

2014年研究生入学考试试题

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 $p_{N_2} = ()$, $p_{O_2} = ()$ 。

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 $k=1.4$ 。

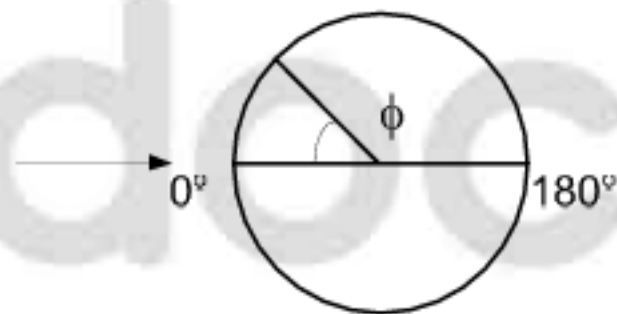
传热学部分（共 75 分）

一、简答题（每题 3 分，共 15 分）

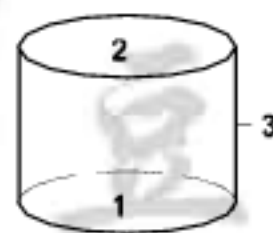
1. 基尔霍夫定律揭示了什么问题？写出其数学表达式。
2. 写出 Re 数的定义式及其物理含义。
3. 流体通过内管外径为 d 、外管内径为 D 的环形通道时的当量直径为多少？
4. 导热问题常见的边界条件有哪三类？
5. 写出对数平均温差的计算式，并说明各个符号的含义。

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。

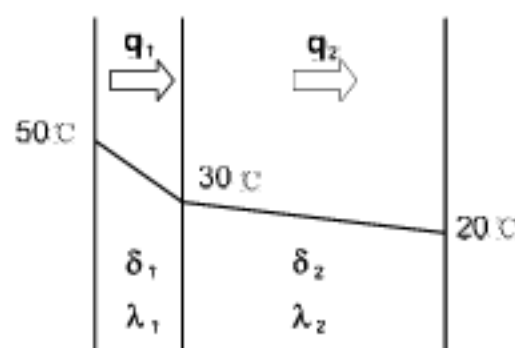


第 1 小题



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 $20 \text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$ ，密度为 8500 kg/m^3 ，比热为 $400 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$ ；设热偶与气流间的表面传热系数为 $300 \text{ W/(m}^2\cdot^\circ\text{C)}$ 。

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： $\lambda = 0.02 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ， $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$ ， $C_p = 1000 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $\nu = 2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ 。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】



2015年研究生入学考试试题

工程热力学部分（共 75 分）

一、判断对错，并说明原因（每题 3 分，共 18 分）

1. 热力过程中，工质向外放热，其温度必然降低。
2. 熵增大的过程为不可逆过程。
3. 工质从状态 1 变化到状态 2，不论中间经历了什么过程，其熵的变化都是相等的。
4. 孤立系统的热力状态不能发生变化。
5. 热量 $q = \int_1^2 T ds$ 只适用于定温和定熵过程。
6. 使 0.1MPa, 80°C 的液态水达到饱和状态的办法只有一个，即加热使水温度上升到 0.1MPa 时的饱和温度。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 推导理想气体比定容热容 C_v 和比定压热容 C_p 的关系（迈耶公式）。
2. 如图 1 所示电加热装置，刚性容器中盛有空气，并设有电热丝，试问取什么为系统，系统与外界交换的是热量？取什么为系统，系统与外界交换的是电功？取什么为系统，系统与外面没有任何能量交换？

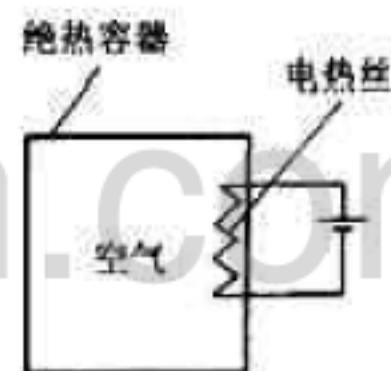


图 1

3. 系统经历一可逆正循环后，对系统和外界有什么影响？如果循环中有不可逆因素，系统和外界有没有变化？
4. 请分别用熵方程、孤立系统熵增原理和克劳修斯积分式给出热力学第二定律的数学表达式。

5. 如图 2 温熵图所示, 循环 1-2-3-1 中, 2-3 为不可逆绝热过程, 试用面积表示该循环中的吸热量, 放热量和净功量。

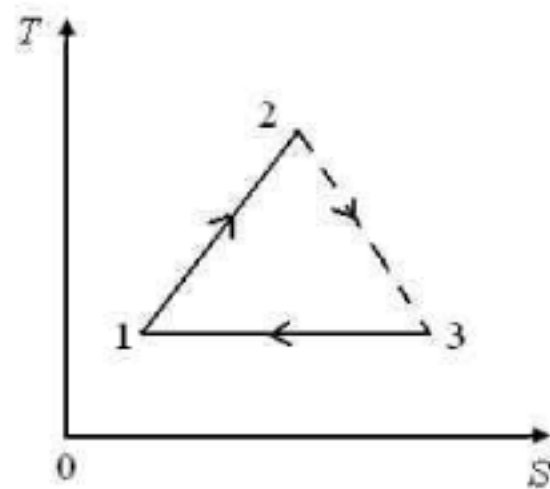


图 2

三、计算题 (共 27 分)

