华中科技大学物理学院 2013~ 2014 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：2014.01.11.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。请将选项填在每小题题首的括号里）

[　　] **1.** v_{p} 是最概然速率，N_1 为速率区间 $(0 \sim \frac{1}{2}v_{\mathrm{p}})$ 内的气体分子数，N_2 为速率区间 $(\frac{1}{2}v_{\mathrm{p}} \sim v_{\mathrm{p}})$ 内的气体分子数，由麦克斯韦速率分布律可知：

（A）$N_1 > N_2$　　　　（B）$N_1 < N_2$

（C）$N_1 = N_2$　　　　（D）N_1 与 N_2 的大小关系要视温度的高低而定

[　　] **2.** 根据热力学第二定律可知：

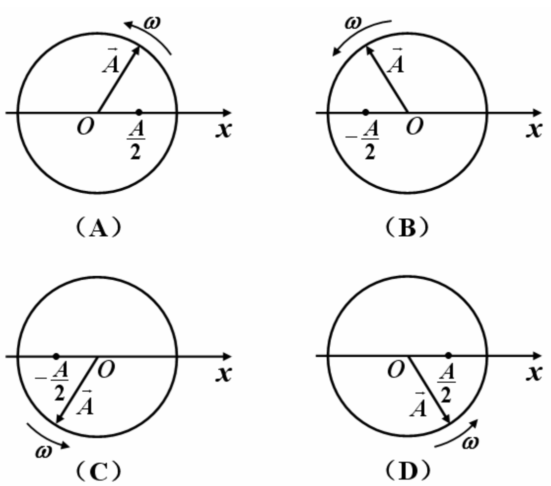
（A）功可以全部转换为热量，但热量不能全部转换为功。

（B）热量可以从高温物体传到低温物体，但不能从低温物体传到高温物体。

（C）不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程。

（D）一切宏观自发过程都是不可逆的。

[　　] **3.** 一质点作谐振动，振幅为 A。某时刻质点的位移为 $\frac{A}{2}$，且向 x 轴正方向运动，则此时刻与该质点运动对应的旋转矢量为



[　　] **4**．当一列平面简谐波在弹性介质中传播时，下述结论哪个是正确的？

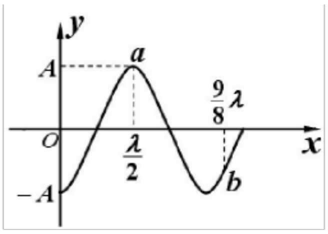
（**A**）介质质元的振动动能增大时，其弹性势能减小，总机械能守恒。

（**B**）介质质元的振动动能和弹性势能都作周期变化，但二者的位相不相同。

（**C**）介质质元的振动动能和弹性势能的位相在任一时刻都相同，但两者的数值不相等。

（**D**）介质质元在平衡位置处弹性势能最大。

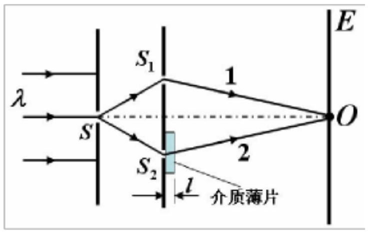
[　　] **5.** 设某时刻的驻波波形曲线如图所示，则 a，b 两质点的振动位相差为：



