

## 目 录

2014 年华北电力大学（北京）工程热力学考研真题（回忆版） .....	5
2012 年华北电力大学（北京）工程热力学考研真题（回忆版） .....	6
2007 年华北电力大学工程热力学考研真题 .....	7
2006 年华北电力大学（北京）405 工程热力学考研真题 .....	9
2005 年华北电力大学（北京）工程热力学考研真题 .....	11
2001 年华北电力大学工程热力学考研真题 .....	15
2000 年华北电力大学工程热力学考研真题 .....	16

**说明：**近年来科目代码和名称为 824 工程热力学。以前年份科目代码和名称为 405 工程热力学等。

## 2014 年华北电力大学 (北京) 工程热力学考研真题 (回忆版)

### 一、问答题 (每个 5 分, 共 40 分)

1. 使熵增大的方法有哪些?
2. 是未饱和湿空气析出水分的方法有哪些?
3. 吉布斯函数的定义式? (2 分) 物理意义? (3 分)
4. 理想气体压缩, 压缩比和容积效率相同, 等温压缩和等熵压缩, 哪个耗功大, 并说明理由?
5. 在 P-V 图上表示理想气体任意两个过程的热力学能。
6. 在喷管中, 最大流速出现在喉部, 最大流量出现在出口, 这句话对吗?
7. 有摩擦阻力的流动中, 实际气体出口流速也可以用  $c_2 = \sqrt{2(h_0 - h_2)}$  表示, 那它的摩擦损耗表现在哪里?
8. 绝对湿度

### 二、填空题 (每个 5 分, 共 25 分)

1. 已经干湿球温度计及露点温度: 16 度, 18 度, 26 度, 问露点温度是多少?

$$s'' - s' = \frac{r}{T_s}$$

2. 求热效率
3. 求汽化潜热
4. 最佳压力
5. 求制冷系数

### 三、计算题 (共 95 分)

1. 已知理想气体混合物 P1, V1, 经某过程后, 变为 P2, V2, 该过程中焓变减少了 67.83KJ/KG, Cv=2.123KJ/(KG.K)。

- 1) 求热力学能变;
- 2) 求定压比热容 Cp;
- 3) 求理想气体混合物的折合气体常数;
- 4) 求理想气体混合物的平均摩尔质量。

2. 已知某理想朗肯循环, 其新蒸汽参数 P1, t1, h1, s1, 绝热膨胀做功后, p2, h2, t2, s2, 流量 60 吨/小时, 汽轮机相对内效率为 0.92, 不计水泵耗功。

- 1) 在 T-S 图上画出该朗肯循环;
- 2) 求汽轮机的排汽焓值;
- 3) 求乏汽干度;
- 4) 求热效率;
- 5) 求汽轮机功率。

3. 已知空气初始参数压力为 0.5MPa, 温度 30 摄氏度, 经压气机绝热压缩后, 再在换热器中放热, 没 KG 空气放出 10KJ 热量。再进入喷管中, 喷管的出口截面面积为 5cm<sup>2</sup>, 出口压力 P2、出口温度 t2=30 摄氏度、出口速度为 310m/s。求空气的质量流量和压气机消耗的功率。

4. 考的是压缩蒸汽制冷循环, 比较简单, 教材上的好好看。

- 1) 在 T-S 图上表示该循环;
- 2) 求制冷系数; 3) 已知制冷量为 20000KJ/h, 求质量流量。

5. 已知 P1, t1, 给出两组最终参数 (压力和温度), 判断那个是正确的? 已知环境温度 T0=300K, 求作功能力损失, 并且在 T-S 图上表示出来。

## 2012 年华北电力大学（北京）工程热力学考研试题（回忆版）

c

### 一、解答题

1. 蒸汽循环再热目的，并画 T-S 图分析
2. 热力学第二律克劳休斯说法
3. 绝热节流系数定义，及何时表示热效应
4. 加热湿空气，蒸汽分压力、相对湿度、绝对湿度、露点、熵 变化
5. 空气压缩制冷循环能否采用节流阀代替膨胀机，为什么？

### 二、填空题

1. 有摩擦阻力的绝热流动，已知能量损失系数、入口参数，求速度系数，出口速度。
2. 氮气、氧气的混合气体的分压力计算。
3.  $\text{CO} + 1/2 \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ，增加系统压力，化学平衡移动判断。
4. 未饱和湿空气的干球温度、湿球温度、露点比较大小
5. 范德瓦尔方程

### 三、计算题

1. 喷管计算
2. 含一定质量的  $100^\circ\text{C}$  汽水混合物的密闭容器，加一定质量的  $70^\circ\text{C}$  水后，若要恢复加水前温度和压力，求需要再加入多少热量？
3. 具体忘了，最后一个小问是计算基布斯函数
4. 蒸汽循环抽汽供热
5. 燃气-蒸汽联合循环计算
6. 理想气体热力过程的一道证明题

