

一、名词解释（每个 2 分，共 10 分）

- 1、湿空气的相对湿度 2、热力学第一定律 3、热力学第二定律的克劳修斯说法
4、可逆过程 5、平衡状态

二、问答题（共 50 分）

（6 分）1、理想气体的概念？在进行实际计算时如何决定是否可采用理想气体的一些公式？

（6 分）2、水蒸气的定压汽化过程在 $P-V$ 、 $T-S$ 图上所表示的特征，归纳起来称为“一点、两线、三区、五状态”，试分别写出它们各代表什么意义？

（6 分）3、将一刚性绝热容器分为两部分，A 中装有高压理想气体，B 中抽成真空，中间是隔板，若突然抽去隔板，分析容器中气体的热力学能如何变化？若隔板上有一小孔，气体泄漏入 B 中，分析 A、B 两部分压力相同时，A、B 两部分气体的热力学能如何变化？

（6 分）4、在 $T-S$ 图上画出水蒸气朗肯循环，并定性分析：乏气压力的降低对热效率有何影响？乏气压力的降低受什么条件制约？

（6 分）5、对工质加热，其温度反而降低，这种热力过程是否可能发生？为什么？

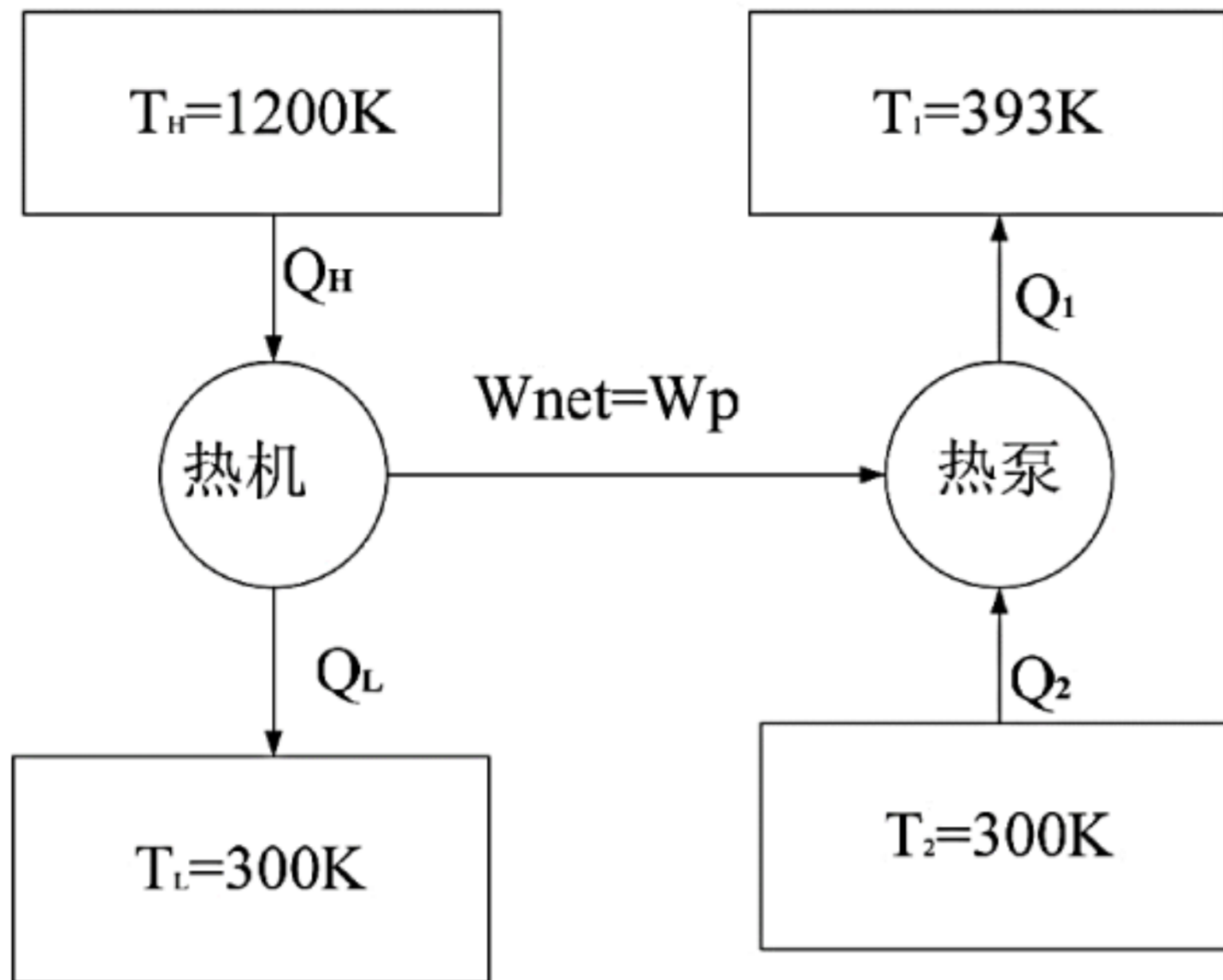
（6 分）6、试将满足以下要求的多变过程的区域表示在 $P-V$ 图上：①工质压缩、放热；②工质膨胀且升压；③工质压缩、吸热且升温；④工质压缩、降温且降压；⑤工质膨胀，吸热且升温。

（6 分）7、试解释绝热节流现象，并说明工质经绝热节流后其焓值和熵值如何变化？

（8 分）8、某种理想气体由同一初态，分别经过可逆绝热压缩和不可逆绝热压缩两种过程将气体压缩到相同的终压，试在 $P-V$ 和 $T-S$ 图上画出这两种过程，并在 $T-S$ 图上示出两过程的技术功。

三、计算题（共 90 分）

（20 分）1、有人设计一台热泵装置，在 393K—300K 之间工作，热泵消耗的功由一台热机装置供给。已知热机在温度为 1200K 和 300K 的两个恒温热源之间工作，吸热量 $Q_H=1100\text{kJ}$ ，循环净功 $W_{\text{net}}=742.5\text{kJ}$ ，如图所示，问：



