

华中科技大学《大学物理(二)》

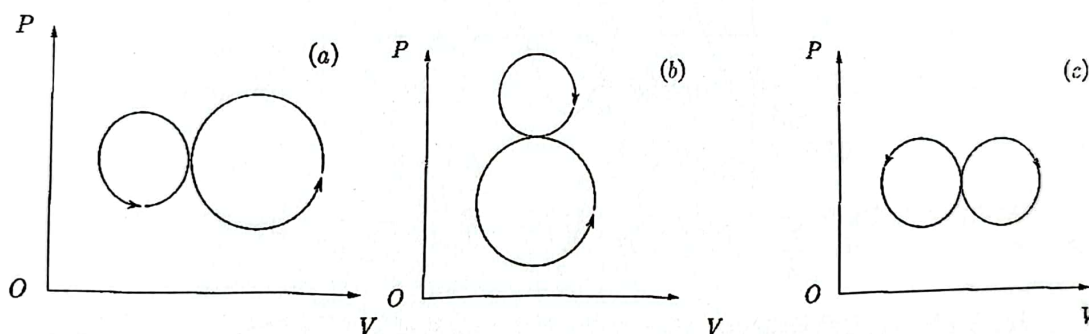
2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷

一、选择题(每小题 3 分,共 30 分)

1、常温下,氨气(NH_3)和氢气(H_2)都可看成刚性分子的理想气体。有两个相同的容器,容积固定不变,一个盛有氨气,另一个盛有氢气,它们的压强和温度都相等。现将 $5 J$ 的热量传给氢气,使氢气温度升高,如果使氨气也升高同样的温度,则应向氨气传递的热量是()

- A、 $5 J$
- B、 $3 J$
- C、 $2 J$
- D、 $6 J$

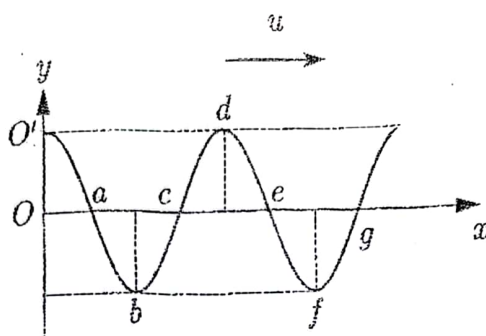
2、图(a)、(b)和(c)各表示连接在一起的两个循环过程,其中图(c)由两个半径相等的圆构成,(a)和(b)则为半径不等的两个圆,那么()



- A、图(a)总净功为负,图(b)总净功为负,图(c)总净功为正
 - B、图(a)总净功为负,图(b)总净功为负,图(c)总净功为零
 - C、图(a)总净功为正,图(b)总净功为正,图(c)总净功为负
 - D、图(a)总净功为负,图(b)总净功为正,图(c)总净功为零
- 3、麦克斯韦速率分布函数 $f(v)$ 的物理意义为()
- A、速率分布在 v 附近的单位速率间隔中的分子数。
 - B、具有速率 v 的分子数
 - C、速率分布在 v 附近的单位速率间隔中的分子数占总分子数的百分比。
 - D、具有速率 v 的分子占总分子数的百分比

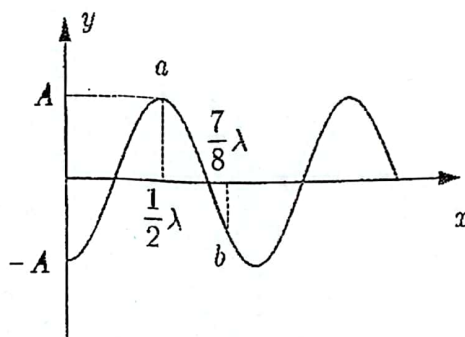


- 4、一列机械横波在 t 时刻的波形曲线如图所示，则该时刻弹性势能为最大值的介质质元的位置是()



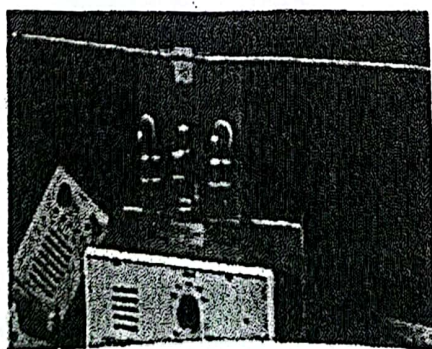
- A、 O', b, d, f B、 a, c, e, g C、 O', d D、 b, f

