

工程热力学部分（共 75 分）

一、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. 有位发明家声称他设计了一种机器，当这台机器完成一个循环时，可以从单一热源吸收 1000kJ 的热，并输出 1200kJ 的功，这台热机（ ）。
A 既不违反第一定律，也不违反第二定律
B 违反了第一定律和第二定律
C 违反了第一定律
D 违反了第二定律
2. 分别处于刚性绝热容器两侧的两种不同种类的理想气体，抽去隔板混合前后（ ）。（说明： S 为熵， U 为热力学能， H 为焓）
A. $\Delta S=0$ 、 $\Delta U=0$ B. $\Delta U=0$ 、 $\Delta H=0$
C. $\Delta S=0$ 、 $\Delta H=0$ D. $\Delta S>0$ 、 $\Delta U=0$
3. 质量不能改变的系统是（ ）。
A. 开口系统 B. 闭口系统
C. 绝热系统 D. 以上都是
4. 闭口系统经历一可逆变化过程，系统与外界交换功量 10KJ，换热-10KJ，则系统熵变（ ）。
A. 大于 0 B. 小于 0
C. 等于 0 D. 不确定
5. 在保温良好，门窗密闭的室内，启动一台打开门的冰箱，经过一段时间运行，则室温将（ ）。
A. 升高 B. 降低
C. 不变 D. 不确定
6. 工质熵减少的过程（ ）。
A. 不能进行 B. 可以进行 C. 必须伴随自发过程才能进行

7. 理想气体定压过程的热力学能变化量为()。(说明 C_p 为比定压热容, C_v 为比定容热容, T 为温度, p 为压力, q 为热量, w_t 为技术功, h 为焓, v 为比容)

- A. $c_p \Delta T$ B. $c_v \Delta T$ C. $h-pv$ D. $q-w_t$

8. 闭口系统功的计算式 $W=U_1-U_2$, 以下说法正确的是 ()。

- A. 只适用于绝热自由膨胀过程
B. 只适用于理想气体的绝热过程
C. 只适用于可逆绝热过程
D. 适用于可逆与不可逆的绝热过程

9. () 过程是可逆过程。

- A. 可以从终态回复到初态的 B. 没有摩擦的
C. 没有摩擦的准静态过程 D. 没有温差的

10. 简单可压缩热力系统的状态可由 ()。

- A. 两个状态参数决定 B. 两个具有物理意义的状态参数决定
C. 两个可测状态参数决定 D. 两个相互独立的状态参数决定

二、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

1. $\delta q = C_v dT + p dv$ 适用于理想气体的 () 系统, () 过程。

2. 卡诺循环包括两个 () 过程, 两个 () 过程。

3. 理想气体的热力学能、焓是 () 的单值函数。

4. 热能的品位比机械能的品位 ()。

5. 孤立系熵的变化 ΔS () 0。

6. 氮气和氧气的混合物为 2m^3 , 压力为 0.1Mpa , 其中氮气的分容积为 1.4m^3 , 则氮气和氧气的分压力分别为 $p_{N_2}=(\quad)$, $p_{O_2}=(\quad)$ 。

7. 通用气体常数的数值 () (包括单位)。

三、判断题（每题 2 分，共 10 分）

1. 系统的平衡状态是指系统在外界影响条件下，不考虑外力场作用，宏观热力学性质不随时间而变化的状态（ ）。
2. 不管过程是否可逆，开口绝热稳流系统的技术功总是等于初、终态的焓差。（ ）。
3. 系统经历一个可逆定温过程，由于温度没有变化，故该系统工质不能与外界交换热量（ ）。
4. 容器中的气体压力不变，则压力表的读数也绝对不会改变。（ ）。
5. 膨胀功、流动功、技术功都是与过程的路径有关的过程量。（ ）。

四、简答题（共 15 分）

1. （6 分）某一工质在相同的初态 1 和终态 2 之间分别经历 2 个热力过程，一为可逆过程，一为不可逆过程。比较这两个过程中。
 - （1）工质的熵的变化量哪一个过程大？为什么？
 - （2）相应外界的熵变化量哪一个过程大？为什么？
2. （4 分）请分别用克劳修斯（Clausius）和开尔文-普朗克（Kelvin-Planck）描述热力学第二定律。
3. （5 分）一汽车制造厂在广告里声称其厂汽车发动机的热效率为 78%。在周围环境温度为 25℃时，经测得燃气温度为 950℃，试分析广告数据真实的可能性。

五、计算题（共 20 分）

1kg 氮气分别经过绝热膨胀和定温膨胀的可逆流动过程，从初态为 $p_1=10\text{MPa}$ ， $t_1=1000^\circ\text{C}$ 膨胀到终态。终态比体积相同，且在绝热过程中终温 $t_2=0^\circ\text{C}$ 。求氮气在不同过程中的终压 p_2 ，对外界所作的功，交换的热量，以及过程热力学能，焓、熵的变化量。已知氮气比定压热容 $C_p=1.038\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，气体常数 $R_g=0.296\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，绝热指数 $k=1.4$ 。

