

# 第一章 热力学基本概念

## 自测练习题参考答案

### 一、填空题

1. 热量, 功, 物质
2. 闭口系统, 开口系统
3. 温度, 压力, 比体积
4. 基准点, 分度方法
5. 初、终, 工质的状态变化途径
6. 406
7. 133.3Pa, 9.81Pa
8. 0.0039MPa
9. 平衡, 准平衡 (或可逆)
10. 1, 0
11. 能量传递, 状态参数, 过程
12. 过程的变化路径,  $>$ ,  $<$
13. 热能, 机械能, 机械能, 热能
14. 热效率, 制冷系数

### 二、判断题

1.  $\sqrt{}$ 。
2.  $\times$ 。温度是状态量, 而热量是过程量。
3.  $\times$ 。压力是状态量, 而功量是过程量。
4.  $\sqrt{}$ 。比体积和密度互为倒数关系, 其物理意义相同。
5.  $\times$ 。经历了一个不可逆过程后, 工质是可以恢复到原来状态的, 只是与之相互作用的外界不能复原。
6.  $\times$ 。孤立系内部是可以发生能量传递与转换过程的, 即工质的状态可以发生变化。
7.  $\sqrt{}$ 。可逆过程定义。
8.  $\sqrt{}$ 。真空下降时, 绝对压力将增大。
9.  $\times$ 。工质状态一定时, 压力表读数将随大气压力而变。
10.  $\sqrt{}$ 。可逆过程的实现条件。
11.  $\times$ 。只有在工质吸热量一定的情况下, 此种说法才正确。
12.  $\sqrt{}$ 。

### 三、选择题

1. (C); 2. (B); 3. (A); 4. (B); 5. (C); 6. (D); 7. (A); 8. (A); 9. (C);
10. (D); 11. (D); 12. (C); 13. (A); 14. (D)

### 四、问答题

1. 答: 人为地把从周围物体中分割出来的热力学分析对象称为热力系统 (简称系统); 将系统以外与之发生物质、能量交换的周围物质系统称为外界; 与外界有物质交换的热力系统称为开口系统; 与外界没有任何物质交换的热力系统称为闭口系统; 与外界无热量交换的

热力系统称为绝热系统；与外界既无任何形式能量（功和热量）交换，也无物质交换的热力系统称为孤立系统，它与绝热系统都是为简化热力学问题而引入的假想热力系统。

2. 答：工质的真实压力称为绝对压力，以  $p$  表示。当地大气压力以  $p_b$  表示，当工质的绝对压力高于当地大气压力时（此状态称为正压状态，此测压计称为压力表），压力表显示的是绝对压力高于大气压力的值，其读数称为表压力，用  $p_e$  表示，即当  $p > p_b$  时， $p_e = p - p_b$ ；当工质的绝对压力低于大气压力时（此状态称为负压状态，此测压计称为真空表），真空表显示的是绝对压力低于大气压力的值，其读数称为真空度，用  $p_v$  表示，即当  $p < p_b$  时， $p_v = p_b - p$ 。

表压力和真空度（相对压力）不仅与工质状态有关，还与测量环境大气压力有关。即使工质的状态不变（绝对压力不变），环境大气压力发生变化时，它们也要随着变化。因此，表压力和真空度不是状态的单值函数，不能作为状态参数，表示工质状态参数的压力只能用绝对压力。

3. 答：对工质而言，准平衡过程和可逆过程同为一系列平衡状态所组成，都能在参数坐标图上用一连续曲线来描述，并可用热力学方法对它进行分析。但准平衡过程的概念只包括工质内部的状态变化，而可逆过程则是分析工质与外界所产生的总效果。因此，可逆过程必然是准平衡过程，而准平衡过程只是可逆过程的条件之一。

4. 答： $p-v$  图上过程线在  $v$  轴上的投影面积可表示该可逆过程中工质与外界所交换的功量的大小，故称  $p-v$  图为示功图； $T-s$  图上过程线在  $s$  轴上的投影面积可表示该可逆过程中工质与外界所交换的热量大小，故称  $T-s$  图为示热图。