- 5、某时刻驻波波形曲线如图所示，则 a 、 b 两点的位相差是()



- A、 π B、 $\frac{\pi}{2}$ C、 $\frac{3\pi}{4}$ D、0

- 6、在电磁波的发射与接收演示实验中，用一个带有小灯泡的线型天线检测电磁波，下列说法正确的是()



- A、接收天线与发射天线接近并保持平行时灯泡最亮，接收的是电场分量；
B、接收天线与发射天线接近并保持垂直时灯泡最亮，接收的是电场分量；
C、接收天线与发射天线接近并保持平行时灯泡最亮，接收的是磁场分量；
D、接收天线与发射天线接近并保持垂直时灯泡最亮，接收的是磁场分量。



7、构成牛顿环的平凸透镜和平板玻璃都是用折射率为1.52的玻璃制成，若把牛顿环装置由空气移入折射率为1.33的水中，则干涉条纹()

- A、中心暗斑变成亮斑
B、变疏
C、变密
D、间距不变

8、在演示实验中，将两偏振片堆叠在一起，一束自然光垂直入射其上时没有光线透出，将其中一偏振片的偏振化方向慢慢转动180°时，透射光强度发生的变化为()

- A、光强单调增加
B、光强先增加，后又减小至零
C、光强先增加，后减小，再增加
D、光强先增加，然后减小，再增加，再减小至零

9、氢原子中的电子处于3d次壳层，则氢原子所处的能级E，电子轨道角动量L和轨道角动量在外磁场方向的分量 L_z 可能取的值分别为(B)

- A、 $E = -13.6 \text{ eV}$; $L = \hbar, 2\hbar, 3\hbar$; $L_z = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar, \pm 3\hbar$
B、 $E = -1.51 \text{ eV}$; $L = \sqrt{6}\hbar$; $L_z = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar$
C、 $E = -1.51 \text{ eV}$; $L = 0, \hbar, 2\hbar$; $L_z = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar$
D、 $E = -1.51 \text{ eV}$; $L = \sqrt{2}\hbar, \sqrt{6}\hbar, \sqrt{12}\hbar$; $L_z = 0, \pm\hbar, \pm 2\hbar, \pm 3\hbar$

10、若放射性元素p的半衰期为4天，放射性元素q的半衰期为5天。初始放射性活度相等的p和q，经过20天，放射性活度之比 $A_p:A_q$ 变为()

- A、30:31
B、31:30
C、1:2
D、2:1

二、填空题(每题3分，共30分)

1、A、B和C三个容器中都装有理想气体，它们的分子数密度之比为 $n_A:n_B:n_C = 4:2:1$ ，而分子的平均平动动能之比为 $\overline{\epsilon_A}:\overline{\epsilon_B}:\overline{\epsilon_C} = 1:2:4$ ，则它们的压强之比 $p_A:p_B:p_C =$ _____

2、一定量的理想气体，经无摩擦准静态的绝热过程，体积增大到原来的两倍，系统的熵_____ (填“不变”、“增大”或“减小”)；一定量的理想气体，经绝热向真空自由膨胀，体积增大到原来的两倍，系统的熵_____ (填“不变”、“增大”或减小)。

3、两个相干点波源 S_1 和 S_2 ，它们的振动方程分别是 $y_1 = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ 和 $y_2 = A \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ 。

波从 S_1 传到P点经过的路程等于2个波长，波从 S_2 传到P点经过的路程等于 $\frac{7}{2}$ 个波长。设两列波在传播过程中振幅不衰减，则P点合振动的振幅为_____。

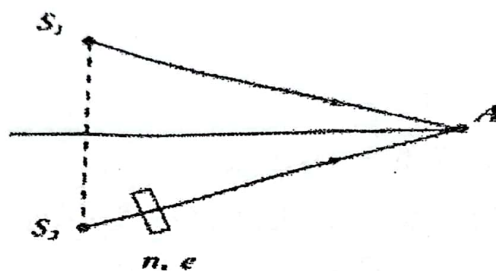


4、一列平面简谐波沿着 x 轴正向传播, 波速为 u , 如原点处的质点的振动表达式为

$y_1 = A \cos(\omega t + \varphi_{10})$, 则波函数为 $y_1 =$ _____; 如 $x = -1 \text{ m}$ 处的质点的振动表达式为