### 四、分析题

1. 逆向卡诺制冷循环
2. 单制冷机、串联双制冷机。制冷效果比较

c

c

华北电力大学

2007 年硕士研究生入学试题

考试科目：工程热力学

(共 2 页)

考生注意：答案必须写在答题纸上，可以使用计算器

(注：可以根据课本中的有关知识自行确定有关常用参数，如摩尔质量、气体常数、 $C_p$  和  $C_v$  等，例如空气可取  $C_v=717\text{J/kgK}$ 、 $C_p=1004\text{J/kgK}$  等)

一、回答问题 (每题 5 分, 共 40 分)

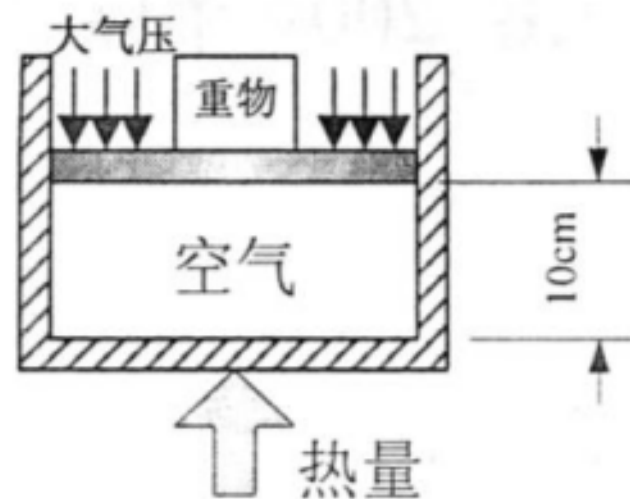
- 1、什么是热力系统?
- 2、膨胀功和技术功的不同之处是什么?
- 3、焓的定义? 焓代表的物理意义?
- 4、写出热力学第一定律应用于热力系统时文字表达的等式关系?
- 5、比较任意多热源可逆循环与卡诺循环的特点及热经济性(以两者的最高和最低温度为准)?
- 6、叙述孤立系统的熵增原理。
- 7、写出范德瓦尔斯方程式。
- 8、写出水工质汽化潜热的定义。

二、填空题 (每题 3 分, 共 24 分)

- 1、闭口系 1kg 空气吸热 50kJ, 对外做功 60kJ, 空气的温度\_\_\_\_\_。
- 2、1kg 空气温度从 300K 升高到 400K, 压力从 0.12MPa 升高到 0.16MPa, 熵  $\Delta s=$ \_\_\_\_\_。
- 3、任何工质经绝热节流后焓\_\_\_\_\_、压力\_\_\_\_\_、熵\_\_\_\_\_。
- 4、经有温差的传热后传热量\_\_\_\_\_、热量佣\_\_\_\_\_。
- 5、单级活塞式压气机理论上定温压缩和绝热压缩两种方式, 消耗压缩功从大到小的顺序是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- 6、计算燃气轮机理想循环热效率的公式为\_\_\_\_\_。
- 7、0.1MPa 下氧气和氮气构成的富氧空气质量分数各占 50%, 则氧气的分压力\_\_\_\_\_, 氮气的分压力\_\_\_\_\_。
- 8、湿空气经过一管道, 管道内有电热丝加热, 加热后相对湿度\_\_\_\_\_, 含湿量\_\_\_\_\_。

三、计算题 (78 分)

- 1、(18 分) 一个气缸活塞系统如图示, 活塞的截面积为  $40\text{cm}^2$ , 活塞离气缸底部 10cm, 重物 20kg, 初始状态温度 300K, 大气压力 101325Pa, 活塞运行无摩擦,
  - ①如果使缸内空气温度升高  $5^\circ\text{C}$  的同时使重物升高 2cm 需要加入多少热量;
  - ②然后当可逆绝热情况下使活塞回到原位置, 需要再加上多少重物。



2、(20分)空气可逆绝热地流经渐缩型喷管，测得某截面上压力为  $0.28\text{MPa}$ ，温度为  $354\text{K}$ ，速度为  $150\text{m/s}$ ，截面积为  $9.29 \times 10^{-2}\text{m}^2$ 。试求：

- ① 截面上的马赫数、流量；
- ② 滞止压力、滞止温度；
- ③ 如果出口达到音速，求出口截面的速度、温度、压力。

3、(30分)两级抽汽回热循环输出动力  $37000\text{kW}$ ，进入汽轮机的蒸汽压力为  $6\text{MPa}$  和  $500^\circ\text{C}$  (焓  $h_0=3422.95\text{kJ/kg}$ )，凝汽器设计真空是  $9\text{kPa}$ ，汽轮机排汽焓值  $h_c=2167.15\text{kJ/kg}$ ，第一级抽汽压力  $1.4\text{MPa}$ ，焓值  $h_{01}=2999.87\text{kJ/kg}$ ，第一级混合式加热器出口焓值  $h_{01}'=830.13\text{kJ/kg}$ ，第二级抽汽压力  $150\text{kPa}$ ，抽汽焓值  $h_{02}=2562.17\text{kJ/kg}$ ，第二级混合式加热器的出口焓值  $h_{02}'=467.08\text{kJ/kg}$ ，凝汽器热井出口凝结水焓值为  $h_c'=183.26\text{kJ/kg}$ 。忽略水泵功的影响。

