

2003 硕士学位研究生入学考试试题(A 卷)
考试科目: 热力学与传热学

适用专业: 储运、热能工程、化工过程机械

所有试题答案写在答题本上, 答案写在试卷上无效

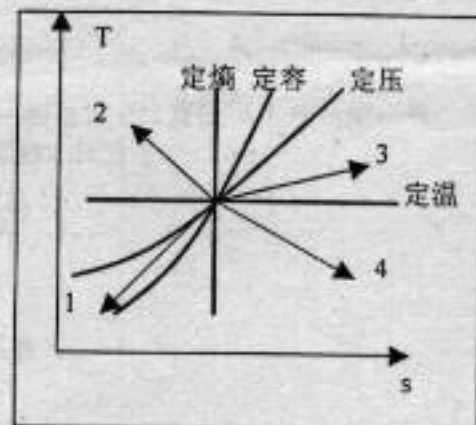
热力学部分(共 75 分)

一、 判断题, 判断下面说法是否正确, (每题 2 分, 共 10 分)

- (1) 理想气体放热后温度必下降
- (2) 气体压缩时一定耗功
- (3) 气体膨胀时, 一定对外作功
- (4) 如果某种工质的状态方程式为 $pv=R_gT$, 那么这种工质的热力学能、焓仅仅是温度的单值函数
- (5) 工质经历不可逆循环后, $\Delta s > 0$

二、 作图题 (10 分)

某理想气体在 $T-s$ 图上的四种过程如图所示, 在 $p-v$ 图上画出相应的四个过程 (先在 $p-v$ 图中标出四个基本过程), 并对每个过程说明 n 的范围, 吸热还是放热, 膨胀过程还是压缩过程?

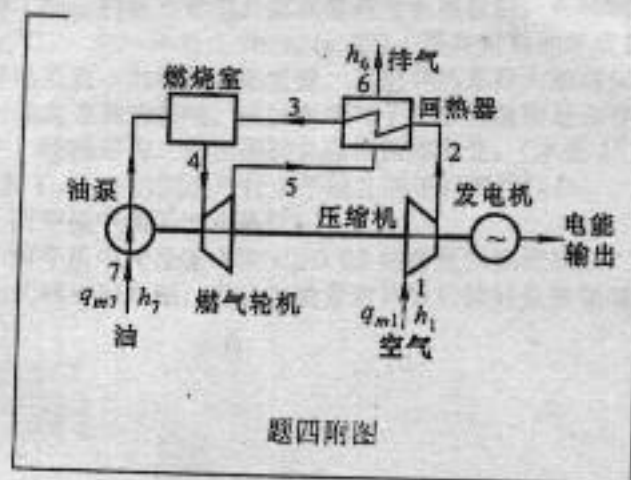


三、简答题（共 25 分）

- (1) 平衡状态与稳定状态有何区别？热力学中为什么要引入平衡状态的概念。（8 分）
- (2) 如果从同一初始态到同一终态有两条途径，一为可逆，另一为不可逆，请分析说明这两个过程的熵变 Δs 、熵流 Δs_r 、熵产 Δs_g 之间关系。（8 分）
- (3) 在 T-s 图上，如何将理想气体任意两状态间的热力学能的变化表示出来（9 分）

- 四、一燃气轮机装置如图所示。空气由 1 进入压缩机，升压后流至 2，然后流入回热器，吸收从燃气轮机排出的一部分热量后，经 3 进入燃烧室。在燃烧室中与油泵送来的油混合，燃烧产生热量，燃气温度升高，经 4 进入燃气轮机做功。排出的废气由 5 送入回热器，最后由 6 排至大气。其中，压缩机、油泵、发电

机均由燃气轮机带动。(1) 试建立整个系统的能量平衡式；(2) 若空气质量流量 $q_{m1}=50\text{t/h}$ ，进口焓 $h_1=12\text{kJ/kg}$ ，燃油的质量流量 $q_{m7}=700\text{kg/h}$ ，燃油进口的焓 $h_7=42\text{kJ/kg}$ ，油的发热量 $q=41800\text{kJ/kg}$ ，排出的废气的 $h_6=418\text{kJ/kg}$ ，求发电机发出的功率。(10 分)



- 五、一绝热容器被一导热活塞分成两部分，初始时活塞被销钉固定，左右两部分的体积为 $V_1=V_2=0.001\text{m}^3$ ，内盛空气，温度均为 300K ，左边压力 $p_1=2\times 10^5\text{Pa}$ ，右边压力 $p_2=1\times 10^5\text{Pa}$ ，突然拔掉销钉，最后达到新的平衡，试求左、右两部分体积及整个容器内空气的熵变。(10 分)
- 六、空气稳定地流过压气机，从 $p_1=0.1\text{Mpa}$ 、 $t_1=17^\circ\text{C}$ 被绝热压缩到 0.1Mpa 。如果忽略进、出口动能和位能的变化，压缩过程所消耗的轴功为 180kJ/kg ，环境温度为 17°C ，试计算 1kg 空气在压气过程中作功能力的损失。(10 分)

