大学物理（下） 模拟试卷 二

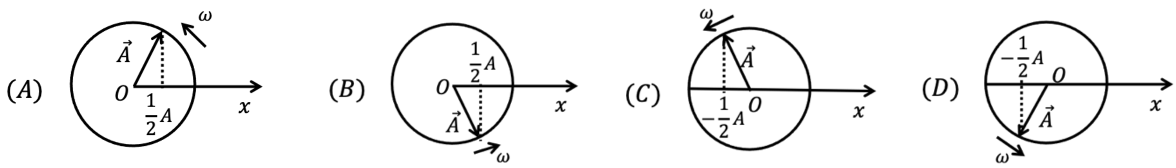
院(系)____________ 班级____________ 学号____________ 姓名_

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								

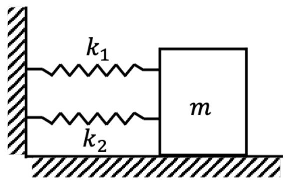
一、选择题（每题 3 分，共计 36 分。）

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	小计
答案	D	B	D	C	C	C	B	A	A	B	A	A	

1. 一个质点作简谐振动，振幅为A，在起始时刻质点的位移为$-\frac{1}{2}A$，且向x轴的正方向运动代表此简谐振动的旋转矢量图为



2. 如图所示，质量为m的物体由劲度系数为k_1和k_2的两个轻弹簧连接在水平光滑导轨上作微小振动，则该系统的振动频率为



（A）$\nu=2\pi\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$.　　（B）$\nu=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$.

（C）$\nu=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$.　　（D）$\nu=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$.

3. 一弹簧振子作简谐振动，总能量为E_1，如果简谐振动振幅增加为原来的两倍，重物的质量增加为原来的四倍，则它的总能量E_2变为

（A）$E_1/4$.　　（B）$E_1/2$.　　（C）$2E_1$.　　（D）$4E_1$.

4. 一平面简谐波表达式为$y=-0.05\sin\pi(t-2x)$ (SI)，则该波的频率$\nu(Hz)$，波速$u(m/s)$及波线上各点振动的振幅$A(m)$依次为

（A）$\frac{1}{2},\frac{1}{2},-0.05$.　　（B）$\frac{1}{2},1,-0.05$.

（C）$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0.05.$　　　　　　（D）$2, 2, 0.05.$

5. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

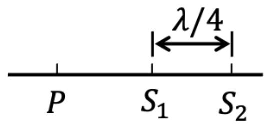
（A）它的势能转换成动能.

（B）它的动能转换成势能.

（C）它从相邻的一段媒质质元获得能量，其能量逐渐增加.

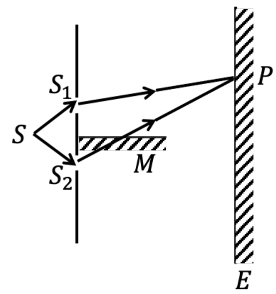
（D）它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元，其能量逐渐减小.

6. 两相干波源S_1和S_2相距$\lambda/4$，（λ为波长），S_1的相位比S_2的相位超前$\frac{1}{2}\pi$，在S_1，S_2的连线上，S_1外侧各点（例如P点）两波引起的两谐振动的相位差是：



（A）0.　　　（B）$\frac{1}{2}\pi$.　　　（C）π.　　　（D）$\frac{3}{2}\pi$.

7. 在双缝干涉实验中，屏幕E上的P点处是明条纹。若将缝S_2盖住，并在S_1S_2连线的垂直平分面处放一高折射率介质反射面M，如图所示，则此时



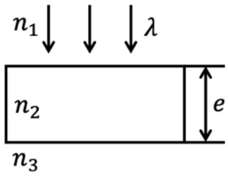
（A）P点处仍为明条纹.

（B）P点处为暗条纹.

（C）不能确定P点处是明条纹还是暗条纹.

（D）无干涉条纹.

