

提示 由于注射器内部气体的压强等于大气压强加上活塞产生的压强,且不计摩擦,所以 A 对,C 错;放入热水中气体温度升高,所以 B 对;由 $\frac{V}{T} = C$ 得,体积将增大,所以 D 对。故本题选 ABD。

提示 一定质量的气体做等容变化时,气体的压强跟热力学温度成正比,跟摄氏温度不是正比关系,A 错误;公式 $p_t = p_0(1 + \frac{t}{273})$ 中, p_0 是 0℃时气体的

压强,B 错误;因为 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_2 - p_1}{T_2 - T_1}$ =常量,可知气体压强的变化量总是跟温度的变化量成正比,无论是摄氏温度,还是热力学温度,C 正确;由查理定律可得

$p_2 = p_1(1 + \frac{t_2 - t_1}{t_1 + 273})$,D 错误。

提示 若水银柱上移,表示气体体积增大,可能的原因是外界压强减小而温度没变,也可能是压强没变而气温升高,A 错,B 对;同理水银柱下降可能是气温下降或外界压强变大所致,C 对;管子置于水平时,压强减小,体积增大,D 对。

提示 在 0℃到 273℃的温度区间上应用盖—吕萨克定律分别研究气体 a

和 b 可得到方程

$$\frac{V_a}{273+273} = \frac{0.3}{273}, \frac{V_b}{273+273} = \frac{0.1}{273}$$

解得 $V_a = 0.6\text{m}^3$, $V_b = 0.2\text{m}^3$, $\Delta V = V_a - V_b = 0.4\text{m}^3$,正确选项为 D。

提示 从状态 A 到状态 B 在 $p-t$ 图线中延长线过 -273℃,所以是等容变化,状态 A 到状态 B 气体的体积不变,故 A 错误;从 A 到 B 发生等容变化,根据查理定律有 $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$,解得 $p_A = 0.75\text{atm}$,故 B 错误;B 到 C 发生等温变化,根据玻意耳定律有 $p_B V_B = p_C V_C$,解得 $V_C = 2\text{L}$,故 C 正确;状态 B 到状态 C 的温度不变,则气体的内能不变,故 D 错误。

提示 甲、乙、丙中的气体压强分别为

$$p_1 = p_0 + h_1$$

$$p_2 = p_0 + h_2$$

$$p_3 = p_0 + h_3$$

由于 $h_1 < h_2 = h_3$,故 $p_1 < p_2 = p_3$

由于气体的气压不变,由盖—吕萨

克定律知 $\Delta V = \frac{V}{T} \cdot \Delta T$

由于 $V_1 = V_2 > V_3$, ΔT 相同,故 $\Delta V_1 = \Delta V_2 > \Delta V_3$,即甲管与乙管中水银柱上升最多。

提示 取 CO₂ 气体为研究对象。初态: $p_1 = 1\text{atm}$, $T_1 = (273 + 17)\text{K} = 290\text{K}$,末态: $p_2 = 1.2\text{atm}$, T_2 未知。

气体发生等容变化,由查理定律得

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\text{解得 } T_2 = \frac{p_2}{p_1} T_1 = \frac{1.2 \times 290}{1} \text{K} = 348\text{K}$$

$$t = (348 - 273)^\circ\text{C} = 75^\circ\text{C}。$$

提示 (1)对两活塞整体受力分析 $p_0 S_A + p S_B = p_0 S_B + p S_A$
解得 $p = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$;

(2)对活塞受力分析,活塞向右缓

慢移动过程中,气体发生等压变化

由盖—吕萨克定律有

$$\frac{3LS_A + LS_B}{T_1} = \frac{4LS_B}{T_2}$$

代入数值得 $T_2 = 300\text{K}$

故温度降为 300K 时活塞 A 恰好移到两筒连接处。

提示 设绝对零度为 T。

30℃的温度为 $T_1 = -T + 30$, 体积为 $V_1 = 30S$

90℃的温度为 $T_2 = -T + 90$, 体积为 $V_2 = 36S$

$$\text{根据盖—吕萨克定律得 } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

代入数值解得 $T = -270^\circ\text{C}。$

2.(1) 330K (2) $0.9p_0$ (3) 见提示

提示 (1)缓慢降低汽缸内气体的温度,使活塞移到 A、B 的正中间,此过程是等压过程,由盖—吕萨克定律得

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_A}{T_A}$$

$$\text{解得 } T' = 330\text{K}$$

然后保持温度不变,在活塞上缓慢加沙,直至活塞刚好移动到 B,这个过程是等温过程,故活塞刚到达 B 处时的温度 $T_B = 330\text{K}$;

