

中国科学技术大学

2011 年硕士学位研究生入学考试试题

(热工基础)

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

□需使用计算器

工程热力学

一、简答题（每小题 5 分，共 30 分）

1. 能量可否穿越闭口系的边界？请说明理由。
2. 为什么涉及开口系问题的计算常常用“焓”较为方便？
3. 各类热机有哪些共同点？
4. 孤立系的熵为何只会增加不会减少？
5. “可用能”这一术语中“可用”指的是什么？
6. 热力学中“饱和状态”的含义是什么？

二、计算题

1. 温度和压力分别处于 10°C 和 80 KPa 的空气以 200 m/s 的速度稳定流入一进口面积为 0.4 m^2 的绝热管道，假定空气的出口速度比进口速度小很多，管道两端的高度差也可忽略，试确定空气的质量流量和出口温度。空气的气体常数 $R = 0.287\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，定压比热 $c_p = 1.002\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。（10 分）
2. 某气体通过进、出管路稳定地流经一绝热装置。若气体在 A 管内压力 $p_A = 1\text{ bar}$ 、温度 $T_A = 27^{\circ}\text{C}$ ；而在 B 管内压力 $p_B = 5\text{ bar}$ ，温度 $T_B = 177^{\circ}\text{C}$ 。请问： A 管和 B 管，哪个是进口管？为什么？设该气体可视为理想气体，气体常数 $R = 0.297\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，在上述范围内，定压比热 $c_p = 1.052\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。

(10 分)

3. 压力为 2atm 、温度 800K 的热空气，流量为 3T/h 。当大气温度为 300K 、压力为 1atm 时，问理论上能发电多少 kW ？设热空气为理想气体，定压平均比热值为 $1.01\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。 (10 分)

三、证明题

若气体的状态方程为

$$p(v-b)=RT$$

式中： b 为某一常数， R 为气体常数。

试证明：

- (1) 该气体的内能只是温度的函数即 $u=u(T)$;
- (2) 该气体的熵计算式与理想气体的相同。 (15 分)

传热学

四、简答题（每小题 10 分，共 50 分）

1. 为什么称大容器饱和沸腾中的临界热流密度为沸腾危机或烧毁点？其物理机理是什么？
2. 以等截面直肋为例，试用热阻的概念简要说明在什么条件下采用肋化表面可以得到强化换热的效果，何时则得不到强化换热的效果（仅考虑一侧壁面与流体之间的换热）。
3. “因为只有在高温条件下辐射换热才起主要作用，所以在常温条件下处于空气中的等温竖板的换热只需要考虑自然对流就可以了，而不必考虑竖板对环境的辐射换热”。判断该说法是否正确，并简要说明为什么。
4. 试用传热学理论解释热水瓶的保温原理。
5. 试证明换热器的最大可能换热速率 $q_{\max} = C_{\min} (T_{h,i} - T_{c,i})$ 。

五、计算题

1. 用一个金属块加工了一个直径为 D 和长为 L 的圆筒形空腔，腔体的底面和侧面分别保持在 $T_1=1000\text{K}$ 和 $T_2=700\text{K}$ 。假定这些表面为黑体，若 $L=20\text{mm}$ ， $D=10\text{mm}$ ，确定这个腔体的发射功率。（ $F_{13}\approx 0.05$ ，3 指开口） (10 分)

2. 用一个内外直径分别为 25mm 和 45mm 的同心管换热器冷却润滑油，薄壁内管中走水，外管中走油。换热器以逆流形式运行，总传热系数为 $60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，平均物性如下表所列：

物性	水	油
$\rho(\text{kg/m}^3)$	1000	800
$c_p(\text{J/kg} \cdot \text{K})$	4200	1900
$\nu(\text{m}^2/\text{s})$	7×10^{-7}	1×10^{-5}
$k(\text{W/m} \cdot \text{K})$	0.64	0.134
Pr	4.7	140

试确定：

- (1) 在出口油温为 60°C 时，确定总的传热速率及出口水温；
 (2) 所需的换热器长度。 (10 分)

3. 一个正方形硅芯片 ($k=150 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) 一侧的宽为 $w=5 \text{ mm}$ ，厚度为 $t=1 \text{ mm}$ 。芯片安装在衬底上，其侧面和背面绝热，而正面则暴露于冷却剂。如果安装在芯片背面上的电路的功耗为 4 W ，则背面与正面的稳态温差是多少？ (5 分)