（**A**）π　　（**B**）$\frac{9}{4}\pi$

（**C**）$\frac{5}{4}\pi$　　（**D**）0

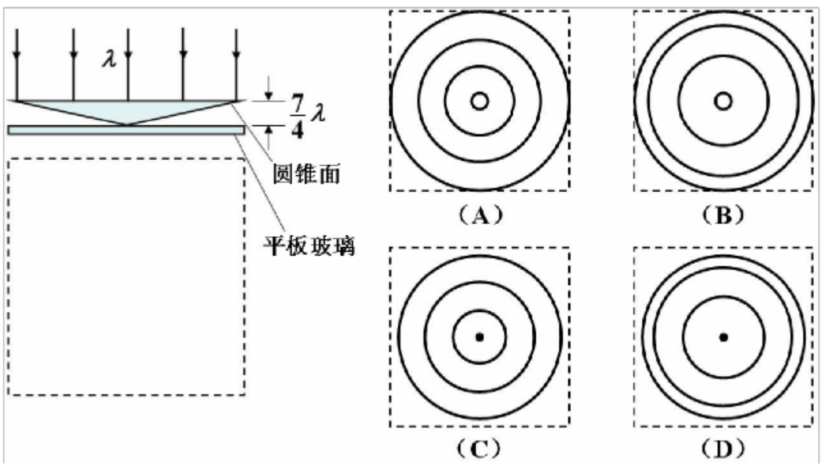
[　　] **6.** 如右图所示，用波长为λ的单色光垂直照射双缝干涉实验装置，缝光源 S 和屏 E 上的 O 点都在双缝 S_1 和 S_2 的中垂线上。现将一折射率为 n 的透明介质薄片插入光线 2 中（只遮住 S_2），要使 O 点的光强由最亮变为最暗，介质薄片的最小厚度 l 为：



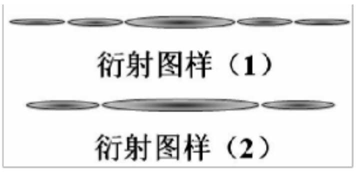
（**A**）$\frac{\lambda}{2}$　　（**B**）$\frac{\lambda}{2n}$

（**C**）$\frac{\lambda}{(n-1)}$　　（**D**）$\frac{\lambda}{2(n-1)}$

[　　] **7.** 如图所示，在一块平板玻璃上，端正地放一锥顶角很大的圆锥形平凸透镜。当波长为λ的单色平行光垂直地射向平凸透镜时，在反射方向观察干涉现象。设空气层的最大厚度为$\frac{7}{4}\lambda$，若将干涉条纹在装置图下方的虚线框内表示，则装置图右边四个选项中与观察到明条纹的分布最为接近的是：



[　　] **8.** 在单缝衍射课堂演示实验中，观察到沿水平方向展开的衍射图样（如图所示）。若仅改变单缝的宽度 a，观察衍射图样的变化。则根据图示的两种衍射图样（1）和（2），可以判定：



（A）$a_1 > a_2$，狭缝的开口方向为水平方向

（B）$a_1 > a_2$，狭缝的开口方向为竖直方向

（C）$a_2 > a_1$，狭缝的开口方向为水平方向

（D）$a_2 > a_1$，狭缝的开口方向为竖直方向

[　　] **9.** 在原子的 L 壳层中，电子可能具有的四个量子数 n, l, m_l, m_s 是：

（1）$(2, 0, 1, \frac{1}{2})$　　（2）$(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$　　（3）$(2, 1, 1, \frac{1}{2})$　　（4）$(2, 0, -1, -\frac{1}{2})$

以上四种组态中，哪些是正确的？

（A）只有(1), (2)是正确的　　（B）只有(2), (3)是正确的

（C）只有(2), (3), (4)是正确的　　（D）全部是正确的

[　　] **10.** N 型半导体的主要载流子为电子，这些电子处于下面哪一种能级？

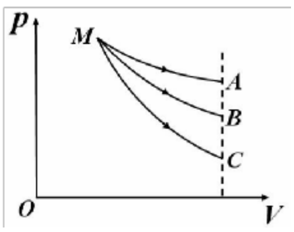
（A）受主能级　　（B）施主能级　　（C）基态能级　　（D）亚稳态能级

得　分	
评卷人	

二．填空题（每题 3 分，共 30 分）

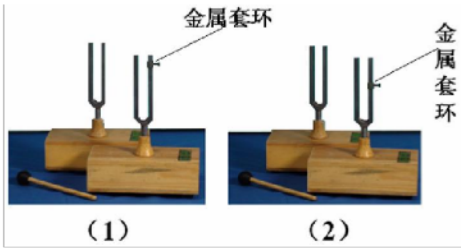
1. 某容器内分子的数密度为 n，每个分子的质量为 m，设其中 1/6 分子数以速率 v 垂直地向容器的一壁运动，而其余 5/6 分子或者离开此壁，或者沿平行此壁的方向运动，分子与器壁的碰撞为完全弹性的。则作用在器壁上的压强为____________________。

