

《大学物理》

院(系) _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 总分 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |

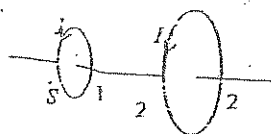
| 得分 |
|----|
| |

一、选择题 (计 36 分, 每小题 3 分)

(注: 请将您的答案写在下表相应题号的空格内)

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

1. 面积为 S 和 $2S$ 的两圆线圈 1、2 如图放置, 通有相同的电流 I . 线圈 1 的电流所产生的通过线圈 2 的磁通量 Φ_{21} 表示, 线圈 2 的电流所产生的通过线圈 1 的磁通量 Φ_{12} 表示, 则 Φ_{21} 和 Φ_{12} 的大小关系为:



- (A) $\Phi_{21} = 2\Phi_{12}$ (B) $\Phi_{21} > \Phi_{12}$ (C) $\Phi_{21} = \Phi_{12}$ (D) $\Phi_{21} = \frac{1}{2}\Phi_{12}$

2. 一质点作简谐振动, 已知振动周期为 T , 则其振动动能变化的周期是

(A) $T/4$ (B) $T/2$ (C) T (D) $2T$

3. 电磁波的电场强度 \vec{E} 、磁场强度 \vec{H} 和传播速度 \vec{u} 的关系是:

- (A) 三者互相垂直, 而 \vec{E} 和 \vec{H} 位相差 $\pi/2$.
 (B) 三者互相垂直, 而且 $\vec{E} \times \vec{H}$ 与 \vec{u} 同方向.
 (C) 三者中 \vec{E} 和 \vec{H} 是同方向的, 但都与 \vec{u} 垂直.
 (D) 三者中 \vec{E} 和 \vec{H} 可以是任意方向的, 但都必须与 \vec{u} 垂直.

4. 在简谐波传播过程中, 沿传播方向相距为 $\lambda/2$ (λ 为波长) 的两点的振动速度必定

- (A) 大小相同, 而方向相反. (B) 大小和方向均相同.
 (C) 大小不同, 方向相同. (D) 大小不同, 而方向相反.

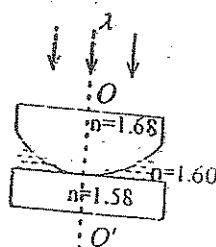
5. 一束波长为 λ 的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上, 透明薄膜放在空

气中, 要使反射光得到干涉加强, 则薄膜最小的厚度为

- (A) $\lambda/4$ (B) $\lambda/(4n)$ (C) $\lambda/2$ (D) $\lambda/(2n)$

6. 如图所示, 平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置, 全部浸入 $n=1.60$ 的液体中, 凸透镜可沿 OO' 移动, 用波长 $\lambda=500$ nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) 的单色光垂直入射. 从上向下观察, 看到中心是一个暗斑, 此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 156.3 nm (B) 148.8 nm
(C) 78.1 nm (D) 74.4 nm



7. 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

8. 使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 . P_1 和 P_2 的偏振化方向与入射光光矢量振动方向的夹角分别是 α 和 90° , 则通过这两个偏振片后的光强 I 是

- (A) $\frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$ (B) 0 (C) $\frac{1}{4} I_0 \sin^2(2\alpha)$ (D) $I_0 \cos^4 \alpha$

9. 已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应, 若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0), 则此单色光的波长 λ 必须满足:

- (A) $\lambda \leq hc/(eU_0)$ (B) $\lambda \geq hc/(eU_0)$ (C) $\lambda \leq eU_0/(hc)$ (D) $\lambda \geq eU_0/(hc)$

10. 康普顿效应的主要特点是

- (A) 散射光波长均比入射光波长短, 且随散射角增大而减小, 但与散射体的性质无关.
(B) 散射光的波长均与入射光的波长相同, 与散射角、散射体性质无关.
(C) 散射光中既有与入射光波长相同的, 也有比入射光波长长的和比入射光波长短的, 这与散射体性质有关.
(D) 散射光中有些波长比入射光的波长长, 且随散射角增大而增大, 有些散射光波长与入射光波长相同, 这都与散射体的性质无关.

11. 已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

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

那么粒子在 $x=a/6$ 处出现的概率密度为

- (A) $1/(2a)$ (B) $1/a$ (C) $1/\sqrt{2a}$ (D) $1/\sqrt{a}$

12. 不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h/2$ 表示在 x 方向上

- (A) 粒子位置不能准确确定. (B) 粒子动量不能准确确定.
(C) 粒子位置和动量都不能准确确定. (D) 粒子位置和动量不能同时准确确定.

| |
|----|
| 得分 |
|----|

四、(10分) 载有电流 I 的长直导线附近, 放一与长直导线共面的半圆环导体 ACB , 且端点 AB 的连线与长直导线垂直. 半圆环的半径为 R , 环心 O_1 与导线相距 $2R$. 设半圆环以速度 \vec{v} 平行导线平移, 求半圆环上 AB 两端的电压 $V_A - V_B$. (真空磁导率以 μ_0 表示)

解: 作辅助导线 AO_1B , 构成闭合回路 $ACEA$, 则

$$\mathcal{E}_{ACBA} = \mathcal{E}_{ACB} + \mathcal{E}_{BO_1A} = 0$$

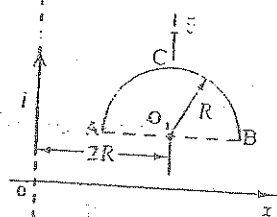
$$\mathcal{E}_{ACB} = -\mathcal{E}_{BO_1A} = \mathcal{E}_{AO_1B} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\mathcal{E}_{AO_1B} = \int_{(A)}^{(B)} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = - \int_R^{3R} vB \cdot dx \quad 2 \text{ 分}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{将上式代入积分得: } \mathcal{E}_{AO_1B} = -\frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln 3 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore V_A - V_B = -\mathcal{E}_{ACB} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln 3 \quad 3 \text{ 分}$$



| |
|----|
| 得分 |
|----|

五、(10分) 一列平面简谐波在媒质中以波速 $u = 5 \text{ m/s}$ 沿 x 轴正向传播, 原点 O 处质元的振动曲线如图所示. (1) 求 O 处质元的振动方程; (2) 求解该波的波函数; (3) 求解 $x = 25 \text{ m}$ 处质元的振动方程.

解: 由旋转矢量图可知

$$\varphi_0 = -\frac{\pi}{2} : \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \quad 3 \text{ 分}$$

O 处质元振动方程:

$$y = 2 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{1}{2}\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{m}) \quad 1 \text{ 分}$$

波函数:

$$y = 2 \times 10^{-2} \cos\left[\frac{1}{2}\pi\left(t - \frac{x}{u}\right) - \frac{\pi}{2}\right] (\text{m}) \quad 4 \text{ 分}$$

(若该步答案错, 但写出 $y = A \cos\left[\frac{1}{2}\pi\left(t - \frac{x}{u}\right) + \varphi_0\right]$

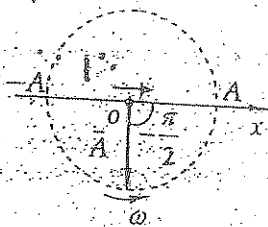
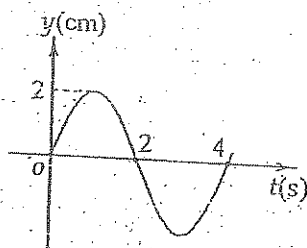
类似的标准形式可得 2 分)

$x = 25 \text{ m}$ 处质元振动方程:

$$y = 2 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{1}{2}\pi t - 3\pi\right) (\text{m}) \quad 2 \text{ 分}$$

(或: $y = 2 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{1}{2}\pi t \pm \pi\right) (\text{m})$)

*注: 若标出单位或写明(SI), 则不另外得分; 若未标出单位, 则扣 1 分.



自觉遵守考试规则, 诚信考试, 绝不作弊

| | | | | | |
|----|--------------|---|---|---|---|
| 得分 | 二、填空题 (20 分) | | | | |
| | 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 得分 | | | | |

1. (3) 一列火车以 20 m/s 的速度行驶, 若机车汽笛的频率为 600 Hz, 一静止观测者在机车正前和机车正后所听到的笛声频率分别为 ν_1 、 ν_2 , 则 $\nu_1 > (1 \text{ 分}) \nu_2$ (选填“>”、“=”、“<”), $|\nu_1 - \nu_2| = 70.8 (2 \text{ 分}) \text{ (Hz)}$ (设空气中声速为 340 m/s).

2. (3) 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 $\lambda = 3 \text{ m}$, 则 A、B 两点相距 $L = 0.5 (3 \text{ 分}) \text{ (m)}$.

3. (5) 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.025 \cos(125t - 0.37x) \text{ (SI)}$, 其角频率 $\omega = 125 (2 \text{ 分}) \text{ (rad/s)}$, 波速 $u = 338 (2 \text{ 分}) \text{ (m/s)}$, 波长 $\lambda = 17.0 (1 \text{ 分}) \text{ (m)}$.

4. (5) 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 4 (2 分) 个半波带. 若将单缝宽度缩小一半, P 点处将是第 1 (1 分) 级暗 (2 分) 纹.

5. (4) 低速运动的质子和 α 粒子, 若它们的德布罗意波长相同, 则它们的动量之比 $p_p : p_\alpha = 1 : 1 (2 \text{ 分})$; 动能之比 $E_p : E_\alpha = 4 : 1 (2 \text{ 分})$.

| |
|----|
| 得分 |
| |

三、(6 分) 两个物体作同方向、同频率、同振幅的简谐振动. 在振动过程中, 每当第一个物体经过位移为 $A/2$ 的位置向平衡位置运动时, 第二个物体也经过此位置, 但向远离平衡位置的方向运动. 试画出旋转矢量图, 并求它们的相位差.

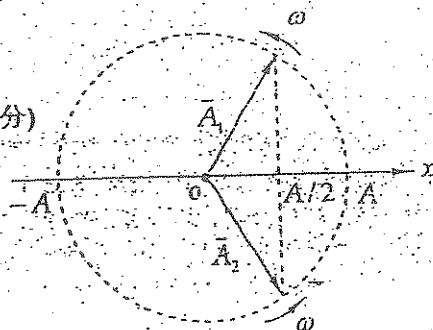
解: 由旋转矢量图可知 4 分

(\vec{A}_1 、 \vec{A}_2 各 2 分; 若 ω 标顺时针该步不得分)

$$\Delta\phi = \frac{2}{3}\pi$$

2 分

(或 $\Delta\phi = \frac{4}{3}\pi$, 或以上答案 $\pm 2k\pi$)



得分

六、(8分) 折射率为1.60的两块标准平面玻璃板之间形成一个劈形膜(劈尖角 θ 很小)。用波长 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)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 $\Delta l=0.5\text{ mm}$ 。求(1)两种情况下相邻两明纹厚度差之比；(2)劈尖角 θ 。

解：厚度差之比： $\Delta e_1 : \Delta e_2 = \frac{\lambda}{2} : \frac{\lambda}{2n} = n : 1 = 1.4 : 1$

(或： $\Delta e_1 : \Delta e_2 = \frac{\lambda}{2n} : \frac{\lambda}{2} = 1 : n = 1 : 1.4$) 3分(其中公式2分)

空气劈形膜时，间距 $l_1 = \frac{\lambda}{2n\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2\theta}$ (或 $l_1 = \frac{\Delta e_1}{\sin\theta} \approx \frac{\Delta e_1}{\theta}$)
液体劈形膜时，间距 $l_2 = \frac{\lambda}{2\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2n\theta}$ (或 $l_2 = \frac{\Delta e_2}{\sin\theta} \approx \frac{\Delta e_2}{\theta}$) } 3分

$\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda(1 - \frac{1}{n}) / (2\theta)$ 1分

$\theta = \lambda(1 - \frac{1}{n}) / (2\Delta l) = 1.7 \times 10^{-4} \text{ (rad)}$ 1分

