设内层导线带电的电荷线密度为λ，则内层电介质中的电场强度为

$$E_1=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_1 r}(0<r<R_1)$$

外层电介质中的电场强度为 $$E_2=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_2 r}(R_1<r<R_2)$$ （3 分）

两导体间的电势差为

$$U=\int \boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{r}=\int_{R_1}^{R_2}E_1\mathrm{d}r+\int_{R_2}^{R_3}E_2\mathrm{d}r=\int_{R_1}^{R_2}\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_1 r}\mathrm{d}r+\int_{R_2}^{R_3}\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_2 r}\mathrm{d}r$$

$$=\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_1}\ln\frac{R_2}{R_1}+\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_2}\ln\frac{R_3}{R_2}$$ （4 分）

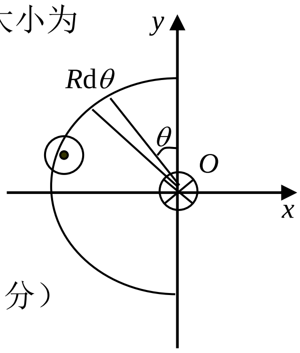
则电缆单位长度的电容为$$\boldsymbol{C}=\frac{\boldsymbol{\lambda}}{\boldsymbol{U}}=\frac{\boldsymbol{2\pi}}{\frac{1}{\boldsymbol{\varepsilon_1}}\ln\frac{\boldsymbol{R_2}}{\boldsymbol{R_1}}+\frac{1}{\boldsymbol{\varepsilon_2}}\ln\frac{\boldsymbol{R_3}}{\boldsymbol{R_2}}}$$ （1 分）

(2) 电容器单位长度储存的静电能为

$$W=\frac{1}{2}CU^2=\frac{\pi}{\frac{1}{\varepsilon_1}\ln\frac{R_2}{R_1}+\frac{1}{\varepsilon_2}\ln\frac{R_3}{R_2}}U^2$$ （2 分）

20.（11 分）

解：(1)长直电流 $jR\mathrm{d}\theta$ 对轴线上电流 I 单位长度的斥力大小为



$$\mathrm{d}F=\mathrm{d}B\cdot I=\frac{\mu_0 jIR\mathrm{d}\theta}{2\pi R}$$ (2 分)

由对称性， $F_y=0$ （1 分）

$$F=\int \mathrm{d}F_x=\int \mathrm{d}F\sin\theta=\frac{\mu_0 jI}{2\pi}\int_0^{\pi}\sin\theta\mathrm{d}\theta=\frac{\mu_0 jI}{\pi}=\frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}$$ （4 分）

方向 $+x$ （1 分）

(2) $$\frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R}=\frac{\mu_0 I^2}{2\pi d}$$ （2 分）

$d=\pi R/2$ （1 分）

21.（10 分）解：由题意，大线圈中的电流 I 在小线圈回路处产生的磁场可视为均匀的.

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi IR^2}{(R^2+x^2)^{3/2}}=\frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$$

4 分

故穿过小回路的磁通量为

$$\Phi=\vec{B}\cdot\vec{S}=\frac{\mu_0}{2}\frac{IR^2}{(R^2+x^2)^{3/2}}\pi r^2\approx\frac{\mu_0\pi r^2R^2I}{2x^3}$$ 3 分

由于小线圈的运动，小线圈中的感应电动势为

$$\mathbf{E}_i=\left|\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}\right|=\frac{3\mu_0\pi r^2IR^2}{2x^4}\left|\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}\right|=\frac{3\mu_0\pi r^2R^2I}{2x^4}\upsilon$$ 2 分

