

北京航空航天大学

二 00 四年硕士试题 题单号: 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)

- 湿空气是干空气和水蒸汽的混合物, 可以作为_____看待。
(a) 实际气体 (b) 完全气体
- 气体常数 $R=8314\text{J/kmol}\cdot\text{K}$ 适用于_____气体。
- 水、冰和汽三相共存点的热力学温度为_____K。
- 空气的平均分子量为 28.97, 定压比热 $c_p=1005\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 则空气的气体常数为_____ $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 其定容比热 c_v 为_____ $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。
- 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) $|E_Q| \leq |A_Q|$
- 下面所列各表达式中那些等于零. _____
(a) $\oint(\delta q - \delta w)$ (b) $\oint dh$ (c) $\oint \delta w$ (d) $\oint Tds$ (e) $\oint \delta q$
- 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. 涡轮喷气发动机循环的循环功主要用于_____, 涡轮膨胀功主要用于_____。

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. 理想气体 c_p 和 c_v 都是温度的函数, 故 $c_p - c_v$ 值也应当随温度而变化, 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, 所以不能计算过程的熵变量, 该表述是_____。

(a) 正确的 (b) 错误的

17. 绝热容器中间用隔板隔开, 两侧分别有 1 kg 的氮气和氧气, 其压力 p_1 温度 T_1 相同, 若将隔板抽出, 则混合前后的温度和熵有, T_2 _____ T_1 , S_2 _____ S_1 。

二、作图题 (24 分, 每题 6 分)

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

2. 在 $p-v$ 图上表示出从同一初温、初压条件下, 气体分别经历等温压缩和等熵压

缩到达相同终态压力时的过程功，比较其大小，并说明为什么？（过程功分别指技术功和膨胀功）

3. 定性画出在水蒸气的焓熵图上由气液共存区内任一相同状态分别经过定压和定温过程达到过热蒸汽状态的可逆过程线。

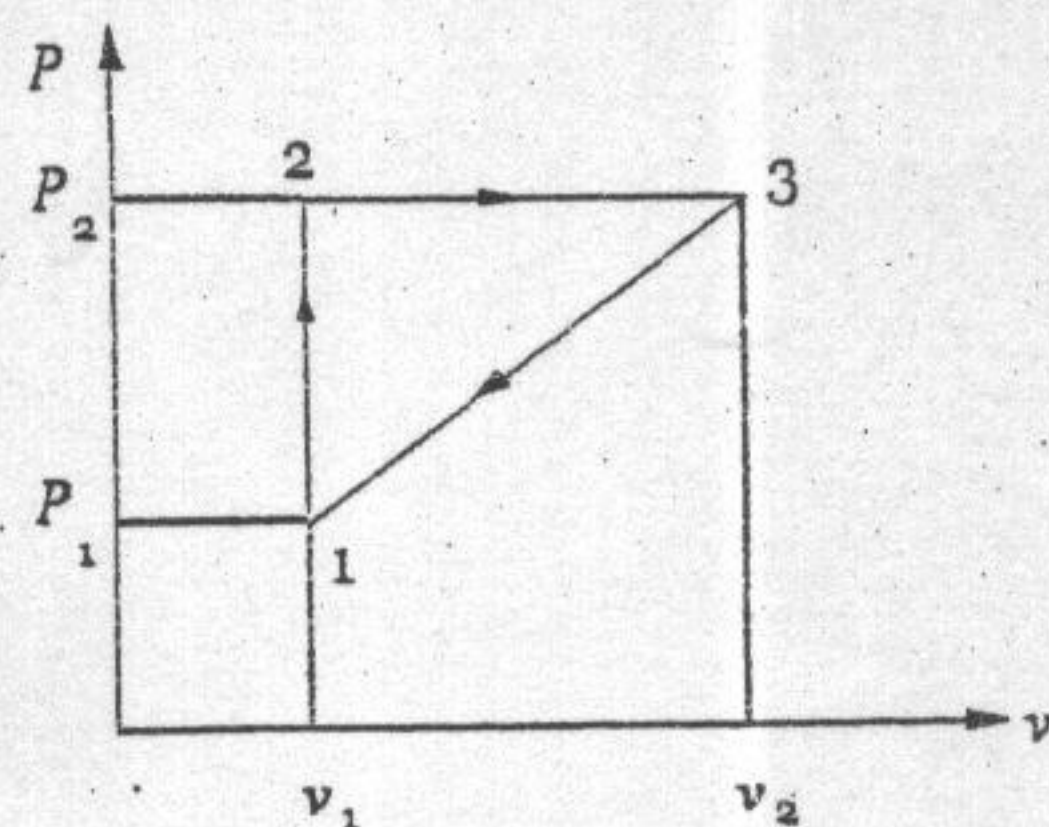
4. 某完全气体初态压力为 p_2 ，经绝热节流后压力变为 p_1 ，设环境压力为 p_0 ，且 $p_2 > p_0$ 、 $p_1 > p_0$ 。请在 $h-s$ 图上画出三条等压线，并表示出绝热节流过程的做功能力损失的大小。说明为什么？

三、简述题（30 分）

1. (本题 7 分) 简要描述热力学平衡状态与稳定状态的区别。
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) 某些家用空调器，用一台压缩机既可以实现制冷功能又可以实现制热功能，试从热力学角度说明其原理。
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 15 分）

见图四，有 1kg 完全气体（比热比为 k ）经可逆定容过程压力由 p_1 增至 p_2 ，然后经一可逆等压过程至状态 3，最后返回到初始态构成一个循环。若过程 $3 \rightarrow 1$ 的 $p-v$ 变化为线性的，求：(a) 该循环的循环功； (b) 该循环的热效率。