得分

七、(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， $\lambda_1=440\text{ nm}$ ， $\lambda_2=660\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)。实验发现，两种波长的明纹主极大(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 。

解：由光栅衍射主极大公式 $d\sin\varphi = k\lambda$ 2分

及 $\sin\varphi_1 = \sin\varphi_2$ 得

$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2}$ 2分

两谱线第二次重合即是

$\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$ ， $k_2=4$ ， $k_1=6$

(或： $(k_2 \pm 2)\lambda_1 = k_1\lambda_2$ ，解得 $k_2=4$ ， $k_1=6$) 2分

由光栅公式可知 $d\sin 60^\circ = 6\lambda_1 = 4\lambda_2$ 2分

$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{ mm}$ 1分

《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 33 分)

| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 小计 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 答案 | | | | | | | | | | | | |

- E 1. 一质点沿 x 轴作简谐振动, 振动方程为 $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI).
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) $\frac{1}{8}$ s (B) $\frac{1}{6}$ s (C) $\frac{1}{4}$ s (D) $\frac{1}{3}$ s (E) $\frac{1}{2}$ s

- D 2. 一个弹簧振子和一个单摆 (只考虑小幅度摆动), 在地面上的固有振动周期分别为 T_1 和 T_2 . 将它们拿到月球上去, 相应的周期分别为 T'_1 和 T'_2 . 则
(A) $T'_1 > T_1$ 且 $T'_2 > T_2$ (B) $T'_1 < T_1$ 且 $T'_2 < T_2$
(C) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 = T_2$ (D) $T'_1 = T_1$ 且 $T'_2 > T_2$

- B 3. 以下说法正确的是
(A) 在波传播的过程中, 某质元的动能和势能相互转化, 总能量保持不变;
(B) 在波传播的过程中, 某质元任一时刻的动能与势能相等, 且随时间作周期性的变化;
(C) 在波传播的过程中, 某质元任一时刻的动能与势能相等, 且不随时间发生变化;
(D) 在波传播的过程中, 某质元任一时刻的动能与势能有可能相等, 有可能不等, 视时刻而定.

- C 4. 如图所示, 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位相差为

(A) $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$

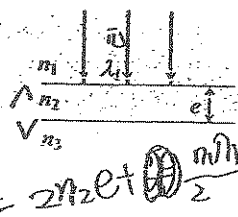
(B) $4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1) + \pi$

(C) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1) + \pi$

(D) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta$$

$$\lambda = n_1 \lambda_1$$



5. 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

(A) 条纹间距不变;

(B) 条纹间距变疏;

(C) 条纹间距变密;

(D) 无法判断.

$$\Delta x = \frac{D}{n} \frac{\lambda}{d}$$

6. 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.

7. 在夫琅和费单缝衍射中, 对于给定的入射光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

(A) 对应的衍射角变小;

(B) 对应的衍射角变大;

(C) 对应的衍射角也不变;

(D) 光强也不变.

$$\theta = \frac{D}{a} \lambda$$

8. 用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大动能为 E_k , 若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属, 则逸出光电子的最大动能为

(A) $h\nu + E_k$

(B) $2h\nu - E_k$

(C) $h\nu - E_k$

(D) $2E_k$

$$2h\nu - (h\nu - E_k)$$

9. 波长 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ \AA}$, 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. 按氢原子理论, 当大量氢原子处于 $n=4$ 的激发态时, 原子跃迁将发出:

(A) 三种波长的光.

(B) 四种波长的光.

(C) 五种波长的光.

(D) 六种波长的光.

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

11. 按照原子的量子理论, 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所产生的光的特点是:

(A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不

相干的。

(B)两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的,原子受激辐射的光与入射光是相干的。

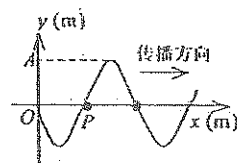
(C)两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的,原子受激辐射的光与入射光是不相干的。

(D)两个原子自发辐射的同频率的光是相干的,原子受激辐射的光与入射光是相干的。

| 得分 |
|----|
| |

二、填空题 (每格 2 分, 共计 22 分)

1、图示一平面简谐波在 $t=2$ 时刻的波形图, 波的振幅为 0.2m , 周期为 4s , 则图中质点 P 的振



动方程为 $y = 0.2 \cos(\frac{\pi}{2} t - \frac{\pi}{2})$

2、一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动:

$$x_1 = 0.03 \cos(4\pi t + \pi/3) \text{ (SI)} \text{ 与 } x_2 = 0.05 \cos(4\pi t - 2\pi/3) \text{ (SI)}$$

合成振动的振动方程为 $x = 0.02 \cos(4\pi t - \pi/3)$

3、如果入射波的表达式是 $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda})$, 在 $x=0$ 处发生反射后形成驻波,

反射点为波腹. 设反射后波的强度不变, 则反射波的表达式 $y_2 = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$

在 $x = 2\lambda/3$ 处质点合振动的振幅等于 A

4、一静止的报警器, 其频率为 1000Hz , 有一汽车以 79.2km 的时速驶向报警器时, 坐在汽车里的人听到报警声的频率是 1064.1Hz (设空气中声速为 340m/s).

5、若一双缝装置的两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖, 此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 $\Delta = (n_2 - n_1)e$

两束相干光的相位差 $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_2 - n_1)e$

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 $\frac{\pi}{2} - \arctan 1.4$

7、牛郎星距地球约 16 光年, 宇宙飞船若以 $\frac{4\sqrt{2}}{7}c$ 的速度飞行, 将用 4 年的时间 (宇宙飞船上钟指示的时间) 抵达牛郎星。

8、已知宽度为 a 为一维无限深势阱中粒子的波函数为 $\psi = A \sin(\pi x/a)$, 则归一化常数

A 应为 $\sqrt{\frac{2}{a}}$ 粒子出现的概率最大的位置是 $x = \frac{a}{2}$

得分

三、(本题 10 分) 一简谐波, 振动周期 $T=0.5\text{s}$, 波长 $\lambda=10\text{m}$, 振幅 $A=0.1\text{m}$. 当 $t=0$ 时, 波源振动的位移恰好为正方向的最大值. 若坐标原点和波源重合, 且波沿 Ox 轴正方向传播, 求: $\varphi=0$

(1) 此波的表达式;

(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.

解: 设 $y = A \cos(\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi)$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 4\pi \text{ rad/s} \quad u = \frac{\lambda}{T} = 20 \text{ m/s} \quad \varphi_0 = 0$$

故 $y = 0.1 \cos 4\pi(t - \frac{x}{20})$

2) 当 $t_1 = \frac{T}{4}$, $x_1 = \lambda/4$ 时得

$$y_1 = 0.1 \cos 4\pi(\frac{T}{4} - \frac{\lambda/4}{20}) = 0.1 \text{ (m)}$$

3) $x_1 = \lambda/4$ 处质点的振动方程

$$y = 0.1 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$v = -0.4\pi \sin(4\pi t - \frac{\pi}{2})$$

当 $t_2 = \frac{T}{2}$ 时得 $v_2 = -0.4\pi \text{ m/s}$

| |
|----|
| 得分 |
|----|

四、(本题 10 分) 一衍射光栅，每厘米 200 条透光缝，每条透光缝宽为 $a=2 \times 10^{-3} \text{ cm}$ ，在光栅后放一焦距 $f=1 \text{ m}$ 的凸透镜，现以 $\lambda=600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 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) $d = \frac{1}{200} \text{ cm} \quad \sin \theta \leq \frac{a}{\lambda}$
 $\theta \approx \frac{\lambda}{a}$
 中央明纹宽度 $D = f \cdot 2\theta = \frac{2\lambda}{a} \cdot f = 6 \text{ cm}$

由 $\frac{d}{a} = \frac{1}{200} \times \frac{10^7}{2 \times 10^{-3}} = 25$ 不够成整数比，故不发生缺级现象
 2) 当 $d \sin \theta = k \cdot \lambda$ 时 为明纹
 $\sin \theta \leq \frac{a}{\lambda}$ 即 $\theta \leq \frac{\lambda}{a}$
 $d \cdot 0.03 = k \cdot \lambda$
 解得 $k = 2.5$
 故在该宽度内，有 0, 1, 2 共 5 个衍射主极大

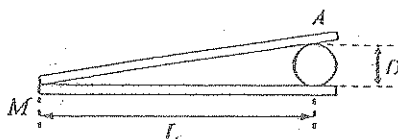
| |
|----|
| 得分 |
|----|

五、(本题 10 分) 如图在长度为 $L=4 \text{ cm}$ 的两块玻璃平板之间夹一细金属丝，形成空气劈尖，在波长为 $\lambda=600.0 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射下形成干涉条纹。

- (1) 如果观察到相邻两明条纹间隔为 $\Delta l = 0.1 \text{ mm}$ ，求金属丝直径 D ？
- (2) 如将金属丝通电，使之受热膨胀，则在上方 A 处可观察到干涉条纹向什么方向移动？条纹间距如何变化？
- (3) 若在 A 处观察到干涉条纹移动 6 条，则金属丝直径的热膨胀量为多大？

解：1) $\Delta l = \frac{\lambda}{2n\alpha} \quad n=1 \quad \alpha = \frac{D}{L}$

联立解得 $D = 1.2 \times 10^{-4} \text{ m}$



2) 若... $2D + \frac{\lambda}{2} = k \cdot \lambda$
 $2D \approx k \cdot \lambda$ 则 Δl 减小 干涉条纹会向顶端移动，条纹间距会缩短

3) 大学物理期末考试试卷 第 5 页
 设热膨胀量为 Δd
 $2(d + \Delta d) + \frac{\lambda}{2} = (k+6) \cdot \lambda$
 $2\Delta d = 6\lambda$
 $\Delta d = 3\lambda$
 解得 $\Delta d = 1.8 \times 10^{-6} \text{ m}$

| |
|----|
| 得分 |
| |

六、(本题8分) $q=2e$

α 粒子在磁感应强度为 $B=0.025\text{T}$ 的均匀磁场中沿半径为 $R=0.83\text{cm}$ 的圆形轨道上运动

- (1) 试计算其德布罗意波长(α 粒子的质量 $m_\alpha=6.64\times 10^{-27}\text{kg}$);
 (2) 若使质量 $m=0.1\text{g}$ 的小球以与 α 粒子相同的速率运动, 则其波长为多少?

