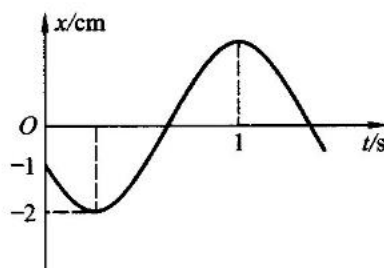


一、 填空题

1. 已知某简谐运动的振动曲线如图所示，  
则此简谐运动的运动方程为



2. 一声源以  $20\text{m/s}$  的速率向静止的观察者运动，  
观察者接收到声波的频率是  $1063\text{Hz}$ ，则该声源的  
振动频率为 \_\_\_\_\_  $\text{Hz}$  . (声速为： $340\text{m/s}$ )

3. 在驻波中，两个相邻波节之间各质点的振动相位\_\_\_\_\_。

4. 一束光强为  $I_0$  的自然光依次通过三个偏振片  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ，其中  $P_1$  与  $P_3$  的偏振化方向相互垂直， $P_2$  与  $P_3$  的偏振化方向之间的夹角为  $45^\circ$ ，则通过三个偏振片后透射光强为\_\_\_\_\_。

5. 一容器内储有氧气（视为理想气体），其压强为  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，温度为  $27^\circ\text{C}$ ，则氧气系统的分子数密度为  $2.44 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$ ；氧分子的平均平动动能为\_\_\_\_\_  $\text{J}$ 。

6.  $1\text{mol}$  理想气体由平衡态 1 ( $P_1, V_1, T$ ) 经一热力学过程变化到平衡态 2 ( $P_2, V_2, T$ )，始末状态温度相同，此过程中的系统熵变  $\Delta S = S_2 - S_1 =$  \_\_\_\_\_。

7. 在描述原子内电子状态的量子数  $n, l, m_l$  中，当  $l = 4$  时， $n$  的最小可能取值为\_\_\_\_\_。

8. 在康普顿效应实验中，波长为  $\lambda_0$  的入射光子与静止的自由电子碰撞后反向弹回，而散射光子的波长为  $\lambda$ ，反冲电子获得的动能为\_\_\_\_\_。

9. 激光与普通光源所发出的光相比具有方向性好、单色性好、\_\_\_\_\_和能量集中的特性。

二、 选择题（单选题，每小题 2 分，共 10 分）

（将正确答案前的字母填写到右面的【 】中）

1. 当质点以频率  $\nu$  作简谐运动时，它的动能变化频率为 【 】

- (A)  $\nu/2$       (B)  $\nu$       (C)  $2\nu$

2. 处于平衡态的一瓶氢气和一瓶氮气(均可视为理想气体)的分子数密度相同，分子的平均平动动能也相同，则它们 【 】

- (A) 温度，压强均不相同  
(B) 温度相同但压强不同  
(C) 温度，压强都相同

3. 下列物体哪个是绝对黑体

【      】

- (A) 不能反射任何光线的物体
- (B) 不辐射任何光线的物体
- (C) 不辐射可见光的物体

4. 以下说法正确的是:

【      】

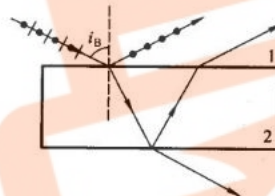
- (A) 任何过程总是沿着熵增加的方向进行;
- (B) 自然界中的一切自发过程都是不可逆的;
- (C) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程;

5. 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, 则在界面 2 的反射光

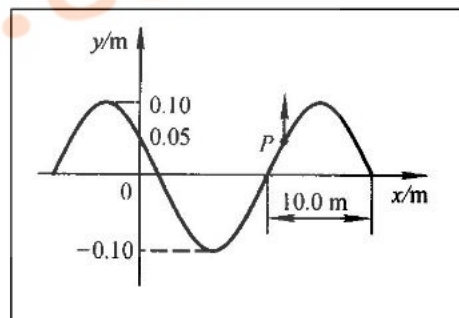
- (A) 是自然光;
- (B) 是部分偏振光;
- (C) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面。



三、右图为平面简谐波在  $t = 0$  时的波形图, 设此简谐波的频率为 300 Hz, 且此时图中质点

$P$  的运动方向向上, 求: (1) 该波的波动方程;

(2) 在  $x = 7.5\text{m}$  处质点的运动方程; 及  $t = 0$  时刻该点的振动速度。



四、 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 $\lambda = 550\text{ nm}$ 的单色光垂直入射, 产生等厚干涉条纹, 当劈尖内充满 $n = 1.25$ 的液体时, 相邻明纹间距比劈尖内是空气时的间距缩小 $\Delta l = 0.10\text{mm}$ , 求劈尖角 $\theta$ 应是多少?

