

中国科学技术大学

2012 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

第一部分 工程热力学部分

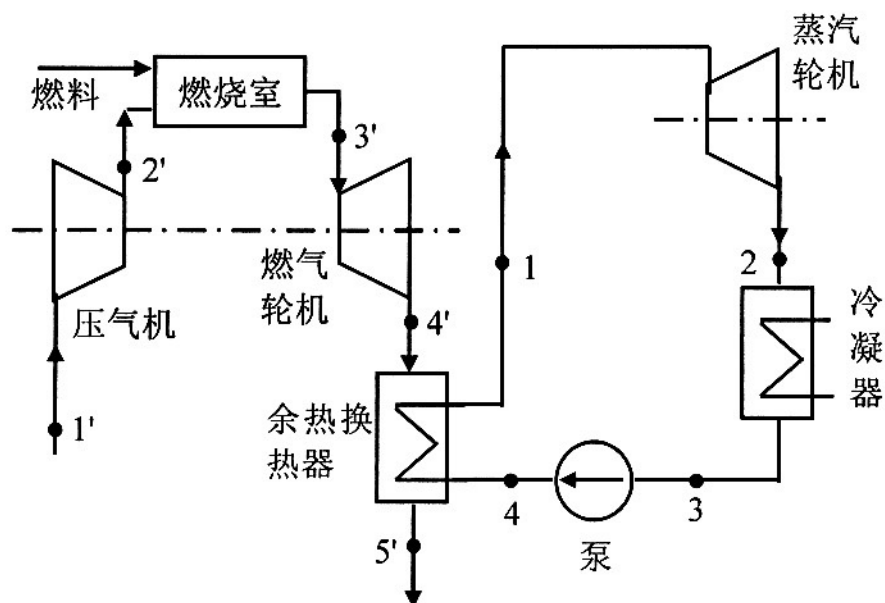
一、简答题 (每小题 5 分, 共 35 分)

1. 可逆过程的基本特征是什么? 它和准平衡过程的主要区别是什么?
2. 热力系的熵变 $dS=dS_f+dS_g$, 其值可正可负, 但对于孤立系熵变为何总是 $dS_{iso} \geq 0$?
3. 能够包含工质平衡热力性质所有信息的热力学函数称为特征函数, 若已知比焓 $h(s,P)$ 的函数关系式, 如何根据基本热力学关系得到 T , P 及比吉布斯自由焓 g ?
4. 对于相界面为平面的单元系的相平衡条件是什么?
5. 在 p - T 图中, 大多数纯工质的固液饱和曲线斜率为正, 但水的却是负值, 请用克劳修斯-克拉贝龙方程解释这一现象。
6. 可逆过程的膨胀功 (或体积功) 与技术功之间有何区别? 请在 p - v 图上表示出来。
7. 为什么相比于电加热器, 热泵是一种高效节能的供暖装置?

二、计算分析题 (每小题 20 分, 共 40 分)

1. 一压气机把空气从 100kPa, 15°C 绝热压缩至 800kPa, 空气流量为 0.2kg/s, 压气机的绝热效率为 0.8。空气可视为理想气体, 定压比热为常数, 取值 1.0kJ/kg, 比热比为 1.4。试计算 1) 压气机出口处空气温度; 2) 压气机功率。
2. 蒸汽-燃气联合循环可以利用燃气轮机高温排气余热, 具有更高的效率。下

图是一种典型的燃气-蒸汽联合循环系统示意图，请 1) 在 $T-s$ 图上画出相应的循环；2) 给出该联合循环的理论热效率；3) 提出一种可进一步提高该联合循环综合效率的改进方法。