解: 1)

$$BqR = m \frac{v^2}{R}$$

$$v = \frac{BqR}{m} = 10^4 \text{ m/s} \ll c$$

故可忽略相对论效应

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = 9.98 \times 10^{-12} \text{ m}$$

2)

$$\lambda = \frac{h}{mv} = 1.63 \times 10^{-34} \text{ m}$$

| |
|----|
| 得分 |
| |

七、(本题7分)

在惯性系 S 中, 有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 、 B , 分别以速度 $\vec{v}_A = v\vec{i}$, $\vec{v}_B = -v\vec{i}$ 运动, 相撞后粘在一起成为一复合粒子的静止质量。

解:

由动量守恒定律可知

$$\gamma_1 m_0 \vec{v}_1 + \gamma_2 m_0 \vec{v}_2 = \gamma_3 m \vec{v}$$

$$\text{由于 } \gamma_1 = \gamma_2 \text{ 故 } \gamma_3 v = 0 \text{ 故 } v = 0 \quad \gamma_3 = 1$$

由能量守恒定律可知

$$\gamma_1 m_0 c^2 + \gamma_2 m_0 c^2 = \gamma_3 m c^2$$

大学物理期末考试试卷 第6页

$$\text{故 } m = 2m_0 \sqrt{1 - \beta^2} \quad (\text{Si})$$

2013 / 2014 年第

二: $y_1 = 0.2 \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$

2. $x = 0.02 \cos(4\pi t - \frac{2}{3}\pi)$

3. $y_2 = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$; A

4. 1065 Hz

5. $(n_1 - n_2)e$; $2\pi(n_1 - n_2)e/\lambda$

6. 36.54°

7. $\sqrt{16/17} \text{ C} = 0.97 \text{ C}$

8. $\sqrt{\frac{2}{a}}$, $0.5a$

三. (1) $y = 0.1 \cos(4\pi t - \frac{2}{10}\pi x) = 0.1 \cos 4\pi(t - \frac{1}{20}x) \text{ (SI)}$ 4分

(2) $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{1}{8} \text{ s}$, $x_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{10}{4} \text{ m}$ 处质点的位移

$y_1 = 0.1 \cos 4\pi(\frac{T}{4} - \frac{\lambda}{80}) = 0.1 \cos 4\pi(\frac{1}{8} - \frac{1}{8}) = 0.1 \text{ m}$ 3分

(3) 振速 $v = \frac{\partial y}{\partial t} = -0.4\pi \sin 4\pi(t - \frac{x}{20})$

当 $t_2 = \frac{T}{2} = \frac{1}{4} \text{ s}$, 在 $x_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{10}{4} \text{ m}$ 处质点的振速

$v_2 = -0.4\pi \sin(\pi - \frac{1}{2}\pi) = -1.26 \text{ m/s}$

四、(本题 10 分)

解: (1) $a \sin \varphi = k\lambda$ $\lg \varphi = x/f$ 2分

当 $x \ll f$ 时, $\lg \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$, $a x / f = k\lambda$, 取 $k=1$ 有

$x = f\lambda / a = 0.03 \text{ m}$ 2分

\therefore 中央明纹宽度为 $\Delta x = 2x = 0.06 \text{ m}$ 1分

(2) $d = 0.01/200 = 5 \times 10^{-5} \text{ m}$

$d \sin \varphi = k'\lambda$

$k' = d \sin \varphi / \lambda = 2.5$ 2分

取 $k'=2$, 共有 $k'=0, \pm 1, \pm 2$ 等 5 个主极大 3分

五、(本题 10 分)

解: (1) $\frac{D}{L} = \frac{\lambda}{2\Delta l}$ $D = 0.12 \text{ mm}$; 3分

(2) 向棱边方向移动, 间距变小; 4分

(3) $\Delta D = \Delta k \cdot \frac{\lambda}{2} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ mm}$ 3分

六、(本题 8 分)

解: (1) 由带电粒子在均匀磁场中作圆周运动的知识知 $R = mv/(qB)$, 于是有

$$p_\alpha = m_\alpha v_\alpha = qBR = 2eBR$$

$$\lambda_\alpha = h/p_\alpha = h/(2eBR) = 9.98 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$= 9.98 \times 10^{-3} \text{ nm} \quad 4 \text{ 分}$$

(2) 设小球与 α 粒子速率相同

$$v = v_\alpha = 2eBR/m_\alpha$$

$$\lambda = h/p = h/(mv) = h/[m(2eBR/m_\alpha)]$$

$$= [h/(2eBR)](m_\alpha/m) = (m_\alpha/m)\lambda_\alpha = 6.62 \times 10^{-34} \text{ m} \quad 4 \text{ 分}$$

七、(本题 7 分)

解: 设碰撞后的合成粒子质量为 M , 速度为 v

$$\text{动量守恒: } mv + mv = MV = 0 \quad \text{说明合成粒子静止} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{能量守恒: } mc^2 + mc^2 = M_0 c^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } M_0 = 2m = \frac{2m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad (2 \text{ 分})$$

1600元

《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)

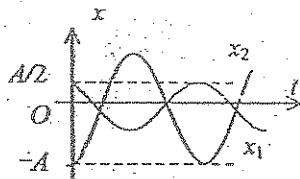
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 小计 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 答案 | B | B | B | B | A | C | B | D | A | A | A | A | |

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

- (A) 1 s . (B) $2/3 \text{ s}$. (C) $4/3 \text{ s}$. (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;

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：

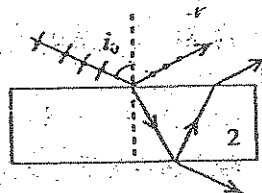
(B) 干涉条纹是垂直于棱边的直条纹，劈尖夹角变小时，条纹变密，从两边向中心靠拢：

(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。

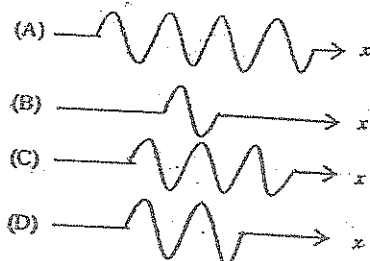
10、在某地发生两件事，静止位于该地的甲测得时间间隔为 6s，若相对甲以 $4c/5$ (c 表示真空中光速) 的速率作匀速直线运动的乙测得时间间隔为

- (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 |
| |

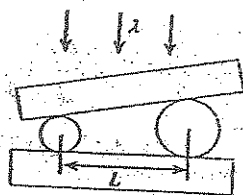
二、填充题 (每格 2 分，共计 22 分)

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 $\lambda = 3\text{ m}$ ，则 A、B 两点相距 $L = \underline{2}\text{ m}$ 。

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 $\underline{2:1}$ 。

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 $\underline{935.3}$ (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 $n = \underline{1.24}$ 。

6、使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P_1 、 P_2 和 P_3 。 P_1 与 P_2 的偏振化方向成 45° 角， P_2 与 P_3 的偏振化方向成 45° 角。则透过三块偏振片的光强 I 为

$$\frac{1}{\sqrt{0}}$$

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 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ，

其动能的表达式为 $E_k = mc^2 - m_0c^2$ 。（已知静止质量为 m_0 ）

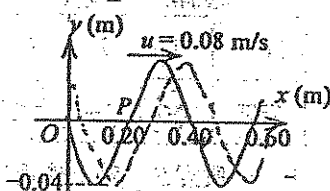
得分

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。



$$t=0 \text{ 时 } y=0$$

$$t=0 \text{ 时 } y>0$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{2}$$

$$\lambda = 0.4$$

$$A = 0.04 \text{ m}$$

$$\mu = \lambda \nu$$

$$0.08 = 0.4 \nu$$

$$\nu = \frac{0.08}{0.4} = 0.2$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.4}$$

$$\omega = 2\pi \nu = 0.4\pi$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{0.4\pi} = 5 \text{ (s)}$$

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

$$x_P = 0.20$$

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

得分

四、(本题 8 分) 双缝干涉实验装置, 双缝与屏之间的距离 $D=120\text{cm}$, 两缝之间的距离 $d=0.50\text{mm}$, 用波长 $\lambda=5000\text{\AA}$ 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 $e=1.0\times 10^{-2}\text{mm}$, 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 .

$$d \sin \theta = k\lambda \quad k=5 \quad n \sin \theta \approx \theta = \frac{x}{D}$$

$$\frac{d x}{D} = 5\lambda \quad x = \frac{D \Delta \lambda}{d} = \frac{1.2 \times 5 \times 5 \times 10^{-7}}{0.5 \times 10^{-3}} = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$x = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

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

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

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

$$-k' = 5 - \frac{(n-1)e}{\lambda} = 5 - \frac{0.58 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-7}} = -6.6$$

得分

五、(本题 10 分) 波长 $\lambda=6000\text{\AA}$ 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.

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

$$d \times \frac{1}{2} = 2 \times 6 \times 10^{-7}$$

$$d = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\frac{d}{a} = 3 \quad a = \frac{d}{3} = 8 \times 10^{-7} \text{ m}$$

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

$$2.4 \times 10^{-6} = k_{\max} 6 \times 10^{-7} \quad k_{\max} = 4$$

看到: $0, \pm 1, \pm 2, \pm 4$

| |
|----|
| 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.

$$E_1 = -13.6 \text{ eV}$$

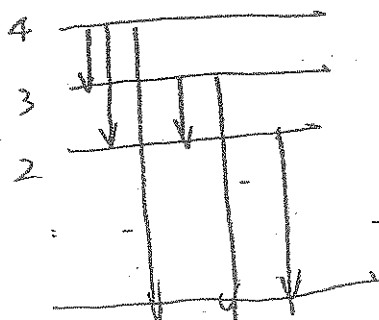
$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

$$E_4 = \frac{E_1}{16} = -0.85 \text{ eV} \quad E_D = \frac{E_1}{25}$$

$$-13.6 + 12.75 = -0.75 \text{ eV}$$

电子跃迁到第四能级

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



| |
|----|
| 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

$\psi = c x(l-x)$, 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

$$\psi(0) = 0 \quad \psi(l) = 0$$

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

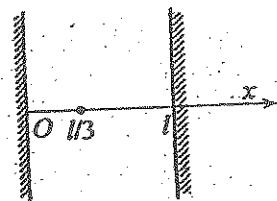
$$\int_0^l c^2 x^2 (l^2 - 2lx + x^2) dx = 1$$

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

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

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

大学物理期末考试试卷 第 6 页



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

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

《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 _____

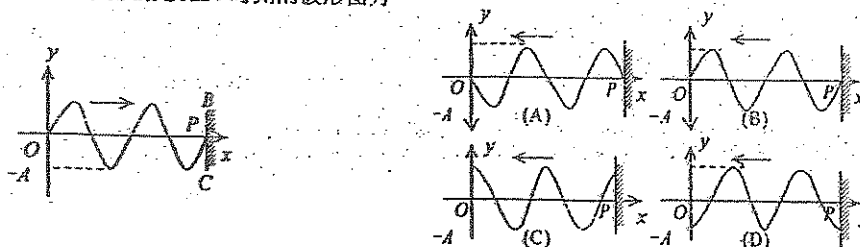
| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 总分 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | | |

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 | | | | | | | | | | | | |

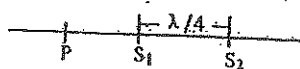
- 一弹簧振子作简谐振动, 总能量为 E_1 , 如果简谐振动振幅增加为原来的两倍, 重物的质量增为原来的四倍, 则它的总能量 E_2 变为
(A) $E_1/4$. (B) $E_1/2$. (C) $2E_1$. (D) $4E_1$.
- 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中
(A) 它的势能转换成动能.
(B) 它的动能转换成势能.
(C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加.
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小.

- 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



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_2 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) $\frac{3}{2}\pi$

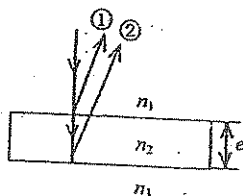
5. 在迈克尔逊干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是

- (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 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

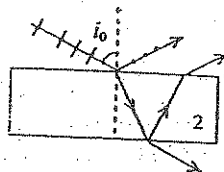


- (A) $2n_2e$ (B) $2n_2e - \lambda/2$
(C) $2n_2e - \lambda$ (D) $2n_2e - \lambda/2n_2$

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.

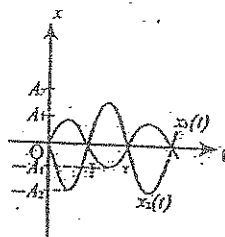
其中正确的是:

- (A) (1), (2). (B) (2), (4). (C) (3), (4). (D) (1), (4).

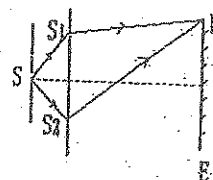
| |
|----|
| 得分 |
| |

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 _____, 它的德布罗波长为 _____ (用 m_0 、 h 、 c 表示).

