

一. 选择题（每题 3 分，十题共 30 分）

1. 一个电子的运动速度为 $v = 0.99c$ 则该电子的动能 E_k 等于（电子的静止能量为 0.51Mev ）

- (A) 3.5Mev (B) 4.0Mev
(C) 3.1Mev (D) 2.5Mev

【 C 】

2. 两个静止质量不同的粒子，当它们运动的质量分别为 m_1 和 m_2 时， $m_1 \neq m_2$ ，

发现它们的德布罗意波长相同，则这两种粒子的：

【 D 】

- (A) 动量不同 (B) 能量相同
(C) 动能相同 (D) 动量相同

3. 在驻波中，两个相邻波节间各质点的振动

【 D 】

(A) 振幅相同，相位相同

(B) 振幅不同，相位不同

(C) 振幅相同，相位不同

(D) 振幅不同，相位相同

4. 机械波的表达式为 $y = 0.05 \cos(6\pi t + 0.06\pi x) (\text{m})$ ，则

【 A 】

(A) 周期为 $\frac{1}{3} \text{s}$

(B) 波速为 $10 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

(C) 波长为 100m

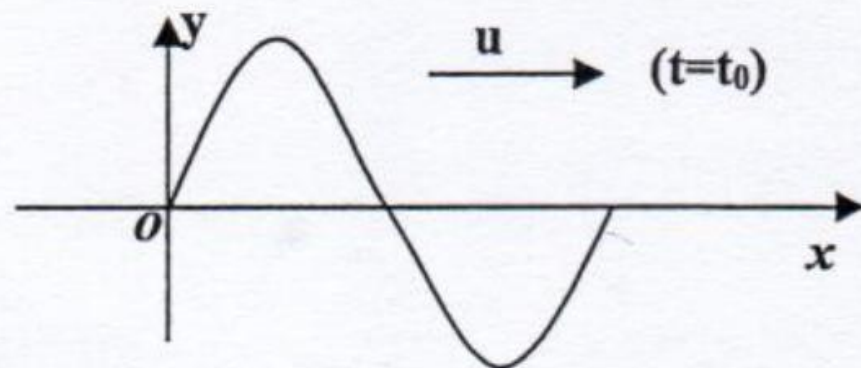
(D) 波沿 x 轴正方向传播

5. 折射率为 1.50 的两块标准平板玻璃间形成一个劈尖，用波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的单色光垂直入射，产生等厚干涉条纹。当劈尖内充满液体时，相邻明纹间距为 0.4mm ，比劈尖内是空气时的相邻明纹间距缩小了 $\Delta l = 0.12\text{mm}$ 则液体的折射率为：

- (A) 1.20 (B) 1.40 (C) 1.30 (D) 1.35 【 C 】

6. 一平面简谐波，其振幅为 A ，频率为 ν ，波沿 x 轴正方向传播，设 $t = t_0$ 时刻波形如图所示，则 $x=0$ 处质点振动方程为： 【 C 】

- (A) $y = A\cos[2\pi\nu(t+t_0)+\frac{\pi}{2}]$; (B) $y = A\cos[2\pi\nu(t-t_0)-\frac{\pi}{2}]$;
 (C) $y = A\cos[2\pi\nu(t-t_0)+\frac{\pi}{2}]$; (D) $y = A\cos[2\pi\nu(t-t_0)+\pi]$;



7. 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 Δt (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 (c 表示真空中光速)

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

(B) $v \cdot \Delta t$

(C) $c \cdot \Delta t$

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

【 C 】

8. 三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 依次堆叠在一起, P_1 与 P_3 的偏振化方向相互垂直, P_2 与 P_1 的偏振化方向间的夹角为 30° , P_2 与 P_3 的偏振化方向间的夹角为 60° , 强度为 I_0 的自然光垂直入射到偏振片 P_1 , 并依次透过偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 , 则通过三个偏振片后的光强为:

