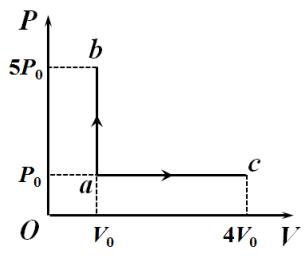


大学物理（王少杰教材）第1套阶段训练题目

热学（9-10章）

一、填空题（共30分）

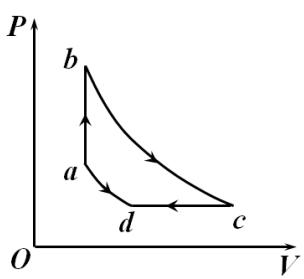
1. (本题3分) 如题1图所示, 一定量的理想气体从同一初态 $a(P_0, V_0)$ 开始, 分别经历定体过程 $a \rightarrow b$ 和定压过程 $a \rightarrow c$, b 点的压强为 $5P_0$, c 点的体积为 $4V_0$, 若两个过程中系统吸收热量相同, 则摩尔热容比 γ 等于_____。



题1图

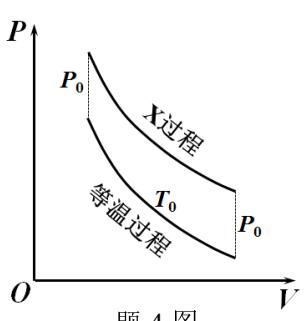
2. (本题3分) 0.1 kg 氯气(可视为理想气体) 在等压膨胀情况下, 系统对外做功与从外界吸收热量的比值为_____。

3. (本题3分) 理想气体经历如题3图所示的循环过程, $a \rightarrow b$ 为等体过程, $b \rightarrow c$ 和 $d \rightarrow a$ 为绝热过程, $c \rightarrow d$ 为等压过程, 已知各点的温度为 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d , 摩尔热容比为 γ , 则此循环的效率 η 为_____。



题3图

4. (本题3分) 如题4图所示, 物质的量为 v 的理想气体进行了一次X过程, 在 $P-V$ 图上将X过程向下平移 P_0 后, 恰好与温度为 T_0 的等温曲线重合, 则X过程中 V 与 T 的关系为_____。



题4图

5. (本题6分) 分子有效直径为 0.23 nm 的某种气体, 在温度为 25°C 、压强为 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ 时, 其分子热运动的平均自由程为_____, 一个分子在 3.5 m 的路程上与其它分子碰撞次数为_____。

6. (本题3分) 一容器内储有三种理想气体, 处于平衡态, a 种气体的分子数密度为 n_1 , 产生的压强为 P_0 , b 种和 c 种气体的分子数密度分别为 $3n_1$ 和 $5n_1$, 则混合气体的压强为_____。

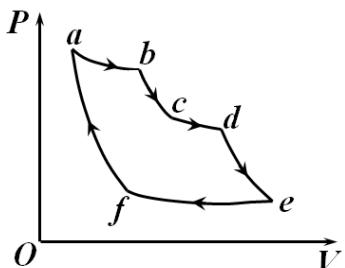
7. (本题3分) 有一刚性绝热容器被隔板分为两部分, 其中 $1/4$ 充有 1 mol 理想气体, 另外的 $3/4$ 为真空。现将隔板抽去, 使气体自由膨胀到整个容器中, 则该气体的熵变为_____。

8. (本题6分) 质量均为 m 、比热均为 c 的7个物体, 其中A的温度为 T_0 , 其余物体的温度均为 $2T_0$ 。通过物体与物体相互接触中发生的热传导使物体A温度升高, 假设接触过程与外界绝热, 则物体A可达到的最高温度为_____, 它的熵增量为_____。

二、推导证明题（共 8 分）

9. (本题 8 分) 题 9 图显示了克劳修斯循环过程，其中 $a \rightarrow b$ 、 $c \rightarrow d$ 和 $e \rightarrow f$ 是等温过程，温度分别为 T_1 、 T_2 和 T_3 ， $b \rightarrow c$ 、 $d \rightarrow e$ 和 $f \rightarrow a$ 是绝热过程。设系统是一定量的理想气体，在 $c \rightarrow d$ 过程吸收的热量和 $e \rightarrow f$ 过程中放出的热量相等，证明此循环的效率为

$$\eta = 1 - \frac{T_2 T_3}{T_2 T_3 + T_1 (T_2 - T_3)}$$



题 9 图

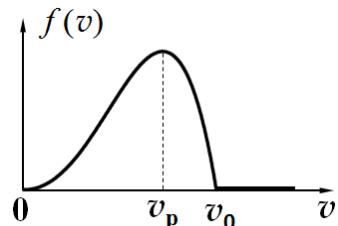
三、计算题（共 56 分）

10. (本题 6 分) 某容器内有 3 L 的氮气（可视为理想气体），其内能为 978 J。（1）求气体的压强；（2）设分子总数为 4.6×10^{22} ，求分子的平均平动动能及气体的温度。

