授课教师______ 姓名______ 学号______ 班号______

密 封 线

得分	签字

一、填空题（共 20 分）

1.（本题 4 分）

常温常压下，一定量的某种理想气体(其分子可视为刚性分子，自由度为 i)，在准静态等压过程中吸热为 Q，对外做功为 W，内能增加为 ΔE，则 W/Q= ___________。$\Delta E/Q$= ___________。

2.（本题 2 分）

从统计的意义来解释，孤立系统的自发过程实质上是一个______________________的转变过程。一切实际过程都向着________________________________的方向进行。

3.（本题 3 分）

当绝对黑体的温度从 127℃升到 327℃时，其辐射出射度（总辐射本领）增加为原来的________________________倍.

4（本题 2 分）

根据量子力学，粒子能穿过势能大于其总能量的势垒，这种现象称为势垒贯穿，或隧道效应。当势垒加宽时，贯穿系数___________ （填入：变大、变小或不变）。这种效应是微观粒子______________的表现。

5.（本题 3 分）

基态氢原子吸收能量为 12.75eV 的光子，则氢原子将会被激发到 n= ____的能级。从该能级再向下跃迁，可能产生_____ 条光谱线。(已知氢原子基态能量为-13.6eV)

6.（本题 3 分）

设氢原子核外电子处于 3d 态，则其轨道角动量大小 L= _______ ；可能的 L_z 的取值有________________ ，该电子自旋角动量大小 S=___________。

7.（本题 3 分）

在康普顿散射实验中，入射的 X 射线光子能量为 0.90 MeV， 散射后波长变化了 20%，则反冲电子获得的动能 E_k = _________MeV。

二、推导题（共 5 分）

得分	签字

8.（本题 5 分）

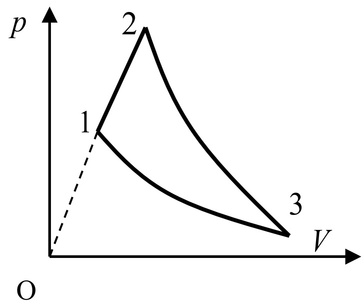
证明：理想气体准静态过程，在 P-V 图上绝热线比等温线更陡

三、计算题（共 30 分）

得分	签字

9.（本题 7 分）

1mol 双原子（刚性）分子理想气体，作如图的可逆循环，方向沿 $1\rightarrow 2\rightarrow 3\rightarrow 1$。其中 1－2 为过原点的直线，2－3 为绝热线，3－1 为等温线. 已知 $T_2=2T_1, V_3=8V_1$，试求：（1）各过程的功及吸收的热量（用 T_1 和已知常数 R 表示）；（2）此循环的效率 η。



得分	签字

10. **（本题 6 分）**

一气缸被绝热壁包围，气缸内部一绝热活塞把气缸分隔成 A，B 两室，绝热活塞在气缸内可无摩擦地自由滑动，A 室，B 室内各有 1 mol 双原子（刚性）分子理想气体。初始时，A 室、B 室中的气体都处于平衡态，它们的压强、体积、温度都相等。分别为 P_0, V_0, T_0。A 室中有一电加热器给 A 室气体缓缓加热，直到 A 室中压强变为 $3P_0$。

试问：(1)最后 A，B 两室内气体温度分别是多少？ (2)A 室内气体的熵变是多少？

（用 T_0 和已知常数 R 表示）

授课教师 姓名 学号 班号

密 封 线

得分	签字

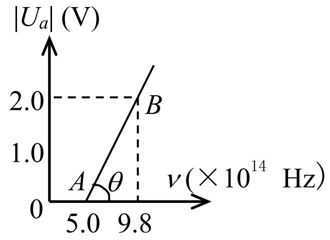
11. **（本题 6 分）**

如图所示为在一次光电效应实验中，使用某金属材料得出的入射光频率 ν 与遏止电压U_a的关系曲线。

(1) 求证：对不同材料的金属，AB 线的斜率相同.

(2) 由图上数据求出普朗克恒量 h.

(基本电荷 $e = 1.60\times10^{-19}$ C)



得分	签字

12.（本题 6 分）

粒子在一维无限深方势阱中运动，其波函数为 $\Psi_n(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin\left(\frac{n\pi x}{a}\right)$，$(0<x<a)$. 若粒子处于 $n=2$ 状态，求在 $0\sim a/3$ 区间发现该粒子的概率是多少?

得分	签字

13.（本题 5 分）

若氢原子处于 $n=2,\ l=1$ 的状态，其归一化径向波函数为 $R_{21}(r)=(\frac{1}{2a_0})^{\frac{3}{2}}\frac{r}{\sqrt{3}a_0}e^{-\frac{r}{2a_0}}$，求：（1）电子径向概率密度分布？（2）径向概率密度最大的位置？（用 a_0 表示）

填空题

1、$\dfrac{2}{i+2}$　　　　　　　　$\dfrac{i}{i+2}$

2、从热力学概率小的状态向着热力学概率大的状态　　　　　熵值增大

3、81/16 倍

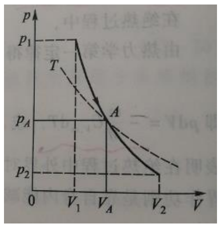
4、变小　　波动性

5、n=4　　　6 条

6、$L=\sqrt{6}\hbar$，Lz= $0,\pm\hbar,\pm 2\hbar$　　　，$S=\dfrac{\sqrt{3}}{2}\hbar$

7、0.15MeV

二、推导题



8、设绝热线和等温线相交于 A 点，对等温过程特征方程 $PV=C$
和绝热过程特征方程 $PV^{\gamma}=C$ 分别求微分有

$$\left(\frac{dp}{dV}\right)_T=-\frac{P_A}{V_A}\qquad\qquad \left(\frac{dp}{dV}\right)_Q=-\gamma\frac{P_A}{V_A}$$

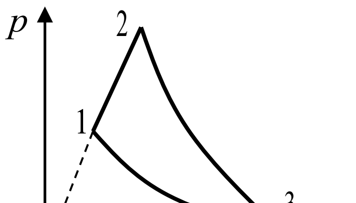
由于 $\gamma>1$，绝热线斜率绝对值大于等温线斜率绝对值，即绝热线比等温线陡。

三、计算题

9 题

解：先由过程方程及理想气体的物态方程求出 p_1、V_1 和 p_2、V_2 之间的关系.

