

本试卷适应范围
机制 111-116

南京农业大学试题纸

12/13 学年 一学期 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 85分

一、填空题 (每题 2 分, 共计 12 分)

1、卡诺机 A 工作在 627°C 和 T 的两个热源间, 卡诺机 B 工作在 T 和 127°C 的两个热源间。

当此两个热机的热效率相等时, T 热源的溫度 $T = 600 \text{ K}$ 。

2、一台逆循环装置可供暖和制冷两用, 已知耗功 3 kJ , 同时从一大水池中取热 12 kJ 。

(a) 如果装置的目的是冷却水池中的水, 则制冷系数为 $\varepsilon = 4$, (b) 如果装置的目的是向建筑物供热, 则供热系数是 $\varepsilon' = 5$ 。

3、在 P - v 和 T - S 上从 $n=0$ 开始沿着顺时针方向多变指数的变化规律是 逐渐增大。

4、已知空气的在 $0 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 间的平均定压质量比热为 $c_p|_0^{200} = 0.933 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, $0 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 间的平均定压质量比热为 $c_p|_0^{500} = 0.973 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$, 则 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 间的平均定压质量比热为 $c_p|_{200}^{500} = 1.000 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 。

5、点燃式内燃机的压缩比 $\varepsilon = 5 \sim 10$, 而压燃式内燃机的压缩比 $\varepsilon = 14 \sim 20$, 原因

点燃式内燃机吸入的是空气和燃料的混合物, ε 大会爆炸而压燃式

二、选择题 (每题 2 分, 共计 14 分)

1、一定量的理想气体向真空作绝热自由膨胀, 体积由 V_1 增至 V_2 , 在此过程中气体的内能和熵的变化情况是 C。

- (A) 内能增大, 熵不变; (B) 内能减小, 熵增大;
(C) 内能不变, 熵增大; (D) 不确定。

2、在 T - S 图上, 任意一个逆向循环其 C。

- (A) 吸热大于放热; (B) 吸热等于放热;
(C) 吸热小于放热; (D) 吸热和放热关系不定。

3、一热机按某种循环工作, 自溫度 $T_1 = 2000 \text{ K}$ 的热源吸热 1000 KJ , 向溫度为 $T_2 = 300 \text{ K}$ 的冷源放热 100 KJ , 则该热机为 C。

- (A) 可逆; (B) 不可逆; (C) 不可能。

4、理想气体可逆吸热过程, 下列哪个参数一定增加 B。

- (A) 热力学能 (B) 熵 (C) 压力 (D) 溫度

5、有人设计一台卡诺热机(可逆的), 每循环一次可以从 400 K 的高温热源吸热 1800 J, 向 300 K 的低温热源放热 800 J。同时对外做功 1000 J, 这样的设计是 D。

(A) 可以的, 符合热力第一定律; (B) 可以的, 符合热力第二定律;

(C) 不行的, 卡诺循环所作的功不能大于向低温热源放出的热量;

(D) 不行的, 这个热机的效率超过理论值。

6、制冷循环的制冷系数 ε 是 D。

(A) 只能大于 1; (B) 等于 1; (C) 只能小于 1; (D) 不一定。

7、工质的熵增加, 意味着工质和外界交换的热量 Q B。

(A) $Q \leq 0$; (B) $Q \geq 0$; (C) $Q = 0$; (D) Q 不确定。

三、判断题: (对的打“√”, 错的打“×”, 每小题 2 分, 共 16 分)

1、卡诺循环是理想循环, 一切循环的热效率都比卡诺循环热效率低..... (X)

2、气体膨胀则压力一定降低, 吸热则温度一定升高 (X)

3、理想气体的定容比热和定压比热都只是温度的单值函数..... (√)

4、工质经历一可逆循环, 其熵变量 $\Delta S = 0$, 而工质经历一不可逆循环, 其熵变量 $\Delta S < 0$ 。..... (X)

5、气体膨胀时一定对外做功, 而被压缩时则一定消耗功。..... (X)

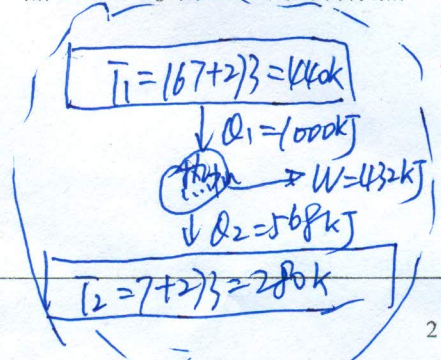
6、闭口系统进行了一个过程, 如果熵增加了, 则一定是从外界吸收了热量。... (X)

7、工质经历一个循环回复到原始状态后, 整个循环中从外界得到的净热量大于对外作的净功。..... (X)

8、若空气的温度 $t_2 > t_1 > 0^\circ\text{C}$, 则其平均比热一定是 $C|_{t_2} > C|_{t_1} > C|_0$ (√)

四、简答题 (共计 26 分)