11. (本题 10 分) 如题 11 图所示，设某种气体分子的速率分布函数为

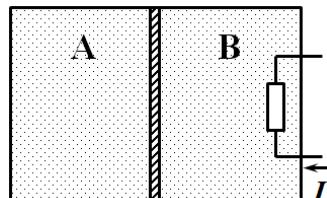
$$f(v) = \begin{cases} a(-2v^4 + v_0 v^3 + v_0^2 v^2) & (0 \leq v \leq v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$$

求：(1) 常量 a 与 v_0 的关系；(2) 分子的最概然速率 v_p ；(3) $0 \sim v_0$ 区间内分子的平均速率；(4) $0 \sim v_p$ 区间内分子的平均速率；(5) $0 \sim v_p$ 区间内的分子占总分子数的百分比。



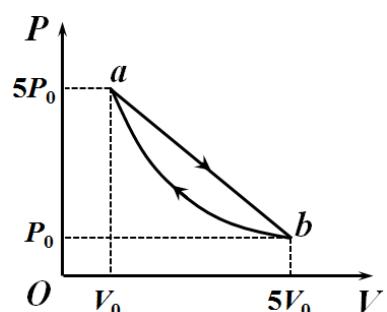
题 11 图

12. (本题 10 分) 如题 12 图所示，容积为 100 L 的绝热容器，中间用一绝热板隔开。绝热板可无摩擦自由滑动，A、B 两部分各装有 1 mol 氦气（可视为理想气体）。最初压强是 2×10^4 Pa，隔板停在中间，现通过 B 中电阻对其缓慢加热，直到 A 部分气体体积缩小到原来的一半为止。求：(1) B 中气体的过程方程；(2) 两部分气体的各自最后温度；(3) B 中气体吸收的热量。



题 12 图

13. (本题 12 分) 1 mol 氧气（可视为理想气体）经历如题 13 图所示的循环 $a \rightarrow b \rightarrow a$ ，气体在 a 点的压强和体积分别为 $5P_0$ 和 V_0 ，经直线过程 $a \rightarrow b$ 到达 b 点，其压强和体积分别为 P_0 和 $5V_0$ ，再由 b 点经等温过程 $b \rightarrow a$ 回到 a 点。求：(1) $a \rightarrow b$ 中绝热线 ($\delta Q = 0$) 的位置；(2) 将此 $P-V$ 图画成 $T-V$ 图；(3) 此循环的效率。



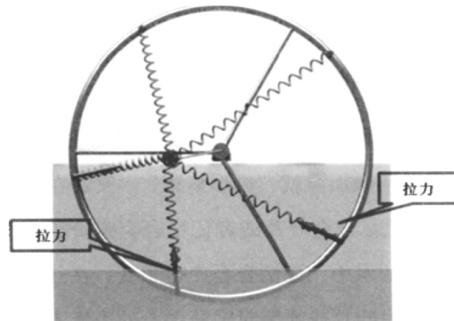
题 13 图

14. (本题 8 分) 一封闭绝热筒，被一个与绝热筒密接而无摩擦的导热活塞分为两部分，体积均为 $V_0 = 2 \text{ L}$ 。将活塞固定在正中间，一边充以 $T_0 = 400 \text{ K}$ 、 $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ 的空气，另一边充以 400 K 、 $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的空气。然后活塞被释放，并在新的位置达到平衡，求平衡后气体的温度、压强以及熵的增加值。

15. (本题 10 分) 质量为 2 kg 、温度为 -15°C 的冰，在压强为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度为 25°C 下熔解变成水，整个过程分为：(a) -15°C 的固态冰在定压条件下从周围环境吸热，成为 0°C 的固态冰；(b) 0°C 的固态冰等温地吸热熔解为 0°C 的液态水；(c) 0°C 的水定压吸热，成为 25°C 的水。求：(1) 此过程中的熵变（整个过程中周围环境温度不变）；(2) 在 0°C 时冰变成 0°C 的水时，水的微观状态数与冰的微观状态数之比。已知：水的定压比热容 $c_{pw} = 4.22 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ，冰的定压比热容 $c_{pi} = 2.09 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ，冰的熔解热 $L = 3.34 \times 10^5 \text{ J/kg}$ 。

四、设计应用题（共 6 分）

16. (本题 6 分) 如题 16 图所示，安装在转轮上的记忆合金弹簧在高于其“转变温度”的水中缩短，在空气中伸长。这就使得弹簧组对转轮中心的力矩不为零，在此力矩的作用下，转轮便转动起来了。若在下面放上热水，转轮能否不停地转动而形成第二类永动机（忽略空气和水的阻力）？并解释原因。



题 16 图