

2020 ~ 2021 学年 第二学期 《工程热力学 I》 考试试题

考试日期: 2021 年 7 月 9 日

试卷类型: A

试卷代号: 020022

		班号				学号				姓名			
题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分		
得分													

本题分数	10
得 分	

一、是非题 (共 10 题, 共 10 分)

1. 制冷循环为逆向循环, 而热泵循环为正向循环。 ()
2. 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 (重力除外), 宏观热力学性质不随时间而变化的状态。 ()
3. 孤立系内部达到平衡时, 总熵达到极大值。 ()
4. 在 $T-s$ 图上, 任意二条可逆绝热过程线不能相交。 ()
5. 理想气体的热力学能、焓和熵都是温度的单值函数。 ()
6. 工质分别经过可逆和不可逆过程, 从相同初态到相同终态, 可逆过程的熵变最小。 ()
7. 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 $\oint ds > 0$ 。 ()
8. 任一热力循环的热效率都可用 $\eta = 1 - q_2 / q_1 = 1 - T_2 / T_1$ 计算。 ()
9. 对于过热水蒸气, 干度 $x > 1$ 。 ()
10. 在管道内绝热定熵流动过程中, 各截面的滞止参数都相同。 ()

本题分数	10
得 分	

二、选择题 (共 5 题, 共 10 分)

1. 对于闭口系统经历的任意一个热力过程, 必然存在 ()。
 - A. $ds = \delta q / T$
 - B. 熵不可能减小
 - C. $\delta Q = dE + \delta W$
 - D. 温度不可能减小
2. 系统在可逆过程中与外界传递的热量, 其数值大小取决于 ()。
 - A. 系统的初、终态
 - B. 系统所经历的过程
 - C. A 和 B
 - D. 系统的熵变
3. 提高燃气轮机理想循环——布雷顿循环的效率, 可以采用哪个措施: ()。
 - A. 提高增压比
 - B. 提高循环最高温度
 - C. 提高循环最低温度
 - D. 减小增压比

4. 未饱和空气中的水蒸气处于 ()。
- A. 饱和状态 B. 过热状态 C. 湿蒸汽状态 D. 不确定
5. 密闭的房间内有一台电冰箱正在工作, 将冰箱门打开一段时间, 将发生 ()。
- A. 室温降低, 室内空气相对湿度降低
- B. 室温升高, 室内空气相对湿度升高
- C. 室温降低, 室内空气相对湿度升高
- D. 室温升高, 室内空气相对湿度降低

本题分数	20
得分	

三、作图说明题 (2题, 共20分)

1. (10分) 试判断下列可逆过程能否实现, 如果能够实现, 在 $p-v$ 图和 $T-s$ 图上表示出来, 并指出多变指数 n 所处的范围。(先画出4个基本热力过程)

- (1) 理想气体压力提高, 温度降低并且对外做功;
- (2) 理想气体的内能减小, 熵增加并且对外做功;
- (3) 理想气体边膨胀边放热且降温。

2. (10分) 在初始条件相同、循环最高温度和压力相同的条件下, 试在同一个 $p-v$ 图上表示出定容加热、定压加热、和混合加热的内燃机理想循环, 并比较三个循环放热量的大小, 比较每出效率的高低。



本题分数	60
得分	

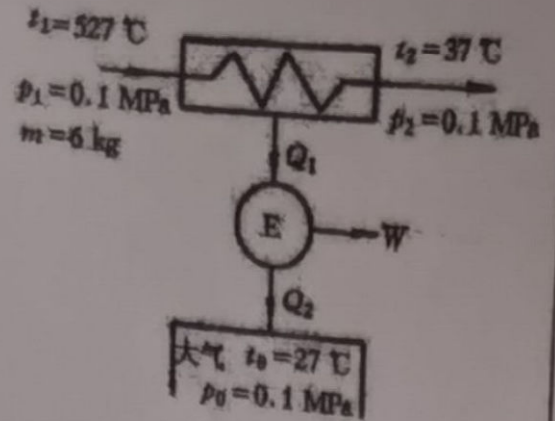
四、计算题 (4题, 共60分)

1. (10分) 有一台活塞式压气机, 若进气压力为 0.1 MPa, 温度为 17°C, 压缩后的压力为 0.6 MPa, 假定压缩过程的多变指数为 1.25, 求该压气机每压缩 1 kg 空气的耗功。

本资源免费共享 收集网站 nuuaa.store

(15分) 一烟气余热回收方案已知条件如图所示。设烟气为理想气体，其定压与定容比热容分别为 $c_p = 1.4 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 和 $c_v = 1.0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

- 试求：(1) 烟气流经换热器时传给热机 E 工质的热量 Q_1 ；
 (2) 热机 E 对大气的最小放热量 Q_2 ；
 (3) 热机所能输出的最大功 W 。