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 $t = 4.2 \text{ s}$ 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 $t = 4.2 \text{ s}$ 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 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 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？

| |
|----|
| 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， $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ， $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)。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 。

| |
|----|
| 得分 |
| |

六、(6分)

在惯性系 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 $\Psi(x) = A \cos(5.00 \times 10^{10} x)$, 式中 x 的单位是 m . (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$, 电子质量为 $9.11 \times 10^{-31} kg$). 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.

$$E(x) = E_n = \mu$$

$$p(x) = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}$$

$$E(x)^2 = p(x)^2 = \omega^2$$

$$10. (1) \text{ 均匀分布 } E(x) = p, p(x) = p(p)$$

$$= \text{均匀分布 } p(x) = \frac{1}{b-a} p^k (1-p)^{1-k}$$

$$E(x) = p, p(x) = \frac{1}{b-a} p^k (1-p)^{1-k}$$

$$\text{泊松分布 } p(x=k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{e} \right)^k e^{\lambda}$$

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

$$\text{均匀分布 } f(x) = \frac{1}{b-a} \quad a < x < b$$

$$0 \text{ 其他}$$

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

$$\text{指数分布 } f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x > 0$$

$$0 \quad x \leq 0$$

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

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

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

$$T \sim \ln(n)$$

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

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

$$P\{|x - E_n| \geq \varepsilon\} \leq \frac{D_n}{\varepsilon^2}$$

$$P\{|x - E_n| < \varepsilon\} \geq 1 - \frac{D_n}{\varepsilon^2}$$

$$E_n = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

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

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

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

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

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

$$\text{求最大似然估计}$$

$$L(x_1, \dots, x_n, \theta) = f(x_1, \theta) \cdot \dots \cdot f(x_n, \theta)$$

$$L_1(x_1, \dots, x_n, \theta) =$$

$$\frac{dL_1}{d\theta} = 0$$

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

$$\hat{\theta} \text{ 最大似然估计值}$$

$$\text{无偏} \quad \sum X$$

$$E(\theta) = E(x^k)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} x^k f(x, \theta) dx > 0$$

$$\text{有 } E(\theta) = E(x^k) = 0 \quad \dots \theta \neq \theta_0$$

$$\text{信}$$

《 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、填空题 (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. $0.25m_0c^2$, $\frac{4}{3} \frac{h}{m_0c}$

6. $\sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi x}{a} e^{-\frac{1}{2} \frac{\pi^2 \hbar^2}{a^2 m^2}}$

三、(10 分)

解: 这是一个向 x 轴负方向传播的波.

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

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

$T = 1/\nu = 0.5 \text{ s}$ 1 分

$u = \nu \lambda = 2 \text{ m/s}$ 1 分

(2) 波峰的位置, 即 $y = A$ 的位置.

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

六、(6分)

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

$$\therefore v = 0.6c = 1.8 \times 10^8 \text{ m/s}$$

3分

(2) $\Delta x' = \frac{\Delta x - v\Delta t}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = \frac{-1.8 \times 10^8 \times 8}{4/5} = -1.8 \times 10^9 \text{ m}$

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

$$L_z = m_l \hbar \quad m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$$

角动量在外磁场方向的投影可能取的值: $\pm 3\hbar$, $\pm 2\hbar$, $\pm \hbar$, 0

4分

八、附加题 (10分)

解: (1) 因为波长具有空间周期性, 则有

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

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

$$\lambda = 0.126 \text{ nm}$$

4分

(2) $p = \frac{h}{\lambda} = 5.26 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

3分

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

$$= 1.52 \times 10^{-17} \text{ J} = 94.8 \text{ eV}$$

3分

解的

$$x = k - 2t.$$

当 $t = 4.2 \text{ s}$ 时,

$$x = (-k + 0.4) \text{ m}.$$

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

$$(3), \quad \Delta t = |\Delta x|/u = |\Delta x|/(v\lambda) = 0.2 \text{ s}$$

\therefore 该波峰经过原点的时刻

$$t = 4 \text{ s}$$

2 分

四、(6 分)

解: 明纹,

$$2ne + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda \quad (k=1, 2, \dots)$$

3 分

第五条, $k=5$,

$$e = \frac{\left(5 - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n} = 8.46 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

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

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \dots\dots$$

1 分

两谱线第二次重合即是

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$$

$$k_1 = 6, \quad k_2 = 4$$

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

《大学物理》

答案

院(系) _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 总分 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |

自觉遵守考场规则，诚信考试，绝不作弊

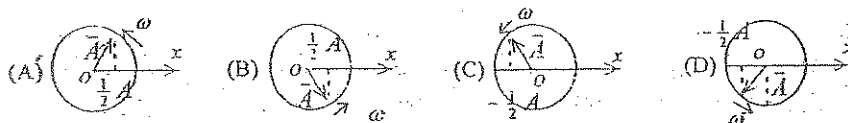
| 得分 |
|----|
| |

一、选择题 (计 36 分，每小题 3 分)

(注：请将您的答案写在下表相应题号的空格内)

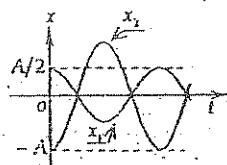
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 答案 | B | B | D | C | C | B | D | A | D | A | D | C |

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 $A/2$ ，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. 右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

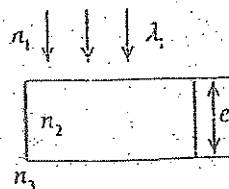
- (A) $\frac{3}{2}\pi$ (B) π (C) $\frac{1}{2}\pi$ (D) 0



3. 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) $9/16$ (B) $11/16$ (C) $13/16$ (D) $15/16$

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相位差为



- (A) $2\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$. (B) $\{4\pi n_1 e / (n_2 \lambda_1)\} + \pi$.
(C) $\{4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)\} + \pi$. (D) $4\pi n_2 e / (n_1 \lambda_1)$.

5. 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. 若上面的平玻璃慢慢地向上平移, 则干涉条纹

- (A) 向棱边方向平移, 条纹间隔变小. (B) 向棱边方向平移, 条纹间隔变大.
(C) 向棱边方向平移, 条纹间隔不变. (D) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔不变.

6. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

- (A) 对应的衍射角变小. (B) 对应的衍射角变大.
(C) 对应的衍射角也不变. (D) 光强也不变.

7. X射线射到晶体上, 对于间距为 d 的平行点阵平面, 产生衍射主极大的最大波长为

- (A) $d/4$. (B) $d/2$. (C) d . (D) $2d$.

8. 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) $3I_0/4$.

9. 用频率为 ν_1 的单色光照射某一种金属时, 测得光电子的最大动能为 E_m ; 用频率为 ν_2 的单色光照射另一种金属时, 测得光电子的最大动能为 E_m . 如果 $E_m > E_m$, 那么

- (A) $\nu_1 > \nu_2$. (B) $\nu_1 < \nu_2$. (C) $\nu_1 = \nu_2$. (D) ν_1 可能大于也可能小于 ν_2 .

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) 动量相同. (B) 能量相同. (C) 速度相同. (D) 动能相同.

11. 将波函数在空间各点的振幅同时增大 D 倍, 则粒子在空间的分布概率将

- (A) 增大 D^2 倍. (B) 增大 $2D$ 倍. (C) 增大 D 倍. (D) 不变.

12. 激光全息照相技术主要是利用激光的哪一种优良特性?

- (A) 亮度高. (B) 方向性好. (C) 相干性好. (D) 抗电磁干扰能力强.

| |
|----|
| 得分 |
| |

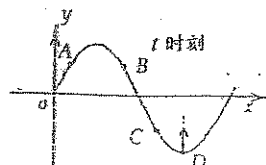
二、填空题 (18分)

| | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 得分 | | | | | |

1. (4') 一根长为 l , 横截面积为 S 的长直密绕螺线管通以电流 I , 内部充满均匀、各向同性磁导率为 μ 的磁介质, 管上单位长度绕有 n 匝导线, 则管内部的磁能密度为

$$\frac{1}{2} \mu n^2 I^2 (2'), \text{ 其自感系数为 } \mu n^2 l S (2')$$

2. (5') 右图为 t 时刻的驻波波形曲线。若此时曲线中 D 点质元向上运动。试分别指出图中 A, B, C 处各质元在该时刻的运动方向:



A 向下 (2'); B 向下 (2'); C 向上 (1') .

3. (3') 一简谐平面电磁波在真空中沿 x 轴传播。已知电场强度 \vec{E} 在 y 方向上振动, 振幅为 E_0 , 则磁场强度在 z (2') 方向上振动, 且振幅 $H_0 = \sqrt{\epsilon_0 / \mu_0} E_0$ (1') .

4. (3') 汽车两盏前灯相距 l , 与观察者相距 $S = 10 \text{ km}$. 夜间人眼瞳孔直径 $d = 5.0 \text{ mm}$. 人眼敏感波长为 $\lambda = 550 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 若只考虑人眼的圆孔衍射, 则人眼可分辨出汽车两前灯的最小间距 $l = 1.34$ (3') (m).

5. (3') 光子波长为 λ , 则其能量 $= \frac{hc}{\lambda}$ (1'); 动量的大小 $= \frac{h}{\lambda}$ (1'); 质量 $= \frac{h}{\lambda c}$ (1') .

| | |
|----|--|
| 得分 | 三、(10 分) 两条平行长直导线和一边长为 a 的正方形导线框共面。且导线框的一个边与长直导线平行; 其到两长直导线的距离分别为 a 、 $2a$ 。已知两导线中电流都为 $I = I_0 \sin \omega t$, 其中 I_0 和 ω 为常数, t 为时间。求导线框中的感应电动势 \mathcal{E}_i ; 若某时刻 $dI/dt > 0$, 则此时 \mathcal{E}_i 在回路中绕向如何? |
|----|--|

解: 两个载同向电流的长直导线在如图坐标 x 处所产

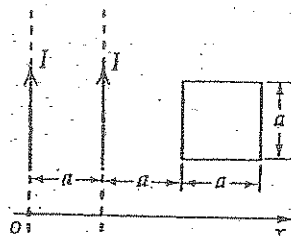
生的磁场为

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x-a} \right) \quad 2 \text{ 分}$$

选顺时针方向为线框回路正方向, 则

$$\begin{aligned} \phi_m &= \int B dS = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \left(\int_{2a}^{3a} \frac{dx}{x} + \int_{a}^{2a} \frac{dx}{x-a} \right) \\ &= \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln 3 \quad 3 \text{ 分} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \mathcal{E}_i &= - \frac{d\phi_m}{dt} = - \frac{\mu_0 a \ln 3}{2\pi} \frac{dI}{dt} \\ &= - \frac{\mu_0 I_0 a \omega \ln 3}{2\pi} \cos \omega t \quad 3 \text{ 分} \end{aligned}$$



若 $\frac{dI}{dt} > 0$, 则 $\mathcal{E}_i < 0$, 感应电动势在回路中的绕向为“逆时针”方向。 2 分

| |
|----|
| 得分 |
| |

四、(6分) 有一轻弹簧，当下端挂一个质量 $m = 10$ 克的物体而平衡时，伸长量为 9.8 cm. 用这个弹簧和该物体组成一弹簧振子. 取平衡位置为原点，向上为 x 轴的正方向. 将 m 从平衡位置向下拉 2 cm 后，给予向上的初速度 $v_0 = 20\sqrt{3}$ cm/s 并开始计时，试求该系统的振动周期和振动方程的数值表达式 (重力加速度 g 取 980 cm/s²).

解：弹簧倔强系数 $k = mg / \Delta l = 1000$ (dn/cm)

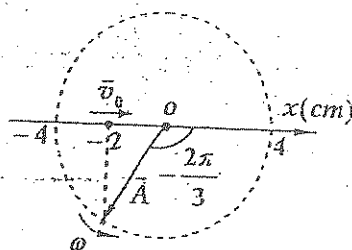
$$\omega = \sqrt{k/m} = 10 \text{ (s}^{-1}\text{)}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{5} \approx 0.63 \text{ (s)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + (v_0/\omega)^2} = \sqrt{(-2)^2 + (20\sqrt{3}/10)^2} = 4 \text{ (cm)} \quad (2 \text{ 分})$$

由旋转矢量图可知：初相位 $\varphi_0 = -\frac{2\pi}{3}$ (1分)

则，振动方程为： $x = 4 \cos(10t - \frac{2\pi}{3})$ (cm) (1分)



| |
|----|
| 得分 |
| |

五、(10分) 图示一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图，求

(1) 该波的波函数；

(2) P 处质元的振动方程.

