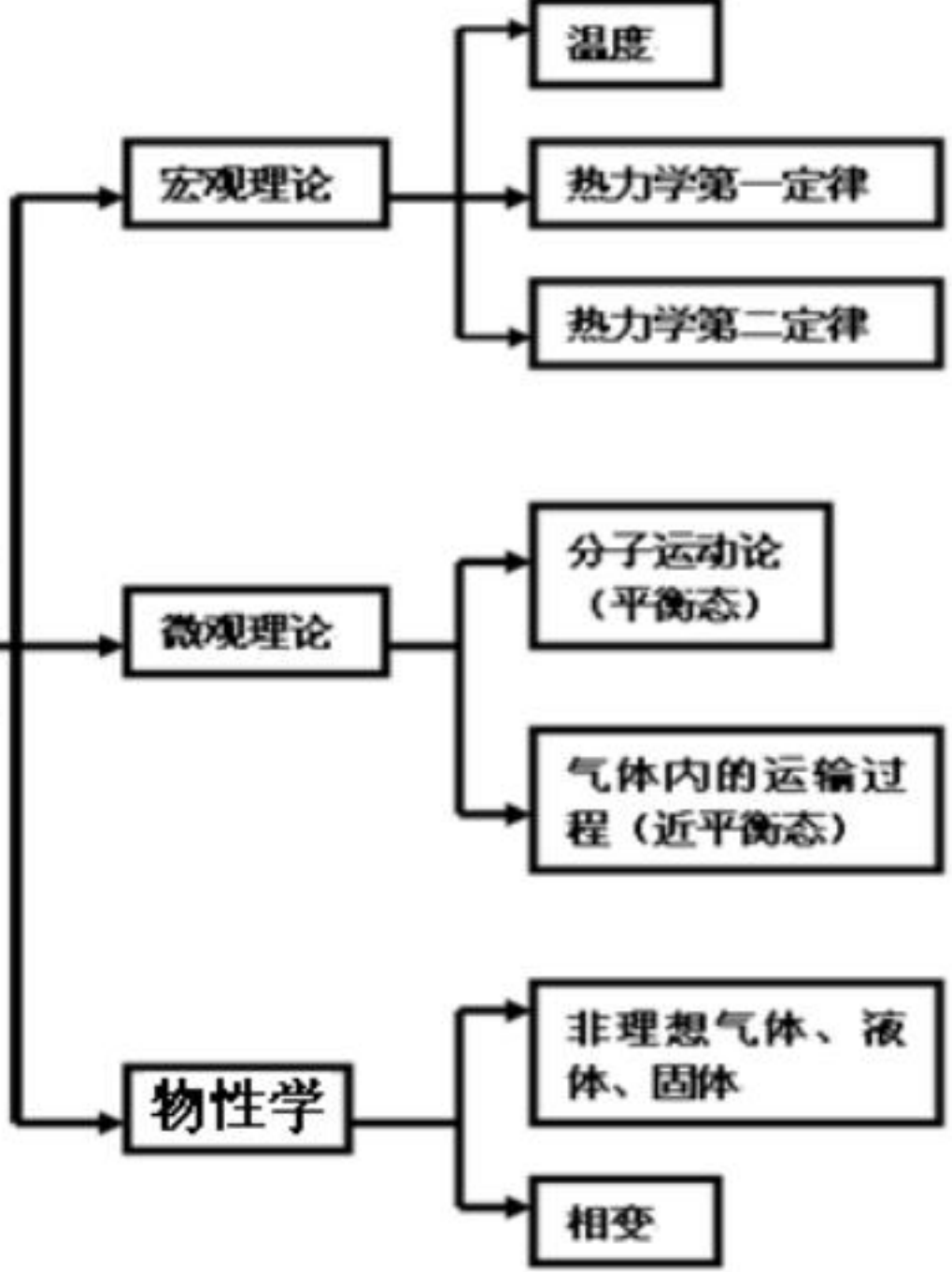


A scenic view of a tree-lined path in a university campus. The path is paved and runs through a lush green area with many tall, leafy trees. In the background, several people are walking, and a few cars are parked along the side of the path. The overall atmosphere is bright and pleasant, suggesting a sunny day.

《热学》 期末复习

(2013.5-7)

热学



着重研究理想气体，并以此为例分别阐明两种理论不同的观点和方法

综合运用宏观微观两种方法阐明非理想气体、固体、液体的性质及它之间的转变规律

第一章 热学基础

一、基本概念(熟练掌握)

平衡态与非平衡态 温度 温标

理想气体 统计假设

二、计算类型和公式(熟练掌握)

1、理想气体实验定律与物态方程

$$PV = \nu RT = MRT / M_{mol}$$

$$P_1V_1 / T_1 = P_2V_2 / T_2$$

道尔顿分压定律

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$
$$= (v_1 + v_2 + \dots + v_n) RT/V$$

2、理想气体的压强公式(熟练掌握)

$$P = \frac{2}{3} n \bar{\varepsilon} = n k T \quad k = R/N_A$$

$$\Gamma = \frac{p}{2 m \bar{v}} = \frac{n \bar{v}}{6} \quad \bar{\varepsilon} = (3/2) k T$$

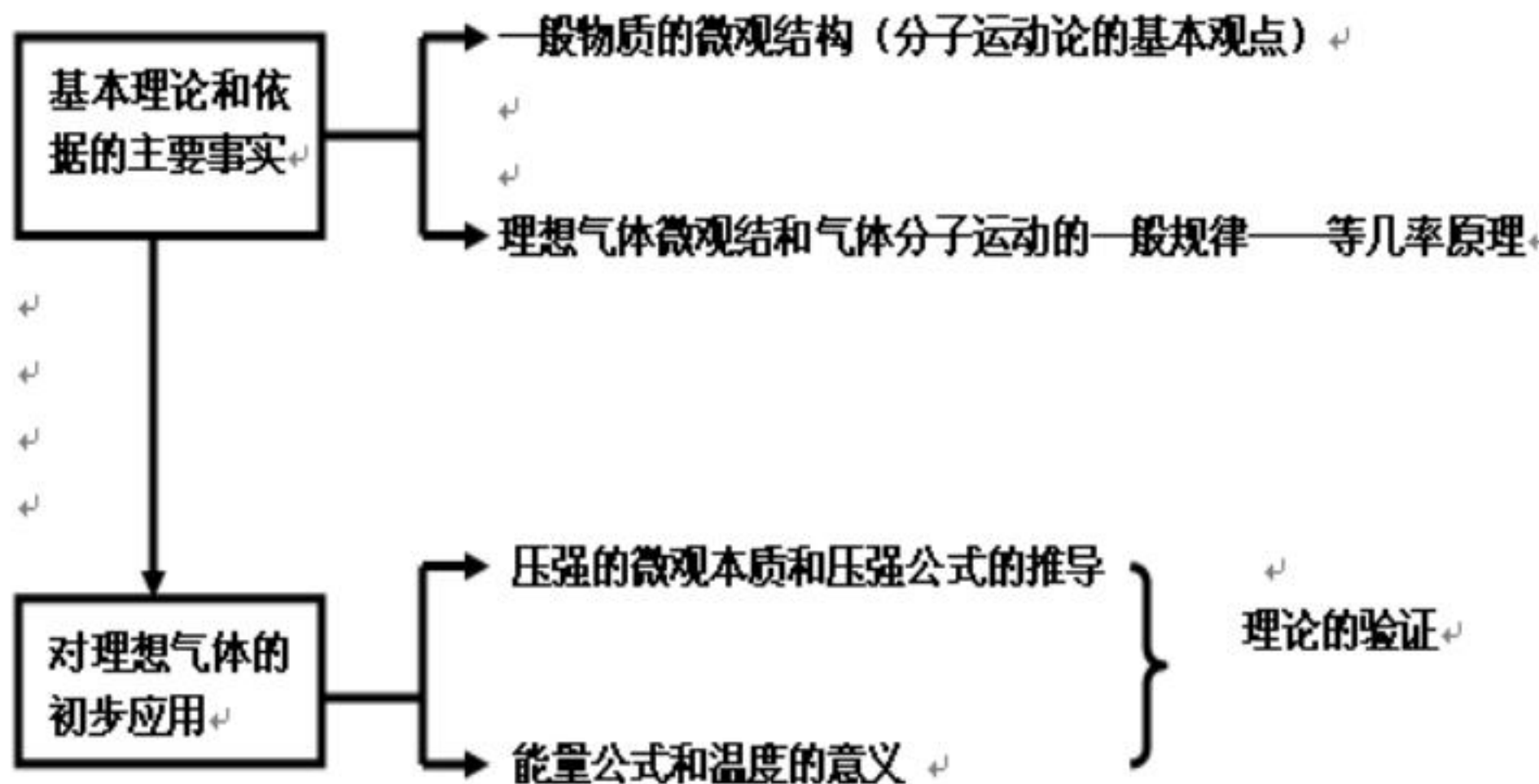
3、范德瓦尔斯方程(理解)