3. (15分) 空气可逆绝热流经收缩喷管时某截面上压力为 280 kPa ，温度为 345 K ，速度为 150 m/s ，该截面面积为 $9.29 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ，试求：(1) 该截面上的马赫数 Ma ；(2) 滞止压力 p_0 和滞止温度 T_0 ；(3) 若出口截面上 $Ma_2 = 1$ ，则出口截面上压力 p_2 、温度 T_2 、面积 A_2 各为多少？空气作理想气体处理，比热容可取定值，气体常数为 $R_g = 0.287 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，绝热指数为 $k = 1.4$ 。

4. (20分) 一个定容加热理想循环(奥托循环), 压缩比 $\epsilon=9.5$ 。在压缩过程之前, 空气的热力学状态参数为 100kPa 、 17°C 和 600cm^3 。膨胀过程终温是 800K 。工质认为是理想气体, 定压比热容为定值 $c_p = 1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, $R_g = 0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 试确定;

1) 画出循环的 $p-v$ 图与 $T-s$ 图;

2) 循环最高温度;

3) 循环最高压力;

4) 循环吸热量;

5) 循环热效率。

一

1-5 错对对对错

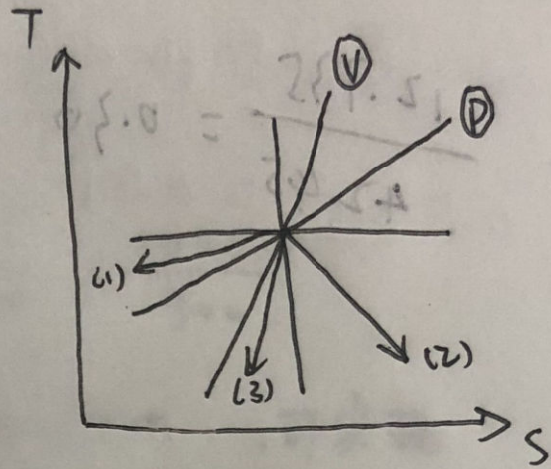
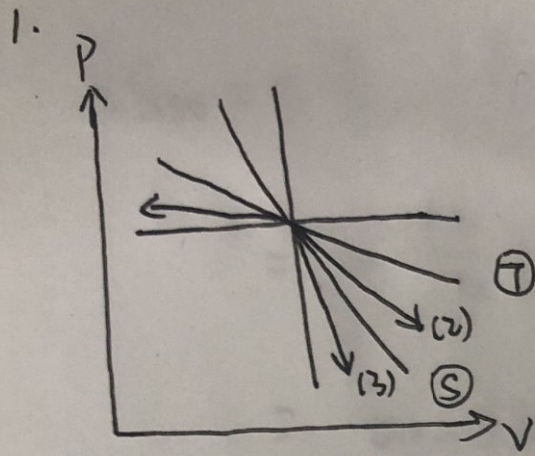
6-10 错错错错对

二

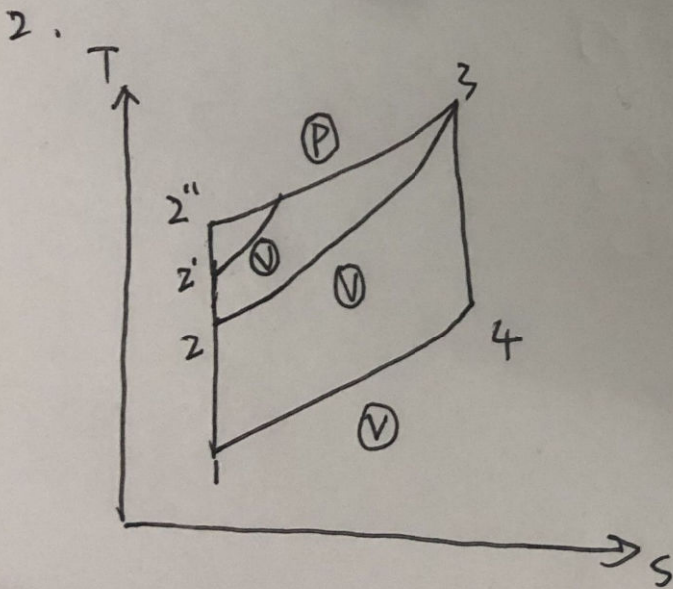
1-5 ACABD

本资源免费共享 收集网站 nuaa store

三.



- (1) $-\infty < n < 0$
- (2) $1 < n < k$
- (3) $n > k$



- 1-2-3-4-1 为定容加热
- 1-2'-3-4-1 为混合加热
- 1-2''-3-4-1 为定压加热

$$q_{1p} > q_{1m} > q_{1v}$$

$$q_{2p} = q_{2m} = q_{2v}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1}$$

本资源免费共享 收集网站 nuna.store
 $\therefore \eta_{t,p} > \eta_{t,m} > \eta_{t,v}$

四

1. $T_1 = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} = 290 \times \left(\frac{0.6}{0.1} \right)^{\frac{1.25-1}{1.25}} = 415 \text{ K}$$

$$W_t = \frac{n P g}{n-1} (T_1 - T_2) = \frac{1.25 \times 0.287}{1.25-1} \times (290 - 415) = -179.4 \text{ kJ/kg}$$

反号表做功

2.