解：由图可知， $\lambda = 0.4$ m，则

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\lambda/u} = \frac{\pi}{4} \quad (3 \text{ 分})$$

原点 O 处质元此时在平衡位置向 $-y$ 方向运动. 由旋转矢量图可知，原点 O 处质元的初相位：

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

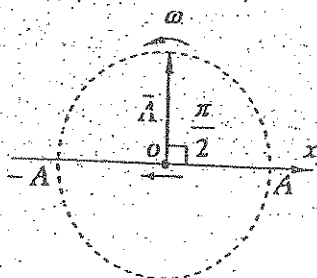
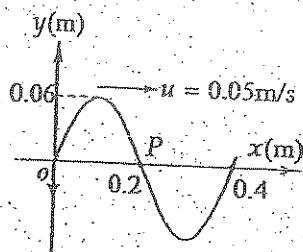
波函数为：

$$y = A \cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi_0] = 0.06 \cos[\frac{\pi}{4}(t - \frac{x}{0.05}) + \frac{\pi}{2}] \text{ (m)} \quad (3 \text{ 分})$$

将 $x=0.2$ m 代入上式，得 P 点振动方程：

$$y = 0.06 \cos(\frac{\pi}{4}t + \frac{3\pi}{2}) \text{ (m)}$$

$$\text{或 } y = 0.06 \cos(\frac{\pi}{4}t - \frac{\pi}{2}) \text{ (m)} \quad (2 \text{ 分})$$



自觉
遵守
考试
规则
诚信
考试
绝不
作弊

| |
|----|
| 得分 |
| |

六、(10 分) 双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D=120\text{ cm}$, 两缝之间的距离 $d=0.10\text{ mm}$, 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 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 $l=1.0\times 10^{-2}\text{ mm}$, 折射率 $n=1.50$ 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' .

解: (1) $\because \delta=r_2-r_1\approx dx/D\approx k\lambda$

$$\therefore x\approx Dk\lambda/d=(1200\times 5\times 500\times 10^{-6}/0.1)\text{mm}=30\text{ mm}$$

(4 分)

(2) 从几何关系, 近似有 $r_2-r_1\approx dx'/D$

有透明薄膜时, 两相干光线的光程差

$$\begin{aligned}\delta &= r_2 - (r_1 - l + nl) = r_2 - r_1 - (n-1)l \\ &= dx'/D - (n-1)l\end{aligned}\quad (2\text{ 分})$$

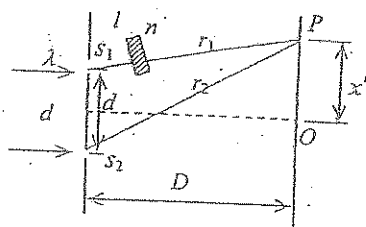
对零级明条纹上方的第 5 级明纹有

$$\delta = 5\lambda\quad (2\text{ 分})$$

零级上方的第五级明条纹坐标

$$x' = D[(n-1)l + 5\lambda]/d$$

$$= 1200[(1.50-1)\times 0.01 + 5\times 5\times 10^{-4}]/0.10\text{ mm}=90\text{ mm}\quad (2\text{ 分})$$



| |
|----|
| 得分 |
| |

七、(10 分) 用钠光($\lambda=589.3\text{ nm}$)垂直照射到某光栅上, 测得第三级明纹主极大的衍射角为 60° . (1) 若换用另一光源测得其第二级明纹主极大的衍射角为 30° , 求另一光源发光的波长. (2) 若以白光($400\text{ nm}\sim 760\text{ nm}$) 照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

解: (1) $d\sin\varphi=k\lambda\quad (2\text{ 分})$

$$d=3\lambda/\sin\varphi,\quad \varphi=60^\circ$$

$$d=2\lambda'/\sin\varphi',\quad \varphi'=30^\circ$$

$$3\lambda/\sin\varphi=2\lambda'/\sin\varphi'$$

$$\lambda=510.3\text{ nm}\quad (3\text{ 分})$$

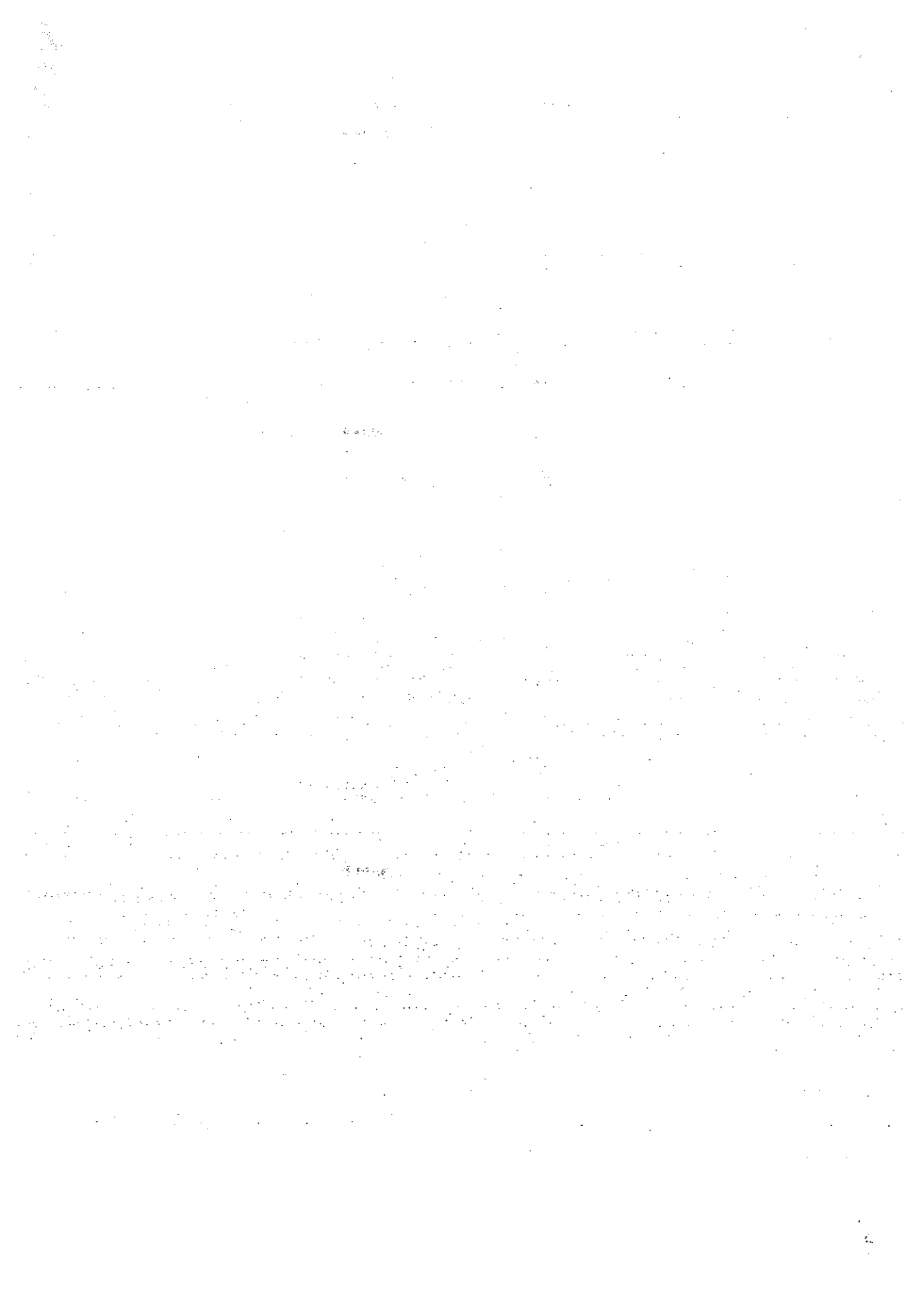
$$(2) d=3\lambda/\sin\varphi=2041.4\text{ nm}$$

$$\varphi_1'=\arcsin(2\times 400/2041.4)\quad (\lambda=400\text{ nm})\quad (2\text{ 分})$$

$$\varphi_2''=\arcsin(2\times 760/2041.4)\quad (\lambda=760\text{ nm})\quad (2\text{ 分})$$

白光第二级光谱的张角

$$\Delta\varphi=\varphi_2''-\varphi_1'=25^\circ\quad (1\text{ 分})$$



《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 | | | | | | | | |

得分 _____ 一、 选择题 (每题 3 分, 共计 36 分)
(答案填入下表相应题号的空格内)

| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 答案 | B | B | B | B | D | B | B | C | B | C | B | E |

1、一弹簧振子在光滑水平面上作谐振动, 弹簧的倔强系数为 k , 物体的质量为 m , 振动的角频率为 $\omega = (k/m)^{1/2}$, 振幅为 A , 当振子的动能和势能相等的瞬时, 物体的速度为

- (A) $\sqrt{2}\omega A$ (B) $\omega A/\sqrt{2}$ (C) $\omega A/2$ (D) ωA

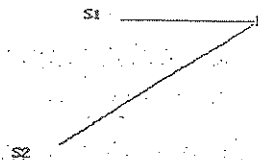
$$\frac{1}{2}k\frac{1}{2}A^2 = \frac{1}{2}m\frac{v^2}{2} = \frac{1}{2}\frac{\omega^2}{m}A^2$$

2、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

$$2\pi\pi\left(\frac{\lambda}{1} - \frac{t}{T}\right)$$

3、如图示, 两列平面余弦波分别沿 S_1P 和 S_2P 传播, 波速均为 $10\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, t 时刻, 在 S_1 和 S_2 处质点的振动方程分别为 $y_1 = 3\cos 10t(\text{cm})$, $y_2 = 4\cos 10t(\text{cm})$, 振动方向均垂直纸面, $S_1P = \pi \text{ cm}$, $S_2P = 2\pi \text{ cm}$ 。若不考虑波能量在传播过程中的损失, 则 P 处质点振动的振幅

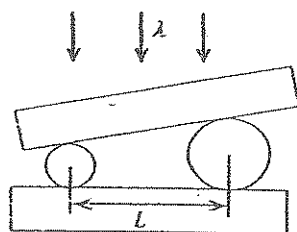


- (A) 1cm (B) 7cm (C) 3cm (D) 4cm

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;

5、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



- (A) 数目增加，面间距不变。
- (B) 数目减少，面间距变大。
- (C) 数目增加，面间距变小。
- (D) 数目不变，面间距变大。

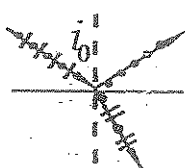
6、在单缝夫琅禾费衍射实验中，波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a=4\lambda$ 的单缝上，对应于衍射角为 30° 的方向，单缝处波阵面可分成的半波带数目为

- (A) 2 个。
- (B) 4 个。
- (C) 6 个。
- (D) 8 个。

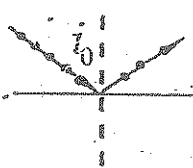
7、下列各图表示自然光或线偏振光入射于两介质分界面， i_0 表示布儒斯特角。正确的图示应为：



(A)



(B)



(C)



(D)

8、一匀质矩形薄板，在它静止时测得其长为 a ，宽为 b ，质量为 m_0 。由此可算出其面积密度为 m_0/ab 。假定该薄板沿长度方向以接近光速的速度 v 作匀速直线运动，此时再测算该矩形薄板的面积密度则为

(A) $\frac{m_0 \sqrt{1-(v/c)^2}}{ab}$

(B) $\frac{m_0}{ab \sqrt{1-(v/c)^2}}$

(C) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]}$

(D) $\frac{m_0}{ab[1-(v/c)^2]^{3/2}}$

9、光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线，入射到某种物质上而发生康普顿散射。若反冲电子的能量为 0.1 MeV ，则散射光波长的改变量与入射光波长的比值为

- (A) 0.20。
- (B) 0.25。
- (C) 0.30。
- (D) 0.35。

10、由氢原子理论知，当大量氢原子处于 $n=3$ 的激发态时，原子跃迁将发出：

- (A) 一种波长的光。
- (B) 两种波长的光。
- (C) 三种波长的光。
- (D) 连续光谱。

11. 用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光, 先后照射同一种金属均能产生光电效应, 已知该金属的红限频率为 ν_0 , 测得两次照射时的遏止电压 $|u_{a2}| = 2|u_{a1}|$, 则这两种单色光的频率有如下关系:

(A) $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$; (B) $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$; (C) $\nu_2 = \nu_1 - 2\nu_0$; (D) $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$.