8. 如图所示，波长为λ的平行单色光垂直入射在折射率为n_2的薄膜上，经上下两个表面反射的两束光发生干涉。若薄膜厚度为e，而且$n_1 > n_2 > n_3$，则两束反射光在相遇点的相位差为



（A）$4\pi n_2 e/\lambda$.　　　　（B）$2\pi n_2 e/\lambda$

（C）$(4\pi n_2 e/\lambda) + \pi$　　（D）$(2\pi n_2 e/\lambda) - \pi$

9. 两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，用单色平行光垂直入射。若上面的平玻璃以棱边为轴，沿逆时针作微小转动，则干涉条纹的

（A）间隔变小，并向棱边方向平移。　（B）间隔变大，并向远离棱边方向平移。

（C）间隔不变，向棱边方向平移。　　（D）间隔变小，并向远离棱边方向平移。

10. 氢原子中处于 2s 量子态的电子，描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为:

(A) (2, 0, 1, -1/2)　　(B) (2, 0, 0, -1/2)

(C) (1, 1, 0, 1/2)　　(D) (1, 0, 1, 1/2)

11. 在激光器中利用光学谐振腔

(A) 可同时提高激光束的方向性和单色性

(B) 可提高激光束的方向性，不能提高单色性

(C) 可提高激光束的单色性，不能提高方向性

(D) 不能提高激光束的方向性和单色性

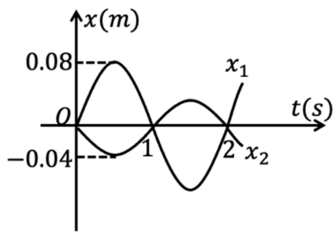
12. 质子在加速器中被加速，当其动能为静止能量的 3 倍时，其质量为静止质量的

(A) 4 倍　(B) 5 倍　(C) 6 倍　(D) 8 倍

得　分

二、填空题（每空格 2 分，共计 24 分）

1. 图中所示为两个简谐振动的振动曲线。若以余弦函数表示这两个振动的合成结果，则合振动的方程为$x = x_1 + x_2 =$ $0.04\cos(\pi t-\frac{\pi}{2})$ (SI).



2. 对黑体加热后，其最大单色辐出度对应的波长由$0.8\mu m$变到$1.6\mu m$，则其辐射出射度增大为原来的 $\frac{1}{16}$ 倍。

3. 观察者甲以$0.6c$的速度相对于静止的观察者乙运动，若甲带一长度为L，截面积为 S，质量为m的棒，这根棒安放在运动方向上，则乙测得此棒的密度为 $\frac{25m}{16SL}$ 。

4. 在康普顿散射中，散射角分别为$\phi_1 = 60°$和$\phi_2 = 30°$，则散射波波长偏移量比值$\Delta\lambda_1 : \Delta\lambda_2$为 $2+\sqrt{3}$ 。

5. 当波长为$300nm$的光照在某金属表面，光电子的能量范围从 0 到$4 \times 10^{-19} J$。此金属的红限频率为 3.97×10^{14} Hz。

6. 一辆机车以$30m/s$的速度驶近一位静止的观察者，如果机车的汽笛的频率为$550Hz$，此观察者听到的声音频率是 605 Hz（空气中声速为$330m/s$）。

7. 月球距地面3.86×10^5km，假设月光波长可按$550nm$计算，那么在地球上用直径$D=500cm$的天文望远镜恰好能分辨月球表面相距为__51.8__m的两点。

8. 按氢原子理论，当大量氢原子处于第三激发态时，原子跃迁将发出__6__种波长的光。

9. 低速运动的质子和α粒子，若他们的德布罗意波长相同，则它们的动量之比为__1:1__；动能之比为__4:1__。

10. 在折射率$n_3=1.6$的玻璃片表面镀一层折射率$n_2=1.38$的MgF_2薄膜作为增透膜。为了使波长为$500nm(1nm=10^{-9}m)$的光，从折射率$n_1=1.0$的空气垂直入射到玻璃上的反射尽可能地减少，MgF_2薄膜的厚度e至少__90.58__nm。