- ① 画出该循环的 T-S 图；
- ② 求两级抽汽的抽汽率  $\alpha_1, \alpha_2$ ；
- ③ 求  $1\text{kg}$  水蒸汽在汽轮机中的做功与回热循环的热效率；
- ④ 计算汽轮机的进汽量。

4、(10) 环境温度为  $300\text{K}$ ，环境压力  $1 \times 10^5\text{Pa}$ ，计算开口系中压力为  $2\text{MPa}$ 、温度  $500\text{K}$  时  $1\text{kg}$  的空气的焓值。

#### 四、分析题：(8分)

用吸放热平均温度方法并结合朗肯循环的 T-S 图分析说明，提高新蒸汽温度可以提高朗肯循环的热效率。

华北电力大学(北京)

2006 年硕士研究生入学试题

考试科目: 工程热力学 (A) 代码: 405 (共 2 页)

考生注意: 答案必须写在答题纸上

一. 回答问题(每题 5 分, 共 40 分)

1. 理想气体经绝热节流后, 其温度、压力、热力学能、焓、熵如何变化?
2. 什么是燃料的低位热值, 为什么火电厂利用的是燃料的低位热值?
3. 热力学第二定律的克劳修斯说法的内容是什么?
4. 在给定的定熵流动过程中, 流动截面中每个截面的滞止参数是否都相等, 为什么?
5. 什么是活塞式压气机的定温效率?
6. 蒸汽动力循环采用再热的目的是什么? 画 T-S 图加以说明?
7. 蒸汽动力装置热效率很难超过 40%, 这表明由冷凝器中冷却水带走的热量太多, 应该努力提高冷凝器的性能, 使排向环境的热量  $Q_2$  趋向于零, 是否正确? 为什么?
8. 冬季若室内温度保持在  $20^\circ\text{C}$ , 室外温度为  $-10^\circ\text{C}$  时, 用热泵供暖其性能系数理论上最大可达多少?

二. 填空题(每题 3 分, 共 18 分)

1. 焓的定义式为  $H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
2. 在一个标准大气压下, 将  $20^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 80% 的湿空气加热变为  $60^\circ\text{C}$  的湿空气, 则湿空气的露点  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(填增大、减小或不变)。
3. 温度为  $100^\circ\text{C}$ , 绝对压力为 2MPa 的氧气的密度为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{kg/m}^3$ 。
4. 已知某卡诺循环的热效率为 25%, 则在相同温度限之间的逆向卡诺循环的制冷系数为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
5. 当水的压力升高到 22.064MPa, 温度达到  $373.99^\circ\text{C}$  时, 饱和水和饱和蒸汽已不再有分别, 此点称为水的  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
6. 一台两级压气机, 吸入空气的压力  $p_1=0.1\text{MPa}$ , 压气机将空气压缩到  $p_3=2.5\text{MPa}$ , 则最佳中间压力为  $\underline{\hspace{2cm}}$  Pa。

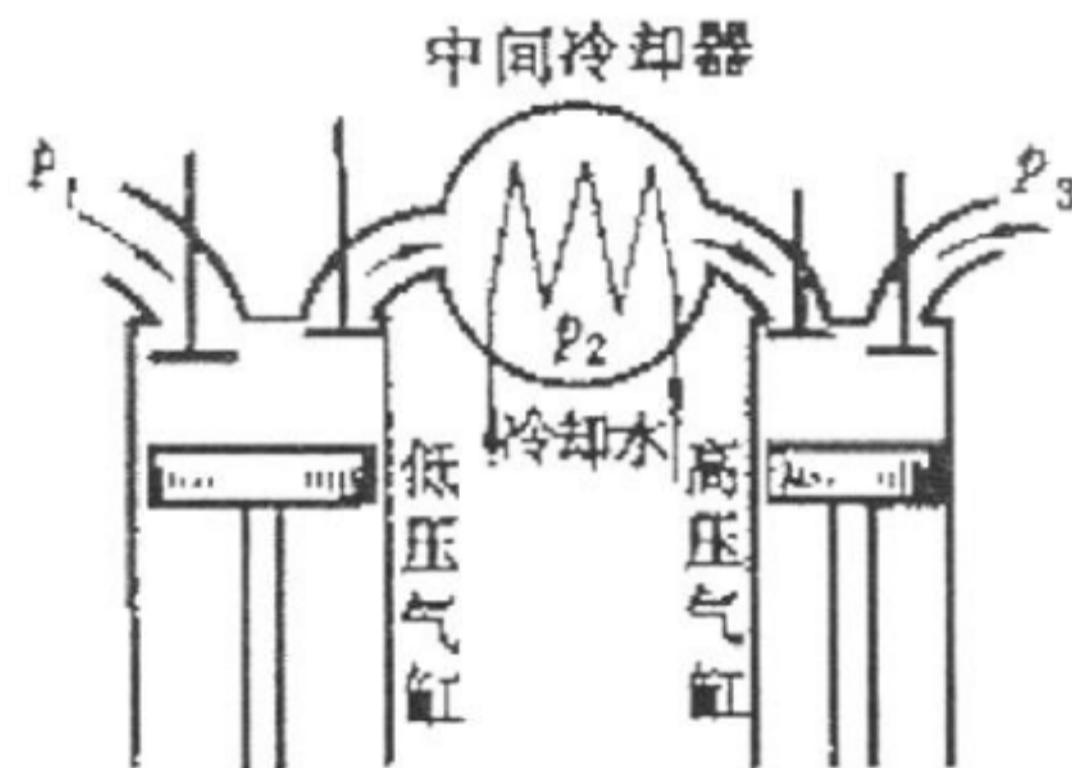
三. 计算题(82 分)