$$(P + a/v^2)(v - b) = RT$$

平衡态 → 热力学第零定律 → 温度 (温标)

理想气体状态方程

实际气体状态方程



第二章 热学第一定律

一、基本概念(熟练掌握)

准静态过程 可逆与不可逆过程

功 内能 热量 热容 焓

二、计算类型和公式(熟练掌握)

1、第一定律

$$Q = U_2 - U_1 + A$$

$$dQ = \nu C_{V,m} dT + PdV$$

2、理想气体的五种过程(熟练掌握)

$$\text{公式: } dU = \nu C_{V,m} dT, dH = \nu C_{p,m} dT$$

$$dQ = \nu C_{V,m} dT + pdV, C_{p,m} - C_{V,m} = R$$

(1)等体过程: $A=0, Q_{\text{吸}}=\Delta U$; (2)等压过程: $A=-p(V_2-V_1)$;

(3)等温过程: $Q=-A=\nu R \ln V_2/V_1$; (4)绝热过程: $U_2-U_1=A_{\text{绝热}}$;

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma = \dots = C_1, T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} = \dots = C_2, \frac{p_1^{\gamma-1}}{T_1^\gamma} = \frac{p_2^{\gamma-1}}{T_2^\gamma} = \dots = C_3$$

(5)多方过程: $p_1 V_1^n = p_2 V_2^n = \dots = C, C_{n,m} = C_{V,m} \frac{R}{n-1} = C_{V,m} \frac{\gamma-n}{1-n}$

3、热机的效率与卡诺热机的效率(熟练掌握)

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

4、焦-汤效应与制冷机(理解)

$$\eta_{\text{冷}} = \frac{|Q_2|}{A} = \frac{|Q_2|}{|Q_1| - |Q_2|} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

热力学第一定律

内容

实验基础

: 能量转化和守恒的研究, 焦耳热功当量实验

数学表达式

$$: dU = dQ + dA$$

实质

= 是能量转换和守恒定理在热力学中的一种具体形式

意义

= 表明热和功的当量性

内能是态函数

应用

理想气体的等容、等压、等温、绝热过程功、热等的计算

焓: $H = U + PV$ 态函数

循环过程

卡诺循环 (理想循环)

实际循环 (柴油机循环、汽油机循环)

第三章 热学第二定律

一、基本概念(熟练掌握)

热力学第二定律的两种表述

卡诺定理,熵和熵增加原理

二、计算类型和公式

1、理想气体熵变(熟练掌握)

$$\Delta S = C_V \ln \frac{P}{P_0} + C_P \ln \frac{V}{V_0}$$
$$\Delta S = C_V \ln \frac{T}{T_0} + R \ln \frac{V}{V_0}$$

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T}{T_0} - R \ln \frac{P}{P_0}$$

2、可逆过程熵变(熟练掌握)

$$S_2 - S_1 = \int_{1\text{可逆}}^2 \frac{dQ}{T}$$

3、不可逆过程熵变(掌握)

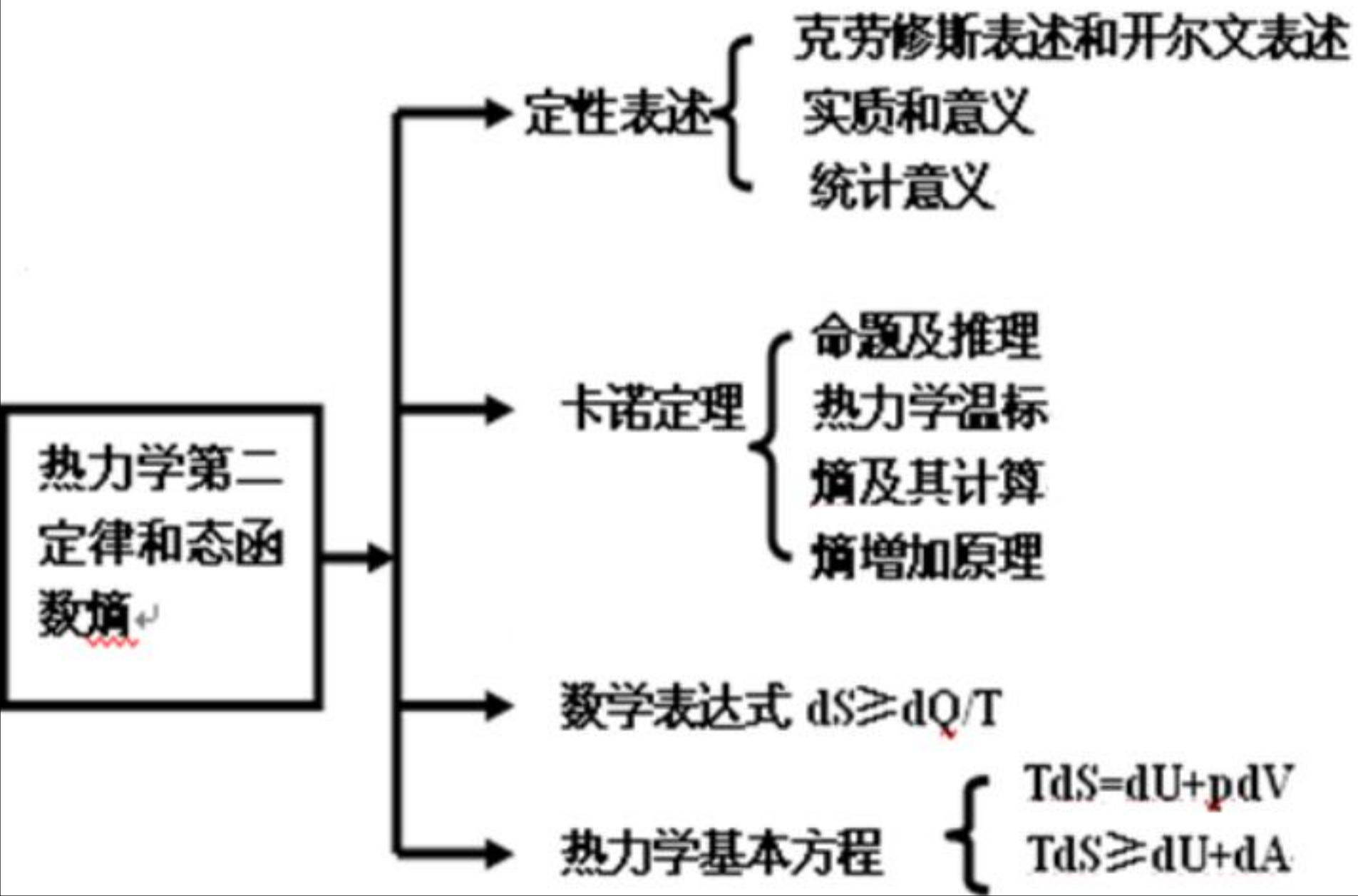
$$\Delta S = \int_{1\text{可逆}}^2 \frac{dQ}{T}$$