对于绝热线有



$p_3V_3^{\gamma}=p_2V_2^{\gamma}$ 和 $T_2V_2^{\gamma-1}=T_1V_3^{\gamma-1}$

对于等温过程有

$p_1V_1=p_3V_3=RT_1$

又 $T_2=2T_1, V_3=8V_1$，

于是解得

$V_2=\sqrt{2}V_1$，$p_2=\sqrt{2}p_1$

功、内能增量和传递热量

$A_{12}=(p_2+p_1)(V_2-V_1)/2=p_1V_1/2=RT_1/2$

$\Delta U_{12} = 5R\Delta T/2 = 5RT_1/2$，

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 3RT_1$

$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 5RT_1/2$

$\Delta U_{23} = 5R\Delta T/2 = -5RT_1/2$

$Q_{23} = 0$，

$A_{31} = RT_1 \ln(V_1/V_3) = -3RT_1 \ln 2$

$\Delta U_{31} = 0$，

$Q_{31} = A_{31} = RT_1 \ln(V_1/V_3) = -3RT_1 \ln 2$

总吸热 $Q_{总吸热} = Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 3RT_1$

（2）效率 $\eta = \dfrac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{总吸热}} = \dfrac{3RT_1(1-\ln 2)}{3RT_1} = 1 - \ln 2 \approx 31\%$

10 题

解：

(1)B 经历的是准静态绝热过程。设 B 的末态体积与温度分别为 VB，TB，A 的末态体积与温度分别为 VA，TA。双原子刚性分子理想气体的 γ =7/5。

则有：

$$\frac{(3P_0)^{\gamma-1}}{T_B^{\gamma}} = \frac{P_0^{\gamma-1}}{T_0^{\gamma}}$$

$$T_B = 3^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} T_0 = 3^{\frac{2}{7}} T_0 \approx 1.37 T_0$$

又 $P_0 V_0^{\gamma} = 3P_0 V_B^{\gamma}$

$$V_B = 3^{-\frac{5}{7}} V_0 = 0.46 V_0$$

$$V_A = 2V_0 - V_B = (2-0.46)V_0 = 1.54 V_0$$

$$T_A = \frac{P_A V_A}{P_0 V_0} T_0 = \frac{3P_0 \times 1.54 V_0}{P_0 V_0} T_0 = 4.62 T_0$$

（2）

授课教师

姓名

学号

班号

密

封

线

$$\Delta S_A = \int \frac{\delta Q}{T} = \int_{V_0}^{V_A} \frac{RdV}{V} + \int_{T_0}^{T_A} C_{V,m} \frac{dT}{T}$$

$$= R\ln\frac{V_A}{V_0} + \frac{5}{2} R\ln\frac{T_A}{T_0}$$

$$= R\ln 1.54 + 2.5R\ln 4.62$$

$$= 4.258R$$

或者

$$\Delta S_A = C_{p,m} \ln\frac{T_A}{T_0} - R\ln\frac{P_A}{P_0}$$

$$= \frac{7}{2} R\ln\frac{T_A}{T_0} - R\ln\frac{P_A}{P_0}$$

=4.258R

11 题

解：(1) 由爱因斯坦光电效应方程 $e|U_a| = h\nu - A$

得遏止电压 $|U_a| = h\nu / e - A / e$

即 $\mathrm{d}|U_a| / \mathrm{d}\nu = h / e$ **(恒量)**

由此可知，对不同金属，曲线的斜率相同。

(2) 由图知普朗克恒量

$$\tan\theta = \frac{2.0-0}{(9.8-5.0)\times 10^{14}} = 0.417\times 10^{-14} \text{伏特 秒}$$

$$h = e\tan\theta = 1.6\times 10^{-19} \times 0.417\times 10^{-14} = 6.67\times 10^{-34}\ \mathrm{J\cdot s}$$

12 题

解: 粒子处于 n=2 状态,在 0~a/3 区间发现该粒子的概率为:

$$\Psi_2 = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\frac{2\pi x}{a}$$

$$|\Psi_2|^2 = \Psi_2^* \Psi_2 = \frac{2}{a} \sin^2\frac{2\pi x}{a}$$

$$\int_0^{a/3} \left| \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\frac{2\pi x}{a} \right|^2 dx = \frac{1}{a} \int_0^{a/3} 2\sin^2\frac{2\pi x}{a} dx = 0.4$$

13 题

解: $P_{21}(r) = |R_{21}(r)|^2 r^2 = (\frac{1}{2a_0})^3 \frac{r^4}{3a_0^2} e^{-\frac{r}{a_0}}$

$$\frac{dP_{21}(r)}{dr} = (\frac{1}{2a_0})^3 \frac{4r^3}{3a_0^2} e^{-\frac{r}{a_0}} - \frac{1}{a_0} (\frac{1}{2a_0})^3 \frac{r^4}{3a_0^2} e^{-\frac{r}{a_0}} = 0$$

$r = 4a_0$　　径向概率密度最大