

# 中国计量大学

## 2020 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，答在试卷或草稿纸上无效。**

### 工程热力学部分（75 分）

#### 一、单项选择题（每小题 2 分，共 10 分）

1. 封闭于柔性绝热壁面腔体中的理想气体在真空环境中膨胀，则该过程为（ ）  
A. 放热过程；      B. 多变过程；      C. 可逆过程；      D. 等温过程.
2. 技术功表达式  $w_t = \int -vdp$  适用于（ ）  
A. 任意体系，任意过程；      B. 闭口系，任意过程；  
C. 可逆过程；      D. 以上都不对.
3. 实际气体的压缩因子（ ）  
A. 大于 1；      B. 小于 1；  
C. 等于 1；      D. 可大于、小于、等于 1.
4. 关于在一个恒温密闭腔体中的一定量的理想气体混合物，下列说法正确的是（ ）  
A. 组分气体的体积相同；  
B. 组分气体处于相同的状态；  
C. 一接触即可产生爆炸的组分气体之间会有化学反应；  
D. 以上说法不对.

5. 蒸汽动力循环中引入再热措施的目的是 ( )
- A. 提高热效率, 降低乏汽干度;
  - B. 提高热效率, 提高乏汽干度, 提高锅炉出口气体的压力;
  - C. 提高热效率, 提高乏汽干度, 提高吸热平均温度;
  - D. 以上答案均不对.

## 二、简答题 (每小题 5 分, 共 25 分)

1. 有人认为热力学第二定律就是热量不能从低温物体传递到高温物体, 该说法对不对 (1 分)? 为什么 (1 分)? 试举生活中的实例说明 (1 分)。当水烧开后, 继续给水加热, 水的温度并没有升高, 该现象是否违反热力学第一定律 (1 分)? 为什么 (1 分)?
2. 试说明干球温度、湿球温度和露点温度的含义 (3 分), 并分别以饱和湿空气与未饱和湿空气说明三者的关系 (2 分)。
3. 理想气体的模型是什么 (3 分)? 说明气体常数与摩尔气体常数、气体状态及种类的关系 (2 分)?
4. 一个绝热刚性容器, 中间用隔板分为两部分, 左边盛有空气, 右边为真空, 抽掉隔板, 空气将充满整个容器, 问: ①空气是否做了功 (1 分)? 为什么 (1 分)? ②空气的热力学能如何变化 (1 分)? ③能够在状态参数坐标图上表示此过程吗 (1 分)? 为什么 (1 分)?
5. 理想气体工质经历如下过程时, 其过程指数的范围分别是什么? ①工质放热、膨胀 (1 分); ②工质膨胀、升压 (1 分); ③工质吸热、压缩、升温 (1 分); ④工质放热、压缩、升温 (1 分); ⑤工质放热、降温 (1 分)。

## 三、计算题 (共 40 分)

1. (6 分) 一企业在生产过程中产生了大量温度为 900K 的废油, 欲将该热量充分利用, 计划在温度恒为 303K 的空气中, 采用一动力循环装置从该废油中吸收 3750kJ 的热量, 并驱动一台需要输入功为 2250kJ 的机械, 试利用卡诺定理判断该计划是否可行?

2. (10分) 绝热刚性容器中装有 1 摩尔的氮气, 里面有一个电机带动的螺旋桨在不断转动, 导致氮气的温度由  $25^{\circ}\text{C}$  上升至  $40^{\circ}\text{C}$ , 试求该过程的熵产? (氮气视为理想气体, 比热容  $c_{p,m} = 29.08 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ )
3. (10分) 空气由  $t_1=40^{\circ}\text{C}$ ,  $p_1=0.1 \text{ MPa}$  被压缩到  $p_2=0.4 \text{ MPa}$ , 试按照下述要求计算压缩 1kg 空气消耗的技术功。
- (1) 按定温压缩计算; (5分)
- (2) 按绝热压缩计算; (5分)

将它们表示在  $p$ - $v$  和  $T$ - $s$  图上, 试比较两种情况技术功大小。已知空气作理想气体处理, 定容比热容为  $c_v=0.717 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $R_g=0.287 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , 绝热过程:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