1. 1kg 空气, 初始时温度  $t_1=80^\circ\text{C}$ 、压力  $p_1=0.2\text{MPa}$ , 经过一可逆过程变化到  $t_2=100^\circ\text{C}$ , 压力  $p_2=0.5\text{MPa}$ 。设比热为定值,  $c_p=1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k})$ ,  $c_v=0.717\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k})$ 。求  $\Delta u$ 、 $\Delta h$ 、 $\Delta s$ , 这个过程是吸热过程还是放热过程? (15 分)
2. 温度为  $300^\circ\text{C}$ 、压力为 1MPa 的空气经渐缩喷管等熵流入背压为 0.1MPa 的空间, 入口处流速  $c_1=150\text{m/s}$ , 喷管的出口截面积为  $10\text{cm}^2$ 。已知空气的  $c_p=1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{k})$ , 气体常数  $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{k})$ , 绝热指数  $k=1.4$ , 临界压比  $\nu_{cr}=0.528$ 。则求喷管出口处的压力、流速、质量流量及喷管入口处的截面积。 (24 分)

3. 带回热的燃气轮机定压加热实际循环，压气机的入口温度为 290K，压力为 95kPa，流量为 60kg/s，循环的最高温度为 1500K，最高压力为 950kPa，空气经回热器后的温度为 805K，压气机的绝热效率为  $\eta_{cs}=0.85$ ，气轮机相对内效率  $\eta_T=0.87$ ，空气的定压质量比热  $c_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，空气的绝热指数  $k=1.4$ 。求：（30 分）
- 1) 在 T-S 图上画出此循环；
  - 2) 回热器的回热度  $\sigma$ ；
  - 3) 循环的热效率；
  - 4) 平均吸热温度；
  - 5) 净输出功率。
4. 一容器内储存有 300kg、90°C 的热水，周围环境温度为 15°C，若在热水和周围环境之间装一热机，试求当水与周围环境达到平衡时热机可能作出的最大功。设水的比热保持不变，为  $c=4.1868\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ （13 分）

四. 分析题：（10 分）

某电厂采用如下图所示两级压缩、级间冷却方式获得高压空气来驱动气动设备。已知低压气缸入口空气是未饱和湿空气，但是低压气缸的排气经过中间冷却器后，却有液态水析出，需要加以去除，否则会影响下一级的压缩，或者影响气动机构的执行情况。试分析，经中间冷却器后为什么会有液态水析出？



## 华北电力大学(北京)

## 2005 年硕士研究生入学试题

考试科目: 工程热力学

考生注意: 答案必须写在答题纸上

(注: 题中未提到的参数按教科书中常用的方法或常数来处理。例如比热按定值计算, 双原子气体

$$c_v = \frac{5R_g}{2}, \quad \nu_{cr} = 0.528, \quad k=1.4 \text{ 等})$$

## 一、填空(50 分)

- 1、热力系统的定义是: ( ) , 而 ( ) 叫边界, 边界可以是实际存在的, 也可以是 ( ) 。
- 2、描写工质所处状态的宏观物理量叫( ) , ( ) 是状态的单值函数, 它的值取决于给定的状态, 而与达到这一状态的( ) 无关。P、T、V 称之为( ) 。
- 3、有 A、B、C 三个物体, 当 A 和 B 接触达到热平衡, A 和 C 接触达到热平衡, 那么 B 和 C ( ) 。这时这三个物体有一个共同的宏观物理特性叫( ) 。
- 4、测得容器内的表压力为 0.25MPa, 当地大气压力为 755mmHg, 绝对压力为 ( ) MPa。
- 5、热力学能是物质分子具有的微观能量, 主要包括( ) 能和( ) 能; 而系统具有的宏观能量包括( ) 和( ) ; 微观能量和宏观能量合在一起称为( ) 。
- 6、焓的定义式: ( ) , 它的物理意义说明: ( ) 。
- 7、系统能够做出膨胀功的推动力是( ) , 而是否做出了膨胀功则决定于系统的( ) 。
- 8、写出仅适用于理想气体可逆过程的热力学第一定律的第一解析式 ( ) 。
- 9、某种双原子组成分子的理想气体, 摩尔质量为 28kg/kmol, 它的气体常数为 ( ) kJ/kmolK; 如果比热按定值计算, 定压比热  $c_p$  为( ) kJ/kmolK。
- 10、理想气体比热在实际的计算中多采用平均比热, 这是因为真实比热