11. 一束自然光自空气入射到水面上，若水的折射率为1.33，布儒斯特角为__53°__。

得　分

三、(5 分)将三个偏振片叠放在一起，第二个与第三个偏振化方向分别与第一个的偏振化方向成45°和90°角。(1) 强度为I_0的自然光垂直入射到这一堆偏振片上，试求经每一偏振片后的光强；(2) 如果将第二个偏振片抽走，情况又如何?

解:(1) 经过第一个:

$$I_1=\frac{1}{2}I_0$$

经过第二个

$$I_2=I_1\cos^2 45^\circ=\frac{1}{4}I_0$$

经过第三个

$$I_3=I_3\cos^2 45^\circ=\frac{1}{8}I_0$$

(2) 若将第二个偏振片抽走

$$I_1=\frac{1}{2}I_0$$

$$I_3=I_1\cos^2 90^\circ=0$$

得 分

四、(8 分)已知单缝宽度$b = 1.0\times10^{-4}m$，透镜焦距为$0.5m$，用$\lambda_1 = 400nm$和$\lambda_2 = 760nm$的单色光分别照射，求这两种光第二级明纹距屏中心的距离，以及这两条明纹之间的距离；如单色光$\lambda_1 = 400nm$在屏中心的上方以入射角$i = 30°$斜入射到单缝上，则中央明纹中心距屏中心的位置？

解：单缝衍射明纹条件：

$$b\sin\theta = (k+\tfrac{1}{2})\lambda$$

$$\tan\theta = \frac{x}{f}$$

因$\lambda \ll b$，

$$\sin\theta \sim \theta \sim \tan\theta$$

$$b\frac{x}{f} = (k+\tfrac{1}{2})\lambda$$

对于$k=2$，

$$x_1 = \frac{\frac{5}{2}\lambda_1 f}{b} = 5\times10^{-3}m$$

$$x_2 = \frac{\frac{5}{2}\lambda_2 f}{b} = 9.5\times10^{-3}m$$

两条条纹间距

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 4.5\times10^{-3}m$$

斜入射时，中央明纹出现在

$$\tan\theta = \frac{x}{f}$$

注意，$\theta=30° \gg 5°$时，$\sin\theta \neq \theta \neq \tan\theta$.

$$x = f\tan\theta$$

$$= 0.5\times\frac{\sqrt{3}}{3}m$$

$$= 0.289m.$$

即中央明纹中心距屏中心 $0.289m$.

得 分

五、(10 分)设入射波的表达式为$y_1 = A\cos2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$，在$x = 0$处发生反射，反射点为一固定端。设反射时无能量损失，求

(1)反射波的表达式；

(2)合成的驻波的表达式；

(3)波腹和波节的位置。

解：入射波 $y_1 = A\cos2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$

是向左传播的，反射波具有形式

$$y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\phi_0]$$

反射点为固定点，发生半波损失。

即 $\phi_0 = \pi$.

反射波为

$$y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\pi]$$

(2) 两个波的合成为

$$y = y_1 + y_2$$

$$= A\cos[2\pi(\frac{t}{T}+\frac{x}{\lambda})] + A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\pi]$$

$$= 2A\cos(2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2})\cos(2\pi\frac{t}{T}+\frac{\pi}{2})$$

(3) 波腹条件

$$\left|\cos(2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2})\right| = 1$$

$$2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2} = k\pi$$

$$x = (k+\tfrac{1}{2})\frac{\lambda}{2},\quad k=0,1,2,\cdots$$

波节条件

$$\left|\cos(2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2})\right| = 0$$

$$2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2} = (k-\tfrac{1}{2})\pi \Rightarrow x = k\cdot\frac{\lambda}{2},$$

$k=0,1,2,\cdots$.

