

本试卷适用范围
机制 131-136
重补修

南京农业大学试题纸

参考答案

2014-2015 学年 第 1 学期 课程类型: 必修、选修 ✓
试卷类型: A ✓、B

课程 工程热力学 班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、选择题: (每题 2 分, 共计 20 分)

- 1、(C) 过程是可逆过程。
(A) 可以从终态恢复到初态的 (B) 没有摩擦的
(C) 没有摩擦的准静态 (D) 没有温差的
- 2、贮有空气的绝热刚性密闭容器中装有电热丝, 通电后如取空气为系统, 则 (C)
(A) $Q>0$, $\Delta U>0$, $W>0$ (B) $Q=0$, $\Delta U>0$, $W>0$
(C) $Q>0$, $\Delta U>0$, $W=0$ (D) $Q=0$, $\Delta U=0$, $W=0$
- 3、气体常数 R_g (A)
(A) 与气体种类有关, 与状态无关; (B) 与状态有关, 与气体种类无关;
(C) 与气体种类和状态均有关; (D) 与气体种类和状态均无关。
- 4、一个橡皮气球在太阳下被照晒, 气球在吸热过程中膨胀, 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 (B)
(A) 定压过程 (B) 多变过程
(C) 定温过程 (D) 定容过程
- 5、 $\delta q = c_v dT + p dv$ 适用于 (A)
(A) 可逆过程, 理想气体 (B) 不可逆过程, 理想气体
(C) 可逆过程, 实际气体 (D) 不可逆过程, 实际气体
- 6、如果孤立系内发生的过程都是可逆过程, 则系统的熵 (C)
(A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 可能增大, 也可能减小
- 7、为提高空气压缩制冷循环的制冷系数, 可以采取的措施是 (D)
(A) 增大空气流量 (B) 提高增压比
(C) 减小空气流量 (D) 降低增压比
- 8、一热机按某种循环工作, 自温度 $T_1 = 2000K$ 的热源吸热 $1000kJ$, 向温度为 $T_2 = 300K$ 的冷源放热 $100kJ$, 则该热机为 (C)
(A) 可逆 (B) 不可逆 (C) 不可能 (D) 无法确定
- 9、理想情况下活塞式压气机余隙容积增大, 将使生产 $1kg$ 压缩空气的耗功量 (C)

- (A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 无法确定

10、理想气体的比热容是 (D)

- (A) 常数
(B) 随气体种类不同而异, 但对某种理想气体却为常数
(C) 随气体种类不同而异, 但对某种理想气体某过程而言却为常数
(D) 随气体种类不同而异, 但对某种理想气体某过程而言却为随温度变化的函数

二、是非判断: (每题1分, 共计10分)

- 1、对所研究的各种热力现象都可以按闭口系统、开口系统或孤立系统进行分析, 其结果与所取系统的形式无关。(☒)
- 2、容器中气体的压力不变, 则压力表的读数也绝对不会改变。(☒)
- 3、系统的平衡状态是指系统在无外界影响的条件下, 不考虑外力场作用, 宏观热力性质不随时间而变化的状态。(☒)
- 4、闭口系统进行一放热过程, 其熵一定减少。(☒)
- 5、卡诺循环的热效率仅取决于其热源和冷源的温度, 而与工质的性质无关。(☒)
- 6、理想气体的热力学能、焓和熵都仅仅是温度的单值函数。(☒)
- 7、凡符合热力学第一定律的过程就一定能实现。(☒)
- 8、系统经历一个可逆定温过程, 由于温度没有变化, 故不能与外界交换热量。
(☒)
- 9、工质在相同的初终态之间进行可逆与不可逆过程, 则工质熵的变化是一样的。
(☒)
- 10、可逆绝热过程即等熵过程; 反之, 等熵过程必为可逆绝热过程。(☒)

三、填空题 (1-4 题每空 2 分, 第 5 题每空 1 分, 共计 17 分)