当 $x=NR$ 时，小线圈回路中的感应电动势为

$$\mathbf{E}_i=3\mu_0\pi r^2I\mathrm{v}/(2N^4R^2)$$ 1 分

22．(10 分) **解** 设粒子被禁闭在长度为 a 的一维箱中运动形成驻波，根据驻波条件有

$$a=n\frac{\lambda_n}{2}(n=1.2.3\cdots)$$ （2 分）

由德布罗意关系式可知 $p_n=\dfrac{h}{\lambda_n}$

所以定态动能为量子化的，量子化能级为

$$E=\frac{p^2}{2m}=\frac{(h/\lambda_n)^2}{2m}=\frac{h^2}{2m\lambda_n^2}=\frac{h^2}{2m(2a/n)^2}=\frac{n^2h^2}{8ma^2}$$

最小动能公式为 $E_1=\dfrac{h^2}{8ma^2}$ （3 分）

相应的波函数为 $\psi_1(x)=A\sin\dfrac{\pi}{a}x$

式中 A 为常数。由归一化条件 $\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x)|^2dx=\int_0^a|\psi(x)|^2dx=1$

求得归一化常数 A 为 $A=\sqrt{\dfrac{2}{a}}$. （3 分）

概率密度为 $|\varphi_1|^2=\left|\sqrt{\dfrac{2}{a}}\sin\dfrac{\pi}{a}x\right|^2=\dfrac{2}{a}\sin^2\dfrac{\pi}{a}x$ （2分）

23. (5 分) 解：1. 膜的厚度与轴突半径相比非常小，所以膜的任一小部分都可看成平面，因此可以把轴突等效成平行板电容器。

$$C=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r S}{d}\qquad \frac{C}{S}=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r}{d}=7.7\times10^{-3}\,\mathrm{F/m^2}$$

$$S=2\pi Rl\qquad C=2.4\times10^{-7}\,\mathrm{F}$$

$$q=CV=2.2\times10^{-8}\,\mathrm{C}$$

利用柱形电容器及 D 的高斯定理计算正确者同样得分（答案相同）。

2007 级大学物理期末试题 A 卷答案

考试时间：2009 年 1 月

一、选择题

C　D　C　D　D　B　D　C　B　C　B　C　C

二、填空题

14. $\dfrac{-Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\dfrac{1}{\varepsilon_{r1}R_1}-\dfrac{1}{\varepsilon_{r1}R}+\dfrac{1}{\varepsilon_{r2}R}-\dfrac{1}{\varepsilon_{r2}R_2}\right)$

15. $\dfrac{\sqrt{3}\mu_0 r^2}{a}$

16. 4.33×10^{-8}

17. 1.14

18. $0,\sqrt{2}\hbar,\sqrt{6}\hbar$

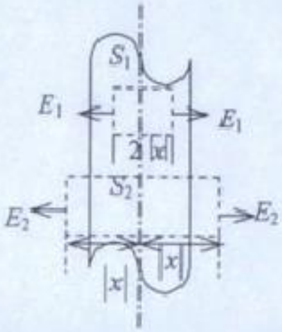
三、计算题

19.

19．(10 分)

解：由电荷分布的对称性可知在中心平面两侧离中心平面相同距离处场强均沿 x 轴，大小相等而方向相反．

在板内作底面为 S 的高斯柱面 S_1（右图中厚度放大了），两底面距离中心平面均为$|x|$，由高斯定理得



$$E_1\cdot 2S=\rho\cdot 2|x|S/\varepsilon_0$$

则得 $E_1=\rho|x|/\varepsilon_0$

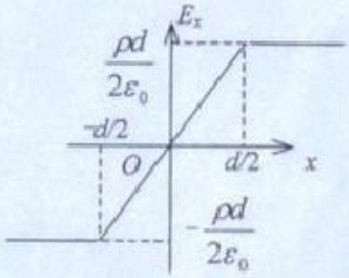
即 $E_1=\rho x/\varepsilon_0 \quad \left(-\frac{1}{2}d\le x\le\frac{1}{2}d\right)$ 4 分