①热机循环是否可行？是否可逆？

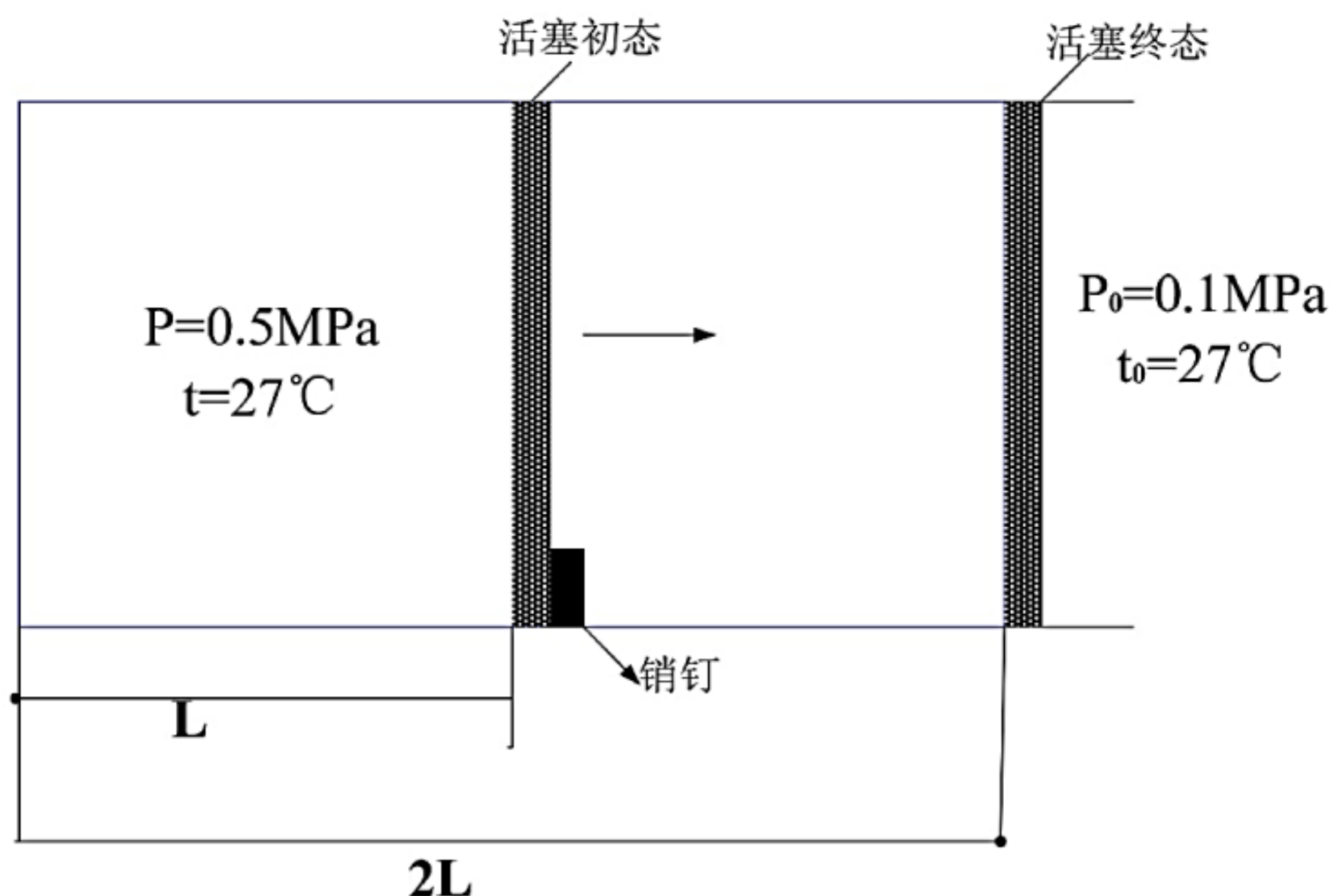
②若热泵设计供热量 $Q_1=2400\text{kJ}$ ，问该热泵循环是否可行？是否可逆？

③求热泵循环的理论最大供热量 $Q_{1,\text{max}}$ 。

（20 分）2、空气由输气管送来，管端接一出口截面面积 $A_2=10\text{cm}^2$ 的渐缩喷管，进入喷管前空气的压力 $P_1=2.5\text{MPa}$ ， $T_1=353\text{K}$ ，速度 $C_{r1}=35\text{m/s}$ ，已知喷管出口截面上的背压 $P_b=1.5\text{MPa}$ ，若空气可作为理想气体，比热容取定值，且 $C_p=1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。求：空气经喷管射出的速度、流量以及出口截面上空气的比体积 v_2 和出口温度 T_2 。

（20 分）3、一刚性绝热容器，容器的容积 $V=0.028\text{m}^3$ ，原先装有压力为 0.1MPa 、温度为 21°C 的空气。现将连接此容器与输气管道的阀门打开，向容器内快速充气。设输气管道内气体的状态参数保持不变： $P=0.7\text{MPa}$ ， $t=21^\circ\text{C}$ 。当容器中压力达到 0.2MPa 时阀门关闭，求容器内气体可能达到的最高温度。设空气可视为理想气体，其热力学能与温度的关系为 $u=0.72\{T\}_\text{K}\text{kJ/kg}$ ；焓与温度的关系为 $h=1.005\{T\}_\text{K}\text{kJ/kg}$ 。

(15分) 4、一千克氧气置于如下图所示的汽缸内，缸壁能充分导热，且活塞与缸壁无摩擦。初始时氧气压力为 0.5MPa ，温度为 27°C 。若汽缸长度为 $2L$ ，活塞质量为 10kg ，试计算拔出销钉后，活塞可能达到的最大速度。已知外界大气压为 0.1MPa ，温度为 27°C 。



(15分) 5、一千克空气 ($R_g = 287\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $C_p = 1.005\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$) 自初态 $P_1 = 0.1\text{MPa}$ 、 $t_1 = 327^\circ\text{C}$ ，经过一可逆过程到达终态 $P_2 = 0.3\text{MPa}$ 、 $t_2 = 27^\circ\text{C}$ ，计算该过程的热力学能的变化量 Δu 、焓变 Δh 和熵变 Δs 。

一、名词解释（每个3分，共27分）

- 1、干度 2、热力学能 3、理想气体 4、开口系统 5、卡诺循环
6、稳定流动过程 7、热力学第一定律 8、热力学第二定律 9、湿空气的相对湿度

二、问答题（每题6分，共54分）

（6分）1、对于确定的一种理想气体， $c_p - c_v$ 是否为定值？ c_p / c_v 是否为定值？ $c_p - c_v$ 、 c_p / c_v 是否随温度变化而发生变化？

（6分）2、循环热效率公式 $\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$ 和 $\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ 是否完全相同？它们各自的适用范围是什么？

（6分）3、在T—S图上画出水蒸汽的朗肯循环，并定性分析乏气压力 P_2 的降低对热效率有何影响； P_2 的降低受什么条件制约？

（6分）4、水的三相点的状态参数是不是唯一确定的？三相点与临界点有什么差异？

（6分）5、某种理想气体，由同一初态分别经可逆绝热压缩和不可逆绝热压缩两种过程，将气体压缩到相同的终压，在P—V和T—S图上分别画出两过程。

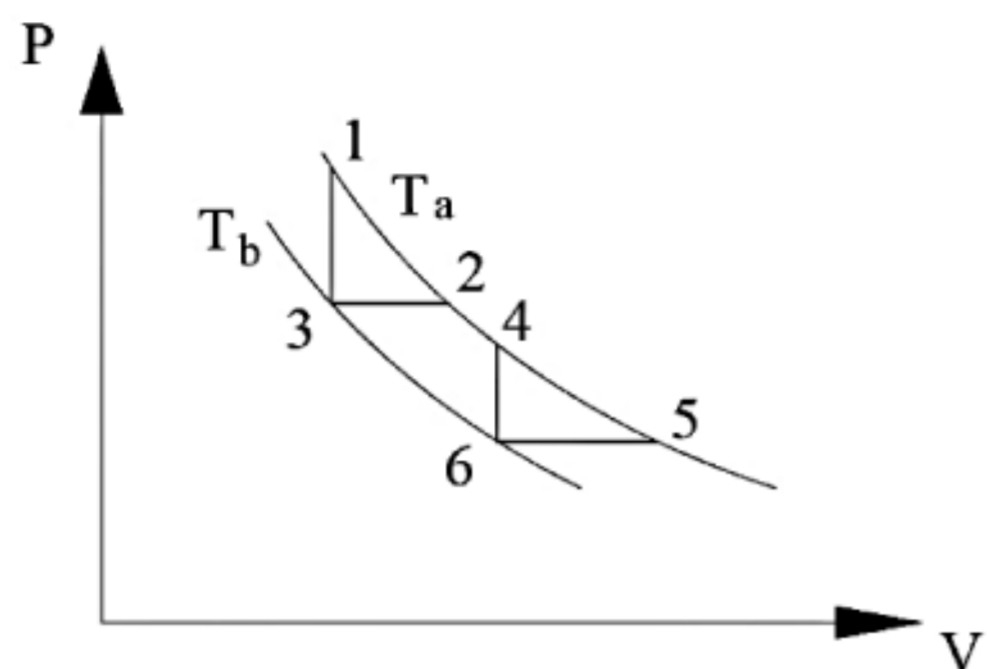
（6分）6、水蒸汽的定压汽化过程在P—V和T—S图上所表示的特征，归纳起来称为“一点、两线、三区、五状态”，试分别写出它们各代表什么意义？

