

工程热力学学习题 A

一、简要问答题

1.工程热力学的研究对象主要是什么？

答：工程热力学的研究对象主要是能量转换，特别是热能转化为机械能的规律和方法，以及提高转化效率的途径，以提高能源利用的经济性。

2.热能的利用有哪两种基本的利用形式，并举例说明？

答：一种是热能的直接利用，如冶金，化工，食品等工业和生活上的应用，另一种是热能的间接利用，如把热能转化成机械能或电能为人们提供动力。

3.何为工质？如何采用气体而不采用液体或固体作为热机的工质？

答：工质是指在热机中工作的借以实现将热能转化成机械能的媒介物质，因气体的膨胀性与压缩性远比液体、固体要好，所以热机中的工质是采用气体，而不采用液体，更不能采用固体。

4.功量与热量有何不同和相同之处？

答：相同之处：（1）都是过程量，而不是状态参数；（2）都是工质与外界交换的能量；（3）可逆过程都可图示。

不同之处：（1）功量是有序能（机械能）即功量是有规则的宏观运动能量的传递，在做功过程中往往伴随着能量形态的转化，而热量是无序能（热能）即热量是大量微粒子热运动的能量传递，传热过程中不出现能量形态的转化。（2）有功转换的动力是压差，而有热交换的动力是温差，（3）功量与热量的计算表达式不同。（4）功量可在 $p-v$ 图上图示，而热量是在 $T-s$ 图上图示。

5.写出热力系统第一定律的文字表达？

答：热力学第一定律的文字表述：热可以变为功，功也可以变为热，一定量的热消失时，必产生相应量的功，消耗一定量的功时，必出现与之对应的一定量的热。

6.写出 1Kg 工质的焓的符号与定义式及其能量含义，并指出焓是过程量还是状态参数。

答：焓的符号是 h ，其定义式是 $h=u+pv$ ，其能量含义是系统中因引进 1kg 工质而获得的总能量是热力学能 u 与推动功 pv 之和，焓是状态参数，而不是过程量。

7.何为理想气体，并举例指出什么气体可视为理想气体？什么气体不能视为理想气体？

答：理想气体是指其分子是具有弹性的，而不具有体积的质点，分子间没有相互作用力的假想气体。工质中常用的氧气、氮气、氢气等及空气，燃气，烟气等在通常使用的温度，压力下都可作为理想气体。而水蒸气，制冷装置中的工质，如氟利昂汽等不能看做理想气体。

8.指出 R_g ， R 的名称，单位，以及其值是否与气体种类及气体的状态有关？

答： R_g 称为气体参数，其单位是 $J/Kg \cdot K$ ，其值取决于气体种类，而与气体所处状态无关， R 称为摩尔气体常数，也成为通用气体常数，其单位是 $J/mol \cdot K$ ，其值即于气体种类也与气体所处状态无关。

9.为何说四个基本的热力过程是多变的过程的特例？

答：四个基本的热力过程，是指 1 定容过程，其过程表达式是 $V=c$ ；2 定压过程，其过程表达式是 $P=c$ ；3 定温过程，其过程表达式是 $T=c$ ；4 定熵过程，又称绝热过程，其过程表达式 $S=c$ 。

因多变过程方程式是 $PV^n=\text{常数}$ ，当 $n=0$ 时， $PV^0=\text{常数}$ $P=\text{常数}$ ，这是定压过程方程式。
 $n=1$ 时， $PV^1=\text{常数}$ $PV=\text{常数}$ ，这是定温过程方程式。
 $n=k$ 时， $PV^k=\text{常数}$ ，这是绝热过程方程式（即定熵过程方程式）； $n=\pm\infty$ 时， $P^{1/n}V=\text{常数}$ $V=\text{常数}$ ，这是定容过程方程式。所以说，四个基本的热力过程是多变过程的特例。

10.为何说可逆绝热过程一定是定熵过程？

答：绝热过程是指每一个过程中，每一时刻均有 $q=0$ ，可见全部过程与外界交换的热量也就是零，即 $q=0$ ，而根据熵的定义式， $ds = q_{rev}/T$ ，而可逆绝热时， $q_{rev}=0$ ，故有 $ds=0$ ， $s=$ 定值，所以说逆热过程一定是定熵过程。

11.对于理想气体，任何一个过程的焓的变化量都和温度变化相同的定容过程的焓的变化量相等，指出这一说法是否有错，错在何处？

答：错在定容过程，如将其改为定压过程就对了。

12.何为第二类永动机，为何制造不出来？

答：只从海水或环境大气里吸热而不断转换为对外输出机械功，这种从单一热源吸收而连续不断做功的动力机械称为第二类永动机，他虽然不违反热力学第一定律的能量守恒原则，但是违反了热力学第二定律，所以第二类永动机是造不出来的。