1. (15 分) 如图 3 所示, 绝热刚性容器被一绝热隔板分成两部分, 其中 A 部分存有 2kmol 氧气, $p_{O_2} = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$, $T_{O_2} = 300 \text{ K}$; B 部分有 3kmol 二氧化碳, $p_{CO_2} = 3 \times 10^3 \text{ Pa}$, $T_{CO_2} = 400 \text{ K}$ 。现将隔板抽去, 使氧与二氧化碳均匀混合。求混合气体的压力、温度及热力学能、焓和熵的变化。按照定值比热容进行计算, 理想气体的定值摩尔热容见下表, 其中通用气体常数 $R=8.314\text{J/mol.K}$ 。

	双原子气体	多原子气体
$C_{V,m}$	$2.5R$	$3.5R$
$C_{p,m}$	$3.5R$	$4.5R$



图 3

2. (12 分) 两个质量相等、比热容相同且为定值的物体, A 物体初温为 T_A , B 物体初温为 T_B , 用它们作为可逆热机的热源和冷源, 热机工作到两物体温度相等为止。(1) 求平衡时的温度; (2) 求热机作出的最大功量。

传热学部分（共 75 分）

一、简答题（每题 4 分，共 20 分）

1. 写出 Bi 数的定义式及其物理含义；它与 Nu 数有何异同？
2. 写出 Pr 数的定义式及其物理含义；当 $Pr > 1$ 时，热边界层和速度边界层的厚度哪个大？
3. 何为物体的光谱发射率？它与哪些因素有关？
4. 黑体的辐射能在半球空间各方向上是如何分布的？与什么有关？
5. 气体辐射与固体辐射相比有何特点？

二、简要分析题（每题 5 分，共 20 分）

1. 对于一维常物性、无内热源的大平板导热问题，以下两种情况下能否确定平板内部的温度分布？请说明理由。
 - (1) 两侧给定的均为第二类边界条件；
 - (2) 一侧为第二类边界条件，一侧为第三类边界条件。
2. 换热器顺流布置和逆流布置时，对数平均温差计算公式是否有区别？同样的进出口温度下，哪种布置的对数平均温差较大？
3. 如图 4，流体在两平行平板间作层流充分发展的对流换热，已知：(1) $q_{w1} = 2q_{w2}$ ，(2) $q_{w1} = 0$ ，试画出此两种情况下截面上的流体温度分布曲线，并说明理由。

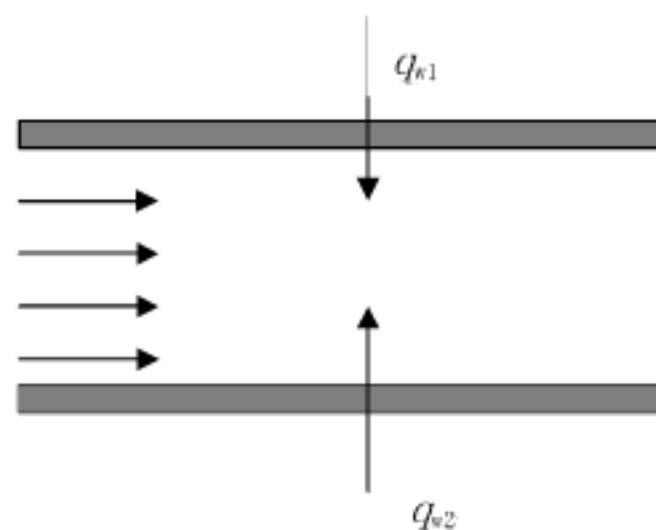


图 4

4. 非稳态导热的集总参数法适用条件是什么？时间常数是如何定义的？

三、(10 分)

一厚为 20 厘米的墙，导热系数为 $1.5\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ，在墙体的内外两侧表面各覆盖了一层导热系数分别为 0.1 和 $0.2\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 、厚度均为 5 厘米的保温材料，已知该复合壁两侧壁的温度分别为 400°C 和 45°C ，壁内无内热源，求该复合壁此时每单位面积的热损失量。若两种保温材料互换一下位置，对热损失是否有影响？对该复合壁的温度分布是否有影响？

四、(10 分)

在边界层流动中，若热边界层中的温度分布为 $(T-T_w)/(T_f-T_w)=3(y/\delta)-2(y/\delta)^2$ ， T_f 为流体外流的温度， T_w 为壁的温度， δ 为热边界层厚度，若流体的导热系数为 $0.03\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ， $\delta/x=5.0/Re_x^{1/2}$ ，当 $x=0.2$ 米时的雷诺数为 $Re_x=102400$ ，求当地 ($x=0.2$ 米处) 的对流换热系数 h_x 及 Nu_x 数。

五、(15 分)

如图 5 所示的几何体，半球表面是绝热的，底面被一直径分为 1、2 两部分。直径长度为 0.2 米，表面 1、2 均为灰体，且 1 表面的黑度为 0.5，2 表面的黑度为 0.7； $t_1=500^\circ\text{C}$ ； $t_2=350^\circ\text{C}$ ； $\sigma=5.67\times 10^{-8}(\text{W}/\text{m}^2\text{K}^4)$ 。试问：(1) 有人说表面 1 和 2 之间的角系数 $X_{1,2}$ 为 0，因此两表面之间没有热量交换，你同意这种说法吗？请画出此时的辐射网络图并通过计算说明它们之间热交换量的大小。(2) 热平衡时表面 3 的温度为多少？

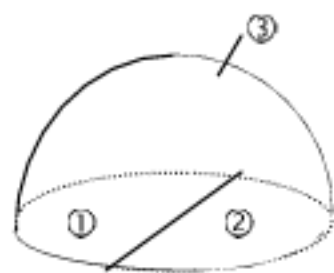


图 5

【完】