（6分）7、请写出露点温度的定义，并解释降雾、结露、结霜等三种自然现象。

（6分）8、请说明为什么阴雨天晒衣服不容易干，而晴天则容易干？

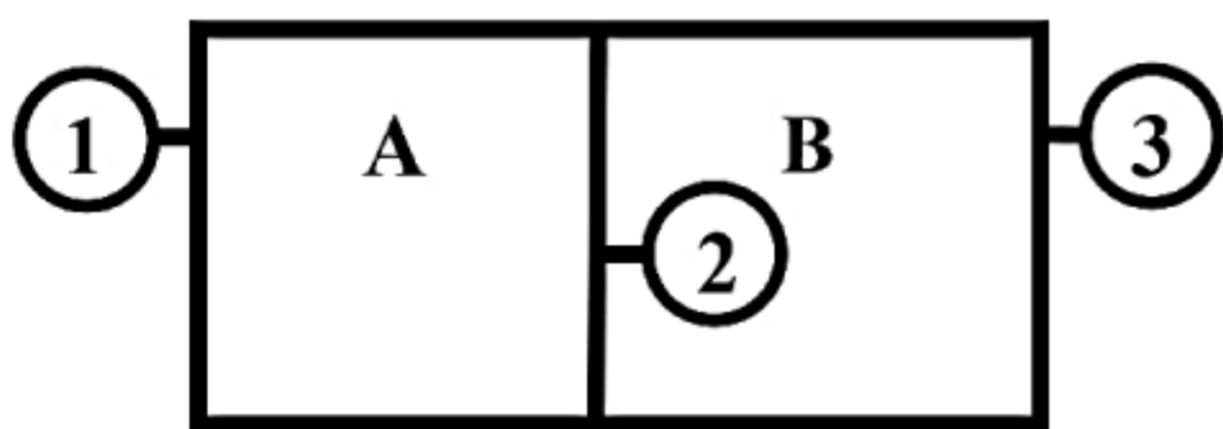
（6分）9、若某种气体的状态方程式为 $pv = R_g T$ ，先取质量为1kg的该种气体分别作两次

循环，如图循环 1—2—3—1 和循环 4—5—6—4 所示。设过程 1—2 和过程 4—5 中温度 T 不变，都等于 T_a ，过程 2—3 和过程 5—6 中压力不变，过程 3—1 和过程 6—4 中体积不变。又设状态 3 和 6 的温度均等于 T_b 。试证明：两个循环中 1kg 气体对外界做的循环净功相同。



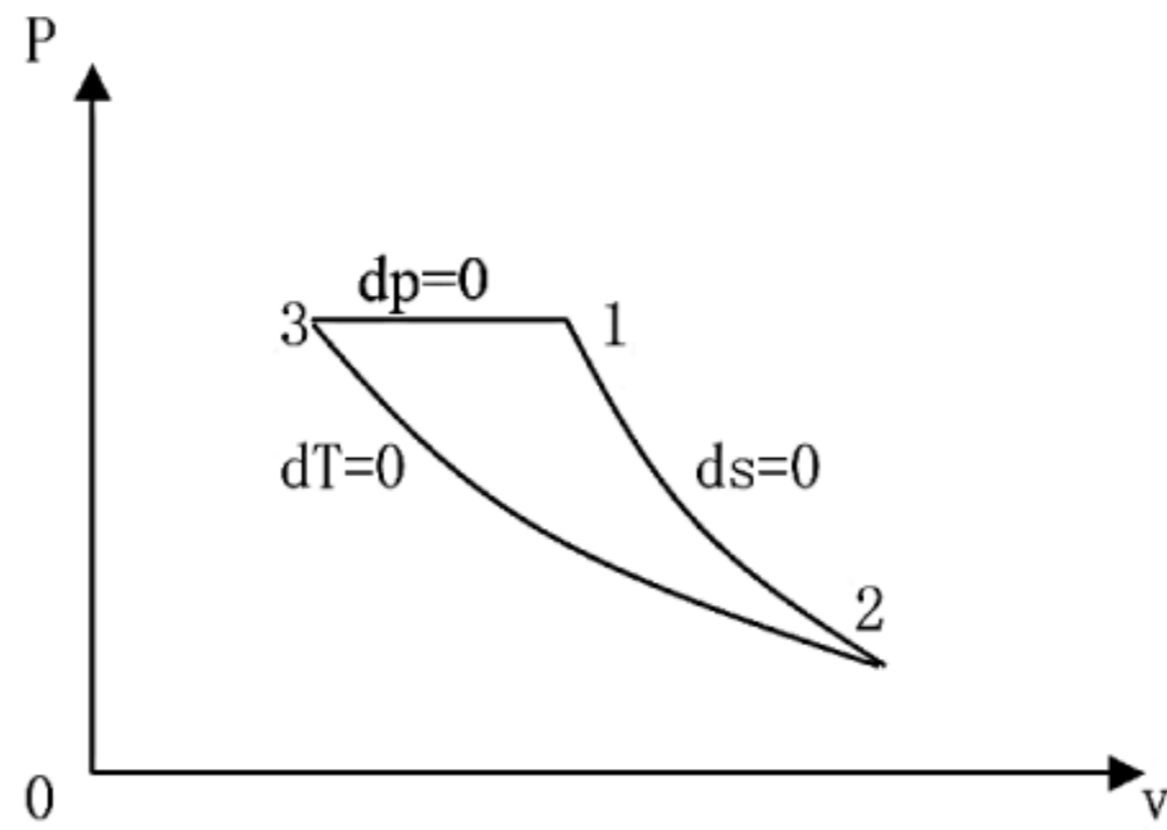
三、计算题（共 69 分）

(6 分) 1、容器被分隔成 A、B 两室，如下图所示。已知当地大气压力 $P_b=0.103\text{MPa}$ ，B 室内压力表 2 的读数 $P_{g,2}=0.04\text{MPa}$ ，压力表 1 的读数 $P_{g,1}=0.294\text{MPa}$ 。求压力表 3 的读数（用 MPa 表示）