( )。如果这一特性可用一个四次方程描述,那么这个方程的型式可写为( )。

11、分压力是指某组成气体处于和理想气体混合物( ),而这一组成气体单独占据混合气体总容积时,所具有的( )。

12、 $PV^n=C$  是理想气体热力过程的一般表达形式,而四种典型的热力过程是指:( )、( )、( )、( ),此时可以认为  $n$  分别取值( )、( )、( )、( )。

13、热力学第二定律的克劳修斯说法和开尔文说法都论述了热力学第二定律,但是克劳修斯说法着重于说明( ),开尔文说法着重于说明( )。

14、卡诺循环是由两个( )过程和两个( )过程组成的可逆循环,它与进行循环的体系是否是理想气体( )。

15、压缩因子是实际气体偏离( )的一种表示方法,其物理意义可用一个简单的比值表示为( )。

16、体积膨胀系数  $\alpha_v=( )$ 。

17、热力系统处于汽液共存的状态称为( ),此时的压力温度互为( )的参数。

18、饱和水的焓随饱和压力升高而( ),而干饱和蒸汽的焓随饱和压力升高( )。

19、过冷水和过热蒸汽表中数字间有一个粗的黑实线,把表中的数字分成两部分,该黑色实线代表了( )。

20、马赫数是( )之比,超音速时马赫数( )。

21、微分节流效应等于零的温度称为( )。

22、超音速的气流要想得到加速应选择( )形状的喷管,而要想减速必须选择( )形状的扩压管。

23、使燃气轮机循环的( )达到最大时的增压比称为最佳增压比。

24、1kg 干空气中包含的水蒸汽的质量称为( )。

25、对于 CO 产生的燃烧反应,当压力提高时  $CO_2$  的离解度( )。

## 二、判断对错(20 分)

1、P—v 图中有一点 A，如果从 A 点出发热力系统经历了一系列变化又回到原来的状态，那么我们说系统经历的一定是一个可逆过程。

2、稳定流动的开口系，控制容积内的参数是均匀一致的。

3、稳定流动的能量方程式为  $q = \Delta h + \frac{1}{2}(c_{f2} - c_{f1})^2 + g(z_2 - z_1) + w_i$

4、理想气体工质分别处于两条等温线上的任意两个状态之间的焓差相等。

5、工质吸热之后温度一定是升高的。

6、从同一初态出发的两个绝热过程终态也必相同。

7、最高温度  $T_1$  和最低温度  $T_2$  之间工作的任意热机，都有  $\eta < 1 - \frac{T_2}{T_1}$ 。

8、外界条件不变，渐缩喷管考虑有摩擦之后排气压力、排气温度都会升高，而排气速度会减小。

9、只用于压缩目的的单级活塞式压气机从  $P_1$  压缩到  $P_2$ ，压缩过程散出热量越大压缩功反而越小。

10、饱和湿空气是干空气与过热蒸汽的混合物。

## 三、推导(24 分)

1、理想气体可逆绝热过程， $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$

2、 $dh = C_p dT + \left[ v - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp$