12. 按照原子的量子理论, 原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光, 它们所产生的光的特点是:

(A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的。

(B) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的。

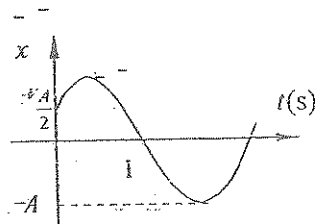
(C) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的, 原子受激辐射的光与入射光是不相干的。

(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的, 原子受激辐射的光与入射光是相干的。

二、填充题 (每空格 2 分, 共计 20 分)

| |
|----|
| 得分 |
|----|

1. 右图, 表示简谐振动的位移 $x-t$ 图, 则图的谐振动表述式为 $x = A \cos(\frac{3\pi}{6}t - \frac{\pi}{3})$:



2. 一平面简谐机械波在媒质中传播时, 若一媒质质元

在 t 时刻的波的能量是 8J, 则在 $(t+T)$ (T 为波的周期) 时刻该媒质质元的振动动能

是 4J。

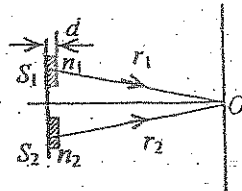
3. 一质点同时参与了三个简谐振动, 它们的振动方程分别为 $x_1 = A \cos(\omega t + \pi/2)$,

$x_2 = A \cos(\omega t + 7\pi/6)$, $x_3 = A \cos(\omega t - \pi/6)$, 其合振动方程为 0。

4. 月球距地面大约 3.8×10^5 km, 假设月光波长可按 $\lambda = 500$ nm 计算, 则在地球上用直径 $D = 500$ cm 的天文望远镜恰好能分辨月球表面相距为 46.36 m 的两点。

5. 一束光强为 I_0 的自然光, 相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 , 已知 P_1 和 P_3 的偏振化方向相互垂直, P_1 和 P_2 的偏振化方向的夹角是 30° , 则出射光的光强为 $\frac{I_0}{32}$ 。

6. 在图示的双缝干涉实验中, 若用薄玻璃片 (折射率 $n_1 = 1.4$) 覆盖缝 S_1 , 用同样厚度的玻璃片 (但折射率 $n_2 = 1.7$) 覆盖缝 S_2 , 将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 O 变为第五级明纹。设单色光波长为 480 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 玻璃片的厚度 d (可认为光线垂直穿过玻璃片) 为 $0.8 \mu\text{m}$ 。



$$V = \frac{0.8c}{1 + 0.8 \frac{v}{c}} = c$$

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{3}{5} l_0$$

7、一宇宙飞船相对于地球以 $0.8c$ (c 表示真空中光速) 的速度飞行。现在一光脉冲从船尾传到船头，已知飞船上的观察者测得飞船长为 90 m ，则地球上的观察者测得光脉冲从船尾发出和到达船头两个事件的空间间隔为 90 m 。

8、一个光子的波长为 300.0 nm ，如果测定此波长的精确度为 $\Delta\lambda/\lambda = 10^{-6}$ ，则此光子位置的不确定量为 0.3 m 。

9、硅晶体的禁带宽度为 1.2 eV ，适当掺入磷后，施主能级和硅导带底的能级差为 0.045 eV ，此掺杂半导体能吸收的光子的最大波长为 $4 \mu\text{m}$ 。

10、已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为：

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

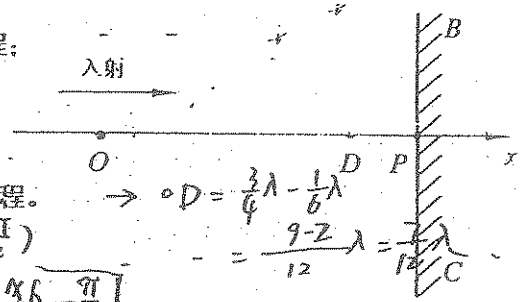
那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为 $\frac{1}{2a}$ 。

| |
|----|
| 得分 |
| |

三、(12 分) 一平面谐波沿 x 方向传播， BC 为波密媒质的反射面，波传播到 P 点被反射， $OP = \frac{3}{4}\lambda$ 。 $t=0$ 时 O 处质点由平衡点向正方向运动。

设 A 、 ω 为已知，求：

- (1) 以 O 为原点写出入射波的波动方程；
- (2) 反射波的波动方程；
- (3) 合成波的波动方程；
- (4) 若 $DP = \frac{1}{6}\lambda$ ，则 D 点的合振动方程。



$t=0$ $\odot \rightarrow y$

$y_0 = A \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$
 $y = A \cos[\omega(t - \frac{x}{u}) - \frac{\pi}{2}]$
 $y_P = A \cos[\omega(t - \frac{OP}{u}) - \frac{\pi}{2}] = A \cos(\omega t - 2\pi)$
 $y_{P.R.} = A \cos(\omega t + \pi)$
 $y = A \cos(\omega(t + \frac{x}{u}) + \frac{\pi}{2})$
 $y_{D.R.} = A \cos[\omega(t + \frac{x}{u}) + \frac{\pi}{2}]$
 $y = y_0 + y_{D.R.}$

得分

四、(12分) 用波长为 500 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射到由两块折射率为 1.60 的光学平玻璃构成的空气劈形膜上。在观察反射光的干涉现象中，距劈形膜棱边 $L = 1.56\text{ cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心。

(1) 求此空气劈形膜的劈尖角；

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹， A 处是明条纹还是暗条纹？从棱边到 A 处的范围内有几条暗纹？

(3) 假如在劈尖内充满折射率为 1.50 的液体时，用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上时，相邻明纹间距比劈尖内是空气时的间距改变了多少？

某同学说：由 3 问得 $\lambda = \frac{3\lambda}{2} = \frac{3}{2} \times 500 = 750\text{ nm}$

$$\sin\theta = \frac{h}{L} = \frac{\frac{3}{2}\lambda}{1.56 \times 10^{-2}} = \frac{\frac{3}{2} \times 500 \times 10^{-9}}{1.56 \times 10^{-2}} = \frac{3 \times 500 \times 10^{-9}}{3.12}$$

$$2e + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

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

$$2 \times 750 = (k - \frac{1}{2}) \times 600$$

$$2.5 = k - \frac{1}{2}$$

$$k = 3$$

11月24日 3:46 12

$$\frac{\lambda}{2} \times 10 = \frac{\lambda}{2 \times 10}$$

$$L = \frac{\lambda}{2\theta} = \frac{\lambda}{2 \times \theta} = \frac{\lambda(n-1)}{2 \times \theta} = \frac{0.5\lambda}{2 \times 1.5 \times 10} = \frac{\lambda}{60}$$

得分

五、(8分) 波长 600 nm 的单色光垂直入射在一光栅上，第二级明条纹的衍射角为 30° ，第三级缺级，(1) 光栅常数 d 有多大？(2) 光栅上可能的最小宽度 a 有多大？(3) 按照上述选定的 d, a 值，光屏上可能观察到的

条纹数目最多为多少？

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

$$d \times \frac{1}{2} = 2 \times 600 \times 10^{-9}$$

$$d = 2.4 \times 10^{-7} = 2.4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\frac{d}{a} = 3$$

$$a = \frac{d}{3} = 8 \times 10^{-8} \text{ m}$$

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

$$2.4 \times 10^{-7} \times 1 = k_{\max} \times 600 \times 10^{-9}$$

$$k_{\max} = 4$$

0, 1, 2, 4

-1, -2, -4

7分

得分

六、(6分) 初速度为零的电子经 U 电压加速后垂直平行入射到缝宽为 a 的单缝上, 在距离狭缝为 L 处放置一荧光屏, (1) 若不考虑相对论效应, 求加速后的电子的动量、波长; (2) 计算屏上衍射图样中央最大的宽度。

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

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\frac{h}{mv}} = \frac{h}{\frac{h}{m\sqrt{\frac{2eU}{m}}}} = \frac{h}{\sqrt{\frac{2meU}{m}}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \sqrt{\frac{2meU}{m}}$$

$$a \sin \theta = k \frac{\lambda}{2} \quad k=1$$

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

$$\frac{x}{L} = \tan \theta \quad x = L \tan \theta = L \frac{\lambda}{a}$$

$$2x = \frac{2L\lambda}{a}$$

得分

七、(6分) 在惯性参考系 S 中, 有两个静止质量都是 m_0 的粒子 A 和 B, 分别以 $v=0.6c$ 的速度沿同一直线相向运动, 相碰后合在一起成为一个粒子, 则合成粒子静止质量 M_0 的值是多少? (真空中光速用 c 表示)

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{4} m_0$$

$$M = 2m = 2.5 m_0$$

大学物理下》

答案

一、选择题 (每题 3 分, 共计 36 分)

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

二、填空题 (每空格 2 分, 共计 20 分)

1. $x = \cos(\frac{5}{6}\pi t - \frac{\pi}{3})$ (x 写成 y 或没写 $x=0$ 扣 1 分)

2. 4)

3. $x=0$: (仅写 0, 扣 1 分)

4. 46.4 (46.0 ~ 46.4 都对)

5. $\frac{3}{32}$ [(0.090 ~ 0.094)]. 范围内都算对]

6. $8\mu\text{m}$

7. 270°

8. 0.3m

9. $2.76 \times 10^{-5} \text{ m}$; [(2.7 ~ 2.8) $\times 10^{-5}$ 范围内都算对]

10. $\frac{1}{2a}$

三、(12 分)

解: (1) 设振动方程为 $y_0 = A \cos[\omega t + \varphi]$.

当 $t = 0$ 时, $x = 0$, $y = 0$, $v > 0$, $\varphi = -\frac{\pi}{2}$. (1 分)

则方程 $y_1 = A \cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{2}]$ (2 分)

(2) 设反射波方程为 $y_2 = A \cos \left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi' \right]$, 当 $x = OP = \frac{3}{4}\lambda$ 反射时存在

$$\text{半波损失} \left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi' \right] - \left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{2} \right] = -\pi,$$

$$\varphi' = -4\pi - \frac{\pi}{2}, \quad \text{舍弃 } -4\pi, \text{ 即 } \varphi' \text{ 取 } -\frac{\pi}{2}. \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{则 } y_2 = A \cos \left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{\pi}{2} \right] \quad (2 \text{ 分})$$

$$(5) \quad y = y_1 + y_2 = 2A \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (2 \text{ 分})$$

$$(6) \text{ 当 } x = OP - DP = \frac{7}{12}\lambda \text{ 时, } y = -\sqrt{3}A \sin \omega t. \quad (3 \text{ 分})$$

四、(12分)

$$\text{解: (1) 暗纹: } \delta = 2d_k + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \quad k=3 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\theta = \frac{d_k}{L} = \frac{1.5\lambda}{L} = \frac{1.5 \times 500 \times 10^{-9}}{1.56 \times 10^{-2}} = 4.8 \times 10^{-5} \text{ rad} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \lambda' = 600 \text{ nm 时, } \delta' = 2d_k + \frac{\lambda'}{2} = 3\lambda + \frac{\lambda'}{2} = 3\lambda' = k'\lambda', \text{ 满足亮纹条件.}$$

则 A 处看到的是亮纹.