在板外作底面为 S 的高斯柱面 S_2 两底面距中心平面均为$|x|$，由高斯定理得

$E_2\cdot 2S=\rho\cdot Sd/\varepsilon_0$

则得 $E_2=\rho\cdot d/(2\varepsilon_0) \quad \left(|x|>\frac{1}{2}d\right)$ 即 $E_2=\rho\cdot d/(2\varepsilon_0)$ $\left(x>\frac{1}{2}d\right)$，$E_2=-\rho\cdot d/(2\varepsilon_0) \quad \left(x<-\frac{1}{2}d\right)$ 4 分

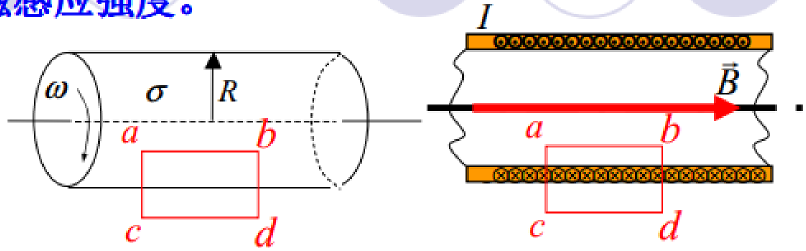
E~x 图线如图所示． 2 分



20.

4. 如图所示，一半径为R的均匀带电无限长直圆筒，电荷面密度为σ，该筒以角速度ω绕其轴线匀速旋转，试求圆筒内部的磁感应强度。

解：



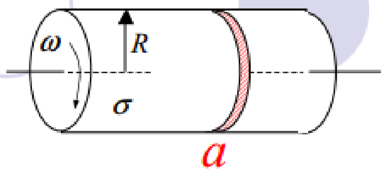
$$\int_{abcd}\vec{B}\cdot d\vec{l}=\int_{ab}\vec{B}\cdot d\vec{l}+\int_{bd}\vec{B}\cdot d\vec{l}+\int_{dc}\vec{B}\cdot d\vec{l}+\int_{ac}\vec{B}\cdot d\vec{l}$$

$$=\int_{ab}B\mathrm{d}l=B\overline{ab}=\mu_0\Sigma I$$

$$I=\frac{q}{T}=\frac{2\pi R\overline{ab}\sigma}{\frac{2\pi}{\omega}}=R\overline{ab}\sigma\omega \quad \Rightarrow B=\mu_0 R\sigma\omega$$

方向沿轴线，和圆筒的旋转方向成右手螺旋

解2：



$$I=\frac{q}{T}=\frac{2\pi Ra\sigma}{\frac{2\pi}{\omega}}=Ra\sigma\omega$$

$$B=\mu_0 nI=\mu_0\frac{1}{a}Ra\sigma\omega=\mu_0 R\sigma\omega$$

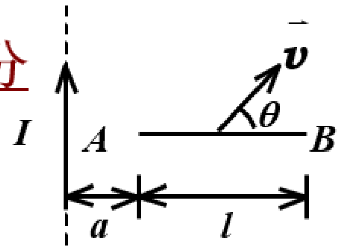
21.

$$\mathrm{v}_{\perp}=\mathrm{v}\sin\theta \qquad \mathrm{v}_{//}=\mathrm{v}\cos\theta \qquad \underline{1分}$$

$$\left.\begin{aligned}&\varepsilon_i=\left|\int\left(\vec{v}\times\vec{B}\right)\cdot d\vec{l}\right|=\left|\int_{x_1}^{x_1+l}\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\upsilon\sin\theta\,\mathrm{d}x\right|\\&\text{指向：以}A\text{到}B\text{为正}\end{aligned}\right\}\quad \underline{3分}$$

式中 $x_1=a+\left(\mathrm{v}\cos\theta\right)t$

$$\varepsilon_i=\frac{\mu_0 I\upsilon}{2\pi}\sin\theta\ln\frac{a+l+\mathrm{v}t\cos\theta}{a+\mathrm{v}t\cos\theta} \qquad \underline{2分}$$



A端的电势高. <u>2分</u>

22.