3、燃气轮机定压加热理想循环，增压比为  $\pi$ ，比热取定值： $\eta_t = 1 - \frac{1}{\pi^{\frac{k-1}{k}}}$

## 四、作图(24 分)

1、空气经过  $n=1.2$  的压缩过程，然后再放热并且降压，画出该过程的 T—s。

2、画出一个理想的带有再热的回热循环的 T—s 图，回热抽汽有三级，其中第二级抽汽压力正好和再热压力相同。

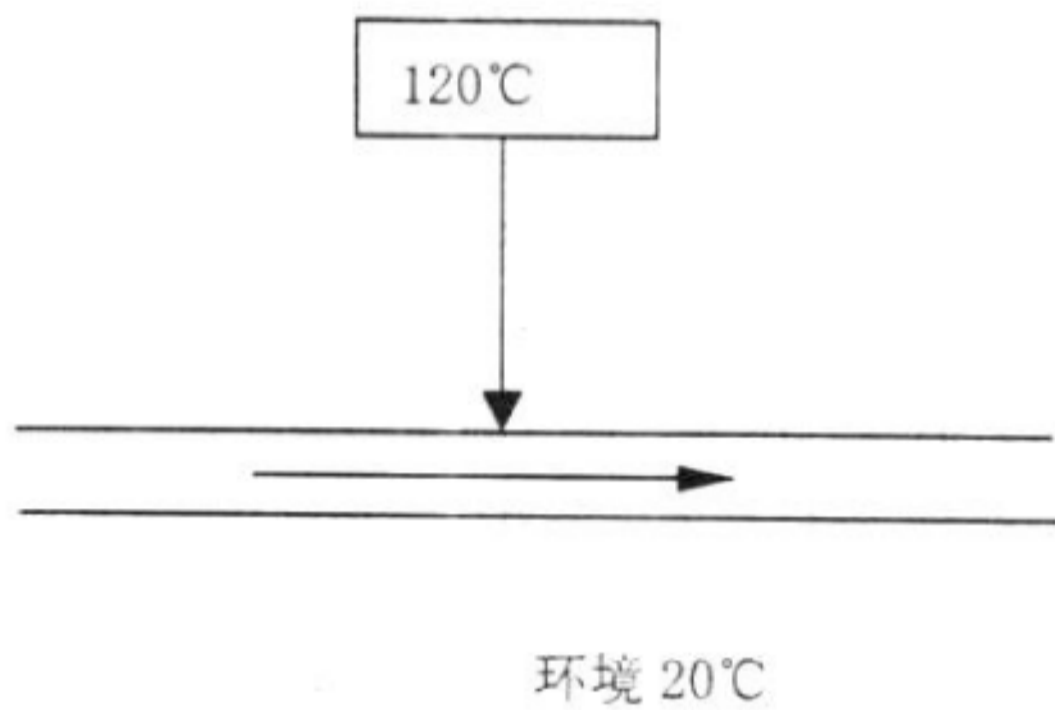
3、在 T—s 图中画出一个温差传热过程并且表示造成的熵损。

4、在 T—s 图中用面积表示压力为  $p$  (低压下)、温度为  $T$  的过热蒸气的焓。

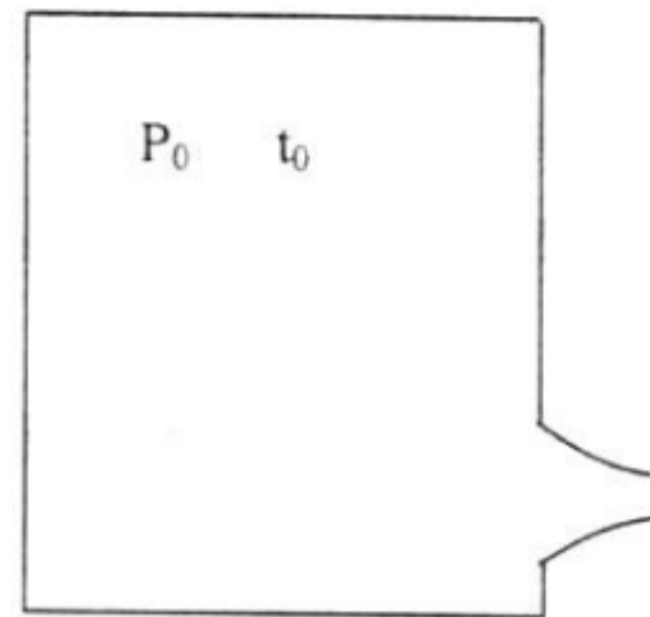
## 五、计算(32 分)

1、绝热刚性容器中，氧气和氮气分立存在，各占 50%的容积，氧气的压力为 2MPa 而氮气的压力为 1 MPa，总容积为  $1\text{m}^3$  的空间，温度都为  $30^\circ\text{C}$ ，抽开中间隔板计算体系的总熵增。

2、空气流经管道(或设备)，入口压力为 0.6MPa、入口温度  $100^\circ\text{C}$ ，出口压力 0.5MPa、出口温度  $50^\circ\text{C}$ ，空气的质量流量为  $0.1\text{kg/s}$ ，温度为  $120^\circ\text{C}$  的热源提供的热量为  $10\text{kJ/s}$ ，环境温度为  $20^\circ\text{C}$ ，计算做功能力损失。



第 2 题图



第 3 题图

3、如图， $1000\text{kg}$  空气被压缩于罐内，压力为  $10\text{MPa}$ ，温度为  $25^\circ\text{C}$ 。经一个渐缩喷管流向大气，气罐为非绝热的并且能够维持温度不变，问经多长时间喷管出口的速度开始降低。已知渐缩喷管出口面积为  $2\text{cm}^2$ ，大气压力  $0.1\text{MPa}$ 。

华北电力大学2001年硕士研究生入学试题

### 考试科目：工程热力学

考生注意：答案必须写在答题纸上

一. 回答问题：(每题 4 分，共 32 分)

1. 什么是作功能力损失？如何计算？
2. 什么是滞止温度？
3. 什么是熵增原理，它有何意义？
4. 什么是压气机容积效率？
5. 什么是化学平衡常数？
6. 蒸汽动力循环采用再热有何意义，为什么？
7. 干饱和水蒸气的焓随压升高如何变化？
8. 具有一次抽汽回热的蒸汽动力循环，如何确定抽汽率？