4、热力学基本方程(熟练掌握)

$$dU = TdS - pdV$$

$$C_v dT = TdS - pdV \text{ (对理想气体)}$$

第三章 热力学第二定律



第四章 分子动理论

一、基本概念(熟练掌握)

麦氏分布

$$\left\{ \begin{array}{l} f(v)dv = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} v^2 dv \\ f(v_x, v_y, v_z) dv_x dv_y dv_z = \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} \exp \left[-\frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT} \right] dv_x dv_y dv_z \end{array} \right.$$

自由度

二、计算类型和公式

1、三种速率、速率分布图(熟练掌握)

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$v_p = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

2、玻尔兹曼分布(熟练掌握)

$$n = n_0 \exp\left(-\frac{E_p}{kT}\right), n = n_0 \exp\left(-\frac{mgz}{kT}\right)$$

3、能量按自由度均分定理(熟练掌握)

$$U_{mol} = N_0 \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} RT$$

$$U = \frac{M}{\mu} \frac{i}{2} RT = \frac{i}{2} PV$$

$$C_P = C_V + R = (i + 2) R/2$$

$$\gamma = C_P/C_V = (i + 2)/i$$

4、布朗运动 $\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2}$

5、经典统计与量子统计 $N_i^{MB} = g_i e^{-\alpha} e^{-\varepsilon_i/kT}$

$$N_i^{BE} = g_i / \left(e^{\alpha + \frac{\varepsilon_i}{kT}} - 1 \right) \quad N_i^{ED} = g_i / \left(e^{\alpha + \frac{\varepsilon_i}{kT}} + 1 \right)$$

第四章 麦-玻分布律

实验基础：分子速率分布实验（朗缪尔实验）

理论基础：

- 分子运动论
- 概率论初

麦克斯韦速率分布律

- 1、数学表达式及其物理意义；
- 2、适用范围；
- 3、分布律的基本特征；
- 4、三种统计速率及其计算。

玻尔兹曼分布律

- 1、粒子在重力场中的分布律；
- 2、等温气压公式

能量均分定理

- 1、分子运动的自由度；
- 2、定理的表述及其统计意义；
- 3、经典热容理论。

热学习题分析

一. 基本物理量的计算小结

1. A 、 Q 、 ΔU 的计算

(1) 直接计算

计算公式	适用对象	适用条件
$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$	任何系统	准静态过程
$Q = \gamma C_m \Delta T$	任何系统	始末态为平衡态, $C_m = \text{const.}$
$\Delta U = \gamma C_{V,m} \Delta T$	理想气体	始末态为平衡态, $C_{V,m} = \text{const.}$

(2)用热力学第一定律计算

$$Q = \Delta U + A \quad \text{—适用于任何系统和任何过程}$$

(3)用 $p - V$ 图分析

1)过程曲线与 V 轴所围的面积 = $|A|$

2)理想气体等温线上 $\Delta U = 0$

3)绝热线上 $Q = 0$

} 两条重要的
参考线

2. S 的计算

(1) 选可逆过程

$$S_2 - S_1 = \int_{(1)}^{(2)} \frac{\mathrm{d}Q}{R T} \quad (\text{始、末态必须与原过程的始、末态一致})$$

例如，不能用可逆绝热膨胀来代替气体的绝热自由膨胀。

(2) 利用 S 的公式

对理想气体：

$$\Delta S = S_2 - S_1$$

$$= \nu C_{V,m} \ln \frac{T_2}{T_1} + \nu R \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (C_{V,m} = \text{const.})$$

(3) 利用 $T-S$ 图

3. 概率分布函数的计算：

(1) 麦氏分布计算

- ¥、 麦氏速率、速度分布的物理意义及分布曲线；
- ¥、 平均速率、方均根速率、最概然速率三公式及应用；
- ¥、 气体分子碰壁数及其应用；

(2) 玻氏分布计算

- ¥、 等温大气压强公式；
- ¥、 玻氏密度、能量分布；

(3) 能量均分

二. 讨论题

1. $dQ = dU + dA$ 和 $TdS = dU + dA$ 等价吗?

【答】二者不完全等价。前者适用于任何元过程，而后者只适用于可逆元过程（因为只有可逆过程才有 $dQ = TdS$ ）。

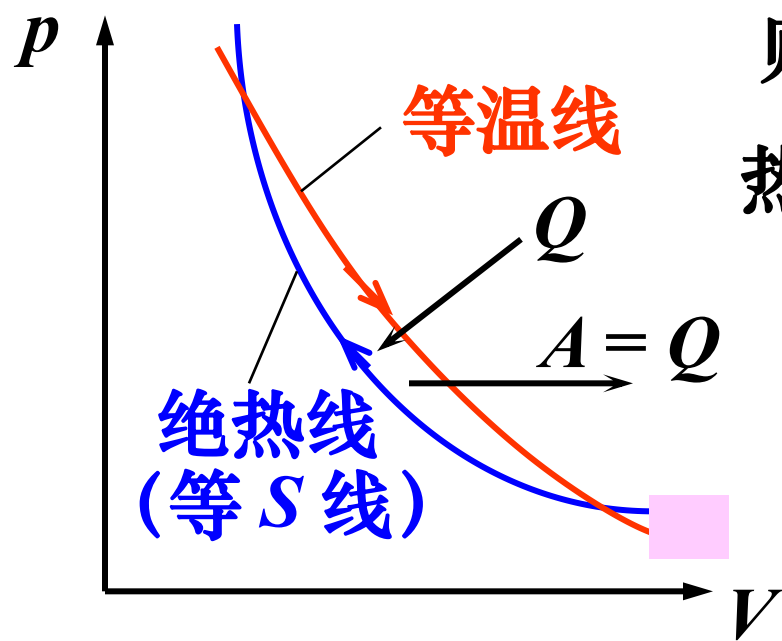
2. 在 $p-V$ 图上能画出来的过程，是否一定是可逆过程?

【答】只要是准静态过程即可，不必一定要是可逆过程。

3. 在 $p-V$ 图上一条等温线和一条绝热线能不能相交两次?

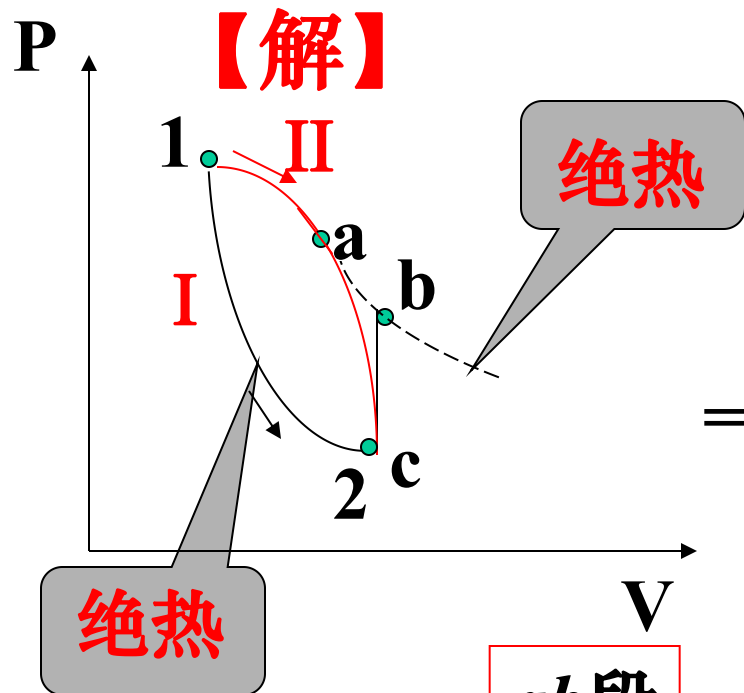
【证】 该题因未限定对象，故不能用理想气体的特点来分析。

用反证法： 假设等温线和绝热线能相交两次。



则如图示，可构成一个单热源热机，从而违反热力学第二定律的开氏表述，故假设不成立。

4. 已知理想气体经历如图所示 I, II 两个过程, 问:
 (1) Q_{II} 的正负? (2) II 过程是否全部吸热?