【 B 】

(A) $\frac{3I_0}{16}$

(B) $\frac{3I_0}{32}$

(C) $\frac{I_0}{8}$

(D) $\frac{\sqrt{3}I_0}{8}$

9. 已知某金属的截止(红限)频率为 ν_0 ，用频率为 ν_1 和 ν_2 的两种单色光先后照射

该金属均能产生光电效应，测得两次照射时的遏止电势差大小关系为 $U_{01} = \frac{1}{2}U_{02}$ ，

则这两种单色光频率的关系为：

(A) $\nu_2 = 2\nu_1 - \nu_0$

(B) $\nu_2 = \nu_1 + \nu_0$

【 A 】

(C) $\nu_2 = \nu_1 - \nu_0$

(D) $\nu_2 = 2\nu_1 + \nu_0$

10. 波长为 500nm 的单色光垂直照射到宽度 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于观测衍射条纹。今测得屏幕上中央明条纹一侧第三级暗条纹和另一侧第三级暗条纹之间的距离为 12mm，则凸透镜的焦距为：

【 A 】

(A) 1m

(B) 2m

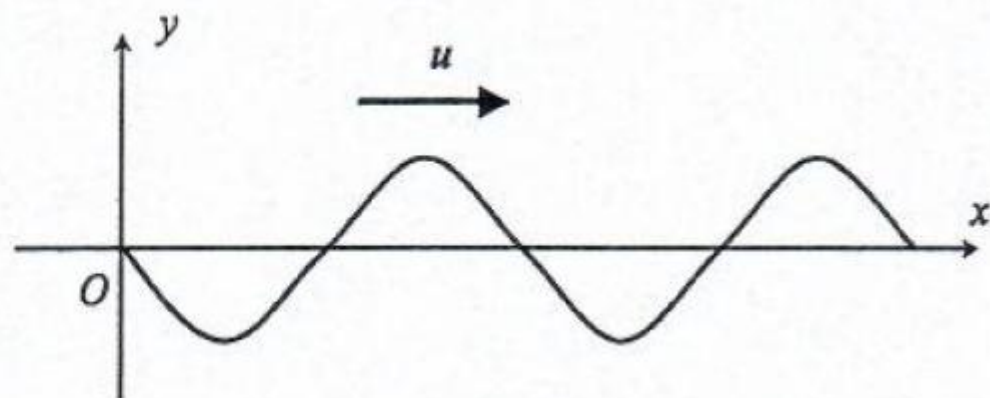
(C) 0.5m

(D) 0.2m

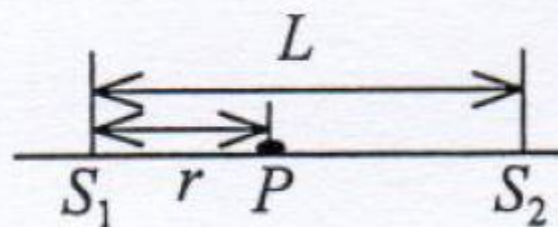
二. 填空题 (每题 3 分, 十题共 30 分)

1. 一物体沿 x 轴做简谐振动, 振幅 $A = 0.12\text{m}$, 周期 $T = 2\text{s}$, 当 $t = 0$ 时, 物体的位移 $x_0 = -0.06\text{m}$, 且向 x 轴负向运动; 则物体第一次回到平衡位置所需的时间为: $5/6$ s

2. 一平面简谐波在 $t = 0$ 时刻的波形如图所示, 如果初相位在 $0 \sim 2\pi$ 之间取值, 则坐标原点 O 处质点的振动初相位为: $3\pi/2$ 。



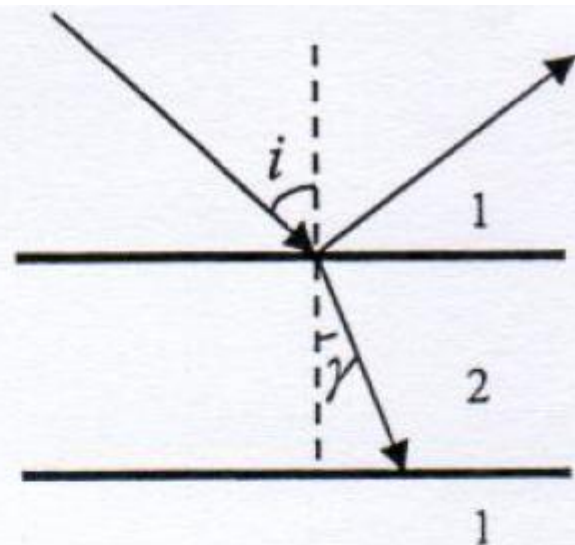
3. 如图所示, S_1 和 S_2 为同相位的两相干波源, 相距为 L , P 点距 S_1 为 r ; 波源 S_1 在 P 点引起的振动振幅为 A_1 , 波源 S_2 在 P 点引起的振动振幅为 A_2 , 两波波长都是 λ , 则 P 点的振幅:



