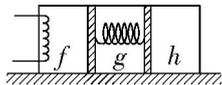


## 专题十四 热学

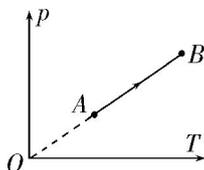
1.(2023 新课标,21,6 分)(多选)如图,一封闭着理想气体的绝热汽缸置于水平地面上,用轻弹簧连接的两绝热活塞将汽缸分为 f、g、h 三部分,活塞与汽缸壁间没有摩擦。初始时弹簧处于原长,三部分中气体的温度、体积、压强均相等。现通过电阻丝对 f 中的气体缓慢加热,停止加热并达到稳定后( )



- A. h 中的气体内能增加
- B. f 与 g 中的气体温度相等
- C. f 与 h 中的气体温度相等
- D. f 与 h 中的气体压强相等

答案: AD 通过电阻丝对 f 中的气体缓慢加热, f 中气体受热, 体积膨胀, 将推动左侧活塞向右移动, 则 g 中气体压强变大, 压缩弹簧, 右侧活塞也向右移动, 压缩 h 中气体, 对 h 中的气体做功, h 中的气体内能增加, A 正确, 对左侧活塞受力分析,  $p_f S = p_g S + F_{\text{弹}}$  ①, 对右侧活塞受力分析,  $p_g S + F_{\text{弹}}' = p_h S$  ②,  $F_{\text{弹}} = F_{\text{弹}}'$  ③, 联立①②③得  $p_f = p_h$ , D 正确, 由①式得  $p_f > p_g$ , 由分析可知  $V_f > V_g$ , 根据理想气体状态方程可知  $T_f > T_g$ , B 错误, 同理可知  $V_f > V_h$ ,  $p_f = p_h$ ,  $T_f > T_h$ , C 错误。

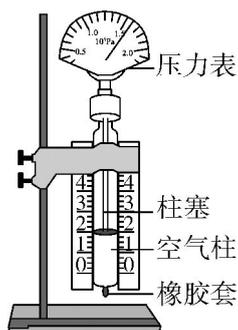
2.(2023 江苏,3,4 分)如图所示,密闭容器内一定质量的理想气体由状态 A 变化到状态 B。该过程中( )



- A. 气体分子的数密度增大
- B. 气体分子的平均动能增大
- C. 单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力减小
- D. 单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数减小

答案: B 由图像可知, 该过程气体温度升高, 压强增大, 且图线为延长线过原点的倾斜直线, 由理想气体状态方程可知, 气体的体积不变, 所以气体分子的数密度不变, 故 A 错误。温度是分子热运动平均动能的标志, 温度升高, 分子的平均动能增大, 体积不变的情况下单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数增多, 故 B 正确, D 错误。气体分子和容器壁撞击, 由动量定理可知  $F\Delta t = m\Delta v$ , 当温度升高分子速率变大时, 气体分子与器壁碰撞前后速度变化量增大导致单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力增大, 故 C 错误。

3.(2023 江苏,9,4 分)在“探究气体等温变化的规律”的实验中, 实验装置如图所示。利用注射器选取一段空气柱为研究对象。下列改变空气柱体积的操作正确的是( )



- A.把柱塞快速地向下压
- B.把柱塞缓慢地向上拉
- C.在橡胶套处接另一注射器,快速推动该注射器柱塞
- D.在橡胶套处接另一注射器,缓慢推动该注射器柱塞

答案: B 快速推柱塞会使密封气体的温度改变,故 A、C 错误;用在橡胶套处接另一注射器的方法,会使体积测量值误差过大,故 D 错误,B 正确。

4.(2023 山东,9,4 分)(多选)一定质量的理想气体,初始温度为 300 K,压强为  $1 \times 10^5$  Pa。经等容过程,该气体吸收 400 J 的热量后温度上升 100 K;若经等压过程,需要吸收 600 J 的热量才能使气体温度上升 100 K。下列说法正确的是( )

- A.初始状态下,气体的体积为 6 L
- B.等压过程中,气体对外做功 400 J
- C.等压过程中,气体体积增加了原体积的  $\frac{1}{4}$
- D.两个过程中,气体的内能增加量都为 400 J

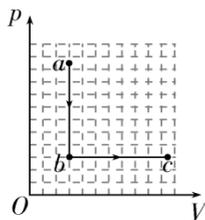
答案: AD 对一定质量的理想气体,内能的大小取决于温度的高低,两个过程中的初温及末温相同,故内能的增加量相同,即  $\Delta U_2 = \Delta U_1 = 400$  J,故 D 正确;等压过程中,根据热力学第一定律有

$\Delta U_2 = W + Q_2$ ,其中  $\Delta U_2 = 400$  J,  $Q_2 = 600$  J,故  $W = -200$  J,故气体对外界做功  $W' = 200$  J,由  $W' = p_1 \Delta V$  解

得  $\Delta V = 2$  L, B 错误;在等压过程中,有  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_1 + \Delta V}{T_2}$ ,其中  $T_1 = 300$  K,  $\Delta V = 2$  L,  $T_2 = 400$  K,解得  $V_1 = 6$  L,故 A

正确;等压过程中,气体体积增加了原体积的  $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{1}{3}$ ,故 C 错误。

5. (2022 北京, 3, 3 分) 如图所示,一定质量的理想气体从状态  $a$  开始,沿图示路径先后到达状态  $b$  和  $c$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 从  $a$  到  $b$ , 气体温度保持不变
- B. 从  $a$  到  $b$ , 气体对外界做功
- C. 从  $b$  到  $c$ , 气体内能减小
- D. 从  $b$  到  $c$ , 气体从外界吸热

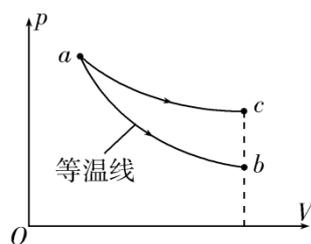
答案 D 从  $a$  到  $b$  为等容变化, 压强减小, 温度降低, 气体不对外做功, A、B 均错; 从  $b$  到  $c$  为等压变化, 体积增加, 气体对外界做功, 温度升高, 内能增大, 由  $\Delta U = W + Q$  知, C 错, D 对。

