

Quiz 4

学号_____ 姓名_____ 序号_____ (8分)

2024年5月29日

选择题（每小题2分。请从题中所给的四个选项中选出最佳的一个选项。）

1 有关热力学第一定律，下列说法正确的是：

- A. 热力学第一定律适用于任何系统
- B. 热力学第一定律中体积功项中的压强指内压强
- C. 热力学第一定律本质上是一种能量守恒的体现
- D. 热力学第一定律本质上是一种权重最大化的体现

解 C。A选项错误，热力学第一定律仅适用于和外界没有物质交换的系统。B选项错误，热力学第一定律中体积功指的是环境对系统所做的功，压强指的是外压。C选项正确，热力学第一定律本质上是能量守恒，即系统内能的变化量等于外界传给系统的热，外界对体系所做体积功以及其他功的总和。D选项错误，热力学第一定律和熵最大原理无直接关系。

2 可逆过程涉及系统和环境，以下关于可逆过程的说法正确的是：

- A、当某过程系统的始态和终态一定时，可逆功一定为常数
- B、系统和环境经过可逆过程演化后，二者不一定能按照原路径从各自终态回到各自始态
- C、系统和环境经过不可逆过程演化后，可能存在过程使得系统回到始态
- D、在可逆过程中，短时间内外压远远大于系统压强是可以允许的

解 C。A选项错误，可逆功与路径有关，对应于可逆功是某一条路径对应的体积功极大值，而不是某一对始态和终态对应的极大值。B选项错误，根据可逆过程的定义，系统和环境经过可逆过程演化后一定能按照原路径从终态回到始态。C选项正确，虽然系统和环境经过不可逆过程演化，但是仅仅让系统从终态回到始态是完全可能的，其不可逆性体现在环境的热无法回收。D选项错误，可逆过程要求外压强和内压强时刻仅相差一个积分测度 (dP)。

3 下列有关室温下氧气的说法正确的是：

- A、考虑到氧气分子电子自由度基态简并度为3，电子摩尔热容为 $R \ln 3$
- B、由于氧气分子的电子自由度能隙很大，其电子熵可近似为0
- C、氧气各个自由度配分函数大小的比较：平动 > 转动 > 电子 > 振动
- D、氧气的热容定义为氧气内能对温度的偏导数，即 $C_V = \frac{\partial U}{\partial T}$

解 C。A选项错误，氧气分子电子自由度配分函数与电子摩尔热容并无关系。B选项错误，氧气分子电子自由度基态简并度为3，对应其摩尔电子熵为 $R \ln 3$ 。C选项正确，氧气分子的电子自由度由于存在简并，其电子配分函数要显著大于其振动配分函数。D选项错误，其忽略了 n, T 不变的条件。

4 封闭体系中，且物质的量不变时，下列说法正确的是：

- A、对于理想气体的可逆过程，有 $dq = C_p dT$ 恒成立
- B、对于凝聚态，即使计及其体积随温度的改变，仍有 $C_p = C_v$
- C、对于室温下的氦气而言，有 $\left(\frac{\partial C_v}{\partial T}\right)_v$ 严格等于 0
- D、对于室温下的碘分子（气态）而言，有 $\left(\frac{\partial C_v}{\partial T}\right)_v$ 严格等于 0

解 C。A 选项错误，对于理想气体的可逆过程，有 $dq_p = C_p dT$ 恒成立，但是只有在定压可逆时有 $dq = dq_p$ 。B 选项错误，普适的公式是 $C_p = C_v + P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{n,p}$ 。考虑热胀冷缩则二者不相等。C 选项正确，氦气不含振动自由度，热容全由平动贡献，而平动热容对温度的导数严格为 0。D 选项错误，室温下碘蒸气的振动能隙和室温下的 kT 大致相当，此时振动介于低温高频和高温低频近似之间，振动热容随温度变化可观。

5 封闭系统从 (P_1, V_1, T_1) 经过某一过程到达 (P_2, V_2, T_2) ，过程中没有物质的量变化，系统内气体可认为理想气体，不考虑非体积功，下列说法错误的是：

- A、若该过程为定温过程，则有 $dq = -dw$
- B、若该过程为绝热过程，则系统做功只和系统的温度变化有关
- C、如果该过程中发生化学反应，仍可以认为 $dU = C_v dT$
- D、当始态与终态确定时，终态和始态的内能差是确定的

解 C。A 选项正确，定温过程 $dU = 0$ 。B 选项正确，过程绝热则 $dw = dU = C_v dT$ ，其中热容也可以认为是温度的函数，因此系统做功仅与系统温度变化有关。C 选项错误，发生化学反应时 $dU = C_v dT$ 不成立，发生化学反应时 $dU = \left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_{v,T} dn + C_v dT$ 。D 选项正确，内能是状态函数，仅和系统的始末状态有关，而和具体路径无关。

6 下列选项中都是状态函数的是

- A. 分子数 N 、配分函数 f 、内能变化量 ΔU
- B. 焓 H 、温度 T 、 $\frac{\Delta H}{T}$
- C. 熵 S 、热能 Q 、 $\left(\frac{\partial Q}{\partial S}\right)_{v,n}$
- D. 微量热 dq 、微量功 dw 、 $dq + dw$

解 C。状态函数的加和、差、乘积和商都是状态函数。确定好合适的基本变量后，一个状态函数对另一个状态函数的偏微分也是状态函数。 ΔU 、 ΔH 、 $\frac{\Delta H}{T}$ 和 D 选项所有函数都不是状态函数，和过程密切相关。有的只和始态和终态相关，有的和路径也相关。

7 拉瓦锡提出的“热质说”，其中的热质可分为广义（结合）热质、狭义（结合）热质和自由热质。广义热质对应内能，狭义热质对应热能，自由热质对应热辐射。下列说法中“热质”指的是狭义热质的是

- A. 1 磅碳燃烧释放大量热质，这些热质熔化 96 磅 8 盎司的冰
- B. 热质微粒和液态物质结合，增加物质粒子之间的排斥力，使物质变为气态
- C. 从一个物体排除一切热质后，物体达到可能的最低温度
- D. 真空中烧红的铁块向周围释放的热质，可被其他物体接收

解 C。C 选项，绝对零度时，热能为零，和基态能无关。B 选项，相变过程中基态能发生变化。除此之外，B 选项也有不恰当的地方，忽略了熵的因素。A 选项，化学反应和相变过程中基态能发生变化，该过程有从碳到冰的传热。D 选项，真空中没有传热介质，烧红的铁块释放的是热辐射（黑体辐射）。