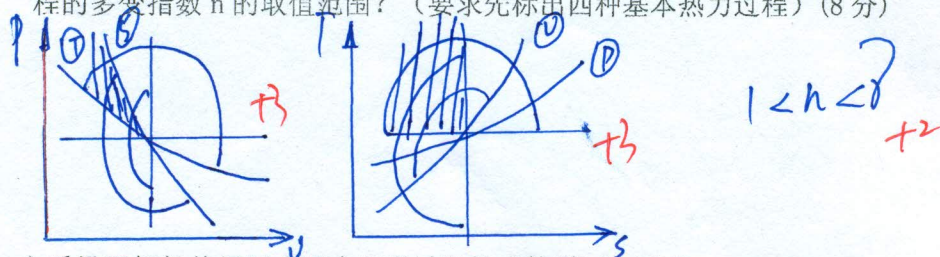
1、利用孤立系统熵增原理证明下述循环发动机是不可能制成的: 它从 167°C 的热源吸热 1 000 kJ 向 7°C 的冷源放热 568 kJ, 输出循环净功 432 kJ。 (8 分)



$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{孤}} &= \Delta S_{T1} + \Delta S_{T2} + \Delta S_{\text{环境}} \\ &= \frac{-1000}{440} + \frac{568}{280} + 0 \\ &= -2.2727 + 2.0286 < 0 \end{aligned}$$

违背孤立系统熵增原理不可行。 +1

- 2、试将满足工质压缩、放热且升温的多变过程表示在 P-V 图和 T-S 图，并判断此多变过程的多变指数 n 的取值范围？（要求先标出四种基本热力过程）（8 分）

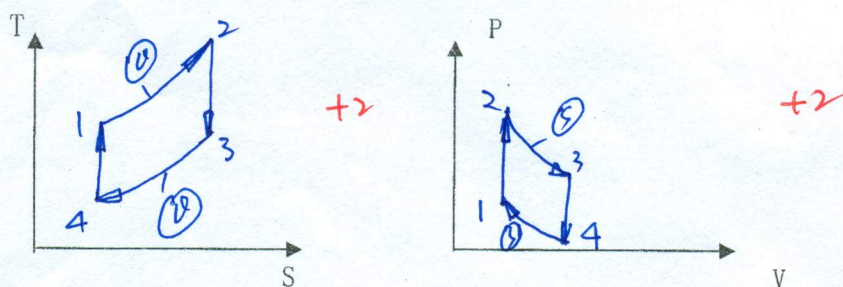


- 3、定质量理想气体经历由四个可逆过程组成的循环，试求：

(1) 填充表内所缺数据。

过程	Q (kJ)	W (kJ)	ΔU (kJ)
1-2	1390	0	1390
2-3	0	395	-395
3-4	-1000	0	-1000
4-1	0	-5	+5

(2) 将该循环表示在 p-v 图及 T-s 图上。



(3) 判断是热机还是制冷机，并求出 η_t 或 ε_r 。（10 分）

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{1000}{1390} = 0.28$$

五、计算题（共计 32 分）

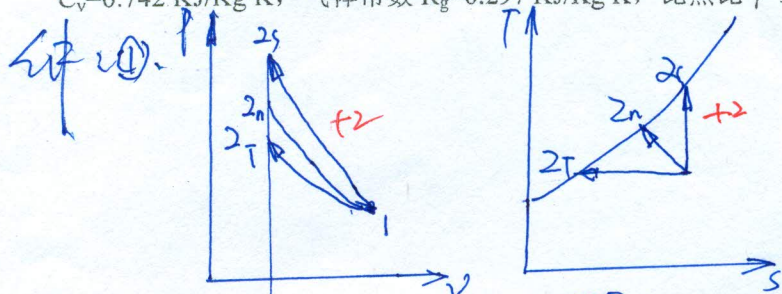
- 1、1Kg 氮气，初始压力为 $P_1=0.1\text{MPa}$ ，温度 $T_1=27^\circ\text{C}$ ，分别经下列三过程：

- (1) 可逆定温压缩至原来体积的 1/5；
- (2) 定熵压缩至原来体积的 1/5；
- (3) 经 $n=1.25$ 的多变压缩至原来体积的 1/5。

试将此三个过程定性地表示在同一个 P-V 图和 T-S 图上。并计算多变压缩过程终了

时的压力、温度、压缩过程所耗压缩功及与外界交换的热量。取比热容为定值

$C_v=0.742 \text{ KJ/Kg}\cdot\text{K}$, 气体常数 $R_g=0.297 \text{ KJ/Kg}\cdot\text{K}$, 比热比 $\gamma=1.4$ 。(12分)



$$\begin{aligned} q_n &= \Delta U_n + W_n \\ &= C_v(T_2 - T_1) + \frac{R_g}{n-1}(T_1 - T_2) \\ &= -66.2 \text{ kJ} \end{aligned}$$

②

$$\begin{aligned} \frac{p_2}{p_1} &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n \Rightarrow p_2 = 5^{1.25} \times 0.1 = 0.748 \text{ MPa} \\ \frac{T_2}{T_1} &= \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} \Rightarrow T_2 = 300 \times 5^{0.25} = 448.6 \text{ K} \\ W_n &= \frac{R_g}{n-1}(T_1 - T_2) = \frac{0.297}{1.25-1} \times (300 - 448.6) = -176.5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