6. (2022 江苏, 6, 4 分) 自主学习活动中, 同学们对密闭容器中的氢气性质进行讨论, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 体积增大时, 氢气分子的密集程度保持不变
- B. 压强增大是因为氢气分子之间斥力增大
- C. 因为氢气分子很小, 所以氢气在任何情况下均可看成理想气体
- D. 温度变化时, 氢气分子速率分布中各速率区间的分子数占总分子数的百分比会变化

答案 D 密闭容器中的氢气在状态变化过程中质量不变、分子数目不变, 故体积增大的氢气分子的密集程度减小, A 错误。气体压强产生的原因是气体分子对容器壁频繁碰撞, 从微观角度来看其大小取决于单位时间内气体分子对单位面积的容器壁产生的冲击力, 一方面是单位时间内单位面积上碰撞的次数, 另一方面是每次碰撞产生的平均冲击力大小即分子无规则运动的剧烈程度, 与分子间是否存在相互作用力、作用力的大小无关, B 错误。理想气体是在温度不太低、压强不太大的情况下对实际气体的抽象, C 错误。温度升高时, 分子无规则运动加剧, 速率大的速率区间分子数占总分子数的百分比增大, 导致分子平均速率增大, D 正确。

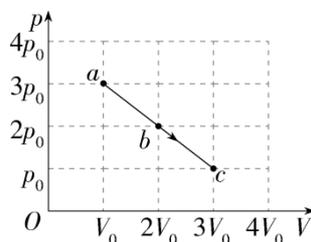
7. (2022 江苏, 7, 4 分) 如图所示, 一定质量的理想气体分别经历  $a \rightarrow b$  和  $a \rightarrow c$  两个过程, 其中  $a \rightarrow b$  为等温过程, 状态  $b$ 、 $c$  的体积相同。则 ( )



- A. 状态  $a$  的内能大于状态  $b$
- B. 状态  $a$  的温度高于状态  $c$
- C.  $a \rightarrow c$  过程中气体吸收热量
- D.  $a \rightarrow c$  过程中外界对气体做正功

答案 C 一定质量的理想气体的内能只与温度有关, 故从  $a$  到  $b$  过程中气体内能不变, A 错误。气体直接从  $b$  到  $c$  可认为是等容过程, 则由查理定律可知  $c$  状态的温度高于  $b$  状态的温度, 而  $a$ 、 $b$  温度相同, 故 B 错误。从  $a$  到  $c$  过程中气体温度升高、内能增大, 体积增大、对外界做正功, 由热力学第一定律可知气体一定从外界吸收热量, C 正确、D 错误。

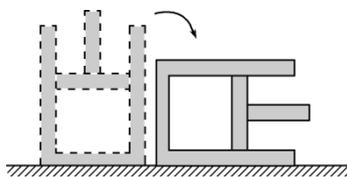
8. (2022 湖北, 3, 4 分) 一定质量的理想气体由状态  $a$  变为状态  $c$ , 其过程如  $p$ - $V$  图中  $a \rightarrow c$  直线段所示, 状态  $b$  对应应该线段的中点。下列说法正确的是 ( )



- A.  $a \rightarrow b$  是等温过程
- B.  $a \rightarrow b$  过程中气体吸热
- C.  $a \rightarrow c$  过程中状态  $b$  的温度最低
- D.  $a \rightarrow c$  过程中外界对气体做正功

答案 B 一定质量的理想气体发生等温变化时的  $p$ - $V$  图线的形状为双曲线的一部分, 而  $ab$  为直线段, 所以 A 错误;  $a \rightarrow b$  过程中, 气体温度升高, 内能增加, 同时气体体积膨胀对外做功, 由热力学第一定律可知气体吸热, B 正确;  $a \rightarrow c$  过程中状态  $b$  的温度最高, C 错误;  $a \rightarrow c$  过程中气体体积膨胀对外做功, 外界对气体做负功, D 错误。

9. (2022 山东, 5, 3 分) 如图所示, 内壁光滑的绝热汽缸内用绝热活塞封闭一定质量的理想气体, 初始时汽缸开口向上放置, 活塞处于静止状态, 将汽缸缓慢转动  $90^\circ$  过程中, 缸内气体 ( )



- A. 内能增加, 外界对气体做正功
- B. 内能减小, 所有分子热运动速率都减小
- C. 温度降低, 速率大的分子数占总分子数比例减少
- D. 温度升高, 速率大的分子数占总分子数比例增加

答案 C 设活塞质量为  $m$ , 大气压强为  $p_0$ , 左图中缸内气体压强为  $p_1$ , 右图中缸内气体压强为  $p_2$ , 活塞的横截面积为  $S$ , 则  $p_1 S = mg + p_0 S$ , 即  $p_1 = \frac{mg}{S} + p_0$ ,  $p_2 S = p_0 S$ , 即  $p_2 = p_0$ , 因此在该过程中气体压强变小, 体积增大, 气体膨胀对外做功, 则外界对气体做的功  $W < 0$ , 由于是绝热容器, 即  $Q = 0$ , 根据热力学第一定律  $\Delta U = Q + W$  可知  $\Delta U < 0$ , 即理想气体内能减小, 气体温度降低, 选项 A 错误; 理想气体的温度降低, 分子平均动能减小, 但并不是所有气体分子的运动速率都会减小, 选项 B 错误; 根据理想气体的分子运动速率分布规律, 当温度降低时, 速率大的分子占比将会减小, 选项 C 正确, D 错误。

技巧点拨 分析封闭的气体的压强问题时, 常常需要对活塞受力分析, 利用平衡条件分析, 进而分析封闭的气体的压强。

10. (2019 辽宁沈阳效联体期末, 9) (多选) 关于布朗运动, 下列说法正确的是 ( )