(11 分) 2、将一根 $m=0.36\text{kg}$ 的金属棒投入 $m_w=9\text{kg}$ 的水中，初始时金属棒的温度 $T_m=1060\text{K}$ ，水的温度 $T_w=295\text{K}$ 。比热容分别为 $C_m=0.42\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ， $C_w=4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，试求终温 T_f 。

(12 分) 3、设有 1kg 的某种理想气体进行如下图所示的循环 1-2-3-1。已知 $T_1=1500\text{K}$ ， $T_2=300\text{K}$ ， $P_2=0.1\text{MP}$ 。比热为定值， $k=1.4$ 。(1) 求初态压力 P_1 ；(2) 在 $T-S$ 图上画出该循环；(3) 求循环热效率 η_t 。



(13分) 4、空气由输气管送来，管端接一出口截面面积 $A_2=10\text{cm}^2$ 的渐缩喷管，进入喷管前空气的压力 $P_1=2.5\text{MP}_a$ ， $T_1=353\text{K}$ ，速度 $C_{f1}=35\text{m/s}$ ，已知喷管出口截面上的背压 $P_b=1.5\text{MP}_a$ ，若空气可作为理想气体，比热容取定值，且 $C_p=1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。已知空气的绝热指数 $k=1.4$ ，空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，空气的临界压力比 $\nu_{cr}=0.528$ 。求：空气经喷管射出的速度、流量以及出口截面上空气的比体积 ν_2 和出口温度 T_2 。

(13分) 5、一刚性绝热容器，容器 $V=0.028\text{m}^3$ ，原先装有压力为 0.1MP_a 、温度为 21°C 的空气。现将连接此容器与输气管道的阀门打开，向容器内快速充气。设输气管道内气体的状态参数保持不变： $P=0.7\text{MP}_a$ ， $t=21^\circ\text{C}$ 。当容器中压力达到 0.2MP_a 时阀门关闭，求容器内气体可能达到的最高温度。设空气可视为理想气体，其热力学能与温度的关系为 $u=0.72\{T\}_k\text{kJ}/\text{kg}$ ；焓与温度的关系为 $h=1.005\{T\}_k\text{kJ}/\text{kg}$ 。已知空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

(14分) 6、一热机在热力循环中从 327°C 的高温热源吸收 $Q_1=419\text{kJ}$ 的热量，并可逆地向 27°C 的低温热源排热 Q_2 。假设按 (1) $Q_2=209.5\text{kJ}$ ；(2) $Q_2=314.25\text{kJ}$ ；(3) $Q_2=104.75\text{kJ}$ 的三个数值向低温热源排热，请用两种方法计算证明：在这三种情况中，哪个是不可逆的循环、哪个是可逆的循环、哪个是不可能实现的循环？

(共 3 页)

一、名词解释 (每题 3 分, 共 27 分)

- 1、热泵循环 2、可逆过程 3、工质 4、闭口系统 5、露点温度
6、理想气体 7、熵增原理 8、过热蒸气 9、湿空气的相对湿度

二、问答题 (每题 6 分, 共 54 分)

(6 分) 1、如果容器中气体的绝对压力为定值, 试问安装在该容器上的压力表读数会改变吗? 为什么?

(6 分) 2、用隔板将绝热刚性容器分成 A、B 两部分, A 部分装有 1kg 气体, B 部分高度真空。将隔板抽去后, 气体的热力学能是否会发生变化? 为什么? 试用热力学第一定律分析与解释。

(6 分) 3、请写出热力学第一定律的表述, 其实质是什么?

(6 分) 4、写出稳定流动的能量方程式, 并说明各项的意义。

(6 分) 5、在相同初压及背压的条件下, 提高蒸汽初温对蒸汽循环有何影响?

(6 分) 6、水蒸气的定压汽化过程在 P—V 和 T—S 图上所表示的特征, 归纳起来称为“一点、两线、三区、五状态”, 试分别写出它们各代表什么意义?

(6 分) 7、试证明卡诺循环的热效率为: $\eta_{t,c} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, 其中 T_1 为高温热源的温度, T_2 为低温热源的温度。

(6 分) 8、为何冬天人在室外呼出的气是白色雾状? 冬季室内有供暖装置时, 为什么会感到空气干燥? 用火炉取暖时经常在火炉上放一壶水, 目的何在?

(6 分) 9、工质进行膨胀时是否必须对工质加热? 工质吸热后热力学能是否一定增加? 试用热力学第一定律分析与解释。

三、计算题（共 69 分）

（10 分）1、气体在某一过程中吸收 50J 的热量，同时热力学能增加 84J，问此过程是膨胀过程还是压缩过程？做功多少焦耳？

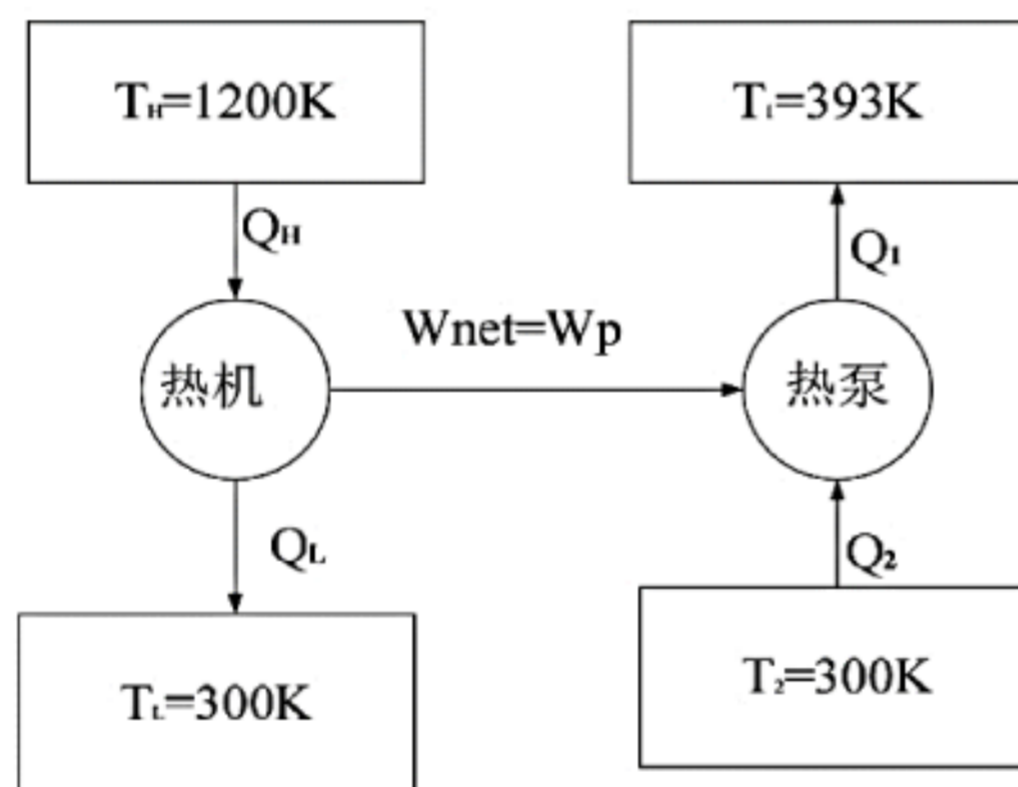
（10 分）2、初态为 0.1MPa、15℃ 的空气在压缩机中被绝热压缩到 0.5MPa、终温分别为（1）423K 和（2）490K，问过程是否可行？是否可逆？设空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，比热容按定值计算， $c_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