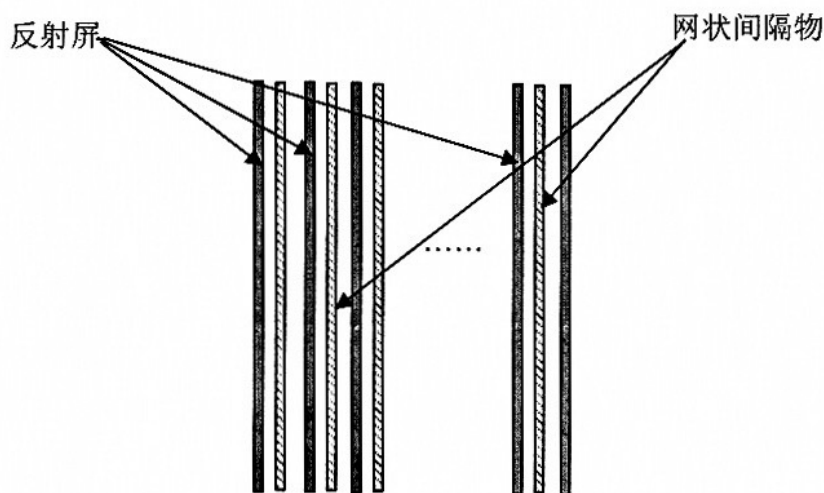


第二部分 传热学部分

三、简答题（每小题 5 分，共 35 分）

1. 什么是灰体？灰体概念在解决辐射问题上具有什么意义？
2. 什么是顺流换热器？什么是逆流换热器？它们在换热方面有何特点？
3. 什么是求解非稳态导热问题的集总热容法？采用集总热容法需要满足什么条件？
4. 试分别写出努塞尔数 Nu 与比奥数 Bi 的表达式，它们各自的物理意义是什么？有何区别？
5. 当我们选择对流换热的特征关联式时，应该注意哪些事项？
6. 在设计冷凝器时，从传热学的角度上来考虑，冷凝管采用水平管好还是垂直管好？为什么？
7. 多层隔热组件由多层反射屏组成，反射屏之间用低导热的网状间隔物隔开（如下图所示）。在真空条件下，多层隔热组件由于具有极佳的隔热性能

而在航天器热控中得到广泛应用。试简要说明多层隔热组件的隔热性能受到哪些因素的影响，如何进一步提高其隔热性能？



四、计算分析题（每小题 20 分，共 40 分）

1. 将一个热电偶接点插入一个大风道中，以测量流过此风道中的高温气体的温度，空气的流速为 3m/s。假定气体对热辐射是全透过的，即不对热辐射产生影响。已知：气体流过圆球时， $Nu_D = 2 + (0.4 Re_D^{1/2} + 0.06 Re_D^{2/3}) Pr^{0.4}$ ，下标 D 表示特征长度为圆球的直径。气体和热电偶可能用到的热物性列于下表。试求：
 - a) 如果热电偶接点的直径为 2mm，其表面发射率为 0.6，当风道壁面温度 $t_s=175^\circ\text{C}$ 时，热电偶所感受的温度 $t=320^\circ\text{C}$ 。问气体的真实温度 T_f 是多少？
 - b) 如何才能提高热电偶的测量精度？

	密度 ρ kg. m ³	比热容 c_p kJ/kg. K	热导率 λ W/m. K	动力粘度 μ kg/m. s	Pr 数
气体	0.615	1.047	0.046	29.7×10^{-6}	0.674
热电偶	8500	0.4	20.0		

2. 现有尺寸相同但热导率（导热系数）未知的待测件样品若干，热导率已知的标准件样品若干。为了测得待测样品的热导率，有人设计了如下图所示的实验装置。
 - a) 已知标准件厚度 $\delta_1=16\text{mm}$ ，热导率 $\lambda_1=0.15 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ ，待测件厚度 $\delta_2=15.6\text{mm}$ 。装置四周绝热良好。当进行加热并待温度稳定后，测得 $t_{w1}=44.7^\circ\text{C}$ ， $t_{w2}=22.7^\circ\text{C}$ ， $t_{w3}=18.2^\circ\text{C}$ ，试求待测件的导热系数；

为了提高样品热导率的测量精度，对该测试方案有哪些要求？

- b) 除了上述方法外，请你自行设计一个待测样品热导率的测量方案，画出测量原理图并简述测量原理。

