

华中科技大学物理学院 2011~2012 学年第 1 学期

《大学物理（二）》课程考试试卷（A 卷）

（闭卷）

考试日期：2011.12.25.上午

考试时间：150 分钟

题号	一	二	三				总分	统分	教师
			1	2	3	4		签名	签名
得分									

得 分	
评卷人	

一．选择题（单选题，每题 3 分，共 30 分）

1. 一理想气体的压强为 p ，质量密度为 ρ ，则其方均根速率为

- (A) $\sqrt{\frac{p}{3\rho}}$ (B) $\sqrt{\frac{3p}{\rho}}$ (C) $\sqrt{\frac{p}{2\rho}}$ (D) $\sqrt{\frac{2p}{\rho}}$

[]

2. 根据热力学第二定律，以下说法正确的是

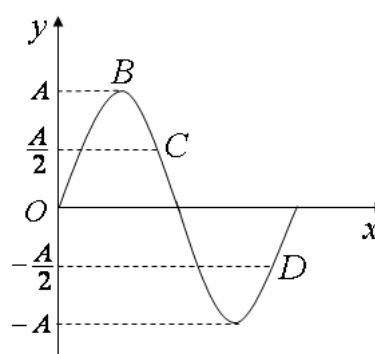
- (A) 不可能从单一热源吸热使之全部变为有用的功
 (B) 任何热机的效率都总是小于卡诺热机的效率
 (C) 有规则运动的能量能够变为无规则运动的能量，但无规则运动的能量不能变为有规则运动的能量
 (D) 在孤立系统内，一切实际过程都向着热力学概率增大的方向进行

[]

3. 对如图所示的平面简谐波 t 时刻的波形曲线，下列各结论哪个是正确的？

(A) B 处质元的振动动能减小，则其弹性势能必增大

(B) B 处质元回到平衡位置的过程中，它把自己



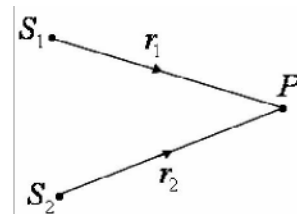
的能量传给相邻的质元，其能量逐渐减小

(C) C 处质元振动动能减小，则 D 处质元振动动能一定增大

(D) D 处质元 t 时刻波的能量是 10 J ，则此时刻该处质元振动动能一定是 5 J

[]

4. 如图所示，两列波长为 λ 的相干波在 P 点相遇。波在 S_1 点振动的初相是 φ_1 ， S_1 到 P 点的距离是 r_1 ；波在 S_2 点的初相是 φ_2 ， S_2 到 P 点的距离是 r_2 ，以 k 代表零或正、负整数，则 P 点是干涉极大的条件为：



(A) $r_2 - r_1 = k\lambda$

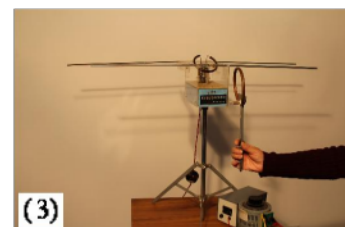
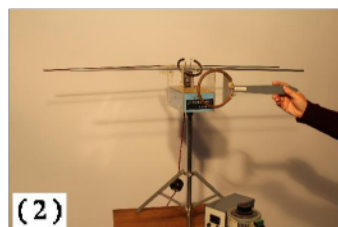
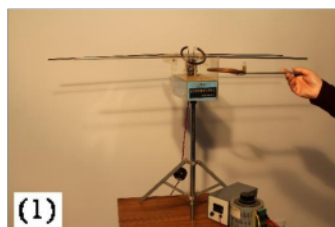
(B) $\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi$

(C) $\varphi_2 - \varphi_1 + 2\pi \frac{(r_2 - r_1)}{\lambda} = 2k\pi$

(D) $\varphi_2 - \varphi_1 + 2\pi \frac{(r_1 - r_2)}{\lambda} = 2k\pi$

[]