（15 分）3、有人设计一台热泵装置，在 393K—300K 之间工作，热泵消耗的功由一台热机装置供给。已知热机在温度为 1200K 和 300K 的两个恒温热源之间工作，吸热量 $Q_H=1100\text{kJ}$ ，循环净功 $W_{\text{net}}=742.5\text{kJ}$ ，如图所示，问

①热机循环是否可行？是否可逆？

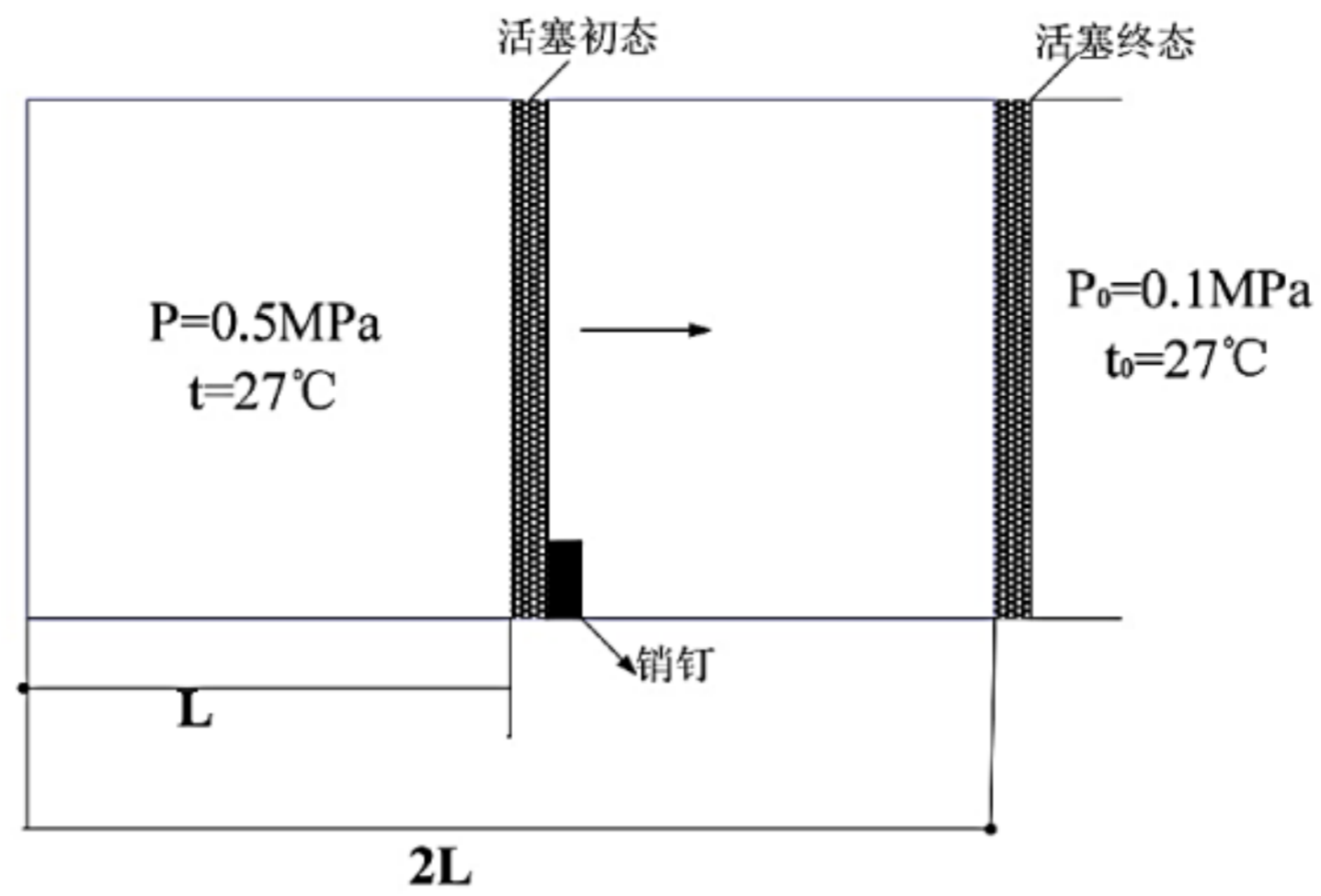
②若热泵设计供热量 $Q_1=2400\text{kJ}$ ，问该热泵循环是否可行？是否可逆？

③求热泵循环的理论最大供热量 $Q_{1,\text{max}}$



（10 分）4、1kg 空气 ($R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ， $C_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$) 自初态 $P_1=0.3\text{MPa}$ 、 $T_1=327^\circ\text{C}$ ，经过一可逆过程到达终态， $P_2=0.3\text{MPa}$ 、 $T_2=27^\circ\text{C}$ 。计算该过程的 Δu ， Δh ， ΔS 。

（15 分）5、1kg 氧气置于如图所示的汽缸内，缸壁能充分导热，且活塞与缸壁无摩擦。初始时，活塞用销钉固定在气缸中心处（活塞初态），氧气压力为 0.5MPa、温度为 27℃。拔出销钉后，氧气进行可逆定温膨胀，使活塞移动至气缸最右端（活塞终态）。如果活塞质量为 10kg，试计算：活塞可能达到的最大速度。已知氧气的气体常数 $R_g = 260\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。



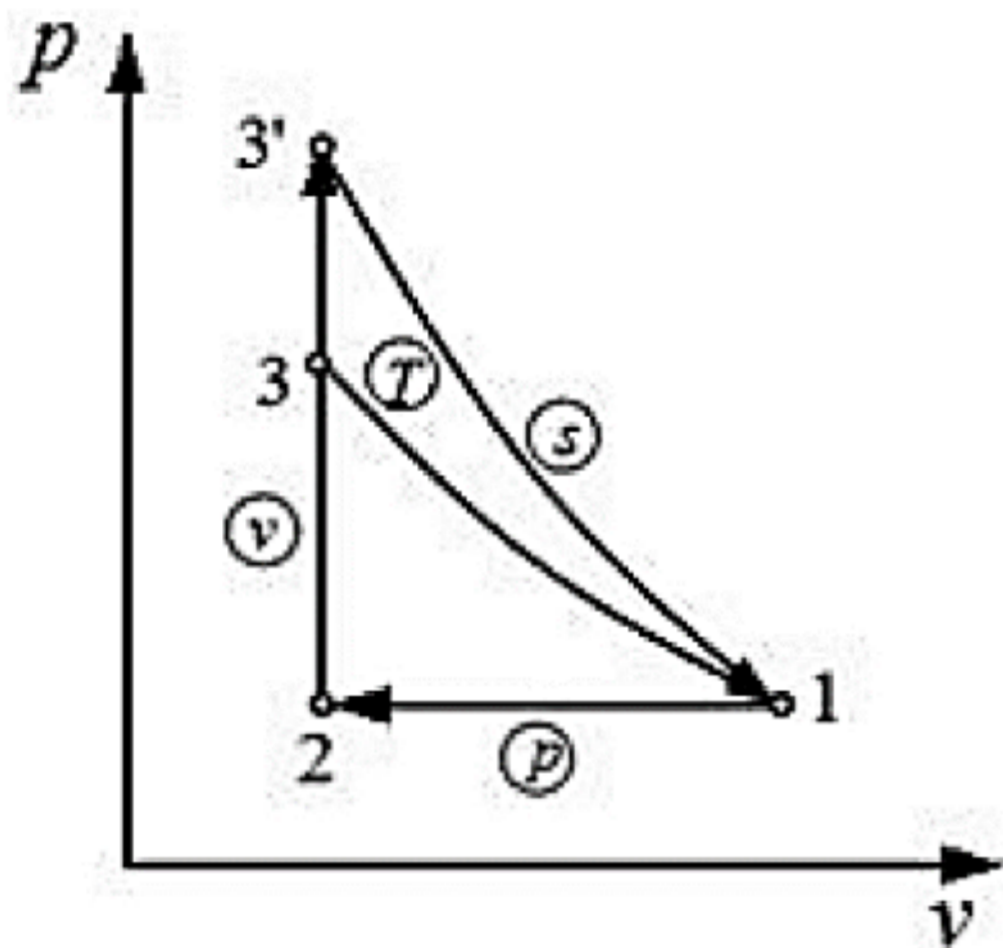
(9 分) 6、一热机在热力循环中从 327°C 的高温热源吸收 $Q_1=419\text{kJ}$ 的热量，并可逆地向 27°C 的低温热源排热 Q_2 。假设按 (1) $Q_2=209.5\text{kJ}$ ；(2) $Q_2=314.25\text{kJ}$ ；(3) $Q_2=104.75\text{kJ}$ 的三个数值向低温热源排热，请计算证明：在这三种情况中，哪个是不可逆的循环、哪个是可逆的循环、哪个是不可能实现的循环？