二. 推导或证明 (每题 8 分，共 24 分)

1. 由一个麦克斯韦关系式推导出另一个麦克斯韦关系式。
2. 设理想气体经历了参数  $X$  保持不变的可逆过程，该过程比热容为  $c_x$ ，试证明  $p v^m = \text{常数}$ 。

$$m = \frac{c_x - c_p}{c_x - c_v}$$

3. 证明亚音速气流流经渐缩喷管流速增加。

三. 计算：(共 44 分)

1. 两股空气在绝热流动中混合，已知第一股空气在标准状态下的体积流量  $q_{v,0,1} = 1 \text{ m}^3/\text{min}$ ， $p_1 = 0.1 \text{ Mpa}$ ， $t_1 = 20^\circ\text{C}$ ；第二股空气的体积流量  $q_{v,2} = 0.12084 \text{ m}^3/\text{min}$ ， $p_2 = 0.9 \text{ Mpa}$ ， $t_2 = 20^\circ\text{C}$ 。在忽略动、位能变化的条件下，试确定混合后在标准状态下的体积流量  $P_{v,0,3}$ ，温度  $T_3$  和最大可能达到的压力  $P_3$ 。(14 分)
2. 容器 A 和 B 的体积分别为  $3 \text{ m}^3$  和  $2 \text{ m}^3$ ，两者用一根带有阀门的管子相连接。开始，阀门是关闭的，容器 A 中贮有  $5 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $500 \text{ K}$  的空气，而 B 中为真空。假定阀门打开后，流动是绝热的，并略去连接管和阀门的体积，试计算作功能力的损失。(  $T_0 = 298 \text{ K}$ ， $p_0 = 101325 \text{ Pa}$  ) (12 分)
3. 燃气轮机回热循环中，设回热度  $\delta = 0.8$ ，透平效率  $\eta_T = 0.9$ ，压气机效率  $\eta_C = 0.85$ ，大气温度  $T_1$  和压力  $p_1$  分别为  $15^\circ\text{C}$  和  $0.1 \text{ MPa}$ ，压比 = 6.5，透平进口温度  $t_3 = 950^\circ\text{C}$ 。已知空气的比热比  $\kappa = 1.4$ ，定压比热容  $c_p = 1.0048 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。忽略回热器散热损失及各处的压降损失，试计算此循环的净功与热效率。(18 分)

华北电力大学2000年硕士研究生入学试题

考试科目：工程热力学

一. 回答问题 (每题 4 分 共 32 分)

1. 式  $\int_1^2 p dv$  是否适用于任何工质的任何过程?
2. 某理想气体分贮于两个容器, 其温度相同, 质量相同, 而压力不同, 其焓和熵是否相同, 为什么?
3. 干饱和水蒸汽, 经绝热节流后压力由  $P_1$  降至  $P_2$ , 其温度是否变化, 如何知道?
4. 空气被不可逆绝热压缩后, 又被冷却至初温, 冷却过程中的放热量是否等于压气机对空气所作功, 为什么?
5. 初态相同的 CO 和  $CO_2$  分别加入相同的热量, 膨胀至相同的温度, 膨胀功是否相同, 为什么?
6. 燃气轮机入口温度  $T_1$ 、出口温度  $T_2$ , 如何估算其容积流量的相对变化?
7. 什么是对比态定律, 它有何用途?
8. 什么是理论燃烧温度?

二. 推导或证明

1. 导出理想气体绝热过程的过程方程。(8分)
2. 处于稳定流动状态中的理想气体, 当温度为  $T$ 、压力为  $P_0$  (环境压力) 时, 其焓的表达式为

$$E_x = \Delta H \left( 1 - \frac{T_0}{T - T_0} \ln \frac{T}{T_0} \right)$$

式中  $H$  为焓,  $T_0$  为环境温度, 定比热。该式对不对? 为什么? (8分)

3. 绝热刚性容器用隔板分为两部分, 分别贮有  $n_1$ 、 $n_2$  摩尔的理想气体, 它们的温度相同, 但压力  $P_1$  与  $P_2$  不同, 所占容积  $V_1$  与  $V_2$  也不同。如抽去隔板, 整个容器的气体最后达到压力  $P$ , 试判断用下列两种方法计算, 抽隔板前后气体熵的变化, 是否正确? 说明理由。

