武汉大学 2021---2022 学年第一学期

《大学物理 B（下）》期末试卷

A 卷参考答案

一、选择题（共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分）

1-4　CDAA　　5-8　AABD

二、填空题（共 29 分）

9.（3 分）122nm

10.（3 分） $\vec{B}(t,x)=\dfrac{E_0}{c}\cos(\omega t-kx)\ \hat{z}=\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}E_0\cos(\omega t-kx)\ \vec{k}$

评分细则：若没有单位矢量 $\vec{k}$ 或 $\hat{z}$，则扣 1 分，给两分。

11.（4 分） $\dfrac{\mu_0 N_1 N_2 S}{2R}$　2 分；　$\dfrac{\mu_0 N_1 N_2 S}{R} I_0\omega\sin\omega t$　2 分

12.（3 分） 9

13.（3 分） 2.44m

14.（3 分） 0.33V

15.（3 分） 1/16

16.（3 分）若用 $\Delta p\cdot\Delta x\geq\hbar/2$ 计算，则 3.1%

若用 $\Delta p\cdot\Delta x\geq h$ 计算，则 39%

评分细则：两个答案均视为正确，均给满分。

17.（4 分） 2.5×10^{-2}　2 分　8.0　2 分

三、计算题（共 47 分）

18.（8 分）解：（1）由题意可知，在任意时刻 t，导体杆与金属框架构成的回路面积为

$$S=\frac{1}{2}v^2t^2\tan\theta \qquad 1\text{ 分}$$

若以垂直纸面向里作为该面积的法线正方向，则通过该回路的磁通量为

$$\Phi=BS=\frac{1}{2}Bv^2t^2\tan\theta \qquad 1\text{ 分}$$

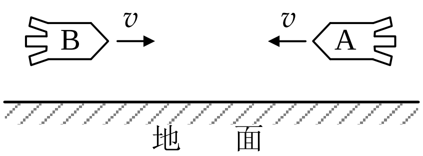
由法拉第电磁感应定律，可得回路中感应电动势的大小为

$$\varepsilon_i=-\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}=-\left(\frac{\partial\Phi}{\partial B}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}+\frac{\partial\Phi}{\partial t}\right) \qquad 2\text{ 分}$$

$$=\frac{1}{2}B_0\omega\sin\omega t\cdot v^2t^2\tan\theta-B_0\cos\omega t\cdot v^2t\tan\theta$$ 2 分

当$\varepsilon_i>0$时，ε_i沿顺时针方向；当$\varepsilon_i<0$时，ε_i沿逆时针方向。 2 分

19.（6 分）解：设地球为S系，飞船 B 为S′系。



由题意可知飞船 B（S′系）以速率v相对地球（S 系）运动，A 船中的米尺以速率$u_x=-v$相对S系运动。根据洛仑兹速度变换公式，米尺相对于飞船 B（S′系）的速率为

$$u_x'=\frac{u_x-v}{1-u_xv/c^2}=\frac{-2v}{1+(v/c)^2}$$ 2+1 分

则 B 中观察者测得 A 中米尺的长度是

$$l=l_0\sqrt{1-(u_x'/c)^2}=\frac{c^2-v^2}{c^2+v^2}l_0$$ 2+1 分

20.（10 分）解：反冲电子的动能为

$$E_k=m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}-1\right)=\frac{1}{4}m_0c^2$$ 2 分

根据能量守恒定律，有

$$\frac{hc}{\lambda_0}+m_0c^2=\frac{hc}{\lambda}+mc^2$$ 2 分

即 $$\frac{hc}{\lambda_0}-\frac{hc}{\lambda}=mc^2-m_0c^2=\frac{1}{4}m_0c^2$$

解得 $$\lambda=\left(\frac{1}{\lambda_0}-\frac{m_0c}{4h}\right)^{-1}=4.34\times10^{-12}\text{ m}$$ 2 分

再由康普顿波长的偏移公式

$$\lambda-\lambda_0=\frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi)=\lambda_c(1-\cos\varphi)$$ 2 分

即 $$\cos\varphi=1-\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_c}$$

由此可得散射光的散射角

$$\varphi=\cos^{-1}\left(1-\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_c}\right)=63.3^\circ$$ 2 分

21.（7 分）解：根据题意，在反射光的干涉中，薄膜上下表面两反射光有附加光程差，因此各级暗纹的条件为

$$\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad k = 0,1,2,\ldots$$ 3 分

且 B 处暗纹对应于 k =0，A 处暗纹对应于 $k = 10$。 2 分

所以 Ta_2O_5 薄膜的厚度为

$$e = e_A = 10\frac{\lambda}{2n} = 10 \times \frac{632.8 \times 10^{-9}}{2 \times 2.21} = 1.43\mu\text{m}$$ 2 分

22.（8 分）解：（1）由光栅方程，得

$$d\sin\theta_1 = k_1\lambda_1 \quad , \quad d\sin\theta_2 = k_2\lambda_2$$ 1 分

当两谱线重合时有 $\theta_1 = \theta_2$ 1 分

可得 $$\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = \cdots$$ 1 分

所以两谱线第二次重合时

$$k_1 = 6\text{，} \quad k_2 = 4$$ 1 分

得 $$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05\mu\text{m}$$ 1 分

（2）在上述条件下，光屏上能看到$\lambda_1 = 440\text{nm}$的明纹的最高级次为

$$k_{1\max} = \frac{d\sin\pi/2}{\lambda_1} = \frac{3.05}{0.440} = 6.9$$ 2 分

所以最多能看到第 6 级明纹。 1 分

23.（8 分）解：（1）由波函数的归一化条件

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |\varPsi_n(x)|^2 \,\text{d}x = A^2\int_0^a \sin^2(n\pi x/a)\text{d}x = 1$$ 2 分

可得归一化常数为：$A = \sqrt{2/a}$ 1 分

所以，归一化的波函数为

$$\varPsi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{2/a}\sin(n\pi x/a) & 0 < x < a \\ 0 & x < 0\text{，} x > a \end{cases}$$ 1 分

（2）当 $n = 2$ 时，粒子位于 $x \sim x + \text{d}x$ 的概率为

$$\text{d}P = |\varPsi_2(x)|^2 \,\text{d}x = \frac{2}{a}\sin^2(2\pi x/a)\text{d}x$$ 2 分

则粒子位于 $0 \sim a/4$ 内的概率为

$$P = \int_{a/4}^{a/2} |\varPsi_2(x)|^2 \,\text{d}x = \frac{2}{a}\int_{a/4}^{a/2} \sin^2(2\pi x/a)\text{d}x = \frac{1}{4} = 25\%$$ 3 分