- 1、孤立系的总能量 不变。
- 2、卡诺热机 A 工作在 827°C 和 T 的两个热源之间, 卡诺热机 B 工作在 T 和 27°C 的两个热源之间。当此两个热机的热效率相等时, T 热源的溫度 $T =$ 574.5 K。
- 3、在 T - S 图上, 定压线的斜率是 T/c_p , 定容线的斜率是 T/c_v 。
- 4、一台逆循环装置, 已知耗功 3 kJ, 同时从一大水池中取热 12kJ。如果装置的目的是冷却水池中的水, 则制冷系数为 $\varepsilon =$ 4。如果装置的目的是向一建筑物供暖, 则供热系数 $\varepsilon' =$ 5。

5、某可逆循环，各过程部分参数如下表所示，填补表内空白。(5分)

过程	Q / kJ	$\Delta U / \text{kJ}$	W / kJ
1-2	0	660.8	-660.8
2-3	525.6	393.2	132.4
3-4	0	-1054	1054
4-1	-197.6	0	-197.6

四、简答题：(共计 17 分)

1、温度计测温的基本原理是什么？(4分)

答：温度计对温度的测量建立在热力学第零定律原理之上。
它利用了“温度是相互热平衡的系统所具有的一种同一热力学性质”，这一性质就是“温度”的概念。

2、试证明热力学第二定律各种说法的等效性：若克劳修斯说法不成立，则开尔文说法也不成立。(5分)

证明：反证法：假定克劳修斯说法不成立，而开尔文说法成立。

假定热量 Q_2 可自发从低温传到高温。

热机 A 从热源吸热 Q_1 。

对外作功 W_A ，向冷源放热 Q_2 。

由热 I 律： $W_A = Q_1 - Q_2$

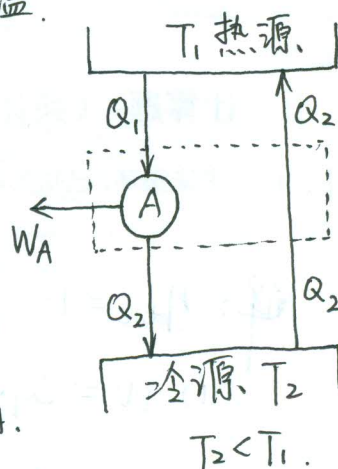
以虚线框作为对象。

冷源无变化。

从热源吸收 $Q_1 - Q_2$ 全变成功 W_A 。

违反开尔文表述，与假设矛盾。

∴ 得证。



3、证明绝热过程方程式。(4分)

证明：据能量方程 $\delta q = du + p dv = C_v dT + p dv = 0$

$$\text{又 } T = \frac{pV}{R_g} \text{ 代入 } C_v d\left(\frac{pV}{R_g}\right) + p dv = C_v \frac{p dv + v dp}{R_g} + p dv = 0$$

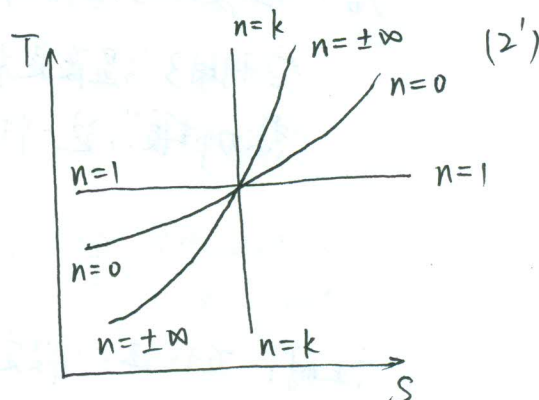
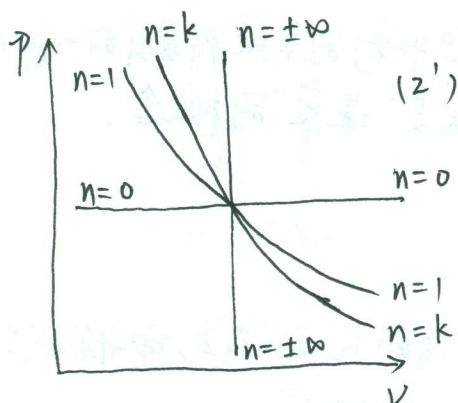
$$\text{即： } (C_v + R_g) p dv + C_v v dp = 0 \quad \left(\begin{array}{l} C_p - C_v = R_g \\ C_p / C_v = \gamma \end{array} \right)$$

$$C_p \cdot p dv + C_v v dp = 0$$

$$\text{整理得： } \frac{C_p}{C_v} \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} = 0 \quad \gamma \cdot \ln v + \ln p = \text{常数}$$

$$\Rightarrow p v^\gamma = \text{常数}$$

4、在同一 p-v、T-S 图上定性画出理想气体四个基本热力过程线，并标明 n 值。(4分)