$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(2\pi \frac{L-2r}{\lambda})}$$

4. 如图所示, 媒质 1 和媒质 2 交界面相互平行。一束自然光由媒质 1 以 i 角入射。若 1、2 交界面的反射光为完全线偏振光,

则图中媒质 2 上表面处的折射角 $\gamma = \underline{\frac{\pi}{2} - i}$.



5. 一束由自然光和线偏光组成的复合光通过一偏振片, 当偏振片转动时, 最强的透射光强是最弱的透射光强的 16 倍, 则在入射光中, 自然光的强度 I_1 和偏振光的强度 I_2 之比为 2:15 (2/15).

6. 用某透明介质膜盖住双缝干涉装置中的一条缝, 此时, 屏上零级明纹移至原来的第 5 条明纹处, 若入射光波长为 589.3nm , 介质折射率 $n = 1.58$, 则此透明介质膜的厚度为 5080 nm.

7. 用波长为 λ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数 $d = 3\text{ }\mu\text{m}$, 缝宽 $a = 1\text{ }\mu\text{m}$, 则在单缝衍射的中央明条纹中共有 5 条谱线(主极大).

8. 观察者甲以 $0.8c$ (c 为光在真空中的速度) 相对于静止的观察者乙运动, 若甲携带有长度为 L , 截面积为 S , 质量为 m 的棒, 这根棒安放在平行于运动方向上, 则乙测得此棒的密度为 $25m/9LS$ 或 $2.78m/LS$ 。

9. 设某粒子处于一宽度为 a 的一维无限深势阱中, 其定态波函数为:

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{\pi}{a} x, \quad 0 \leq x \leq a,$$

在 $x=0$ 至 $x=\frac{a}{2}$ 之间发现粒子的概率为: $\frac{1}{2}$ 。

10. 已知一静止质量为 m_0 的粒子, 其固有寿命为实验室测量到的寿命的 $1/n$, 则此粒子的动能 $E_k =$ $m_0 c^2 (n-1)$ 。

计算题（每题 10 分，四题共 40 分，要求写出计算过程）

三、 计算题（10 分） 依据德布罗意关系,若光子和电子的波长都是 0.5nm, 分别求出:

得分	
----	--

(1) 它们各自的动量大小; (2) 它们各自的总能量; (3) 电子的动能。

解: (1) 由于电子和光子具有相同的波长, 所以它们的动量相同, 即为:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.5 \times 10^{-9}} = 1.326 \times 10^{-24} (\text{kg} \cdot \text{m/s}) \quad \text{-----} (2+1 \text{ 分})$$

(2) 电子的总能量为: 由 $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} \approx 8.19 \times 10^{-14} \text{ J} = 0.512 \text{ MeV} \quad \text{-----} (2 \text{ 分})$$

而光子的总能量为:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 3.978 \times 10^{-16} (\text{J}) = 2.486 \text{ keV} \quad \text{-----} (2 \text{ 分})$$

(3) 电子的动能

$$E_k = E - E_0 \approx \frac{p^2}{2m_0} = \frac{(1.326 \times 10^{-24})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} = 9.66 \times 10^{-19} \text{ J} = 6.04 \text{ eV} \quad \text{-----} (2+1 \text{ 分})$$

四、计算题（10分）（1）用波长 $\lambda=600\text{ nm}$ 的单色光作牛顿环实验，测得第 k 个暗环半径 $r_k=4\text{ mm}$ ，第 $k+10$ 个暗环半径 $r_{k+10}=6\text{ mm}$ ，求平凸透镜的凸面的曲率半径 R 。