- A. 布朗运动是液体中悬浮微粒的无规则运动
- B. 液体温度越高, 液体中悬浮微粒的布朗运动越剧烈
- C. 在液体中的悬浮颗粒只要大于某一尺寸, 都会发生布朗运动
- D. 布朗运动是液体分子永不停息地做无规则运动
- E. 液体中悬浮微粒的布朗运动是液体分子对它的撞击作用不平衡所引起的

答案 ABE 布朗运动是液体中悬浮微粒的无规则运动,故 A 正确。液体温度越高,分子热运动越激烈,液体中悬浮微粒的布朗运动越剧烈,故 B 正确。悬浮颗粒越大,惯性越大,碰撞时受到的冲力越平衡,所以大颗粒不做布朗运动,故 C 错误。布朗运动是悬浮在液体中微粒的无规则运动,不是液体分子的无规则运动,故 D 错误。布朗运动是由液体分子从各个方向对悬浮微粒撞击作用的不平衡引起的,故 E 正确。故选 A、B、E。

考查点 布朗运动

解题指导 布朗运动是悬浮在液体中微粒的无规则运动,不是液体分子的无规则运动,形成的原因是液体分子对悬浮微粒的无规则撞击;液体温度越高,悬浮粒子越小,布朗运动越剧烈。对于布朗运动,要理解并掌握布朗运动形成的原因,知道布朗运动既不是微粒分子的运动,也不是液体分子的运动,而是液体分子无规则运动的反映。

11.(2017 北京理综,13,6 分)以下关于热运动的说法正确的是( )

- A.水流速度越大,水分子的热运动越剧烈
- B.水凝结成冰后,水分子的热运动停止
- C.水的温度越高,水分子的热运动越剧烈
- D.水的温度升高,每一个水分子的运动速率都会增大

答案 C 本题考查分子动理论。温度是分子热运动平均动能的标志,故温度越高,分子热运动越剧烈。分子热运动的剧烈程度与机械运动速度大小无关,故选项 A 错 C 对;水凝结成冰后,分子热运动依然存在,B 项错误;温度升高,分子运动的平均速率增大,但不是每个分子的运动速率都会增大,D 项错误。

易错点拨 分子热运动与物体运动、物态变化的关系

水流速度大,只是说明水流整体运动的动能大,是宏观运动的表现,而分子热运动是指物体内部的分子微观层面的运动,两者没有必然联系;水凝结成冰的过程,温度保持不变,分子热运动的平均动能不变,这一过程中物体放出热量,内能减少。

12.(2016 北京理综,20,6 分)雾霾天气是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述,是特定气候条件与人类活动相互作用的结果。雾霾中,各种悬浮颗粒物形状不规则,但可视为密度相同、直径不同的球体,并用 PM10、PM2.5 分别表示球体直径小于或等于 10  $\mu\text{m}$ 、2.5  $\mu\text{m}$  的颗粒物(PM 是颗粒物的英文缩写)。

某科研机构对北京地区的检测结果表明,在静稳的雾霾天气中,近地面高度百米的范围内,PM10 的浓度随高度的增加略有减小,大于 PM10 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小,且两种浓度分布基本不随时间变化。

据此材料,以下叙述正确的是( )

- A.PM10 表示直径小于或等于  $1.0\times 10^{-6}$  m 的悬浮颗粒物
- B.PM10 受到的空气分子作用力的合力始终大于其所受到的重力
- C.PM10 和大悬浮颗粒物都在做布朗运动
- D.PM2.5 的浓度随高度的增加逐渐增大

答案 C PM10 的直径小于或等于  $10\times 10^{-6}$  m= $1.0\times 10^{-5}$  m,A 错误;处于静稳态的颗粒受力平衡,B 错误;布朗运动是悬浮颗粒物的无规则运动,C 正确;根据题意不能判断 PM2.5 的浓度随高度的增加而增大,D 错误。

失分警示 本题易错选 D 而失分,题目中明确提出“近地面高度百米的范围内,PM10 的浓度随高度的增加略有减小,大于 PM10 的大悬浮颗粒物的浓度随高度的增加明显减小”,并没有明确 PM2.5 的浓度随高度的变化情况。

13.[2015 课标 II ,33(1),5 分,0.425](多选)关于扩散现象,下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A.温度越高,扩散进行得越快
- B.扩散现象是不同物质间的一种化学反应
- C.扩散现象是由物质分子无规则运动产生的
- D.扩散现象在气体、液体和固体中都能发生
- E.液体中的扩散现象是由于液体的对流形成的

答案 ACD 扩散现象是分子无规则热运动的反映,C 正确,E 错误;温度越高,分子热运动越激烈,扩散越快,A 正确;气体、液体、固体的分子都在不停地进行着热运动,扩散现象在气体、液体和固体中都能发生,D 正确;在扩散现象中,分子本身结构没有发生变化,不属于化学变化,B 错误。

解题关键 扩散现象:不同物质能够彼此进入对方的现象。扩散现象是由物质分子的无规则运动产生的。固体、液体和气体中都能发生扩散现象。扩散现象的快慢与温度有关。

14.[2015 山东理综,37(1)]墨滴入水,扩而散之,徐徐混匀。关于该现象的分析正确的是( )

- A.混合均匀主要是由于碳粒受重力作用
- B.混合均匀的过程中,水分子和碳粒都做无规则运动
- C.使用碳粒更小的墨汁,混合均匀的过程进行得更迅速
- D.墨汁的扩散运动是由于碳粒和水分子发生化学反应引起的

答案 BC 墨汁与水混合均匀的过程,是水分子和碳粒做无规则运动的过程,这种运动与重力无关,也不是化学反应引起的。微粒越小、温度越高,无规则运动越剧烈,可见,B、C 正确,A、D 均错。

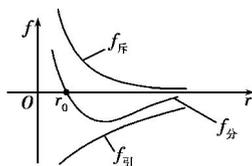
15.(2018 北京理综,14,6 分)关于分子动理论,下列说法正确的是 ( )