一、名词解释（每题 3 分，共 30 分）

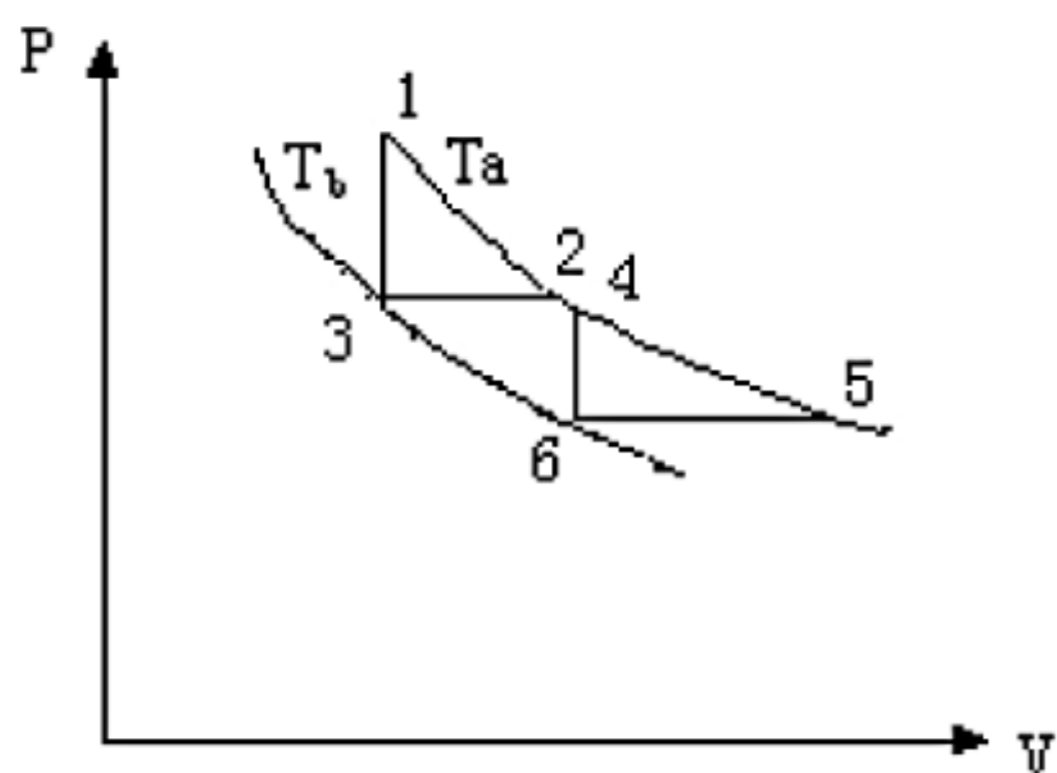
- 1、热力学第一定律 2、可逆过程 3、绝对压力 4、理想气体 5、湿空气的含湿量
6、热动力装置 7、热力系统 8、热力学第二定律 9、绝热节流 10、理想耗汽率

二、问答题（每题 6 分，共 54 分）

（6 分）1、如图所示的循环中，循环 1-2-3-1 称为 A 循环，循环 1-2-3'-1 称为 B 循环，A、B 循环的工质均为同种理想气体。试将两循环表示在 T-S 图上，并比较 A、B 两循环热效率的高低。



（6 分）2、若某种气体的状态方程式为 $pv = R_g T$ ，先取质量为 1kg 的该种气体分别作两次循环，如图循环 1-2-3-1 和循环 4-5-6-4 所示。设过程 1-2 和过程 4-5 中温度 T 不变，都等于 T_a ，过程 2-3 和过程 5-6 中压力不变，过程 3-1 和过程 6-4 中体积不变。又设状态 3 和 6 的温度均等于 T_b ，试证明两个循环中 1kg 气体对外界做的循环净功相同。



(6分) 3、试将满足下列要求的过程表示在 P—V 和 T—S 图上 (先标出四个基本热力过程):

(1) 工质膨胀、吸热且降温; (2) 工质压缩、放热且升温; (3) 工质压缩、吸热且升温。

(6分) 4、为什么以水蒸气为工质的蒸汽动力循环不采用卡诺循环而采用朗肯循环?

(6分) 5、为何冬天人在室外呼出的气体是白色雾状? 冬季室内有供暖装置时, 为什么会感到空气干燥? 用火炉取暖时经常在火炉上放一壶水, 目的何在?

(6分) 6、水蒸气的定压汽化过程在 P—V 和 T—S 图上所表示的特征, 归纳起来称为“一点、两线、三区、五状态”, 试分别写出它们各代表什么意义?

(6分) 7、试证明卡诺循环的热效率为: $\eta_{t,c} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$, 其中 T_1 为高温热源的温度, T_2

为低温热源的温度。

(6分) 8、孤立系统中进行了 (1) 可逆过程、(2) 不可逆过程, 问孤立系统的总能、总熵、总火用各自如何变化?