（2）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各暗环半径。

解：（1）根据暗环半径公式有： $r_k = \sqrt{k\lambda R}$ ， 1分

$$r_{k+10} = \sqrt{(k+10)\lambda R} \quad 1\text{分}$$

由以上两式可得： $R = (r_{k+10}^2 - r_k^2) / (10\lambda) = 3.33\text{ (m)}$ 2分

（2）设某暗环半径为 r ，由图可知，根据几何关系，近似有：

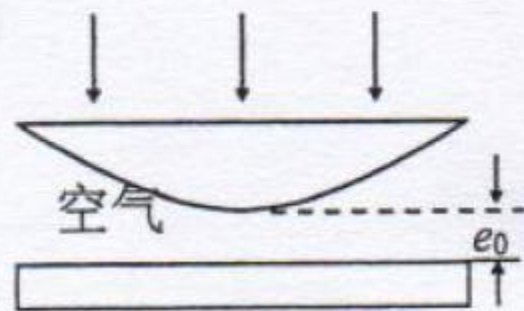
$$e = r^2 / (2R) \quad \text{①} \quad 2\text{分}$$

再根据干涉减弱条件有： $2e + 2e_0 + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda \quad \text{②} \quad 2\text{分}$

式中 k 为大于零的整数。把式①代入式②可得 $r = \sqrt{R(k\lambda - 2e_0)}$ 1分

(k 为整数，且 $k > 2e_0 / \lambda$) 1分

得分	
----	--



五、计算题 (10 分)

波长 600nm 的单色光垂直入射在一光栅上, 第二级主极大在 $\sin \theta = 0.30$ 处, 第四级缺级, 试问:

得分	
----	--

(1) 光栅常数 $(a+b)$ 是多大?

(2) 光栅上狭缝可能的最小宽度 a 有多大?

(3) 按上述选定的 a 、 b 值, 试问在光屏上可能观察到的全部主极大条纹有多少条?

解: (1) 由光栅方程 $(a+b)\sin \theta = k\lambda$ ($k=2$)

$$\text{得 } (a+b) = \frac{k\lambda}{\sin \theta} = 4 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad (4000 \text{ nm}) \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 根据缺级条件, 有 $\frac{a+b}{a} = \frac{k}{k'}$

$$\text{取 } k'=1, \text{ 得: } a = \frac{a+b}{4} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ cm} \quad (1000 \text{ nm}) \quad 3 \text{ 分}$$

(3) 由光栅方程 $(a+b)\sin \theta = k\lambda, k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

$$\text{令 } \sin \theta = 1, \text{ 解得: } k = \frac{a+b}{\lambda} = 6.66 \quad 2 \text{ 分}$$

即 $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6$ 时出现主极大, ± 4 缺级, 光屏上可观察到的全部主极大谱线 (条纹) 数共 11 条. 2 分

六、计算题 (10 分) 一列沿 x 正方向传播的简谐波, 已知 $t_1=0$ 和 $t_2=0.5\text{ s}$ 时的波形如图所示,

得分

试求: (1) P 点的振动方程;

(2) 此波的波函数;

(3) 画出 O 点振动曲线。

(提示: 只考虑最简单情况即可)

解: 由图可得到: $A=0.2\text{m}$, $\lambda=0.6\text{m}$, $T=2\text{s}$

则: $u = \frac{\lambda}{T} = 0.3\text{m/s}$, $v = \frac{u}{\lambda} = \frac{0.3}{0.6} = 0.5\text{s}^{-1}$, $\varphi_P = -\frac{\pi}{2}$ 2 分

(1) P 点的振动方程: $y_P = 0.2 \cos(2\pi vt + \varphi_P) = 0.2 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{m})$ 2 分

(2) O 点的振动方程: $y_O = 0.2 \cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2} + \pi\right) = 0.2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right) (\text{m})$ 2 分

此波的波函数为: $y(x, t) = 0.2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right) = 0.2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2} - 2\pi \frac{x}{0.6}\right) (\text{m})$ 2 分

(3) O 点的振动曲线如图所示:

