

华中科技大学物理学院 2015 ~ 2016 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：2016.01.12.上午

考试时间：150 分钟

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

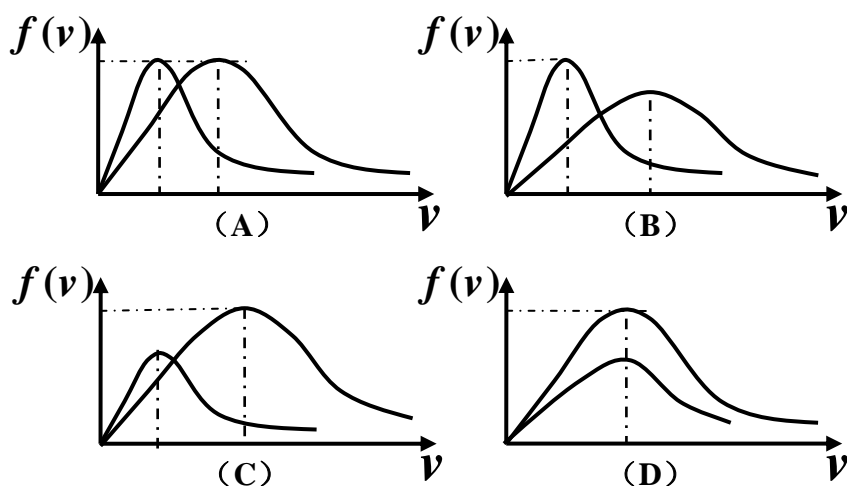
得 分	
评卷人	

一、选择题（单选题，每题 3 分，共 30 分。请将选项填入每小题目题首的括号中）

[] 1. 两种不同种类的理想气体，它们的温度和压强都相同，但体积不同，则它们的单位体积内分子数 n ，单位体积内的气体质量 ρ 之间的关系是：

- (A) n 不同， ρ 不同 (B) n 不同， ρ 相同
(C) n 相同， ρ 不同 (D) n 相同， ρ 相同

[] 2. 如图所示，曲线为氢气和氮气（都看成理想气体）在同一温度下的平衡态速率分布曲线，则其中正确的图示为



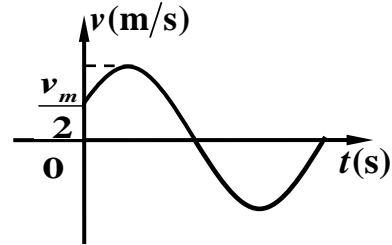
[] 3. 以下哪个循环过程是不可能的

- (A) 由等温过程、等压过程、等容过程组成的循环过程

- (B) 由等温过程、绝热过程、等容过程组成的循环过程
- (C) 由一个绝热过程和一个等温过程组成的循环过程
- (D) 由绝热过程、等压过程、等容过程组成的循环过程

[] 4. 一质点作谐振动。其运动速率随时间变化的曲线如图所示。质点初时刻的速率为最大速率的一半。若质点的振动位移方程用余弦函数描述，则其初位相应为

- (A) $\frac{\pi}{6}$ (B) $\frac{5\pi}{6}$
- (C) $-\frac{\pi}{6}$ (D) $-\frac{5\pi}{6}$



[] 5. 一列平面简谐波沿 x 轴传播，波速为 $300\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，频率为 100Hz ，则 x 轴上相距 0.5m 的两点之间的相位差为

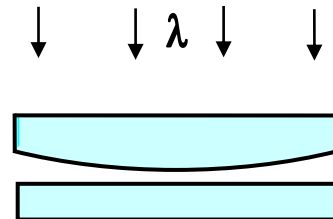
- (A) $\frac{\pi}{3}$ (B) $\frac{\pi}{6}$ (C) $\frac{\pi}{2}$ (D) $\frac{\pi}{4}$

[] 6. 波长范围为 $400\text{nm} - 760\text{nm}$ 的白光垂直入射在空气中的肥皂膜上，已知肥皂膜的厚度为 115nm ，折射率为 1.35 ，则反射光干涉加强的波长有