题四图

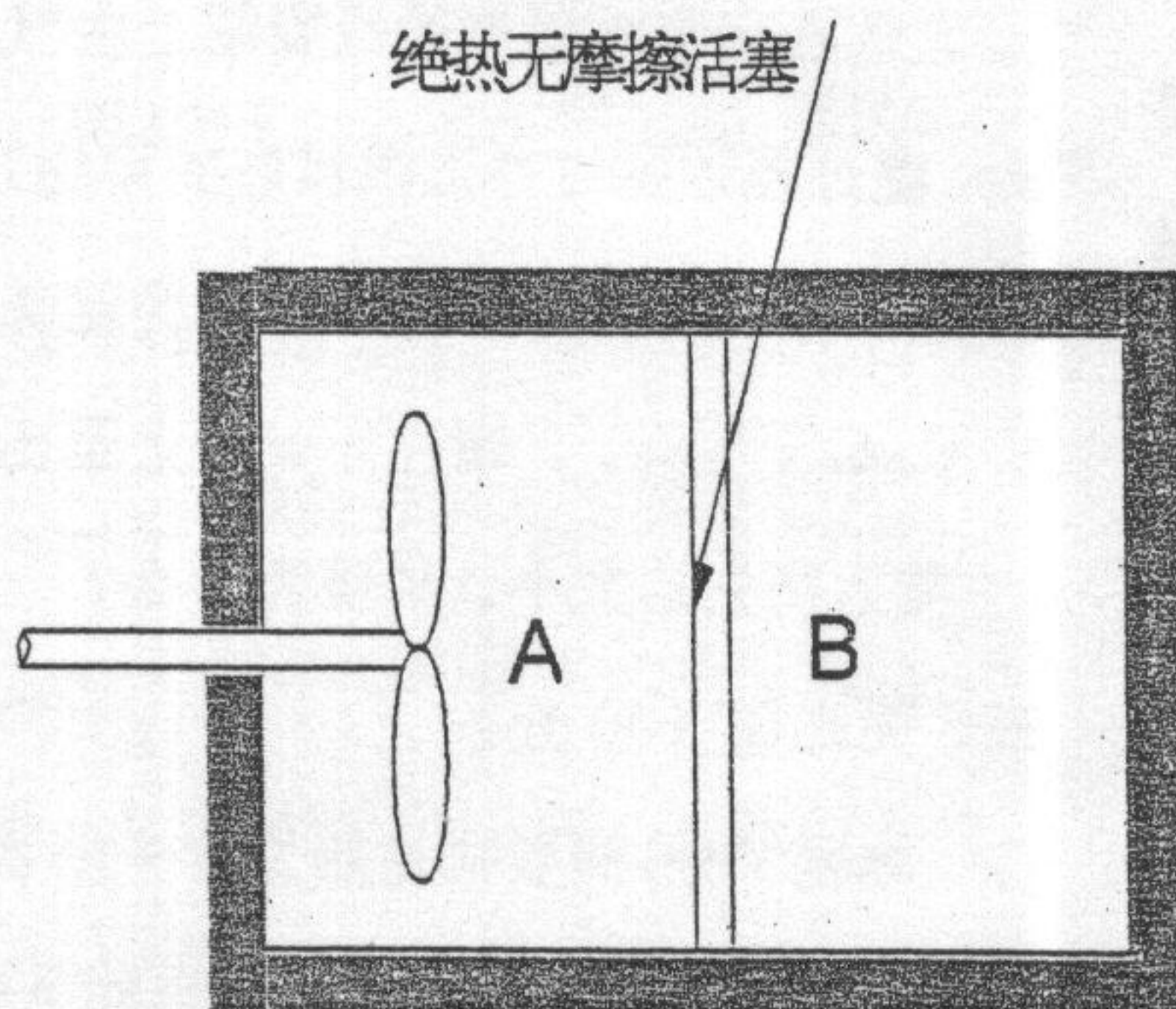
五、计算题（本题 20 分）

两物体 A 和 B 的质量及比热相同，均为 m 和 c_v ，温度各为 T_1 和 T_2 ，且 $T_1 > T_2$ ，设环

境温度为 T_0 。(1) 若在此高低温热源间工作一个可逆热机, 试求最大循环功和最终平衡温度; (2) 若 A 与 B 直接传热, 求平衡温度及不等温传热引起的熵损失;

六、计算题(本题 25 分)

如题六图所示, 两端封闭且具有绝热壁的气缸, 被可移动的、无摩擦的、绝热活塞分为体积相同的 A、B 两部分, 其中各装有同种理想气体 1kg。开始时两边的温度、压力都相同, 分别为 0.2MPa, 20°C, A 腔内的叶轮为绝热叶轮, 且叶轮体积可忽略。现通过该叶轮的缓慢旋转对 A 腔气体做功, 则活塞向右缓慢移动, 直至 $p_{A2} = p_{B2} = 0.4\text{MPa}$ 时,



题六图

设气体的比热容为定值, 分别为 $c_p = 1.01\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$, $c_v = 0.72\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$.

试求:

- (1) A、B 腔内气体的终态容积和终态温度?
- (2) 过程中叶轮对 A 腔气体做功量?
- (3) 整个气体组成的系统的熵变?
- (4) 在 $p-v$ 图和 $T-s$ 图上, 表示出 A、B 腔内气体经历的过程。