- A.气体扩散的快慢与温度无关
- B.布朗运动是液体分子的无规则运动
- C.分子间同时存在着引力和斥力
- D.分子间的引力总是随分子间距增大而增大

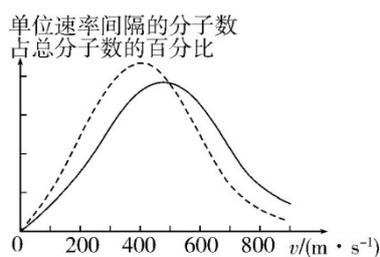
答案 C 本题考查分子动理论。温度是分子热运动平均动能的标志,温度越高,分子运动越剧烈,气体扩散越快,A 错;布朗运动是悬浮在液体中的固体小颗粒的运动,不是液体分子的运动,B 错;分子间同时存在着引力和斥力,且随着分子间距的增大,引力和斥力均减小,故 C 对、D 错。

易错点拨 分子力与分子间距离的关系

分子间同时存在引力与斥力,两力的大小均与分子间距有关,分子力是指这两个力的合力,下图为斥力  $f_{斥}$ 、引力  $f_{引}$  及分子力  $f_{分}$  随分子间距离  $r$  的变化关系图线。



16.(2017 课标 I ,33,15 分)(1)氧气分子在  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  温度下单位速率间隔的分子数占总分子数的百分比随气体分子速率的变化分别如图中两条曲线所示。下列说法正确的是 \_\_\_\_\_。



- A.图中两条曲线下面积相等

- B.图中虚线对应于氧气分子平均动能较小的情形
- C.图中实线对应于氧气分子在 100 °C 时的情形
- D.图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数目
- E.与 0 °C 时相比,100 °C 时氧气分子速率出现在 0~400 m/s 区间内的分子数占总分子数的百分比较大

答案 ABC 本题考查气体分子速率及分布率。

每条曲线下面积的意义是各种速率的分子总和占总分子数的百分比,故面积为 1,A 正确、D 错误。气体温度越高,分子无规则运动越剧烈,分子平均动能越大,大速率的分子所占的百分比越大,故虚线对应的温度较低,B、C 皆正确。由图中 0~400 m/s 区间图线下的面积可知 0 °C 时出现在 0~400 m/s 区间内的分子数占总分子数的百分比较大,E 错误。

17.[2016 课标Ⅲ,33(1),5 分](多选)关于气体的内能,下列说法正确的是( )

- A.质量和温度都相同的气体,内能一定相同
- B.气体温度不变,整体运动速度越大,其内能越大
- C.气体被压缩时,内能可能不变
- D.一定量的某种理想气体的内能只与温度有关
- E.一定量的某种理想气体在等压膨胀过程中,内能一定增加

答案 CDE 由于非理想气体分子间作用力不可忽略,内能包括分子势能,则气体的内能与体积有关,再者即使是理想气体,内能取决于温度和分子数目,质量相同的气体,当分子数目不同、温度相同时,内能也不相同,故 A 项错误;物体的内能与其机械运动无关,B 项错误;由热力学第一定律知,气体被压缩时,若同时向外散热,则内能可能保持不变,C 项正确;对于一定量的某种理想气体,体积变化时分子势能不变,其内能只取决于分子平均动能

的变化,而温度是分子平均动能的标志,所以 D 项正确;由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 知, $p$  不变  $V$  增大,则  $T$  增大,故 E 项正确。

考查点 内能、热力学第一定律

温馨提示 ①物体的内能与物体的机械运动无关。

②一定量的实际气体的内能与气体体积、温度都有关。而一定量的理想气体的内能只与温度有关。

18.(2016 江苏单科,12A,12 分)(1)在高原地区烧水需要使用高压锅。水烧开后,锅内水面上方充满饱和汽。停止加热,高压锅在密封状态下缓慢冷却。在冷却过程中,锅内水蒸气的变化情况为\_\_\_\_\_。

- A.压强变小                      B.压强不变  
C.一直是饱和汽                  D.变为未饱和汽

答案 AC 高压锅在密封状态下,因为冷却过程是缓慢进行的,所以水和水蒸气保持动态平衡,即水蒸气一直是饱和汽,故 C 对 D 错。饱和汽压随温度的降低是减小的,故 A 对 B 错。

19.[2015 课标 I ,33(1),5 分]下列说法正确的是( )

- A.将一块晶体敲碎后,得到的小颗粒是非晶体  
B.固体可以分为晶体和非晶体两类,有些晶体在不同方向上有不同的光学性质  
C.由同种元素构成的固体,可能会由于原子的排列方式不同而成为不同的晶体  
D.在合适的条件下,某些晶体可以转变为非晶体,某些非晶体也可以转变为晶体  
E.在熔化过程中,晶体要吸收热量,但温度保持不变,内能也保持不变

答案 BCD 晶体被敲碎后,其空间点阵结构未变,仍是晶体,A 错误;单晶体光学性质各向异性,B 正确;同种元素由于空间的排列结构而形成不同物质的晶体,C 正确;如果外界条件改变了分子或原子的空间排列结构,晶体和非晶体之间可以互相转化,D 正确;在晶体熔化过程中,分子势能会发生改变,内能也会改变,E 错误。

20.(2014 大纲全国,16,6 分)(多选)对于一定量的稀薄气体,下列说法正确的是( )

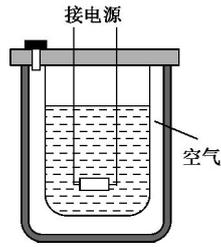
- A.压强变大时,分子热运动必然变得剧烈
- B.保持压强不变时,分子热运动可能变得剧烈
- C.压强变大时,分子间的平均距离必然变小
- D.压强变小时,分子间的平均距离可能变小

