自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

大学物理（下）

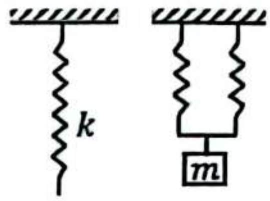
院(系)__________ 班级__________ 学号__________ 姓名________

题号	一	二	三	四	五	六	七	部分
得分								

一、选择题（每题 3 分，共计 33 分。）

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

1. 一劲度系数为k的轻弹簧截成二等份，将它们并联，下面挂一质量为m的物体，如图所示。则振动系统的频率为



(A) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{2m}}$　　(B) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

(C) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k}{m}}$　　(D) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{4k}{m}}$

2. 一平面简谐波沿x轴负方向传播。已知$x=x_0$处质点的振动方程为$y=A\cos(\omega t+\phi_0)$。若波速为u，则此波的表达式为

(A) $y=A\cos\{\omega[t-(x_0-x)/u]+\phi_0\}$.

(B) $y=A\cos\{\omega[t-(x-x_0)/u]+\phi_0\}$.

(C) $y=A\cos\{\omega t-[(x_0-x)/u]+\phi_0\}$.

(D) $y=A\cos\{\omega t+[(x-x_0)/u]+\phi_0\}$.

3. 一简谐平面波在无吸收的弹性介质中传播，以E_k、E_P分别表示介质中质元的动能和势能。则

(A) $E_k+E_P=$恒量，且E_k增长时，E_P减小；

(B) E_k+E_P是时间t的函数，且在任何时候都有$E_k=E_P$；

(C) E_k+E_P是时间t的函数，而且$E_k\neq E_P$；

(D) 上述说法都不对。

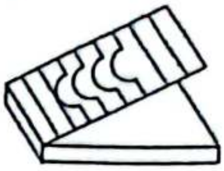
4. 设声波在媒质中的传播速度为u，声源的频率为ν_S。若声源不动，而接收器R相对于媒质以速度v_R沿着S、R连线向着声源S运动，则接收器接收的振动频率为

（A）ν_S　　（B）$\frac{u+v_R}{u}\nu_S$　　（C）$\frac{u}{u+v_R}\nu_S$　　（D）$\frac{u}{u-v_R}\nu_S$

5. 沿某路径传播到 B，若 A、B 两点相位差为3π，则此路径 AB 的光程差为

（A）1.5λ　　（B）$1.5n\lambda$　　（C）3λ　　（D）$1.5\lambda/n$

5. 如图所示，用劈尖干涉检测工件的表面，当波长为$500nm$的单色光垂直入射时，观察到的干涉条纹中间向劈尖棱边弯曲，每一条弯曲部分的顶点恰好与左邻的直线部分的连线相切，则工件表面：



（A）有一凹陷的槽，深为$500nm$；　　（B）有一凹陷的槽，深为$250nm$；

（C）有一凸起的埂，高为$500nm$；　　（D）有一凸起的埂，高为$250nm$。

7. 波长$\lambda = 550nm(1nm = 10^{-9}m)$的单色光垂直入射于光栅常数$d = 2\times10^{-4}cm$的平面衍射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为

（A）2.　　（B）3.　　（C）4.　　（D）5.

8. 一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片。若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

（A）1/2　　（B）1/3　　（C）1/4　　（D）1/5

9. 自然光以60°的入射角照射到某两介质交界面时，反射光为完全线偏振光，则知折射光为

（A）完全线偏振光且折射角是30°

（B）部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为$\sqrt{3}$的介质时，折射角是30°

（C）部分偏振光，但须知两种介质的折射率才能确定折射角

（D）部分偏振光且折射角是30°　　5　　$1s^2 2s$

10. 氢原子中处于L壳层量子态的电子，描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为　　spdfl　　L M N

（A）$(1,0,0,-\frac{1}{2})$　　（B）$(2,1,-1,\frac{1}{2})$　　K M ~~B~~ L N

（C）$(2,0,1,-\frac{1}{2})$　　（D）$(3,1,-1,-\frac{1}{2})$

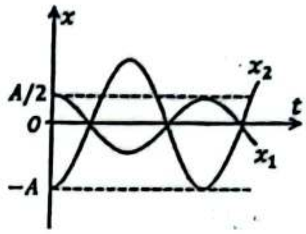
11. P 型半导体中杂质原子所形成的受主能级，在能带结构中处于

（A）满带中　　　　　　　　　（B）导带中

（C）禁带中，但接近满带顶　　（D）禁带中，但接近导带底

得　分

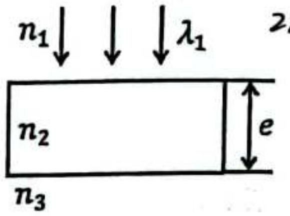
二、填空题（每空格 2 分，共计 22 分）



1. 图中所画的是两个简谐振动的振动曲线，振动周期为 T。若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动方程为 $x=\frac{A}{2}\cos(\omega t+\pi)$

2. 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，重物的质量增为原来的四倍，则它的总能量E_2变为 $4E_1$ 。

3. 设入射波的表达式为$y_1=A\cos 2\pi\left(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T}\right)$，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，则反射波的表达式 $y=A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\pi]$ 合成的驻波的表达式 $2A\cos(2\pi\frac{x}{\lambda}-\frac{\pi}{2})\cos(2\pi\frac{t}{T}+\frac{\pi}{2})$



$2n_2e+$

4. 见右图，平行单色光垂直照射到薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，若薄膜的厚度为e，并且$n_1<n_2<n_3$，λ_1为入射光在折射率为n_1的媒质中的波长，则两束反射光在相遇点的光程差为 $2n_2e$ ，相位差为 $2\pi\frac{2n_2e}{n_1\lambda_1}$ 。

5. 若迈克耳逊干涉仪的可动反射镜移动了距离d，观测到干涉条纹移动了 N 条，则使用的光波的波长$\lambda=$ $\frac{2d}{N}$ 。

6. 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射。若屏上P点处为第三级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为 6 个半波带。若将单缝宽度缩小一半，P点处应是 明 纹。

7. 设S'系以速率$v=0.6c$相对于S系沿xx'轴运动，且在$t=t'=0$时，$x=x'=0$。若有一事件，在S系中发生于$t=3\times10^{-7}s$，$x=10m$处，则该事件在S'系中发生的时刻为 $3.5\times10^{-7}s$ 。

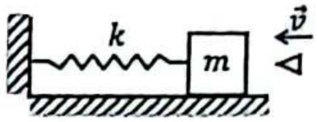
8. 按氢原子理论，当大量氢原子处于$n=3$的激发态时，原子跃迁将发出 3 种波长的光。

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

得 分

三、(10分) 如图所示，质量为$1\times10^{-2}kg$的，以$500m/s$的速度射入并嵌入在木块中，同时使弹簧压缩从而作简谐运动。设木块的质量为$4.99kg$，弹簧的劲度系数为$8\times10^{3}N\cdot m^{-1}$。若以弹簧原长时物体所在处为坐标原点，向右为$x$轴正方向，求简谐运动方程。



解：由动量守恒，子弹进入木块的动量.

$$p = mv = 5\ kg\cdot m/s.$$

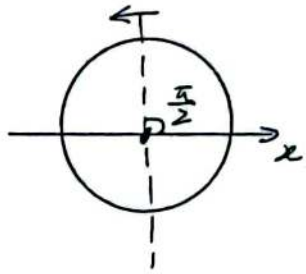
动能 $E_{k_{max}} = \dfrac{p^2}{2(m+M)} = \dfrac{25}{2\times5}\ J = 2.5J$.

最大弹性势能 $E_p = E_{k_{max}} = 2.5J$.

$$\frac{1}{2}kA^2 = 2.5J$$

$$A = \sqrt{\frac{5}{k}}\ m = 0.025m.$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{8000}{5}} = 40\ rad/s.$$



运动方程 $x = 0.025\cos(40t+\frac{\pi}{2})\ (m)$.

得 分

四、(10分) 一衍射光栅，每厘米 250 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) 光栅中央明纹两侧第 2 级明纹的间距。(2) 透光缝a的单缝衍射中央明纹宽度为多少？(3) 在该宽度内，有几个光栅衍射主极大？

解：光栅常数

$$d = \frac{1}{250}\ cm = 4\times10^{-5}m.$$

$$a = 2\times10^{-5}m.$$

(1) 光栅方程：

$$d\sin\theta = k\lambda.\ ①$$

$k=2$时.

$$\sin\theta_2 = \frac{2\lambda}{d} = \frac{1.2\times10^{-6}m}{4\times10^{-5}m} < \frac{5}{180}\pi$$

所以 $\sin\theta_2 \sim \tan\theta_2 = \dfrac{x_2}{f}$

$$x_2 = \frac{2\lambda}{d}f$$

$$\Delta x = x_2 - x_{-2} = \frac{4\lambda}{d}f$$

$$= 0.06m$$

(2) 单缝a的衍射中央明纹边界.

$a\sin\theta = k'\lambda$，其中$k'=1$.

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

$$x = \frac{\lambda}{a}f = \frac{6\times10^{-7}}{2\times10^{-5}}\times1m = 0.03m.$$

衍射中央明纹宽度

$$\Delta x = 2x = 0.06m$$

(3) 衍射的中央明纹条件与①联立

$$\frac{a}{d} = \frac{k'}{k}$$

$$k = k'\frac{d}{a} = 2k',\ (k'=1)$$

所以当$-1<k'<1$时，k可以取

$k=-1,0,1$ 共3个光栅衍射主极大.

得 分

五、(5分) 用波长$\lambda_0 = 0.1nm$的光子做康普顿实验。

(1) 散射角$\phi = 90°$的康普顿散射波长是多少?

(2) 反冲电子获得的动能有多大? (普朗克常量$h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$, 电子静止质量$m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$)

解(1)康普顿散射公式

$$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\theta)$$
$$= 2.43\times10^{-12}\times(1-0)m$$
$$= 2.43\times10^{-12}m.$$

散射光的波长

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 1.0243\times10^{-10}m$$

(2) 根据能量守恒: $\Delta E_{光} + \Delta E_{电子} = 0$

$$\Delta E_{电子} = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda}$$
$$= 4.72\times10^{-17}J$$
$$= 294.9eV$$

~~λλ λλ0~~

$$\lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0 c}(1-\cos 90°)$$

$$\lambda = 1\times10^{-10} + \frac{\cancel{6.63\times10^{-34}}}{9.11\times10^{-31}\times\cancel{3\times10^8}}$$ 2.21 ·911

$$= 1.0243\times10^{-10}m$$

(2)

$$E_k = \cancel{h\nu}\ h\nu_0 - h\nu$$
$$= \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda}$$
$$=$$

得 分

六、(10分) 在实验室中, 若电子A以速度$2.9 \times 10^8 m/s$向右方向运动, 而电子B以速度$2.7 \times 10^8 m/s$向左方向运动, 求: (1) A电子相对B电子的速度为多少? (2) 在实验室坐标系下A电子的质量、动量和总能量是多少? (3) 电子波的波长为多少?

解: (1) 以B电子所在参考系为S'

以地面参考系为S.

A电子在S中的速度为

$$v_A = 2.9\times10^8 m/s.$$

S'系相对于S的速度

$$u = -2.7\times10^8 m/s.$$

则根据洛伦兹速度变换

$$v_A' = \frac{v_A - u}{1-\frac{v_A u}{c^2}}$$
$$= \frac{2.9\times10^8 + 2.7\times10^8}{1-\frac{2.9\times10^8\times2.7\times10^8}{9\times10^{16}}} m/s$$
$$= 2.995\times10^8 m/s$$

$$\frac{2.9+2.7}{1+\frac{2.9\times2.7}{9}} = \frac{5.6}{1.87} = 2.995$$

8.7

$p = m$ (2)

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v_A^2}{c^2}}} = 3.906$$

电子质量 $m = \gamma m_0$

$$= 3.906\times9.11\times10^{-31}kg$$
$$= 3.56\times10^{-30}kg$$

电子动量 $p = mv$

$$= 3.56\times10^{-30}\times2.9\times10^8\ kg\cdot m/s$$
$$= 1.03\times10^{-21}\ kg\cdot m/s$$

总能量 $E = mc^2$

$$= 3.56\times10^{-30}\times9\times10^{16}J$$
$$= 3.20\times10^{-14}J$$

(3)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63\times10^{-34}}{1.03\times10^{-21}}m = 6.44\times10^{-1}$$ 3

5

装订线内不要答题

CamScanner

得 分

七、(10分) 一维无限深势阱定态波函数为$\psi(x) = A\sin\frac{n\pi x}{l}$ $(0 < x < l)$.

(1) 求归一化常数A; (2) 计算基态粒子的概率密度及概率密度为最大的位置; (3) 第二激发态$(n = 3)$粒子处在$x = 0$到$x = l/3$区间的几率。

解: (1) 由归一化条件:

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

$$A^2\int_0^l \sin^2\frac{n\pi x}{l}dx = 1.$$

$$A^2 \cdot \frac{l}{2} = 1$$

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

(2) 基态, $n=1$,

概率密度

$$W(x) = |\psi(x)|^2 = \frac{2}{l}\sin^2\frac{\pi x}{l}$$

当 $\sin^2\frac{\pi x}{l} = 1$ 时

$W(x)$ 取得最大值.

$$\frac{\pi x}{l} = \frac{\pi}{2}$$

$$x = \frac{l}{2}.$$

(3) $n=3$时粒子处在 $x=0$到$x=\frac{l}{3}$区间的几率.

$$W = \int_0^{\frac{l}{3}} \frac{2}{l}\sin^2\frac{3\pi x}{l}dx$$

令 $x = \frac{l}{3}t$

$$W = \frac{2}{3}\int_0^1 \sin^2\pi t\, dt = \frac{1}{3}$$

m/s

$\times 10^{-13}$ m

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

大学物理（下）

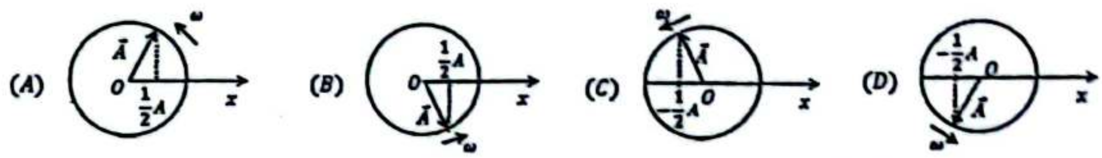
院(系)__________ 班级__________ 学号__________ 姓名__________

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	部分
得分									

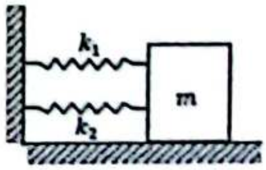
一、选择题（每题 3 分，共计 33 分。）

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	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) $\frac{1}{2},1,-0.05$.

7

(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

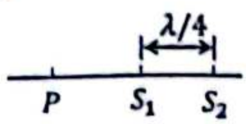
(A) 它的势能转换成动能.

(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.

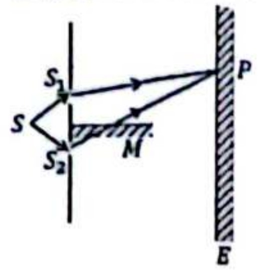
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元，其能量逐渐减小.

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



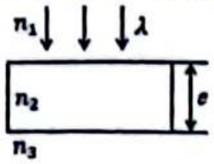
(A) P点处仍为明条纹.

(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.