五、计算题：(共计 36 分)

1、一卡诺循环，已知两热源的溫度 $t_1 = 527^\circ\text{C}$ ， $t_2 = 27^\circ\text{C}$ ，循环吸热量 $Q_1 = 2500\text{kJ}$ ，

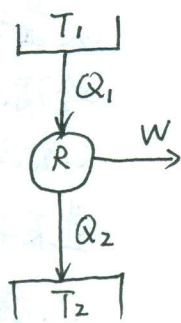
试求：(1) 循环的做功量。(2) 排放给冷源的热量及冷源熵的增加。(6分)

$$\text{解： } \eta_{t,c} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 62.5\% \quad (1.5')$$

$$(1) W = Q_1 \cdot \eta_{t,c} = 1562.5 \text{ kJ} \quad (1.5')$$

$$(2) Q_2 = Q_1 - W = 937.5 \text{ kJ} \quad (1.5')$$

$$\Delta S = \frac{Q_2}{T_2} = 3.125 \text{ kJ/K} \quad (1.5')$$



2、一闭口系从状态 1 沿 1-2-3 途径到状态 3，传递给外界的热量为 47.5kJ，而系统对外做功为 30kJ，如图所示。（10 分）

(1) 若沿 1-4-3 途径变化时，系统对外做功 15kJ，求过程中系统与外界传递的热量。

(2) 若系统从状态 3 沿图示曲线途径到达状态 1，外界对系统做功 6kJ，求该过程中系统与外界传递的热量。

(3) 若 $U_2 = 175\text{kJ}$ ， $U_3 = 87.5\text{kJ}$ ，求过程 2-3 传递的热量及状态 1 的热力学能。

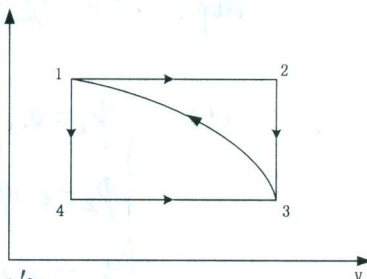
解： $Q_{123} = 47.5\text{kJ}$ ， $W_{123} = 30\text{kJ}$ 。(1')

$$\therefore \Delta U_{123} = Q_{123} - W_{123} = -77.5\text{kJ}。(1')$$

$$(1') \Delta U_{143} = \Delta U_{123} = -77.5\text{kJ}，W_{143} = 15\text{kJ}$$

$$\therefore Q_{143} = \Delta U_{143} + W_{143} = -62.5\text{kJ}。(1')$$

系统对外放热。(1.5')



$$(2) \Delta U_{31} = -\Delta U_{123} = 77.5\text{kJ}，W_{31} = -6\text{kJ}。(1') \quad \Delta U_{123} = U_3 - U_1$$

$$\therefore Q_{31} = \Delta U_{31} + W_{31} = 71.5\text{kJ} \text{ 吸热} \quad \therefore U_1 = U_3 - \Delta U_{123}$$

$$(3) W_{23} = \int_2^3 p dV = 0，\Delta U_{23} = U_3 - U_2 \quad (1.5') \quad = 165\text{kJ} \quad (1')$$

$$\therefore Q_{23} = \Delta U_{23} + W_{23} = -87.5\text{kJ}。(2')$$

3、空气的初态为 $p_1 = 150\text{kPa}$ ， $t_1 = 27^\circ\text{C}$ ，今压缩 2kg 空气，使其容积为原来的 1/4，