2. 如图所示，一定质量的理想气体从状态 M 出发，分别经历 MA、MB、MC 三个准静态过程，三个过程末态的体积相同，其中 MB 为绝热过程。则气体吸热的是__________过程。

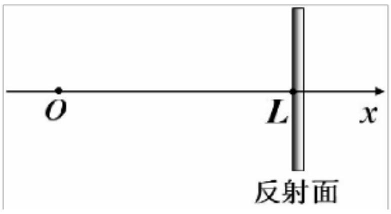


3. 压强、体积和温度都相同的氢气（脚标 1）和氦气（脚标 2）（均视为刚性分子的理想气体），它们的内能之比为 $E_1:E_2$ ＝____________；如果它们分别在等压过程中吸收了相同的热量，则它们对外做功之比为 $A_1:A_2$ ＝____________。

4. 课堂上敲击两个音叉演示“拍”现象。将其中一个音叉套上金属套环改变其固有频率。金属套环可用螺丝固定在不同的位置。对如右图所示两种情形（1）和（2），观测到拍频较大的情形是__________（填“（1）”或“（2）”）。

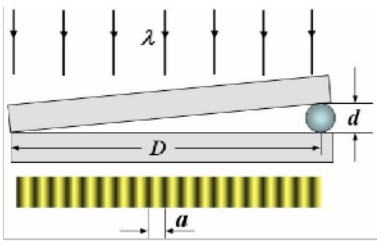


5. 一列波长为λ的平面简谐波沿 x 轴正向传播，已知在 $x=0$ 处质点的振动方程为 $y=A\cos\omega t$。在 $x=L$ 处有一波密介质反射面（如右图所示）。设反射波振幅仍为 A。则反射波的波函数为

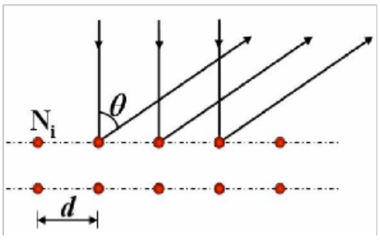


______________________________________。

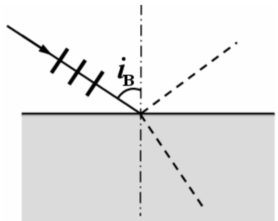
6. 利用劈尖干涉可以测量细金属丝的直径。将两块平板玻璃一边相互接触，另一边被金属丝隔开，形成空气劈尖，金属丝与劈尖顶点间的距离为 D。当用波长为λ的平行光垂直照射劈尖时，测得相邻两条纹的距离为 a，则金属丝的直径 $d=$__________。



7. 1927 年戴维孙和革末用电子束射到镍晶体上的衍射(散射)实验证实了电子的波动性。实验中电子束垂直入射到晶面上，他们在θ=50°的方向测得了衍射电子流的极大强度（如填空题第 7 题图所示）。已知晶面上原子间距为 d =0.215 nm，则与入射电子束相应的电子波波长为______________。（保留三位有效数字）



填空题第 7 题图



填空题第 8 题图

8. 如填空题第 8 题图所示，一束光以布儒斯特角 i_B 入射到透明介质分界面上，请在图中画出点子或短线表示反射光和折射光的偏振态（用实射线表示光的传播方向）。

9. 根据量子力学理论，同一微观粒子的坐标和动量不可能______准确测定。

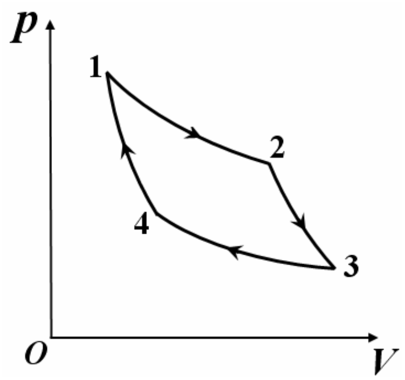
10. 已知 ^{210}Po 的半衰期为 138.4 天，则 10 g 纯 ^{210}Po 的放射性活度为______________Bq。（保留三位有效数字）