B

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)

$l = n-1$　　$n=2$

$m_l = 0, \pm 1$

装订线内不要答题

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

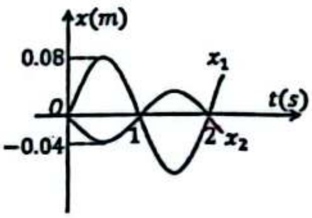
(D) 不能提高激光束的方向性和单色性

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 22 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$4\times10^{-19}J$。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$3.86\times10^5 km$，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° 。

9

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

$$I_3 = I_2 \cos^2 45^\circ = \frac{1}{8} I_0$$

(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，$\theta = 30° > 5°$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$y_1 = A\cos 2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$. 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 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$

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

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

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

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

波节条件

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

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

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

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

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

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

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

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 $0, \pm1, \pm2$，共5个光栅衍射主极大.

11

装订线内不要答题

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？

)+π]

:)

k·λ/2,

1,2,….

解：电子的薛定谔方程为

$$E\psi(x)=-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\psi(x) \quad 0<x<a=1\times10^{-10}m$$

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

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 $\frac{3}{4}\times10^{-10}m$ 处出现的概率密度最大.

(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 $u=\frac{2x}{a}$

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

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

大.

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

大学物理（下）

院(系)__________ 班级__________ 学号__________ 姓名__________

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	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	C	A	D	D	B	D	D	B	A	B	C	B	

1. 一物体作简谐振动，振动方程为$x = A\cos(\omega t - \pi/6)$。在$t = T/4$（$T$为周期）时刻，物体的速度为

(A) $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$ (B) $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$ (C) $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$ (D) $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$

2. 一质点沿x轴作简谐振动，振动方程为$x = 4\cos(6\pi t + \frac{1}{3}\pi)(cm)$。从$t = 0$时刻起，到质点位置在$x = -2cm$处，且向$x$轴正方向运动的最短时间间隔为

(A) $1/6(s)$ (B) $1/18(s)$ (C) $1/12(s)$ (D) $1/19(s)$

3. 电磁波的电场强度E、磁场强度H和传播速度u的关系是:

(A) 三者中E和H是同方向的，但都与u垂直。

(B) 三者中E和H可以是任意方向，但都与u垂直。

(C) 三者互相垂直，而且E和H相位相差$\pi/2$。

(D) 三者互相垂直，而且E、H、u构成右手螺旋直角坐标系。

4. 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在周期内所作的功为

(A) kA^2 (B) $\frac{1}{2}kA^2$ (C) $\frac{1}{4}kA^2$ (D) 0

5. 在驻波中，相邻两个波节间各质点的振动

(A) 振幅相同，位相相同。

(B) 振幅不同，位相相同。

(C) 振幅相同，位相不同。

(D) 振幅不同，位相不同。

6. 单色平行光垂直照射在薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，如图所示，若薄膜的厚度为e，且$n_1 > n_2 < n_3$，λ_1为入射光在真空中的波长，则两束反射光的光程差

(A) $2n_2e$ (B) $2n_1e$ (C) $2n_2e + n_1\lambda_1/2$

(D) $2n_2e + \lambda_1/2$

7. 若星光的波长按$550nm(1nm = 10^{-9}m)$计算，孔径为$127cm$的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离（从地上一点看两星的视线间夹角）是

(A) $3.2 \times 10^{-3}rad$ (B) $1.8 \times 10^{-4}rad$

(C) $5.3 \times 10^{-5}rad$ (D) $5.3 \times 10^{-7}rad$

8. 部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片，若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 7 倍，则入射光束中自然光与线偏振光的光强之比

(A) 1：2 (B) 1：3 (C) 1：4 (D) 2：1

9. 宇宙飞船相对于地面以速度v作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过t（飞船上的钟）时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为：

(A) ct (B) vt

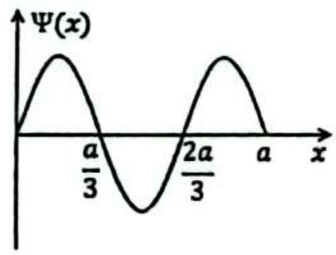
(C) $c \cdot \Delta t/\sqrt{1-(v/c)^2}$ (D) $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1-(v/c)^2}$

10. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为$4s$，若相对甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为$5s$，则乙相对于甲的运动速度是：

(A) $(4/5)c$ (B) $(3/5)c$

(C) $(2/5)c$ (D) $(1/5)c$

11. 粒子在一维无限深势阱中运动，如图所示为粒子处于某一能态上的波函数$\Psi(x)$的曲线。粒子出现概率最大的位置为



(A) $\frac{a}{2}$ (B) $\frac{a}{6}, \frac{5a}{6}$ (C) $\frac{a}{6}, \frac{a}{2}, \frac{5a}{6}$ (D) $0, \frac{a}{3}, \frac{2a}{3}, a$

12. 有下列四组量子数：

(1) $n = 3, l = 2, m_l = 0, m_s = \frac{1}{2}$ (2) $n = 3, l = 3, m_l = 2, m_s = \frac{1}{2}$

(3) $n = 3, l = 1, m_l = -2, m_s = -\frac{1}{2}$ (4) $n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$

其中可以描述原子中电子状态的

(A) 只有(1)和(3)

(B) 只有(1)和(4)

(C) 只有(1)、(3)和(4)

(D) 只有(2)、(3)和(4)

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

得 分

二、填空题（每空格 2 分，共计 24 分）

1. 利用多普勒效应监测车速，固定波源发出频率为$100kHz$的超声波，当汽车向波源行驶时，与波源安装在一起的接收器收到从汽车反射回来的波的频率为$110kHz$，空气中声音的速度为$330m/s$，测得车速为 15.7 m/s.

2. 把双缝干涉实验装置放在折射率为n的媒质中，双缝到观察屏的距离为D，两缝之间的距离为$d(d \ll D)$，入射光在真空中的波长为λ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 $\frac{\lambda D}{nd}$ 。

3. 用迈克耳孙干涉仪测量光的波长，当动臂反射镜移动距离$d = 0.612mm$时，观察到干涉条纹移动过$N = 2448$条，则光波波长为 500nm 。

4. 在夫琅和费单缝衍射实验中，$b\sin\theta = \pm 2\lambda$，表明在条纹对应衍射角$\theta$的方向上，单缝处的波振面被分成 4 个半波带，如果透镜焦距为f，则条纹在透镜焦平面屏上的位置$x =$ $\pm\frac{2\lambda}{b}f$ 。

5. 波长为$600nm(1nm = 10^{-9}m)$的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。假如在劈形膜内充满$n = 1.40$的液体时的相邻间距比劈形膜内是空气时的间距缩小了$0.5mm$，则劈形膜的劈尖角为 1.71×10^{-4} rad.

6. 一束自然光自空气入射到折射率为1.40的液体表面上，若反射光是线偏振光，则折射光的折射角为 $\arctan\frac{5}{7}$

7. 一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为$0.5m$，则此米尺以速度$v =$ $\frac{3}{2}\sqrt{3}\times10^{8}$ m/s接近观察者，已知光速为c。

8. 一个粒子的速度为 $\frac{3}{5}c$ 时，粒子的动能等于静止能量的$\frac{1}{4}$倍，已知光速为c。

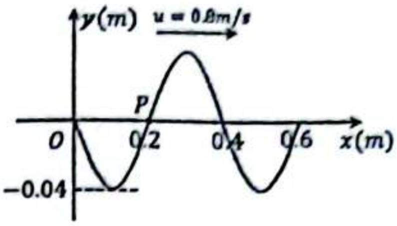
9. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最在单色辐出度的波长λ_m。现测得太阳的$\lambda_{m1} = 0.55\mu m$，北极星的$\lambda_{m2} = 0.35\mu m$，则太阳表面温度T_1与北极星表面温度T_2之比$T_1 : T_2 =$ 7 : 11 。

10. 已知一维运动粒子速度平均值为v，如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则此粒子速度的不确定量≥ v 。

11. 若纯净(本征)半导体锗用锑（5价元素）掺杂，则将形成 n 型半导体。

得 分

三、(10分) 图示一平面简谐波在$t=0.25s$时刻的波形图，求(1)该波的波动表达式；(2) P处质点的振动方程。



解：(1) 由波形图

$$\begin{cases} u=0.8m/s \\ A=0.04m \\ \lambda=0.4m \end{cases} \Rightarrow T=\frac{\lambda}{u}=0.5s$$

而简谐波的标准方程为

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

观察波形图可知：

当 $t=0.25s$, $x=0.1m$ 时, $y=-0.04m$

即 $-0.04=0.04\cos[2\pi(\frac{1}{2}-\frac{1}{4})+\phi_0]$ (m)

所以 $\cos(\phi_0+\frac{\pi}{2})=-1$

$$\phi_0+\frac{\pi}{2}=\pi$$

$$\Rightarrow \phi_0=\frac{\pi}{2}$$

波动方程为 $y=0.04\cos[2\pi(\frac{t}{0.5}-\frac{x}{0.4})+\frac{\pi}{2}]$

(2) 将P点的坐标 $x=0.2m$ 代入波动方程,

$$y_P=0.04\cos[2\pi(\frac{t}{0.5}-\frac{0.2}{0.4})+\frac{\pi}{2}]$$

$$=0.04\cos(4\pi t-\frac{\pi}{2}) \quad (m)$$

得 分

四、(10分) 波长为660nm($1nm = 10^{-9}m$)的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为30°，且第三级是缺级。(1) 光栅常数d等于多少？(2) 透光缝可能的最小宽度a等于多少？(3) 在选定了上述d和a之后，在光屏上可能观察到的全部主极大的级次。

解：(1) 由光栅方程

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

当$k=2$时，$\theta_2=30°$，

即 $d\cdot\frac{1}{2} = 2\lambda$

$$d = 4\lambda = 4\times 6.6\times 10^{-7}m = 2.64\times 10^{-6}m$$

(2) 缺级的条件是单缝衍射暗纹

$$a\sin\theta = 2k'\cdot\frac{\lambda}{2} = k'\lambda$$

第三级暗纹对应的角度

$$d\sin\theta_3 = 3\lambda \Rightarrow \sin\theta = \frac{3}{4}$$

当$k'=1$时，a取最小值

$$a = \frac{\lambda}{\sin\theta_3} = \frac{4}{3}\lambda = 8.8\times 10^{-7}m$$

(3) 主极大明纹条件：

$$\begin{cases} d\sin\theta = k\lambda \ ① & k=0,\pm1,\pm2,\cdots \\ a\sin\theta \neq k'\lambda \ ② & k'=\pm1,\pm2,\cdots \end{cases}$$

因当$-1<\sin\theta<1$时光才能照射到屏上，

$$-1<\frac{k\lambda}{d}<1$$

$$-4<k<4$$

将②式两边分别除以①式两边得

$$\frac{a}{d} \neq \frac{k'}{k} \Rightarrow k \neq k'\frac{d}{a} = 3k'$$

所以可观察到的主极大为$k=0,\pm1,\pm2$，共5条

得 分

五、(10分) 在某惯性系S中，有两个事件同时发生在x轴上相距1000m的两点，而在另一惯性系S'(沿x轴方向相对于S系运动)中测得这两个事件发生的地点相距2500m。求 (1) S'系相对于S系的速度大小；(2) S'系中测这两个事件的时间间隔；(3) 若电子在S中以速度$2.9\times 10^8 m/s$沿x轴方向运动，S'系测得其速度大小。

解：(1) S系：$\Delta t=0$，$\Delta x = 1000m$

S'系：$\Delta t'$，$\Delta x' = 2500m$.

由洛伦兹变换，

$$\Delta x' = \gamma(\Delta x - u\Delta t) = \gamma\Delta x$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{\Delta x'}{\Delta x} = \frac{5}{2}$$

$$\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}} = \frac{2}{5}$$

所以 $u = \frac{\sqrt{21}}{5}c \approx 2.75\times 10^8 m/s$

(2) $$\Delta t' = \gamma\left(\Delta t - \frac{u\Delta x}{c^2}\right) = \frac{5}{2}\left(-\frac{\sqrt{21}}{5}\cdot\frac{1000}{3\times 10^8}\right)s = -7.63\times 10^{-6}s$$

(3) 洛伦兹速度叠加

$$v' = \frac{v-u}{1-\frac{uv}{c^2}} = \frac{2.9\times 10^8 - 2.75\times 10^8}{1-\frac{2.9\times 10^8\times 2.75\times 10^8}{9\times 10^{16}}} = 1.32\times 10^8 m/s$$

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

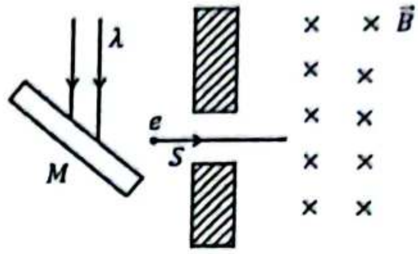
17

得　分

六、(10分) 波长为λ的单色光照射某金属M表面发生光电效应，发射的光电子（电荷绝对值为e，质量为m）经狭缝S后垂直进入磁感应强度为$\vec{B}$的均匀磁场（如图示），今已测出电子在该磁场中作圆运动的最大半径为R，求

(1) 金属材料的逸出功W；

(2) 遏止电势差U。



解：(1) 根据电子在磁场中的圆周运动

$$F = ma$$

$$evB = m\frac{v^2}{r}$$

$$v = \frac{eBr}{m}$$

因最大半径为 $r=R$，最大速度

$$v_{max} = \frac{eBR}{m}$$

最大动能：

$$E_{kmax} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{e^2B^2R^2}{2m}$$

光子能量：

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

逸出功：

$$W = E - E_k = \frac{hc}{\lambda} - \frac{e^2B^2R^2}{2m}$$

(2) $eU = E_k$

$$U = \frac{E_k}{e} = \frac{eB^2R^2}{2m}$$

大学物理（下）

院(系)________ 班级________ 学号________ 姓名________

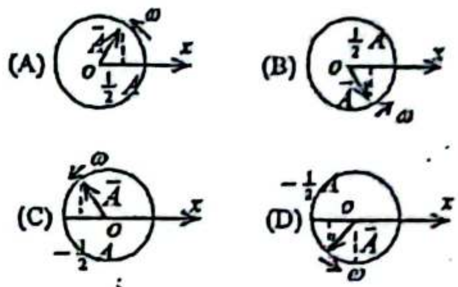
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

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													

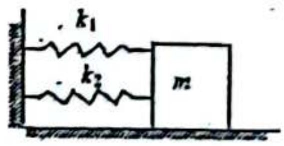
D

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



B

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

D

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) $4E_1$.

C

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 ν(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.

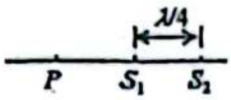
19

C 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.

C 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：

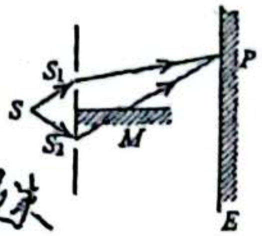
(A) 0.　　(B) $\frac{1}{2}\pi$.　　(C) π.　　(D) $\frac{3}{2}\pi$.



B 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_1 S_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

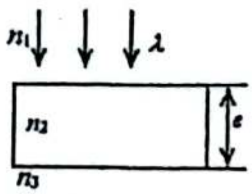
(A) P 点处仍为明条纹.
(B) P 点处为暗条纹.
(C) 不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹.
(D) 无干涉条纹.

半波损失



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



A 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，沿逆时针方向作微小转动，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.

B 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)

A 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

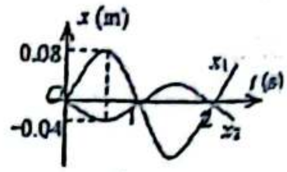
A 12. 质子在加速器中被加速，当其动能为静止能量的 3 倍时，其质量为静止质量的

(A) 4 倍　　(B) 5 倍　　(C) 6倍　　(D) 8 倍

二、填充题（每空格 2 分，共计 24 分）

得 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 0.8um 变到 1.6um，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$\varphi_1 = 60$度和$\varphi_2 = 30$度，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 4×10^{-19}J。此金属的红限频率为 3.97×10^{14} Hz.