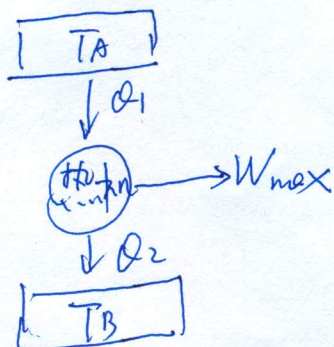
2、两质量相等皆为 m , 比热相同且为定值 c 的物体。设 A 物体的温度为 $T_A=1200\text{K}$, B 物体的温度为 $T_B=600\text{K}$ 。利用 A, B 物体做为有限热源和有限冷源, 使可逆热机在其间工作, 直至 A, B 两物体温度相等时为止。试求:

(1) 平衡时的温度 T_m 及两物体总熵的变化;

(2) 求热机作出的最大功量;

(3) 若两物体直接进行热交换直到温度相等, 求平衡时的温度并写出其总熵变化的表示式。(10分)

①



1. 根据克劳修斯不等式 $\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$

$$\Rightarrow \int_{T_m}^{T_A} \frac{c m dT}{T} + \int_{T_m}^{T_B} \frac{c m dT}{T}$$

$$= c m \ln \frac{T_A \cdot T_B}{T_m^2} = 0 \Rightarrow T_m = \sqrt{T_A T_B} = 848.5 \text{ K}$$

$$\Delta S_{\text{总}} = \Delta S_{T_A} + \Delta S_{T_B} + \Delta S_{\text{热机}} = 0$$

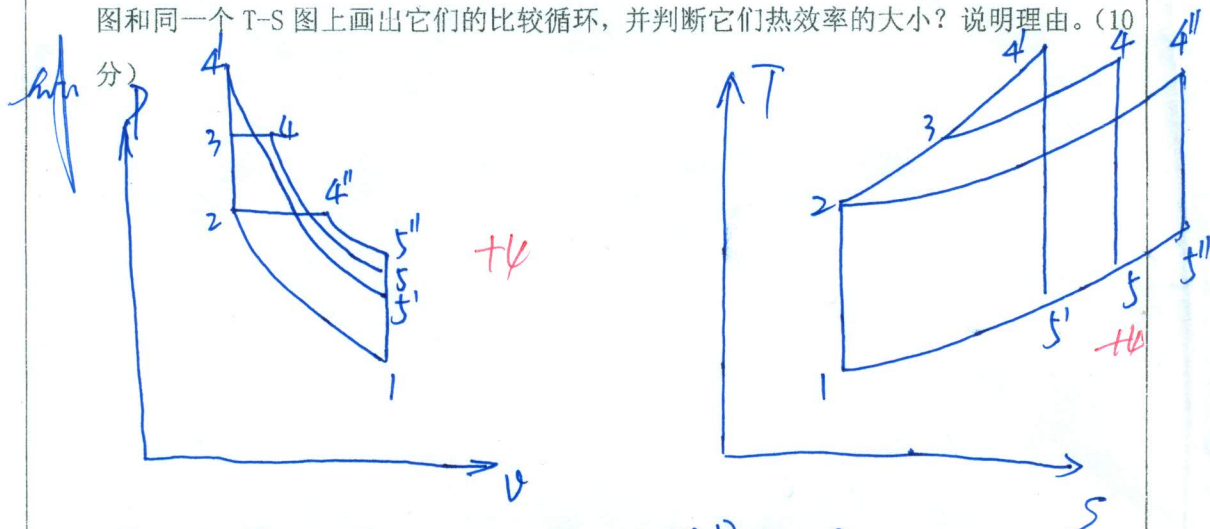
2. $W_{\text{max}} = Q_1 - Q_2 = c m (T_A - T_m) - c m (T_m - T_B)$
 $= c m (T_A + T_B - 2T_m) = 603 \text{ cm}$

3. 直接热交换

4. $c m (T_A - T) = c m (T - T_B) \Rightarrow T = \frac{T_A + T_B}{2}$

$$\Delta S_{\text{总}} = \Delta S_{T_A} + \Delta S_{T_B} = \int_{T_A}^T \frac{c m dT}{T} + \int_{T_B}^T \frac{c m dT}{T} = c m \ln \frac{(T_A + T_B)^2}{4 T_A T_B}$$

3、活塞式内燃机三种理想循环在初态相同、压缩比 ε 、 q_1 相同情况下，试分别在同一个 P-v 图和同一个 T-S 图上画出它们的比较循环，并判断它们热效率的大小？说明理由。(10分)



由题知 $q_{1v} = q_{1p} = q_{1m}$ 吸热量相同

放热量 $q_{2v} < q_{2m} < q_{2p}$

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

$$\therefore \eta_{tv} > \eta_{tm} > \eta_{tp}$$

教研室主任

王新波

出卷人 力学与材料教研室