(1) ~~T_1~~ $T_1 = 527 + 273 = 800 \text{ K}$, $T_2 = 37 + 273 = 310 \text{ K}$

$$Q_1 = m C_p (T_1 - T_2) = 6 \times 1.4 \times (800 - 310) = \overset{4116}{\cancel{4116}} \text{ kJ}$$

(2) $T_a = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

取整个装置为孤立系

$$\Delta S_{\text{iso}} = m C_p \ln \frac{T_2}{T_1} + \frac{Q_2}{T_a} = 6 \times 1.4 \times \ln \frac{310}{800} + \frac{Q_2}{300} \geq 0$$

$$\therefore Q_2 \geq 2389 \text{ kJ}$$

(3) $W = Q_1 - Q_2 \leq 4116 - 2389 = 1727 \text{ kJ}$

3.

$$c) \quad c = \sqrt{kPgT} = \sqrt{1.4 \times 287 \times 345} = 372 \text{ m/s}$$

$$Ma = \frac{C_f}{c} = \frac{150}{372} = 0.40$$

$$c) \quad T_0 = T + \frac{C_f^2}{2C_p} = 345 + \frac{150^2}{2 \times 1004} = 356.2 \text{ K}$$

$$P_0 = P_0 \left(\frac{T_0}{T} \right)^{\frac{k}{k-1}} = 280 \times \left(\frac{356.2}{345} \right)^{\frac{1.4}{1.4-1}} = 312.1 \text{ kPa}$$

b)

$$C_{f2} = \sqrt{2C_p(T_0 - T_2)} = \sqrt{kPgT_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = 296.8 \text{ K}$$

$$P_2 = P_0 \left(\frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{k}{k-1}} =$$

$$P_2 = P_0 \left(\frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{k}{k-1}} = 312.1 \times \left(\frac{296.8}{356.2} \right)^{\frac{1.4}{1.4-1}} = 164.8 \text{ kPa}$$

$$\rho = \frac{PgT}{P} = \frac{287 \times 345}{280 \times 10^3} = 0.354 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$g_m = \frac{AC_f}{v} = \frac{9.29 \times 10^{-3} \times 150}{0.354} = 3.94 \text{ kg/s}$$

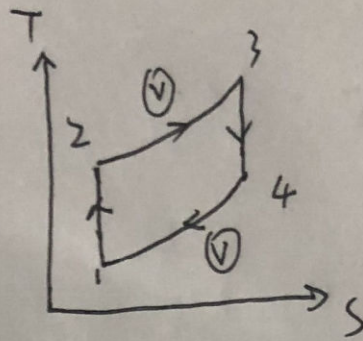
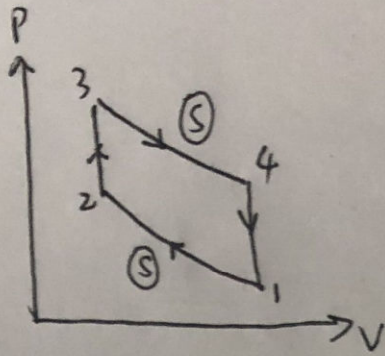
$$v_2 = \frac{PgT_2}{P_2} = \frac{287 \times 296.8}{164.8 \times 10^3} = 0.517 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$C_{f2} = \sqrt{kPgT_2} = \sqrt{1.4 \times 287 \times 296.8} = 345.3 \text{ m/s}$$

$$A_2 = \frac{v_2 g_m}{C_{f2}} = \frac{0.517 \times 3.94}{345.3} = 5.90 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

4.

(1)



(2)

$$T_1 = 17 + 273 = 290 \text{ K}$$

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{k-1} = 290 \times 9.5^{1.4-1} = 713.7 \text{ K}$$

$$T_4 = 800 \text{ K}$$

$$T_3 = \frac{T_2 \cdot T_4}{T_1} = \frac{713.7 \times 800}{290} = 1968.8 \text{ K}$$

(3)

$$P_2 = P_1 \varepsilon^k = 100 \times 9.5^{1.4} = 2337.8 \text{ kPa}$$

$$P_3 = P_2 \frac{T_3}{T_2} = 2337.8 \times \frac{1968.8}{713.7} = 6449.0 \text{ kPa}$$

$$(4) \quad m = \frac{P_1 V_1}{P_0 T_1} = \frac{100 \times 10^3 \times 600 \times 10^{-6}}{287 \times 290} = 7.2 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$Q_1 = m c_v (T_3 - T_2) = 7.2 \times 10^{-4} \times 0.717 \times (1968.8 - 290) = 0.87 \text{ kJ}$$

(5)

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} = 1 - \frac{1}{9.5^{1.4-1}} = 0.594$$