过程I: $Q_I = \Delta U + A_I = 0$

$\therefore \Delta E = -A_I < 0$

过程II: $Q_{II} = \Delta U + A_{II}$
 $= -A_I + A_{II} > 0$ 所以吸热

过程II是否全部吸热?

ab段 ΔU --
 A ++

ac段 ΔU ---
 A +

Q 0

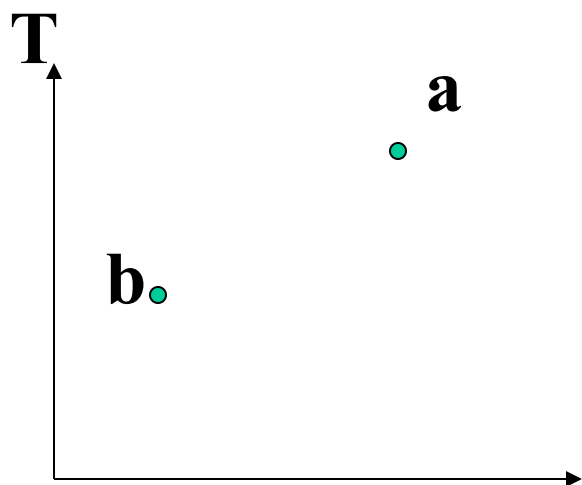
Q -- 放热

作辅助线
 ab, bc如图,

5、讨论：在温熵图上，

设 $a \rightarrow b$ 有一个理想气体定体过程。

此定体过程是什么样的曲线（凹、凸）？



【解】：设为一摩尔理想气体

$$\Delta S = C_{V,m} \ln \frac{T_b}{T_a} + R \ln \frac{V_b}{V_a} = C_{V,m} \ln \frac{T_b}{T_a}$$

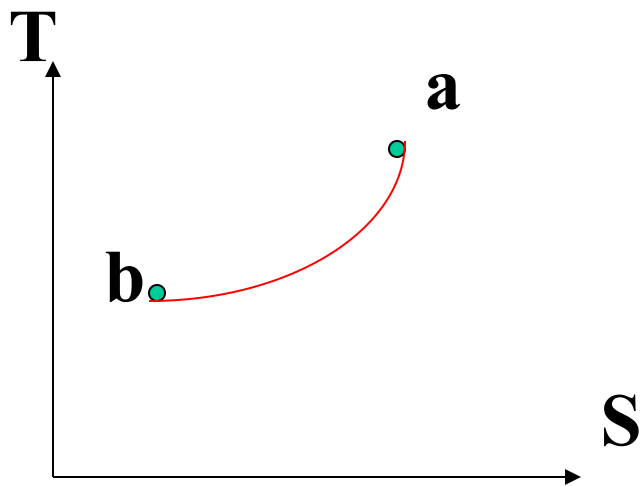
$$S_b - S_a = C_{V,m} \ln T_b - C_{V,m} \ln T_a$$

可令 $S = C_{V,m} \ln T$

得

$$T = e^{\frac{S}{C_{V,m}}}$$

$$T = e^{\frac{S}{C_{V,m}}}$$



$$\frac{dT}{dS} = \frac{1}{C_{V,m}} e^{\frac{S}{C_{V,m}}} > 0$$

$$\frac{d^2T}{dS^2} = \left(\frac{1}{C_{V,m}} \right)^2 e^{\frac{S}{C_{V,m}}} > 0$$

所以是凹曲线。

6、请说明麦氏分布中,在方均根速率附近某一小的速率区间 dv 内的分子数随气体温度的升高而减少。

麦氏分布: $f(v)dv = 4\pi \cdot \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right) \cdot v^2 dv$

方均根速率: $v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

在方均根速率附近某一小的速率区间 dv 内的分子数:

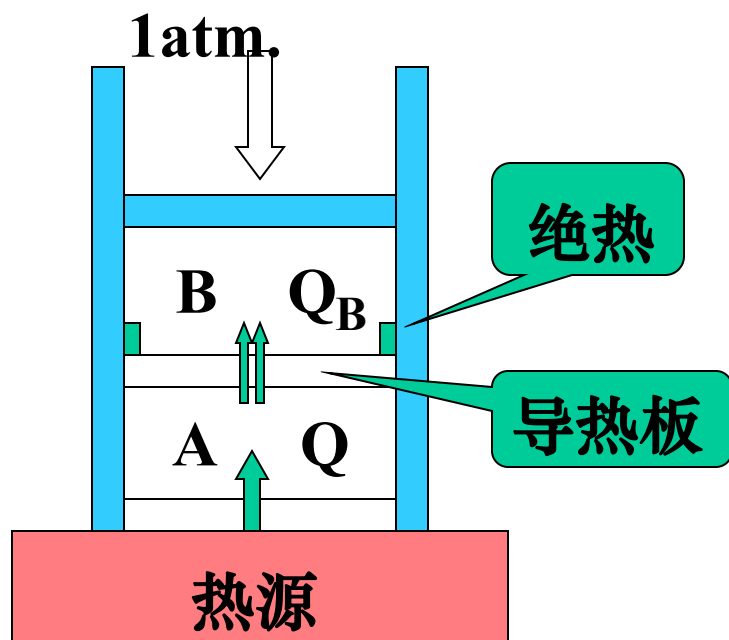
$$N \cdot f(v_{rms})dv = 4\pi N \cdot \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \exp\left(-\frac{m \cdot \frac{3kT}{m}}{2kT}\right) \cdot \frac{3kT}{m} dv$$

$$= 3e^{-\frac{3}{2}} \cdot N \cdot \sqrt{\frac{2m}{\pi kT}} dv$$

它随气体温度的升高而减少

三. 计算题

1. 已知: 一气缸如图, A, B 内各有 1mol 理想气体 N_2 . $V_A = V_B, T_A = T_B$. 有 335J 的热量缓慢地传给气缸, 活塞上方的压强始终是 1atm (忽略导热板的吸热, 活塞重量及摩擦)。