- (A) 456nm (B) 495nm
- (C) 550nm (D) 621nm

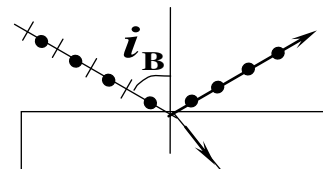
[] 7. 把一平凸透镜放在平玻璃上，构成牛顿环装置。当平凸透镜慢慢地向上平移时，由反射光形成的牛顿环

- (A) 向中心收缩，环心呈明暗交替变化
- (B) 向中心收缩，条纹间隔变小
- (C) 向外扩张，环心呈明暗交替变化
- (D) 向外扩张，条纹间隔变大



[] 8. 自然光以布儒斯特角 $i_B = 60^\circ$ 入射一块厚度均匀的平板玻璃，已知上表面反射光为完全偏振光（如图），则可知折射光的偏振状态为

- (A) 折射光是自然光



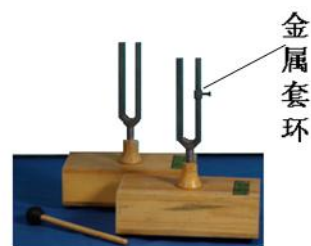
- (B) 折射光是部分偏振光
 (C) 折射光是线偏振光且振动方向平行入射面
 (D) 折射光是线偏振光且振动方向垂直入射面

[] 9. 在自由空间中运动的低能电子束, 已知电子的静止质量为 m , 其德布罗意波长为 λ , 不考虑相对论效应, 电子束的动能为

- (A) $E_k = \frac{h}{2m\lambda^2}$ (B) $E_k = \frac{h}{2m\lambda}$
 (C) $E_k = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$ (D) $E_k = \frac{h^2}{m\lambda^2}$

[] 10. 在拍现象的课堂演示实验中, 两个音叉的固有频率是一样的, 但当其中一个音叉上附加小套环后, 其振动频率将发生变化。为了听到明显的拍现象, 可以上下调整套环的位置和质量。则下面的表述中正确的是:

- (A) 套环向下移动, 频率改变越大
 (B) 套环向上移动, 频率改变越大
 (C) 套环质量越大, 频率改变越小
 (D) 拍频等于两音叉的频率差的两倍



得 分	
评卷人	

二、 填空题 (每题 3 分, 共 30 分)

1. 一台可逆卡诺制冷机从温度为 T 的低温热源吸收热量, 若在一个循环过程中向高温热源放出的热量恰好是其从低温热源吸热的 2 倍, 则高温热源的温度为_____。

2. 2mol 的理想气体在温度为 300K 时经历一可逆的等温膨胀过程, 其体积从 0.02m^3 增大到 0.04m^3 , 则气体在此过程中的熵变为_____。

3. 站在铁路附近的观察着听到迎面开来的火车笛声频率为420Hz，当火车驶过后，笛声频率降为380 Hz，设声音速度为 $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。则火车的速度为_____。

4. 设在真空中传播的平面电磁波，已知其磁场强度的分量表达式为 $H_x = -H_0 \cos \omega(t + \frac{z}{c})$ ， $H_y = 0, H_z = 0$ ，则其电场分量的表达式为_____。

5. 在单缝的夫琅和费衍射实验中，屏上第三级暗纹对应的单缝处波面可划分为_____个半波带，若将缝宽缩小一半，原来第三级暗纹处将是_____纹。

6. 高空侦察机离地面高度为 $2.0 \times 10^4 \text{ m}$ ，如果它携带的照相机能分辨地面相距10cm的两点，则照相机的物镜直径应不小于_____cm。（底片的感光波长为550nm）

7. 康普顿散射中，电子初时刻静止，入射光子的波长为 λ_0 ，若反冲电子的动能为入射光子能量的 $\frac{1}{5}$ ，则散射光子的波长为_____。

8. 氢原子中的电子处于 $n = 2, l = 1$ 的状态，则该电子轨道角动量 \vec{L} 与磁场方向 z 轴的夹角为_____。

9. ^{14}C 的放射性测量是古生物样本年龄科学断代的准确方法，已知 ^{14}C 的半衰期为5370 年，现有一古生物样本的 ^{14}C 放射性活度为 $1.0 \times 10^2 \text{ Bq}$ ；若推算该样本当年在大气中活着时的 ^{14}C 放射性活度为 $4.0 \times 10^2 \text{ Bq}$ ，则该生物样本已经深埋地下_____年。