$y_2 = A \cos(\omega t + \varphi_{20})$, 则波函数为 $y_2 =$ _____。

5、如图所示, 两个相干点光源 S_1 和 S_2 , 发出波长为 λ 的单色光, 其初位相分别为 φ_{10} 和 φ_{20} , A 是它们连线的中垂线上的一点。若在 S_2 与 A 之间插入厚度为 e 、折射率为 n 的薄玻璃片, 在 A 点处, S_2 发出的光比 S_1 发出的光的位相超前 _____。



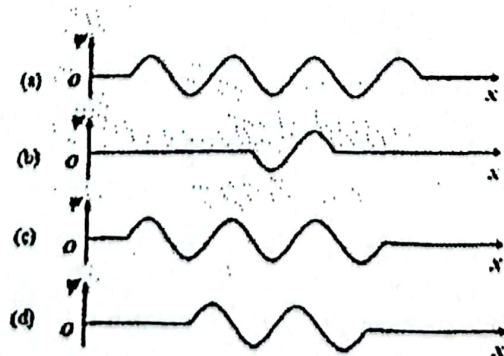
6、一光栅每毫米有 500 条缝, 其光栅常数 $d =$ _____ m , 每条狭缝的宽度为 a , 且 $d = 3a$ 。

用波长为 $5.9 \times 10^{-7} \text{ m}$ 的黄光垂直入射, 则共能观察到 _____ 条谱线。

7、在通常亮度下, 人眼瞳孔直径约为 3 mm 。对波长为 550 nm 的绿光, 最小分辨角约为 _____ rad

8、已知宽度为 l 的无限深方势阱中粒子的波函数为 $\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{l}} \sin\left(\frac{n\pi x}{l}\right)$, 则处于基态的粒子 ($n=1$), 在区间 $(0.25l \sim 0.75l)$ 被发现的几率为 $\frac{1}{4} + \frac{1}{2}$

9、微观粒子的波函数分别如 (a), (b), (c), (d) 所示, 那么其中 _____ 图确定粒子的动量准确度最高, _____ 图确定粒子的位置准确度最高



10、半导体通常以掺杂的方法改善其导电性能, 其中掺入五价元素的 n 型半导体以 _____ 导电为主, 掺入三价元素的 p 型半导体以 _____ 导电为主。将 n 型和 p 型半导体结合在一起其交界区域可形成 _____。



三、计算题(每题10分,共40分)

1、一定量的单原子分子理想气体在某准静态过程中压强与体积之间满足关系

$$pV^2 = \text{常量}$$

求此过程中气体的摩尔热容量。

2、一质点同时参与互相垂直的两个谐振动,振动表示式分别为

$$x = 0.06 \cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$y = 0.03 \cos\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{3}\right)$$

请写出质点运动的轨迹方程。画出图形,并说明是左旋还是右旋。



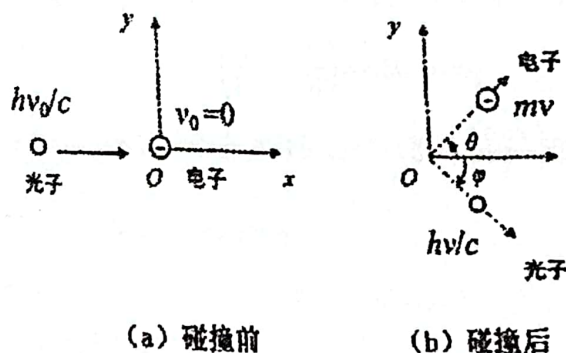
3、波长为 600 nm 的单色光垂直入射到宽度为 $a = 0.1\text{ mm}$ 的单缝上, 观察夫朗禾费衍射图样, 透镜焦距 $f = 1.0\text{ m}$, 观测屏放置在透镜的焦平面处。

求: (1) 中央衍射明条纹的宽度 Δx_0 ;

(2) 第 2 级暗纹离透镜焦点的距离 x_2 ;

(3) 若同时有一未知波长的单色光垂直入射, 测得该单色光的第 3 级明纹中心与 600 nm 单色光的第 2 级明纹中心位置相重合, 求该单色光的波长。

4、下图是康普顿散射实验的示意图。



(1) 定性说明康普顿散射的主要实验结果;

(2) 说明康普顿散射的意义;

(3) 写出此散射过程的能量关系式、动量关系式。



2020-2021 学年第一学期期末考试 A 卷参考答案

一、选择题(每小题 3 分,共 30 分)

1、【正解】D

【学解】氢气的内能改变量 $\Delta E_1 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = 5 J$,

$$\text{氦气的内能改变量 } \Delta E_2 = \frac{6}{2} \nu R \Delta T = \frac{6}{5} \Delta E_1 = 6 J$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.2 理想气体的四个重要演化过程