求: (1) A, B 两部分温度的增量及净吸的热量;
(2) 若导热隔板换成可自由滑动的绝热隔板, 再求第(1)问的各量。

【解】 (1) 因为隔板导热，所以

$$\Delta T = T'_A - T_A = T'_B - T_B$$

A : 等容过程

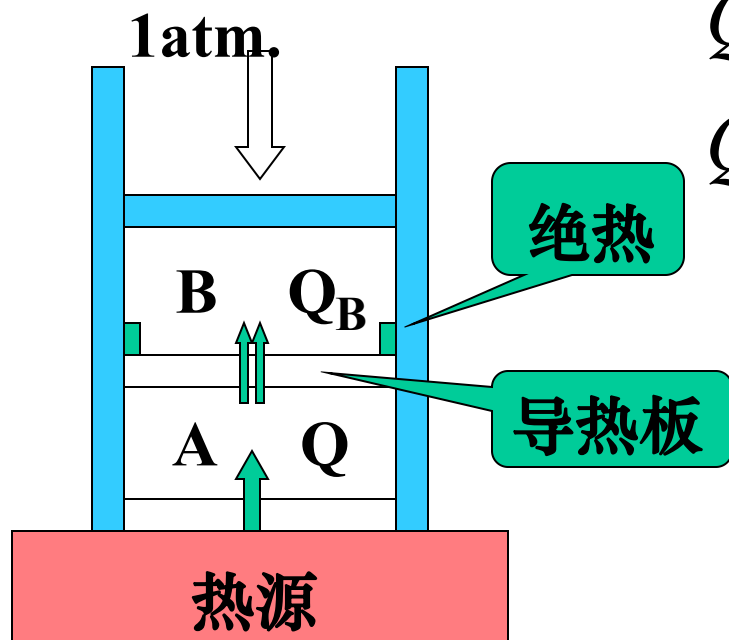
$$Q - Q_B = \Delta U + A = \Delta E$$

$$Q - Q_B = C_{V,m} \Delta T \dots \dots \dots (1)$$

B : 等压过程

$$Q_B = C_{P,m} \Delta T \dots \dots \dots (2)$$

解(1)(2)联立，得



$$\begin{aligned}\Delta T &= \frac{Q}{C_{V,m} + C_{P,m}} = \frac{Q}{\frac{i}{2}R + \frac{i+2}{2}R} \\ &= \frac{Q}{(i+1)R} = \frac{335}{(5+1)8.31} = 6.72 K\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_B &= C_{P,m}\Delta T = \frac{i+2}{2}R\Delta T \\ &= \frac{5+2}{2}8.31 \times 6.72 = 196 J\end{aligned}$$

$$Q_A = C_{V,m}\Delta T = \frac{i}{2}R\Delta T = \frac{5}{2} \times 8.31 \times 6.72 = 139 J$$

$$(\text{或 } Q_A = Q - Q_B = 335 - 196 = 139 J)$$

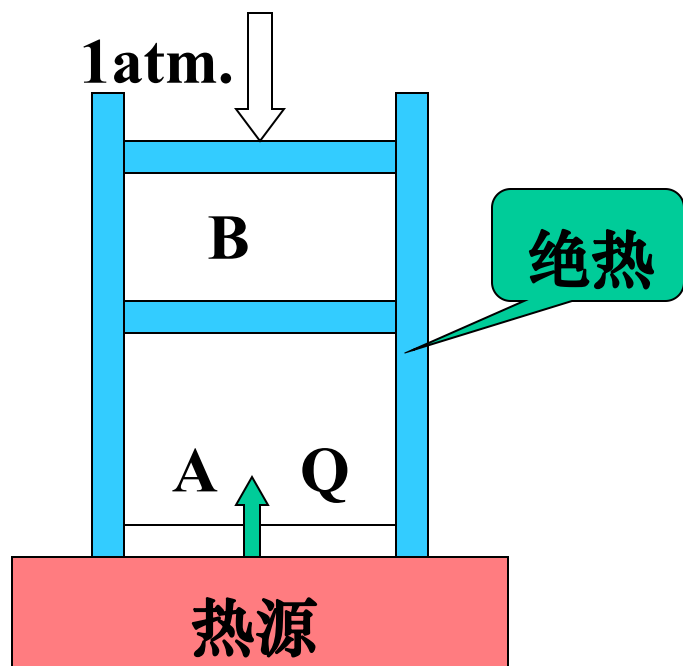
方法二：“整体法” 将A,B看成一个整体

$$Q = \Delta U + A = 2C_{V,m} \Delta T + P\Delta V$$

$$= 2C_{V,m} \Delta T + R\Delta T$$

$$\therefore \Delta T = \frac{Q}{2C_{V,m} + R} = \frac{Q}{C_{V,m} + C_{P,m}} = 6.72 \text{ K}$$

(结果相同)



(2) 若将导热隔板换成可自由滑动的绝热隔板, 原来A,B内各有 1 mol 理想气体 N_2 .

$$\therefore V_A = V_B, T_A = T_B$$

$$\therefore P_A = P_B = 1 \text{ atm.}$$

A: 等压吸热过程

A吸热膨胀要推隔板,
B的压强略增就要推
活塞,---A,B都保持
1atm.的压强.

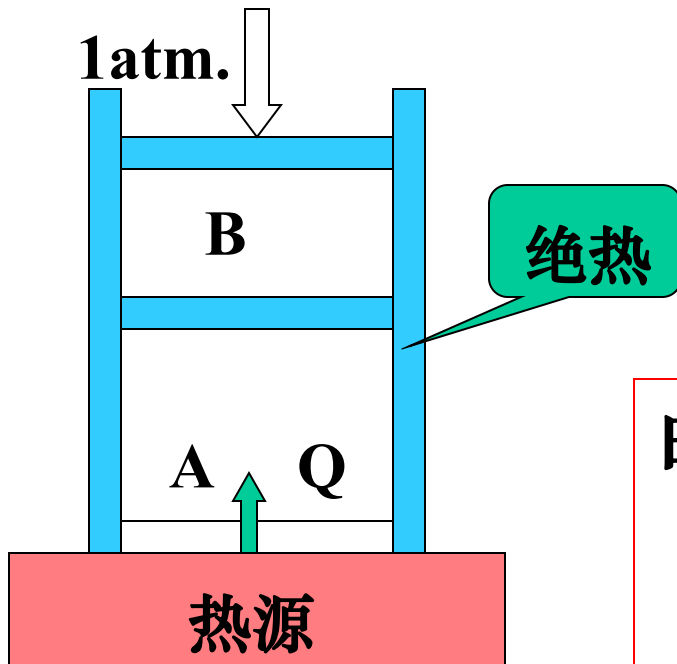
$$Q = C_{P,m} \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = \frac{Q}{C_{P,m}} = \frac{335}{\frac{5+2}{2} \times 8.31} = 11.5 \text{ K}$$

B: 等压绝热过程

$$Q_B = C_{P,m} \Delta T = 0$$

$$\therefore \Delta T = 0$$

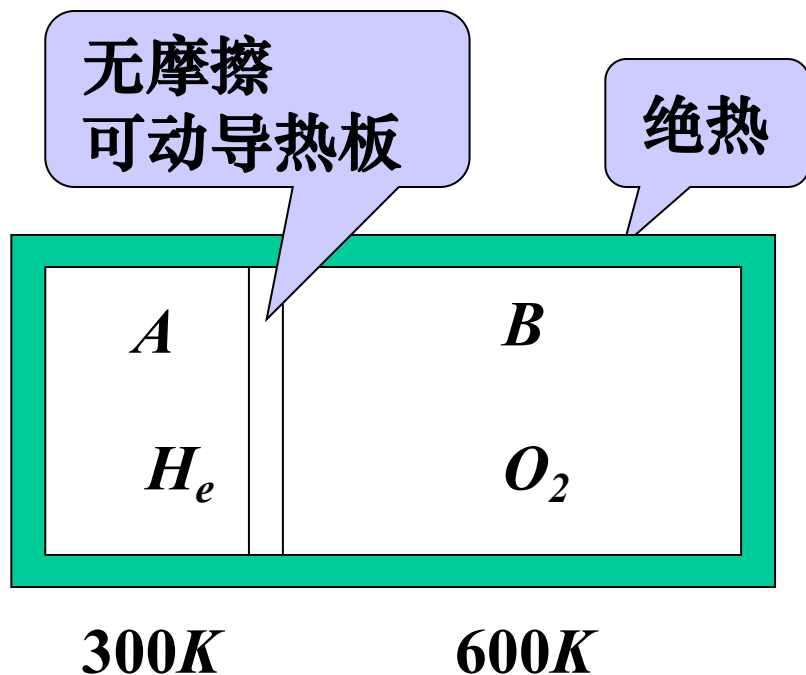


由于B压强不变,而且温度也不变,
所以体积也不变,
B室整个向上平移.