13.可逆循环的热效率都相等，这说法是否有错，错在何处？

答：错在没有加条件，如改成：在相同 T_1 和相同 T_2 的可逆循环的热效率都相等，这就对了。

14.写出卡诺循环热效率的表达式，并指出各符号的含义，以及说明热效率为何不能等于或大于 1？

答：卡诺循环的热效率的表达式是： $\eta_c = 1 - T_2/T_1$ ，式中各符号的含义是： η_c 为卡诺循环的热效率， T_1 为热源的热力学温度， T_2 为冷源的热力学温度，因为 $T_1 > T_2$ ，所以 η_c 不能等于或大于 1。

15.写出水定压汽化过程中的五个状态的名称。

答：(1) 未饱和水，(2) 饱和水，(3) 湿饱和蒸汽，(4) 干饱和蒸汽，(5) 过热蒸汽

16.写出压缩因子的符号与定义式，并指出其物理意义？

答：压缩因子的符号为 Z ，其定义式是 $Z = pv/RgT$ 。又因 $Z = pv/RgT = v/Rg \cdot T/p = v/v_i$ ，所以其物理意义是：实际气体在 p 、 T 状态时的比体积 v ，与理想气体在同样 P 、 T 状态时的比体积之比。

17.试问要使静止气流加速达到亚声速气流，应采用何种变截面的喷管，又为要使静止气流加速达到超声速气流又应采用何种变截面的喷管？

答：要使静止气流加速得到亚声速气流，应此阿勇收缩性喷管，而要使气流加速得到超声速气流，应采用缩放型喷管（又称为拉伐尔喷管）。

18.试指出纯物质相图中 AD 、 AB 、 AC 三条线及其焦点的名称与特点。

答： A 点称为三相点，是纯物质固、液、气三相共存点。 AD 线称为升华曲线，固相物质超过此线直接升华为气相物质； AB 线成为溶解曲线，固相物质超过此线成为液相物质； AC 线称为汽化曲线，液相物质超过此线成为气相物质。

工程热力学学习题 B

一、简要问答题

1.何为能源，并定性的指出能源开发利用的水平与能源的消耗量对国民经济与人民生活水平提高的关系？

答：能源是指可提供各种有效能量的物质资源。人民生活水平随着能源开发利用的水平提高与能源消耗量的增加而显著提高。

2.指出在自然界中人们可以利用的能量主要有哪些？

答：自然界中人们可利用的能量主要有：煤、石油等矿物燃料的化学能，以及风能、水利能、太阳能、地热能、原子能、生物质能等。

3.何为热能动力装置，并指出可将其分为哪两大类动力装置？

答：从燃料燃烧中得到热能以及利用热能得到动力的整套设备（包括辅助设备）统称为热能

动力装置，可将其分为蒸汽动力装置及燃气动力装置两大类。

4.何为准平衡过程，何为可逆过程？

答：准平衡过程是指工质的过程进行的相当缓慢，工质在平衡被破坏后，自动恢复平衡所需的时间很短，工质有足够的时间来恢复平衡，随时都不致显著偏离平衡状态。

可逆过程是指工质完成某一过程后，可以沿相同的路径逆行而恢复到原来的状态，外界也恢复到原来状态，而不留下任何改变的过程。

5.何为热力循环，并写出其经济性指标的原则性定义式？

答：热力循环是指工质从初始状态经过若干过程之后，又回到了原来的状态，这样一系列过程的综合叫做热力循环，简称循环，其经济性指标的原则性定义式是：经济性指标 = 得到的收获 / 花费的代价。

6.焓是过程量，这说法是否有错，错在何处，为什么？

答：错在过程量，因为焓是状态参数，而不是过程量，这从其定义式可看出， $h = u + pv$ ，式中热力学能 u ，压力 p ，比体积 v 都是状态参数，所以焓 h 是状态参数。

7.何为第一类永动机，为何制造不出来？

答：第一类永动机是指不需要消耗能量便可连续不断对外做功的机械，因为其违反了热力学第一定律，所以制造不出来。

8.何为理想气体状态方程式？

答：表示理想气体在任意平衡状态时 p 、 v 、 T 之间的关系式叫做理想气体状态方程式或称克拉贝隆方程式。

9.何为理想气体，任何一个过程的热力学能变化量都和温度相同的定压过程的热力学能变化量相等，这出这一说法是否有错，错在何处？

答：错，错在定容过程，如改为定压过程就对了。

10.何为多变过程，为何说四个基本的热力过程是多变过程的特例？

答：气体的基本状态参数间满足 $PV^n = \text{常数}$ ，这样的可逆过程称为多变过程， n 为多变指数。如： $n=0$ 时， $pv^0 = \text{常数}$ $p = \text{常数}$ ，这是定压过程方程式。 $n=1$ 时， $pv^1 = \text{常数}$ $pv = \text{常数}$ ，这是定温过程方程式。 $n=k$ 时， $pv^k = \text{常数}$ ，这是绝热过程方程式（即定熵过程方程式）； $n = \pm \infty$ 时， $P^{1/n}v = \text{常数}$ $v = \text{常数}$ ，这是定容过程方程式。所以说，四个基本的热力过程是多变过程的特例。