(2)保持温度不变,在活塞上加沙,直至活塞刚好移动至 B,这个过程是等温过程,根据玻意耳定律有

$$p_0 \times 1.1V_0 = p_1 \times V_0$$

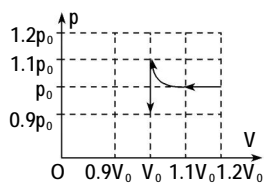
$$\text{解得 } p_1 = 1.1p_0$$

再接下来是等容过程, 根据查理定律有

$$\frac{1.1p_0}{330} = \frac{p}{270}$$

$$\text{解得 } p = 0.9p_0;$$

(3)整个过程的 $p-V$ 图线如图所示。



提示 毛皮摩擦的橡胶棒能吸引轻小的纸屑及两带电小球相吸是静电力的作用,磁铁吸引小铁钉的力是磁场力,二者跟分子力是不同性质的力,故 B、C、D 错;粉笔字留在黑板上是由于粉笔的分子与黑板的分子存在引力的结果,故 A 正确。

提示 由 $d = \frac{V}{S}$, 得 $S = \frac{V}{d} = \frac{m}{\rho d} = \frac{8 \times 10^{-4}}{8 \times 10^2 \times 10^{-10}} \text{m}^2 = 10^4 \text{m}^2。$

提示 在光学显微镜下,只能看到悬浮的小炭粒,看不到水分子,故 A 错;在显微镜下看到小炭粒不停地做无规则运动,这就是布朗运动,且看到的炭粒越小,运动越明显,故 B、C 正确,D 显然是错误的。

提示 $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$,则边长为 1nm 的立方体的体积 $V = (10^{-9})^3 \text{m}^3 = 10^{-27} \text{m}^3$;将液态氢分子看作边长为 10^{-10}m 的小立方体,则每个氢分子的体积为 $V_0 = (10^{-10})^3 \text{m}^3 = 10^{-30} \text{m}^3$,所以可容纳的液态氢分子的个数 $N = \frac{V}{V_0} = 10^3$ 个。液态氢分

子可认为分子是紧挨着的,其空隙可忽略,对此题而言,建立立方体模型比球形模型运算更简洁。故本题选 B。

提示 由于两个系统原来处于热平衡状态,温度相同,当分别升高 5℃和 5K 后,温度仍相同,两个系统仍为热平衡状态,故 A 错误,B 正确;由于温度发生了变化,系统的状态也发生了变化,故 C 正确,D 错误。本题选 BC。

提示 温度是分子平均动能的标志,温度升高,分子的平均动能增加,但是其中个别分子的动能却有可能减小,A 错,B 对;分子的平均动能等于物体内所有分子的动能之和与所有分子总数的比值,所以 C 错,D 对。

提示 温度计的正确使用方法是将温度计的玻璃泡而非整个温度计放入液体中,并且不要让温度计液泡与容器壁或底接触,所以 D 项正确。

提示 分子势能最小时,分子处于平衡位置,所以 P 点是分子的平衡位置。乙分子在 P 点的加速度为零,故选项 A、C 错误,选项 B 正确;由于两分子所具有的总能量为零,而 Q 点的分子势能为零,故选项 D 正确。

9.(1)用滴管向量筒内加注 N 滴油酸酒精溶液,读出其体积 V

$$(3) \frac{nV}{115NS(m+n)}$$

提示 (2)1 滴油酸酒精溶液中含有纯油的体积为 $V' = \frac{V}{N} \cdot \frac{n}{m+n}$,油膜面积 $S' = 115S。$

$$(3) \text{由 } d = \frac{V'}{N'}, \text{得 } d = \frac{nV}{115NS(m+n)}。$$

$10.4.8 \times 10^{-26} \text{kg} \quad 5.8 \times 10^{-4} \text{kg} \quad 1.2 \times 10^{22}$ 个