6. 一辆机车以 30 m/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 550 Hz，此观察者听到的声音频率是 565 Hz（空气中声速为 330 m/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 $n_3 = 1.60$ 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 500 nm (1 nm = 10^{-9} m)的光，从折射率 $n_1 = 1.00$ 的空气垂直入射到玻璃片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°.

21

得 分

三（5分）将三个偏振片叠放在一起，第二个与第三个的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：

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

经过第三个：

$$I_3 = I_2(\cos 45^\circ)^2 = \frac{1}{8}I_0$$

(2) 若将第二个偏振片抽走

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

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

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 $\lambda_1=400$nm 和 $\lambda_2=760$nm 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 $\lambda_1=400$nm 在屏中心的上方以入射角 $i=30^\circ$ 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：

$$b\sin\theta = k\lambda$$

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

因 $\lambda \ll b$,

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

$$b\frac{x}{f} = k\lambda.$$

对于 $k=2$,

$$x_1 = \frac{2\lambda_1 f}{b} = 4\times10^{-3}m$$

$$x_2 = \frac{2\lambda_2 f}{b} = 7.6\times10^{-3}m.$$

这两条条纹间距

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 3.6\times10^{-3}m.$$

斜入射时，中央明纹出现在斜入射角处。

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

注意 $\theta=30^\circ>5^\circ$ 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 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T})$，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 $y_1 = A\cos 2\pi(\frac{x}{\lambda}+\frac{t}{T})$

是向左传播的，反射波右移动

$y_2 = A\cos[2\pi(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda})+\varphi_0]$

反射点为固定端，发生半波损失

即 $x=0$ 处的振动变为

$y_2 = A\cos(2\pi\frac{t}{T}+\pi)$

$\varphi_0 = \pi$

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

(2) $y(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t)$

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

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

(3) 波腹的位置满足

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

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

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

波节位置

$2\pi\frac{x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = (k-\frac{1}{2})\pi$

$x = k\cdot\frac{\lambda}{2}$, $k=0,1,\cdots$

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 $f=1$ m 的凸透镜，现以 $\lambda=600$ nm ($1\text{ nm}=10^{-9}$ 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.

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

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

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

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

明纹条件

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

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

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

在 $\pm\frac{\lambda f}{a}$ 的范围内.

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

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

5.

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

k可以取 $-2,-1,0,1,2$，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 1.0×10^{-10}m 的一维无限深方势阱中运动 (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 $x_1 = 0$m 与 $x_2 = 0.250\times10^{-10}$m 之间的概率为多少?

解: 电子的薛定谔方程:

$$E\psi(x) = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2}{dx^2}\psi(x) \quad 0<x<1\text{Å}$$

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

令 $k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$.

方程的解写作

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

利用边界条件: $\begin{cases}\psi(0)=0\\ \psi(a)=0\end{cases}$

$\psi(0) = B = 0.$

$\psi(a) = A\sin ka = 0.$

得 $ka = n\pi$.

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

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

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

$= 4.06\times10^{-27}$ J

(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.

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

即 $\frac{1}{4}\times10^{-10}$m 和 $\frac{3}{4}\times10^{-10}$m 处

(3) 由 $\int_0^a |\psi(x)|^2 = 1$

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

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

在 0 到 0.25×10^{-10}m 之间的概率

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

令 $u = \frac{2x}{a}$

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

$= \frac{1}{4}$

大学物理（下）

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													

C 1、一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A\cos(\omega t - \pi/6)$。在 $t=T/4$（T为周期）时刻，物体的速度为

(A) $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$　　(B) $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega$　　(C) $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$　　(D) $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega$

B 2.一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4\cos(6\pi t + \frac{1}{3}\pi)(cm)$。从 $t=0$ 时刻起，到质点位置在 $x=-2$cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

(A) 1/6(s)　　(B) 1/18(s)　　(C) 1/12(s)　　(D) 1/9(s)

D 3. 电磁波的电场强度 E、磁场强度 H 和传播速度 u 的关系是:

(A) 三者中 E 和 H 是同方向的，但都与 u 垂直.

(B) 三者中 E 和 H 可以是任意方向，但都必须与 u 垂直.

(C) 三者互相垂直，而且 E 和 H 相位相差 $\pi/2$.

(D) 三者互相垂直，而且 E、H、u 构成右手螺旋直角坐标系.

D 4.弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时，弹性力在一个周期内所作的功为

(A) kA^2.　　(B) $\frac{1}{2}kA^2$.　　(C) $\frac{1}{4}kA^2$.　　(D) 0.

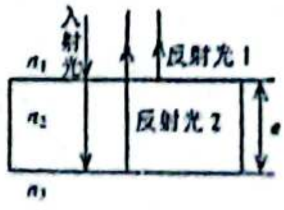
B 5.在驻波中，相邻两个相邻波节间各质点的振动

(A) 振幅相同，位相相同.

(B) 振幅不同，位相相同.

(C) 振幅相同，位相不同.

(D) 振幅不同，位相不同.



D 6. 单色平行光垂直照射在薄膜上，经上下两表面反射的两束光发生干涉，如图所示，若薄膜的厚度为 e，且 $n_1>n_2<n_3$，λ_1 为入射光在真空

25

中的波长，则两束反射光的光程差

(A) $2n_2e$.　　　　(B) $2n_1e$.

(C) $2n_2e+n_1\lambda_1/2$.　　　　(D) $2n_2e+\lambda_1/2$.

D

7. 若星光的波长按 550 nm ($1\ \mathrm{nm}=10^{-9}\ \mathrm{m}$)计算，孔径为 127 cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离（从地上一点看两星的视线间夹角）是

(A) 3.2×10^{-3} rad.　　　　(B) 1.8×10^{-4} rad.

(C) 5.3×10^{-5} rad.　　　　(D) 5.3×10^{-7} rad.

B

8.部分偏振光可看成是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片．若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 7 倍，则入射光束中自然光与线偏振光的光强之比

(A) 1：2.　　(B) 1：3.　　(C) 1：4.　　(D) 2：1；

A

9. 宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行，某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号，经过 t(飞船上的钟)时间后，被尾部的接收器收到，则由此可知飞船的固有长度为：

(A) ct　　　　(B) vt

(C) $c\cdot\Delta t/\sqrt{1-(v/c)^2}$　　　　(D) $c\cdot\Delta t\cdot\sqrt{1-(v/c)^2}$

B

10. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 4 s，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5 s，则乙相对于甲的运动速度是：

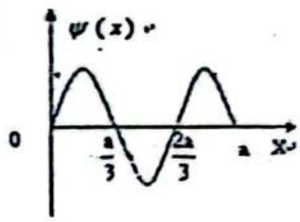
(A) (4/5) c.　　(B) (3/5) c.

(C) (2/5) c.　　(D) (1/5) c.

C

11. 粒子在一维无限深方势阱中运动，如图所示为粒子处于某一能态上的波函数$\Psi(x)$的曲线．粒子出现概率最大的位置为

(A) $\frac{a}{2}$　(B) $\frac{a}{6},\frac{5a}{6}$　(C) $\frac{a}{6},\frac{a}{2},\frac{5a}{6}$　(D) $0,\frac{a}{3},\frac{2a}{3},a$



B

12.有下列四组量子数：

(1) $n=3,\ l=2,\ m_l=0,\ m_s=\frac{1}{2}$.　　　　(2) $n=3,\ l=3,\ m_l=2,\ m_s=\frac{1}{2}$.

(3) $n=3,\ l=1,\ m_l=-2,\ m_s=-\frac{1}{2}$.　　　　(4) $n=3,\ l=0,\ m_l=0,\ m_s=-\frac{1}{2}$.

其中可以描述原子中电子状态的

(A) 只有(1)和(3).

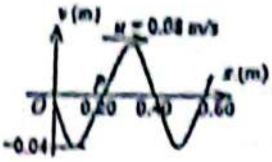
(B) 只有(1)和(4).

(C) 只有(1)、(3)和(4).

(D) 只有(2)、(3)和(4)

$t=2.5s$.

三、（10分）图示一平面简谐波在 $t=0.25s$ 时刻的波形图。求(1)该波的波动表达式；(2) P 处质点的振动方程。



解：(1) 由波形图，

$$\begin{cases} u=0.08\,m/s. \\ A=0.04m. \\ \lambda=0.4m. \end{cases} \Rightarrow T=\frac{\lambda}{u}=5s.$$

而简谐波的标准方程为

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

当 $t=2.5s$ 时，$x=0.1m$ 处 $y=-0.04m$.

$$-0.04=0.04\cos[2\pi(\frac{1}{2}-\frac{0.1}{0.4})+\phi_0]$$

$$=0.04\cos[\phi_0+\frac{\pi}{2}]$$

即 $\cos(\phi_0+\frac{\pi}{2})=-1$

$$\phi_0+\frac{\pi}{2}=\pi \Rightarrow \phi_0=\frac{\pi}{2}$$

波动方程为

$$y=0.04\cos[2\pi(\frac{t}{5}-\frac{x}{0.4})+\frac{\pi}{2}]$$

四、（10分）波长为 660nm($1nm=10^{-9}m$)的单色光垂直入射到一光栅上，测得第二级主极大的衍射角为30°，且第三级是缺级。(1) 光栅常数 d 等于多少？(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少？(3) 在选定了上述 d 和 a 之后，在光屏上可能观察到的全部主极大的级次。

第二级主极大对应的 $k=\pm2$

解：(1) 光栅主极大的位置满足

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

$k=2$ 时，$\theta_2=30°$

$$d\cdot\frac{1}{2}=2\lambda$$

$$d=4\lambda=4\times6.6\times10^{-7}m$$

$$=2.64\times10^{-6}m$$

(2) 缺级的条件是单缝衍射暗纹

$$a\sin\theta=2k'\cdot\frac{\lambda}{2}=k'\lambda$$

第三级对应的角度，

$$d\sin\theta_3=3\lambda$$

$$\sin\theta_3=\frac{3}{4}$$

当 $k'=1$ 时 a 取最小值 $a=\frac{\lambda}{\sin\theta_3}=\frac{4}{3}\lambda=8.8\times10^{-7}m$

(3) 主极大条件.

$$\begin{cases} d\sin\theta=k\lambda \ ① & k=0,\pm1,\pm2,\cdots \\ a\sin\theta\neq k'\lambda \ ② & k'=\pm1,\pm2,\cdots \end{cases}$$

因 $-1\leq\sin\theta<1$，才能出现在屏上的光

$$-1<\frac{k\lambda}{d}<1$$

$$-4<k<4.$$

将①②式两边分别除以①式

$$\frac{a}{d}\neq\frac{k'}{k}$$

$$k\neq k'\frac{d}{a}=3k'$$

即 $k\neq\pm3$.

可观察主极大为 $k=0,\pm1,\pm2$，共5条

CamScanner

得分

二、填空题（共计 24 分，每空 2 分）

1. 利用多普勒效应监测车速，固定波源发出频率为 100kHZ 的超声波，当汽车向波源行驶时，与波源安装在一起的接收器接收到从汽车反射回来的波的频率为 110kHZ，空气中声音的速度为 330m/s，测得车速为 30 m/s.

2. 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中，双缝到观察屏的距离为 D，两缝之间的距离为 d (d<<D)，入射光在真空中的波长为 λ，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 $\frac{\lambda D}{d}$.

3、用迈克耳孙干涉仪测量光的波长，当动臂反射镜移动距离 d=0.612mm 时，观察到干涉条纹移动过 N=2448 条，则光波波长 λ 为 500nm .

4. 在夫琅禾费单缝衍射实验中，$b\sin\theta=\pm2\lambda$，表明在条纹对应衍射角 θ 的方向上，单缝处的波振面被分成 4 个半波带，如果透镜焦距为 f，则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x=$ $\pm\frac{2\lambda}{b}f$.

5.波长为 600 nm (1 nm =10^{-9} m)的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹．假如在劈形膜内充满 n =1.40 的液体时的相邻明纹间距比劈形膜内是空气时的间距缩小了 0.5 mm，则劈形膜的劈尖角为 1.71×10^{-4} rad.

6. 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上，若反射光是线偏振光，则折射光的折射角为 部分偏振光

7.一观察者测得一沿米尺长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.5m，则此米尺以速度 $v=$ $\frac{3\sqrt{3}}{2}\times10^{8}$ m/s 接近观察者，已知光速为 c。

8.一个粒子的速度为 $\frac{3}{5}c$ 时，粒子的动能等于静止能量的 $\frac{1}{4}$ 倍，已知光速为 c。

9. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长 λ_m。现测得太阳的 λ_{m1}= 0.55μm，北极星的 λ_{m2} = 0.35μm，则太阳表面温度 T_1 与北极星表面温度 T_2 之比 T_1 : T_2 = 7:11.

10. 已知一维运动粒子速度为v，如果粒子位置的不确定量等于其德布罗意波长，则此粒子速度的不确定量≥ v.

11.若纯净(本征)半导体锗用锑（5 价元素）掺杂,则将形成 n 型半导体。

得分

五、(10分) 在某惯性系 S 中，有两个事件同时发生在 x 轴上相距 1000m 的两点，而在另一惯性系 S'(沿 x 轴方向相对于 S 系运动)中测得这两个事件发生的地点相距 2500m。求(1)S'系相对于 S 系的速度大小；(2) S'系中测这两个事件的时间间隔；(3)若电子在 S 中以速度 2.9×10^8 m/s 沿 x 轴方向运动，S'系测得其速度大小。

解：(1) S系：$\Delta t=0$，$\Delta x=1000m$.

S'系：$\Delta t'$，$\Delta x'=2500m$.

洛伦兹变换

$$\Delta x'=\gamma(\Delta x-u\Delta t)$$
$$=\gamma\Delta x$$

所以 $\gamma=\frac{\Delta x'}{\Delta x}=\frac{2500}{1000}=\frac{5}{2}$

$$\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}=\frac{2}{5}$$

$$u=\frac{\sqrt{21}}{5}c\approx2.75\times10^8 m/s$$

(2) $\Delta t'=\gamma(\Delta t-\frac{u\Delta x}{c^2})$

$$=\frac{5}{2}\left(-\frac{\sqrt{21}}{5}\cdot\frac{1000}{3\times10^8}\right)s$$

$$=-7.63\times10^{-6}s.$$

时间间隔大小为 $7.63\times10^{-6}s$.

(3) 洛伦兹速度变换.

$$v'=\frac{v-u}{1-\frac{uv}{c^2}}$$

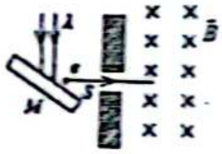
$$=\frac{2.9\times10^8-2.75\times10^8}{1-\frac{2.9\times10^8\times2.75\times10^8}{9\times10^{16}}}m/s=1.32\times10^8m/s$$

得分

六、(10分)波长为 λ 的单色光照射某金属 M 表面发生光电效应，发射的光电子(电荷绝对值为 e，质量为 m)经狭缝 S 后垂直进入磁感应强度为 $\vec{B}$ 的均匀磁场(如图示)，今已测出电子在该磁场中作圆运动的最大半径为 R。求

(1) 金属材料的逸出功 W；

(2) 遏止电势差 U。



解：(1) 根据洛伦兹力作用中做圆周运动.

$$F=ma$$

$$evB=m\frac{v^2}{r}$$

$$v=\frac{eBr}{m}$$

因最大半径为 $r=R$，最大速度为

$$v_{max}=\frac{eBR}{m}$$

最大动能 $E_k=\frac{1}{2}mv_{max}^2$

$$=\frac{e^2B^2R^2}{2m}$$

光子能量 $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$

$$W=E-E_k$$
$$=\frac{hc}{\lambda}-\frac{e^2B^2R^2}{2m}$$

(2) $eU=E_k$

$$U=\frac{E_k}{e}=\frac{eB^2R^2}{2m}$$

#《大学物理下》

院(系)________ 班级________ 学号________ 姓名________

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								

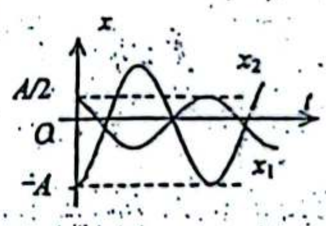
一、选择题（每题3分，共计36分）

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

1、一质点在 x 轴上作简谐振动，振辐 $A = 4$ cm，周期 $T = 2$ s，其平衡位置取作坐标原点。若 $t = 0$ 时刻质点第一次通过 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴负方向运动，则质点第二次通过 $x = -2$ cm 处的时刻为

（A） 1 s.　（B） 2/3 s.　（C） 4/3 s.　（D） 2 s.

