

2016-2017 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、在一密闭容器中, 储有 A、B、C 三种理想气体, 处于平衡状态。A 种气体的分子数密度为 n_1 , 它产生的压强为 P_1 , B 种气体的分子数密度为 $2n_1$, C 种气体的分子数密度为 $3n_1$, 则混合气体的压强 P 为

- A、 $3P_1$ B、 $4P_1$ C、 $5P_1$ D、 $6P_1$

2、关于可逆过程和不可逆过程有以下几种说法。

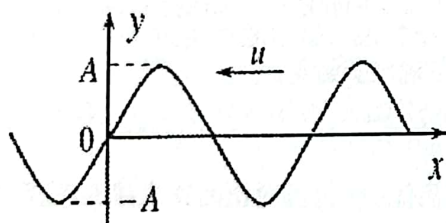
- (1) 可逆过程一定是准静态过程;
(2) 准静态过程一定是可逆过程;
(3) 不可逆过程一定找不到另一过程使系统和外界同时复原;
(4) 非准静态过程一定是不可逆过程。

以上说法正确的是:

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

3、一简谐波沿 x 轴负方向传播, 圆频率为 ω , 周期为 T , 波速为 u , 设 $t = \frac{T}{2}$ 时刻的波形如图所示,

则该波的表达式为:



- A、 $y = A \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{u}\right)\right]$ B、 $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$
C、 $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right)\right]$ D、 $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \pi\right]$

4、当机械波在媒质中传播时, 一媒质质元的最大形变发生在 (A 是振动振幅):

- A、媒质质元离开其平衡位置最大位移处; B、媒质质元离开其平衡位置 $\left(\frac{\sqrt{2}A}{2}\right)$ 处;
C、媒质质元在其平衡位置处; D、媒质质元离开其平衡位置 $\frac{A}{2}$ 处。



5、在弦线上有一简谐波,其表达式为

$$y_1 = 2.0 \times 10^2 \cos \left[100\pi \left(t + \frac{x}{20} \right) - \frac{4\pi}{3} \right] (SI)$$

为了在此弦线上形成驻波,并使 $x=0$ 处为一波腹,此弦线上还应有一简谐波,其表达式为:

A、 $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) + \frac{\pi}{3} \right] (SI)$

B、 $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) + \frac{4\pi}{3} \right] (SI)$

C、 $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) - \frac{\pi}{3} \right] (SI)$

D、 $y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos \left[100\pi \left(t - \frac{x}{20} \right) - \frac{4\pi}{3} \right] (SI)$

6、若星光的波长为 550 nm , 孔径为 127 cm 的大型望远镜所能分辨的两颗星的最小角距离 θ (地面上一点看两星的视线间夹角) 是:

A、 $1.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$

B、 $4.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$

C、 $5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$

D、 $4.3 \times 10^{-9} \text{ rad}$

7、自然光以 60° 的入射角照射到两介质交界面时,反射光为完全线偏振光,则知折射光为:

A、完全线偏振光且折射角是 30° ;

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

C、部分偏振光,但必须知道两种介质的折射率才能确定折射角;

D、部分偏振光且折射角是 30° 。

8、在双折射的课堂演示实验中,一束自然光射入方解石晶体中,将折射出两束光线(o 光和 e 光)若用偏振片检验这两束光线的偏振态,当旋转偏振片的偏振化方向时,将会观察到:

A、 o 光和 e 光亮度都不变。

B、 o 光和 e 光同时变亮,同时变暗,并且有完全消光。

C、 o 光和 e 光同时变亮,同时变暗,最暗时不会完全消光。

D、 o 光最亮时 e 光亮度变成零, e 光最亮时 o 光亮度变成零。

9、某放射性核素的半衰期为30年,放射性活度减为原来的12.5%所需要的时间是_____

A、30

B、60

C、90

D、120

E、240



10、P型半导体中杂质原子所形成的杂质能级叫做受主能级, 该能级在能带结构中处于:

- A、满带中 B、禁带中靠近满带的位置
C、导带中 D、禁带中靠近导带的位置

二、填空题 (每题3分, 共30分)

1、三个容器内分别贮有1 mol 氦 (He)、1 mol 氢 (H_2) 和1 mol 氨 (NH_3) (均视为刚性分子的理想气体), 若它们的温度都升高1 K, 则三种气体的内能的增加值分别为: 氦: _____ J, 氢: _____ J, 氨: _____ J。

