

物理大练习 5

Part 1 知识点回顾

热力学第一定律

等体摩尔热容

定压摩尔热容

比热容比

卡诺循环的效率

玻尔兹曼熵、克劳修斯熵

提示公式：麦克斯韦速率分布函数

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} v^2$$

数学工具：高斯积分（可查表，考试时会给）

$$\begin{aligned} g_0 &= \int_0^\infty e^{-\alpha x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{\alpha}}, & g_1 &= \int_0^\infty x e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2\alpha}, \\ g_2 &= \int_0^\infty x^2 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{4(\alpha)^{\frac{3}{2}}}, & g_3 &= \int_0^\infty x^3 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2\alpha^2}, \\ g_4 &= \int_0^\infty x^4 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{3\sqrt{\pi}}{8(\alpha)^{\frac{5}{2}}}, \end{aligned}$$

Part 2 补充练习

1 （4分）质量一定的某种理想气体，

(1) 对等压过程来说，气体的密度随温度的增大而_____。

(2) 对等温过程来说，气体的密度随压强的增大而_____。

（填按什么规律增大或减小）

2 （3分）根据理想气体以下三种状态变化的关系，指出它们各表示什么等值过程。

(1) $p dV = \nu R dT$ 表示_____过程。

(2) $V dp = \nu R dT$ 表示_____过程。

(3) $p dV + V dp = 0$ 表示_____过程。

3 （3分）

处于重力场中的某种气体，在高度 z 处单位体积内的分子数即分子数密度为 $n(z)$ 。若 $f(v)$ 是分子的速率分布函数，则坐标介于 $x \sim x + dx$ 、 $y \sim y + dy$ 、 $z \sim z + dz$ 区间内，速率介于 $v \sim v + dv$ 区间内的分子数 $dN =$ _____。

4 （4分）4mol 的理想气体在 300K 时的体积为 $0.1m^3$ ，体积膨胀为 $0.5m^3$ 。

(1)如果经历的是等压过程，那么气体对外所做的功为_____；

(2)如果经历的是等温过程，那么气体对外所做的功为_____。

5 （6分）

56g 的氮气温度由 $0^\circ C$ 升至 $100^\circ C$ 。

(1)系统经体积不变的过程后，吸收热量____J，内能增加____J，对外做功____J。

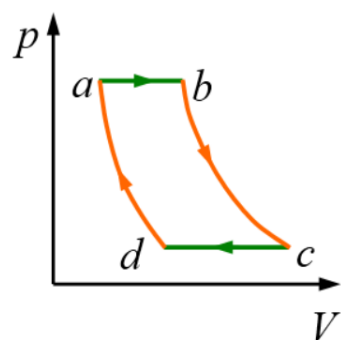
(2)系统经压强不变的过程后，吸收热量____J，内能增加____J，对外做功____J。

1 (4分)

4mol 的氧气在 300K 时的体积为 $0.1m^3$ ，经过绝热膨胀过程体积变为 $0.5m^3$ 。则温度变为_____，在该过程中氧气对外所做的功为_____。

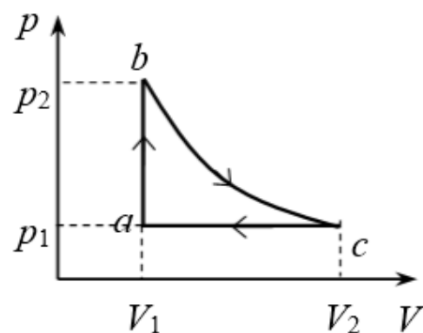
2 (6分)

理想气体经历如图所示循环，其中 **bc** 和 **da** 为绝热过程。已知 $T_c = 300K$ ， $T_b = 400K$ ，则按此循环工作的热机的效率为_____。(注：这个循环不是卡诺循环，不能简单地把温度数值代入卡诺循环效率公式计算。)



3 (6分)

一个以理想气体为工作物质的热机，其循环过程如图所示，其中bc过程为绝热过程，则此热机的效率为 $\eta =$ _____。(结果用 $\gamma, p_1, p_2, V_1, V_2$ 表示)



4 (2分) 可逆热机循环的效率为 η ，其逆循环的致冷系数为 e ，二者的关系为_____。

5 (2分)

一台冰箱在室内工作时，其冷冻室内的温度为 $-13^\circ C$ ，室温为 $17^\circ C$ 。若按理想卡诺致冷机循环计算，则此致冷机每消耗 $10^3 J$ 的功，可以从冷冻室中吸出的热量为_____。

1 (6分)

在一个大气压下 60g， $-20^\circ C$ 的冰变为 $100^\circ C$ 的水蒸气时的熵变是_____。已知冰的比热 $c_1 = 2.1 J/(g \cdot K)$ ，水的比热 $c_2 = 4.2 J/(g \cdot K)$ ，1atm 下冰的熔化热 $\lambda = 334 J/g$ ，水的汽化热 $\lambda = 2260 J/g$ 。

2 (6分)

将 1kg， $0^\circ C$ 的冰与温度为 $20^\circ C$ 的恒温热源接触，使冰全部熔化为 $0^\circ C$ 的水，那么水的熵变为_____，恒温热源的熵变为_____，冰和热源的总熵变为_____。

3 (8分)

1mol 双原子分子理想气体($\gamma = 1.4$)，经 **ab** 和 **bc** 两个过程从状态 **a** 变化到状态 **c**，其中 **ab** 为准静态绝热过程，**bc** 为等压过程。**ab** 过程的熵变为_____，**bc** 过程的熵变为_____。结果用 p_1, p_2, V_1, V_2 和已知常量表示。