提示 空气分子的平均质量为

$$m = \frac{M}{N_A} = \frac{29 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} \text{kg} \approx 4.8 \times 10^{-26} \text{kg}$$

成年人做一次深呼吸所吸入的空气质量为

$$m' = \frac{450 \times 10^{-6}}{22.4 \times 10^{-3}} \times 29 \times 10^{-3} \text{kg} \approx 5.8 \times 10^{-4} \text{kg}$$

所吸入的气体分子数为

$$N = \frac{m'}{m} = \frac{5.8 \times 10^{-4} \text{kg}}{4.8 \times 10^{-26} \text{kg}} \approx 1.2 \times 10^{22} \text{ 个}。$$

提示 此温度计每一刻度表示的实际温度为 $\frac{100}{80-20}^\circ\text{C} = \frac{5}{3}^\circ\text{C}$,当它的示数为 41℃时,它上升的格数为 (41-20) 格=21 格,对应的实际温度应为 $21 \times \frac{5}{3}^\circ\text{C} = 35^\circ\text{C}$;同理,当实际温度为 60℃时,此温度计应从 20 开始上升格数为 $\frac{60}{\frac{5}{3}}$ 格=36 格,它的示数为 36℃+20℃=56℃,所以 C 正确。

提示 表示引力的线与表示斥力的线的交点,横坐标表示分子间距 r_0 , r_0 的数量级为 10^{-10}m ,由分子力特点可知当 $r > r_0$ 时,引力大于斥力,分子力表现为引力;当 $r < r_0$ 时,引力小小于斥力,分子力表现为斥力,由此可知 ab 线表示引力,cd 线表示斥力,C 对。

提示 在乙分子靠近甲分子的过程中,分子力先做正功,后做负功,分子势能先减小,后增大,动能和势能之和不变。又因为无穷远处分子势能为零,当 $r=r_3$ 时分子力为零,分子势能可认为零,所以当速度为零时,分子势能最大。即 $E_{\text{pot}} = \Delta E_{\text{k 减}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-26} \times 100^2 \text{J} = 5 \times 10^{-23} \text{J}。$

一、选择题

1.D

提示 水由气态凝结成液态的水,分子间距离变小。而分子间同时存在引力和斥力,且引力和斥力都随着分子间距离的减小而增大,故 D 正确。

2.C

提示 布朗运动不能在固体中发生,扩散现象可以在固体中发生,选项 A 错误;布朗运动不是分子的运动,而扩散现象是分子的运动,选项 B 错误;布朗运动是永不停息的,而扩散现象当达到动态平衡后就会停止,选项 D 错误;布朗运动和扩散现象的相同点是温度越高越明显,选项 C 正确。

3.ABD

提示 金属块锻打后能改变形状而不断裂,说明分子间有引力;拉断钢丝绳需要一定外力,也说明分子间有引力;而液体难压缩说明分子间存在斥力,液体分子间距较小,压缩时分子斥力很大,一般很难压缩;食盐能溶于水而石蜡不溶于水是由物质的溶解特性决定的,与分子间的相互作用无关。

4.D

提示 由于水的密度和温度关系的曲线是不规则曲线,如果选水为测温物质,则温度计刻度不均匀;汞的密度与温度呈规则的线性关系,选汞为测温物质,温度计刻度均匀,故正确答案为 D。

5.A

提示 $f_{斥}$ 与 $f_{引}$ 都随分子间距离增大而减小,引力减小得更快,A 对,B 错;分子间距离增大时,引力和斥力都增大,C、D 错。

6.C

提示 因内能是指组成物体的所有分子的热运动的动能与分子势能的总和,说单个分子的内能没有意义,故选项 A 错误;内能与机械能是两种不同性质的能,它们之间无直接联系,内能与“位置”高低、“运动”还是“静止”没有关系,故选项 B、D 错误;一定质量的 0℃ 的水结成 0℃ 的冰,放出热量,使得内能减小,故选项 C 正确。

7.A

提示 在标准状况下,1mol 氢气的体积为 22.4L,则每个氢气分子占据的体积 $\Delta V = \frac{V}{N_A} = \frac{22.4 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ m}^3 = 3.72 \times 10^{-26} \text{ m}^3$ 。