答案 BD 对一定量的稀薄气体,压强变大,温度不一定升高,因此分子热运动不一定变得剧烈,A 项错误;在保持压强不变时,如果气体体积变大则温度升高,分子热运动变得剧烈,选项 B 正确;在压强变大或变小时气体的体积可能变大,也可能变小或不变,因此选项 C 错 D 对。

考查点 气体的压强

解题关键 气体压强是由于大量气体分子频繁碰撞器壁产生的,压强的大小既与气体分子的分子数密度有关,也与气体分子无规则热运动的剧烈程度有关。宏观理解就是气体的压强既与体积有关,也与温度有关。

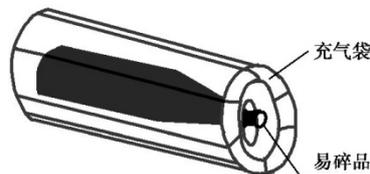
21.(2015 广东理综,17,6 分)(多选)图为某实验器材的结构示意图,金属内筒和隔热外筒间封闭了一定体积的空气,内筒中有水,在水加热升温的过程中,被封闭的空气( )



- A.内能增大
- 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

答案 AB 由于金属内筒导热而隔热外筒绝热,故水升温过程中封闭空气不停地从内筒吸收热量而不向外放热,且封闭空气的体积不能改变即不做功,故由热力学第一定律可知其内能一定增大,A 正确;由  $\frac{pV}{T}=C$  知温度升高时封闭空气的压强一定增大,B 正确;气体分子间作用力微弱,即使考虑分子间作用力,也因气体体积不变,分子间平均距离不变,某两分子间距离变化情况不能确定,而不能判定分子间作用力变化情况,C 错误;温度升高时,分子平均动能增大,但这并不意味着每个分子的运动速率都增大,D 错误。

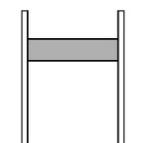
22.(2014 广东理综,17,6 分)(多选)用密封性好、充满气体的塑料袋包裹易碎品,如图所示,充气袋四周被挤压时,假设袋内气体与外界无热交换,则袋内气体( )



- A.体积减小,内能增大
- B.体积减小,压强减小
- C.对外界做负功,内能增大
- D.对外界做正功,压强减小

答案 AC 袋内气体与外界无热交换即  $Q=0$ ,袋四周被挤压时,体积  $V$  减小,外界对气体做正功,根据热力学第一定律  $\Delta U=W+Q$ ,气体内能增大,则温度升高,由  $\frac{pV}{T}=\text{常数}$  知压强增大,选项 A、C 正确,B、D 错误。

23.[2014 山东理综,37(1)]如图,内壁光滑、导热良好的汽缸中用活塞封闭有一定质量的理想气体。当环境温度升高时,缸内气体\_\_\_\_\_。(双选,填正确答案标号)



- a.内能增加
- b.对外做功
- c.压强增大
- d.分子间的引力和斥力都增大

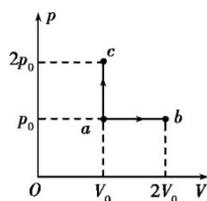
答案 ab 因汽缸导热良好,故环境温度升高时封闭气体温度亦升高,而一定质量的理想气体内能只与温度有关,故封闭气体内能增大,a 正确。因汽缸内壁光滑,由活塞受力平衡有  $p_0S+mg=pS$ ,即缸内气体的压强  $p=p_0+\frac{mg}{S}$  不变,c 错误。由盖—吕萨克定律  $\frac{V}{T}=\text{恒量}$  可知气体体积膨胀,对外做功,b 正确。理想气体分子间除碰撞瞬间外无相互作用力,故 d 错误。

24.(2014 北京理综,13,6 分)下列说法中正确的是( )

- A.物体温度降低,其分子热运动的平均动能增大
- B.物体温度升高,其分子热运动的平均动能增大
- C.物体温度降低,其内能一定增大
- D.物体温度不变,其内能一定不变

答案 B 温度是物体分子平均动能的标志,温度升高则其分子平均动能增大,反之,则其分子平均动能减小,故 A 错误 B 正确。物体的内能是物体内部所有分子动能和分子势能的总和,宏观上取决于物体的温度、体积和质量,故 C、D 错误。

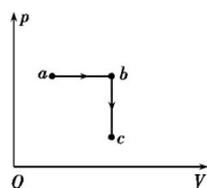
25.[2015 福建理综,29(2),6 分]如图,一定质量的理想气体,由状态 a 经过 ab 过程到达状态 b 或者经过 ac 过程到达状态 c。设气体在状态 b 和状态 c 的温度分别为  $T_b$  和  $T_c$ ,在过程 ab 和 ac 中吸收的热量分别为  $Q_{ab}$  和  $Q_{ac}$ 。则\_\_\_\_\_。



- A.  $T_b > T_c, Q_{ab} > Q_{ac}$                       B.  $T_b > T_c, Q_{ab} < Q_{ac}$   
 C.  $T_b = T_c, Q_{ab} > Q_{ac}$                       D.  $T_b = T_c, Q_{ab} < Q_{ac}$

答案 C 由理想气体状态方程知  $\frac{2p_0 \cdot V_0}{T_c} = \frac{p_0 V_0}{T_a} = \frac{p_0 \cdot 2V_0}{T_b}$ ,故  $T_c = T_b$ ;过程 ab 和 ac 中内能改变量相同,ac 过程气体体积不变,做功为 0,  $W_1 = 0$ ,ab 过程气体体积增大,气体对外做功  $W_2 < 0$ ,由热力学第一定律  $Q + W = \Delta U$  知  $Q_{ac} < Q_{ab}$ ,选项 C 正确。

26.[2018 海南单科,15(1),4 分](多选)如图,一定量的理想气体,由状态 a 等压变化到状态 b,再从 b 等容变化到状态 c。a、c 两状态温度相等。下列说法正确的是( )



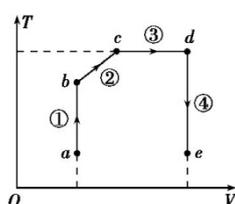
- A. 从状态 b 到状态 c 的过程中气体吸热  
 B. 气体在状态 a 的内能等于在状态 c 的内能  
 C. 气体在状态 b 的温度小于在状态 a 的温度