2、图中所画的是两个简谐振动的振动曲线。若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动的初相为



（A） 1.5π.　（B） π.

（C） 0.5π.　（D） 0.

3、关于驻波的特性，以下说法错误的是

(A) 驻波是一种特殊的振动，波节处的势能与波腹处的动能相互转化；

(B) 两波节之间的距离等于产生驻波的相干波的波长；

(C) 一波节两边的质点的振动步调（或位相）相反；

(D) 相邻两波节之间的质点的振动步调（或位相）相同.

4、真空中，平面电磁波的电场强度 E、磁场强度 H 和传播速度 u 的关系是：

（A）三者相互垂直，而电场强度 E 和磁场强度 H 位相相差 $\pi/2$；

（B）三者相互垂直，而 E、H、u 构成右手螺旋；

（C）电场强度 E 和磁场强度 H 方向相同，且与 u 的方向垂直；

（D）电场强度 E 和磁场强度 H 方向不确定，但与 u 的方向垂直；

装订线内不要答题

5、在真空中波长为λ的单色光，在折射率为n的透明介质中从A沿某路径传播到B，若A、B两点位相差为π，则此路径AB的光程为

(A) 0.5λ　　(B) $0.5n\lambda$　　(C) 3λ　　(D) $0.5\lambda/n$

6、空气劈尖干涉实验中，

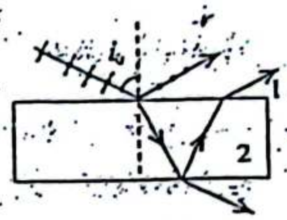
(A) 干涉条纹是垂直于棱边的直条纹，劈尖夹角变小时，条纹变稀，从中心向两边扩展；

(B) 干涉条纹是垂直于棱边的直条纹，劈尖夹角变小时，条纹变密，从两边向中心靠拢；

(C) 干涉条纹是平行于棱边的直条纹，劈尖夹角变小时，条纹变疏，条纹背向棱边扩展；

(D) 干涉条纹是平行于棱边的直条纹，劈尖夹角变小时，条纹变密，条纹向棱边靠拢。

7、一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图)，设入射角等于布儒斯特角i_0，则在界面2的反射光



(A) 是自然光；

(B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面；

(C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面；

(D) 是部分偏振光。

8、所谓"黑体"是指这样的一种物体，即：

(A) 不能反射任何可见光的物体；

(B) 不能反射任何电磁辐射的物体；

(C) 颜色是纯黑的物体；

(D) 能够全部吸收外来的任何电磁辐射的物体。

9、光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用过程，对此过程，在以下几种理解中，正确的是：

(A) 光电效应是电子吸收光子的过程，而康普顿效应则是光子和电子的弹性碰撞过程；

(B) 两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程；

(C) 两种效应都属于电子吸收光子的过程；

(D) 两种效应都是电子与光子的碰撞，都服从动量守恒定律和能量守恒定律。

10、在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 6s，若相对甲以 4c/5(c 表示真空中光速)的速率作匀速直线运动的乙测得时间间隔为

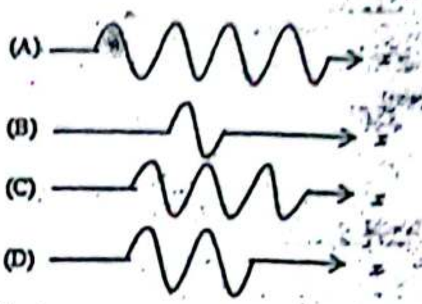
(A) 10s.　　(B) 8s.　　(C) 6s.　　(D) 3.6s.　　(E) 4.8s.

11、如果两种不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的

(A) 动量相同.　　(B) 能量相同.

(C) 速度相同.　　(D) 动能相同.

12、设粒子运动的波函数图线分别如图(A)、(B)、(C)、(D)所示，那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是哪个图？



得分

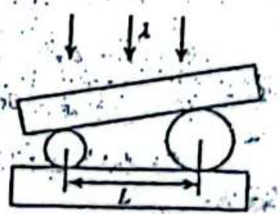
二、填充题（每格 2 分，共计 22 分）

1、A、B 是简谐波波线上距离小于波长的两点．已知，B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$，波长为 $\lambda=3$ m，则 A，B 两点相距 $L=$ ＿＿2＿＿ m．

2、一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A\cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$．则该物体在 $t=0$ 时刻的动能与 $t=T/8$（T 为振动周期）时刻的动能之比为 ＿＿2:1＿＿．

3、一静止的报警器，其频率为 1000 Hz，有一汽车以 79.2 km 的时速背离报警器时，坐在汽车里的人听到报警声的频率是 ＿935.3＿（设空气中声速为 340 m/s）．

4、如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果两滚柱之间的距离 L 变大，则在 L 范围内干涉条纹的数目 ＿不变＿（填写：不变，变多或变小），间距 ＿变大＿．（填写：不变，变大或变小）



5、牛顿环装置中透镜与平板玻璃之间充以某种液体时，观察到第 10 级暗环的直径由 1.42cm 变成 1.27cm，由此得该液体的折射率 $n=$ ＿1.24＿．

6、使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P1、P2 和 P3．P1 与 P2 的偏振化方向成 45°角，P2 与 P3 的偏振化方向成 45°角．则透过三块偏振片的光强 I 为

33

$\frac{I}{8}$ 。

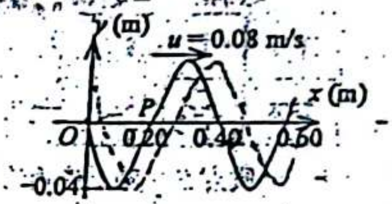
7、有一速度为 u 的宇宙飞船沿 x 轴的正方向飞行，飞船头尾各有一个脉冲光源在工作，处于船尾的观察者测得船头光源发出的光脉冲的传播速度大小为 c ；处于船头的观察者测得船尾光源发出的光脉冲的传播速度大小为 c 。

8、狭义相对论中，一质点的质量 m 与速度 v 的关系式为 $\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ ，其动能的表达式为 $E_k = mc^2 - m_0c^2$ 。（已知静止质量为 m_0）

得 分

三、（本题 10 分）

图示为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，求



(1) 该波的波动表达式；

(2) P 处质点的振动方程。

$t=0$ 时 $y=0$

$t=0+\Delta t$ 时 $y>0$ 。 $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ $\lambda = 0.4$

$A = 0.04\,m$ $u = \lambda\nu$ $0.08 = 0.4\,\nu$ $\nu = \frac{0.08}{0.4} = 0.2$

$\cancel{\varphi = \frac{2\pi}{\omega}}$ $\omega = 2\pi\nu = 0.4\pi$ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{0.4\pi} = 5\,(s)$

$y = 0.04\cos\left[\frac{2}{5}\pi\left(t - \frac{x}{0.08}\right) - \frac{\pi}{2}\right]$

$x_p = 0.20$

$y_p = 0.04\cos\left[\frac{2}{5}\pi\left(t - \frac{0.2}{0.08}\right) - \frac{\pi}{2}\right] = 0.04\cos\left(\frac{2}{5}\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

得 分

四、(本题 8 分) 双缝干涉实验装置,双缝与屏之间的距离 D=120cm,两缝之间的距离 d=0.50mm。用波长 λ=5000 Å 的单色光垂直照射双缝.

(1) 求原点 O(零级明条纹所在处)上方的第五级明条纹的坐标;

(2) 如果用厚度 e=1.0×10^{-2}mm,折射率 n=1.58 的透明薄膜覆盖在图中的 s_1 缝后面,求上述第五级明条纹的坐标 x'。

$d\sin\theta = k\lambda$. $k=5$. $\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{D}$.

$d\frac{x}{D} = 5\lambda$ $x = \frac{D5\lambda}{d} = \frac{1.2\times5\times5\times10^{-7}}{0.5\times10^{-3}} = 6\times10^{-3}$ m

$2x = 1.2\times10^{-2}$ m

r_2 $r_1+(n-1)e$ $\Rightarrow$ $r_2-r_1=5\lambda$

$r_2-r_1-(n-1)e = k'\lambda$

$5\lambda-(n-1)e = k'\lambda$

$k' = 5-\frac{(n-1)e}{\lambda} = 5-\frac{0.58\times10^{-5}}{5\times10^{-7}} = -6.6$

得 分

五、(本题 10 分) 波长 λ=6000Å 的单色光垂直入射到一光栅上,测得第二级主极大的衍射角为 30°,且第三级是缺级.

(1) 光栅常数$(a+b)$等于多少?

(2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?

(3) 在选定了上述$(a+b)$和 a 之后,求在衍射角 $-\pi/2<\varphi<\pi/2$ 范围内可能观察到的全部主极大的级次.

$d\sin\theta = k\lambda$

$d\times\frac{1}{2} = 2\times6\times10^{-7}$

$d = 2.4\times10^{-6}$ m.

$\frac{d}{a}=3$. $a=\frac{d}{3} = 8\times10^{-7}$ m.

$d\sin\theta = k_{max}\lambda$

$2.4\times10^{-6} = k_{max}6\times10^{-7}$ $k_{max}=4$.

看到: 0 ±1 ±2. ±4.

装订线内不要答题

35

得 分

六、(本题 8 分) 实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75eV 的光子

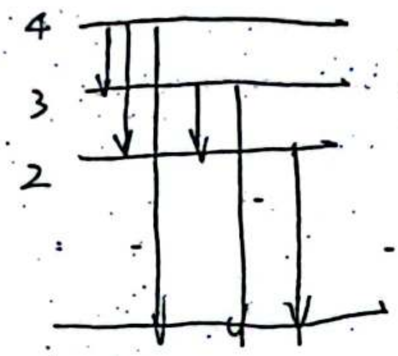
(1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?

(2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时,可能发出哪几条谱线?请定性地画出能级图,并将这些跃迁画在能级图上.

$E_1 = -13.6\,eV$. $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ $E_4 = \frac{E_1}{16} = -0.85\,eV$. $E_5 = \frac{E_1}{25}$

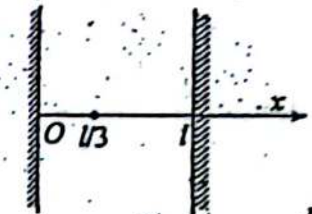
$-13.6 + 12.85 = -0.75\,eV$. 电子跃迁到达第四能级.

$C_4^2 = \frac{4\times 3}{1\times 2} = 6$ 条



得 分

七、(本题 6 分) 一粒子被限制在相距为 l 的两个不可穿透的壁之间,如图 24.2 所示。描写粒子状态的波函数为 $\psi = cx(l-x)$,其中 c 为待定常量,求在 $0\sim l/3$ 区间发现粒子的概率.



$x<0$ 时 $x>l$ 时

$\psi(x) = 0$ $\psi(x) = 0$.

$\int_0^l c^2x^2(l-x)^2 dx = 1$.

$\int_0^l c^2x^2(l^2-2lx+x^2)dx = 1$.

$\int_0^l (c^2l^2x^2 - 2c^2lx^3 + c^2x^4)dx = 1$

$\frac{c^2l^2 l^3}{3} - 2c^2l\frac{l^4}{4} + c^2\frac{l^5}{5} = 1$

$= \frac{c^2l^5}{3} - \frac{c^2l^5}{2} + \frac{c^2l^5}{5} = \frac{(10-15+6)}{30}c^2l^5 = 1$

$c^2l^5 = 30$. $c = \sqrt{\frac{l^5}{30}} = \frac{l^2\sqrt{l}}{30}$

$\int_0^{\frac{l}{3}} \frac{l^5}{30} x^2(l-x^2)dx =$.

《大学物理》（下）期末

说明 1 考试答案必须写在答题纸上，否则无效。请把答题纸撕下。

一、 选择题（30 分，每题 3 分）

1. 一质点作简谐振动，振动方程 $x=A\cos(\omega t+\phi)$，当时间 $t=T/4$（T为周期）时，质点的速度为：

(A) $-A\omega\sin\varphi$； (B) $A\omega\sin\varphi$； (C) $-A\omega\cos\varphi$； (D) $A\omega\cos\varphi$

参考解：$v=dx/dt=-A\omega\sin(\omega t+\phi)$

$$v|_{t=T/4}=-A\omega\sin(\tfrac{2\pi}{T}\cdot\tfrac{T}{4}+\varphi)=-A\omega\cos\varphi,$$ ∴选(C)

2. 一弹簧振子作简谐振动，当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的 1/4 时，其动能为振动总能量的

(A) 7/6 (B) 9/16 (C) 11/16 (D) 13/16 (E) 15/16

参考解：$\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}kA^2}=\frac{\frac{1}{2}kA^2-\frac{1}{2}k(\frac{A}{4})^2}{\frac{1}{2}kA^2}=\frac{15}{16}$， ∴选（E）

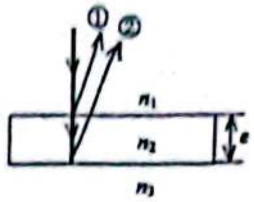
3. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从平衡位置运动到最大位移处的过程中：

(A) 它的动能转换成势能.
(B) 它的势能转换成动能.
(C) 它从相邻的一段质元获得能量其能量逐渐增大.
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段质元，其能量逐渐减小.

参考解：这里的条件是"平面简谐波在弹性媒质中传播"。由于弹性媒质的质元在平衡位置时的形变最大，所以势能动能最大，这时动能也最大；由于弹性媒质的质元在最大位移处时形变最小，所以势能也最小，这时动能也最小。质元的机械能由最大变到最小的过程中，同时也把该机械能传给相邻的一段质元。∴选（D）

37

4. 如图所示，折射率为 n_2、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3，已知 $n_1 < n_2 < n_3$。若用波长为 λ 的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上、下两表面反射的光束①与②的光程差是



(A) $2n_2e$.　　(B) $2n_2e-\lambda/2$.

(C) $2n_2e-\lambda$.　　(D) $2n_2e-\lambda/(2n_2)$.

参考解：半波损失现象发生在波由波疏媒质到波密媒质的界面的反射现象中。两束光分别经上下表面反射时，都是波疏媒质到波密媒质的界面的反射，同时存在着半波损失。所以，两束反射光的光程差是 $2n_2e$。 ∴选（A）

5. 波长λ=5000Å的单色光垂直照射到宽度 a=0.25mm 的单缝上，单缝后面放置一凸透镜，在凸透镜的焦平面上放置一屏幕，用以观测衍射条纹，今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离 d=12mm，则凸透镜的焦距 f 为：

(A) 2m　(B) 1m　(C) 0.5m　(D) 0.2m；　(E) 0.1m

参考解：由单缝衍射的暗纹公式，　$a\sin\varphi = 3\lambda$，

和单缝衍射装置的几何关系　$f\,tg\varphi = d/2$，

另，当 φ 角很小时　$\sin\varphi = tg\varphi$，

有　$$f = \frac{d}{2}\cdot\frac{a}{3\lambda} = \frac{12\times10^{-3}\times0.25\times10^{-3}}{6\times5000\times10^{-10}} = 1\,(m),$$　∴选（B）

6. 测量单色光的波长时，下列方法中哪一种方法最为准确？

(A) 双缝干涉　(B) 牛顿环　(C) 单缝衍射　(D) 光栅衍射

参考解：从我们做过的实验的经历和实验装置可知，最为准确的方法光栅衍射实验，其次是牛顿环实验。 ∴选（D）

7. 如果两个偏振片堆叠在一起，且偏振化方向之间夹角为 60°，光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上，则出射光强为

(A) $I_0/8$.　(B) $I_0/4$.　(C) $3I_0/8$.　(D) $3I_0/4$.