10. 在光波偏振的课堂演示实验中，当老师和同学们隔着一个偏振片对望时，彼此都能看见对方的脸，并且当老师旋转偏振片时，大家看到的透射光强并没有变化。但是，当老师固定起偏器不动，再引入检偏器旋转时，在检偏器旋转一周的过程中大家看到了_____次消光现象。

三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

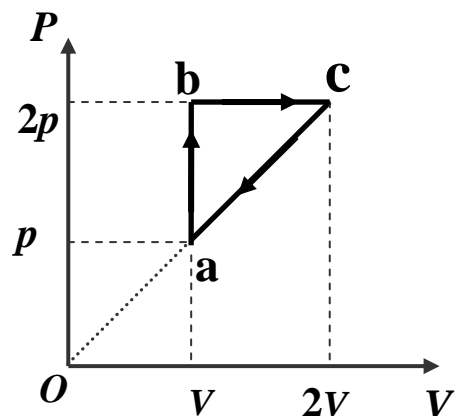
得 分	
评卷人	

1. 如图，1mol 刚性双原子理想气体准静态循环过程，其中 **ab** 为等容过程，**bc** 为等压过程，**ca** 过程为直线且延长线穿过 **O** 点，设 **a** 状态的压强和体积 (p 、 V) 为已知参量，且 **a**、**b**、**c** 三个状态的压强和体积关系如图，试求：

的压强和体积关系如图，试求：

(1) **ab**、**bc**、**ca** 每个过程中的 A ， ΔE ， Q ；

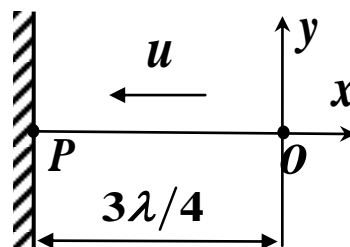
(2) **abc** 循环过程中的热机效率。



得 分	
评卷人	

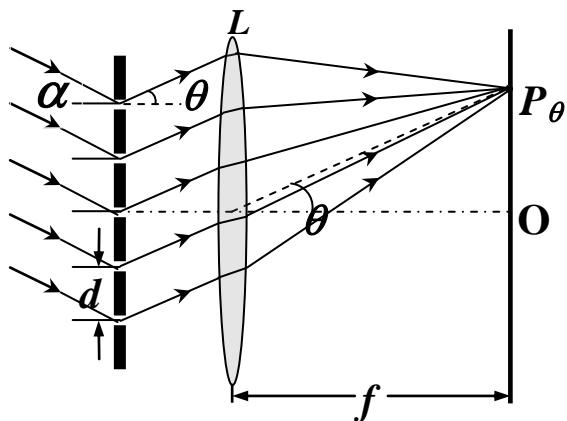
2. 如图所示, 设 x 轴的原点 O 为波源, 其振动方程为 $y = A \cos \omega t$, 波源沿 x 轴负方向发出波长为 λ 的平面简谐波。在 x 轴负方向距离原点 O 为 $3\lambda/4$ 的位置有一波密媒质反射面, 若反射波的振幅与入射波的振幅相等。试求:

- (1) 由波源向反射面发出的行波表达式;
- (2) 反射波的行波表达式;
- (3) 在 OP 区域内, 入射行波与反射行波叠加形成的驻波方程及波节的坐标。



得 分	
评卷人	

3. 波长为 600nm 的单色光以 $\alpha = 30^\circ$ 角斜入射到一光栅上, 已知接收屏中心 O 处为光栅衍射第二级明纹, 且第三级缺级, 试求: (1) 光栅常数 d 为多大? (2) 透光缝最小宽度 a 为多大? (3) 按上述选定的 a 、 d 值, 在整个衍射范围内, 实际可以呈现的全部衍射条纹的级数。



