

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) 考试时间为 2 小时 10 分钟, 请在规定的时间限制内在 Blackboard (BB) 系统完成提交. 逾期提交可能会导致延期扣分. (b) 尽可能以一个PDF格式的文件形式提交. (c) 试卷中出现的符号 δW 和 dW 含义相同, δQ 和 dQ 含义相同. (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

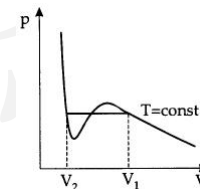
1.1 如果适当选择独立变量 (自变量), 只要知道一个热力学 (特性) 函数, 就可以通过它求得系统的全部热力学状态参量, 单组分系统, 熵 S 可以做为,

- 粒子数 N , 温度 T 和体积 V 的函数;
- 粒子数 N , 温度 T 和压强 p 的函数;
- 粒子数 N , 压强 p 和体积 V 的函数;
- 粒子数 N , 体积 V 和内能 U 的函数.

1.2 对于气体的范氏(van der Waals)模型, 在 pV 图上的等温曲

线存在正的斜率, 处于力学不稳定. 通过麦氏(Maxwell)构造进行修正(如图, 在 V_1 和 V_2 之间以直线取代原来的曲线), 可以消除这一缺陷. 在此区域的物理含义为

- 系统处于液态;
- 系统气液两相共存;
- 系统气, 液, 固三相共存;
- 系统存在多成份粒子.



题 1.2 图

1.3 以下哪些物理量是描述热力学平衡态的参量, 即状态参量?

- a. 压强 p , 体积 V , 温度 T , 熵 S , 内能 U ;
- b. 压强 p , 体积 V , 温度 T , 熵 S , 内能 U , 功 W ;
- c. 压强 p , 体积 V , 温度 T , 熵 S , 内能 U , 热 Q ;
- d. 压强 p , 体积 V , 温度 T , 熵 S , 内能 U , 功 W , 热 Q .

1.4 多元系复相平衡条件是

- a. 力学平衡;
- b. 热平衡;
- c. 化学平衡;
- d. 前面三个都成立.

10分 2. 容积为 2500cm^3 的烧瓶内有 1.0×10^{15} 个氧分子, 有 4.0×10^{15} 个氮分子和 $3.3 \times 10^{-7}\text{g}$ 的氦气. 设混合气体的温度为 150°C , 求混合气体的压强.

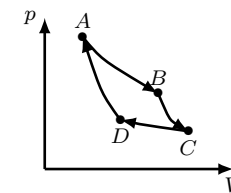
15分 3. 有两个全同的物体, 其内能 $U = NGT$, 其中 G 为常数, 初始时两物体的温度分别为 T_1 和 T_2 . 现以这两个物体为高低温热源驱动一卡诺热机运转, 最后两物体达到一共同温度 T_f , 求 T_f 以及该热机所做的功.

15分 4. 一个容器装有同种理想气体, 被一个隔板分为体积为 V_1 和 V_2 的两部分, 初始时刻, 这两部分的气体有相同的压强 p 和粒子数 N , 它们的温度则分别为 T_1 和 T_2 . 将隔板抽掉, 求达到最终平衡态后系统的熵变.

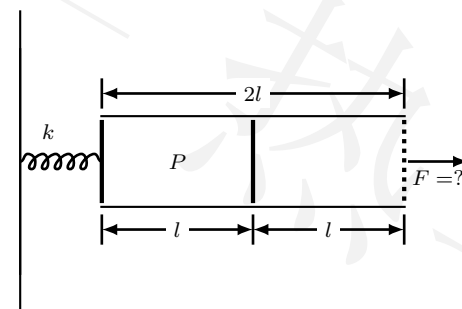
15分 5. 在一个水平放置的管道里放置2个活塞. 管道的截面积是 A , 长度为 $2l$. 左边的活塞连接到一个固定在墙上的弹簧, 弹簧的弹性系数是 k . 如图. 开始的时候, 左边活塞处于管道的顶端, 右边的活塞在管道的正中间, 弹簧处于松弛状态, 活塞之间的气体压强 P 和大气压强相等. 现在慢慢地将右边的活塞拉至管道右边的顶端并维持这个状态, 问施加在右边活塞的力是多少? 设管道一直保持静止, 忽略摩擦力并假设温度不变.

1.5 卡诺 (Carnot) 循环可以用如图所示的 p - V 曲线来表示, 其中

- a. AB , BC , CD 和 DA 均为等温过程;
- b. AB 和 CD 为等温过程, BC 和 DA 为绝热过程;
- c. AB , BC , CD 和 DA 均为绝热过程;
- d. AB 和 CD 为等温过程, BC 和 DA 为等压过程.



题 1.5 图



题 5 图

15分

6. 假设氮转换曲线方程为 $p = -21.0 + 5.44T - 0.132T^2$, 式中 p 的单位为 atm, 试问,

- i. 最大反转温度是多少?
- ii. 反转曲线上哪一点具有极大的压强?