参考解：穿过第一个偏振片自然光的光强为 $I_0/2$。随后，使用马吕斯定律，出射光强

$$I = \tfrac{1}{2}I_0\cos^2 60^0 = \tfrac{1}{8}I_0$$

∴ 选（A）

8. 边长为a的正方形薄板静止于惯性系K的XOY平面内，且两边分别与X，Y轴平行。今有惯性系K′以0.8c (c为真空中光速)的速度相对于K系沿X轴作匀速直线运动，则从K′系测得薄板的面积为

(A) a^2　　(B) $0.6a^2$　　(C) $0.8a^2$　　(D) $a^2/0.6$

参考解：K′系测得薄板的面积 $S'=a\cdot a'=a\cdot a\sqrt{1-(v/c)^2}=a\cdot a\sqrt{1-(0.8c/c)^2}=0.6a^2$，

∴ 选（B）

9. 光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用过程。对此在以下几种理解中，正确的是

(A) 两种效应中电子与光子两者组成的系统都服从动量守恒定律和能量守恒定律。

(B) 两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程。

(C) 两种效应都属于电子吸收光子的过程。

(D) 光电效应是吸收光子的过程，而康变顿效应则相当于光子和电子的弹性碰撞过程。

参考解：光电效应是一个光子将它的全部能量用来释放一个电子，并使其获得动能，该过程能量守恒；康变顿效应是一个光子和一个电子作完全弹性碰撞的过程，该过程动量守恒，能量也守恒。∴选（D）

10. 直接证实了电子自旋存在的最早的实验之一是

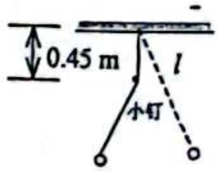
(A) 康普顿实验　　(B) 卢瑟福实验

(C) 戴维逊—革末实验　　(D) 斯特恩—盖拉赫实验

参考解：康普顿散射实验不仅证明了光具有波粒二象性，而且还证明了光子和微观粒子作用过程也是严格地遵守动量守恒定律和能量守恒定律的；卢瑟福实验也叫α粒子的散射实验，该实验确立了原子的核式模型；戴维逊—革末实验，即电子在晶体上的衍射实验，该实验确认了电子的波动性；斯特恩—盖拉赫实验发现了原子磁矩的空间取向是量子化的，随后乌伦贝克和古兹密特提出电子自旋的假说。答案选（D）。

二 填空题：（30分，每题3分）

11. 一单摆的悬线长 $l=1.5$ m，在顶端固定点的竖直下方0.45 m处有一小钉，如图示．设摆动很小，则单摆的左右两方振幅之比 A_1/A_2 的近似值为____0.836____．



参考解：左右摆动能量相同，应有

39

$$\frac{1}{2}mA_1^2\omega_1^2=\frac{1}{2}mA_2^2\omega_2^2$$

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{\sqrt{g/l_2}}{\sqrt{g/l_1}}=\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}=\sqrt{\frac{1.05}{1.5}}=0.836$$

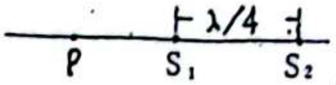
12．已知平面简谐波的表达式为 $y=A\cos(Bt-Cx)$，式中 A、B、C 为正值常量。此波的波长是__2π/C__，波速是__B/C__。在波传播方向上相距为 d 的两点的振动相位差是__Cd__。

参考解：与波的方程
$$y(x,t)=A\cos(\frac{2\pi}{T}t-\frac{2\pi}{\lambda}x+\varphi)=A\cos[B(t-\frac{x}{\frac{B}{C}})+\varphi]$$

比较，容易看出：
$$\lambda=\frac{2\pi}{C}\qquad v=\frac{B}{C}$$

波传播方向上相距为 d 的两点的振动相位差
$$\Delta\phi=(Bt-Cx)-[Bt-C(x+d)]=Cd$$

13．两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$ (λ 为波长)，S_1 的位相比 S_2 的位相超前 $\pi/2$，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位相差是__-π 或 π__。



参考解：$\Delta\varphi=(\varphi_2-\varphi_1)-\frac{2\pi}{\lambda}(r_2-r_1)=(\varphi_2-\varphi_1)-\frac{2\pi}{\lambda}(PS_2-PS_1)=-\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{\lambda}{4}=-\pi$

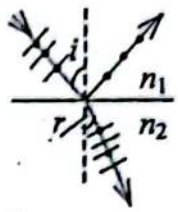
14．在双缝干涉实验中，若使两缝之间的距离增大，则屏幕上干涉条纹间距__减小__；若使单色光波长减小，则干涉条纹间距__减小__。

参考解：由 $\Delta x=\frac{D}{a}\lambda$ 知道，如果两缝之间的距离 a 增大，则干涉条纹间距 Δx 减小；如果单色光波长 λ 减小，则干涉条纹间距减小。

15．衍射光栅主极大公式 $(a+b)\sin\Phi=\pm k\lambda$，$k=0,1,2\ldots$。在 $k=2$ 的方向上第一条缝与第六条缝对应点发出的两条衍射光的光程差 $\delta=$__10λ__。

参考解：通过相邻两缝的光束的光程差为 $(a+b)\sin\Phi$，那么第一条缝与第六条缝对应点发出的两条衍射光的光程差为 $5(a+b)\sin\Phi$。现在 $(a+b)\sin\Phi=2\lambda$，所以该光程差 $\delta=10\lambda$。

16. 如图所示，一束自然光入射到折射率分别为 n_1 和 n_2 的两种介质的交界面上，发生反射和折射。已知反射光是完全偏振光，那么折射角 r 的值为 $\underline{\pi/2 - \mathrm{arctg}\, n_2/n_1}$。



参考解：由于反射光是完全偏振光是完全偏振光，说明入射角是布儒斯特角：$\mathrm{tg}i = n_2/n_1$，且这时折射线与入射线垂直，即 $i + r = \pi/2$。所以，$r = \pi/2 - \mathrm{arctg}\, n_2/n_1$。

17. 已知在迈克尔逊干涉仪中使用波长为λ的单色光。在干涉仪的可动反射镜移动一距离 d 的过程中，干涉条纹将移动 $\underline{N=2d/\lambda}$ 条。

参考解：迈克尔逊干涉仪的可动反射镜移动距离 d 与单色光波长为λ、干涉条纹移动条数 N，有如下关系：$d = N\lambda/2$。所以，$N=2d/\lambda$。

18. 测得不稳定粒子 π^+ 介子的固有寿命平均值是 $2.6\times10^{-8}s$，当它相对某实验室以 $0.80c$ 的速度运动时，所测的寿命应是 $\underline{4.33\times10^{-8}}$ s。

参考解：
$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}} = \frac{2.6\times1.0^{-8}}{\sqrt{1-(0.8c/c)^2}} = 4.33\times10^{-8}s$$

19. 电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长是 0.4 Å，则 U 约为 $\underline{938}$ 伏。

参考解：由 $eU = \frac{1}{2}mv^2$ 和 $\lambda = \frac{h}{p}$，有 $\lambda = \frac{12.25}{\sqrt{U}}\times10^{-10}(m)$

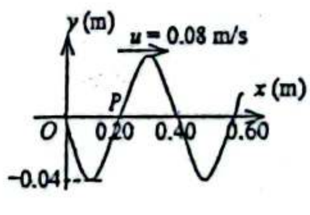
$$\therefore \quad U = \left(\frac{12.25\times10^{-10}}{0.4\times10^{-10}}\right)^2 = 938(V)$$

20. 如果电子被限制在边界 x 与 $x+\Delta x$ 之间，Δx =0.5 Å，则电子动量 x 分量的不确定量近似地为 $\underline{1.326\times10^{-23}}$ kg・m / s。
(不确定关系式，普朗克常量 $h=6.63\times10^{-34}$ J・s)

参考解：由 $\Delta x\cdot\Delta p\geq h$，有 $\Delta p= h/\Delta x=6.63\times10^{-34}/(0.5\times10^{-10}) =1.326\times10^{-23}$ (kg・m / s)

三．计算题（40 分）

21.（10 分）图示一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，求



(1) 该波的波动表达式；

(2) P 处质点的振动方程.

41

参考解：

(1) O 处质点，$t=0$ 时

$$y_0 = A\cos\phi = 0,\quad v_0 = -A\omega\sin\phi > 0$$

所以 $\phi = -\frac{1}{2}\pi$ 2分

又 $T = \lambda/u = 0.40/0.08\ \text{s} = 5\ \text{s}$ 2分

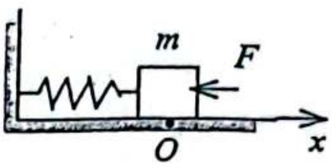
故波动表达式为

$$y = 0.04\cos[2\pi(\tfrac{t}{5} - \tfrac{x}{0.4}) - \tfrac{\pi}{2}]\ \text{(SI)}$$ 4分

(2) P 处质点的振动方程为

$$y_P = 0.04\cos[2\pi(\tfrac{t}{5} - \tfrac{0.2}{0.4}) - \tfrac{\pi}{2}] = 0.04\cos(0.4\pi t - \tfrac{3\pi}{2})\ \text{(SI)}$$ 2分

22．（10 分）如图，有一水平弹簧振子，弹簧的劲度系数 $k=24$ N/m，重物的质量 $m=6$ kg，重物静止在平衡位置上．设以一水平恒力 $F=10$ N 向左作用于物体（不计摩擦），使之由平衡位置向左运动了 0.05 m 时撤去力 F．当重物运动到左方最远位置时开始计时，求物体的运动方程．



参考解：设物体的运动方程为

$$x = A\cos(\omega t + \phi).$$

恒外力所做的功即为弹簧振子的能量：$F\times 0.05 = 0.5$ J. 2分

当物体运动到左方最远位置时，弹簧的最大弹性势能为 0.5 J，即：

$$\tfrac{1}{2}kA^2 = 0.5\ \text{J},\quad \therefore A = 0.204\ \text{m}.$$ 2分

A 即振幅.

$$\omega^2 = k/m = 4\ (\text{rad/s})^2\quad \therefore \omega = 2\ \text{rad/s}.$$ 2分

按题目所述时刻计时，初相为

$$\phi = \pi.$$ 2分

∴ 物体运动方程为

$$x = 0.204\cos(2t + \pi)\ \text{(SI)}.$$ 2分

23．（10 分）折射率为 1.60 的两块标准平面玻璃板之间形成一个劈尖(劈尖角θ很小)用波长λ=600nm 的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。假如在劈尖内充满 n=1.40 的液体时的相邻明纹间距比劈尖内是空气时的间距缩小 ΔL=0.5 mm，那么劈尖角θ应是多少？

参考解：由 $L\sin\theta = \lambda/(2n)$, $\sin\theta \approx \theta$，得 $L = \lambda/(2n\theta)$

$$\therefore\quad \Delta L = \frac{\lambda}{2\theta} - \frac{\lambda}{2n\theta} = \frac{\lambda}{2\theta}(1 - \frac{1}{n})$$

$$\theta = \frac{\lambda}{2\cdot\Delta L}(1-\frac{1}{n}) = \frac{600\times10^{-9}}{2\times0.5\times10^{-3}}\left(1-\frac{1}{1.4}\right) = 1.71\times10^{-4}(rad)$$

24.（10 分）一束具有两种波长 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长 λ_1 的第三极主极大衍射角和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30°。已知 λ_1=5600Å，试问：

(1) 光栅常数(a+b)=?　　　(2) λ_2=?

参考解：

(1) 由光栅衍射主极大公式得

$$(a+b)\sin30^\circ=3\lambda_1$$

$$a+b=\frac{3\lambda_1}{\sin30^\circ}=3.36\times10^{-4}\ \text{cm}$$ 5 分

(2)

$$(a+b)\sin30^\circ=4\lambda_2$$

$$\lambda_2=(a+b)\sin30^\circ/4=4200\ \text{Å}$$ 5 分

（完）

43

《大学物理下》期末

本试卷共 5 页；考试时间 110 分钟；考试方式 闭卷

专业________ 班级________ 学号________ 姓名________

题号	一	二	三	四	五	六	总分
得分							

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

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													

1、一弹簧振子，重物的质量为 m，弹簧的劲度系数为 k，该振子作振幅为 A 的简谐振动，当重物通过平衡位置且向规定的正方向运动时，开始计时，则其振动方程为：

(A) $x = A\cos(\sqrt{k/m}\,t + \frac{1}{2}\pi)$ (B) $x = A\cos(\sqrt{k/m}\,t - \frac{1}{2}\pi)$

(C) $x = A\cos(\sqrt{m/k}\,t + \frac{1}{2}\pi)$ (D) $x = A\cos(\sqrt{m/k}\,t - \frac{1}{2}\pi)$

2、一质点作简谐振动，已知振动频率为 ν，则其振动势能变化的频率是

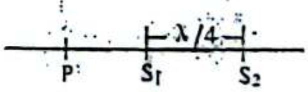
(A) $\nu/4$. (B) $\nu/2$. (C) ν. (D) 2ν.

3、一横波沿绳子传播时的波动方程为 $y = 0.05\cos(4\pi x - 10\pi t)(SI)$，则

(A) 波长为0.5m (B) 波长为0.05m

(C) 波速为25m/s (D) 波速为5m/s

4、如图示，两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$，（λ 为波长），S_1 的位相比 S_2 的位相超前 0.5π，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位相差是：



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

5、 两块平玻璃构成空气劈形膜，左边为棱边，若上面的平玻璃逆时针绕棱边转动从而使劈尖角减小，则干涉条纹

(A)条纹整体向左边移动，条纹间隔变大；

45

(B) 条纹整体向左边移动，条纹间隔变小；

(C) 条纹整体向右边移动，条纹间隔变大；

(D) 条纹整体向右边移动，条纹间隔变小。

6、波长为λ的单色平行光垂直入射到一狭缝上，若第一级暗纹的位置对应的衍射角为$\theta=\pm\pi/6$，则缝宽的大小为

(A) $\lambda/2$　　(B) λ　　(C) 2λ　　(D) 3λ

7、波长λ=550 nm(1nm=10^{-9}m)的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2\times10^{-4}$ cm 的平面衍

射光栅上，可能观察到的光谱线的最大级次为：

(A) 3.　　(B) 4.　　(C) 5.　　(D) 6.

8、一束光强为I_0的自然光垂直穿过两个偏振片，两偏振片的偏振化方向成60°角，若不考虑偏振片的反射和吸收，则穿过这两个偏振片后的光强度I为

(A) $\dfrac{I_0}{4}$　　(B) $\dfrac{I_0}{8}$　　(C) $\dfrac{I_0}{2}$　　(D) $\dfrac{\sqrt{2}I_0}{2}$

9、在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍，则散射光光子能量ε与反冲电子动能E_K之比ε/E_K为：

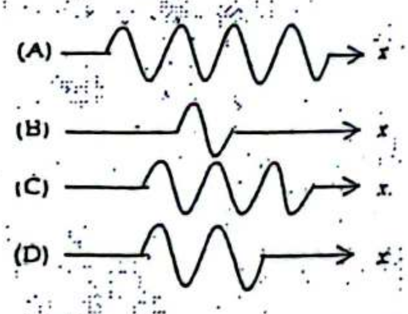
(A) 2.　　(B) 3.　　(C) 4.　　(D) 5.