5. 在电磁波的发射和接收课堂演示实验中，当实验仪器正常工作时，对如图 (1)、(2)、(3) 所示的三种操作方式，接在铜环中的小灯泡最亮的是



(A) (1)

(B) (2)

(C) (3)

(D) 不能判定

[]

6. 在迈克耳孙干涉仪的一臂中引入 5 cm 长的玻璃管，并充以一个大气压的空气，用波长 500 nm 的光照射，如将玻璃管逐渐抽成真空，观察到有 60 条干涉条纹的移动，则空气的折射率为

(A) 1.0001

(B) 1.0002

(C) 1.0003

(D) 1.0004

[]

7. 一宇航员声称,他恰能分辨在他下面 160 km 的地面上两个发射波长为 550 nm 的点光源, 设宇航员的瞳孔直径为 5 mm, 则此两点光源的间距为

- (A) 10.5 m (B) 21.5 m (C) 31.0 m (D) 42.0 m
[]

8. 在起偏与检偏演示实验中,用自然光垂直入射固定不动的起偏器,转动检偏器一周,在检偏器的出射方向观察到出现消光现象的次数为

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
[]

9. 在康普顿效应实验中,若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍,则散射光光子能量 ε 与反冲电子动能 E_k 之比 $\frac{\varepsilon}{E_k}$ 为

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

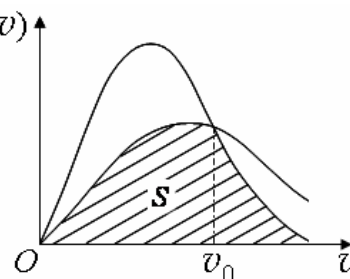
10. p 型半导体中杂质原子所形成的局部能级(也称受主能级),在能带结构中处于

- (A) 满带中 (B) 导带中
(C) 禁带中,但接近满带顶 (D) 禁带中,但接近导带底
[]

得 分	
评卷人	

二. 填空题(每题 3 分,共 30 分)

1. 分子数为 N 的理想气体,在温度 T_1 和温度 $T_2(T_2 \neq T_1)$ 时的速率分布曲线如图所示,设两曲线在 $v > 0$ 区间交点的速率为 v_0 。若阴影部分的面积为 S ,则在两种温度下气体分子运动速率小于 v_0 的分子数之差为_____。

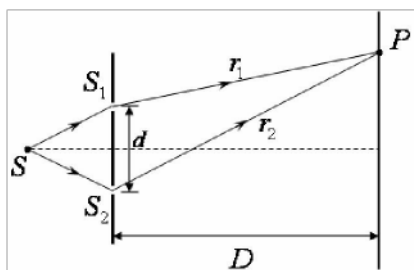


2. 如果氢和氧的温度相同,摩尔数相同,这两种气体的内能之比为_____。

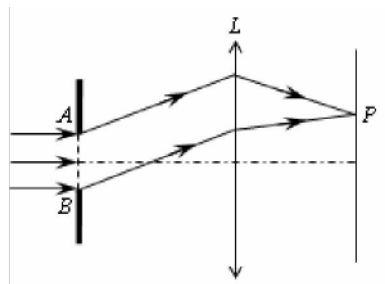
3. ν 摩尔理想气体的初态为 (V_1, T_1) ，若气体经过可逆绝热过程体积膨胀到 V_2 ，其熵变 $\Delta S =$ _____；若气体经过绝热自由过程体积膨胀到 V_2 ，其熵变 $\Delta S =$ _____。

4. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})$ (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为 _____。

5. 如图所示，在双缝干涉实验中， $SS_1 = SS_2$ ，入射光波长为 λ ，已知 P 点处为第 3 级明条纹，则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为 _____。



填空题第 5 题图



填空题第 6 题图

6. 如图所示，一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到单缝 AB 上，若图中 BP 与 AP 的光程差等于 2λ ，则单缝处波阵面可分为 _____ 个半波带。