2. 已知: 一绝热容器如图, A, B 内各有 1mol 理想气体

$$\text{He, O}_2: \quad T_A = 300\text{K}, T_B = 600\text{K}, \\ P_A = P_B = P_0 = 1\text{atm}.$$

求: (1) 整个系统达到平衡时的温度 T , 压强 P
(2) He, O_2 各自的熵变。



【解】 这是有限大温差传热,
非准静态过程;

并且A(或B)非等温,非绝热,
非等容,非等压.

(1) 求平衡时的温度 T , 压强 P :

温度是450K吗?

“整体法”：

$$\because Q = 0, A = 0 \therefore \Delta U = 0$$

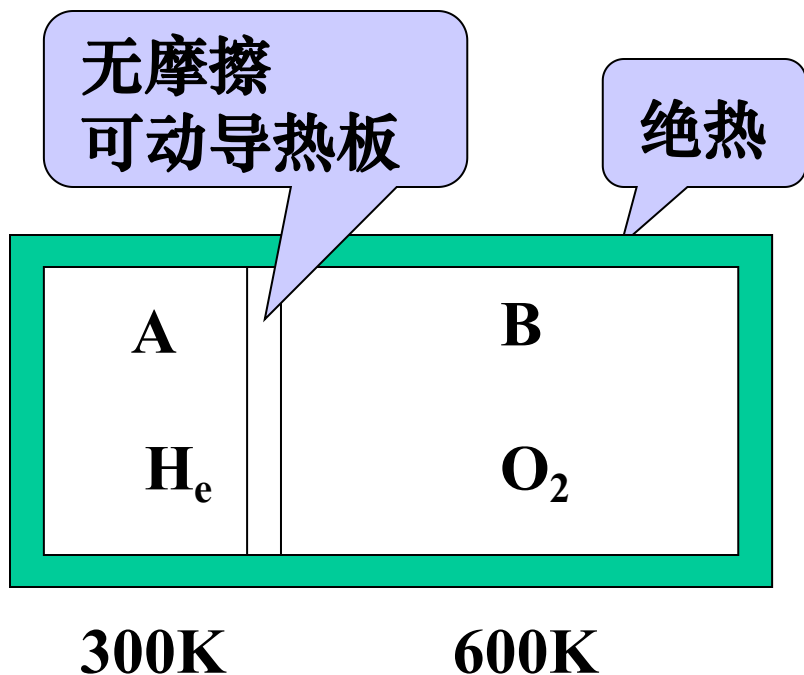
(热一律 普遍适用)

$$\therefore \Delta U_A + \Delta U_B = 0$$

再利用 理想气体内能公式

$$\frac{3}{2}R(T - T_A) + \frac{5}{2}R(T - T_B) = 0$$

可得 $T = 488 \text{ K}$



利用理想气体状态方程

各自最终体积相等吗？

$$\text{初始: } V_A + V_B = \frac{RT_A}{P_A} + \frac{RT_B}{P_B} = R \frac{T_A + T_B}{P_0} = 2V$$

最后： 对He 或 O₂

$$\because PV = RT$$

$$\rightarrow P = \frac{RT}{V} = \frac{RT}{R \frac{T_A + T_B}{2P_0}} = \frac{2P_0 T}{T_A + T_B}$$

$$= 1.08 \text{ atm.}$$

(2) 求He, O₂各自的熵变.

$$(\Delta S)_A = (C_{P,m})_A \ln \frac{T}{T_A} - R \ln \frac{P}{P_0}$$

$$= \frac{3+2}{2} \times 8.31 \times \ln \frac{488}{300} - 8.31 \times \ln \frac{1.08}{1} = 9.45 \text{ J/K}$$

$$\begin{aligned}(\Delta S)_B &= (C_{P,m})_B \ln \frac{T}{T_B} - R \ln \frac{P}{P_0} \\ &= \frac{5+2}{2} \times 8.31 \times \ln \frac{488}{600} - 8.31 \times \ln \frac{1.08}{1} \\ &= -6.68 \text{ (J.K}^{-1}\text{)}\end{aligned}$$

整个系统的熵变:

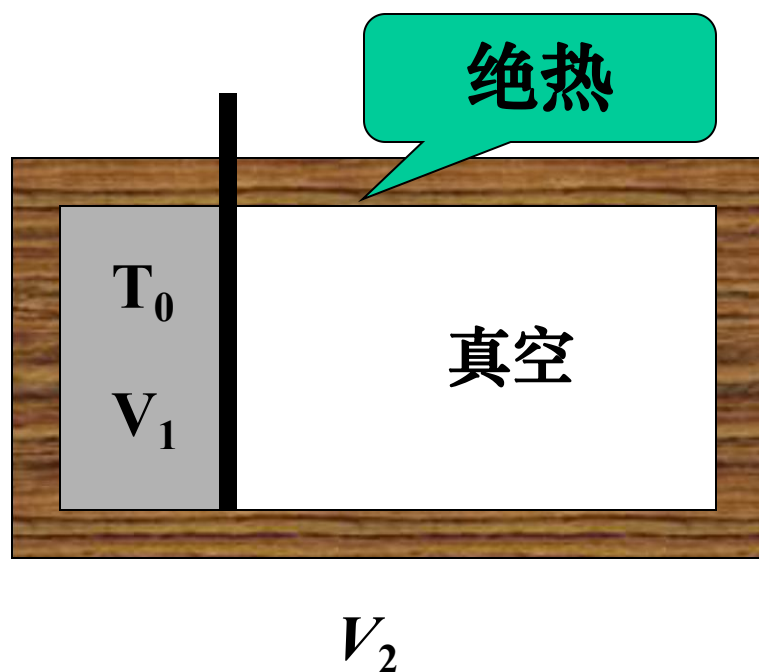
$$\begin{aligned}\Delta S &= (\Delta S)_A + (\Delta S)_B \\ &= 9.45 + (-6.68) = 2.77 \text{ (J.K}^{-1}\text{)} > 0\end{aligned}$$

这是有限大温差的传热过程,是不可逆的,当然熵是增加的.

3. 已知:在一绝热容器中,有 1mol 温度为 T_0 的理想气体, 其 $C_{V,m}$ 已知。

求:(1)体积由 V_1 自由膨胀到 V_2 ,再无限缓慢地压缩回 V_1 的整个过程的熵变及终温。

(2)体积由 V_1 自由膨胀到 V_2 ,再很快地压缩回 V_1 的整个过程的熵变,能否求出终温?

