

工程热力学部分（共 75 分）

一、判断对错，并说明原因（每题 3 分，共 18 分）

1. 热力过程中，工质向外放热，其温度必然降低。
2. 熵增大的过程为不可逆过程。
3. 工质从状态 1 变化到状态 2，不论中间经历了什么过程，其熵的变化都是相等的。
4. 孤立系统的热力状态不能发生变化。
5. 热量 $q = \int_1^2 T ds$ 只适用于定温和定熵过程。
6. 使 0.1MPa，80°C 的液态水达到饱和状态的办法只有一个，即加热使水温度上升到 0.1MPa 时的饱和温度。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 推导理想气体比定容热容 C_v 和比定压热容 C_p 的关系（迈耶公式）。
2. 如图 1 所示电加热装置，刚性容器中盛有空气，并设有电热丝，试问取什么为系统，系统与外界交换的是热量？取什么为系统，系统与外界交换的是电功？取什么为系统，系统与外面没有任何能量交换？

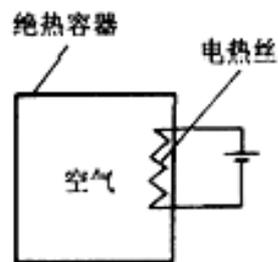


图 1

3. 系统经历一可逆正循环后，对系统和外界有什么影响？如果循环中有不可逆因素，系统和外界有没有变化？
4. 请分别用熵方程、孤立系统熵增原理和克劳修斯积分式给出热力学第二定律的数学表达式。

5. 如图 2 温熵图所示，循环 1-2-3-1 中，2-3 为不可逆绝热过程，试用面积表示该循环中的吸热量，放热量和净功量。

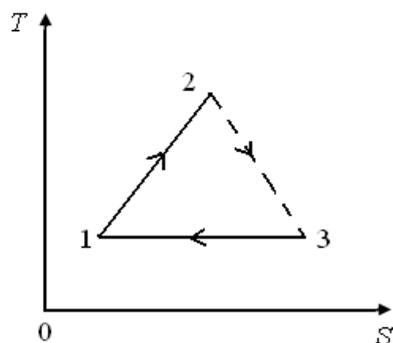


图 2

三、计算题（共 27 分）

1. (15 分) 如图 3 所示，绝热刚性容器被一绝热隔板分成两部分，其中 A 部分存有 2kmol 氧气， $p_{O_2} = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $T_{O_2} = 300 \text{ K}$ ；B 部分有 3kmol 二氧化碳， $p_{CO_2} = 3 \times 10^3 \text{ Pa}$ ， $T_{CO_2} = 400 \text{ K}$ 。现将隔板抽去，使氧与二氧化碳均匀混合。求混合气体的压力、温度及热力学能、焓和熵的变化。按照定值比热容进行计算，理想气体的定值摩尔热容见下表，其中通用气体常数 $R=8.314\text{J/mol.K}$ 。

	双原子气体	多原子气体
$C_{V, m}$	$2.5R$	$3.5R$
$C_{p, m}$	$3.5R$	$4.5R$

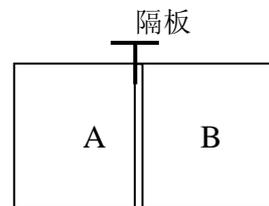


图 3

2. (12 分) 两个质量相等、比热容相同且为定值的物体，A 物体初温为 T_A ，B 物体初温为 T_B ，用它们作为可逆热机的热源和冷源，热机工作到两物体温度相等为止。(1) 求平衡时的温度；(2) 求热机作出的最大功量。

传热学部分（共 75 分）

一、简答题（每题 4 分，共 20 分）

1. 写出 Bi 数的定义式及其物理含义；它与 Nu 数有何异同？
2. 写出 Pr 数的定义式及其物理含义；当 $Pr > 1$ 时，热边界层和速度边界层的厚度哪个大？
3. 何为物体的光谱发射率？它与哪些因素有关？
4. 黑体的辐射能在半球空间各方向上是如何分布的？与什么有关？
5. 气体辐射与固体辐射相比有何特点？

二、简要分析题（每题 5 分，共 20 分）

1. 对于一维常物性、无内热源的大平板导热问题，以下两种情况下能否确定平板内部的温度分布？请说明理由。
 - (1) 两侧给定的均为第二类边界条件；
 - (2) 一侧为第二类边界条件，一侧为第三类边界条件。
2. 换热器顺流布置和逆流布置时，对数平均温差计算公式是否有区别？同样的进出口温度下，哪种布置的对数平均温差较大？
3. 如图 4，流体在两平行平板间作层流充分发展的对流换热，已知：(1) $q_{w1} = 2q_{w2}$ ，(2) $q_{w1} = 0$ ，试画出此两种情况下截面上的流体温度分布曲线，并说明理由。

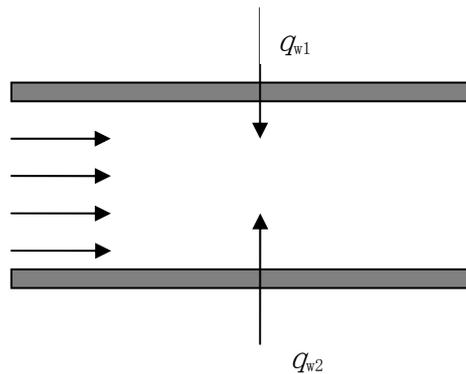


图 4

4. 非稳态导热的集总参数法适用条件是什么？时间常数是如何定义的？

三、(10分)

一厚为 20 厘米的墙，导热系数为 $1.5\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ，在墙体的内外两侧表面各覆盖了一层导热系数分别为 0.1 和 $0.2\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 、厚度均为 5 厘米的保温材料，已知该复合壁两外侧壁的温度分别为 400°C 和 45°C ，壁内无内热源，求该复合壁此时每单位面积的热损失量。若两种保温材料互换一下位置，对热损失是否有影响？对该复合壁的温度分布是否有影响？

四、(10分)

在边界层流动中，若热边界层中的温度分布为 $(T-T_w)/(T_f-T_w)=3(y/\delta)-2(y/\delta)^2$ ， T_f 为流体外流的温度， T_w 为壁的温度， δ 为热边界层厚度，若流体的导热系数为 $0.03\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ， $\delta/x=5.0/Re_x^{1/2}$ ，当 $x=0.2$ 米时的雷诺数为 $Re_x=102400$ ，求当地 ($x=0.2$ 米处) 的对流换热系数 h_x 及 Nu_x 数。

五、(15分)

如图 5 所示的几何体，半球表面是绝热的，底面被一直径分为 1、2 两部分。直径长度为 0.2 米，表面 1, 2 均为灰体，且 1 表面的黑度为 0.5，2 表面的黑度为 0.7； $t_1=500^\circ\text{C}$ ； $t_2=350^\circ\text{C}$ ； $\sigma=5.67\times 10^{-8}(\text{W}/\text{m}^2\text{K}^4)$ 。试问：(1) 有人说表面 1 和 2 之间的角系数 $X_{1,2}$ 为 0，因此两表面之间没有热量交换，你同意这种说法吗？请画出此时的辐射网络图并通过计算说明它们之间热交换量的大小。(2) 热平衡时表面 3 的温度为多少？

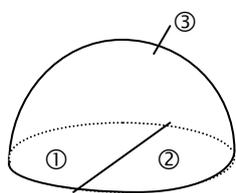


图 5

【完】