11.写出卡诺循环热效率的表达式，并指出提高热效率的途径？

答：卡诺循环的热效率的表达式是： $\eta = 1 - T_2/T_1$ ；提高热效率的途径是：（1）提高热源的温度 T_1 ，（2）降低冷源的温度 T_2 ，（3）同时是 T_1 升高使 T_2 下降都可提高热效率。

12.下列说法是否有错，错在何处？

（1）不可逆循环的热效率一定小于可逆循环的热效率。

答：错在“一定小于”，应该为在同样 T_1 ，同样 T_2 的前提下，不可逆循环的效率一定小于可逆循环的热效率。

（2）功可以全部变为热，而热不能全部变为功。

答：错在后面一句话，应该为“在循环过程中热不能全部变为功”就对了。

13.指出为何热力学第二定律也可表述为“第二类永动机是不存在的”？

答：因热力学第二定律表达的开尔文说法：“不可能制造出从单一热源吸热使之全部转化为功，而不留下其他任何变化的热力发动机”而第二类永动机就是指只从单一热源如海水或环境大气中吸热，从而连续不断做功的动力机械，这第二类永动机虽然不违反热力学第一定律的能量守恒原则，但是违反了热力学第二定律，所以说热力学第二定律也可表述为“第二类永动机是不存在的”。

14.指出 $(P + a/V_m^2)(V_m - b) = RT$ 其名称是什么方程，为何说其是对理想气体状态方程的修正

而提出的适用于什么气体的方程？

答： $(P+a/V_m^2)(V_m-b)=RT$ 的方程式称为范德瓦耳方程式，式中 a 、 b 是大于 0 的常数，而理想气体的状态方程式是： $pV_m=RT$ ，范德瓦耳修正了理想气体其分子不占有体积及分子间没有相互作用力的假想气体，而得到的适用实际气体的状态方程式。表现在因实际气体的分子是占有体积的，因此用 V_m-b 替代理想气体状态方程式中的 V_m ，又因实际气体分子间是有相互作用力的，因此用 $P+a/V_m^2$ 替代理想气体状态方程式中的 p 。

15.试在图上做辅助线，以图示说明工质在 1-2 过程中的 w ， w_i 和 q 值的大小。

答：在 $p-v$ 图中，过 1, 2 两点作平行于 p 的直线，的面积 1243 即为 w 值。过 1, 2 两点作平行于 v 的直线得面积 1265 即为 w_i 的值。在 $T-s$ 图上，过 1、2 两点作平行于 T 的直线得面积 1234 即为 q 值。

16.图中 a 到 b，a 到 c 为理想气体任意一个过程，而 b，c 两点在同一条绝热线上，试指出 U_{ab} 和 U_{ac} 那个大，为什么？

答：因理想气体的 $u_{12}=C_v(T_2-T_1)$ ，所以 $U_{ab}=C_v(T_b-T_a)$ ， $U_{ac}=C_v(T_c-T_a)$ 而 b、c 在同一条绝热线上，而绝热过程的关系是 $T_2/T_1=(V_1/V_2)^{k-1}$ ，可见 v 升高，则 T 下降，而 $v_b < v_c$ ，所以 $T_b > T_c$ ，所以 $U_{ab} > U_{ac}$ 。

17.指出纯物质相图中是那条曲线及其交点的名称，以及三条曲线将平面分成几个区域及其特点？

答：三条曲线的名称是：AD 称为升华曲线，AB 称为溶解曲线，AC 称为汽化曲线，其交点 A 称为三相点，三条曲线将平面分为三个区域，AD 与 AB 之间的区域为固相区，AB 与 AC 之间的区域为液相区，AD 与 AC 下面的区域成为气相区。

18.试指出水定压汽化过程图中的一点二线三个区域的名称与特点。

答：一点是指 C 点称为临界点，为温度、压力最高的饱和温度状态，二线是指 $C3-2-1$ 线为饱和水线， $C3-2'-1'$ 线为饱和蒸汽线。三个区域是指： $C3-2-1$ 左侧为未饱和区域， $C3-2'-1'$ 右侧为过热蒸汽区域，上述两条线之间为水汽共存的饱和蒸汽区域。