

北京航空航天大学 2005 年

硕士研究生入学考试试题

科目代码: 442

工程热力学 (共 4 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、填空题 (本题 36 分, 每空 1.5 分)

1. 湿空气是干空气和水蒸汽的混合物, 不能作为完全气体看待。该表述是_____。

(a) 正确 (b) 错误

2. 定压比热适用于一切气体, 不限于理想气体。该表述是_____。

(a) 正确 (b) 错误

3. 水、冰和汽三相共存点的热力学温度为_____K。

4. 空气的平均分子量为 28.97, 定压比热 $c_p=1005 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$, 则空气的气体常数为_____ $\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$, 其定容比热 c_v 为_____ $\text{J/(kg} \cdot \text{K)}$ 。

5. 冷量焓 (E_Q)、冷量 (Q) 和冷量焓 (A_Q) 的绝对值关系为_____。

(a) $|Q| > |A_Q|$; (b) $|Q| < |A_Q|$; (c) $|Q| = |A_Q| + |E_Q|$; (d) $|E_Q| \leq |A_Q|$

6. 机械能形式的热力学第一定律为 _____

(a) $\delta q = du + \delta w$ (b) $\delta q = dh + \delta w_i$ (c) $\delta w = d(pv) + \delta w_i$

7. 对任意一个过程, 如体系的熵变等于零, 则_____。
- (a) 该过程可逆 (b) 该过程不可逆 (c) 无法判定过程的可逆与否
8. 不可逆循环的熵产一定为_____。
9. 水的临界点的汽化潜热为_____。
10. 热机循环热效率 $\eta = \frac{W}{Q}$ 适用于_____热机, 而 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ 适用于_____热机。
11. 一完全气体在一容器内作绝热自由膨胀, 该气体做功为_____, 其温度将_____。
12. 在压缩比相同、吸热量相同时, 定容加热循环、定压加热循环和混合加热循环的效率大小依次为_____, 最高压力和最高温度相同时, 三种循环的效率大小依次为_____。
13. 在 OTTO 循环中, 使循环功最大的条件是_____, 热效率达到最大的条件是_____。
14. 实际气体的范德瓦尔方程中的两个系数 a 和 b 是考虑到_____和_____而引入的。
15. 任何气体在任意状态下的摩尔体积都是 $0.022414\text{m}^3/\text{mol}$, 该表述是_____。
- (a) 正确的 (b) 错误的
16. 不可逆过程不可能在 $T-s$ 图上表示, 所以过程的熵变量无法计算, 该表述是_____。
- (a) 正确的 (b) 错误的
17. 空气在有摩擦的绝热管道中流动时, 其进口截面的熵必然_____出口截面的熵。
18. 与大气温度相同的压缩空气可以膨胀做功, 违反了热力学第二定律, 该表述

是_____。

(a) 正确的 (b) 错误的

二、作图题 (28 分, 每题 7 分)

1. 定性地画出具有回热的燃气轮机装置示意图, 并在 T-s 图上定性地分析回热对热效率的影响。

2. 在 T-S 图上表示理想气体由状态 1 等熵膨胀到状态 2 时技术功的大小。并说明为什么。

3. 在 $p-v$ 图上表示内能焔的大小, 分四种状态分别给出, 即:

$p > p_0, t > t_0; p > p_0, t < t_0; p < p_0, t > t_0; p < p_0, t < t_0$ 。进而说明内能焔恒为正。

4. 某完全气体初态压力为 p_2 , 经绝热节流后压力变为 p_1 , 设环境压力为 p_0 , 且 $p_2 > p_0$ 、 $p_1 > p_0$ 。请在 $h-s$ 图上画出三条等压线, 并表示出绝热节流过程的做功能力损失的大小。说明为什么?

三、简述题 (30 分)

1. (本题 7 分) 给出“热”和“功”的定义, 并分析其异同。

2. (本题 8 分) 简述克劳修斯是如何在卡诺定理的基础上推导参数熵的? 克劳修斯不等式如何表达?

