

北京航空航天大学 2006 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 452

热工基础 (共 5 页)

考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

一、判断正误 (√或×, 每小题答案正确得 1.5 分, 本题共 15 分)

1. 氟利昂、氨、空气、水可作制冷剂, 但丙烷、二氧化碳不能作为制冷剂。
2. 其它条件相同时, 如果得到同样多的热量, 采用电驱动蒸汽压缩式热泵供热方式的耗电量比电加热直接供热方式耗电量少。
3. 绝热节流后气体的温度可能升高、降低或不变。
4. 干球温度及含湿量相同的条件下, 高压湿空气的相对湿度低于低压湿空气的相对湿度。
5. 若水蒸汽压力为 0.1MPa, 温度为 120℃, 则可知水蒸汽是过热状态。
6. 若空气视为理想气体, 则空气的音速 $c = \sqrt{kRT}$ 。
7. 气体压缩时应尽可能采取降温措施, 使之尽量接近等温压缩。
8. 湿空气通过水面加湿, 湿空气的温度就会降低。
9. 从热力学分析, 用电取暖比用煤燃烧取暖合理, 因为电能可以完全转化为热能。
10. 热力过程中, 系统向外界放热, 其温度必然降低。

二、简答题 (本题共 25 分)

1. 请写出理想气体多变过程方程式, 并在 P-V 图和 T-S 图上分别表示当多变指数分别取 0, 1, k, ∞ 时的 4 种典型过程。(本小题 5 分)
2. 请画出制冷剂的压焓图示意图, 并在图中标出过冷液体区、两相区、过热

蒸气区，并在两相区和过热区范围内分别画两条等温线、两条等容线、两条等熵线，并说明两条线所代表的热力学参数值的高低。（本小题 5 分）

3. 什么是滞止参数？假设空气为理想气体，飞机飞行中的滞止温度通常可表示为 $T^* \approx T_0(1 + 0.2Ma^2)$ ，其中 T_0 为飞机飞行高度的温度， Ma 为飞行马赫数。请写出得到上式的依据。（本小题 6 分）
4. 请画出空气循环制冷机、蒸汽压缩循环制冷机和吸收式循环制冷机的工作原理流程图，并标明关键部件的名称。（本小题 9 分）

三、计算及证明题（本题共 35 分）

1. 汽车轮胎体积为 V ，内有压力为 p_0 ，温度为 T_0 的空气，用压力为 p ，温度为 T 的高压空气管给轮胎充气，轮胎的最终压力达到 p_1 时关闭充气阀门。假设充气管路和阀门是绝热的且不计轮胎热容，为了使轮胎中的空气始终保持 T_0 的温度，轮胎须向空气散出多少热量？（单位质量空气的 R_g ， C_p ， C_v 为已知）（本小题 10 分）
2. 温度为 25°C ，压力为 0.1MPa ，相对湿度为 60% 的湿空气经历压缩后温度升高到 50°C ，压力升高到 0.3MPa ，之后又在定压下冷却，请问（1）冷却到多少度后有冷凝水出现？（2）若湿空气温度与（1）中冷却温度相等，当含湿量下降 2g/kg （干空气）以后，湿空气的比焓如何变化？上升或下降多少 kJ/kg （干空气）？（本小题 10 分，每问 5 分）

饱和水蒸气表（其它数据可用插值算法得出）

$T(^{\circ}\text{C})$	25	30	35
$P_s(\text{MPa})$	0.003166	0.004242	0.0057

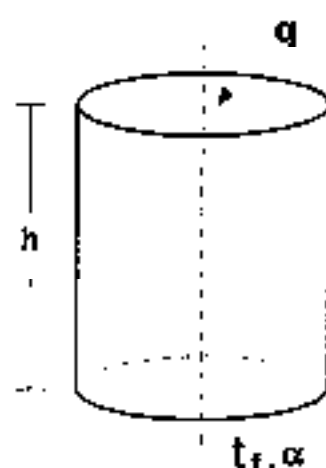
3. 请在 P - V 图和 T - S 图上表示混合加热循环（由定容放热、定熵压缩、定容加热、定压加热、定熵膨胀五个过程组成），并推导该循环的热效率表达

$$\text{式 } \eta_{\text{hc}} = 1 - \frac{\lambda \rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} [(\lambda - 1) + k \cdot \lambda (\rho - 1)]} \quad (\text{本小题 15 分})$$

其中 λ : 定容升压比; ρ : 定压预胀比; ε : 压缩比

- 四、 通电导线直径为 1mm, 电阻率为 $\rho = 10^{-6} [\Omega \cdot \text{m}]$, 电流强度为 0.5A, 与空气的放热系数为 $\alpha = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, 若空气的温度为 20°C , 求导线表面的温度 t_w 。若将导线表面包上一层厚度为 1mm, $\lambda = 0.5 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ 的电绝缘材料, 求此时导线表面的温度 $t_{w,1}$ 与绝缘材料表面温度 $t_{w,2}$ 。(本题 15 分)