10、如果两种不同质量的粒子，其德布罗意波长相同，则这两种粒子的：

(A) 能量相同.　　(B) 动量相同.

(C) 速度相同.　　(D) 动能相同.

11、设粒子运动的波函数图线分别如图(A)、(B)、(C)、(D)所示，那么其中确定粒子动量的精确度最高的波函数是哪个图？



12、一个电子运动速度 $v=0.6c$，它的动能是：(电子的静止能量为 0.51 MeV)

(A) 0.128MeV.　(B) 0.34 MeV.　(C) 3.5 MeV.　(D) 0.638 MeV.

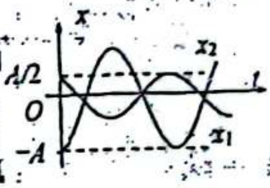
得 分

二、填充题（每空2分，共计24分）

1、一简谐振动的表达式为 $x=0.1\cos(3\pi t+\frac{2}{3}\pi)$ [SI]，则其速度方程为____________，加速度方程为____________。

2、把单摆小球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ，然后由静止释放，使其摆动。从放手后第二次经过平衡位置时开始计时，若用余弦函数表示运动方程，则该单摆的初相 φ=____________。

3、图中所画的是两个简谐振动的振动曲线。若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动的初相为________。



4、一辆机车以 30 m/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 550 Hz，此观察者听到的声音频率是____________。（空气中声速为 330 m/s）

5、在夫琅禾费单缝衍射实验中，$a\sin\varphi=\frac{5}{2}\lambda$，表明在条纹对应衍射角 φ 的方向上，单缝处的波振面被分成__________个半波带，此时在位于透镜焦平面的屏上将形成明纹。如果透镜焦距为 f，则条纹在透镜焦平面屏上的位置 $x=$____________。

6、在迈克耳孙干涉仪的一个光路中放置一折射率为 n 的透明介质片，发现光程差正好改变了一个真空波长 λ，则薄片的厚度为____________。

7、一束波长为 λ 的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上，透明薄膜放在空气中，要使反射光得到干涉加强，则薄膜最小的厚度为____________。

8、在通常亮度下，人眼瞳孔直径约 3mm，若要看清相距 2mm 的两物点，则人与物点间距至多为____________的两点，人眼对黄绿光最敏感，其波长 λ=550nm。

9、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x)=\frac{1}{\sqrt{a}}\cdot\cos\frac{3\pi x}{2a},\quad (-a\leqslant x\leqslant a)$$

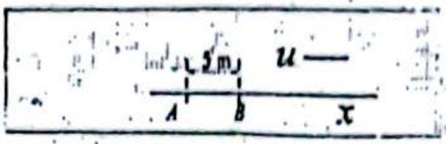
那么粒子在 $x=5a/6$ 处出现的概率密度为____________。

10、激光全息照相技术主要是利用激光的____________优良特性。

47

得分

三、(12分) 如图所示，一平面简谐波在介质中以速度 $u=30\mathrm{m/s}$ 沿 x 轴负向传播，已知 A 点的振动方程为 $y=0.03\cos3\pi t(\mathrm{m})$。求：(1) 以 A 点为坐标原点写出波函数；(2) 距离 A 点 5m 处的 B 点的振动方程；(3) 若以 B 点为坐标原点，写出波函数。



得分

四、(10分) 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $b=2.5\times10^{-3}$ cm，在光栅后放一焦距 $f=1$ m 的凸透镜，现以 $\lambda=600$ nm ($1\ \mathrm{nm}=10^{-9}$ m)的单色平行光垂直照射光栅，求：(1) 透光缝 b 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？

得 分

五、（10分）在 S 惯性系中，相距$\Delta x = 5\times10^{6}$m 的两个地方发生两事件，时间间隔$\Delta t = 10^{-2}$s，而在相对于 S 系沿 x 正方向运动的 S′ 系中观察到这两事件是同时发生的，则在 S′ 系中测量这两事件的地点间隔是多少？

得 分

六、(8 分）光电管的阴极用逸出功为 $W = 2.2$ eV 的金属制成，今用一单色光照射此光电管，阴极发射出光电子，测得遏止电势差为$|U_a| = 5.0$ V，试求：(1) 光电管阴极金属的光电效应红限波长；(2) 入射光波长。（普朗克常量 $h = 6.63\times10^{-34}$ J·s， 基本电荷 $e = 1.6\times10^{-19}$ C）

《大学物理下》期末 答案

本试卷共______页；考试时间 110 分钟；考试方式 闭卷

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
答案	B	D	A	B	C	C	A	B	D	B	A	A

二、填充题（每空2分，共计24分）

1、$v=-0.3\pi\sin(3\pi t+\frac{2}{3}\pi)$ $a=-0.9\pi^2\cos(3\pi t+\frac{2}{3}\pi)$

2、$\frac{3}{2}\pi$ 或 $-\frac{1}{2}\pi$

3、π

4、605 Hz

5、5，$\frac{5}{2}\lambda f/a$

6、$\lambda/2(n-1)$

7、$\lambda/4n$

8、 8.9m

9、 $\frac{1}{2a}$

10、相干性好

51

三、(12 分)

解：(1) A 为坐标原点：$x_A=0$ 时，

$$y_0=3\times10^{-2}\cos(3\pi t)$$

沿 x 轴负向传播，$y=3\times10^{-2}\cos[3\pi(t+\frac{x}{30})]$(m)　　(5 分)

(2) B 点的振动方程：$x_B=5$m

$$y=3\times10^{-2}\cos[3\pi t+\frac{\pi}{2}]\text{(m)}$$　　(2 分)

(3) B 为坐标原点：$x_A=-5$m 时，

$$y=3\times10^{-2}\cos[3\pi(t+\frac{x-x_A}{u})]$$

计算得，$y=3\times10^{-2}\cos[3\pi(t+\frac{x}{30})+\frac{\pi}{2}]$(m)　　(5 分)

四、(10 分)

(1)

$$d=\frac{1cm}{200}=5\times10^{-3}cm$$

$b\frac{x}{f}=\pm\lambda$为一级暗纹　　2+2+2 分

$$\Delta x=\frac{2\lambda f}{b}=4.8\times10^{-2}m$$

(2)

$\because d=2b$

$$\begin{cases}2b\sin\theta=k\lambda\\-\lambda<b\sin\theta<\lambda\end{cases}$$

$\therefore k$可以取$0,\pm1$

$\therefore$在该宽度内有3个光栅衍射主极大　　4 分

五、（10分）

解 $\Delta x=5\times10^{6}\text{m}$ $\Delta t=10^{-2}\text{s}$ $\Delta t'=0$

$$t'_1=\frac{t_1-\frac{v}{c^2}x_1}{\sqrt{1-\beta^2}}\qquad t'_2=\frac{t_2-\frac{v}{c^2}x_2}{\sqrt{1-\beta^2}}\qquad \text{3分}$$

$$\Delta t=\frac{v}{c^2}\Delta x$$

$$v=\frac{3}{5}c\qquad \text{3分}$$

$$\Delta x'=\frac{\Delta x-v\Delta t}{\sqrt{1-\beta^2}}=4\times10^{6}\text{m}\qquad \text{4分}$$

六、（8分）

解：$h\nu_0=W=h\frac{c}{\lambda}=2.2\text{eV}=3.52\times10^{-19}J$ （2分）

$\lambda_0=5.65\times10^{-7}\text{m}$ （1分）

$|eU_0|=\frac{1}{2}mv_m^2$ （2分）

$h\nu=\frac{1}{2}mv_m^2+W$ （2分）

$h\frac{c}{\lambda}=W+eU=7.2\text{eV}$ $\lambda=1.73\times10^{-7}\text{m}$ （1分）

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

《大学物理下》

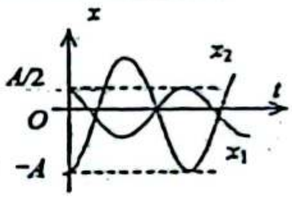
院(系)__________ 班级__________ 学号__________ 姓名__________

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	总分
得分				0						

一、选择题（每题3分，共计30分。）

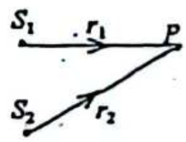
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	小计
答案	B	D	C	D	B	C	B	B	C	D.	

1．图中所画的是两个简谐振动的振动曲线．若这两个简谐振动可叠加，则合成的余弦振动的初相为



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

2．如图所示，两列波长为λ 的相干波在 P 点相遇．波在 S_1 点振动的初相是ϕ_1，S_1到P点的距离是r_1；波在 S_2点的初相是ϕ_2，S_2到P点的距离是r_2，以k代表零或正、负整数，则P点是干涉极大的条件为：



(A) $r_2-r_1=k\lambda$； (B) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_2-r_1)/\lambda=2k\pi$；

(C) $\phi_2-\phi_1=2k\pi$； (D) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_1-r_2)/\lambda=2k\pi$．

3．在真空中沿着 z 轴负方向传播的平面电磁波，其磁场强度波的表达式为 $H_x=-H_0\cos\omega(t+z/c)$，则电场强度波的表达式为：

(A) $E_y=\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}H_0\cos\omega(t+z/c)$；

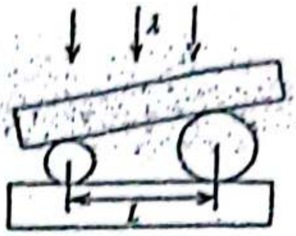
(B) $E_x=\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}H_0\cos\omega(t+z/c)$；

(C) $E_y=-\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}H_0\cos\omega(t+z/c)$；

(D) $E_y=-\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}H_0\cos\omega(t-z/c)$．

55

4. 如图所示，两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为L，夹在两块平晶的中间，形成空气劈尖，当单色光垂直入射时，产生等厚干涉条纹．如果两滚柱之间的距离L变大，则在L范围内干涉条纹

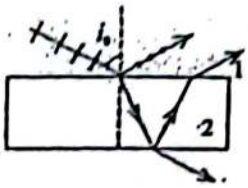


(A) 数目增加，间距不变； (B) 数目减少，间距变大；
(C) 数目增加，间距变小； (D) 数目不变，间距变大．

5. 在单缝夫琅和费衍射实验中，若减小缝宽，其他条件不变，则中央明条纹
(A) 宽度不变，且中心强度不变； (B) 宽度变大；
(C) 宽度不变，但中心强度变小； (D) 宽度变小．

6. 波长 600nm 的单色平行光垂直入射到一光栅常数为2.5×10^{-3}mm 的光栅上，已知此光栅的刻痕与缝宽相等，则屏幕上所呈现的全部光谱级次是：
(A) $0,\pm1,\pm2,\pm3,\pm4$； (B) $0,\pm2,\pm4$； (C) $0,\pm1,\pm3$； (D) $\pm1,\pm3$．

7. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃（如图），设入射角等于布儒斯特角i_0，则在界面 2 的反射光为



(A) 自然光；
(B) 线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面；
(C) 线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面；
(D) 部分偏振光．

8. 一火箭的固有长度为L，相对于地面作匀速直线运动的速度为v_1，火箭上有一个人从火箭的后端向火箭前端上的一个靶子发射一颗相对于火箭的速度为v_2的子弹．在火箭上测得子弹从射出到击中靶的时间间隔是：（c表示真空中光速）

(A) $\dfrac{L}{v_1+v_2}$； (B) $\dfrac{L}{v_2}$； (C) $\dfrac{L}{v_2-v_1}$； (D) $\dfrac{L}{v_1\sqrt{1-(v_1/c)^2}}$．

9. 波长$\lambda=500$ nm 的光沿x轴正向传播，若光的波长的不确定量$\Delta\lambda=10^{-4}$ nm，则利用不确定关系式$\Delta p_x\Delta x\geq h$可得光子的x坐标的不确定量至少为
(A) 25 cm； (B) 50 cm； (C) 250 cm； (D) 500 cm．

10. 氢原子中处于 3d 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

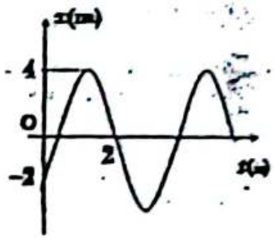
(A) $\left(3,\ 0,\ 1,\ -\dfrac{1}{2}\right)$； (B) $\left(1,\ 1,\ 1,\ -\dfrac{1}{2}\right)$；

(C) $\left(2,\ 1,\ 2,\ \dfrac{1}{2}\right)$； (D) $\left(3,\ 2,\ 0,\ \dfrac{1}{2}\right)$．

二、填充题（每格 2 分，共计 18 分）

序号	1	2	3	4	5	6	小计
得分							

1. 一竖直悬挂的弹簧振子，自然平衡时弹簧的伸长量为 x_0，此振子自由振动的周期 $T=$ $2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}}$.



2. 一质点作简谐振动，其振动曲线如图所示．根据此图，它的周期 $T=$ $\frac{24}{7}$ (3.43)s，用余弦函数描述时初相 $\phi=$ $-\frac{2\pi}{3}$.

3. 质量为 m 物体和一个轻弹簧组成弹簧振子，其固有振动周期为 T. 当它作振幅为 A 自由简谐振动时，其振动能量 $E=$ $2\pi^2mA^2/T^2$.

4. 一点波源发出均匀球面波，发射功率为 4W．不计媒质对波的吸收，则距离波源为 2 m 处的强度是 0.08W .

5. 用方解石晶体(负晶体)切成一个截面为正三角形的棱镜，光轴方向如图．若自然光以入射角 i 入射并产生双折射．试定性地分别画出 o 光和 e 光的光路及振动方向．

6. 已知某金属的逸出功为 A，用频率为 ν_1 的光照射该金属能产生光电效应，则该金属的红限频率 $\nu_0=$ W/h ，$\nu_1>\nu_0$．且遏止电势差 $|U_a|=$ $\frac{h\nu_1-h\nu_0}{e}$.

57

得分

三、(本题 8 分) 平面简谐波沿 x 轴正方向传播，振幅为 2 cm，频率为 50 Hz，波速为 200 m/s. 在 $t=0$ 时，$x=0$ 处的质点正在平衡位置向 y 轴正方向运动，求 $x=4$ m 处媒质质点振动的表达式及该点在 $t=2$ s 时的振动速度.

$A=0.02m$ $u=200m/s$. $t=0$ $x=0$. $\varphi=-\frac{\pi}{2}$

$\omega=2\pi\nu=100\pi$

$y=0.02\cos[100\pi(t-\frac{x}{200})-\frac{\pi}{2}]$

$x=4$ 代入. $y=0.02\cos[100\pi t-\frac{\pi}{2}\times4-\frac{\pi}{2}]$

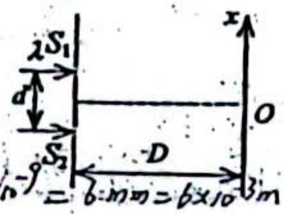
$=0.02\cos[100\pi t-\frac{\pi}{2}]$

$t=2$ 代入 $y=0.02\cos[100\pi\times2-\frac{\pi x}{2}-\frac{\pi}{2}]$

$=0.02\cos(\frac{\pi}{2}x+\frac{\pi}{2})$

得分
0

四、(本题 10 分) 双缝干涉实验装置如图所示，双缝与屏之间的距离 $D=120$ cm，两缝之间的距离 $d=0.50$ mm，用波长 $\lambda=500$ nm (1 nm$=10^{-9}$ m) 的单色光垂直照射双缝. (1) 求原点 O (零级明条纹所在处)上方的第五级明条纹的坐标 x; (2) 如果用厚度 $l=1.0\times10^{-2}$ mm，折射率 $n=1.58$ 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面，求上述第五级明条纹的坐标 x'.



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

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

$x=\frac{D}{d}k\lambda=\frac{1.2}{0.5\times10^{-3}}\times5\times500\times10^{-9}=6mm=6\times10^{-3}m$

$\delta=r_2-r_1=\frac{dx'}{D}$

$\delta'=r_2-[r_1+nl-l]=r_2-r_1-(n-1)l=k\lambda$.

