

一、名词解释题

- 1.理想气体:
- 2.稳定流动:
- 3.比热容的定义和单位:
- 4.热量焓:
- 5.孤立系统:

二、是非题

- 1.公式 $du = C_v dt$ 适用理想气体的任何过程。 ()
- 2.孤立系统达到平衡时总熵达极大值。 ()
- 3.在 $T-S$ 图上, 任意二条可逆绝热过程线不能相交。 ()
- 4.相同温度条件下, 同一理想气体的定压比热容 C_p 一定大于定容比热容 C_v 。 ()
- 5.既可以制冷又可以供热的同一套装置来说, 其制冷系数越大, 则供热系数也越大。 ()
- 6.孤立系统的熵与能量都是守恒的。 ()
- 7.膨胀功与流动功都是过程的函数。 ()
- 8.工质经历一可逆循环, 其 $\oint ds = 0$, 而工质经历一不可逆循环, 其 $\oint ds > 0$ 。 ()
- 9.热力学计算中使用的是摄氏温标。 ()
- 10.理想气体的热力学能就是热量。 ()

三、选择题

- 1.一个橡皮气球在太阳下吸热膨胀, 气球内的压力正比于气球的容积, 则气球内的气体进行的是 ()
A. 定压过程 B. 定温过程 C. 定容过程 D. 多变过程
- 2.若从某一初态经可逆与不可逆两条途径到达同一终态, 则不可逆途径的 ΔS 必 () 可逆过程 ΔS 。
A. 小于 B. 大于等于 C. 大于 D. 等于



- 3.绝热节流过程中节流前、后稳定截面处的流体()
A.焓值增加 B.焓值减少 C.熵减少 D.熵增加
- 4.热力学第一定律阐述了能量转换的()。
A.方向 B.速度 C.限度 D.数量关系
- 5.绝对压力 P , 真空 P_v , 环境压力 P_a 间的关系为()
A. $P+P_v+P_a=0$ B. $P+P_a-P_v=0$ C. $P-P_a-P_v=0$ D. $P_a-P_v-P=0$
- 6.气体常量 R_g ()
A. 与气体种类和状态均有关 B.与状态有关,与气体种类无关
C. 与气体种类有关,与状态无关 D.与气体种类和状态均无关
- 7.理想气体的()是两个相互独立的状态参数。
A.温度与热力学能 B.温度与焓 C.温度与熵 D.热力学能与焓
- 8.理想气体经历定温过程, 下列参数改变的有 ()
A.比热容 B.比焓 C.比熵 D.气体常数
- 9.可逆绝热稳定流动过程中, 气流焓的变化与压力变化的关系为()
A. $dh=-vdp$ B. $dh=-pdv$ C. $dh=vdp$ D. $dh=pdv$
- 10.闭口系统中工质的储存能为 ()。
A $E=U$ B $E=U+PV$
C $E=U+0.5mc^2+mgz$ D $E=U+PV+0.5mc^2+mgz$

四、填空题

- 1.不可逆绝热过程中, 由于不可逆因素导致的熵增量, 叫做 ()。
- 2.卡诺循环由两个 () 热力学过程和两个 () 热力学过程组成。
- 3.若已知工质的绝对压力 $P=0.18\text{MPa}$, 环境压力 $P_a=0.1\text{MPa}$, 则测得的表压力为 ()。
- 4.把同样数量的气体由同一初态压缩到相同的终态压力, 经()过程气体终态温度最高。
- 5.已知某理想气体经一可逆过程, $W_t=W$, 此过程为()过程。



6.如果某热机从热源吸热 100kJ, 对外做功 100kJ, 这一热力过程违反了热力学()定律。

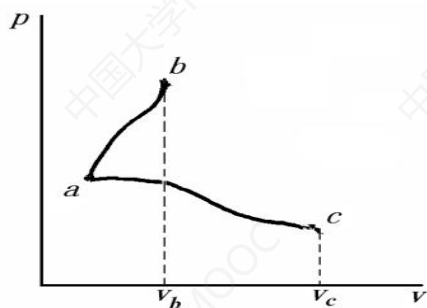
某热机工作于 600°C和 300°C的恒温热源之间, 则该热机可达的最大热效率为()。

8.空气的平均分子量为 28.97, 定压比热 $c_p=1004 \text{ J/(kg.K)}$, 其定容比热为() J/(kg.K)。

9.单位换算 1bar=() pa。

五、简答题

- 有人说不可逆过程是无法恢复到起始状态的过程, 这种说法对吗?
- 对于一种理想气体, c_p-c_v 是否为定值, 是否随温度变化? c_p/c_v 是否为定值, 是否随温度变化?
- 请从热量的传递和功热转换的角度分别阐述热力学第二定律。
- 如图所示, 某种理想气体有两任意过程 a-b 和 a-c。(1) 假设 b, c 在同一可逆绝热线上, 试问: Δu_{ab} 和 Δu_{ac} 哪个大? 为什么? (2) 假设 b, c 在同一可逆等温线上, 试问: Δu_{ab} 和 Δu_{ac} 哪个大? 为什么?