4. (14分) 一绝热容器, 被一绝热刚性隔板分为两部分, 一部分盛 3.2kg 的氧气, 另一侧盛 2.8kg 的氮气, 它们的温度和压力均为  $30^{\circ}\text{C}$  和  $0.5 \text{ MPa}$ , 取掉隔板后, 两种气流混合, 忽略隔板厚度。假设气体均为理想气体, 比热容为定值, 求:
- (1) 混合后的压力和温度; (7分)
- (2) 混合过程的热力学能、焓和熵的变化。(7分)

### 传热学部分 (75 分)

#### 一、判断题 (请在括号内填“√”或“×”, 每小题 1 分, 共 10 分)

1. 对于表面温度为几十摄氏度的一类表面散热问题, 自然对流散热量与辐射散热量具有相同的数量级, 必须同时予以考虑。 ( )
2. 圆管外敷设两层保温层, 导热系数大的材料紧贴壁面保温效果好。 ( )
3. 在导热问题的第三类边界条件中, 对流换热系数  $h$  是已知的; 而在对流换热微分方程式中,  $h$  是未知的。 ( )
4. 普朗特数  $Pr = \nu/a$ , 它反映了流体中动量扩散能力与热扩散能力的对比。( )
5. 在常见的相似准则数中,  $Bi$  数与  $Nu$  数都包含有导热系数, 该导热系数均为流体的导热系数。 ( )

6. 管槽内强制对流换热时两种典型的热边界条件是均匀热流和均匀壁温。( )
7. 对流传热的强化机理, 主要在于如何破坏或减薄边界层, 以及如何增强流体的扰动。( )
8. 固体、液体和气体的辐射和吸收都是在物体表面上进行的。( )
9. 维恩位移定律说明随着温度的升高, 黑体光谱辐射力峰值所对应的波长向长波方向移动。( )
10. 有效辐射包括表面的自身辐射以及投入辐射中被表面反射的部分。( )

## 二、单项选择题(每小题2分, 共10分)

1. 秋冬季节, 白天晒被子后, 晚上人盖着睡觉会感觉暖和一些, 这是由于( )。  
A. 被子蓄热, 晚上释放出来;            B. 被子厚度增加;  
C. 被子的热扩散率减小;                D. 被子导热系数减小.
2. 以下参数中不属于物性参数的是( )。  
A. 热扩散率;        B. 导热系数;        C. 表面换热系数;        D. 动力粘度.
3. 对于无限大平板的一维稳态导热问题中, 两侧面边界条件的哪些组合中, 平板的温度场不能获得确定的解?( )  
A. 两侧面都是第一类边界条件;  
B. 两侧面都是第二类边界条件;  
C. 两侧面都是第三类边界条件;  
D. 一侧面是第一类边界条件, 另一侧面是第二类边界条件.
4. 以下哪种说法是错误的?( )  
A. 对流换热包含了热对流和热传导两种基本换热方式;  
B. 任何物体只要温度高于绝对零度, 都会不断地发出热辐射;  
C. 傅里叶导热定律只适用于稳态导热;  
D. 空气对热辐射可以视为透热介质.
5. 在相同的温度条件下, ( ) 具有最大的辐射力。  
A. 黑体;            B. 灰体;            C. 白体;            D. 实际物体.