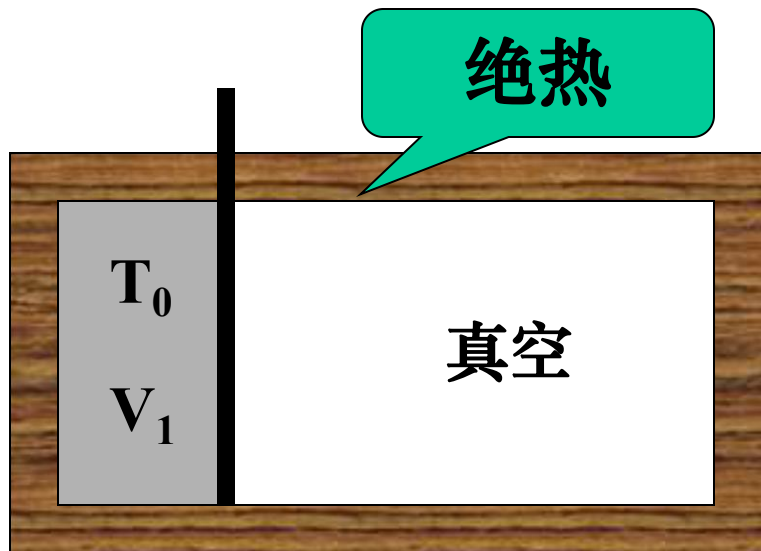


【解】 设气体经绝热自由膨胀 从 $V_1 \rightarrow V_2$, 即从状态1 \rightarrow 状态2

$$\because Q = 0$$

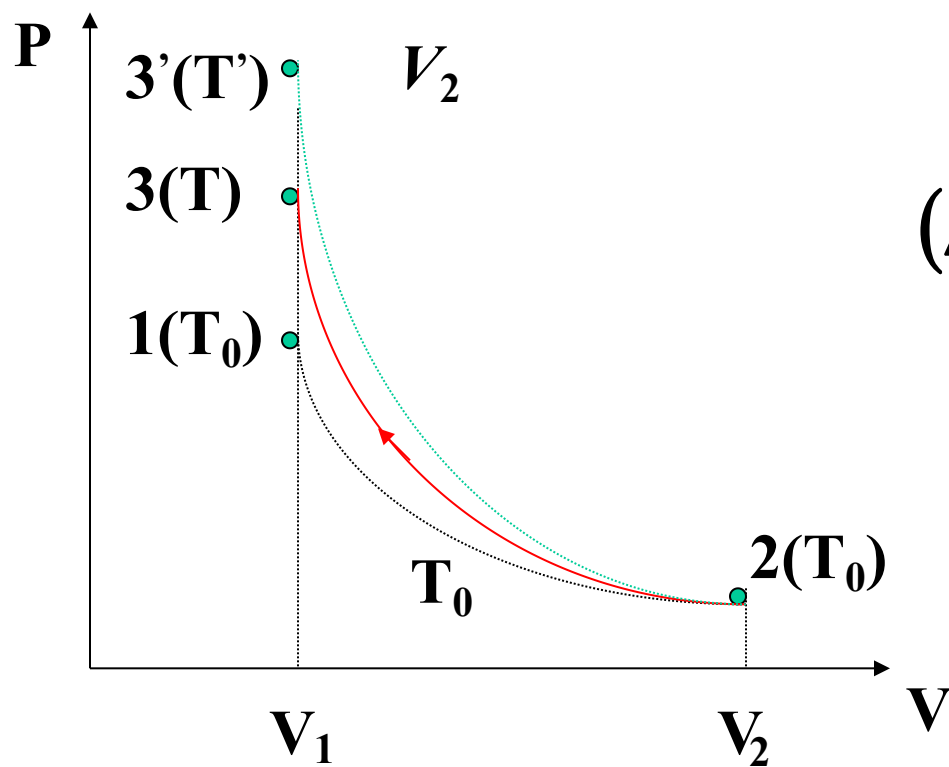
$$A = 0$$

$$\therefore \Delta U = 0 \quad (\text{热一律})$$

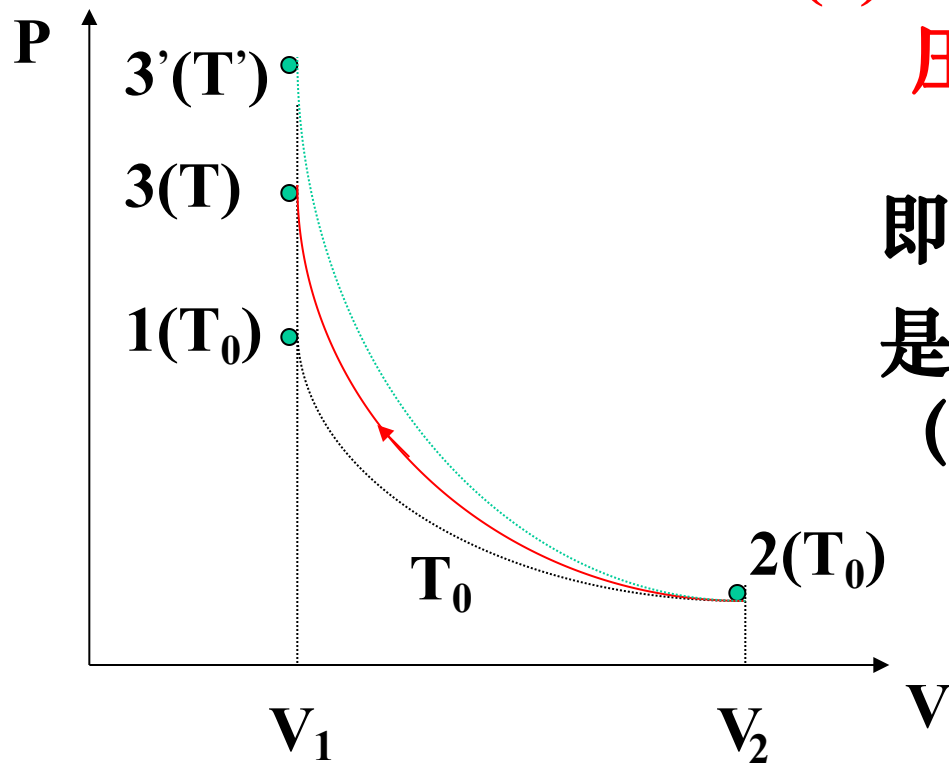


由于是不可逆过程，
所以可以另设想一个
可逆等温过程来求熵变：

思考：能否设想一个
可逆绝热过程来求熵变？



$$\begin{aligned}
 (\Delta S)_{12} &= \int_{V_1}^{V_2} \frac{dQ}{T} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{PdV}{T} \\
 &= \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} \frac{dV}{T} = R \ln \frac{V_2}{V_1}
 \end{aligned}$$



(1) 当无限缓慢地
压缩回 V_1 时

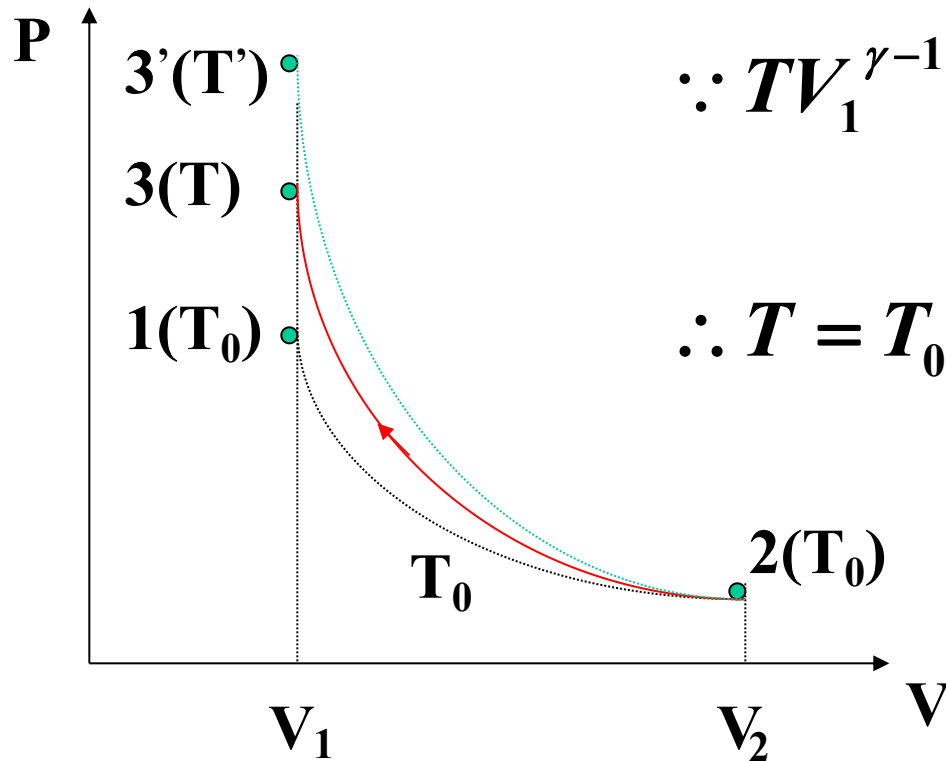
即 状态 $2 \rightarrow$ 状态 3
是可逆绝热过程
(即等熵过程),