得 分	
评卷人	

4. 已知粒子在宽度为 a 一维矩形无限深势阱中运动，其波函数为

$$\psi(x) = A \sin \frac{3\pi x}{a} \quad 0 \leq x \leq a$$

试求：（1）归一化常数 A 和归一化波函数；（2）粒子分布概率密度有最大值的位置；
（3）在 $x=0$ 到 $x=\frac{a}{3}$ 之间找到粒子的概率。

（提示：积分公式 $\int \sin^2 x dx = \frac{x}{2} - \frac{1}{4} \sin 2x + C$ ）

2015 ~ 2016 学年第 1 学期大学物理（二）课程试卷（A 卷）

参考答案（2016.01.12）

一、选择题：

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

二、填空题：

各小题须记载正分，若完全错，须记载 0 分；

标答中包含单位的，分数构成：数值正确 2 分，单位正确 1 分；

数值及有效数字与标答完全吻合才算正确，比标答多出的有效数字不计。

1、 $2T$

2、 $11.5\text{J}\cdot\text{K}^{-1}(\text{J}^\circ\text{C})$ 或 $16.6\ln 2\text{J}\cdot\text{K}^{-1}(\text{或J}^\circ\text{C})$ ；

或 $2R\ln 2$ 或 $1.38R$ 或 $1.39R$

3、 $17\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

4、 $E_y = -\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}H_0 \cos \omega(t + \frac{z}{c})$ 或 $E_y = -E_0 \cos \omega(t + \frac{z}{c})$ (2)
 $E_x = 0, E_z = 0$ (全对共 1 分)

5、 6, 1 级明纹（或明纹，或亮纹）（本题只对 1 个空，得 2 分）

6、 13.4

7、 $\frac{5}{4}\lambda_0 = 1.25\lambda_0$

8、 $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{4}$ 或 $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 对 1 个，得 1 分

9、 $10740 \text{ 年} = 5370 \times 2$

10、 2

三、计算题：

1、解： (1) ab过程：

$$A = 0$$

$$\Delta E = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (2pV - pV) = \frac{5}{2} pV$$

3分

$$Q = \Delta E + A = \frac{5}{2} pV$$

其他计算方法： $C_{V,m} = \frac{5}{2} R, C_{P,m} = \frac{7}{2} R$

$$Q = \nu C_{V,m} \Delta T$$

$$\Delta E = \nu C_{V,m} \Delta T$$

$$\Delta E = Q - A$$

bc过程：

$$A = 2p(2V - V) = 2pV \quad (\text{即 } 2p\Delta V, \text{ 或 bc 下面积})$$

3分

$$\Delta E = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (4pV - 2pV) = 5pV$$

$$Q = \Delta E + A = 7pV$$

其他计算方法： $Q = \nu C_{P,m} \Delta T$

$$\Delta E = \nu C_{V,m} \Delta T$$

ca过程：

$$A = -\frac{1}{2} (p + 2p)(2V - V) = -\frac{3}{2} pV \quad (\text{ca 下面积的负值})$$

3分

$$\Delta E = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} (pV - 4pV) = -\frac{15}{2} pV$$

$$Q = \Delta E + A = -9pV$$

其他计算方法: $\Delta E = \nu C_{V,m} \Delta T$

$$\Delta E_{ca} = 0 - \Delta E_{ab} - \Delta E_{bc}$$

$$A = \int_{2V}^V p dV$$

第一问给分原则: 每个得分点分值 1 分。对于每个过程中的三个得分点:

- 1) 前两个, 公式对即给分, 无论答案对错;
- 2) 第三个, 要看答案给分。答案错即扣分, 符号反也扣分。

(2) 热机效率

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_{ca}|}{Q_{ab} + Q_{bc}} = 1 - \frac{9}{9.5} = \frac{1}{19} = 5.3\%$$

1 分

$$\text{或 } \eta = \frac{A}{Q_1}$$

第二问给分原则:

- 1) 若第 (1) 问无误, 得到了 9 分, 则看答案给分。答案错即不给分。
- 2) 若第 (1) 问已有扣分, 则只看公式给分。只要效率公式正确, 即给 1 分。

2、解：

(1) 入射波方程: $y = A \cos \omega(t + \frac{x}{u}) = A \cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x)$ 3 分

(2) 反射波方程: $y = A \cos[\omega(t - \frac{3\lambda/2 + x}{u}) + \pi]$

$$= A \cos \omega(t - \frac{x}{u}) = A \cos(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$$
3 分

(3) 驻波方程: $y = 2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cdot \cos \omega t$ 2 分

波节坐标: $\frac{2\pi}{\lambda} x = \pm(2k+1)\frac{\pi}{2}$

$$x = -\frac{3\lambda}{4}, -\frac{\lambda}{4} \quad (\text{OP 区间内})$$
2 分

补充:

【1】入射波，反射波方向反了，扣一半（1,2 小问共得 3 分）

【2】入射波或反射波错误，导致第 3 小问错误，不重复扣分

（如反射波相位差 π ， $y_{\text{驻}} = -2A \sin(\frac{2\pi x}{\lambda}) \sin(\omega t)$ 时，波节在 0 和 $-\frac{\lambda}{2}$ ，则第 3 问 4 分都有）

【3】第 2 小问波函数错误，考虑半波损失得 1 分，传播方向正确得 1 分，计算正确得 1 分

【4】驻波方程有叠加得 1 分，计算得 1 分

【5】两个波节坐标少一个扣 1 分（没有坐标，有波节条件得 1 分）

3、解：（1）由光栅方程 $d(\sin \alpha + \sin \theta) = k\lambda$

2 分

当： $k = 2, \theta = 0$

故： $d(\sin \frac{\pi}{6} + \sin 0) = 2\lambda$

$$d = 4\lambda = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m 或 } 2400 \text{ nm}$$

1 分

（2）由缺级条件： $\frac{d}{a} = \frac{k}{k'}$

最小缝宽为： $a = \frac{d}{3} = 8 \times 10^{-7} \text{ m 或 } 800 \text{ nm}$

3 分

（3）全部条纹级数：

$$\theta = \frac{\pi}{2} : d(\sin \frac{\pi}{6} + \sin \frac{\pi}{2}) = k_{\max} \lambda$$

$$k_{\max} = 6$$

$$\theta = -\frac{\pi}{2} : d[\sin \frac{\pi}{6} + \sin(-\frac{\pi}{2})] = k_{\min} \lambda$$

3 分

$$k_{\min} = -2$$

能呈现的全部条纹级数为： $k = -1, 0, 1, 2, 4, 5$

1 分

说明：

第（1）问中，如果按 $d \sin \alpha = d \sin \frac{\pi}{6} = 2\lambda$ 算出 $d = 2.4 \times 10^{-6} \text{ m}$ 也给 3 分

第（3）问中，一侧计算正确给 2 分，两侧都计算正确给 3 分，最后结论正确给 1 分

整个解题过程中只要出现光栅斜入射方程就给 2 分，同时注意避免重复扣分

4、解：（1）由波函数的归一化条件 $\int |\psi(x)|^2 dx = 1$

3分

$$\int |\psi(x)|^2 dx = \int_0^a A^2 \sin^2 \frac{3\pi x}{a} dx = \frac{a}{2} A^2 = 1$$

（波函数平方即可得3分）

故： $A = \sqrt{\frac{2}{a}}$ A 求错，包含下式错扣2分

方势阱内归一化波函数为：

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a} \quad 0 \leq x \leq a$$

2分

（2）势阱内的概率密度函数为：（必须写出波函数平方才能得分）

$$w(x) = |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi x}{a}$$

1分

概率密度有最大值的位置为： $x = \frac{1}{6}a, \frac{1}{2}a, \frac{5}{6}a$

2分

（三个答案不全只得1分）

（3） $x=0$ 到 $x=\frac{a}{3}$ 的区间概率为：

1分

$$\int_0^{a/3} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{3\pi x}{a} dx = \frac{1}{3} = 33.3\%$$

积分结果错扣1

1分