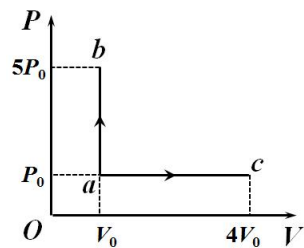


大学物理（王少杰教材）第 1 套阶段训练题目 热学（9-10 章）

一、填空题（共 30 分）

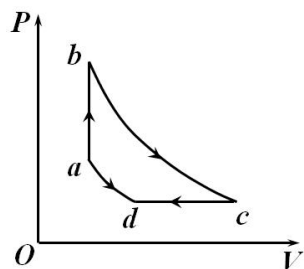
1. (本题 3 分) 如题 1 图所示, 一定量的理想气体从同一初态 $a(P_0, V_0)$ 开始, 分别经历定体过程 $a \rightarrow b$ 和定压过程 $a \rightarrow c$, b 点的压强为 $5P_0$, c 点的体积为 $4V_0$, 若两个过程中系统吸收热量相同, 则摩尔热容比 γ 等于_____。



题 1 图

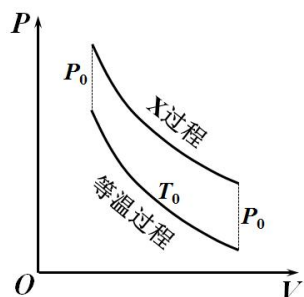
2. (本题 3 分) 0.1 kg 氯气 (可视为理想气体) 在等压膨胀情况下, 系统对外做功与从外界吸收热量的比值为_____。

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 ν 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 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 、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_____。

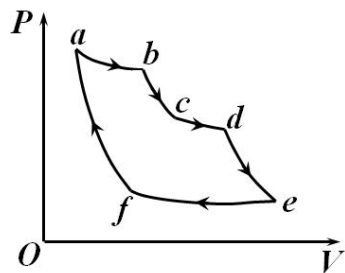
6. (本题 3 分) 一容器内储有三种理想气体, 处于平衡态, a 种气体的分子数密度为 n_1 , 产生的压强为 P_0 , b 种和 c 种气体的分子数密度分别为 $3n_1$ 和 $5n_1$, 则混合气体的压强为_____。

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



题 9 图

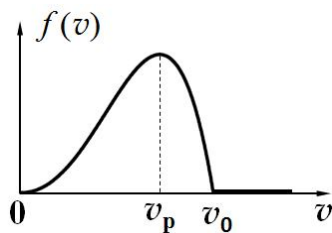
$$\eta = 1 - \frac{T_2 T_3}{T_2 T_3 + T_1 (T_2 - T_3)}$$

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

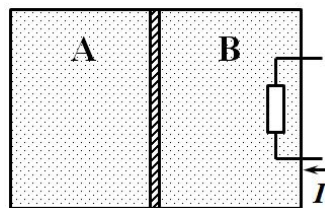
$$f(v) = \begin{cases} a(-2v^4 + v_0 v^3 + v_0^2 v^2) & (0 \leq v \leq v_0) \\ 0 & (v > v_0) \end{cases}$$



题 11 图

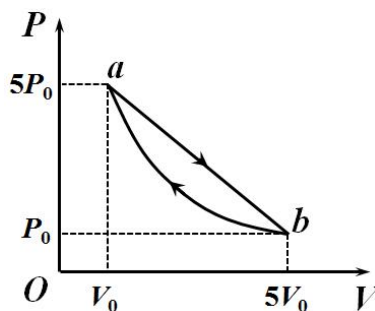
求: (1) 常量 a 与 v_0 的关系; (2) 分子的最概然速率 v_p ; (3) $0 \sim v_0$ 区间内分子的平均速率; (4) $0 \sim v_p$ 区间内分子的平均速率; (5) $0 \sim v_p$ 区间内的分子占总分子数的百分比。

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) $a \rightarrow b$ 中绝热点 ($\delta Q = 0$) 的位置; (2) 将此 P - V 图画成 T - V 图; (3) 此循环的效率。



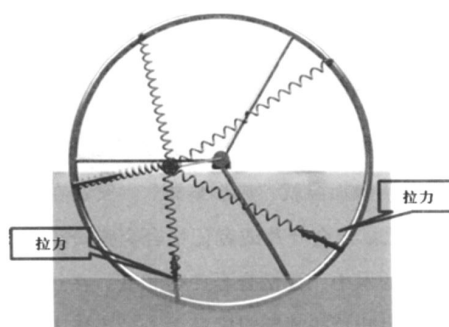
题 13 图

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 $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ 的冰, 在压强为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 下熔解变成水, 整个过程分为: (a) $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ 的固态冰在定压条件下从周围环境吸热, 成为 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的固态冰; (b) $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的固态冰等温地吸热熔解为 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的液态水; (c) $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 的水定压吸热, 成为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 时冰变成 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 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 $c_{pw} = 4.22 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 冰的定压比热容 $c_{pi} = 2.09 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 冰的熔解热 $L = 3.34 \times 10^5 \text{ J}/\text{kg}$ 。

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