$\frac{dx'}{D}=k\lambda+(n-1)\lambda$

$x'=\frac{D[k\lambda+(n-1)\lambda]}{d}=1.99\times10^{-2}$ m

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

线内不要答题

得分

五、（本题6分）用含有两种波长$\lambda=600$ nm和$\lambda'=500$ nm（1 nm=10^{-9} m）的复色光垂直入射到每毫米有200条刻痕的光栅上，光栅后面放置一焦距为$f=50$ cm的凸透镜，在透镜焦平面处置一屏幕，求以上两种波长光的第一级谱线的间距Δx。

$d=\frac{1\times10^{-3}}{200}=5\times10^{-6}$ (m)

級1. $d\sin\theta_1=k\lambda_1 \Rightarrow d\sin\theta=d\frac{x_1}{f}=\lambda_1$

$d\sin\theta_1=k\lambda_2 \Rightarrow d\sin\theta=\frac{dx_2}{f}=\lambda_2$

$x_1=\frac{f\lambda_1}{d}$ $x_2=\frac{f\lambda_2}{d}$

$\Delta x=\frac{f(\lambda_1-\lambda_2)}{d}=\frac{0.5(600-500)\times10^{-9}}{5\times10^{-6}}=1\times10^{-2}$ m

得分

六、（本题8分）设有宇宙飞船A和B，固有长度均为$l_0=100$ m，沿同一方向匀速飞行，在飞船B上观测到飞船A的船头、船尾经过飞船B船头的时间间隔为$\Delta t=(5/3)\times10^{-7}$ s，求飞船B相对于飞船A的速度的大小。

$x_1'=\frac{x_1-vt_1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$x_2'=\frac{x_2-vt_2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$x_2'-x_1'=100$

$100=\frac{x_2-x_1-v(t_2-t_1)}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$\Delta x=x_2-x_1=0$

$100\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}=v\Delta t$

$l=l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$\Delta t=\frac{l}{v}=\frac{l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{v}$

$(\frac{5}{3}\times10^{-7}v)^2=100^2(\frac{c^2-v^2}{c^2})$

$\frac{25}{9}\times10^{-14}v^2\times c^2=100^2\cdot c^2-100^2v^2$

$\frac{25}{9}\times10^{-14}v^2\times9\times10^{16}$

$25\times10^2v^2$ $100^2c^2-100^2v^2$

$12500v^2=100^2c^2$

$v^2=\frac{100}{125}c^2=\frac{20}{25}c^2=\frac{4}{5}c^2$

$v=\frac{2}{\sqrt{5}}c=\frac{2\sqrt{5}}{5}c$

得分

七、（本题5分）一电子以$v=0.99c$（c为真空中光速）的速率运动．试求(1)电子的总能量是多少？(2)电子的经典力学的动能与相对论动能之比是多少？（电子静止质量$m_0=9.11\times10^{-31}$ kg）

$E_k = E - E_0$

$E = E_k + E_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}c^2 + m_0c^2$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 =$

$w_2 = |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a}\sin^2\frac{n\pi}{a}x$

$= \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi}{a}x$

令 $\frac{dw_2}{dx} = 0$

极大值：$\sin(\frac{2\pi}{a}x) = \pm 1$　　$x = (k+\frac{1}{2})\frac{a}{2}$

x取：$\frac{a}{4}$，$\frac{3}{4}a$

得分

八、（本题6分）一维无限深势阱中的粒子在$n=2$状态下，其波函数$\psi_2=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{2\pi x}{a}$，试求粒子的概率密度分布函数及粒子最可能出现的位置．

$\psi^2 = \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}$

最大值$(\frac{a}{2}, \frac{3}{2}a.)$

(1) $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$m' = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \approx 6.45\times10^{-30}$ kg

$E_k' = \frac{1}{2}m'v^2 = 2.8\times10^{-13}$ J

(2) $\frac{E_k}{E_k'} = \frac{\frac{1}{2}m_0v^2}{\frac{1}{2}m'v^2} = \frac{m_0}{m'} \approx 0.14$

得 分

九、(本题 9 分) α粒子在磁感应强度为 $B=0.025$ T 的均匀磁场中沿半径为 R=0.83 cm 的圆形轨道运动. (1) 试计算其德布罗意波长; (2) 若使质量 m = 0.1 g 的小球以与α粒子相同的速率运动. 则其波长为多少? (α粒子的质量 $m_\alpha=6.64\times10^{-27}$ kg, 普朗克常量 $h=6.63\times10^{-34}$ J·s, 基本电荷 $e=1.60\times10^{-19}$ C)

(1) $e\cdot v\cdot B=\frac{mv^2}{R}$

$R=\frac{mv}{eB}$

$P=m\cdot v$ $m\cdot v=e\cdot RB$

$\lambda=\frac{h}{P}=\frac{h}{e\cdot RB}$ (代入数据)

(2) $v_\alpha=\frac{P_\alpha}{m_\alpha}$

$P_{球}=m_{球}\cdot v_\alpha$

$\lambda_{球}=\frac{h}{P_{球}}$

《 大学物理下 》

本试卷共 7 页；考试时间 110 分钟

院(系)____________ 班级__________ 学号__________ 姓名______

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

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
答案												

1．一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) $4E_1$.

2．一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

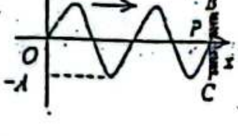
(A) 它的势能转换成动能.

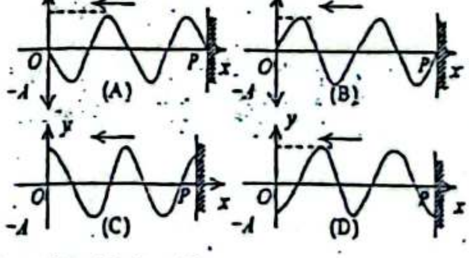
(B) 它的动能转换成势能.

(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.

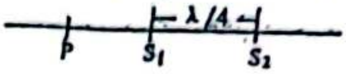
3．下图为一向右传播的简谐波在 t 时刻的波形图，BC 为波密介质的反射面，波由 P 点反射，则反射波在 t 时刻的波形图为





63

4. 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$，（λ 为波长），S_1 的位相比 S_2 的位相超前 $\frac{1}{2}\pi$，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位相差是：

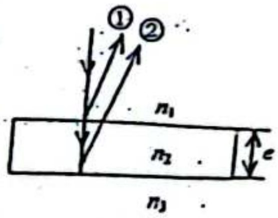


(A) 0　　(B) π　　(C) $\frac{1}{2}\pi$　　(D) $\frac{3}{2}\pi$

5. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中，放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后，测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ，则薄膜的厚度是

(A) $\lambda/2$　　(B) $\lambda/(2n)$　　(C) λ/n　　(D) $\lambda/2(n-1)$

6. 如图所示，折射率为 n_2、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3，已知 $n_1<n_2<n_3$．若用波长为 的单色平行光垂直入射到该薄膜上，则从薄膜上、下两表面反射的光束①与②的光程差是



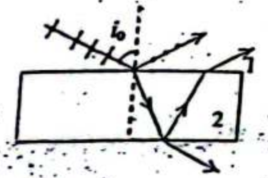
(A) $2n_2e$　　(B) $2n_2e-\lambda/2$

(C) $2n_2e-\lambda$　　(D) $2n_2e-\lambda/2n_2$

7. 一束光是自然光和线偏振光的混合光，让它垂直通过一偏振片．若以此入射光束为轴旋转偏振片，测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍，那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

(A)1/2　　(B)1/5　　(C)1/3　　(D)2/3

8. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图)，设入射角等于布儒斯特角 i_0，则在界面 2 的反射光



(A) 是自然光．

(B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面．

(C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面．

(D) 是部分偏振光

9. 在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 4s，若相对于甲作匀速直线运动的乙测得时间间隔为 5s，则乙相对于甲的运动速度是(c 表示真空中光速)

(A) (4/5) c.　　(B) (3/5) c.　　(C) (2/5) c.　　(D) (1/5) c.

10. 对黑体加热后，测得总的辐出度(即单位面积辐射功率)增大为原来的16倍，则黑体的温度与原温度的比值以及最大单色辐出度所对应的波长与原波长的比值分别为

(A) 4，2.　　(B) 2，1/2.　　(C) 4，1/2.　　(D) 2，2

11. 用频率为ν_1的单色光照射某种金属时，测得饱和电流为I_1，以频率为ν_2的单色光照射该金属时，测得饱和电流为I_2，若$I_1>I_2$，则

(A) $\nu_1>\nu_2$.　　(B) $\nu_1<\nu_2$.

(C) $\nu_1=\nu_2$.　　(D) ν_1与ν_2的关系还不能确定.

12. 关于不确定关系$\Delta x\cdot\Delta p_x\geq\hbar$，有以下几种理解：

(1) 粒子的动量不可能确定.

(2) 粒子的坐标不可能确定.

(3) 粒子的动量和坐标不可能同时准确地确定.

(4) 不确定关系不仅适用于电子和光子，也适用于其它粒子.

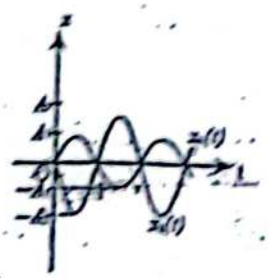
其中正确的是：

(A) (1)、(2).　(B) (2)、(4).　(C) (3)、(4).　(D) (1)、(4).

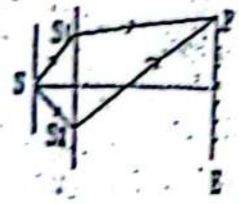
得 分

二、填空题（每空2分，共计24分）

1. 两个同方向的简谐振动曲线如图所示。合振动的振幅为________，合振动的振动方程为____________。



2. 如图所示，在双缝干涉实验中$SS_1=SS_2$，用波长为λ的光照射双缝S_1和S_2，通过空气后在屏幕E上形成干涉条纹。已知P点处为第三级明条纹，则S_1和S_2到P点的光程差为________。若将整个装置放于某种透明液体中，P点为第四级明条纹，则该液体的折射率$n=$________。



3. 平行单色光垂直入射于单缝上，观察夫琅禾费衍射。若屏上P点处为第二级暗纹，则单缝处波面相应地可划分为______个半波带。若将单缝宽度缩小一半，P点处将是第_____级_____纹。

4. 康普顿散射中，当散射光子与入射光子方向成夹角$\phi=$________时，散射光子的频率小得最多；当$\phi=$________时，散射光子的频率与入射光子相同。

5. 电子的静止质量为m_0，若以速度$v=0.6c$运动，则它的动能为________，它的德布罗意波长为________(用m_0、h、c表示)。

15

6. 在一维无限深势阱中处于基态的粒子的振幅波函数 $\varphi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{\pi x}{a}$，能量 $E=\frac{\pi^2\hbar^2}{2ma^2}$，则其定态波函数 $\psi(x,t)=$____________________。

得分

三、（10分）

已知一平面简谐波的表达式为 $y=A\cos\pi(4t-2x)$ (SI).

(1) 求该波的波长 λ、频率 ν、周期 T 和波速 u 的值；

(2) 写出 $t=4.2$ s 时刻各波峰位置的坐标表达式，并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置；

(3) 求 $t=4.2$ s 时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻 t.

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

得分

四、(6分)

用波长 $\lambda=500$ nm 的平行光垂直照射折射率 $n=1.33$ 的劈形膜，观察反射光的等厚干涉条纹.从劈形膜的棱算起,第5条明纹中心对应的膜厚度是多少?

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

得分

五、(10分)

一束平行光垂直入射到某个光栅上，该光束有两种波长的光，$\lambda_1=440$ nm，$\lambda_2=660$ nm ($1\ \text{nm}=10^{-9}$ m)．实验发现，两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角 $\varphi=60^\circ$ 的方向上．求此光栅的光栅常数 d.

67

得分

六、(6分)

在惯性K系，有两事件发生于同一地点，且第二事件比第一事件晚发生8s，而在另一惯性系K'中，观测到第二事件比第一事件晚10s，求：

(1) K'相对于K运动的速度；

(2) K'中测得两事件发生地点之间的距离。

得分

七、(8分)

量子力学得出：若氢原子处于主量子数$n=4$的状态，则其轨道角动量（动量矩）可能取的值？对应于$l=3$的状态，氢原子的角动量在外磁场方向的投影可能取的值？（用$\hbar$表示）

得分

八、附加题（10分）（强化班学生必做，其它班级学生选做）

已知一自由电子的波函数为 $\Psi(x)=A\cos(5.00\times10^{10}x)$，式中x的单位是m。(普朗克常量 $h=6.63\times10^{-34}$ J·s，电子质量为 9.11×10^{-31} kg)。求：

(1) 自由电子的德布罗意波长；

(2) 自由电子的动量；

(3) 自由电子的动能。

$E(\bar{X})=E(X)=\mu$

$D(\bar{X})=\frac{DX}{n}=\frac{\sigma^2}{n}$

$E(S^2)=D(X)=\sigma^2$

(0, 1)分布 $E(X)=p$ $D(X)=p(1-p)$

二项分布 $P(X=k)=C_n^k p^k(1-p)^{n-k}$

$E(X)=np$, $D(X)=np(1-p)$

泊松分布 $P(X=k)=\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}=\lim_{n\to\infty} C_n^k p_n^k(1-p_n)^{n-k}$

$E(X)=\lambda$, $D(X)=\lambda$

均匀分布 $X\sim U(a,b)$ $f(x)=\begin{cases}\frac{1}{b-a} & a<x<b\\ 0 & 其他\end{cases}$

$E(X)=\frac{a+b}{2}$, $D(X)=\frac{(b-a)^2}{12}$

指数分布 $f(x)=\begin{cases}\lambda e^{-\lambda x} & x>0\\ 0 & x\le 0\end{cases}$

$E(X)=\frac{1}{\lambda}$ $D(X)=\frac{1}{\lambda^2}$

正态分布 $N(\mu,\sigma^2)$ $f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$

$E(X)=\mu$, $D(X)=\sigma^2$

$T\sim t(n)$

$T^2\sim F(1,n)$

$\frac{1}{T^2}\sim F(n,1)$

$P\{|X-E(X)|\ge\varepsilon\}\le\frac{D(X)}{\varepsilon^2}$

$P\{|X-E(X)|<\varepsilon\}\ge 1-\frac{D(X)}{\varepsilon^2}$

$E(X)=\int_{-\infty}^{+\infty}xf(x)dx$

$D(X)=E(X^2)-[E(X)]^2$

$Cov(X,Y)=E(XY)-E(X)\cdot E(Y)$

$Cov(aX,bY)=ab\,Cov(X,Y)$

$Cov(X+Y,Z)=Cov(X,Z)+Cov(Y,Z)$

$\rho_{XY}=\frac{Cov(X,Y)}{\sqrt{DX}\sqrt{DY}}$ 相关系数

最大似然估计

① $L(x_1,\cdots x_n,\theta)=f(x_1,\theta)\cdots f(x_n,\theta)$

$\ln L(x_1\cdots x_n,\theta)=$

$\frac{d\ln L}{d\theta}=0$

$\theta_m\Rightarrow\hat{\theta}$

$\hat{\theta}$ 最大似然估计值 量X

无偏

$E(\hat{\theta})=E(X^k)$

$=\int_0^{+\infty}x^k f(x,\theta)dx=\theta$

若 $E(\hat{\theta})=E(X^k)=\theta$ ∴ $\hat{\theta}$ 无偏估

69

《大学物理下》 答案

一、选择题（每题 3 分，共计 33 分）

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

二、填充题（每空 2 分，共计 24 分）

1．$A_2 - A_1$　　$(A_2 - A_1)\cos(\frac{2\pi}{T} - \frac{\pi}{2})$

2．3λ，1.33

3．4，　第一，　暗纹

4．π；　0

5．$0.25 m_e c^2$，　$\frac{4}{3}\frac{h}{m_e c}$

6．$\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{\pi x}{a}e^{\frac{i\pi^2\hbar^2}{\hbar 2ma^2}t}$