5. 答：热力学温标选取水的三相点（即水的固、液、气三相平衡共存的状态）为基准点，并定义它的温度为  $273.16\text{K}$ 。在  $1\text{atm}$  下，水的冰点温度为  $273.15\text{K}$ ，沸点温度为  $373.15\text{K}$ ，其间分为 100 个等分，则每一等分表示  $1\text{K}$ 。

6. 答：工质应具有良好的膨胀性和流动性，热力性能稳定，对环境友善，无毒、无腐蚀性，且价廉易得。由于水蒸气较好地满足了以上对工质的几点要求，所以被火电厂采用为工质。

## 五、计算题

1. 解： $w = \int_1^2 p dv = p(v_2 - v_1) = 1 \times 10^5 (1.673 - 0.001) = 1.672 \times 10^5 \text{J/kg}$

$$W = mw = 10 \times 1.672 \times 10^5 = 1.672 \times 10^6 \text{J} = 1672 \text{kJ}$$

2. 解：设容器内左部分气体的绝对压力为  $p_1$ ，右部分气体的绝对压力为  $p_2$ 。则

$$p_e = 7.9 \times 10^5 \text{Pa}; \quad p_1 = 8.88 \times 10^5 \text{Pa}; \quad p_2 = 6.68 \times 10^5 \text{Pa}$$

3. 解： $p = p_e + p_b = 800 \times 133.3 + 500 \times 9.81 + 780 \times 133.3 = 2.16 \times 10^5 \text{Pa}$

4. 解：(1)  $1.5 \times 10^5 \text{Pa}$ ；(2)  $1.04 \times 10^5 \text{Pa}$ ；(3)  $1.5 \times 10^5 \text{Pa}$

5. 解： $p = p_b - p_v = p_b - \rho g L \sin \alpha = 734 \text{mmHg}$

## 第二章 热力学第一定律及其应用

### 自测练习题参考答案

#### 一、填空题

1. 内部储存能, 外部储存能
2. 内动能, 内位能, 温度, 比体积
3.  $q=\Delta u+w$ , 正, 负
4.  $q=(h_2-h_1)+1/2(c_2^2-c_1^2)+g(z_2-z_1)+w_s$ , 一元稳定流动的任何过程
5.  $h=u+pv$ , 工质在流动状态下所具有的总能量中与热力状态有关的那部分能量
6. 流动, 膨胀功, 推动功
7.  $w_s=h_1-h_2$ ,  $q=h_2-h_1$
8.  $10.76\times 10^4\text{kW}$

#### 二、判断题

1.  $\times$ 。在绝热膨胀过程中, 可通过工质热力学能的减少来实现对外做功。
2.  $\times$ 。如自由膨胀过程中, 气体对外并不做功。
3.  $\times$ 。系统对外做功后, 其储存能是否减少是由热力学第一定律确定的。如系统对外做功的同时, 从外界吸热, 且其吸热量足以抵补做功量, 则其储存能就不一定减少。
4.  $\times$ 。系统放热的同时, 如外界对系统加入的功转变为热的数量大于系统的放热量, 则系统的温度还可能升高。
5.  $\times$ 。推动功是与压力和比体积有关的压力势能, 因此它是一种状态量。
6.  $\times$ 。由热力学第一定律,  $Q=\Delta U+W$ , 气体温度升高, 内能是增加了, 但如果内能增加量小于气体对外做的功, 则是放热。
7.  $\times$ 。 $\Delta(pv)$ 可能为负。
8.  $\checkmark$ 。系统放热的同时, 如外界对系统加入的功转变为热的数量大于系统的放热量, 则系统的热力学能还可能增加。
9.  $\checkmark$ 。由热力学第一定律,  $q=\Delta u+\int_1^2 p dv$  可推出, 闭口系统在定压过程中吸收的热量等于其焓的增量。闭口系统中也存在状态参数焓, 只不过它不再具有“热力学能+推动功”的含义。
10.  $\checkmark$ 。如汽轮机中蒸汽的实际做功过程就是边膨胀边放热的过程, 只是因为放热量与膨胀做功量相比是一个极小量, 所以通常将汽轮机内的做功过程视为绝热过程来进行分析。
11.  $\times$ 。由热力学第一定律,  $Q=\Delta U+W$ , 气体吸入的热量和外界压缩气体所耗的功量全部转化为气体的热力学能是可能的。