六、绘图题

- 请在同一幅 T-s 图上画出卡诺正向热动力循环, 卡诺逆向制冷循环, 卡诺逆向制热循环, 标出循环方向。



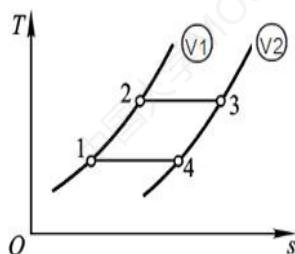
2.请画出定压过程、定温过程、定容过程和绝热过程的 $p-v$ 图和 $T-s$ 图。并注明 $\Delta u > 0$ 、 $\Delta h > 0$ 、 $\Delta q > 0$ 和 $\Delta w > 0$ 的区域。（说明：所有的过程的 $p-v$ 图和 $T-s$ 图分别画在一幅图内）。

七、计算题

1.一可逆热机，从 227°C 的热源吸热，并向 127°C 和 77°C 的热源分别放热。已知其热效率为 26% 及向 77°C 的热源放热的热量为 420kJ ，试求该热机的循环净功。

2.试证明理想气体在 $T-s$ 图上的任意两条定容线之间的水平距离相等，即求证：

$$\bar{14} = \bar{23}$$



3.已知在气缸内空气处于热平衡状态。气缸截面积 $A = 100\text{cm}^2$ ，活塞距底面 $L = 10\text{cm}$ ，活塞及其上负荷质量为 195kg ，大气压力 $P_b = 1.028 \times 10^5\text{Pa}$ ，环境温度 $T_0 = 27^\circ\text{C}$ 。若活塞除去负荷 100kg ，使活塞上升，然后达到平衡。该过程无摩擦，且缸内空气可与外界充分换热。求活塞上升的高度 ΔL ，及气体的换热量 Q 。

附录：已知下列公式（不一定都用上）：

$$Q = \Delta U + W$$

$$\delta Q = dE_{c,v} + \delta m_{out} \left(h + \frac{c^2}{2} + gz \right)_{out} - \delta m_{in} \left(h + \frac{c^2}{2} + gz \right)_{in} + \delta W_{net}$$

$$\Delta s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R_g \ln \frac{v_2}{v_1} = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R_g \ln \frac{p_2}{p_1} = c_v \ln \frac{p_2}{p_1} + c_p \ln \frac{v_2}{v_1}$$



$$\Delta s = c_m \ln \frac{T_2}{T_1}$$

等熵过程: $p v^k = \text{常数}$, $\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$, $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}$, $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$, $w = \frac{p_1 v_1 - p_2 v_2}{k-1} = \frac{R_g}{k-1} (T_1 - T_2)$

$$w_t = k w$$

等容过程: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}$, $w = 0$, $w_t = v(p_2 - p_1)$, $q = c_v(T_2 - T_1)$

等压过程: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1}$, $w = p(v_2 - v_1)$, $w_t = 0$, $q = c_p(T_2 - T_1)$

等温过程: $\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}$, $w = w_t = q = p_1 v_1 \ln \frac{v_2}{v_1}$



答案

一、名词解释题

- 1.理想气体：气体分子为弹性和不具体积的质点，分子间没有相互作用力。
- 2.稳定流动：开口系统内部及其边界上各点工质的热力参数及运动参数都不随时间而变的流动过程。
- 3.比热容的定义和单位：1 kg 物质温度升高 1 K（或 1 °C）所需热量称为质量热容，或称比热容。单位为：J/(kg·k)。
- 4.热量焓：在温度为 T_0 的环境下，系统（ $T > T_0$ ）所提供的热量中可转化为有用功的最大值。
- 5.孤立系统：与外界既无能量交换又无物质交换的系统。

二、是非题

1~5√√√√√ 6~10×××××

三、选择题

1~5 D D D D D 6~10 C C C C C

四、填空题

- 1.（熵产）
- 2.（可逆绝热）、（可逆定温）
- 3.（0.08Mpa）单位不对不得分
- 4.（绝热压缩）
- 5.（定温）
- 6.（二）
- 7.（34.36%）
- 8.（717）
- 9.（105）