按立方体估算,占据体积的边长: $L = \sqrt[3]{\Delta V} = \sqrt[3]{3.72 \times 10^{-26}} \text{ m} = 3.3 \times 10^{-9} \text{ m}$ 。故选 A。

8.ABD

提示 当甲、乙两分子间距离最小时,两者都处于静止状态,当乙分子运动到分子力的作用范围之外时,乙分子不再受力,此时速度为 v ,故在此过程中乙分子的动能变化量为 $\frac{1}{2}mv^2$,选项 A 正确;在此过程中,分子斥力始终做正功,分子引力始终做负功,即 $W_{合} = W_{斥} - W_{引}$,由动能定理得 $W_{斥} - W_{引} = \frac{1}{2}mv^2$,故分子斥力比分子引力多做的功为 $\frac{1}{2}mv^2$,选项 B、D 正确。

9.D

提示 a 点分子力微弱,c 点处分子间的作用力为零,乙分子的加速度为零。从 a 点到 c 点分子间的作用力表现为引力,分子间的作用力做正功,速度增加,从 c 点到 d 点分子间的作用力表现为斥力,分子间的作用力做负功。由于到 d 点分子的速度为零,因分子引力做的功与分子斥力做的功相等,即 $\bar{F}_{cd} \cdot L_{cd} = \bar{F}_{ac} \cdot L_{ac}$,所以 $F_a > F_b$,故乙分子在 d 点加速度最大,正确选项为 D。

10.B

提示 大气压是由大气重量产生的。大气压强 $p = \frac{mg}{S} = \frac{mg}{4\pi R^2}$,代入数据可得,地球表面大气质量 $m \approx 5.1 \times 10^{18} \text{ kg}$ 。标准状态下,1mol 气体的体积为 $V_1 = 22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$,故地球表面大气的体积为 $V = \frac{m}{M} V_1 = \frac{5.1 \times 10^{18}}{29 \times 10^{-3}} \times 22.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 4 \times 10^{16} \text{ m}^3$,B 对。

二、填空题

11.(1)②在量筒中滴入 N 滴溶液

③在水面上先撒上痱子粉

(2) 1.2×10^{-9}

提示 (1)②由于一滴溶液的体积太小直接测量时相对误差太大,应用

微小量累积法减小测量误差。

③液面上不撒痱子粉时,滴入的油酸酒精溶液在酒精挥发后剩余的油膜不能形成一块完整的油膜,油膜间的缝隙会造成测量误差增大甚至实验失败。

(2)由油膜的体积等于一滴油酸酒精溶液内纯油酸的体积可得:

$$d = \frac{V}{S} = \frac{4.8 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \times 0.10\%}{40 \times 10^{-4} \text{ m}} = 1.2 \times 10^{-9} \text{ m}。$$

12. 2.5×10^{-6} 41 6.1×10^{-10}

提示 每一滴油酸酒精溶液中含有纯油酸的体积为

$$V = \frac{1}{2000} \times \frac{1}{200} \text{ mL} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ mL}$$

由题图可知油膜的面积是 41 cm^2 ,

由公式 $d = \frac{V}{S}$ 得 $d = 6.1 \times 10^{-10} \text{ m}。$

三、计算题

13. 1×10^{-4}

提示 设气体体积为 V_0 ,液体体积为 V_1

$$\text{气体分子数 } n = \frac{\rho V_0}{m} N_A, V_1 = n \cdot \frac{\pi d^3}{6}$$

$$\text{则 } \frac{V_1}{V_0} = \frac{\rho}{6m} \pi d^3 N_A$$

$$\text{解得 } \frac{V_1}{V_0} = 1 \times 10^{-4}。$$

14.(1) $7 \times 10^{-8} \text{ m}$

(2) 8.7×10^{17} 个

提示 (1)吸烟者抽一根烟吸入气体的总体积为 $10 \times 300 \text{ cm}^3$,含有空气分子数为

$$N = \frac{10 \times 300 \times 10^{-6}}{22.4 \times 10^{-3}} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ 个} = 8.1 \times 10^{22} \text{ 个}$$