### 三、简要分析或简单计算题（每小题 5 分，共 20 分）

1. 稳态下平壁左右两侧的温度分别为 $T_1$ 、 $T_2$ ，且 $T_1 > T_2$ ，在下列两种情况下：（1）导热系数为常数（2分）；（2）导热系数为温度的线性函数 $\lambda = \lambda_0 + bT$ ， $b$ 为常数且 $b > 0$ ；分别画出此两种情况下的温度分布示意图，并说明理由（3分）。
2. 水以1.2m/s的流速流过内径为20mm长直管，如果：A管子的壁温为75℃，水从20℃加热到70℃，B管子壁温为15℃，水从70℃冷却到20℃。问：两种工况下，其对流换热系数的比值是多少（4分）？并讨论造成差别的原因（1分）。其中，两种工况下，都满足管内湍流换热实验关联式 $Nu = 0.023 Re_f^{0.8} Pr_f^n$ ，加热液体时， $n = 0.4$ ，冷却液体时， $n = 0.3$ ；定性温度为流体的平均温度， $Pr = 3.925$ 。
3. 简述玻璃温室保温的原理（5分）。
4. 屋顶装有一块通电面板，面积为 $1\text{m}^2$ ，因电流通过而产生的电功率为300 W，它接收到的太阳辐射共为250 W，其中150W被它反射掉，面板表面与空气之间的对流换热系数为 $10\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，空气温度为300 K，求热平衡时电路板的温度（5分）。

### 四、计算题（共 35 分）

1. （12分）有一厚度为0.35m的高温钢板，一侧被温度为 $T_f = 25^\circ\text{C}$ 的流体冷却，钢板和流体的导热系数分别为 $\lambda_s = 61.7\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ， $\lambda_f = 0.62\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，稳态时钢板左右两侧温度分别保持在 $T_{w1} = 100^\circ\text{C}$ 和 $T_{w2} = 40^\circ\text{C}$ 。求：
  - （1）该传热过程中钢板的单位面积热流量；（3分）
  - （2）流体与钢板表面之间的对流换热系数 $h$ ；（3分）
  - （3）钢板内部的温度梯度 $(dT/dx)_s$ 和流体内靠近壁面处的温度梯度 $(dT/dx)_f$ ；（4分）
  - （4）示意性地画出钢板和流体中的温度分布。（2分）
2. （10分）热线风速仪测速的基本原理是：电流通过钨丝所产生的热量由对流换热散失，因此可以由保持钨丝为某个恒定温度所需要的电流强度的大小来获得被测流体的速度。热线测速可看成是横掠单管（钨丝）的对流换热问题。设空气的温度为 $20^\circ\text{C}$ ，钨丝的温度为 $40^\circ\text{C}$ ，钨丝的直径为 $D = 20\mu\text{m}$ ，长度为2mm，钨丝的电阻为0.4164欧姆，通过的电流为150mA。

求：（1）钨丝与空气之间的对流换热系数 $h$ ；（4分）

（2）确定此时空气的流速。（6分）

空气的物性参数如表1所示，已知流体外掠单管时的对流换热公式是：

$$Nu=0.989Re^{0.330}Pr^{1/3}(Re=0.4\sim4); \quad Nu=0.911Re^{0.385}Pr^{1/3}(Re=4\sim40)$$

表 1 空气的物性参数

名称 / 温度	20℃	30℃	40℃
$\lambda / (\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}))$	0.0259	0.0267	0.0276
$\nu (\times 10^6) / (\text{m}^2/\text{s})$	15.06	16.00	16.96
$Pr$	0.703	0.701	0.699

3. （13分）有一个截面为等边三角形的长槽道，边长为1m，表面为漫射灰体，相关参数如图1所示，表面3为绝热面，求：

（1）画出辐射网络图；（2分）

（2）单位长度上表面1的净辐射换热量；（6分）

（3）绝热表面 $A_3$ 的温度；（4分）

（4）改变表面3的黑度 $\varepsilon_3$ ，对结果有否影响？（1分）

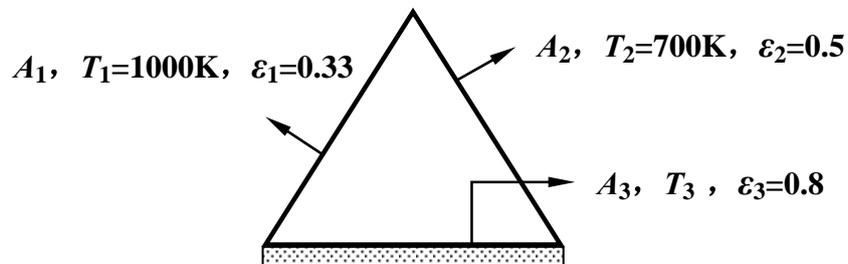


图 1

【完】