

中国科学技术大学

2020年春季考试试卷

考试科目: 热学 得分: _____

题目	1	2	3	4	5	6	总分
分数	30	10	15	15	15	15	100
得分							

注意事项 (a) 题中出现的符号 δW 和 dW 含义相同, δQ 和 dQ 含义相同; (b) 尽可能以一个PDF格式的文件形式提交; (c) 请在测试限制的时间内提交, 逾期会被标记并可能影响成绩; (d) 解答非选择题应写出必要的文字说明, 方程式和主要演算步骤.

1. **选择题** 每小题5分. 在下面每小题中选择一个你认为正确的答案, 不选, 错选或多选均不得分.

30分

1.1 热力学与统计物理研究的对象是

- a. 无结构粒子;
- b. 几个粒子组成的系统;
- c. 刚体;
- d. 大量粒子组成的系统.

- a. 温度相等;
- b. 压强相等;
- c. 内能相等;
- d. 体积相等.

1.2 以下哪些热力学状态参量是强度量?

- a. 压强 p , 温度 T ;
- b. 体积 V , 温度 T .
- c. 压强 p , 体积 V ;
- d. 压强 p , 体积 V , 温度 T ;

1.4 两个热容量分别为 C_1 和 C_2 的系统, 初始温度分别是 T_1 和 T_2 , 让它们相互接触并与外界隔离, 最后达到共同温度 T_f , 那么

- a. $T_f = \frac{T_1+T_2}{2}$;
- b. $T_f = \sqrt{T_1 T_2}$;
- c. $T_f = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2}{C_1 + C_2}$;
- d. $T_f = {}^{c_1+c_2}\sqrt{T_1^{C_1} T_2^{C_2}}$.

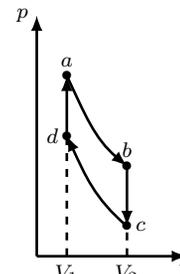
1.5 目前常用节流过程或节流过程与绝热膨胀相结合的方法来液化气体,使用节流过程降温,气体的初始温度必须低于反转温度.反转温度指的是条件

- a. $\left. \frac{\partial T}{\partial p} \right|_U = 0;$
- b. $\left. \frac{\partial T}{\partial p} \right|_H = 0;$
- c. $\left. \frac{\partial T}{\partial p} \right|_S = 0;$
- d. $\left. \frac{\partial T}{\partial p} \right|_V = 0.$

1.6 考虑一热机,其可逆循环过程如图所示,设热机的工作物质

是单原子分子理想气体, $a \rightarrow b$ 和 $c \rightarrow d$ 是绝热过程, $b \rightarrow c$ 和 $d \rightarrow a$ 是定容过程,该热机的效率是

- a. $1 - \frac{V_1}{V_2};$
- b. $1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{2/5};$
- c. $1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{2/3};$
- d. $1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{5/3}.$



题 1.6 图

10分 2. 使 0.1kg 金属上的压强准静态等温地从 1Pa 增加到 10^7 Pa, 假设密度和等温压缩系数均为常数, 分别是 $10^4 \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $6.75 \times 10^{-12} \text{Pa}^{-1}$, 试计算对金属做的功.

15分 3. 把空腔内的热辐射场当作光子气体系统来处理, 利用光压 $p = \frac{U}{3V}$, 状态方程 $pV = NkT$ 和热力学第一定律 $dU = \delta W + \delta Q = -pdV + TdS$, 求该系统的熵.

15分 4. 两个相同的物体, 设其热容量为常量, 初始温度均为 T_0 . 现有一个热机在这两个物体间工作, 把其中一个物体的温度升到 T_1 为止. 问此过程中热机做的最小功是多少?

15分 5. 使用范氏(van der Waals)气体模型 $\left[p + \left(\frac{N}{V}\right)^2 a \right] (V - Nb) = NkT$, 计算一单原子分子气体(其等容热容量为 C_V)从体积 V_1 自由膨胀到体积 V_2 后的温度和熵的变化.

15分 6. 如图, 1摩尔(mol)单原子理想气体构成的系统分别经历循环过程 $abcda$ 和 $abc'a$. 已知理想气体在任一缓慢变化过程中, 压强 p 和体积 V 满足函数关系 $p = f(V)$.

i. 试证明, 理想气体在任一缓慢变化过程 π 的摩尔热容可表示为

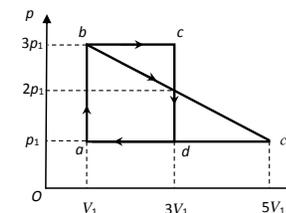
$$C_\pi = C_V + \frac{pR}{p + V \frac{dp}{dV}}$$

式中, C_V 和 R 分别为定容摩尔热容和理想气体常数;

ii. 计算系统经 bc' 直线变化过程中的摩尔热容;

iii. 分别计算系统经 bc' 直线过程中升降温的转折点在 $p - V$ 图中的坐标 A 和吸放热的转折点在 $p - V$ 图中的坐标 B ;

iv. 定量比较系统在两种循环过程的循环效率.



题 6 图