3. (本题 8 分) 如何通过卡诺定理得到“热力学绝对温标”的定义, 进而给出卡诺循环热效率的表达式。

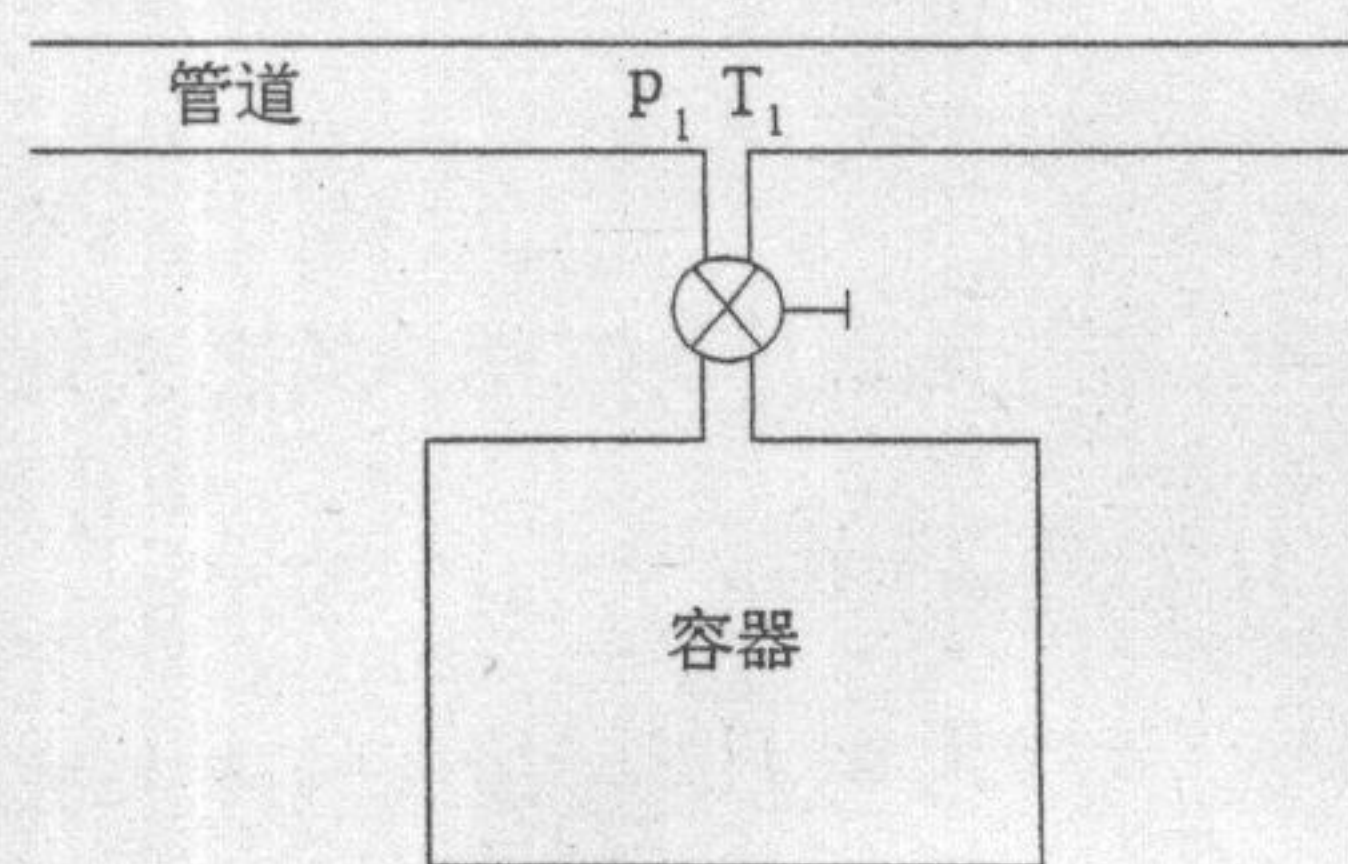
4. (本题 7 分) 热力过程中, 等容、等压、等温、等熵过程均为理想的可逆过程, 而多变过程才是实际的不可逆过程, 该说法对否? 多变过程比热表达式是什么?

四、计算题 (本题 16 分)

地球大气中的最下层频繁进行着垂直方向的对流, 因气流上升缓慢, 过程可看成准静态的, 空气干燥, 导热性不好, 因此, 又可看成绝热的, 取空气的比热比为 $7/5$, 空气的摩尔质量为 29g/mol 。试求大气的温度随高度的递减率。

五、计算题(本题 20 分)

如题五图所示, 为测定某气体的定压比热 c_p 和定容比热 c_v , 有人提出下面的实验方案, 见图。容器初始状态为真空, 管道的压力、温度为 p_1 、 T_1 。实验时, 打开阀门向容器内充气, 并测定充气过程容器的温度 T 。即可确定 c_p 和 c_v 值。试研究上述方法理论上的正确与否。若容器的初始状态



题五图

不是真空, 实验又该如何进行? 该气体的比内能和比焓只是温度的函数且满足 $du=c_v dT$, $dh=c_p dT$ 。 c_v 和 c_p 之间又满足迈耶公式 $c_p - c_v = R$, 可认为 c_p, c_v 为常数, R 为气体常数, 气体的状态方程为 $pv=RT$ 。

六、计算题(本题 20 分)

利用稳定供应的 0.69MPa 、 26.8°C 的空气源和一个 -196°C 的冷源, 生产 0.138MPa 、 -162°C 的空气流, 质量流量为 20kg/s 。采用先将空气绝热节流, 再和冷源换热的方式实现。已知空气的气体常数 $R_g = 0.287\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 比热容 $c_p = 1.004\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 绝热指数 $k=1.4$ 。求:

- (1) 和冷源每秒的换热量;
- (2) 整个系统的熵增, 并判断该方案能否实现;
- (3) 若环境温度为 300K , 求系统的做功能力损失。