2、【正解】B

【学解】顺时针为正循环,功为正,逆时针为逆循环,功为负;比较题图 (a)、(b)、(c) 面积大小即可判断出正确答案。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.3 循环过程

3、【正解】C

【学解】麦克斯韦速率分布函数 $f(v)$ 的物理意义为速率分布在 v 附近的单位速率间隔中的分子数占总分子数的百分比。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.3 气体分子的速率

4、【正解】B

【学解】当介质质元在平衡位置时,弹性势能最大

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 机械波

5、【正解】A

【学解】相邻两波节间各点相位相等,一波节两侧各点的振动相位相反

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4 波的衍射和干涉

6、【正解】A

【学解】根据天线的极化,接收天线和发射天线平行时,接收天线接收到的信号最大,接收的是电场分量,使灯泡变亮。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.6 电磁振荡与电磁波

7、【正解】C

【学解】对于暗环 $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$, 当 n 增大时,要使光程差不变,则 d 减小,暗环的半径减小,干涉条纹变密

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉



8、【正解】B

【学解】当没有光线透出时，两偏振片方向互相垂直，慢慢转动 180° 的过程中，偏振化方向先由 90° 变到零，再变到 90° ，透射光强先增加，后减小至零。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

9、【正解】B

【学解】氢原子中的电子处于 $3d$ 次壳层时， $n=3$ ， $l=2$ ，则 $E=-\frac{13.6}{3^2}=-1.51\text{ eV}$ ，

$$L=\sqrt{l(l+1)}\hbar=\sqrt{6}\hbar, L_z=m_l\hbar (m_l=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l)$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.7 原子的电子层结构

10、【正解】C

$$\text{【学解】} \frac{A_p}{A_q} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{20}{4}}}{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{20}{5}}} = \frac{1}{2}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.9 原子核物理简介

二、填空题(每题3分,共30分)

1、【正解】1:1:1

【学解】 $\bar{\varepsilon} = \frac{3}{2}kT$ ，可知 $T_A:T_B:T_C=1:2:4$ ， $p=nkT$ ，得 $p_A:p_B:p_C=1:1:1$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.2 理想气体系统

2、【正解】不变 增大

【学解】准静态绝热过程是可逆过程，熵不变，自由膨胀绝热是非准静态过程、不可逆过程，熵增大。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.5 熵

3、【正解】 $2A$

【学解】 $\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1-\frac{2\pi}{\lambda}(r_2-r_1)=-4\pi$ ，则合振幅为两振幅之和

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4 波的衍射和干涉

$$4、\text{【正解】} A\cos\left[\omega\left(t-\frac{x}{u}\right)+\varphi_{10}\right]; A\cos\left[\omega\left(t-\frac{x+1}{u}\right)+\varphi_{20}\right]$$

【学解】机械波波函数

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 机械波



5、【正解】 $\varphi_{20} - \varphi_{10} - \frac{2\pi(n-1)e}{\lambda}$

【学解】 $\Delta\varphi = \varphi_{20} - \varphi_{10} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \varphi_{20} - \varphi_{10} - \frac{2\pi(n-1)e}{\lambda}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.4 波的衍射和干涉

6、【正解】 2×10^{-6} ; 5

【学解】 $d = \frac{1 \times 10^{-3}}{500} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$, $k_{\max} < \frac{d}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{-6}}{5.9 \times 10^{-7}} = 3.4$, 又因为 $d = 3a$, 则第三级

缺级, 则能观察到 0, ± 1 , ± 2 共五条谱线

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

7、【正解】 2.24×10^{-4}

【学解】 $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 1.22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{3 \times 10^{-3}} = 2.24 \times 10^{-4} \text{ rad}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

8、【正解】 $\frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}$

【学解】 $p = \int_{\frac{l}{4}}^{\frac{3l}{4}} |\Psi(x)|^2 dx = \int_{\frac{l}{4}}^{\frac{3l}{4}} \frac{2}{l} \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx = \frac{1}{2} + \frac{1}{\pi}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.6 不确定关系、薛定谔方程

9、【正解】 (a); (b)

【学解】题给出的波函数图线可以反映出粒子的“波性”, 显然 (a) 反应出的“波性”最强, Δx 值最大, 则 Δp 最小, (b) 的 Δx 最小

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.6 不确定关系

10、【正解】电子 空穴 PN 结

【学解】将少量三价元素原子掺入四价元素半导体形成 p 型半导体, 以空穴导电为主; 将少量五价元素原子掺入四价元素半导体形成 n 型半导体, 以电子导电为主。将 n 型和 p 型半导体结合在一起其交界区域可形成 PN 结