D.从状态 a 到状态 b 的过程中气体对外做正功

答案 BD 本题考查对一定质量的理想气体的  $p$ - $V$  图像的理解、理想气体状态方程、热力学第一定律、理想气体内能及其相关的知识点。

内能是组成物体分子的无规则热运动动能和分子间相互作用势能的总和,由于理想气体不考虑分子势能,因此理想气体的内能等于所有分子动能的总和,而温度是分子平均动能的宏观表现,由理想气体状态方程可得  $p_b V_b / T_b = p_c V_c / T_c$ ,当  $V_b = V_c, p_b > p_c$  时,  $T_b > T_c$ ,故  $\Delta U_{bc} < 0$ ,根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ ,体积  $V$  不变,故  $W = 0$ ,所以  $\Delta Q < 0$ ,从状态 b 到状态 c 的过程中气体放热,选项 A 错误;气体在状态 a 的温度等于在状态 c 的温度,故气体在状态 a 的内能等于在状态 c 的内能,选项 B 正确;由理想气体状态方程可得  $p_a V_a / T_a = p_b V_b / T_b$ ,当  $p_a = p_b, V_a < V_b$  时,  $T_a < T_b$ ,选项 C 错误;从状态 a 到状态 b 的过程中气体膨胀对外做正功,故 D 正确。

27.(2018 课标 I, 33,15 分)(1)如图,一定质量的理想气体从状态 a 开始,经历过程①、②、③、④到达状态 e。对此气体,下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分;每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)。

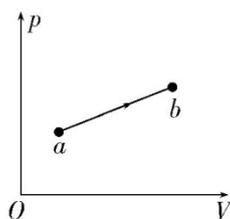


- A.过程①中气体的压强逐渐减小
- B.过程②中气体对外界做正功
- C.过程④中气体从外界吸收了热量
- D.状态 c、d 的内能相等
- E.状态 d 的压强比状态 b 的压强小

答案 BDE (1)本题考查气体实验定律、理想气体状态方程。

过程①是等容升温过程,由 $\frac{p_a}{T_a}=\frac{p_b}{T_b}$ ,可知压强逐渐增大,A项错误。过程②中气体膨胀,故气体对外界做正功,B项正确。过程④为等容降温过程,气体向外放出热量,C项错误。一定质量的理想气体的内能只与温度有关,而 $T_c=T_d$ ,所以状态c、d的内能相等,D项正确。由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 得 $p=C\frac{T}{V}$ ,由题图可知 $\frac{T_b}{V_b}>\frac{T_d}{V_d}$ ,则 $p_b>p_d$ ,E项正确。

28.(2018 课标Ⅲ,33,15分)(1)如图,一定量的理想气体从状态a变化到状态b,其过程如p-V图中从a到b的直线所示。在此过程中\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得5分。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

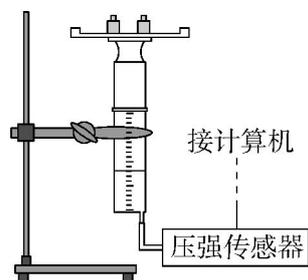


- A. 气体温度一直降低
- B. 气体内能一直增加
- C. 气体一直对外做功
- D. 气体一直从外界吸热
- E. 气体吸收的热量一直全部用于对外做功

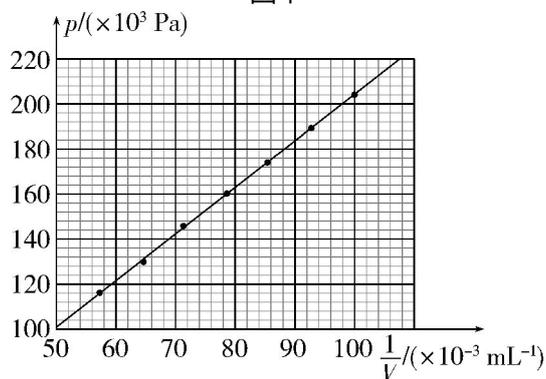
答案 BCD (1)本题考查热力学第一定律、理想气体状态方程。对于一定量的理想气体有 $\frac{pV}{T}=\text{恒量}$ 。从a到b,p逐渐增大,V逐渐增大,所以p与V的乘积pV增大,可知T增大,则气体的内能一直增加,故A错误、B正确。由于V逐渐增大,可知气体一直对外做功,故C正确。由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ ,因 $\Delta U>0,W<0$ ,可知 $Q>0$ ,即气体一直从外界吸热,且吸收的热量大于对外做的功,故D正确、E错误。

29.(2023 山东,13,6分)利用图甲所示实验装置可探究等温条件下气体压强与体积的关系。将带有刻度的注射器竖直固定在铁架台上,注射器内封闭一定质量的空

气,下端通过塑料管与压强传感器相连。活塞上端固定一托盘,托盘中放入砝码,待气体状态稳定后,记录气体压强  $p$  和体积  $V$ (等于注射器示数  $V_0$  与塑料管容积  $\Delta V$  之和)。逐次增加砝码质量,采集多组数据并作出拟合曲线如图乙所示。



图甲



图乙

回答以下问题:

(1)在实验误差允许范围内,图乙中的拟合曲线为一条过原点的直线,说明在等温情况下,一定质量的气体\_\_\_\_\_。

A.  $p$  与  $V$  成正比      B.  $p$  与  $\frac{1}{V}$  成正比

(2)若气体被压缩到  $V=10.0 \text{ mL}$ ,由图乙可读出封闭气体压强为\_\_\_\_\_ Pa(保留 3 位有效数字)。

(3)某组同学进行实验时,一同学在记录数据时漏掉了  $\Delta V$ ,则在计算  $pV$  乘积时,他的计算结果与同组正确记录数据同学的计算结果之差的绝对值会随  $p$  的增大而(填“增大”或“减小”)。