附：空气 $R_g=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

一. 判断对错 (每题 1 分, 共 7 分)

1. 傅立叶定律即适用于稳态导热过程, 也适用于非稳态过程;
2. 热力管道用两层保温材料保温, 两种材料的导热系数为 λ_1 和 λ_2 ($\lambda_1 > \lambda_2$), 若将 λ_2 的材料放在内侧, 则保温效果要好一些;
3. 在相同的流动和换热壁面条件下, 导热系数较大的流体, 对流换热系数就较小;
4. 由牛顿冷却公式 $Q = \alpha F \Delta t$ 可知, 换热量 Q 与换热温度 Δt 成正比;
5. 研究流体运动时热量传递过程的能量微分方程是牛顿第二定律应用于流体微团导出的;
6. 兰贝特定律不仅适用于黑体, 也适用于其它漫射辐射的非黑体;
7. 两表面的温度相同时, 两表面的辐射换热量就均等于零;

二. 选择题 (每题 1 分, 共 8 分)

1. 对导热系数的大小, 作如下判断 ().
(A) $\lambda_{\text{空气}} > \lambda_{\text{金属}} > \lambda_{\text{水}}$; (B) $\lambda_{\text{金属}} > \lambda_{\text{水}} > \lambda_{\text{空气}}$;
(C) $\lambda_{\text{空气}} > \lambda_{\text{水}} > \lambda_{\text{金属}}$.
2. 热流密度的方向与温度梯度的方向 ().
(A) 相同 (B) 相反 (C) 无关;
3. 同一流体分别在在一根粗管子 (直径 d_1) 和一根细管子 (直径 d_2) 中流动, 若它们的换热过程相似, 则它们的流速和对流换热系数之比为 ().
(A) $\frac{u_1}{u_2} = \frac{d_1}{d_2}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{d_2}{d_1}$; (B) $\frac{u_1}{u_2} = \frac{d_2}{d_1}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{d_1}{d_2}$;
(C) $\frac{u_1}{u_2} = \frac{d_2}{d_1}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{d_1}{d_2}$.
4. 管内强制对流紊流换热计算的短管修正系数 ().
(A) $\epsilon_L \geq 1$; (B) $\epsilon_L < 1$; (C) 数值大小无限制.
5. 以下气体为辐射性气体的是 ().
(A) 氧气; (B) 氮气; (C) 二氧化碳.
6. 若 (), 则流动边界层厚度 δ 大于热边界层厚度 δ_t .
(A) $Pr < 1$; (B) $Pr = 1$; (C) $Pr > 1$.
7. 有一固体 (灰体), 其黑度 $\epsilon = 0.1$, 则同温度下其吸收率为 ().
(A) 0.1; (B) 0.9; (C) 1.
8. 在相同的进出口温度下, 换热器按 () 流动方式布置时的平均温压最大.
(A) 顺流; (B) 逆流; (C) 交叉流.

三. 简单回答题(每题 5 分, 共 25 分)

1. 写出直角坐标系下, 无内热源, 常物性, 三维, 稳态导热微分方程。
2. 写出雷诺准数 Re , 格拉晓夫准数 Gr 及物理意义。

考试科目: 热力学与传热学

共 4 页 第 4 页

3. 计算一个凹面和一个平面组成的封闭空腔中角系数 ϕ_{11} , ϕ_{12} , ϕ_{22} 和 ϕ_{21} 值。
4. 如何认识相似原理在对流换热研究及其工程应用中的应用?
5. 强化传热的常用手段有哪些?

四. 计算题(共计 35 分)

1. 在一根外径为 100mm 的热力管道外拟包覆两层绝热材料, 一种材料的导热系数为 $0.06 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$, 另一种为 $0.18 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$, 两种材料的厚度都取为 75mm。试比较把导热系数小的材料紧贴管壁, 及把导热系数大的材料紧贴管壁这两种方法对保温效果的影响, 这种影响对于平壁的情形是否存在? 假设在两种做法中, 绝热层内、外表面的总温差保持不变。(本题 15 分)
2. 黑度 $\epsilon_1=0.5$ 和 $\epsilon_2=0.8$ 的两块平行大平板之间进行辐射换热。

(1) 两平板中间不加遮热板;

(2) 两平板中间设置一块 $\epsilon_3=0.05$ 的磨光铝制遮热板。

分别绘制两种情形的辐射网络图, 并计算设置遮热板后辐射换热量减少多少? (本题 20 分)