有 $(\Delta S)_{23} = 0$

有
$$\Delta S = (\Delta S)_{12} + (\Delta S)_{23} = R \ln \frac{V_2}{V_1} > 0$$

系统的终温：肯定是升高了，计算：

方法一： 由准静态的绝热过程方程



$$\therefore TV_1^{\gamma-1} = T_0V_2^{\gamma-1}$$

$$\therefore T = T_0 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = T_0 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\frac{C_{P,m}}{C_{V,m}} - 1}$$

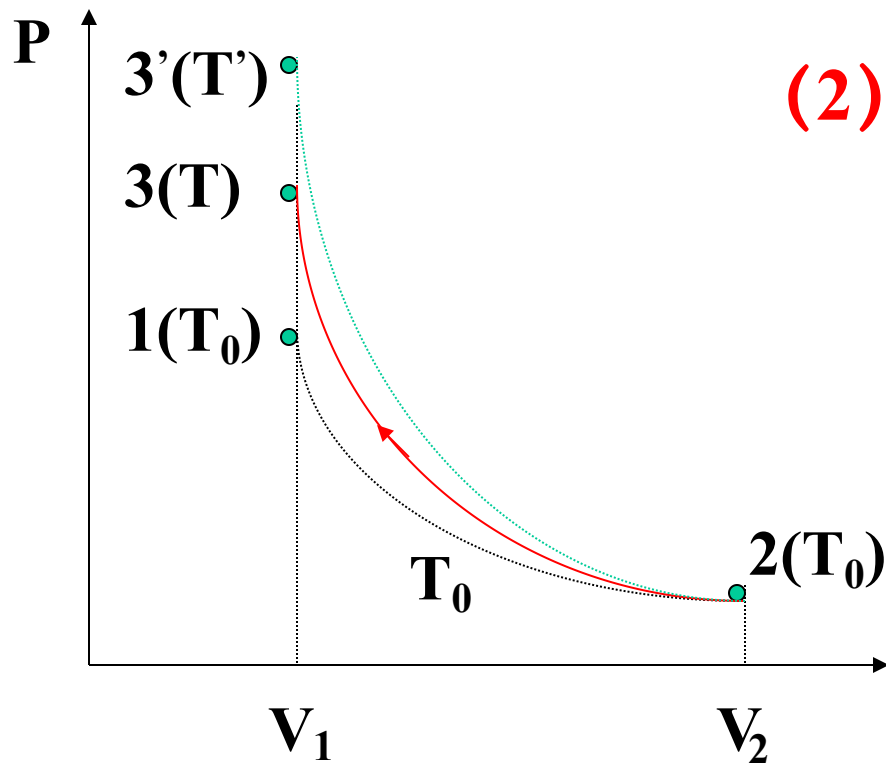
$$= T_0 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{R/C_{V,m}}$$

方法二： 由理想气体的熵变公式

$$\because (\Delta S)_{23} = 0 \quad (\text{可逆绝热是等熵过程})$$

$$\therefore (\Delta S)_{23} = C_{V,m} \ln \frac{T}{T_0} + R \ln \frac{V_1}{V_2} = 0$$

$$\rightarrow T = T_0 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{R/C_{V,m}} \quad (\text{结果相同})$$



(2) 当很快地压缩回 V_1 时

即 状态 $2 \rightarrow$ 状态 $3'$

是不可逆绝热压缩过程,

$$(\Delta S)_{23'} > 0$$

是 $T' > T$ (终温更高)?

还是 $T' < T$ (终温更低)?

看
$$(\Delta S)_{23'} = C_{V,m} \ln \frac{T'}{T_0} + R \ln \frac{V_1}{V_2}$$

由前已得到
$$T = T_0 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{R/C_{V,m}} \longrightarrow T_0 = T \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{R/C_{V,m}}$$

$$T_0 = T \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{R/C_{V,m}} \quad \therefore \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{R/C_{V,m}} = \frac{T_0}{T}$$

$$\rightarrow \ln \left(\frac{V_1}{V_2} \right) = \frac{1}{R/C_{V,m}} \ln \frac{T_0}{T} = \frac{C_{V,m}}{R} \ln \frac{T_0}{T}$$

所以 $(\Delta S)_{23'} = C_{V,m} \ln \frac{T'}{T_0} + R \ln \frac{V_1}{V_2}$

$$= C_{V,m} \ln \frac{T'}{T_0} + C_{V,m} \ln \frac{T_0}{T} = C_{V,m} \ln \frac{T'}{T} > 0$$

$\therefore T' > T$ (终温更高)

$\therefore T' > T$ (终温更高)

$T' = ?$ 取决于压缩的快慢!

整个过程的熵变

$$\begin{aligned}\Delta S &= (\Delta S)_{12} + (\Delta S)_{23'} \\ &= R \ln \frac{V_2}{V_1} + C_{V,m} \ln \frac{T'}{T}\end{aligned}$$

第二项是比第 (1) 问多出的, 即:

当很快地压缩回 V_1 时, ΔS 更大!

4、试证：若认为地球的大气是等温的，则把所有大气分子压缩为一层环绕地球表面的、压强为一个大气压的均匀气体球壳，这层球壳厚度就是大气标高。

【解】：若设在海平面处的气体分子数密度为 $n(0)$ ，在球壳体积 $dV(z)$ 范围内的分子数

$$dN(z) = dV(z) \cdot n(z) = 4\pi(z + R_E)^2 dz \cdot n(0) \cdot \exp(-M_m gz / RT)$$

$$N = n(0) \int_0^{\infty} 4\pi(z^2 + 2zR_E + R_E^2) \cdot \exp(-M_m gz / RT) dz$$

令 $RT/M_m g = h$ 称为大气标高，设在海平面处的气体分子数密度为 $n(0)$ ，所有大气的总分子数 N 为

$$N = 4\pi n(0) \left[\int_0^{\infty} z^2 \exp(-z/H) dz + 2R_E \int_0^{\infty} z \exp(-z/H) dz + R_E^2 \int_0^{\infty} \exp(-\frac{z}{H}) dz \right]$$

$$= n(0) \cdot 4\pi \frac{kT}{mg} R_E^2 \times \left[1 + \frac{2kT}{mg \cdot R_E} + 2\left(\frac{kT}{mg}\right)^2 \cdot \frac{1}{R_E^2} \right]$$

现在来估计 kT/mgR_E 的数量级。设地球大气为平均温度 $T=273\text{K}$ 的等温大气，而且

$$R_E = 6.4 \times 10^6 \text{ km}, \quad m = 29 \times 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\frac{kT}{mgR_E} = \frac{1.38 \times 10^{-23} \times 273}{29 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6} = 0.00124 \ll 1$$

利用(3)式可以看到,(2)式的方括号中的第二项比第一项小3个数量级,第三项又比第二项小3个数量级。我们完全可以忽略其中的第二项和第三项。显然,用近似方法进行计算要简便得多。这时

$$N = n(0) 4\pi R_E^2 \left(\frac{kT}{mg}\right) = n(0) \times 4\pi R_E^2 \cdot H$$

其中 H 为大气标高。由此看来,把地球的所有大气分子压缩为一层环绕地球表面的、压强为一个大气压的均匀气体球壳,这层球壳厚度就是大气标高。

5、试根据麦氏分布律证明：分子平动动能在 $\varepsilon - \varepsilon + d\varepsilon$ 区间的概率为

$$f(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (kT)^{3/2} e^{-\varepsilon/kT} \sqrt{\varepsilon} d\varepsilon$$

其中 $\varepsilon = \frac{1}{2}mv^2$ 。根据上式求分子平动动能的最概然值。

热学启迪您的智慧!