五、波长为  $600\text{nm}$  的单色光垂直入射在一光栅上，第二级主极大出现在  $\sin\theta = 0.20$  处，第四级缺级，求：(1) 光栅常数  $(b + b')$  是多少？

(2) 光栅上透光缝的最小宽度  $b$  是多少？

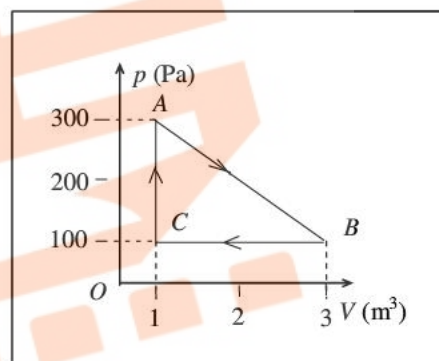
(3) 按上述选定的  $b$  和  $b'$  值，在观察屏上  $(-90^\circ < \theta < 90^\circ)$  可能观察到的全部条纹级数有哪些？

六、一定量的某种双原子分子理想气体进行如图所示 ABCA 的循环过程。已知气体在状态 A 的温度为  $T_A = 300\text{K}$ ，求

(1) 气体在状态 B 和 C 的温度；

(2) 各个过程中气体所吸收的热量；

(3) 整个过程的循环效率  $\eta$ 。



七、用波长为  $200\text{nm}$  的紫外光照射到铝的表面，铝的逸出功为  $4.2\text{eV}$ 。求出：

(1) 光电子的最大初动能；(2) 遏止电势差；(3) 铝的截止频率。

八、依据德布罗意关系，若光子和电子的波长都是  $0.5\text{nm}$ ，分别求出：

(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。

一、 1.  $x = 2\cos(\frac{4\pi}{3}t + \frac{2\pi}{3})$  2.  $\frac{1000.5}{8}$  3. 相同(同相) 4.  $\frac{I_0}{8}$  5.  $4.14 \times 10^{-21}$  6.

$R \ln \frac{V_2}{V_1}$ , 或  $R \ln \frac{P_1}{P_2}$  7. 5 8.  $hc(\frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda})$  9. 相干性好 二、 C C A B C

三、 (1) 已知

$\lambda = 20.0\text{m}$ ,  $A = 0.10\text{m}$ ,  $u = \lambda \cdot \nu = 20 \times 300 = 6000\text{m/s}$ ,  $\omega = 2\pi\nu = 600\pi$

由旋转矢量法得:  $\varphi_0 = \pi/3$

振动方程:  $y = A \cos[\omega(t + \frac{x}{u}) + \varphi_0] = 0.10 \cos[600\pi(t + \frac{x}{6000}) + \frac{\pi}{3}] (\text{m})$

(2)  $x=7.5\text{m}$  处运动方程:

$y = 0.10 \cos[600\pi(t + \frac{7.5}{6000}) + \frac{\pi}{3}] = 0.10 \cos[600\pi t + \frac{13}{12}\pi] (\text{m})$

$t=0$  时该点的振动速度:

$v = \frac{dy}{dt} \Big|_{t=0} = -0.10 \times 600\pi \sin[600\pi t + \frac{13}{12}\pi] = -60\pi \sin(\frac{13}{12}\pi) = 48.76\text{m/s}$

四、  $\lambda = 550\text{nm}$ ,  $n = 1.25 \Rightarrow l$ ,  $n = 1.0 \Rightarrow l'$ ,  $\Delta l = l' - l = 0.10\text{mm}$