2、一定量理想气体从A状态 (压强为 $2P_1$, 体积为 V_1) 经历 $P-V$ 图上的准静态直线过程到B状态 (压强为 P_1 , 体积为 $2V_1$), 则AB过程中系统做功_____, 内能改变_____。

3、一质点作谐振动, 周期为 T , 质点由平衡位置到二分之一最大位移处所需要的最短时间为_____。

4、两个同方向同频率的谐振动, 振动表达式分别为:

$$x_1 = 6 \times 10^{-2} \cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right) (m), x_2 = 2 \times 10^{-2} \sin(\pi - 5t) (m),$$

它们的合振动的振幅为_____ m, 初位相为_____ rad。

5、课堂上用音叉演示拍现象, 在1秒时间内听到有2次强音和2次弱音 (即“拍频”为2 Hz), 已知其中一音叉的固有振动频率为800 Hz, 则另一音叉的振动频率为_____ Hz。

6、真空中有一平面电磁波的电场表达式如下:

$$E_x = 0, E_y = 0.60 \cos\left[2\pi \times 10^8 \left(t - \frac{x}{c}\right)\right] (V \cdot m^{-1}), E_z = 0$$

则磁场强度的三个分量分别为: $H_x =$ _____, $H_y =$ _____, $H_z =$ _____。

(真空介电常数 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} C^2/(N \cdot m^2)$, 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m/A$)

7、用真空中波长 $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射折射率为1.50的劈尖薄膜, 产生等厚干涉条纹, 测得相邻暗条纹间距 $l = 0.15 \text{ cm}$, 那么劈尖角 θ 应是_____ rad

8、如果单缝夫琅和费衍射的第一级暗纹发生在衍射角 30° 的方向上, 所用单色光波长

$\lambda = 500 \text{ nm}$, 则单缝宽度为_____ μm

9、已知X射线光子的能量为0.6 MeV, 若在康普顿散射中散射光子的波长变化了20%, 则反冲电子的动能为_____ MeV。

10、根据量子力学理论, 氢原子中电子的轨道角动量为 $L = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, 当主量子数 $n = 3$ 时, 电子轨道角动量的可能取值为_____。

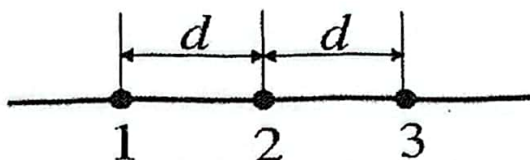


三、计算题(每题 10 分, 共 40 分)

1、一卡诺热机做正循环, 工作在温度分别为 $T_1 = 300\text{ K}$ 和 $T_2 = 100\text{ K}$ 的热源之间, 每次循环对外做净功 6000 J , 在 $T-S$ 图中画出此循环, 并求出:

- (1) 在每次循环过程中从高温热源吸收的热量;
- (2) 在每次循环过程中向低温热源放出的热量;
- (3) 此循环的效率。

2、按要求设计定向辐射天线阵。如图所示, 三根相同的天线在一条直线上等间距排列, 其长度方向均垂直纸面。已知每根天线单独辐射时左右两侧的辐射强度都为 I_0 , 波长为 λ , 现要求天线阵向左侧的辐射尽可能强而向右侧辐射为零, 试确定相邻两天线之间的距离 d 和天线之间的初位相之差 $\Delta\varphi_0$ ($\Delta\varphi_0 = \varphi_{20} - \varphi_{10} = \varphi_{30} - \varphi_{20}$), 并求此时左侧的辐射强度。(注: 为了使天线阵的尺寸尽可能小, d 应取符合要求的最小值)



3、一束平行光垂直入射到光栅上, 该光束有两种波长的光: $\lambda_1 = 420 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 630 \text{ nm}$ 。经过观测, 两种波长的谱线 (不计中央明纹) 第二次重合于衍射角 $\theta = 60^\circ$ 的方向上, 求此光栅的光栅常数 d

4、已知粒子在一维无限深势阱中运动, 其波函数为

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

试求:

- (1) 归一化常数 A ;
- (2) 该粒子位置坐标的概率分布函数 (即概率密度);
- (3) 在何处找到粒子的概率最大。



2016-2017 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】 $P = nkT = (n_1 + 2n_1 + 3n_1)kT = 6n_1kT = 6P_1$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.2 理想气体系统