答案 (1)B (2) $2.04 \times 10^5$  (3)增大

解析 (1)根据图乙可知, $p$  与  $\frac{1}{V}$  成正比。

(2)当气体被压缩到  $10.0 \text{ mL}$  的时候,图乙中  $\frac{1}{V}$  对应的横坐标是  $100 \times 10^{-3} \text{ mL}^{-1}$ ,直线上的点所对应的纵坐标是  $2.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

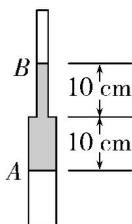
(3)对于本实验, $p(V_0 + \Delta V)$  为定值,将该式改写成  $pV_0 + p\Delta V = C$  ( $C$  为常量), $\Delta V$  不变,他的计算结果与同组正确记录数据同学的计算结果之差的绝对值  $p\Delta V$ ,随  $p$  增大而增大。

30.(2023 全国乙,33,15 分)[物理——选修 3-3]

(1)(5 分)对于一定量的理想气体,经过下列过程,其初始状态的内能与末状态的内能可能相等的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

- A.等温增压后再等温膨胀
- B.等压膨胀后再等温压缩
- C.等容减压后再等压膨胀
- D.等容增压后再等压压缩
- E.等容增压后再等温膨胀

(2)(10 分)如图,竖直放置的封闭玻璃管由管径不同、长度均为 20 cm 的 A、B 两段细管组成,A 管的内径是 B 管的 2 倍,B 管在上方。管内空气被一段水银柱隔开,水银柱在两管中的长度均为 10 cm。现将玻璃管倒置使 A 管在上方,平衡后,A 管内的空气柱长度改变 1 cm。求 B 管在上方时,玻璃管内两部分气体的压强。(气体温度保持不变,以 cmHg 为压强单位)



答案 (1)ACD (2)74.36 cmHg 54.36 cmHg

**解析** 理想气体初始状态与末状态的内能相等即初始状态与末状态的温度相等。A 选项中整个过程中温度不变,则理想气体内能不变,A 正确;由理想气体状态方程  $\frac{pV}{T}=C$ (常量)可知, B 选项中, $p$  不变, $V$  增大,则  $T$  增大,然后  $T$  不变,则末状态较初始状态温度升高,内能增大, B 错误;C 选项中,先  $V$  不变, $p$  减小,则  $T$  减小,然后  $p$  不变, $V$  增大,则  $T$  又变大,初末状态温度可能相等,即理想气体初末状态内能可能相等,C 正确;D 选项中,先  $V$  不变, $p$  增大,则  $T$  增大,然后  $p$  不变, $V$  减小,则  $T$  减小,初末状态温度可能相等,即理想气体初末状态内能可能相等,D 正确;E 选项中,先  $V$  不变, $p$  增大,则  $T$  变大,然后  $T$  不变,则内能增大,E 错误;故选 A、C、D。

(2)设初始时 A 管、B 管内气体的压强分别为  $p_A$ 、 $p_B$ ,由题意可知  $p_B=p_A-20$  cmHg

设 B 管的内径为  $d$ ,则 A 管的内径为  $2d$ ,玻璃管倒置使 A 管在上方且达到平衡后,A 管内的空气柱长度增长 1 cm,变为 11 cm,分析可知两管内空气体积之和恒定,因此 B 管空气柱将变短 4 cm,变为 6 cm,易得此时 A 管、B 管中水银柱长度分别为 9 cm 和 14 cm。

设 A 管在上方且达到平衡后,A 管、B 管内气体的压强分别为  $p_A'$ 、 $p_B'$ ,则  $p_B'=p_A'+(9+14)$  cmHg= $p_A'+23$  cmHg

根据玻意耳定律,对 A 管气体,

$$p_A \cdot 10\pi d^2 = p_A' \cdot 11\pi d^2$$

$$\text{对 B 管气体, } p_B \cdot 10\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = p_B' \cdot 6\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

代入数据,解得  $p_A = 74.36 \text{ cmHg}$ ,  $p_B = 54.36 \text{ cmHg}$

31.(2023 全国甲,33,15 分)[物理——选修 3-3]

(1)(5 分)在一汽缸中用活塞封闭着一定量的理想气体,发生下列缓慢变化过程,气体一定与外界有热量交换的过程是\_\_\_\_\_。(填入正确答案标号。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

- A. 气体的体积不变,温度升高
- B. 气体的体积减小,温度降低
- C. 气体的体积减小,温度升高
- D. 气体的体积增大,温度不变
- E. 气体的体积增大,温度降低

(2)(10 分)一高压舱内气体的压强为 1.2 个大气压,温度为  $17^\circ\text{C}$ ,密度为  $1.46 \text{ kg/m}^3$ 。

(i) 升高气体温度并释放出舱内部分气体以保持压强不变,求气体温度升至  $27^\circ\text{C}$  时舱内气体的密度;

(ii) 保持温度  $27^\circ\text{C}$  不变,再释放出舱内部分气体使舱内压强降至 1.0 个大气压,求高压舱内气体的密度。

答案 (1)ABD (2)(i)  $1.41 \text{ kg/m}^3$

(ii)  $1.18 \text{ kg/m}^3$

**解析** (1) 根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$  可知,气体的体积不变,  $W = 0$ , 温度升高,  $\Delta U > 0$ , 故  $Q > 0$ , 吸收热量, 故选项 A 正确。气体的体积减小,  $W > 0$ , 若温度降低,  $\Delta U < 0$ , 故  $Q < 0$ , 放出热量; 若温度升高,  $\Delta U > 0$ , 可能吸收热量, 也可能放出热量, 还可能不吸热也不放热, 故选项 B 正确, C 错误。气体的体积增大,  $W < 0$ , 若温度不变,  $\Delta U = 0$ , 故  $Q > 0$ , 吸收热量; 若温度降低,  $\Delta U < 0$ , 可能吸收热量, 也可能放出热量, 还可能不吸热也不放热, 故选项 D 正确, E 错误。