五、简答题

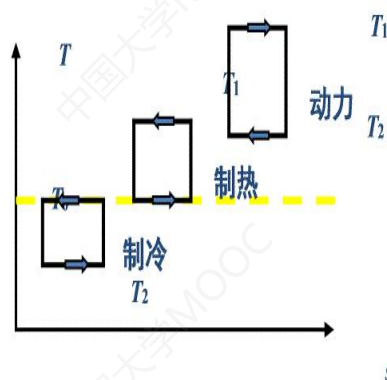
- 1.答：不对。不可逆过程可以恢复到起始状态，但是在这个过程逆推的时候，周边的环境由于不可逆因素的存在一定会发生变化，而不能和系统一起恢复初始状态。
- 2.答： $c_p - c_v = R_g$ ，是一个定值，不随温度发生变化； $c_p / c_v = \gamma$ ，随温度改变。
- 3.答：（1）克劳修斯表述：热不能自发地、不付代价地从低温物体传至高温物体；（2）开尔文—普朗克表述：不可能制造出从单一热源取热，使之全部转化为功而不留下其它任何变化的热力循环发动机。



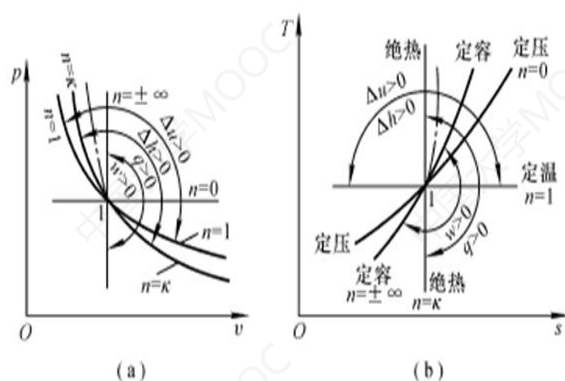
4.答：（1）分别过 b 点和 c 点作等温线，根据等温线与绝热线的位置关系可发现 b 点的温度高于 c 点的温度。理想气体热力学能 u 是温度的单值函数，因此 $u_b > u_c$ 。所以 $\Delta u_{ab} > \Delta u_{ac}$ （2）道理同（1）， $\Delta u_{ab} = \Delta u_{ac}$

六、绘图题

1.



2.



七、

1.



热机的热效率为

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_{21} - Q_{22}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_{21} - 420}{Q_1} = 0.26$$

对于热源、可逆热机和冷源组成的整个孤立系有

$$\frac{-Q_1}{500} + \frac{Q_{21}}{400} + \frac{420}{350} + 0 = 0$$

解方程组可得

$$Q_1 = 1000\text{kJ}, Q_{21} = 320\text{kJ}$$

该热机的循环净功为

$$W = Q_1 - Q_{21} - Q_{22} = 260\text{kJ}$$

2.

解：23 和 14 过程为定温过程，所以

$$\Delta S_{23} = R_g \ln \frac{v_3}{v_2}$$

$$\Delta S_{14} = R_g \ln \frac{v_4}{v_1}$$

而 3、4 和 1、2 分别在两条等容线上，因此 $R_g \ln \frac{v_3}{v_2} = R_g \ln \frac{v_3}{v_2}$,

所以 $\Delta S_{23} = \Delta S_{14}$ ，也即是 $14 = 23$ 证毕

3.

【解】

以气缸中空气为研究对象，其初始状态 1 为

$$p_1 = p_B + \frac{m_1 g}{A} = 1.028 \times 10^5 + \frac{195 \times 9.8}{100 \times 10^{-4}} = 2.939 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$T_1 = 300\text{K}$$

终了状态 2 为

$$p_2 = p_B + \frac{m_2 g}{A} = 1.028 \times 10^5 + \frac{95 \times 9.8}{100 \times 10^{-4}} = 1.959 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$T_2 = 300\text{K}$$

根据理想气体方程

$$pV = mRT$$

可得

$$\frac{AL_2}{AL_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2}$$

即

$$L_2 - L_1 = L_1 \frac{p_1 - p_2}{p_2} = 0.1 \times \frac{2.939 - 1.959}{1.959} = 0.05 \text{ (m)}$$

中国大学MOOC



学长学姐互助答疑群

中国大学MOOC



期末突击课

在这一过程中，以外界为研究对象，则外界对空气做功为

$$W' = -p_2 \Delta L = -1.959 \times 10^5 \times 100 \times 10^{-4} \times 0.05 = -97.95 \text{ (J)}$$

根据缸内空气的能量方程

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W = 0$$

所以

$$Q = W = -W' = 97.95 \text{ J}$$

中国大学MOOC



学长学姐互助答疑群

中国大学MOOC



期末突击课