劈尖角度很小:  $l \sin \theta = l \cdot \theta = \frac{\lambda_n}{2} = \frac{\lambda}{2n}$ ,  $l \cdot \theta = \frac{\lambda_n}{2} = \frac{\lambda}{2n}$ ,  $l' \cdot \theta = \frac{\lambda}{2}$

$\Delta l = l' - l = (\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2n}) \frac{1}{\theta} = 0.10\text{mm}$ ,  $\theta = (\frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2n}) \frac{1}{\Delta l} = \frac{\lambda}{2\Delta l} (1 - \frac{1}{n}) = \frac{\lambda}{2n\Delta l} (n-1)$

$\theta = \frac{\lambda}{2n\Delta l} (n-1) = \frac{550 \times 10^{-9} \times 0.25}{2 \times 1.25 \times 0.10 \times 10^{-3}} = 5.50 \times 10^{-4} (\text{rad})$

五、 (1)  $(b+b') \sin \theta = k\lambda$ ,  $(b+b') = \frac{k\lambda}{\sin \theta} = 6 \times 10^{-4} \text{cm} = 6 \times 10^{-6} \text{m}$

(2) 缺级,  $\frac{b+b'}{b} = \frac{k}{k'}$  取  $k'=1$ , 得最小缝宽:  $b = \frac{b+b'}{4} = 1.5 \times 10^{-4} \text{cm} = 1.5 \times 10^{-6} \text{m}$

(3)  $(b+b') \sin \theta = k\lambda$ ,  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  令  $\sin \theta = 1$ ,

解得:  $k = \frac{b+b'}{\lambda} = 10$

即  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 5, \pm 6, \pm 7, \pm 9$  时出现主极大,  $\pm 4, \pm 8$  缺级,  $\pm 10$  级主极大在  $\theta = 90^\circ$  处, 实际不可见, 光屏上可观察到的全部主极大谱线数有 15 条.

六、 双原子  $i = 5$ , 由  $pV = \nu RT$  据 A 点的  $p$ 、 $V$ 、 $T$  值, 得:  $\nu R = 1$

由图,  $P_A = 300\text{pa}$ ,  $P_B = P_C = 100\text{pa}$ ;  $V_A = V_C = 1\text{m}^3$ ,  $V_B = 3\text{m}^3$



$$(1) C \rightarrow A \text{ 为等体过程, } \frac{P_A}{T_A} = \frac{P_C}{T_C}, \text{ 得 } T_C = \frac{P_C}{P_A} T_A = 100K$$

$$B \rightarrow C \text{ 为等压过程, } \frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C}, \text{ 得 } T_B = \frac{V_B}{V_C} T_C = 300K$$

(2) 各过程中气体所吸收的热量为:

$$Q_{AB} = W_1 = \frac{1}{2}(P_A + P_B)(V_B - V_C) = 400J$$

$$Q_{BC} = \frac{i+2}{2} \nu R(100 - 300) = -700J$$

$$Q_{CA} = \frac{i}{2} \nu R(300 - 100) = 500J$$

$$(3) \text{ 整个循环过程的效率: } \eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{700}{900} = 22.2\%$$

七、(1) 由光电效应方程  $h\nu = \frac{1}{2}mv_{max}^2 + W$

入射光子的能量为:

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} = 9.945 \times 10^{-19} (J) = 6.216 (eV)$$

得光电子的最大初动能为:

$$\frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - W = 6.216 - 4.200 = 2.016 eV = 3.225 \times 10^{-19} J$$

$$(2) \text{ 遏止电势差为: } U_0 = \frac{\frac{1}{2}mv_{max}^2}{e} = \frac{2.016 eV}{e} = 2.016 V$$

$$(3) \quad h\nu_0 = W, \nu_0 = \frac{W}{h} = \frac{4.2 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.014 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

八、(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:

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

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

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

$$\text{而光子的总能量为: } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 3.978 \times 10^{-16} (J) = 2.486 \text{ keV}$$

$$(3) \text{ 电子的动能 } E_k = E - E_0 \approx \frac{p^2}{2m_0} = \frac{(1.326 \times 10^{-24})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} = 9.66 \times 10^{-19} J = 6.04 eV$$