(2)(i) 对原舱内全部气体, 保持压强不变, 温度升高, 体积增大, 根据盖-吕萨克定律有

$$\frac{V}{T_1} = \frac{V'}{T_2}$$

而  $T_1 = (273 + 17) \text{ K} = 290 \text{ K}$ ,  $T_2 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$ ,

释放的气体和舱内留下的气体密度相同

$$V = \frac{m}{\rho_1}, V' = \frac{m}{\rho_2}$$

联立解得  $\rho_2 \approx 1.41 \text{ kg/m}^3$

(ii) 对此时舱内的全部气体, 温度保持  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  不变, 压强降低, 体积增大, 根据玻意耳定律有

$$p_1 V' = p_2 V''$$

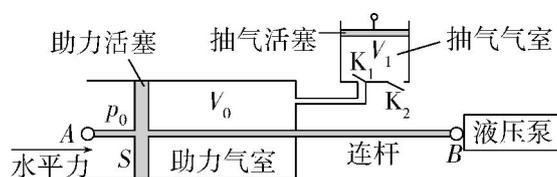
而  $p_1 = 1.2\text{ atm}$ 、 $p_2 = 1.0\text{ atm}$

释放的气体和舱内留下的气体密度相同

$$V' = \frac{m}{\rho_2}, V'' = \frac{m}{\rho_3}$$

解得  $\rho_3 \approx 1.18\text{ kg/m}^3$

32. (2023 湖南, 13, 10 分) 汽车刹车助力装置能有效为驾驶员踩刹车省力。如图, 刹车助力装置可简化为助力气室和抽气气室等部分构成, 连杆 AB 与助力活塞固定为一体, 驾驶员踩刹车时, 在连杆 AB 上施加水平力推动液压泵实现刹车。助力气室与抽气气室用细管连接, 通过抽气降低助力气室压强, 利用大气压与助力气室的压强差实现刹车助力。每次抽气时,  $K_1$  打开,  $K_2$  闭合, 抽气活塞在外力作用下从抽气气室最下端向上运动, 助力气室中的气体充满抽气气室, 达到两气室压强相等; 然后,  $K_1$  闭合,  $K_2$  打开, 抽气活塞向下运动, 抽气气室中的全部气体从  $K_2$  排出, 完成一次抽气过程。已知助力气室容积为  $V_0$ , 初始压强等于外部大气压强  $p_0$ , 助力活塞横截面积为  $S$ , 抽气气室的容积为  $V_1$ 。假设抽气过程中, 助力活塞保持不动, 气体可视为理想气体, 温度保持不变。



(1) 求第 1 次抽气之后助力气室内的压强  $p_1$ ;

(2) 第  $n$  次抽气后, 求该刹车助力装置为驾驶员省力的大小  $\Delta F$ 。

答案 (1)  $\frac{V_0}{V_0+V_1} p_0$  (2)  $\left[1 - \left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^n\right] p_0 S$

解析 (1) 根据题意, 由玻意耳定律有

$$p_0 V_0 = p_1 (V_0 + V_1)$$

$$\text{解得 } p_1 = \frac{V_0}{V_0 + V_1} p_0$$

(2) 由(1)易知, 第 2 次抽气后,  $p_2 = \frac{V_0}{V_0 + V_1} p_1$

$$\text{即 } p_2 = \left(\frac{V_0}{V_0 + V_1}\right)^2 p_0$$

同理, 第 3 次抽气后,  $p_3 = \left(\frac{V_0}{V_0 + V_1}\right)^3 p_0$

.....

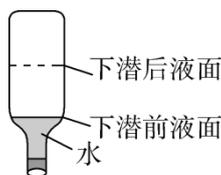
第  $n$  次抽气后,  $p_n = \left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^n p_0$

对助力活塞, 有  $\Delta F = p_0 S - p_n S$

解得  $\Delta F = \left[1 - \left(\frac{V_0}{V_0+V_1}\right)^n\right] p_0 S$

33. (2022 广东, 15, 12 分) (1) (6 分) 利用空调将热量从温度较低的室内传递到温度较高的室外环境, 这个过程\_\_\_\_\_ (选填“是”或“不是”) 自发过程。该过程空调消耗了电能, 空调排放到室外环境的热量\_\_\_\_\_ (选填“大于”“等于”或“小于”) 从室内吸收的热量。

(2) 玻璃瓶可作为测量水深的简易装置。如图所示, 潜水员在水面上将 80 mL 水装入容积为 380 mL 的玻璃瓶中, 拧紧瓶盖后带入水底, 倒置瓶身, 打开瓶盖, 让水进入瓶中, 稳定后测得瓶内水的体积为 230 mL。将瓶内气体视为理想气体, 全程气体不泄漏且温度不变。大气压强  $p_0$  取  $1.0 \times 10^5$  Pa, 重力加速度  $g$  取  $10$  m/s<sup>2</sup>, 水的密度  $\rho$  取  $1.0 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, 求水底的压强  $p$  和水的深度  $h$ 。



答案 (1) 不是 大于

(2)  $2.0 \times 10^5$  Pa 10 m

解析 (1) (1) 空调将热量从温度较低的室内传递到温度较高的室外是通过电动机做功完成的, 不是自发过程; 空调排到室外环境的热量包括空调机消耗电能产生的热量及从室内吸收的热量, 则空调排到室外环境的热量大于从室内吸收的热量。

(2) 从水面到水底过程, 瓶中气体做等温变化,

在水面, 瓶中气体体积  $V_1 = 380$  mL - 80 mL = 300 mL, 压强  $p_1 = p_0 = 1.0 \times 10^5$  Pa

在水底, 瓶中气体体积  $V_2 = 380$  mL - 230 mL = 150 mL

根据玻意耳定律得:  $p_1 V_1 = p V_2$

代入数据得:  $p = 2.0 \times 10^5$  Pa

而  $p = p_0 + \rho gh$

代入数据得:  $h = 10$  m



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/917102161130006100>