得　分

六、(8 分) 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为$a = 2\times10^{-3}cm$，在光栅后放一焦距$f = 1m$的凸透镜，现以$\lambda = 600nm(1nm = 10^{-9}m)$的单色平行光垂直照射光栅，求：

（1）透光缝a的单缝衍射中央明条纹宽度为多少?

（2）在该宽度内，有几个光栅衍射主极大?

解：(1) 单缝衍射中央明纹的边界是第一暗纹的位置。

$$a\sin\theta = \pm\lambda$$

$$\tan\theta = \frac{x}{f}$$

因 $\lambda \ll a$，所以

$$\sin\theta \sim \theta \sim \tan\theta$$

$$a\frac{x}{f} = \pm\lambda$$

$$x = \pm\frac{\lambda f}{a}$$

条纹宽度为

$$\frac{2\lambda f}{a} = 0.06m.$$

(2) 光栅常数 $d = \frac{1cm}{200} = 5\times10^{-5}m$.

明纹条件

$$d\sin\theta = k\lambda$$

$$\sin\theta = \frac{x}{f}$$

$$x = k\frac{\lambda f}{d},\quad k=0,\pm1,\pm2,\cdots$$

在 $\pm\frac{\lambda f}{a}$ 的范围内

$$-\frac{\lambda f}{a} < k\frac{\lambda f}{d} < \frac{\lambda f}{a}$$

$$-\frac{d}{a} < k < \frac{d}{a}$$

$$-\frac{5}{2} < k < \frac{5}{2}$$

k可以取0，±1，±2，共5个光栅衍射主极大。

得　分

七、(9 分) 一电子被限制在宽度为$1.0\times10^{-10}m$的一维无限深势阱中运动（1）欲使电子从基态跃迁到第一激发态需要给它多少能量?（2）在第一激发态时，在势阱何处出现的概率密度最大?（3）在第一激发态时，电子处于$x_1 = 0m$与$x_2 = 0.25\times10^{-10}m$之间的概率为多少?

解：电子的薛定谔方程为

$$E\psi(x) = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\psi(x)$$

$$(0<x<a=1\times10^{-10}m)$$

$$\frac{d^2}{dx^2}\psi(x) + \frac{2mE}{\hbar^2}\psi(x) = 0.$$

令 $k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$ ①

方程的解：

$$\psi(x) = A\sin kx + B\cos kx$$

由边界条件 $\begin{cases}\psi(0)=0\\ \psi(a)=0.\end{cases}$

得 $B=0$，$ka = n\pi$ ② $n=0,1,2,\cdots$

联立①，②得

$$k^2 = \frac{n^2\pi^2}{a^2} = \frac{2mE}{\hbar^2}$$

$$E_n = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$$

(1) $\Delta E = E_2 - E_1 = 3\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$

$= 1.81\times10^{-17}J$

$= 113.1\ eV$

(2) 当 $n=2$ 时

$$\psi(x) = A\sin\frac{2\pi x}{a}$$

当 $\frac{2\pi x}{a} = (k+\frac{1}{2})\pi$ 时，$|\psi(x)|^2$ 最大

$$x = (k+\frac{1}{2})\frac{a}{2}$$

即 $\frac{1}{4}\times10^{-10}m$ 和 $\frac{3}{4}\times10^{-10}m$ 处电子的概率密度最大。

(3) 由归一化条件

$$\int_0^a |\psi(x)|^2 = 1$$

$$A^2\int_0^1 \sin^2\frac{2\pi x}{a}dx = 1$$

$$A = \sqrt{\frac{2}{a}}$$

在 0 到 $0.25\times10^{-10}m$ 之间的概率

$$P = \int_0^{\frac{a}{4}} \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}dx$$

令 $u = \frac{2x}{a}$

$$P = \int_0^{\frac{1}{2}} \sin^2\pi u\,du$$

$$= \frac{1}{4}$$