2、【正解】C

【学解】准静态过程不一定是可逆过程,准静态过程中可能存在耗散效应,如摩擦、粘滞性阻等,可逆过程一定是准静态过程,不可逆过程一定找不到另一过程使系统和外界同时复原。

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.1 热力学系统

3、【正解】B

【学解】简谐波沿 x 轴负方向传播,设波的表达式为 $y = A \cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{u}\right) + \varphi\right]$,

当 $x=0$, $t = \frac{T}{2}$ 时, $y=0$, 只有 B 符合

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 机械波

4、【正解】C

【学解】机械波在媒质中传播时,媒质质元最大形变发生在平衡位置处

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 机械波

5、【正解】D

【学解】另一简谐波 y_2 在 $x=0$ 处产生的振动与 y_1 在 $x=0$ 处相同,但 y_2 与 y_1 的传播方向相反,

$$y_2 = 2.0 \times 10^2 \cos\left[100\pi\left(t - \frac{x}{20}\right) - \frac{4\pi}{3}\right] \text{ (SI)}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.3 机械波

6、【正解】C

【学解】艾里斑角半径 $\theta = 1.22 \frac{\lambda}{D} = 5.3 \times 10^{-7} \text{ rad}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

7、【正解】D

【学解】根据布儒斯特定律可知

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

8、【正解】D



【学解】 o 光和 e 光振动方向相互垂直

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.4 光的偏振

9、【正解】 C

【学解】 $\frac{1}{2}\tau = \frac{1}{8} \rightarrow t = 3\tau = 30 \times 3 = 90$ 年

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.9 原子核物理简介

10、【正解】 B

【学解】 P 型半导体杂质原子形成的局部能级(受主能级),处于禁带中但接近满带

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.8 半导体和激光

二、填空题(每题3分,共30分)

1、【正解】12.5 J, 20.8 J, 24.9 J

【学解】 $\Delta E_{He} = \frac{3}{2}nR\Delta T = 12.5 \text{ J}$, $\Delta E_H = \frac{5}{2}nR\Delta T = 20.8 \text{ J}$, $\Delta E_{NH_3} = 3nR\Delta T = 24.9 \text{ J}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十一 11.2 理想气体系统

2、【正解】 $\frac{3}{2}P_1V_1$, 0

【学解】 $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \frac{3}{2}P_1V_1$, 由 $PV = nRT$ 得 $T_1 = T_2$, $\Delta E = 0$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.1 热力学第一定律

3、【正解】 $\frac{T}{12}$

【学解】 $t = \frac{\pi}{2\pi}T = \frac{T}{12}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.1 简谐振动

4、【正解】 8×10^{-2} , $-\frac{\pi}{2}$

【学解】

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2 = 6 \times 10^{-2} \cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right) + 2 \times 10^{-2} \sin(\pi - 5t) \\ &= 6 \times 10^{-2} \cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right) + 2 \times 10^{-2} \cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right) \\ &= 8 \times 10^{-2} \cos\left(5t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (m)} \end{aligned}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.2 振动的合成与分解



5、【正解】802或798

【学解】 $|f - 800| = 2\text{Hz} \Rightarrow f = 802\text{Hz}$ 或 798Hz

【考点延伸】《考试宝典》知识点十二 12.2 振动的合成与分解

6、【正解】0, 0, $1.6 \times 10^{-3} \cos\left[2\pi \times 10^8 \left(t - \frac{x}{c}\right)\right] (\text{A} \cdot \text{m}^{-1})$

【学解】 \vec{E} 在 xOy 平面内向 x 轴正方向传播, 则 \vec{H} 在 xOz 平面内向 x 轴正方向传播, $H_x = 0$, $H_y = 0$,

$$\begin{aligned} H_z &= \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \times 0.6 \cos\left[2\pi \times 10^8 \left(t - \frac{x}{c}\right)\right] (\text{A} \cdot \text{m}^{-1}) \\ &= 1.6 \times 10^{-3} \cos\left[2\pi \times 10^8 \left(t - \frac{x}{c}\right)\right] (\text{A} \cdot \text{m}^{-1}) \end{aligned}$$

【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】 1.3×10^{-4}

【学解】 $\theta \approx \sin\theta = \frac{\lambda}{2nl} = 1.3 \times 10^{-4} \text{ rad}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.2 光的干涉

