

中国科学技术大学

2020~2021 学年第二学期考试试卷

A 卷 B 卷

课程名称: 热学 B 课程代码: PHYS1002B.11

开课院系: 物理学院 考试形式: 半开卷

姓 名: _____ 学 号: _____ 专 业: _____

题 号	1	2	3	4	5	6	7	8	总 分
得 分									

注: 共八道大题, 请勿漏答。请在首页写上姓名和学号, 并在每道题下方空白处答题, 答题时要注意写上必要的计算步骤。本次考试允许携带一张写满笔记的 A4 纸, 但不允许使用包括计算器在内的所有电子产品。

摩尔质量: 1 mol ^{12}C 原子的质量为 12 g;

理想气体方程 $PV = \nu RT = Nk_{\text{B}}T$

一般气体内能关系:

$$dU = C_V dT + \left(T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P \right) dV$$

范德瓦尔斯气体方程:

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

这里, V_m 为气体摩尔体积。

(装订线内不要答题)

1. (12分) 已知一混合理想气体中几种主要成分体积比为： CO_2 ——60%， O_2 ——30%， H_2 ——10%，试求：

- (1) 该混合气体的平均摩尔质量；
- (2) 各组分的质量百分比；
- (3) 标准状态下各组分的分压强；
- (4) 标准状态下各组分的密度及混合气体的密度。

2. (10分) 设理想气体的摩尔定容热容量 C_V 为常数, 体积由 V_0 膨胀到 $4V_0$, 膨胀过程中压强和体积满足 $PV^2 = C$ (常数), 试求 1mol 理想气体在上述过程中:
- (1) 对外界做的功;
 - (2) 内能的增量;
 - (3) 熵的增量。

3. (10分) 一容器体积为 $2V$, 隔板把它分成相等的两半。开始时, 左边有压强为 p_0 的理想气体, 右边为真空。在隔板上有一面积为 S 的小孔。求打开小孔后左边气体的压强 p 随时间 t 的变化关系。假定过程中左右两边温度相等且保持不变, 设分子的平均速率为 \bar{v} 。

4. (18 分) 两个完全相同的物体, 热容量都为 C , 初始温度都为 T_i , 如果有一个制冷机工作在这两个物体之间, 使物体 1 的温度降低到 T_2 , 另一个物体 2 的温度升高。

(1) 至少要对制冷机做多少功?

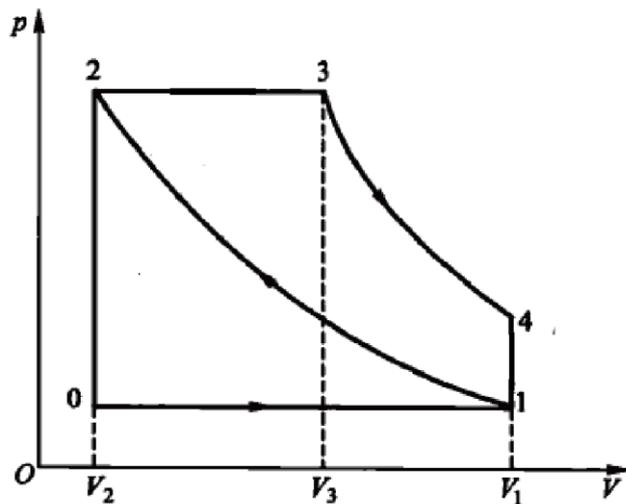
(2) 如果第 (1) 问中的功由 ν mol 范德瓦尔斯气体的准静态等温膨胀过程提供, 且该过程气体对外所做的功完全提供给制冷机, 当气体由 V_i 膨胀至 V_f , 计算该过程中需要保持气体的温度 T 为多少? (结果用范德瓦尔斯气体的 a, b 系数表示)

(3) 在第 (2) 问的过程中, 范德瓦尔斯气体前后的熵变是多少?

5. (1) (6 分) 考虑温度足够高的情况, 计算单原子分子和双原子分子理想气体的等压比热容 C_p 和等体比热容 C_v 的比值。

(2) (7 分) 考虑温度为 T , 质量为 m , 数密度为 n , 速度分布满足麦克斯韦分布, 相互碰撞截面为 σ 的气体分子, 求分子间平均碰撞率和平均自由程的表达式。

6. (12分) 如图示, 狄赛尔循环由两个绝热过程(1-2, 3-4)、一个等压过程(2-3)和一个等体过程(4-1)组成。设一理想气体的等压与等体热容比为 $C_p/C_v=\gamma$, 基于此气体的狄赛尔循环的压缩比 $V_1/V_2=K$, $V_3/V_2=\rho$, 求基于该气体狄赛尔循环的热机效率, 结果用 ρ 、 K 和 γ 表示。



7. (10分) 考虑有速度梯度分布的层流运动, 层与层之间的粘滞力 F 与粘滞系数 η 之间关系满足:

$$F = -\eta \left(\frac{du}{dz} \right)_{z_0} \Delta S$$

其中, u 为层流速度, du/dz 为速度梯度, ΔS 为层之间的接触面积。请简述粘滞系数的实验测量方法。

8. (15 分) 如图所示，将两端开口、水平长度为 L 的弯管插入密度为 ρ 的液体中。使弯管绕其竖直部分的中心以角速度为 ω 转动。设环境温度为 T ，大气压为 P_0 ，空气分子质量为 m_0 ，求管内液体相对于容器内的液体的高度 h 。

