

中国科学技术大学
2013--2014 学年第二学期考试试卷

考试科目: 工程热力学

得分: _____

学生所在系: _____ 姓名: _____ 学号: _____

一、 简答题 (每小题 5 分, 共 35 分)

- (1) 热与功有何异同?
- (2) 何谓膨胀功? 何谓流动功? 何谓技术功? 三者之间有何关系?
- (3) 何以在分析开口系统时用焓较为方便?
- (4) 什么是内能? 什么是可用能? 两者关系如何?
- (5) 什么是熵? 其主要性质是什么?
- (6) 什么是相对湿度? 什么是含湿量?
- (7) 一个热力学系统正经历一等温、等压不可逆变化, 试问用什么热力学函数可判断该过程进行的方向? 当该系统达到平衡时, 这个函数达到的极值是极大还是极小?

二、 分析题 (每题 10 分, 共 20 分)

1. 由实验测得某气体的焦-汤系数有如下关系式

$$\mu_J \equiv \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_h = \frac{1}{c_p} \cdot \frac{a}{T^2}$$

式中 a 为常数, 试求该气体的状态方程。

2. 证明满足范德瓦尔方程

$$\left(p + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = R_g T$$

的气体作绝热自由膨胀时温度降为

$$T_1 - T_2 = \frac{a}{c_v} \frac{v_2 - v_1}{v_2 v_1}$$

三、 计算题 （每小题 15 分， 共 45 分）

1. 燃气轮机的进口参数为 $p_1 = 0.5\text{MPa}$, $T_1 = 410\text{K}$, $c_1 = 120\text{m/s}$, 出口参数为 $p_2 = 0.12\text{MPa}$, $T_2 = 300\text{K}$, $c_2 = 70\text{m/s}$, 当地大气环境参数 $p_0 = 0.1\text{MPa}$, $T_0 = 290\text{K}$ 。假定燃气的性质与空气同, 在流动中比热可视为定值, 其对外散热与势能变化可忽略, 试计算 (1) 每千克燃气流经涡轮机过程中实际完成的技术功和轴功; (2) 每千克燃气由进口可逆过渡到出口状态, 理论上所能完成的最大技术功和最大轴功。已知: 空气的定压比热 $c_p = 1.01 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, 气体常数 $R_g = 287.13 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

2. 在压缩空气输气管上接有一渐缩喷管, 用阀门来调节喷管前空气的压力。已知喷管前空气的初速度很小, 其温度 $t_1 = 27^\circ\text{C}$, 喷管外的环境压力 $p_b = 0.1\text{MPa}$ 。设空气的物性同上题, 求当压力 p_1 分别为 0.15MPa , 0.1894MPa , 0.25MPa 时, 喷管出口截面上空气的压力及流速。

3. 为便于运输和储藏, 天然气在开采出来后, 常常被冷却成液化天然气 (LNG)。在供给用户时, 液态天然气需要重新汽化成气体。在这个过程中, 有大量可用冷能被释放。若储存罐中 LNG 初始状态为 0.4MPa , -141.75°C , 以 25°C 的海水作为热源来汽化天然气, 供给用户时的状态为 1MPa , 20°C 。假定: 液化天然气由纯甲烷组成, 其状态参数如下:

$$p_1 = 0.4\text{MPa} , t_1 = -141.75^\circ\text{C} \text{ 时: } h_1 = -840.11\text{kJ/kg} , s_1 = -6.1004\text{kJ/kg} \cdot \text{K} ;$$

$$p_2 = 1\text{MPa} , t_2 = 20^\circ\text{C} \text{ 时: } h_2 = -20.97\text{kJ/kg} , s_2 = -1.2485\text{kJ/kg} \cdot \text{K} 。$$

试问:

- (1) 每公斤液化天然气汽化过程中需要吸收多少热量?
- (2) 其最大可用冷能是多少?
- (3) 可否构想一种回收 LNG 可用冷能的方案?

。