三、（10 分）

解：这是一个向 x 轴负方向传播的波．

(1)　$\lambda = 2\pi / k = 1\ \mathrm{m}$　　1 分

$\nu = \omega / 2\pi = 2\ \mathrm{Hz}$　　1 分

$T = 1/\nu = 0.5\ \mathrm{s}$　　1 分

$u = \nu\lambda = 2\ \mathrm{m/s}$　　1 分

(2) 波峰的位置，即 $y = A$ 的位置．

$$\cos\pi(4t - 2x) = 1$$

六、(6分)

解：(1) $\Delta t = 8s$，$\Delta t' = 10s$，$\Delta t' = \dfrac{\Delta t}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$，$\sqrt{1-v^2/c^2} = \dfrac{4}{5}$

$\therefore v = 0.6c = 1.8\times10^8$ m/s　　3分

(2) $\Delta x' = \dfrac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \dfrac{-1.8\times10^8\times8}{4/5} = -1.8\times10^9$ m　　3分

七、(8分)

解：$n=4$，　$l=0, 1, 2, 3$

$$L=\sqrt{l(l+1)}\hbar$$

则轨道角动量分别为：$\sqrt{12}\hbar$，$\sqrt{6}\hbar$，$\sqrt{2}\hbar$，0；　　4分

$L_z = m_l\hbar$　　$m_l = 0, \pm1, \pm2, \cdots \pm l$

角动量在外磁场方向的投影可能取的值：$\pm3\hbar$，$\pm2\hbar$，$\pm\hbar$，0

4分

八、附加题（10分）

解：(1) 因为波长具有空间周期性，则有

$$A\cos[5.00\times10^{10}(x+\lambda)] = A\cos[5.00\times10^{10}(x+2\pi)]$$

$$5.00\times10^{10}\lambda = 2\pi$$

$$\lambda = 0.126nm$$　　4分

(2) $p = \dfrac{h}{\lambda} = 5.26\times10^{-24}\,kg\cdot m\cdot s^{-1}$　　3分

(3) $E_k = E - m_0c^2 = \sqrt{p^2c^2 + m_0^2c^4} - m_0c^2$

$=1.52\times10^{-17}J = 94.8eV$　　3分

71

解的 $x = k - 2t$.

当 $t = 4.2$ s 时, $x = (-k + 0.4)$ m. 3分

所谓离坐标原点最近，在上式中取 $k = 0$，可得 $x = 0.4$

1分

(3). $\Delta t = |\Delta x|/u = |\Delta x|/(\nu\lambda) = 0.2$ s

∴ 该波峰经过原点的时刻 $t = 4$ s 2分

四、(6分)

解：明纹， $2ne + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda \quad (k=1, 2, \cdots)$ 3分

第五条，$k=5$， $e = \dfrac{\left(5 - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n} = 8.46 \times 10^{-4}$ mm 2分

五、(10分)

解：由光栅衍射主极大公式得

$$d\sin\varphi_1 = k_1\lambda_1$$

$$d\sin\varphi_2 = k_2\lambda_2$$ 2分

$$\frac{\sin\varphi_1}{\sin\varphi_2} = \frac{k_1\lambda_1}{k_2\lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2}$$ 1分

当两谱线重合时有 $\varphi_1 = \varphi_2$ 1分

即 $\dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{3}{2} = \dfrac{6}{4} = \dfrac{9}{6} \quad \cdots\cdots$ 1分

两谱线第二次重合即是

$\dfrac{k_1}{k_2} = \dfrac{6}{4}$, $k_1=6$, $k_2=4$ 2分

由光栅公式可知 $d\sin 60^\circ = 6\lambda_1$

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3}\ \text{mm}$$

3分

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

装订线内不要答题

大学物理（下）期末

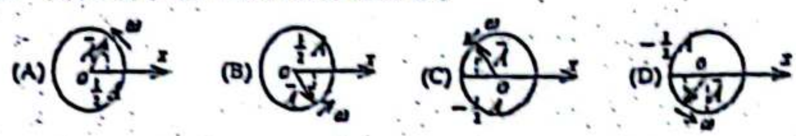
院(系)__________ 班级__________ 学号__________ 姓名__________

题号	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								

一、选择题（每题3分，共计30分）

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	小计
答案											

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 轴的负方向运动，代表此简谐振动的旋转矢量图为



2、已知一质点同时参与两个同方向的简谐振动，其简谐振动方程分别为

$x_1=5\times10^{-2}\cos(4t+\pi/3)$ (SI)，$x_2=3\times10^{-2}\sin(4t-\pi/6)$ (SI)，则合振动的初相为为

(A) $\pi/3$.　(B) $-\pi/6$.　(C) $\pi/6$.　(D). $\pi/2$

3、已知一平面简谐波的表达式为 $y=A\cos(at-bx)$（a、b 为正值常量），则

(A) 波的频率为 a.　　(B) 波的传播速度为 b/a.

(C) 波长为 π/b.　　(D) 波的周期为 $2\pi/a$

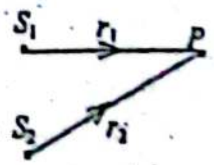
4、如图所示，两列波长为 λ 的相干波在 P 点相遇．波在 S_1 点振动的初相是 ϕ_1，S_1 到 P 点的距离是 r_1；波在 S_2 点的初相是 ϕ_2，S_2 到 P 点的距离是 r_2，以 k 代表零或正、负整数，则 P 点是干涉极大的条件为：

(A) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_1-r_2)/\lambda=2k\pi$.

(B) $\phi_2-\phi_1+2\pi(r_2-r_1)/\lambda=2k\pi$

(C) $r_2-r_1=k\lambda$.

(D) $\phi_2-\phi_1=2k\pi$.



73

5、在夫琅和费单缝衍射中，当入射光波长变大时，中央条纹的宽度将

(A) 变小；　(B) 变大；　(C)不变；　(D) 不确定。

6、两块平玻璃构成空气劈形膜，右边为棱边，用单色平行光垂直入射．若上面的平玻璃慢慢地向上平移，则干涉条纹向

(A) 条纹疏密不变，向棱边平移；　(B) 条纹变密，向棱边平移；

(C) 条纹变疏，向棱边平移；　(D) 条纹疏密不变，远离棱边方向平移；

(F) 条纹变疏，远离棱边方向平移。

7、一束自然光，相继通过两个偏振片后，透射光强为最大透射光强的 1/4．则两个偏振片的偏振化方向夹角

(A) 45°；　(B) 60°；　(C)90°；　(D) 180°。

8、两个惯性系 S 和 S'，沿 $x(x')$ 轴方向作匀速相对运动，相对速度为 u。设在 S' 系中某点先后发生两个事件，用静止于该系的钟测出两事件的时间间隔为 τ_0，而用固定在 S 系的钟测出这两个事件的时间间隔为 τ。又在 S' 系 x' 轴上放置一静止于该系且长度为 l_0 的细杆，从 S 系测得此杆的长度为 l，则

(A) $\tau<\tau_0$; $l<l_0$；　(B) $\tau<\tau_0$; $l>l_0$；

(C) $\tau>\tau_0$; $l>l_0$；　(D) $\tau>\tau_0$; $l<l_0$

9、在康普顿效应实验中，若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍，则散射光光子能量 ε 与反冲电子动能 E_K 之比 ε/E_K 为

(A) 2.　(B) 3.　(C) 4.　(D) 5.

10、在加热黑体过程中，其最大单色辐出度对应的波长由 0.8μm 变到 0.4μm，则其辐射出射度增大为原来的

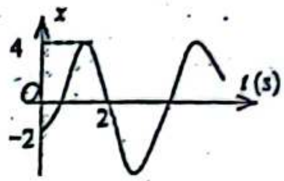
(A) 2 倍.　(B) 4 倍.　(C) 16 倍.　(D) 8 倍.

得 分

二、填充题（每空格 2 分，共计 22 分）

1、 一质点作简谐振动，速度最大值 $v_m = 5$ cm/s，振幅 $A = 2$ cm．设速度具有正最大值的那一时刻为 $t = 0$，则振动表达式________________．

2、 一质点作简谐振动．其振动曲线如图所示．根据此图，它的周期 T=____________．



3、在真空中沿着 x 轴正方向传播的平面电磁波，其磁场强度波的表达式是 $H_z = H_0\cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$，则电场强度波的表达式是____________________．

4、若星光的波长按 550 nm (1 nm = 10^{-9} m)计算，孔径为 127 cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离θ(从地上一点看两星的视线间夹角)是____________．

5、波长λ=600 nm 的单色光垂直照射到牛顿环装置上，第二个明环与第三个明环所对应的空气膜厚度之差为__________nm (1 nm=10^{-9} m)．

6、观察者甲以 0.6c 的速度（c 为真空中光速）相对于静止的观察者乙运动，若甲携带一长度为 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__________________；动能为______________________．

7、一列火车以速度 v 匀速行驶，车头、车尾各有一盏灯，某时刻路基上的人看见两灯同时亮了，那么从车厢顶上看见的情况是_______________．

8、当电子的动能等于它的静止能量时，它的德布罗意波长=__________λ_c，其中 $\lambda_c = h/(m_0 c)$ 为电子的康普顿波长．

9、原子的 K 壳层中，电子可能具有的四个量子数(n，l，m_l，m_s)是 __________
________________________________．

10、如果电子位置的不确定量为 0. 05nm，则其动量的不确定量为_____________．
已知 h=6.63×10^{-34} J・S

75

得分

三、（本题10分）一波长为λ的简谐波沿 Ox 轴正方向传播，在 $x=\lambda/2$ 的 P 处质点的振动方程是 $y_P=(\frac{\sqrt{3}}{2}\sin\omega t-\frac{1}{2}\cos\omega t)\times10^{-2}$ (SI) 求：

(1) 此简谐波的表达式；　(2) $t_1=T/4$ 时刻，$x_1=\lambda/4$ 处质点的位移；

(3) $t_2=T/2$ 时刻，$x_1=\lambda/4$ 处质点的振动速度．

自觉遵守考试规则，诚信考试，绝不作弊

得分

四、（本题8分）已知铂的逸出功为8eV，当波长为300nm的紫外光照射，能否产生光电效应现象？为什么？此金属的红限频率 ν_0？（普朗克常量 $h=6.63\times10^{-34}$ J·S，基本电荷 $e=1.60\times10^{-19}$C）。

得 分

五、（10 分）在双缝干涉实验中，波长 $\lambda=589nm$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $d=2\times10^{-5}m$ 的双缝上，屏到双缝的距离 $D=1m$。求：（1）中央明纹两侧的两条第10级明纹中心的间距；（2）把双缝干涉实验装置放在折射率为 1.33 的水中，则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距？（3）用一厚度为 $e=2\times10^{-5}m$ 的云母片覆盖一缝后，零级明纹将移到原来的第 20 级明纹处，云母片折射率为多少？

得 分

六、（本题 10 分）波长为 600 nm 的单色光垂直入射在一光栅上，相邻的两条明条纹分别出现在 sinθ=0.20 与 sinθ=0.30 处，第四级缺级，试问：（1）光栅常数；（2）光栅上狭缝可能的最小宽度 a；（3）中央明带内的明纹主极大的数目；（4）按上述选定的 a、b 值，在光屏上可能观察到的全部级数。

77

得分

七、（本题 10 分）设有一电子在宽为 0.20nm 的一维无限深的方势阱中，

(1) 计算电子在最低能级的能量？

(2) 当电子处于第一激发态（$n=2$）时，求其概率密度分布函数并计算出现概率密度最大的位置？

(3) 求在(0,0.10nm)的范围内电子出现的概率。

大学物理（下）期末　　　答案

一、选择题（每题 3 分，共计 30 分）

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

填充题（每空格 2 分，共计 22 分）

1、$x=2\cos(2.5t-\pi/2)$m　2、24/7s　3、$E_y=\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}H_0\cos 2\pi(\nu t-x/\lambda)$

4、$\theta=5.28\times10^{-7}rad$　5、300　6、$\frac{25m}{16lS}$，$\frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v_2}{c^2}}}-mc^2$

7、头先亮尾后亮　8、$1/\sqrt{3}$　9、（1，0，0，$\frac{1}{2}$）.　（1，0，0，$-\frac{1}{2}$）.

10、$1.33\times10^{-23}kg\cdot m/s$

三、（本题 10 分）

解（1）$y_P=\frac{1}{2}(\sqrt{3}\sin\omega t-\cos\omega t)\times10^{-2}$

$$=\frac{1}{2}(\sqrt{3}\cos(\omega t-\frac{1}{2}\pi)+\cos(\omega t+\pi)]\times10^{-2}$$

$$=1\times10^{-2}\cos(\omega t+4\pi/3)\quad(SI).$$

波的表达式为:

$$y=1\times10^{-2}\cos[\omega t+\frac{4}{3}\pi-2\pi\frac{x-\lambda/2}{\lambda}]$$

$$=1\times10^{-2}\cos(\omega t-2\pi\frac{x}{\lambda}+\frac{1}{3}\pi)\quad(SI)$$

（2）$y=1\times10^{-2}\cos(\frac{1}{3}\pi)=0.005m$

（3）$v=-1\times10^{-2}\omega\sin(\frac{5}{6}\pi)=-0.005\omega[SI]$

四、(10 分)

(1) $\Delta x = 20D\lambda / d = 0.0295\ \text{m}$ 3 分

(2) $\Delta x = \dfrac{D}{nd}\lambda = 2.214\times10^{-3}m$ 3 分

(3) 覆盖云玻璃后，零级明纹应满足

$$(n-1)e+r_1=r_2$$

设不盖玻璃片时，此点为第 k 级明纹，则应有

$$r_2-r_1=k\lambda$$

所以 $(n-1)e=k\lambda$

$n=1+k\lambda/e=1.589$ 4 分

五、解：(1) 由 $(a+b)\sin\theta=k\lambda$ 式，

$$0.20(a+b)=\text{k}\times600\times10^{-9},$$

$$0.30(a+b)=(\text{k}+1)\times600\times10^{-9}$$

得：$a+b=6\times10^{-6}m$； 3 分

(2) 因第四级缺级，故此须同时满足：

$$(a+b)\sin\theta=k\lambda,\quad a\sin\theta=k'\lambda,$$

取 $k'=1$，得光栅狭缝的最小宽度为 $1.5\times10^{-6}m$； 3 分

(3) 7 2 分

(4) 由 $(a+b)\sin\theta=k\lambda$，对应 $k=k_{\max}$，

$$\therefore\quad k_{\max}=\frac{a+b}{\lambda}=\frac{6.0\times10^{-6}}{6000\times10^{-10}}=10.$$

$k=0,\pm1,\pm2,\pm3,\pm5,\pm6,\pm7,\pm9$ 2 分

六、解：不能 2 分

$$\varepsilon=\frac{hc}{\lambda}=6.6.624\times10^{-19}J=4.14eV$$

$W=8eV$ $\quad\varepsilon<W$ 3 分

$h\nu_0=W$，$\nu_0=\dfrac{W}{h}=1.93\times10^{15}Hz$ 3 分

七、(1) $E_1=\frac{h^2}{8ma^2}=1.51\times10^{-18}$ J　　2分

(2) $\psi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\frac{n\pi}{a}$，n=2　　1分

$p=|\psi(x)|^2=\frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi}{a}x$，　2分

$\partial p/\partial x=0$，　　1分

得 $x_1=0.05nm$　　$x_2=0.15nm$　　2分

(3) $p=\int_0^{\frac{a}{2}}|\psi(x)|^2dx=\frac{1}{2}$　　2分

81