若分别进行可逆定温压缩和可逆绝热压缩，求这两种情况下的终态参数、过程热量、功量以及内能的变化，并画出 p-v 图，比较两种压缩过程功量的大小。（10 分）

(空气 $c_p = 1.004\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ， $R_g = 0.287\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$)

解： 定温： $V_1 = \frac{m R_g T_1}{p_1} = 1.148\text{m}^3 \quad (1')$

$$T_2 = T_1 = 300\text{K}，V_2 = \frac{V_1}{4} = 0.287\text{m}^3$$

$$p_2 = \frac{V_1}{V_2} \cdot p_1 = 600\text{kPa} \quad (1')$$

$$\Delta U = 0，Q = \Delta U + W。(2')$$

$$Q = W = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = -238.72\text{kJ}。$$

绝热： 定熵 $V_2 = \frac{V_1}{4} = 0.287\text{m}^3$

$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^k = 1044.66\text{kPa} \quad (2')$$

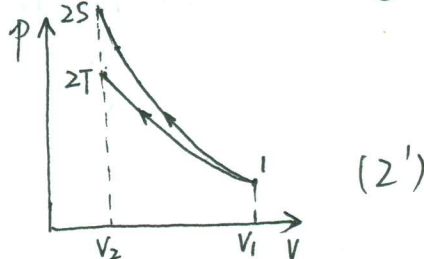
$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = 522.33\text{K}。$$

$$Q = 0，Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = m C_v \Delta T = m (C_p - R_g) (T_2 - T_1)$$

$$= 318.82\text{kJ}。(2')$$

$$W = -\Delta U = -318.82\text{kJ}。$$



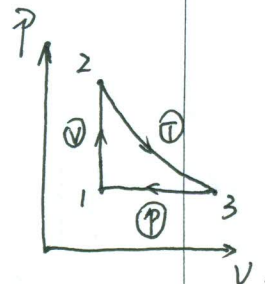
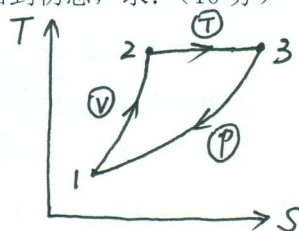
可知：耗功量 定温 < 绝热

4、压力 $p_1 = 0.1 \text{ MPa}$ ，温度 $t_1 = 20^\circ\text{C}$ 的空气，定容加热到 $t_2 = 300^\circ\text{C}$ 后又定温膨胀到 $p_3 = 0.1 \text{ MPa}$ ，并在该压力下经放热后回到初态，求：(10 分)

- (1) 该循环的最高压力；
(2) 该循环的循环热效率；
(3) 画出该循环的 T-S 图。

(比热取定值，空气折合分子量为 28.9)

(3).



解：1-2. 定容 $\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{573 \text{ K}}{293 \text{ K}} \quad \therefore p_2 = 0.1956 \text{ MPa}$

(1')

(1) $\begin{cases} p_1 = 0.1 \text{ MPa} & T_1 = 293 \text{ K} \\ p_2 = 0.1956 \text{ MPa} & T_2 = 573 \text{ K} \\ p_3 = 0.1 \text{ MPa} & T_3 = 573 \text{ K} \end{cases}$

$\therefore p_{\max} = 0.1956 \text{ MPa}$

(1')

(2) $C_v = \frac{5}{2} R/M = 719.2 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ $C_p = \frac{7}{2} R/M = 1006.9 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ (1')

$q_{12} = C_v (T_2 - T_1) = 201.4 \text{ kJ/kg}$ (1')

$q_{23} = R_g T_2 \ln \frac{p_2}{p_3} = (C_p - C_v) T_2 \ln \frac{p_2}{p_3} = 110.6 \text{ kJ/kg}$ (1')

$q_{31} = C_p (T_1 - T_3) = -281.93 \text{ kJ/kg}$ (1')

循环吸热： $q_1 = q_{12} + q_{23} = 312 \text{ kJ/kg}$ (1')

放热： $q_2 = |q_{31}| = 281.93 \text{ kJ/kg}$

$\therefore \eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 9.64\%$ (1')