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.8 半导体和激光



三、计算题(每题 10 分, 共 40 分)

1、【学解】

$$\text{摩尔热容量 } C = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT}$$

$$dQ = dE + dW = dE + p dV$$

$$\text{由 } pV^2 = \text{常量, 等式两边取微分得 } 2pVdV + V^2dp = 0 \rightarrow 2pdV + Vdp = 0 \quad ①$$

$$\text{再由 } pV = nRT, \text{等式两边取微分得 } pdV + Vdp = nRdT \quad ②$$

$$\text{由 } ①② \text{ 两式得 } pdV = -nRdT$$

$$dQ = dE + pdV = n \frac{3}{2} RT - nRT = n \frac{1}{2} RT$$

$$\text{得到摩尔热容量 } C = \frac{1}{n} \frac{dQ}{dT} = \frac{1}{2} R = 4.155 J/(mol \cdot K)$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.1 热力学第一定律

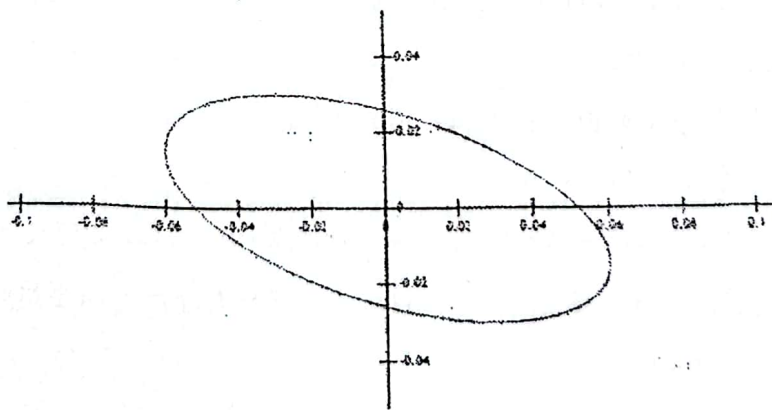
2、【学解】

设 $x = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$, $y = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$, 消去 t 得

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$

将 $A_1 = 0.06$, $A_2 = 0.03$, $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$, $\varphi_2 = -\frac{\pi}{3}$ 代入得

$$\frac{x^2}{0.06^2} + \frac{y^2}{0.03^2} + \frac{xy}{0.06 \times 0.03} = \frac{3}{4}$$



易得旋转方向为逆时针, 为左旋

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.2 振动的合成与分解



3. 【学解】

$$(1) \Delta x_0 = 2f \frac{\lambda}{a} = 2 \times 1 \times \frac{600 \times 10^{-9}}{0.1 \times 10^{-3}} = 0.012 \text{ m}$$

$$(2) \text{暗纹有 } a \sin \theta = \pm k \lambda \quad (k=1, 2, \dots)$$

$$x_2 = f \tan \theta \approx f \sin \theta = 0.012 \text{ m}$$

$$(3) \text{对于明纹有 } a \sin \theta = \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad (k=1, 2, \dots)$$

$$\lambda' = \frac{5}{7} \lambda = 428.6 \text{ nm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

4. 【学解】

(1) 对任一散射角 θ 都测量到两种波长的 λ_0 和 λ 的散射线, 且 $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ 随 θ 增大而增大, 而与 λ_0 及散射物质无关。

(2) 康普顿散射的理论和实验完全一致, 在更加广阔的频率范围内更加充分地证明了光子理论的正确性; 又由于在公式推导中引用了动量守恒和能量守恒定律, 从而证明了微观粒子相互作用过程中也遵循这两条基本定律。

$$(3) \text{动量守恒有} \begin{cases} \frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu}{c} \cos \varphi + mv \cos \theta \\ \frac{h\nu}{c} \sin \varphi = mv \sin \theta \end{cases}$$

$$\text{能量守恒有 } h\nu_0 + m_0 c^2 = h\nu + mc^2$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.4 康普顿效应

发现错误怎么办

扫码反馈

本资料编者都是学长学姐, 虽然核对多遍, 但可能会有疏漏, 诚恳希望学弟学妹们积极反馈错误, 我们会及时更正的哦 (づ￣)づ

学解勘误反馈群
QQ: 296637441



打开QQ, 扫一扫