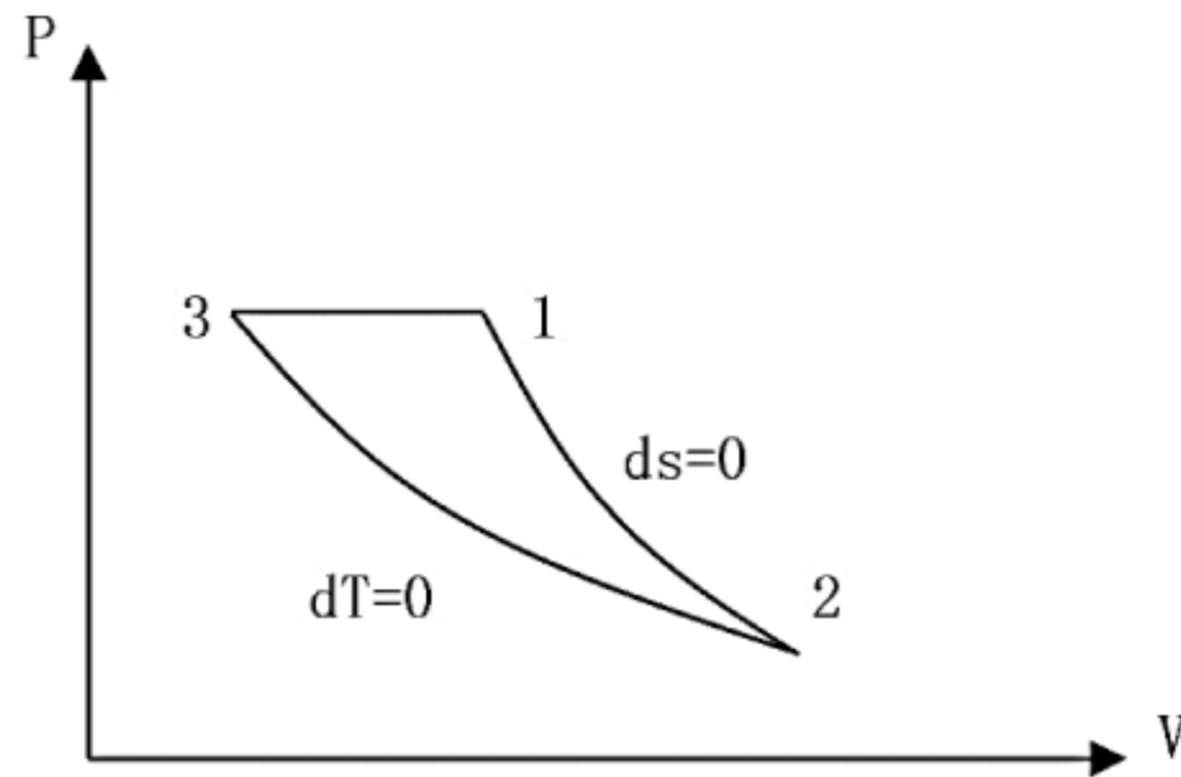
(6分) 9、某种理想气体由同一初态经可逆绝热压缩和不可逆绝热压缩两种过程将气体压缩到相同的终压, 试利用热力学第一定律推导并在 T—S 图上表示出两过程的技术功。

三、计算题 (共 66 分)

(6分) 1、某人宣布能够制造出一种热机, 它从 167°C 的高温热源接受热量, 向 7°C 冷源排热, 该热机从高温热源吸收 1000kJ 热量, 对外做功 432kJ 。请分析此热机循环能否实现?

(9分) 2、将一根 $m_m=2\text{kg}$ 的金属棒投入 $m_w=10\text{kg}$ 的水中, 初始时金属棒的温度 $T_m=1200\text{K}$, 水的温度 $T_w=295\text{K}$ 。金属棒的比热容为 $C_m=0.42\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 水的比热容为 $C_w=4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 试求终温 T_f 和金属棒、水以及它们组成的孤立系统的熵变。假设容器绝热。

(12分)3、设有 1kg 的理想气体空气进行如图所示的循环 1-2-3-1。已知 $T_1=1500\text{K}$, $T_2=300\text{K}$, $P_2=0.1\text{MPa}$ 。其中 1-2 为定熵过程; 2-3 为定温过程; 3-1 为定压过程; 设空气绝热指数 $k=1.4$; 空气气体常数 $R_g=287\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 定压比热容 $C_p=1.005\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。求(1)求初态压力 P_1 ; (2)在 $T-s$ 图上画出该循环; (3)求循环热效率 η_t ; (4)该循环的 T_1 较高, T_2 较低, 但热效率不很高, 问原因何在?



(13分)4、燃气经过燃气轮机中的渐缩喷管绝热膨胀, 经过喷管的流量 $m=0.6\text{kg/s}$ 。燃气的初参数 $P_1=0.7\text{ MPa}$, $t_1=750^\circ\text{C}$, 喷管出口截面上的背压 $P_b=0.5\text{MPa}$, 喷管进口处的流速及喷管中摩擦损失忽略不计。设空气绝热指数 $k=1.4$, 空气气体常数 $R_g=287\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 空气定压比热容 $C_p=1.005\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 临界压力比为 0.528。求: (1) 燃气外射速度和喷管的出口截面积、出口温度及比体积。(2) 燃气在渐缩喷管出口的流速是否为音速? 为什么?

(12分)5、质量为 3kg 空气从 $P_1=1\text{MPa}$ 、 $T_1=900\text{K}$ 经绝热膨胀到 $P_2=0.1\text{MPa}$ 。设空气绝热指数 $k=1.4$, 空气气体常数 $R_g=287\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 定压比热容 $C_p=1.005\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 求: (1) 终态参数温度 T_2 和比体积 v_2 ; (2) 过程功和技术功; (3) ΔU 和 ΔH 。

(14分)6、医用氧气袋中空时呈扁平状态, 内部容积为零。接在压力为 14MPa、温度为 17°C 的钢质氧气瓶上充气。充气后氧气袋隆起, 体积为 0.008m^3 , 压力为 0.15MPa, 由于充气过程很快, 氧气袋与大气换热可以忽略不计。同时, 因充入氧气袋内气体质量与钢瓶气体质量相比甚少, 故认为钢瓶内氧气参数不变, 设氧气气体常数 $R_g=260\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 其热力学能与热力学温度的关系为 $u=0.657\{T\}_k\text{ kJ/kg}$, 焓与热力学温度的关系为 $h=0.917\{T\}_k\text{ kJ/kg}$, 求充入氧气袋内氧气的质量有多少千克?

一、名词解释（每个3分，共27分）

- 1、可逆过程 2、循环热效率 3、系统储存能 4、绝热系统 5、湿空气的露点温度
6、稳定流动过程 7、流动功 8、马赫数 9、孤立系统的熵增原理

二、问答题（每题6分，共54分）

（6分）1、闭口系统定量工质，经历一个由四个过程组成的循环，请填写下表中所缺数据。

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

（6分）2、循环热效率公式 $\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$ 和 $\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ 是否完全相同？它们各自的适用范围是什么？