因 $k'=3$, 则从棱边到 A 处的范围内有 3 条暗纹. (2 分)

$$(3) \text{ 劈尖内充满折射率为 } 1.50 \text{ 的液体时相邻明纹间距为 } l' = \frac{\lambda'}{2n\theta}$$

$$\text{劈尖内是空气时相邻明纹间距为 } l = \frac{\lambda'}{2\theta}$$

$$\text{间距改变 } \Delta l = l - l' = \frac{\lambda'}{2\theta} - \frac{\lambda'}{2n\theta} = 2.08 \text{ mm} \quad (4 \text{ 分})$$

五、(8分)

解: (1) $d \sin \theta = k\lambda$, $k=2$, $\theta=30^\circ$, $d = \frac{2\lambda}{\sin 30^\circ} = 4\lambda = 2400 \text{ nm}$ (2分)

$$(2) \begin{cases} d \sin \theta = k\lambda \\ a \sin \theta = k'\lambda' \end{cases}, \frac{k}{k'} = \frac{d}{a}, \lambda = 3, a = \frac{d}{3}, k' = 800k' \text{ nm}$$

$$k'=1, a=800 \text{ nm}; \quad (3 \text{ 分})$$

$$(3) -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}, k_{\max} = \frac{d}{\lambda} = \frac{2400}{600} = 4, k=3 \text{ 缺级}$$

所以能看到 0, $\pm 1, \pm 2$ 级. (3分)

六、(6分)

解: (1) $eU = \frac{P^2}{2m_e}$ 得 $P = \sqrt{2m_e eU}$ (1分)

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2m_e eU}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) a \sin \theta = \lambda \quad (1 \text{ 分})$$

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{d/2}{L}$$

$$d = \frac{2L\lambda}{a} = \frac{2Lh}{a\sqrt{2m_e eU}} \quad (2 \text{ 分})$$

七、(6分)

解: 设碰撞后的合成粒子质量为 M , 速度为 v

$$\text{动量守恒: } mv - mv = MV = 0 \quad \text{说明合成粒子静止} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{能量守恒: } mc^2 + mc^2 = Mc^2 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得: } M_0 = 2m = \frac{2m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 2.5m_0 \quad (2 \text{ 分})$$

《大学物理下》

学院 _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 总分 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |

| |
|----|
| 得分 |
| |

一、选择题 (每题3分, 共计36)
(答案填入下列相应题号的空格内)

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

1、物体作简运动, 运动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi)$ 。在 $t = T/4$ (T 为周期) 时刻, 物体加
速度为 $a = -\omega^2 A \cos \frac{3}{4}\pi$

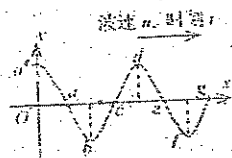
(A) $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$ (B) $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$ (C) $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$ (D) $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$

2、一弹簧振子作简谐运动, 总能量为 E_1 , 如果简谐运动的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 $\frac{1}{5}kA^2$

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

3、一列机械横波在 t 时刻的波形曲线如图所示, 则该时刻能量为最大值的媒质质元的位置
是:

(A) o', b, d, f (B) a, c, e, g
(C) o', d (D) b, f



4、如图, 用单色光垂照射在观察牛顿环的装置上, 当平凸
透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时, 可以观察到这些环
干涉条纹

(A) 向右平移 (B) 向中心收缩
(C) 向外扩张 (D) 静止不动 (E) 向左平移



自觉遵守考场规则, 诚信考试, 绝不作弊

5、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，则薄膜最小厚度为

$$2ne = \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

- (A) $\lambda/4$ (B) $\lambda/(4n)$ (C) $\lambda/2$ (D) $\lambda/(2n)$

6、在迈克耳孙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

$$2ne - 2e = \lambda \quad e = \frac{\lambda}{2(n-1)}$$

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

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

$$d \sin \theta = k\lambda \quad \sin \theta \leq 1 \Rightarrow k \leq \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-4}}{550 \times 10^{-9}} \approx 3.6$$

$$\sqrt{2}$$

- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

8、一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成 45° 角，则穿过两个偏振片后的光强 I 为

- (A) $I_0/4\sqrt{2}$ (B) $I_0/4$ (C) $I_0/2$ (D) $\sqrt{2}I_0/2$

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 表示真空中的速度)

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{4}{5} \Rightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{16}{25} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{9}{25} \Rightarrow v = \frac{3}{5}c$$

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

10、已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应，若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0)，则此单色光的波长 λ 必须满足：

$$h\frac{c}{\lambda} \geq eU_0$$

- (A) $\lambda \leq hc/(eU_0)$ (B) $\lambda \geq hc/(eU_0)$
(C) $\lambda \leq eU_0/(hc)$ (D) $\lambda \geq eU_0/(hc)$

11、不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ 表示在 x 方向上

- (A) 粒子位置不能准确确定。
(B) 粒子动量不能准确确定。
(C) 粒子位置和动量都不能准确确定。
(D) 粒子位置和动量不能同时准确确定。

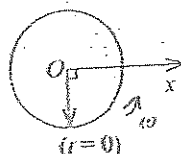
12、氢原子中处于 $2p$ 状态下的电子，描述其量子态的四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 可能取的值为

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

得分

二、填充题 (每空格 2 分, 共计 20 分)

1、图中用旋转矢量法表示了一个简谐运动, 旋转矢量的长度为 0.04m , 旋转角速度 $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$, 此简谐运动以余弦函数表示的运动方程为 $x = 0.04 \cos(4\pi t - \frac{\pi}{2}) \text{ (SI)}$



2、一物体同时参与同一直线上的两个简谐运动:

$$x_1 = 0.05 \cos(4\pi t + \frac{1}{3}\pi) \text{ (SI)} \quad x_2 = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{2}{3}\pi) \text{ (SI)}$$

合成振动的振幅为 $x = 0.02 \cos(4\pi t + \frac{1}{3}\pi) \text{ m}$

$$B = \omega \cdot A \cos(Bt - \frac{C}{A}x)$$

3、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 $\frac{2\pi}{C}$, 波速是 $\frac{B}{C}$. 在波传播方向上相距为 d 的两点的振动相位差是 cd .

$$\frac{\Delta \phi}{\Delta x} = \lambda \frac{2\pi}{\Delta x}$$

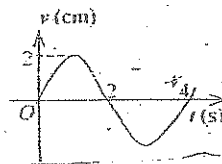
4、当一束自然光以布儒斯特角入射到两种媒质的分界面上时, 就偏振状态来说反射光为 线偏振 光, 其振动方向 垂直 于入射面。

5、玻尔氢原子理论中, 电子轨道角动量最小值为 $\frac{h}{2\pi}$; 而量子力学理论中, 电子轨道角动量最小值为 0, 实验证明 量子 理论的结果是正确的。

得分

三、(本题 10 分) 一列平面简谐波在媒质中以波速 $u = 5\text{m/s}$ 沿 x 轴正向传播, 原点 O 处质元的振动曲线如图所示, 求: (1) 该波的波函数;

(2) $t = 1\text{s}$ 时, $x = 25\text{m}$ 处质元的振动速度。



$$T = 2\text{s} \\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{1\text{s}}$$

$$y = 0.02 \cos(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2})$$

$$y = 0.02 \cos[\frac{\pi}{2}(t - \frac{x}{5}) - \frac{\pi}{2}]$$

$$\frac{dy}{dt} = 0. y = 0.02 \cos[\frac{\pi}{2}(t - \frac{25}{5}) - \frac{\pi}{2}]$$

$$= 0.02 \cos(\frac{\pi}{2}t - \frac{5\pi}{2})$$

$$y = 0.02 \cos(\frac{\pi}{2}t - 3\pi)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.02 \cdot \frac{\pi}{2} \sin(\frac{\pi}{2}t - 3\pi)$$

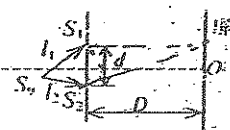
$$= 0.01\pi \text{ m/s}$$

得分

四、(本题 10 分) 在双缝干涉实验中, 单色光源 S_0

到两缝 S_1 和 S_2 距离分别为 l_1 和 l_2 , 并且 $l_1 - l_2 = 3\lambda$, λ 为入射光的波长, 双缝之间的距离为 d , 双缝到屏幕的距离为

D ($D \gg d$) 如图, 求:



(1) 零级明纹到屏幕中央 O 点的距离, (2) 相邻明条纹间的距离。

$$l_1 + r_1 = l_2 + r_2$$

$$l_1 - l_2 = r_2 - r_1$$

$$r_2 - r_1 = 3\lambda$$

$$d \sin \alpha \approx 3\lambda$$

$$r_2 - r_1 \approx y_0 = \frac{x}{D}$$

$$d \frac{x}{D} = 3\lambda$$

$$x = \frac{3D\lambda}{d}$$

$$\Delta x_{\text{明}} = \frac{D\lambda}{d}$$

$$(2) \quad d \sin \alpha = k\lambda$$

$$d \frac{x}{D} = k\lambda$$

$$x = \frac{Dk\lambda}{d}$$

$$\left\{ \begin{aligned} x_i &= \frac{Dk_i\lambda}{d} \\ x_{i+1} &= \frac{Dk_{i+1}\lambda}{d} \end{aligned} \right.$$

$$x_{i+1} - x_i = \frac{D\lambda}{d}$$

自觉遵守考试规则, 诚信考试, 绝不作弊

得分

五、(本题 10 分)

(1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 垂直入射的光有两种波长, $\lambda_1 = 400\text{nm}$, $\lambda_2 = 600\text{nm}$ ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)。已知单缝宽度 $b = 1.0 \times 10^{-2}\text{cm}$, 透镜焦距 $f = 50\text{cm}$, 求两种光第一级衍射明纹中心之间的距离。

(2) 若用光栅常数 $d = 1.0 \times 10^{-3}\text{cm}$ 的光栅替换单缝, 其他条件和上问相同, 求两种光第一级主明纹中心之间的距离。

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

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

$$x_1 = \frac{3f\lambda_1}{2b}$$

$$x_2 = \frac{3f\lambda_2}{2b}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{3f(\lambda_2 - \lambda_1)}{2b}$$

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

$$d \frac{x}{f} = k\lambda$$

$$x = \frac{fk\lambda}{d}$$

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

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

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1)}{d} f$$

自觉遵守考场规则, 诚信考试, 绝不作弊

装订线内不要答题

得分

六 (本题 8 分)

质量为 m_e 的电子被电势差 $U_{12} = 100\text{kV}$ 的电场加速, 如果考虑相对论效

应, 试计算其德布罗意波的波长。(电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$, 普朗克

常量 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$)

$$m_e c^2 - m_e c^2 = eU$$

$$\frac{m_e c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_e c^2 = eU$$

$$\frac{m_e c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_e c^2 = eU$$

$$\frac{m_e c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = m_e c^2 + eU$$

$$\frac{0.512 \times 10^6}{0.512 \times 10^6 + 1005} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\frac{0.512}{0.512 + 1005} = 0.836 = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v}$$

$$= \frac{h \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_e v}$$

$$= \frac{0.836 \cdot h}{m_e \cdot v}$$



七 (本题 6 分)

已知粒子在一维无限深势阱中运动, 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a) \quad (0 \leq x \leq a)$$

求: (1) 粒子在何处出现的概率最大;

(2) 在 $(0, a/2)$ 区间找到粒子的概率

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

在 $\frac{a}{2}$ 处 概率最大

$$P = \int_0^{a/2} \frac{2}{a} \sin^2\left(\frac{\pi x}{a}\right) dx = \int_0^{a/2} \frac{2}{a} \left(\frac{1 - \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)}{2} \right) dx = \frac{1}{a} \int_0^{a/2} (1 - \cos\left(\frac{2\pi x}{a}\right)) dx$$

$$= \frac{1}{a} \left(\frac{a}{2} - 0 \right) = \frac{1}{2}$$

《大学物理下》

一、选择题 (每题 3 分, 共 36 分)