7. 当一束自然光在两种介质分界面处发生反射和折射时，若反射光为线偏振光，则折射光为 _____ 偏振光，且反射光线和折射光线之间的夹角为 _____。

8. 已知光子的波长为 λ ，则其动量的大小为 _____。

9. 一波长为 300 nm 的光子，假定其波长的测量精确度为百万分之一，若用不确定关系 $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{h}{2}$ 估算，该光子的位置不确定量为 _____。
(普朗克常数 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

10. 当氢原子中电子处于 $n = 4, l = 3, m_l = 3$ 的状态时，该电子轨道角动量的大小为 _____，角动量与 z 的夹角为 _____。

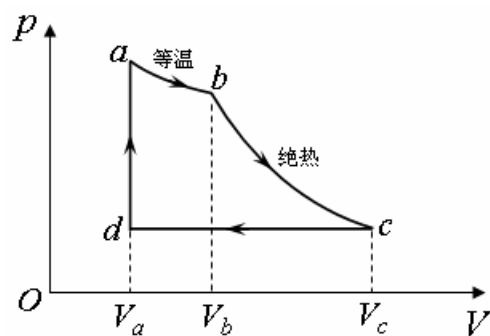
三. 计算题（每题 10 分，共 40 分）

得 分	
评卷人	

1. 一定量的刚性双原子分子理想气体经历如图所示循环过程，已知 $V_b = 2V_a$ ， $V_c = 4V_a$ ，

$T_a = 400\text{ K}$ ，求：

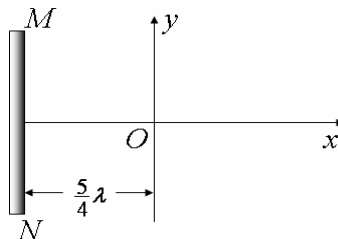
- (1) c 态的温度；
- (2) 循环的效率。



得 分	
评卷人	

2. 如图所示，在 x 轴的原点 O 处有一振动方程为 $y = A \cos \omega t$ 的平面波波源，产生的波沿 x 轴负方向传播。 MN 为波密介质反射面，距波源 $\frac{5}{4}\lambda$ 。求：

- (1) 在 $MN-yO$ 区间叠加波的波函数；
- (2) 最靠近 O 点因干涉而静止的点的位置。



得 分	
评卷人	

3. 一束具有两种波长 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上，测得波长 λ_1 的第三级主极大和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30° 。已知 $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$ ，试求：

(1) 波长 λ_2 ；

(2) 若光栅常数 d 与缝宽 a 的比值 $\frac{d}{a} = 5$ ，则对 λ_2 的光，屏上可能看到的全部主极大的级次。

得 分	
评卷人	

4. 已知粒子在一维无限深方势阱中运动，其波函数为

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

求：（1）归一化常数 A；

（2）在何处找到粒子的概率最大。

华中科技大学物理学院 2011~2012 学年第 1 学期

《大学物理（二）》课程考试试卷（A 卷）参考答案

考试日期：2011.12.25.

参考答案

一. 选择题（每题 3 分，共 30 分）

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

二. 填空题（每题 3 分，共 30 分）

1. $(S-1)N$; 2. 1; 3. $0, \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$; 4. $\frac{1}{2}s$; 5. 3λ ;
 6. 4; 7. 部分、 90° ; 8. $p = \frac{h}{\lambda}$; 9. 0.024 m 或 $2.39 \times 10^{-2} \text{ m}$;
 10. $\sqrt{12}\hbar$ 或 $2\sqrt{3}\hbar$ 或 $3.655 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 30°

三. 计算题（每题 10 分，共 40 分）

1. 解：（1）已知 $T_b = T_a = 400 \text{ K}$, bc 为绝热过程，则有： $T_b V_b^{\gamma-1} = T_c V_c^{\gamma-1}$ 2'

对刚性双原子分子理想气体， $\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{v,m}} = \frac{7R/2}{5R/2} = \frac{7}{5}$, 1'

