

中国计量大学

2021 年硕士研究生招生考试试题

考试科目代码：804

考试科目名称：热工基础

所有答案必须写在报考点提供的答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。

工程热力学部分（75 分）

一、简答题（40 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态的概念？（5 分）
2. 表压力或真空度能否作为状态参数进行热力计算？若工质的压力不变，问测量其压力的压力表或真空计的读数是否可能变化？说明原因。（5 分）
3. 工质由初态经过一不可逆绝热过程膨胀到终态，问能否通过一个绝热过程使工质回到初态？（5 分）
4. 闭口系进行一个过程后，如果熵增加了，是否能肯定它从外界吸收了热量？如果熵减少了，是否能肯定它向外界放出了热量？说明原因。（5 分）
5. 如果将能量方程写作如下形式： $\delta q = du + pdv$ 和 $\delta q = dh - vdp$ ，它们的适用范围分别是什么？（6 分）
6. 某摩托车公司进行技术创新，将发动机的冷却方式由风冷改为水冷，这么做的热力学原理是什么？（5 分）

7. 在某热力发电厂，工质水经历的过程包含一个平均温度大约为 500K 的吸热过程，以及一个与室温（298K）空气进行热量交换的放热过程，目前发电效率大约为 40%，可是相关技术人员却说该电厂发电效率提升的空间不大了。该说法正确吗？为什么？（5 分）
8. 由理想气体组成的二元混合气体，组分气体的摩尔分数分别为 x, y ，分子量分别为 M_x, M_y ，试写出混合气体摩尔质量和气体常数的表达式。（4 分）

二、计算题（35 分）

1. 工作在两个温度分别为 850K 和 300K 的恒温热源之间的热机，与高温热源交换的热量为 3550kJ，与外界交换的功量为 2050kJ，试利用克劳修斯积分不等式判断该循环能否可行？（10 分）
2. 两股气流在定压下绝热混合。第一股为氧气， $T_{O_2} = 300K$ ，流量 $q_{O_2} = 100 \text{ kg/h}$ ，第二股为二氧化碳， $T_{CO_2} = 400K$ ，混合后的温度为 $T_2 = 350K$ 。求（1）每小时二氧化碳的流量（4 分）；（2）每小时的混合熵产（6 分）。已知如下参数： $c_{p,O_2} = 0.917 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 和 $c_{p,CO_2} = 0.845 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 。
3. 如图 1 所示的容器被中间隔板分为左右两部分，左侧装有 3kg 氮气，压力为 0.2MPa，温度为 400K；右侧为真空。左右侧容积相同。抽掉隔板后气体进行自由膨胀。假设氮气为理想气体，且其比热容如下： $c_v = 0.742 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$ 。按照下述两条件下分别计算过程的终态压力、热量及熵的变化。
- （1）由于向外界散热，温度降至 300K；（7 分）
- （2）过程在与外界绝热的条件下进行。（8 分）

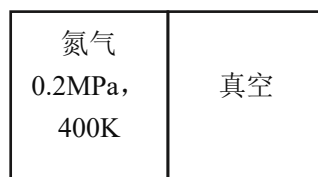


图 1

传热学部分（共 75 分）

一、简答题（每小题 5 分，共 20 分）

1. 工程上多数保温材料内部具有多孔结构，其热量传递的途径有哪些？（5 分）
2. 写出 Nu 数与 Bi 数的定义式，它们之间有什么区别？（5 分）
3. 什么是有效辐射？有效辐射包括哪些部分？（5 分）
4. 选择太阳能集热器的表面涂层时，该涂层表面光谱吸收比随着波长变化的最佳曲线是什么？（3 分）有人认为取暖用辐射采暖片也需要涂上这种材料，你认为合适吗？（2 分）

二、简要分析题（每小题 5 分，共 20 分）

1. 示意性地画出管内层流和湍流流动时，局部对流表面传热系数 h_x 的沿程变化规律，并进行简要说明。（5 分）
2. 一块厚 20mm 的钢板，加热到 500°C 后置于 20°C 的空气中冷却。设冷却过程中钢板两侧面的平均换热系数为 80W/(m²·K)，钢板的导热系数为 45W/(m·K)，热扩散率为 1.37×10⁻⁵m²/s。求钢板冷却到 30°C 时所需要的时间。（5 分）
3. 热水流过一根直径为 50cm、长度为 10m 的圆管，对流换热的努塞尔数 Nu 为 16.3，水的物性参数如下： $\rho = 997 \text{ kg/m}^3$ ， $\lambda_f = 0.608 \text{ W/(m·K)}$ ， $c_p = 4180 \text{ J/(kg·K)}$ ，求圆管表面的对流传热系数 h 是多少？（5 分）
4. 一个不透明表面的光谱吸收比 α_λ 和光谱投入辐射 G_λ 如图 2 所示，求：
 - (1) 总投入辐射 G 是多少？（2 分）
 - (2) 总投入辐射中，被表面吸收的辐射 G_a 为多少？（3 分）

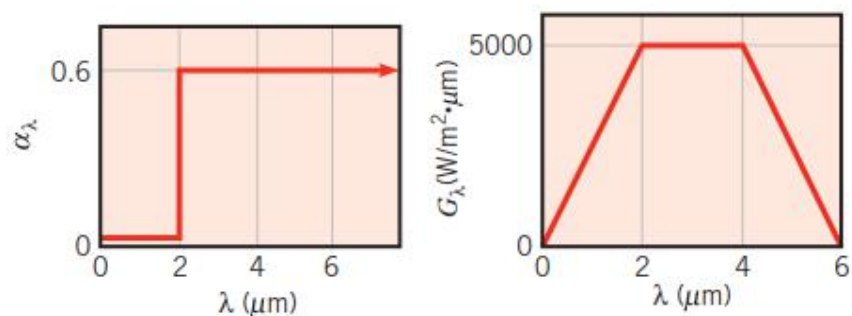


图 2

三、计算题（共 35 分）

1. 从宇宙飞船伸出一根细长散热棒，以辐射换热的形式将热量散发到温度为绝对零度的外部空间。已知棒的表面发射率为 ϵ ，导热系数为 λ ，长度为 l ，横截面积为 A ，截面周长为 P ，根部温度为 T_0 ，写出其导热微分方程及边界条件。（15 分）

2. 两个同心圆筒壁，直径分别为 300mm 和 50mm，对应温度分别为 277°C 和 27°C，表面发射率均为 0.6。为减少辐射换热，在它们之间置入一同心圆筒状遮热罩，直径为 150mm，表面发射率为 0.2。请画出加遮热罩前和加遮热罩后的辐射换热网络图，并计算两种情况下单位长度套筒壁面间的辐射换热量。（20 分）

【完】