由不确定关系 $\Delta x \Delta p \geq \hbar$

$$\Delta x \approx r \quad \Delta p \approx p \quad \therefore E = \frac{\hbar^2}{2m_e r^2} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}r} = -\frac{\hbar^2}{m_e r^3} + \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 0$$

解得：$r = \dfrac{4\pi\varepsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$ 时 $E_{\min} = -\dfrac{m_e e^4}{2\hbar^2 (4\pi\varepsilon_0)^2} = -13.7\mathrm{eV}$

(2)电子处于半径为玻尔半径的球面内的概率：

$$W = \int_0^{a_0} \left|\psi_{1,0,0}\right|^2 4\pi r^2 \mathrm{d}r = \int_0^{a_0} \frac{1}{\pi a_0^3} \mathrm{e}^{-2r/a_0} 4\pi r^2 \mathrm{d}r$$

$$= -\frac{2}{a_0^2} \int_0^{a_0} r^2 \mathrm{d}\mathrm{e}^{-2r/a_0} = 0.32$$

23. I’m waiting for you~

2008 级大学物理期末试题 A 卷答案

2010 年 1 月 28 日

一、选择题 (共 15 分， 每题 3 分)

1. A 2. B 3. C 4. D 5. D

二 填空题(共 50 分)

6. (4 分) $\lambda d/\varepsilon_0$ 2 分， $\dfrac{\lambda d}{\pi\varepsilon_0(4R^2-d^2)}$ 2 分

7. (4 分) $\dfrac{\pi\varepsilon_0}{\ln\dfrac{d}{R}}$ 或 $\dfrac{\pi\varepsilon_0}{\ln\dfrac{d-R}{R}}$

8. (4 分) $\sqrt{2}\pi:8$ $\pi:4\sqrt{2}$ 0.555 : 1

9. (4 分) 0.5 T 2 分， y 轴正方向 2 分

10. (4 分) $\dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}\ln 2$ $0.11\,\mu_0 I_1 I_2$

11. (4 分) 2.3V 2-2.5 $0.23\pi^2$

12. (4 分) $\dfrac{1}{2\mu_0}(\dfrac{\mu_0 I}{\pi a})^2$ $\dfrac{\mu_0 I^2}{2\pi^2 a^2}$

13. (4 分) $-\dfrac{\pi r^2\varepsilon_0 E_0}{RC}e^{-t/RC}$ 2 分，相反 2 分

14. (3 分) 4 3.8~4.1 $16\sqrt{1-0.97^2}$ $eU=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$

15. (3 分) $\dfrac{\sqrt{K^2-1}}{K}=\sqrt{1-\dfrac{1}{K^2}}$

16. (3 分) $c\sqrt{1-(l/l_0)^2}$ $m_0c^2(\dfrac{l_0-l}{l})$ $\sqrt{1-\dfrac{l^2}{l_0^2}}$ $\dfrac{c\sqrt{l_0^2-l^2}}{l_0}$, $m_0c^2(\dfrac{l_0}{l}-$

17. (3 分) $\dfrac{hc}{\lambda_0}+\dfrac{(eRB)^2}{2m}$

18. (3 分) 940 V ~945V $\dfrac{25h^2}{8m_e e}\cdot 10^2$

19. (3 分) 0.6×10^6，或 1.2×10^6，或 7.5×10^6

0.32 5.5-6.5 1~1.5 7-8

20. 8-11（对应课本原题）

21. 10-3（对应课本原题）

22. 12-18（对应课本原题）

23. 13-4（对应课本原题）

2009 级大学物理期末试题 A 卷答案

一、选择题 (共 15 分，每题 3 分)

1. B 2. D 3. A 4. A 5. B

二、填空题(共 50 分) 请将答案写在指定横线上。

6. $-2\varepsilon_0\varepsilon_r E_0/3$, (2 分), $4\varepsilon_0\varepsilon_r E_0/3$ (2 分)