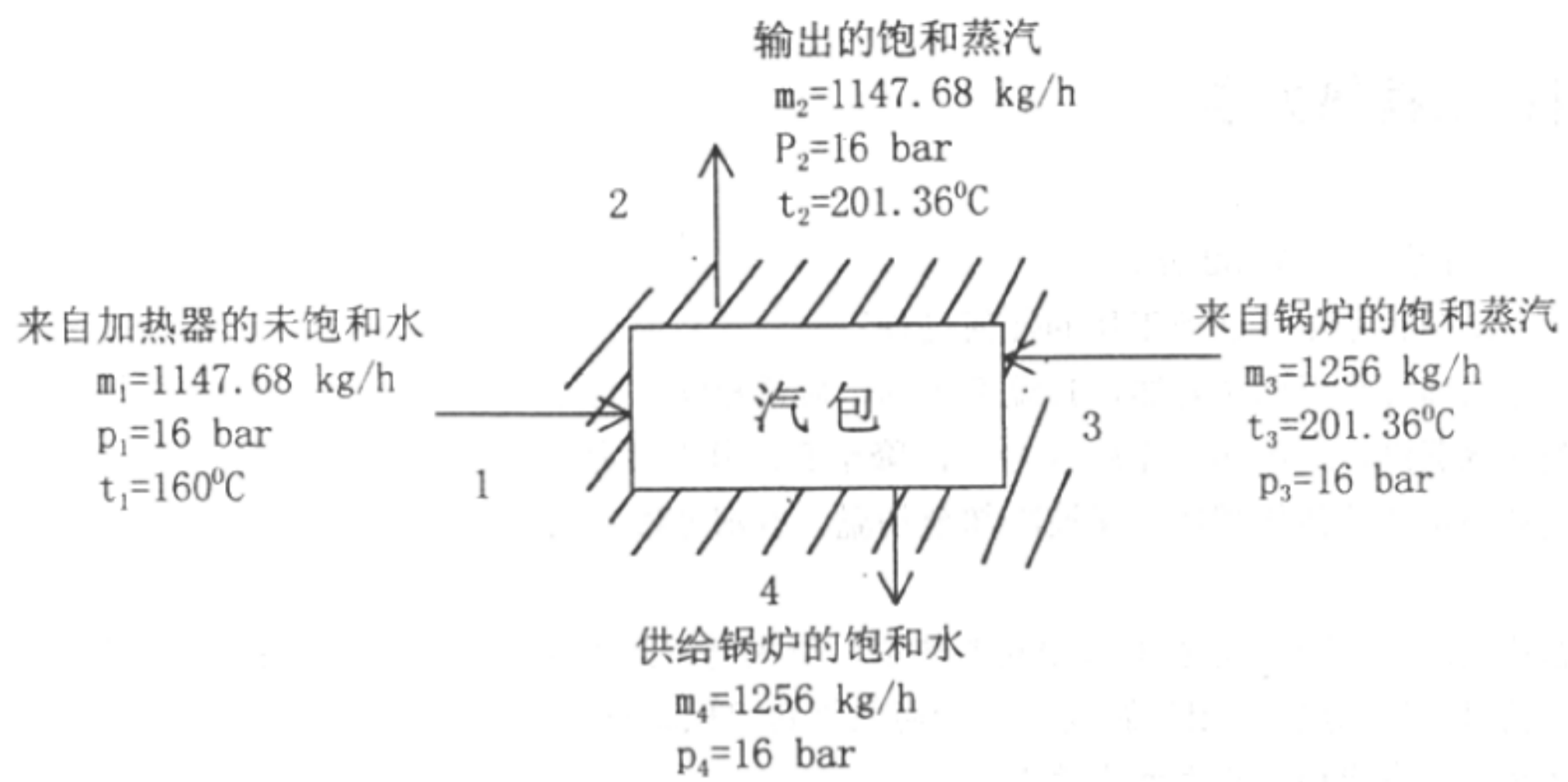
$$\begin{aligned} \text{a. } \Delta S &= \Delta S_1 + \Delta S_2 \\ &= n_1 R_m \ln \frac{V_1'}{V_1} + n_2 R_m \ln \frac{V_2'}{V_2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \Delta S &= \Delta S_1 + \Delta S_2 \\ &= -n_1 R_m \ln \frac{P_1'}{P_1} - n_2 R_m \ln \frac{P_2'}{P_2} \end{aligned}$$

其中  $P_1'$ 、 $V_1'$  与  $P_2'$ 、 $V_2'$  分别代表抽去隔板后气体的分压力与分容积,  $R_m$  为通用气体常数。(12分)

三. 计算

1. 压力为 0.54MPa, 温度为 116°C 的空气, 经可逆膨胀, 压力变为 0.12MPa, 温度为 20°C, 求此过程的技术功? (15分)
2. 一台热机带动一台热泵, 热机和热泵排出的热量用于加热暖气散热器的热水。如热机的热效率为 27%, 热泵的供热系数为 4, 试求输给散热器热水的热量与输给热机热量的比值。(10分)
3. 图 5-6 所示为一汽包, 试分析: (15分)



(1)用热力学第一定律分析上图所示的绝热汽包内是否存在损失？若有损失其损失为多少？

(2)用热力学第二定律分析该汽包有无损失？若有损失其损失为多少？

已知环境温度  $T_0=300\text{K}$ ，16bar 下水的定压比热  $c_p=4.4149 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，汽化潜热  $r=1934.7 \text{ kJ/kg}$ 。