（6分）3、水蒸气的定压汽化过程在 $p-v$ 和 $T-s$ 图上所表示的特征，归纳起来称为“一点、两线、三区、五状态”，试分别写出它们各代表什么意义？

（6分）4、写出开口系稳定流动能量方程式的表达式及各项的意义。

（6分）5、可逆过程的热熵流与熵变是否相等？不可逆过程的热熵流与熵变是否相等？为什么？

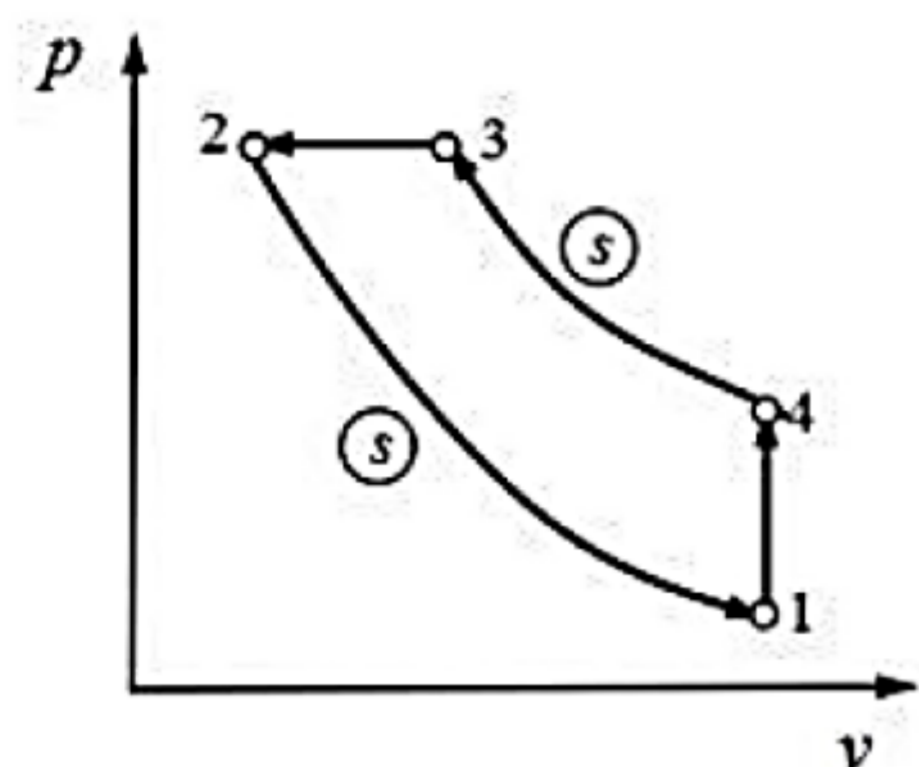
（6分）6、试在 $T-s$ 图上定性表示出 $n = 1.2$ 的理想气体的压缩过程，并在图上用面积表示所耗过程功 w 。

（6分）7、某种工程中需使用高纯度的氮气，为防止因杂质水蒸气冻结而堵塞管道，要求

该气体在 0.1MPa 条件下的露点温度不高于 -40°C ，测试过程在 0.2MPa 下进行，测得露点温度为 -50°C ，请问这批气体是否合格？为什么？

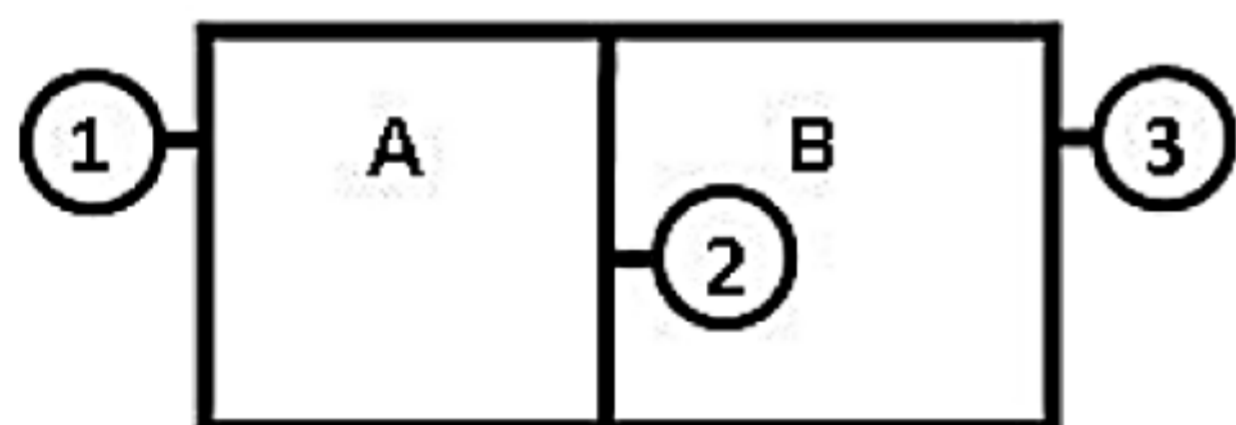
(6分) 8、为何冬天人在室外呼出的气体是白色雾状？冬季室内有供暖装置时，为什么会感到空气干燥？

(6分) 9、已知某一逆向循环的 $p-v$ 图如图所示。请在 $T-s$ 图上表示出该逆向循环。



三、计算题 (共 69 分)

(8分) 1、容器被分隔成 A、B 两室，如下图所示。已知当地大气压力 $P_b=0.103\text{MPa}$ ，B 室内压力表 2 的读数 $P_{g,2}=0.04\text{MPa}$ ，压力表 1 的读数 $P_{g,1}=0.294\text{MPa}$ 。求压力表 3 的读数 (用 MPa 表示)



(10分) 2、初态为 0.1MPa、 15°C 的空气在压缩机中被绝热压缩到 0.5MPa、终温分别为 (1) 423K 和 (2) 490K，问过程是否可行？是否可逆？已知空气的绝热指数 $k=1.4$ ，空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，比热容取定值，且 $c_p=1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

(10分) 3、有一专利申请提出一台热机工作与 $t_1=427^{\circ}\text{C}$ ， $t_2=77^{\circ}\text{C}$ 之间，当工质从高温热源吸热 50kJ，对外做功 30kJ，而排给低温热源的热量恰为两者之差。试分析该热机的可行性。

(12分) 4、1kg 空气从状态 1 可逆绝热压缩到状态 2，且 $P_2=3P_1$ ，然后定压加热到状态 3，最后经定容回到状态 1。已知： $P_1=0.1\text{MPa}$ ， $T_1=300\text{K}$ ， $k=1.4$ ， $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ；比热容取定值，且 $c_p=1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ；求：(1) 将该循环定性地表示在 $p-v$ 及 $T-s$ 图上；(2) 循

环的热效率；(3) 循环净功。

(15分) 5、空气经一渐缩喷管，在喷管内 A 截面处压力为 0.343 MPa，温度为 540°C，速度 180 m/s，截面积为 0.003 m²，比热容取定值，且 $c_p=1.004 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。已知空气的绝热指数 $k=1.4$ ，空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，空气的临界压力比 $\nu_{cr}=0.528$ ，试求：(1) 该喷管的滞止参数；(2) A 截面处的音速及马赫数；(3) 喷管出口处的马赫数等于 1 时，该出口处截面积。

(14分) 6、一刚性绝热容器，容器 $V=0.028\text{m}^3$ ，原先装有压力为 0.1MP_a、温度为 21°C 的空气。现将连接此容器与输气管道的阀门打开，向容器内快速充气。设输气管道内气体的状态参数保持不变： $P=0.7\text{MP}_a$ ， $t=21^\circ\text{C}$ 。当容器中压力达到 0.2MP_a 时阀门关闭，求容器内气体可能达到的最高温度。设空气可视为理想气体，其热力学能与温度的关系为 $u=0.72\{T\}_k \text{ kJ}/\text{kg}$ ；焓与温度的关系为 $h=1.005\{T\}_k \text{ kJ}/\text{kg}$ 。已知空气的气体常数 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。