

北京航空航天大学

二〇〇三年硕士试题

题单号: 442

工程热力学 (共3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 30 分, 每空 1 分)

1. $\mu R = 8314 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K})$ 适用于_____气体。
2. 水、冰和汽三相共存点的热力学温度为_____K。
3. 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_____, 其定容比热 C_v 为_____。
4. 完全气体的定压比热 C_p 和定容比热 C_v 是体系_____的函数。
5. 湿饱和蒸汽的状态由_____和_____决定。
6. 相互接触的物体, 若它们处于热平衡, 则它们的_____必相等。
7. 技术功等于_____, 可逆过程的技术功等于_____。
8. 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) $\oint T ds$ (e) $\oint \delta q$
9. 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
10. 不可逆循环的熵产一定为_____。
11. “熵增大的过程必为不可逆过程”这个说法是_____.
 (a) 正确的 (b) 不正确的
12. 体系做功为_____量, 而体系的有用能为_____量。
 (a) 状态量 (b) 过程量
13. 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，而 $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ 适用于_____热机。

14. 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_____。
15. 绝热节流时，随着压力的降低，焓将_____，熵将_____，而温度的变化_____。
16. 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。
17. 涡轮喷气发动机循环的循环功主要用于_____，而加力燃烧室在增加循环功的同时，使得循环热效率_____。
18. 对逆卡诺制冷循环，冷热源的温差越大，则制冷系数_____。在系统最高运行温度和最低温度系统相同的条件下，蒸汽压缩制冷循环的制冷系数比逆卡诺循环的制冷系数_____，比空气压缩制冷循环的制冷系数_____。

二、作图题 (15 分，每题 5 分)

1. 定性画出具有回热的燃气轮机的装置示意图，并在 T-s 图上定性分析回热对热效率的影响。
2. 在 T-s 图上定性画出由同一初始态分别经可逆和不可逆绝热压缩达到相同终态压力的过程线，要表明过程的方向。在另一 T-s 图上再画出可逆和不可逆绝热膨胀过程的过程线。给出简单的文字解释。
3. 在 p-v 图上定性画出从同一初始态经过多变指数分别为 $n=0$ ， $n=0.8$ 和 $n=1.0$ 三个过程的过程线，再转换为 T-s 图。

三、简述题 (35 分)

1. 简要描述热力学平衡状态与稳定状态的区别。
2. 依据能量守恒和相互转换原理，某人设计了如图 1 的热机，该热机相比常规的热机有明显的优点。一热源对腔进行加热，通过空气的流动推动叶轮旋转将热能转变为机械能向外输出。试问该设计的可行性如何？为什么？试从理论上加以详细分析讨论。
3. 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. 定压比热和定容比热哪个大？为什么？
5. 被冷却水在冷却塔中能冷到比大气温度还低，这是否违反热力学第二定律？

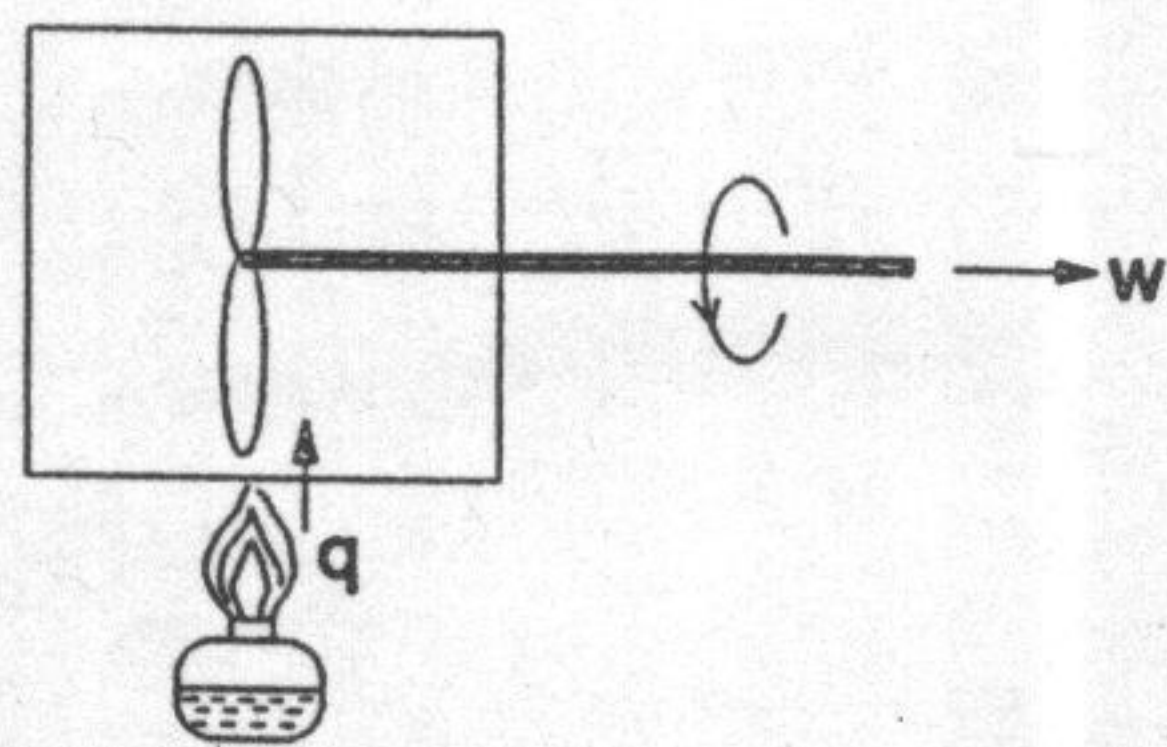


图 1

四、计算题(20 分)

一千克空气，其压力为 4bar，温度为 25℃。定压将其加热到 150℃，然后绝热膨胀至温度为 80℃，再定容冷却到 25℃，最后定温压缩到初始态。假设所有过程均为可逆过程，且视空气为比热为常数的完全气体。空气的比热比 $k=1.4$ ，气体常数 $R=287\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 。求：

- 1) 定性作出该循环的 $p-v$ 图和 $T-s$ 图，并标明方向。
- 2) 该循环的循环功。
- 3) 该循环的热效率。

五、计算题(20 分)

两物体 A 和 B 的质量及比热相同，均为 m 和 C_p ，温度各为 T_1 和 T_2 ，且 $T_1 > T_2$ ，设环境温度为 T_0 。(1) 若以该两物体作为高低热源并在其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，求热平衡温度以及不等温传热引起的火用损失。

六、计算题(30 分)

现欲设计一个冷库。但没有现成的电力系统给制冷机组提供动力，需要自己动手因地制宜。经过考察，发现附近有一温泉，水温常年保持在 75℃。冷库设计温度为零下 20℃，冷库与环境之间的热传递速率是 15kW。制冷机的制冷系数与理想制冷循环的制冷系数之比仅为 0.15，可用热机的热效率与理想热机循环热效率之比为 0.2。当地环境的最高温度是夏季的 30℃。请发挥你的聪明才智设计出这套制冷系统，给出该系统的示意图。问需要从温泉提取热量速率的最小量为多少千瓦以保证该系统的正常运行。