#### 三、选择题

1. (B); 2. (B); 3. (A); 4. (C); 5. (B); 6. (A)

#### 四、问答题

1. 答: (1) 正确。适用于闭口系统内任何工质所进行的任何过程;  
(2) 不正确。热量  $q$  是过程量, 在微元热力过程中, 不能写成全微分形式  $dq$ , 只能写成  $\delta q$ ;  
(3) 不正确。热量  $q$  是过程量, 在微元热力过程中, 不能写成全微分形式  $dq$ , 只能写

成 $\delta q$ 。

2. 答：(1) 根据  $p$ - $v$  图又叫示功图，即图中过程线下方的投影面积代表该过程的功量大小，由图可知，1-a-2 过程线下方的投影面积较 1-2 大，则有： $W_{12} < W_{1a2}$ ；

(2) 热力学能是状态参数，其变化量仅取决于工质的初、终状态参数值，而与过程经历的途径无关。由于 1-a-2 和 1-2 两个过程的初、终状态相同，所以有： $\Delta U_{12} = \Delta U_{1a2}$ ；

(3) 根据热力学第一定律的数学表达式： $Q = \Delta U + W$  可知， $Q_{12} = \Delta U_{12} + W_{12}$ ， $Q_{1a2} = \Delta U_{1a2} + W_{1a2}$ ，再结合上述结论，可得： $Q_{12} < Q_{1a2}$ 。

3. 答：对可逆过程，用焓表示的热力学第一定律表达式为： $\delta q = dh - vdp$ 。

由热力学第一定律的数学表达式和焓的定义式，可得：

$$\delta q = du + pdv = [dh - d(pv)] + pdv = dh - pdv - vdp + pdv = dh - vdp$$

4. 答：膨胀功 ( $w$ ) 是工质体积变化产生的功，是基本功。推动功 ( $pv$ ) 是工质在流动过程中所传递的功。膨胀功和推动功的代数和为技术功 ( $w_t$ )，它是工程上可以利用的功量。轴功 ( $w_s$ ) 是指从机器轴端输出的有用功，它等于技术功与流动工质的动、位能变化量的代数和，即

$$w_t = w - (p_2 v_2 - p_1 v_1)$$

$$w_t = \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1) + w_s$$

$p$ - $v$  图上过程线在  $v$  轴上的投影面积可表示膨胀功的大小，过程线在  $p$  轴上的投影面积可表示技术功的大小。

## 五、计算题

1. 此过程为压缩过程， $W = -8\text{kJ}$

2. (1) 266t; (2) 0.443kg

3.  $\Delta U = 26\text{kJ}$

4. (1)  $Q_{adb} = 60\text{kJ}$ ; (2)  $Q_{ba} = -70\text{kJ}$ ; (3)  $Q_{ad} = 50\text{kJ}$ ,  $Q_{db} = 10\text{kJ}$

5. 70%

6. 放出热量， $Q_{b1} = -80\text{kJ}$

7. 2.89t/h

8. (1)  $p_1 = p_e + p_b = 9.1013\text{MPa}$ ,  $p_2 = p_b - p_v = 0.0039\text{MPa}$ ;

(2)  $W_s = Q - q_m(h_2 - h_1) = 4.7 \times 10^7 \text{kJ/h}$ , 汽轮机功率为  $P = 13066\text{kW}$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/435012044014011130>