三．计算题（每题 **10** 分，共 **40** 分）

得　分	
评卷人	

1. 一定质量的理想气体作如图所示的卡诺循环，两等温过程 **1→2** 和 **3→4** 的温度分别为 T_1 和 T_2 且（$T_1>T_2$），**2→3** 和 **4→1** 均为绝热过程。求该循环的效率 η 。

（提示：只给结果不得分）

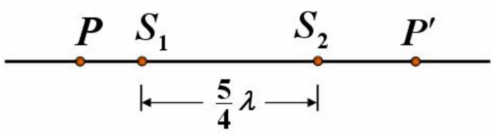


得　分	
评卷人	

2. 如图所示，S_1、S_2 为同一介质中沿两者连线方向发射平面简谐波的相干波源，两者相距 5/4 波长，两波在 S_1 和 S_2 连线上强度相同，都为 I_0，且不随距离变化。设 S_1 经过平衡位置向负方向运动时，S_2 恰处在正向最远端。求：

（1）S_1 和 S_2 连线上 S_1S_2 外侧各点合成波的强度；

（2）S_1、S_2 之间因干涉而静止的各点位置。



得　分	
评卷人	

3. 波长为 λ**=600nm** 的平行光正入射到一光栅上，测得第四级主极大的衍射角为 **30°**，且第三级缺级。求：

（**1**）光栅常数 d;

（**2**）透光缝所有可能的宽度 a ；

（**3**）单缝衍射中央包络线内可能有几条主极大？

（**4**）屏幕上可能观察到的全部主极大的级次。

得　分	
评卷人	

4. 本题包括两小题，各 **5** 分。

（**1**）康普顿散射实验表明，散射 **X** 射线的波长偏移与散射角φ间的关系为：$\Delta\lambda = \lambda_c(1-\cos\varphi)$，式中 $\lambda_c = 2.43\times10^{-12}\ \mathrm{m}$。已知入射 **X** 射线的波长$\lambda_0$=**0.02 nm**，在散射角$\varphi$=90°的方向观察，求反冲电子的动能。（普朗克常量 $h = 6.63\times10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$）

（**2**）已知粒子在无限深势阱中运动，其波函数为：

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}}\sin(\frac{2\pi x}{a}) \qquad (0 \le x \le a)$$

求在 $0 \sim \frac{1}{4}a$ 区域内发现粒子的概率。

华中科技大学物理学院 2013~ 2014 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：2014.01.11.

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	D	A	B	B	B

二．填空题（每题 3 分，共 30 分）

1．$\frac{1}{3}nmv^2$ ；

2．MA；

3．5:3， 5:7；

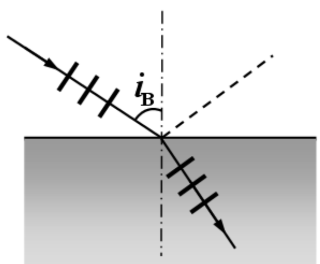
4．（1）；

5．$y = A\cos(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{4\pi}{\lambda}L + \pi) = A\cos[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(2L - x) + \pi]$；

6．$\frac{D\lambda}{2a}$；

7．0.165nm；

8．



9．同时；

10．1.66×10^{15}

三．计算题：（每题 10 分，共 40 分）

1. 解：设理想气体的摩尔数为ν，比热容比为γ。设 1、2、3、4 各态的体积分别为 V_1、V_2、V_3、V_4。在一次循环过程中，

1→2 过程吸热：$Q_1 = \nu R T_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$；3→4 过程放热：$Q_2 = \nu R T_2 \ln\frac{V_3}{V_4}$ 2′

两绝热过程不传热，则循环的效率为：$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2 \ln\frac{V_3}{V_4}}{T_1 \ln\frac{V_2}{V_1}}$. 2′

对两绝热过程 2→3 和 4→1，由理想气体绝热过程方程：$TV^{\gamma-1} =$ 常量，有： 2′

$T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$，$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$，两式相比得：$\frac{V_3}{V_4} = \frac{V_2}{V_1}$ 2′

所以卡诺循环的效率为：$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. 2′

2. 解：由已知条件可知两相干波的初相差$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$， 2′

则两列波引起叠加点两分振动的位相差为：

$$\Delta\varphi = (\varphi_2 - \varphi_1) - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = -\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1)$$