7. $Q/(4\pi\varepsilon_0 l)$ 3 分

8. $\dfrac{(\varepsilon_r-1)\lambda}{2\pi\varepsilon_r r}$ (3 分)

9. $-\mu_0 I$ (3 分)

10. $3B\omega l^2/8$ (2 分), $-3B\omega l^2/8$ (2 分) , 0 (1 分)

11. 0, (1 分), 0.2 H (2 分), 0.05 H (2 分)

12. ~~3A~~ (4 分) 1/16

13. ~~见图 $\vec{H}$, 2 分; $\vec{E}$, 2 分~~ 3A

14. $c\sqrt{1-(a/l_0)^2}$ 3 分

15. $\Delta x/v$ (2 分), $(\Delta x/v)\sqrt{1-(v/c)^2}$ 2 分

16. 9×10^{16} J (2 分), 1.5×10^{17} J (2 分)

17. 1.85×10^3 nm (3 分)

18. 0.1 Å (3 分)

19. 1.06×10^{-24} (或 6.63×10^{-24} 或 0.53×10^{-24} 或 3.32×10^{-24}) 3 分

参考解：

根据 $\Delta y\Delta p_y \ge \hbar$，或 $\Delta y\Delta p_y \ge h$，或 $\Delta y\Delta p_y \ge \frac{1}{2}\hbar$，或 $\Delta y\Delta p_y \ge \frac{1}{2}h$，可得以上答案.

20. 7-19（对应课本原题）

21. 9-22（对应课本原题）

22. 解：

（1）由归一化条件 $1=\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x)|^2dx=\int_0^l|\psi(x)|^2dx=\int_0^l A^2x(l-x)dx=\frac{A^2l^3}{6}$

由此得： $A=\sqrt{\frac{6}{l^3}}$

（2）当 $0\le x\le l$ 时，归一化后的波函数：$\psi(x)=\sqrt{\frac{6x(l-x)}{l^3}}$

粒子出现的概率密度为： $P(x)=|\psi(x)|^2=\frac{6x(l-x)}{l^3}$

导数为零的地方为粒子出现的概率极值处，求概率密度对 x 的导数：

$$\frac{dP(x)}{dx}=\frac{6}{l^3}(l-2x)=0$$

则有： $x=\frac{l}{2}$

（3） $P_1=\int_0^{\frac{l}{3}}|\psi(x)|^2dx=\int_0^{\frac{l}{3}}\frac{6}{l^3}x(l-x)dx=\frac{7}{27}\approx 0.23$

23.（高三物理题 orz…）

答案：(1) $\frac{2nsh}{m\lambda}$ (2) $\frac{nsh}{m\lambda}$

解析：光子垂直射到太阳帆上再反射，动量变化量为 2p，据动量定理和牛顿第二定律进行计算．若太阳帆是黑色的，光子垂直打到太阳帆上不再反弹．

(1)光子垂直射到太阳帆上再反射，动量变化量为 2p，设光对太阳帆压力为 F，单位时间打到太阳帆上的光子数为 N，则 N＝nS，由动量定理有：$F\Delta t=N\Delta t\cdot 2p$

所以 $F=N\cdot 2p$

而光子动量 $p=\frac{h}{\lambda}$，所以 $F=\frac{2nSh}{\lambda}$

由牛顿第二定律可得飞船加速度的表达式为

$$a=\frac{F}{m}=\frac{2nSh}{m\lambda}.$$

(2)若太阳帆是黑色的，光子垂直打到太阳帆上不再反弹(被太阳帆吸收)，光子动量变化量为 p，故太阳帆上受到的光压力为 $F=\frac{nSh}{\lambda}$，太阳帆的加速度 $a=\frac{nSh}{m\lambda}$.

说明：参考答案仅供参考。上述答案不完整而且存在一些错误，欢迎热心的小伙伴补充并指出错误所在。您的任何意见或建议可以发至我们的人人公共主页@BIT 自动化学生会良乡分会，我们将竭诚为您服务！