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

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. $0.040.04\cos(4\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{SI})$; 2. 0.02; 3. $\frac{2\pi}{c} \frac{B}{c} \text{ cd}$

4. (完全) 偏振光 (或线偏振光), 垂直; 5. $\frac{h}{2\pi}$, 0, 量子力学

以下计算题仅给出评分框架, 其中所含考点得分可自行酌情细分。

三、(本题 10 分)

(1) O 处振动方程 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{\pi}{2}t - \frac{\pi}{2})(\text{SI})$ 4 分

波函数 $y = 2 \times 10^{-2} \cos[\frac{\pi}{2}(t - \frac{x}{5}) - \frac{\pi}{2}](\text{SI})$ 2 分

(2) $x = 25\text{m}$ 处质元振动方程 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{\pi}{2}t - 3\pi)(\text{SI})$ 2 分

$t = 1\text{s}$ 时 $v = \frac{dy}{dt} = 3.14 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ 2 分

四、(本题 10 分) (1) 如图, 设 P_0 为零级明纹中心

有 $r_2 - r_1 \approx d \overline{P_0 O} / D$ 3 分

$\Delta = (l_2 + r_2) - (l_1 + r_1) = 0$ $r_2 - r_1 = 3\lambda$

$\overline{P_0 O} = D(r_2 - r_1) / d = 3D\lambda / d$ 3 分

(2) 在屏上距 O 点为 x 处, 光程差

$\Delta \approx (dx/D) - 3\lambda$ 2 分

明纹条件 $\Delta = \pm k\lambda$ $k = 1, 2, \dots$ $\Delta x = x_{k+1} - x_k = D\lambda / d$ 2 分

五、(本题 10 分)

(1) 明纹: $b \sin \theta = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda = \frac{3}{2}\lambda$ ($k=1$) 2 分

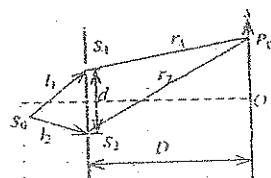
$x = f \tan \theta \approx f \sin \theta = \frac{3}{2} \frac{f\lambda}{b}$

$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{3}{2} f \Delta \lambda / b = 0.15 \text{ cm}$ 2 分

(2) 主明纹: $d \sin \theta = \lambda$ ($k=1$) 2 分

$x = f \tan \theta \approx f \sin \theta$

$\Delta x = x_2 - x_1 = f \Delta \lambda / d = 1.0 \text{ cm}$ 2 分



六、(本题 8 分)

$$p = mv = m_0 v / \sqrt{1 - (v/c)^2} \quad 2 \text{ 分}$$

$$eU_{12} = [m_0 c^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2}] - m_0 c^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\lambda = h/p \quad 2 \text{ 分}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\sqrt{eU_{12}(eU_{12} + 2m_0 c^2)}} = 3.71 \times 10^{-12} \text{ m} \quad 2 \text{ 分}$$

七、(本题 6 分)

$$(1) \text{ 概率密度 } |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{求极大值得 } x_m = \frac{a}{2} \quad 2 \text{ 分}$$

$$(2) \text{ 区间概率为 } \int_0^{a/2} |\psi(x)|^2 dx = \frac{1}{2} \quad 2 \text{ 分}$$

《大学物理下》

学院 _____ 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 总分 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 得分 | | | | | | | | |

| 得分 |
|----|
| |

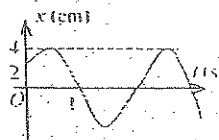
一、选择题 (每题3分, 共计36分)
(答案填入下列相应题号的空格内)

| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 答案 | | | | | | | | | | | | |

自觉遵守考试规则, 诚信考试, 绝不作弊

1. 一简谐振动曲线如图所示, 则振动周期是

- (A) 2.62s. (B) 2.40s.
(C) 2.20s. (D) 2.00s.



2. 一质点作简谐运动, 周期为 T . 当它由平衡位置向 x 轴正方向运动时, 从二分之一最大位移处到最大位移处这段路程所需要的时间为

- (A) $T/12$. (B) $T/8$.
(C) $T/6$. (D) $T/4$.

3. 在波长为 λ 的驻波中, 两个相邻波腹之间的距离为

- (A) $\lambda/4$. (B) $\lambda/2$.
(C) $3\lambda/4$. (D) λ .

4. 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 (空气中声速为 330m/s)

- (A) 605Hz. (B) 600Hz.
(C) 504Hz. (D) 500Hz.

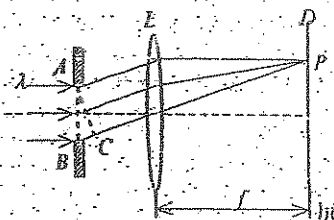
5. 在真空中波长为 λ 的单色光,在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B ,若 A 、 B 两点相位差为 3π ,则此路径 AB 的光程为

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

6. 在双缝干涉实验中,两缝间距离为 d ,双缝与屏幕之间的距离为 $D(D \gg d)$,波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上,屏幕上干涉条纹中相邻暗纹之间的距离是

- (A) $2\lambda D/d$. (B) $\lambda d/D$.
(C) dD/λ . (D) $\lambda D/d$.

7. 一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到一单缝 AB 上,装置如图,在屏幕 D 上形成衍射图样,如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置,则 BC 的长度



为

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

8. 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) $3I_0/4$.

9. 质子在加速器中被加速,当其动能为静止能量的 4 倍时,其质量为静止质量的

- (A) 4 倍. (B) 5 倍.
(C) 6 倍. (D) 8 倍.

10. 已知一单色光照射在钠表面上,测得光电子的最大动能是 1.2eV ,而钠的红限波长是 540nm ,那么入射光的波长是

- (A) 535nm . (B) 500nm .
(C) 435nm . (D) 355nm .

11. 按照玻尔理论,电子绕核作圆周运动时,电子角动量 L 的可能值为

- (A) 任意值. (B) $nh, n=1,2,3,\dots$
(C) $2\pi nh, n=1,2,3,\dots$ (D) $nh/(2\pi), n=1,2,3,\dots$

12. 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. (C) 能量相同.
(C) 速度相同. (D) 动能相同.

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 一弹簧振子系统具有 1.0J 的振动能量, 0.10m 的振幅和 1.0m/s 的最大速率, 则弹簧的劲度系数为 _____, 振子的振动频率为 _____。

2. 一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动, 其表达式分别为

$$x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos(2t + \frac{1}{6}\pi), \quad x_2 = 3 \times 10^{-2} \cos(2t - \frac{5}{6}\pi) \quad (\text{SI})$$

则其合成振动的振幅为 _____, 初相为 _____。

3. 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 $x=0$ 处发生反射, 入射波的波函数为

$$y_1 = A \cos[2\pi(vt + x/\lambda) + \pi/2]$$

已知反射点为一自由端, 则反射波的波函数为 _____。

4. 用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n 的劈形膜形成等厚干涉条纹, 若测得相邻明条纹的间距为 l , 则劈尖角 $\theta =$ _____。

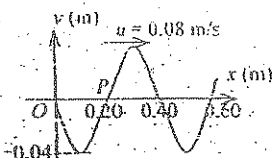
5. 一束平行的自然光, 以 60° 角入射到平玻璃表面上, 若反射光束是完全偏振的, 则透射光束的折射角是 _____; 玻璃的折射率为 _____。

6. 在主量子数 $n=4$ 的量子态中, 角量子数 l 的可能取值为 _____; 磁量子数 m_l 的可能取值为 _____。

得分

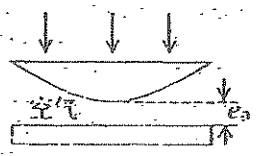
三、(本题 10 分) 图示为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 求

- (1) 该波的波函数;
- (2) P 处质点的运动方程。



| |
|----|
| 得分 |
| |

四、(本题 10 分) 如图所示, 牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙 e_0 , 现用波长为 λ 的单色光垂直照射, 已知平凸透镜的曲率半径为 R , 求反射光形成的牛顿环的各暗环半径.



| |
|----|
| 得分 |
| |

五、(本题 10 分) 用钠光 ($\lambda=589.3\text{nm}$) 垂直照射到某光栅上, 测得第三级光谱的衍射角为 60° 。

(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° , 求后一光源发光的波长。

(2) 若以白光 ($400\text{nm}-760\text{nm}$) 照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角. ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$).

| |
|----|
| 得分 |
| |

六、(本题 8 分) 设康普顿效应中入射 X 射线 (伦琴射线) 的波长 $\lambda = 0.07 \text{ nm}$, 散射的 X 射线与入射的 X 射线垂直, 求:

- (1) 散射 X 射线的波长 λ' ; (2) 反冲电子的动能 E_k .

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

| |
|----|
| 得分 |
| |

七、(本题 6 分) 一艘宇宙飞船的船身固有长度为 $L_0 = 90 \text{ m}$, 相对于地面以 $v = 0.8c$ (c 为真空中光速) 的匀速度在地面观测站的上空飞过.

- (1) 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔是多少?
 (2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是多少?

《大学物理下》

一、选择 (每题 3 分, 共 35 分)

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

二、填空 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 2. $\pi, 1.6\text{Hz}$; 3. $0.01\text{m}, \pi/6$; 4. $y_2 = A \cos[2\pi(vt - \frac{x}{\lambda}) + \pi/2]$

5. $30^\circ, 1.73(\text{或} \sqrt{3})$; 6. $0, 1, 2, 3; 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$

以下: 题仅给出评分框架, 其中所含考点得分可自行酌情细分

三、(本题

(1) $= \frac{\lambda}{u} = 5\text{s}$ 2分; $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ 2分

波函数 $= 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{x}{0.4}) - \frac{\pi}{2}]$ (SI) 4分

(2) 处质元 $y_p = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI) 2分

四、(本题

设某: 半径为 r , 由图可知, 根据几何关系, 近似有

$e = r(R)$ ① 2分

$\Delta = 2e_0 + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$ ② 5分

式中: k 大于零的整数, 把式①代入式②可得

$r = \sqrt{\lambda - 2e_0}$ 2分

(k 为: 数, 且 $k > 2e_0/\lambda$) 1分

五、(本题: 分)

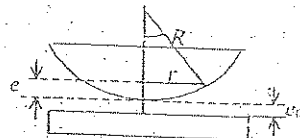
(1) 已知 $\lambda_1: d \sin 60^\circ = 3\lambda_1$ 2分:

已知 $\lambda_2: d \sin 30^\circ = 2\lambda_2$ 2分

$= 510.3 \text{ nm}$ 2分

(2) 光: 光栅常数 $d = 2041.4 \text{ nm}$ 2分

衍射角 $= \arcsin \frac{2\lambda}{d}$ 1分; 张角 $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 25^\circ$ 1分



六 (本题 8 分)

$$(1) \quad \Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta) \quad 2 \text{ 分}$$

$$\theta = \pi/2 \quad \lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} = 0.0724 \text{ nm} \quad 2 \text{ 分}$$

$$(2) \quad \text{能量守恒} \quad m_e c^2 + h\nu = h\nu' + mc^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$E_k = h\nu - h\nu' = hc(\lambda' - \lambda)/(\lambda'\lambda) = 9.42 \times 10^{-17} \text{ J} \quad 2 \text{ 分}$$

七、(本题 6 分)

(1) 观测站测得飞船船身的长度为

$$L = L_0 \sqrt{1 - (v/c)^2} = 54 \text{ m}$$

$$\text{则} \quad \Delta t_1 = L/v = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s} \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 宇航员测得飞船船身的长度为 L_0 。

$$\text{则} \quad \Delta t_2 = L_0/v = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s} \quad 3 \text{ 分}$$