或：$\Delta\varphi = (\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2) = \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2)$

合成波的强度为$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\Delta\varphi = 2I_0(1 + \cos\Delta\varphi)$

（1）对 S_1 左侧的 P 点，两列波均向左行：$r_2 - r_1 = \frac{5}{4}\lambda$，因而

$$\Delta\varphi_1 = -\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{5}{4}\lambda = -3\pi$$

满足干涉相消条件，所以 S_1 左侧各点的成波强度均为 0。 2′

对 S_2 右侧的 P' 点，两列波均向右行：$r_2 - r_1 = -\frac{5}{4}\lambda$，因而

$$\Delta\varphi_2 = -\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda} \times (-\frac{5}{4}\lambda) = 2\pi$$

满足干涉相长条件，所以 S_2 右侧各点的成波强度均为 $4I_0$。 2′

（2）在 S_1、S_2 之间，两列波沿相反方向到达叠加点，设任意叠加点与 S_1 的距离为 x，则：$r_2 - r_1 = -2x + \frac{5}{4}\lambda$

$\Delta\varphi_3 = -\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}\times(-2x + \frac{5}{4}\lambda) = -3\pi + \frac{4\pi}{\lambda}x$

因干涉而静止的点满足干涉相消条件，即：

$\Delta\varphi_3 = -3\pi + \frac{4\pi}{\lambda}x = (2k+1)\pi$，得：$x = (k+2)\frac{\lambda}{2}$ 2′

因$0 \le x \le \frac{5\lambda}{4}$，所以 k 只能取−1, 0，相应的干涉静止点与 S_1 的距离为$\frac{\lambda}{2}$和λ。2′

3．解：（1）由光栅方程：$d\sin\theta = k\lambda$

得：$d\sin 30^{\circ} = 4\lambda$，$d = \frac{4\times 600}{\sin 30^{\circ}} = 4800\,\text{nm} = 4.8\times 10^{-6}\,\text{m}$ 2′

（2）由于第三级缺级，根据缺级条件有：

$d\sin\theta = 3\lambda$，且$a\sin\theta = k'\lambda$，即

$\frac{d}{a} = \frac{3}{k'} > 1$，所以，$k' = 1,2$

当$k' = 1$时，$a_1 = \frac{d}{3} = 1.6\times 10^{-6}\,\text{m}$

当$k' = 2$时，$a_2 = \frac{2d}{3} = 3.2\times 10^{-6}\,\text{m}$ 3′

（3）对 a_1，第三级缺级在单缝衍射第一级暗纹处，故单缝衍射中央包络线内有 5 条主极大；对 a_2，第三级缺级在单缝衍射第二级暗纹处，故单缝衍射中央包络线内有 3 条主极大； 2′

（4）因为$|k_{\max}| < \frac{d}{\lambda} = 8$，即能观察到主极大的最高级次为±7 级， 1′

再结合缺级条件可知，对于$k' = 1,2$两种情形，均有±3，±6 级主极大缺级，故能观察到的全部主极大的级次为：$0,\pm 1,\pm 2,\pm 4,\pm 5,\pm 7$，共 11 条。 2′

4.（1）解：$\Delta\lambda = \lambda_c = 2.43\times 10^{-12}\,\text{m}$ 1′

$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = \lambda_c = 0.02\times 10^{-9} + 2.43\times 10^{-12} = 2.243\times 10^{-11}\,\text{m}$ 2′

反冲电子的动能

$E_k = h\nu_0 - h\nu = \frac{hc}{\lambda_0} - \frac{hc}{\lambda} = 1.08\times 10^{-15}\,\text{J}$ 2′

（2）解：粒子的位置概率密度：$\rho(x) = |\psi(x)|^2 = \frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}$ 3′

在$0 \sim \frac{1}{4}a$ 区域内发现粒子的概率为：

$P = \int_0^{\frac{1}{4}a}\rho(x)\mathrm{d}x = \int_0^{\frac{1}{4}a}\frac{2}{a}\sin^2\frac{2\pi x}{a}\mathrm{d}x = \frac{1}{4}$ 2′