8、【正解】1

【学解】 $a = \frac{\lambda}{\sin\theta} = 1 \mu\text{m}$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

9、【正解】0.1

【学解】
$$\frac{hc}{\lambda_0} = \frac{hc}{1.2\lambda_0} + E_k$$
$$\Rightarrow E_k = \frac{hc}{\lambda_0} \left(1 - \frac{1}{1.2}\right) = 0.6 \times \left(1 - \frac{1}{1.2}\right) = 0.1 \text{ MeV}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.4 康普顿效应

10、【正解】0, $\sqrt{2}\hbar$, $\sqrt{6}\hbar$

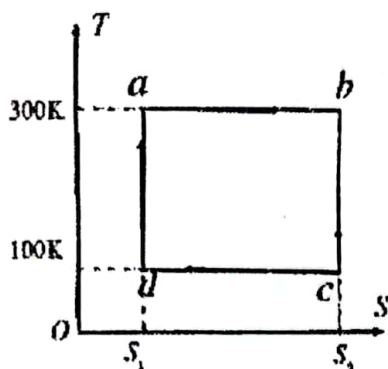
【学解】 l 的可能取值为 $0, 1, 2, \dots, n-1$, 则电子轨道角动量的可能取值为 $0, \sqrt{2}\hbar, \sqrt{6}\hbar$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十四 14.7 原子的电子层结构



三、计算题(每题 10 分, 共 40 分)

1. 【学解】



$$(1) \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{100K}{300K} \Rightarrow Q_1 = 9000 J$$

$$(2) Q_2 = Q_1 - A = 3000 J$$

$$(3) \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 66.7\%$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十 10.3 循环过程

2. 【学解】

以 1 处为坐标原点, $1 \rightarrow 3$ 方向为 x 轴正方向为坐标系, 不妨设 1 在右侧的波动方程为(因 ω 相同, 才可使右侧辐射强度为 0)

$$y = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi\right),$$

则 2、3 在右侧的波动方程分别为

$$y = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi(x-d)}{\lambda} + \varphi + \Delta\varphi_0\right],$$

$$y = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi(x-2d)}{\lambda} + \varphi + 2\Delta\varphi_0\right]$$

根据旋转矢量图可知, 要使三个波动方程的“合”为 0,

$$\text{需要使相邻天线相位差 } \Delta\varphi = \Delta\varphi_0 + \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} + 2k\pi (k=0, \pm 1, \pm 2 \dots)$$

1、2、3 在左侧的波动方程分别为

$$y = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda} + \varphi\right)$$

$$y = A \cos\left[\omega t + \frac{2\pi(x-d)}{\lambda} + \varphi + \Delta\varphi_0\right]$$



$$y = A \cos \left[\omega t + \frac{2\pi(x-2d)}{\lambda} + \varphi + 2\Delta\varphi_0 \right]$$

根据旋转矢量图, 要使三个波动的“合”最大,

$$\text{需要使相邻天线相位差 } \Delta\varphi = \Delta\varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda} = 2k\pi \quad (k=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$\text{可解得 } \Delta\varphi_0 = \frac{\pi}{3} + k\pi \quad (k=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$d = \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{2}k \right) \lambda \quad (k=0, -1, -2, \dots)$$

$$\text{要使 } d \text{ 取最小的正值, 则可得 } d = \frac{1}{6}\lambda, \Delta\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

【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】

$$d \sin \theta = k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

由于是第二次重合, 则 $k_1 = 6, k_2 = 4$,

$$d \approx 2909.8 \text{ nm}$$

【考点延伸】《考试宝典》知识点十三 13.3 光的衍射

4、【学解】

$$(1) \int_0^a |\psi(x)|^2 dx = \int_0^a A^2 \sin^2 \frac{2\pi x}{a} dx = 1, \text{ 得 } A = \sqrt{\frac{2}{a}}$$

$$(2) \text{ 概率分布函数 } |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi x}{a} \quad (0 \leq x \leq a)$$

$$(3) \text{ 当 } \sin^2 \frac{2\pi x}{a} = 1 \text{ 时, 概率密度取最大值, 得 } x = \frac{a}{4} \text{ 或 } \frac{3}{4}a$$

在 $x = \frac{a}{4}$ 和 $\frac{3}{4}a$ 处找到粒子的概率最大

【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