故： $T_c = T_b \left(\frac{V_b}{V_c} \right)^{\gamma-1} = 400 \times \left(\frac{1}{2} \right)^{2/5} = 303.14 \text{ K}$ 1'

（2） $Q_{ab} = \nu RT_a \ln \frac{V_b}{V_a}$, 吸热; 1'

$Q_{cd} = \nu C_{p,m} (T_c - T_d)$, 放热; $T_d = \frac{V_d}{V_c} T_c = 75.79 \text{ K}$ 1' + 1'

$Q_{da} = \nu C_{p,m} (T_a - T_d)$, 吸热。 1'

$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{吸}}|}{|Q_{\text{放}}|} = 1 - \frac{Q_{cd}}{Q_{ab} + Q_{da}}$ 1'

$$= 1 - \frac{C_{p,m}(T_c - T_d)}{RT_a \ln \frac{V_b}{V_a} + C_{v,m}(T_a - T_d)} = 1 - \frac{\frac{7}{2}R(303.14 - 75.79)}{R \times 400 \times \ln 2 + \frac{5}{2}R(400 - 75.79)} = 26.8\%$$

1'

2. 解: (1)

由 O 发出的沿 x 轴负向传播的平面波波函数为:

$$y_{\text{负}} = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \quad 2'$$

$y_{\text{反}}$ 被波密介质反射面 MN 产生的反射波波函数为:

$$y_{\text{反}} = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\left(2 \times \frac{5}{4}\lambda + x\right) - \pi\right) = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \quad 3'$$

$MN-yO$ 区间叠加波:

$$y = y_{\text{负}} + y_{\text{反}} = A \cos\left(\omega t + \frac{2\pi x}{\lambda}\right) + A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 2A \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \cos \omega t \quad 1'$$

为驻波。

(2) 因干涉而静止的点对应驻波的波节。易得这些点的坐标为:

$$x = -\frac{\lambda}{4}, -\frac{3\lambda}{4}, -\frac{5\lambda}{4}, \text{ 最靠近 } O \text{ 点的位置为 } x = -\frac{\lambda}{4}. \quad 4'$$

3. 解: (1)

$$\text{由光栅方程: } d \sin \theta = k\lambda, \quad 2'$$

$$d \sin 30^\circ = 3\lambda_1, \quad d \sin 30^\circ = 4\lambda_2 \quad 1'$$

$$\lambda_2 = \frac{3}{4}\lambda_1 = \frac{3}{4} \times 560 \text{ nm} = 420 \text{ nm} \quad 1'$$

$$(2) \quad d = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = \frac{3 \times 560}{0.5} = 3360 \text{ nm} \quad 1'$$

$$|k_{\text{max}}| < \frac{d}{\lambda_2} = \frac{3360}{420} = 8, \text{ 最高级次为 } \pm 7 \text{ 级}, \quad 2'$$

$$\text{又: } \frac{d}{a} = 5, \text{ 即 } \pm 5 \text{ 级缺级}, \quad 1'$$

$$\text{故能看到的全部主极大的级次为: } 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \pm 6, \pm 7 \quad 2'$$

4. 解: (1)

$$\text{由波函数的归一化条件: } \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(\vec{r}, t)|^2 dV = 1 \text{ 或 } \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(x)|^2 dx = 1 \quad 1'$$

$$\text{即: } \int_0^a A^2 \sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right) dx = 1 \quad 2'$$

$$\text{得: } A = \sqrt{\frac{2}{a}} \quad 2'$$

(2) 粒子的位置概率密度: $P(x) = |\varphi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{2\pi x}{a}$ 3'

找到粒子概率最大的位置为: $x = \frac{1}{4}a, \frac{3}{4}a$ 2'

①由函数的极值, 或由三角函数的值得;

②用驻波条件, 阱壁为波节, $n=2$ 共三个波节, 两个波腹, 波腹概率最大。