# 第 3 章 热力学定律 章末练习

## 科学认知

1．文艺复兴时期，达·芬奇制造的永动机装置如图所示。他认为右边的重球比左边的重球离轮心更远些，两边不均衡的作用会使轮子沿箭头方向转动不息。请问该装置属于第几类永动机，并请说明这类永动机为什么不能成功。

【参考解答】该装置属于第一类永动机，违反了热学第一定律，所以不能成功。

2．如图所示，容器 A、B 中各有一个可自由移动的活塞。活塞下面是水，上面为大气，大气压恒定。A、B 间用带有阀门 K 的管道相连，整个装置与外界隔热。A 容器的横截面面积大于 B 容器的横截面面积，A 的液面高于 B 的液面。开启阀门后，A 中的水逐渐流向 B，直至两边液面相平。在这个过程中大气压是否对水做功？水的内能会怎样变化？

A

K

B

【参考解答】在这个过程中大气压对水不做功，水的内能将增加。

3．根据热力学定律，下列说法正确的是

A．气体吸热后温度一定升高

B．对气体做功可以改变其内能

C．理想气体的等压膨胀过程一定放热

D．热量不可能自发地从低温物体传到高温物体

【参考解答】BD

4．古代发明的点火器原理如图所示，用牛角做套筒，木质推杆前端粘着易燃艾绒。猛推推杆，艾绒即可点燃。对筒内封闭的气体，在此压缩过程中

A．气体温度升高，压强不变

B．气体温度升高，压强变大

C．气体对外界做正功，气体内能增加

D．外界对气体做正功，气体内能减少

【参考解答】B

5．出租车常以天然气为燃料。加气站储气罐中，天然气的温度随气温的升高而升高。在这个过程中，若储气罐内气体的体积及质量均不变，则罐内气体（可视为理想气体）

A

B

*V* /×10−3 m3

*T* /×102 K

*O*

5.0

3.0

4.0

A．压强增大，内能减小、

B．吸收热量，内能增大

C．压强减小，分子平均动能增大

D．对外界做功，分子平均动能减小

【参考解答】B

6．一定质量的理想气体从状态 A 经等压过程到状态 B，如图所示。在这个过程中，气体压强 *p* = 1.0×105 Pa，吸收的热量 *Q* = 7.0×102 J，求此过程中气体内能的增量。

【参考解答】增加了 5.0×102 J

7．如图所示，一集热箱里面封闭着一定质量的气体，集热板作为集热箱的活塞且始终正对着太阳，其面积为 *S*，在 *t* 时间内集热箱里气体膨胀对外做功 *W*，其内能增加了 Δ*U*，不计封闭气体向外散的热。已知照射到集热板上的太阳光的能量有 50% 被箱内气体吸收。求这段时间内集热箱里气体共吸收的热量。

【参考解答】*Q* = 2(*W* + Δ*U*)

## 科技交流

8．调查了解热电厂采用哪些办法增加能源的利用效率和减少对环境的污染。将调查结果整理后，陈述如何降低熵增加的速度，并与同学交流。

【参考解答】热电厂可以通过：（1）用凝汽器补充软化管；（2）喷水减温或蒸汽冷却器减少过热度，提高回热效果，增加机组的出力；（3）热力除氧器排气的回收；（4）利用压力匹配器代替减压减温器，利用喷射式混合加热器作为生水加热器；（5）用两相流加热器代替面式高压加热器等方式增加能源的利用效率。设置电除尘器、布袋除尘器、低温除尘器、脱硫系统、脱硝设施来减少对大气的污染。设置污水、废水处理来减少电厂污水对水环境的污染；采用干除灰系统，并将干灰全部用于水泥或制砖等工业；设置干式灰场和石膏场并逐层覆盖来减少电厂固体废物污染；采用低噪音设备和防噪音措施来减少噪声污染；采用全封闭煤场来减少煤扬尘污染。

## 温故知新

9．如图所示，一个内壁光滑的圆柱形气缸，高度为 *l*、底面积为 *S*，缸内有一个质量为 *m* 的活塞，封闭了一定质量的理想气体。气体的热力学温度为 *T*0 时，用绳子系住气缸底，将气缸倒立并悬挂起来，气缸处于竖直状态，活塞到缸底距离为 *l*0。已知重力加速度为 *g*，大气压强为 *p*0，不计活塞厚度及活塞与缸体的摩擦。

*l*

*l*0

（1）采用缓慢升温的方法使活塞与气缸脱离，缸内气体的温度至少要升高到多少？

（2）从开始升温到活塞刚要脱离气缸，缸内气体压力对活塞做了多少功？

（3）当活塞刚要脱离气缸时，缸内气体的内能增加量为 Δ*U*，则在活塞下移的过程中气体吸收的热量为多少？

【参考解答】（1）*T* = *T*0

（2）*W* = (*p*0*S* − *mg*)(*l* – *l*0)