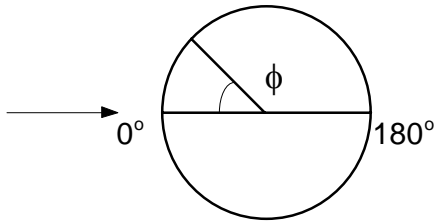
传热学部分（共 75 分）

一、简答题（每题 3 分，共 15 分）

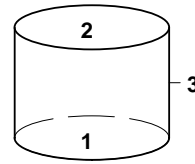
1. 基尔霍夫定律揭示了什么问题？写出其数学表达式。
2. 写出 Re 数的定义式及其物理含义。
3. 流体通过内管外径为 d 、外管内径为 D 的环形通道时的当量直径为多少？
4. 导热问题常见的边界条件有哪三类？
5. 写出对数平均温差计算式，并说明各个符号的含义。

二、简要分析与计算题（每题 5 分，共 20 分）

1. 示意性地画出流体外掠单圆管、当流动为湍流时，表面传热系数 h_ϕ 沿 $\phi = 0^\circ \sim 180^\circ$ 的变化情况，并加以简要分析说明。

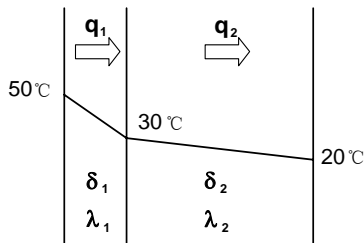


第 1 小题



第 2 小题

2. 某圆柱形内封闭空腔如右图，1 为底面，2 为顶面，3 为侧面。圆柱体底、顶面直径等于其高度。已知角系数 $X_{1,2}=0.2$ ，求： $X_{3,1}=? X_{3,3}=?$
3. 某两层平壁稳态导热的温度场如图所示，已知 $\delta_1 : \delta_2 = 2:5$ ，



求：1) $\frac{q_1}{q_2} = ?$; 2) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = ?$; 3) 导热热阻: $\frac{R_1}{R_2} = ?$

4. 设某平板材料的导热系数与温度之间的变化关系为 $\lambda = \lambda_0(1+bt)$ ，材料内部无内热源，厚度为 δ ，两侧面温度分别为 t_1 、 t_2 ($t_1 > t_2$)，试示意性地画出 $b=0$ 及 $b>0$ 时材料内部的温度分布，并说明理由。

三、(12分)

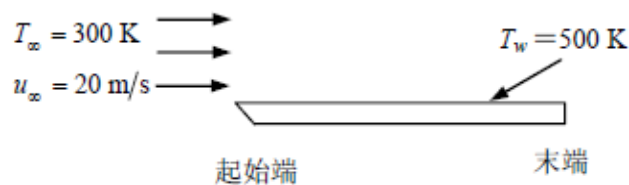
初温为 25°C 的热电偶被置于温度为 250°C 的气流中，设热偶的热接点可视为球形，要使得其时间常数小于1秒，问（1）热接点的直径应该为多大？（2）经过4秒钟后，热偶测得的温度是多少？已知热接点材料的物性：导热系数为 $20 \text{ W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ，密度为 $8500 \text{ kg}/\text{m}^3$ ，比热为 $400 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ；设热偶与气流间的表面传热系数为 $300 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 。

四、(13分)

如图所示，温度为 T_∞ 的冷气体以 u_∞ 的流速平行地吹过一块平板（平板一边与来流垂直），平板的长和宽分别为 2m 和 1m ，采用一组非常薄的电加热器使平板维持均匀温度在 $T_w=500\text{K}$ 。流体的导热系数、密度、比热和运动粘度分别为： $\lambda=0.02\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ， $\rho=1\text{kg}/\text{m}^3$ ， $C_p=1000 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ， $\nu=2\times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ 。试回答下列问题：

- （1）计算普朗特数 (Pr)；判断平板末端的流动是层流还是湍流？如果是湍流，请问转为湍流流动的临界距离 x_c 为多少？(注：临界雷诺数可取 $Re_c = 5\times 10^5$)
 （2）计算气体带走的总热量 (q)。设平板换热满足以下准则关系式：

$$Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (\text{若为层流}); \quad Nu = (0.037 Re^{0.8} - 850) Pr^{1/3} \quad (\text{若为湍流})$$



五、(15分)

两块边长均为 1 米的正方形平板相距 1 米平行放置于一表面为重辐射面的大房间内 (平板背面不参与换热), A 板表面的黑度为 0.6, 温度为 127°C ; B 板表面的黑度为 0.8, 温度为 600K , $\sigma=5.67\times 10^{-8}(\text{w}/\text{m}^2\text{K}^4)$, A、B 两板相对表面之间的角系数为 0.2, 求: (1) 画出辐射网络图; (2) A、B 两板相对表面之间的换热量。

【完】