2017～2018 学年第 1 学期大学物理（二）课程试卷（A 卷）

参考答案（2018.01.14）

一、选择题（每题 3 分，共 30 分）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	D	B	C	A	C	C	A	D	B

二、填空题（每题 3 分，共 30 分）

1．600 ；

2．$<$ ；

3．$\frac{2\pi}{3}$ ；

4．$-x$ 方向、或 x 轴负方向；

5．$\sqrt{3}$ ；

6．o、e;

7．无关，有关 ；

8．$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ ；

9．$\frac{m_l}{\sqrt{l(l+1)}}$ 、$\frac{\sqrt{3}}{3}$、$-\frac{\sqrt{3}}{3}$（二、三空或$\pm\frac{1}{\sqrt{3}}$，正负顺序先后均可可）

10．①，②，③

三．计算题（每题 10 分，共 40 分）

1．解：设气体的摩尔数为ν，分子的自由度$i=5$，则气体的$C_{V,\mathrm{m}}=\frac{5}{2}R, C_{p,\mathrm{m}}=\frac{7}{2}R$。

对 ab 过程，$T_b=\frac{V_b}{V_a}T_a=2T_a$，其热量： $1'$

$Q_{ab}=\nu C_{p,\mathrm{m}}(T_b-T_a)=\frac{7}{2}\nu RT_a>0$，吸热。 $1'$

对 bc 过程，$T_c=T_a$，其热量:

$Q_{bc}=\nu C_{V,\mathrm{m}}(T_c-T_b)=\frac{5}{2}\nu R\times(T_a-T_b)=-\frac{5}{2}\nu RT_a<0$，放热。 $2'$

ca 过程热量：

$Q_{ca}=A_{ca}=\nu RT_a\ln\frac{V_a}{V_c}=-\nu RT_a\ln 2<0$，放热。 $2'$

循环的效率为：

$$\eta=1-\frac{|Q_{bc}+Q_{ca}|}{Q_{ab}}=1-\frac{\frac{5}{2}\nu RT_a+\nu RT_a\ln 2}{\frac{7}{2}\nu RT_a}=\frac{2-2\ln 2}{7}=8.77\%$$

2．解：（1）设波源 O 的初位相为φ，则波源 O 的振动方程为 $y_O = A\cos(2\pi\nu t+\varphi)$ ，

则入射波的波函数为： $y_{入} = A\cos\left(2\pi\nu t-\dfrac{2\pi x}{\lambda}+\varphi\right)$ 2′

$y_{入}$被波密媒质反射时有半波损失，则反射波的波函数为：

$y_{反} = A\cos\left[2\pi\nu t+\varphi-\dfrac{2\pi}{\lambda}\left(2\times\dfrac{5}{8}\lambda-x\right)+\pi\right] = A\cos\left(2\pi\nu t+\dfrac{2\pi}{\lambda}x+\varphi+\dfrac{\pi}{2}\right)$ 。 1′

$y_{合} = y_{入}+y_{反} = 2A\cos\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x-\dfrac{\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t+\varphi+\dfrac{\pi}{4}\right)$ 。 1′

O 点合成振动方程为：

$y_O = 2A\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t+\varphi+\dfrac{\pi}{4}\right) = \sqrt{2}A\cos\left(2\pi\nu t+\varphi+\dfrac{\pi}{4}\right)$ 。

由已知条件得 O 点的合成振动初相为 $\dfrac{\pi}{2}$， 1′

即：$\varphi+\dfrac{\pi}{4}=\dfrac{\pi}{2}$，得：波源 O 的初位相为：$\varphi=\dfrac{\pi}{4}$。 2′

所以，合成驻波的波函数为： $y_{合} = 2A\cos\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x-\dfrac{\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t+\dfrac{\pi}{2}\right)$ 。 1′

（2）对波节：$\left|2A\cos\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x+\dfrac{\pi}{4}\right)\right| = 0$，

得 OP 间波节的位置为： $x=\dfrac{1}{8}\lambda,\ \dfrac{5}{8}\lambda$ 。 2′

注：（1）反射波波函数也可表为： $y_{反} = A\cos\left(2\pi\nu t+\dfrac{2\pi}{\lambda}x+\varphi-\dfrac{3\pi}{2}\right)$ ，此时：

$y_{合} = 2A\cos\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x+\dfrac{3\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t+\varphi-\dfrac{3\pi}{4}\right)$ ，

$y_O = 2A\cos\left(-\dfrac{3\pi}{4}\right)\cos\left(2\pi\nu t+\varphi-\dfrac{3\pi}{4}\right) = \sqrt{2}A\cos\left(2\pi\nu t+\varphi+\dfrac{\pi}{4}\right)$

（2）波节点的坐标也可基于 P 点为波节推断。

3．解：（1）$\Delta\theta = \frac{\lambda}{a} = 3\times10^{-2}\,\mathrm{rad}$ **3′**

（2）$\frac{d}{a} = \frac{0.10}{0.02} = 5$ **1′**

单缝衍射中央主极大内干涉极大的最高级次为 4 级， **1′**

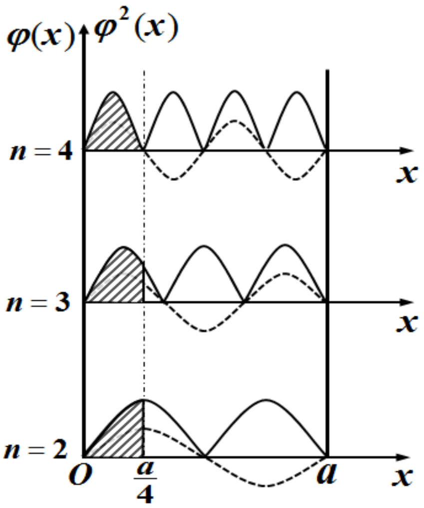
所以单缝衍射中央主极大内共有 9 条干涉极大。 **1′**

（3）此时：$\frac{d}{a} = \frac{0.05}{0.02} = \frac{5}{2}$ **1′**

单缝衍射中央主极大内干涉极大的最高级次为 2 级， **2′**

所以单缝衍射中央主极大内共有 5 条干涉极大。 **1′**

4．解：（1）



定性示意图，①纵坐标标注 $\varphi^2(x)$ 或 $|\varphi(x)|^2$；②$\varphi^2(x)$ 曲线正确；③能反映用区间曲线下面积表示概率。 $3'$

$n=3$ 概率最大。 $1'$

（2）由波函数图形或由定态驻波条件：$a=n\frac{\lambda}{2}$，　$n=1,2,3\cdots$ ，得：

$\lambda_2=a$;　$\lambda_3=\frac{2a}{3}$;　$\lambda_4=\frac{a}{2}$。 $3'$

（3）对任意 n 状态，粒子出现在 $0<x<\frac{a}{4}$ 内的概率为：

$$P=\int_0^{\frac{a}{4}}|\varphi(x)|^2\mathrm{d}x=\frac{1}{4}-\frac{1}{2n\pi}\sin\frac{n\pi}{2}$$ $2'$

要使此概率最大，只需确定对应 $\sin\frac{n\pi}{2}=-1$ 的最小的 n。

当 n 为偶数时，$\sin\frac{n\pi}{2}=0$；当 $n=1,5,9,\cdots$ 时，$\sin\frac{n\pi}{2}=1$；当 $n=3,7,11,\cdots$ 时，$\sin\frac{n\pi}{2}=-1$。因此，当 n=3 时概率最大，其值为 $P=\frac{1}{4}+\frac{1}{6\pi}\approx 0.3$。 $1'$