（3）Q = Δ*U* + (*p*0*S* − *mg*)(*l* – *l*0)

10．请根据第 1 章（分子动理论与气体实验定律）、第 2 章（固体与液体） 和第 3 章（热力学定律）的内容，结合你的理解，画出概念图。

【参考解答】略

# 单元自我检测

一、选择题（本题共 5 小题。在每小题给出的四个选项中，第 1 ~ 3 题只有一项符合题目要求，第 4、5 题有多项符合题目要求）

1．某实验器材的结构如图所示，金属内筒和隔热外筒间封闭了一定质量的空气，内筒中有水，在水加热升温的过程中，被封闭的空气

空气

接电源

A．内能不变

B．压强增大

C．分子间引力和斥力都减小

D．所有分子运动速率都增大

【参考解答】B

2．某种椅子的结构如图所示，M、N 两筒间密闭了一定质量的气体，M 可沿 N 的内壁上下滑动。设筒内气体不与外界发生热交换，在 M 向下滑动的过程中

M

N

A．外界对气体做功，气体内能增大

B．外界对气体做功，气体内能减小

C．气体对外界做功，气体内能增大

D．气体对外界做功，气体内能减小

【参考解答】A

3．一定质量的理想气体，从某一状态开始，经过一系列变化后又回到初始状态。*W*1 表示外界对气体做的功，*W*2 表示气体对外界做的功，*Q*1 表示气体吸收的热量，*Q*2 表示气体放出的热量。在整个过程中一定有

A．*Q*1 – *Q*2 = *W*2 – *W*1 B．*Q*1 = *Q*2

C．*W*1= *W*2 D．*Q*1> *Q*2

【参考解答】A

4．如图所示，用两种不同的金属丝组成一个回路，触点1插在热水中，触点 2 插在冷水中，电流表指针会发生偏转，这就是温差发电现象。下列说法正确的是

康铜丝

铜丝

热水

冷水

1

2

A

A．该实验符合能量守恒定律，但违背了热力学第二定律

B．该实验中有部分内能转化为电路的电能

C．该实验中热水的温度降低，冷水的温度不变

D．该实验中热水的温度降低，冷水的温度升高

【参考解答】BD

5．将适当的糖放入一杯热水，糖会全部溶于水中。一段时间后又观察到杯子底部有糖结晶。关于这个过程，下列叙述正确的是

A．溶解过程是自发的，结晶过程也是自发的，所以溶解过程是可逆的

B．溶解过程是有序向无序转变的过程

C．结晶过程是有序向无序转变的过程

D．结晶过程不是自发的，因为有外界的影响

【参考解答】BD

二、非选择题

6．在保持温度不变的情况下，研究一定质量气体的压强 *p* 与体积 *V* 的关系。实验数据见下表。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *V*/m3 | 1.00 | 0.50 | 0.40 | 0.25 | 0.20 |
| *p*/×105 Pa | 1.45 | 3.10 | 3.95 | 5.98 | 7.70 |

（1）根据表中数据在坐标图中画出 *p* - 图像。

/m−3

*p*/×105 Pa

10

8

6

4

2

*O*

2

4

6

8

10

（2）由所画图像可知，在压强为 8.85×105 Pa 时，气体的体积为\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）所画图像的斜率大小反映气体的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

【参考解答】（1）如图所示

/m−3

*p*/×105 Pa

10

8

6

4

2

*O*

2

4

6

8

10

（2）0.17 m3

（3）温度

7．某水瓶的结构如图所示，瓶内水面与出水口的高度差为 *h*，瓶内密封空气的体积为 *V*。设水的密度为 *ρ*，外界大气压强为 *p*0，最初水管内水面与瓶内水面等高。忽略水管的体积，且温度保持不变。为让水从出水口流出，瓶内空气压缩体积 Δ*V* 至少为多少？

*V*

*h*

【参考解答】Δ*V* = *V*

8．某压力锅结构如图所示。盖好密封锅盖，将压力阀套在出气孔上，给压力锅加热，当锅内气体压强达到一定值时，气体就把压力阀顶起放气。在压力阀被顶起时，停止加热。

（1）若此时锅内气体的体积为 *V*，摩尔体积为 *V*0，阿伏伽德罗常数为 *N*A，写出锅内气体分子数的表达式。

锅盖

出气孔

压力阀

（2）设在一次放气过程中，锅内气体对压力阀及外界做功 1 J，并向外界释放了 2 J 的热量。锅内原有气体的内能如何变化？变化了多少？

（3）已知大气压强 *p* 随海拔高度 *H* 的变化满足 *p* = *p*0（1 − *αH*），其中常数 *α* > 0。结合气体定律定性分析在不同的海拔高度使用压力锅，当压力阀被顶起时锅内气体的温度有何不同。

【参考解答】（1）*N* = *N*A

（2）Δ*U* = − 3 J

（3）阀门被顶起时锅内气体的温度随着海拔的升高而降低