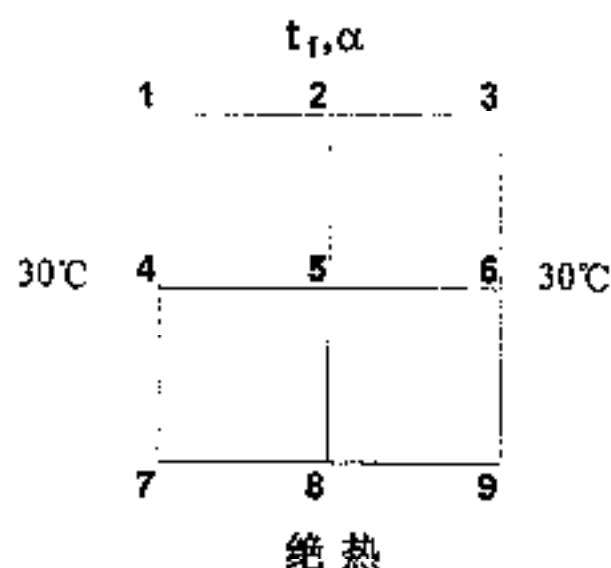
- 五、 一短圆柱体直径为 d , 高为 h , 初始温度为 t_0 , 侧壁绝热, 顶面加入热流 q (W/m^2), 底面与温度为 t_f , 放热系数为 α 的流体接触。试写出求解非稳态温度场的微分方程与定解条件。(本题 15 分)



(题五图)

- 六、 一正方形薄板, 边长为 0.2m, 导热系数为 $\lambda = 100 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$, 左右两边均保持恒温 30°C , 顶边与温度为 100°C 的流体接触, 放热系数为 $\alpha = 1500 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 。试根据图示节点划分, 列出节点差分方程, 并求解出

未知温度 t_2 、 t_5 、 t_8 。(注: $t_1 = t_3 = t_4 = t_6 = t_7 = t_9 = 30^\circ\text{C}$) (本题 10 分)



(题六图)

- 七、 一块平板宽为 1m, 长为 1.5m, 要在 10°C 的空气中保持 90°C , 如果空气流过平板时, 板与空气的对流换热量为 3.75kW , 试确定空气的流速。(本题 10 分)

已知: 平板对流换热的准则方程式:

$$Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3}, \text{层流 } Re < 5 \times 10^5$$

$$Nu = (0.037 Re^{0.8} - 850) Pr^{1/3}, \text{紊流 } 5 \times 10^5 \leq Re \leq 10^7$$

式中的定性温度: $t_m = \frac{t_f + t_w}{2}$

空气物性参数:

$t (^\circ\text{C})$	0	40	60	80	100
$\lambda (\text{W/m}\cdot^\circ\text{C})$	0.02431	0.0271	0.02849	0.02989	0.0314
$\nu \times 10^6 (\text{m}^2/\text{s})$	13.30	16.97	18.90	20.94	23.06
Pr	0.711	0.711	0.709	0.708	0.704

八、 将同心内、外圆管构成的环形空间抽成真空。内管外表面与外管内表面的直径分别为 $d_1 = 0.1\text{m}$ 与 $d_2 = 0.2\text{m}$ ，其发射率均为 0.7，管长为 5m。现将内管管壁通电，功率为 2kW。外管管壁厚度与热阻均可忽略不计。外管外表面与 $t_f = 20^\circ\text{C}$ ， $\alpha = 16\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 的空气进行对流换热。求内、外管壁的温度。（本题 15 分）

九、 空气横向掠过 8 排外径 $d=38\text{mm}$ 的叉排管束，管间距 $S_1 = 47\text{mm}$ ， $S_2 = 40\text{mm}$ ，空气的平均温度 $t_f = 70^\circ\text{C}$ ，最窄截面处的流速为 $w = 10\text{m/s}$ 。试确定管束的平均对流换热系数。（本题 10 分）

附 1 计算公式：

$$\text{Re} = 10^3 \sim 2 \times 10^3$$

$$\frac{S_1}{S_2} \leq 2 \quad \text{Nu}_f = 0.31 \text{Re}_f^{0.6} \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^{0.2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} > 2 \quad \text{Nu}_f = 0.35 \text{Re}_f^{0.6}$$

$$\text{Re} = 2 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4 \quad \text{Nu}_f = 0.019 \text{Re}_f^{0.6}$$

附 2 管排数的修正系数 ϵ_2

管排数	3	4	5	6	8	12	16	20
ϵ_2	0.84	0.88	0.92	0.95	0.96	0.98	0.99	1.0