办公室单位体积空间内含被污染的空气分子数为

$$k = \frac{8.1 \times 10^{22}}{10 \times 2.8} \text{ 个/m}^3 = 2.9 \times 10^{21} \text{ 个/m}^3$$

每个污染分子所占体积为

$$V = \frac{1}{2.9 \times 10^{21}} \text{ m}^3$$

所以平均距离为

$$L = \sqrt[3]{V} = 7 \times 10^{-8} \text{ m};$$

(2)被动吸烟者一次吸入被污染的空气分子数为

$$N' = 2.9 \times 10^{23} \times 300 \times 10^{-6} \text{ 个} = 8.7 \times 10^{17} \text{ 个}。$$

物理

人教(选修 3-3)答案页第 1 期

第 3 期

2 版随堂练习

§8.1 气体的等温变化

一、选择题

1.B 2.C 3.D 4.C 5.ACD

二、计算题

6. 65 cmHg 60 cmHg

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

1.D

提示 密封不严说明漏气,说明气体质量变化;“缓慢”说明氧气瓶中氧气可充分同外界进行热交换,隐含与外界“等温”。

2.D

提示 极限分析法:设想大气压强变为零,则易知,气体体积 V 变大, h 变为零, p 变小,选 D。

假设法:大气压强变小,假设 h 不变,因为 $p_0 = p + h$,所以 p 减小,由玻意耳定律知 V 变大,故 h 不可能不变, h 要减小, V 变大, p 变小,选 D。

3.BD

提示 瓶保持静止不动,受力平衡 $mg = p_0 V$,由玻意耳定律,将瓶下按后, p 增大而 V 减小, $mg > p_0 V$,故放手后加速下沉,同样道理,D 选项也正确。

4.B

提示 把氧气罐内的气体作为整体,在分装过程中,气体做等温变化,则初态: $p_1 = 15 \text{ MPa}$, $V_1 = 400 \text{ L}$

末态: $p_2 = 3 \text{ MPa}$, $V_2 = ?$

根据玻意耳定律可得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$

解得 $V_2 = 2000 \text{ L}$

每个小氧气瓶的容积 $V_0 = \frac{V_2 - V_1}{n} =$

$$\frac{2000 - 400}{40} \text{ L} = 40 \text{ L}, \text{故 B 正确。}$$

5.C

提示 由表格数据知,气压越大,沸点越高,即锅内最高温度越高。对限压阀分析受力,当 $mg + p_0 S = p S$ 时恰好要放气,此时 $p = \frac{mg}{S} + p_0 = 2.01 \times 10^5 \text{ Pa}$,达

到最大值,对应的最高温度为 122°C 。

6.BC

提示 当气体从阀门跑出时,温度不变,所以 $p_1 V_1 = p_2 V_2$,当 $p_2 = 1 \text{ atm}$ 时,得 $V_2 = 30 \text{ L}$,逸出气体 $30 \text{ L} - 6 \text{ L} = 24 \text{ L}$,B 正确;据 $p_2 (V_2 - V_1) = p_1 V_1'$ 得 $V_1' = 4.8 \text{ L}$,所以逸出的气体相当于 5 atm 下的 4.8 L 气体,C 正确。

7.BC

提示 隔离试管,受三个力作用,外部大气对管顶的压力,内部气体对管顶的压力,弹簧测力计向上的拉力,平衡时有 $F + p S = p_0 S$,内部压强为 $p = p_0 - \rho g h$,可得 $F = p_0 S - p S = \rho g h S$,B、C 正确。

8.C

提示 使活塞 B 缓慢上移,当水银的一半被推入细筒中时,粗铜内的水银柱高 5 cm ,因粗筒横截面积是细筒的 3 倍,所以进入细桶内的水银柱高为 15 cm ,水银柱的总高度为 $H' = 20 \text{ cm}$,所以此时气体的压强为 $P_2 = P_0 + \rho g H' = 95 \text{ cmHg}$ 。

二、实验题

9.(1)用手握住注射器前端 温度 (2) <

提示 (1)在进行该实验室要保持被封闭气体的温度不变化,所以试验中,不能用手握住注射器前端,否则会使气体的温度发生变化。

(2)在 p - V 图象中,离坐标原点越远的等温线温度越高,故 $T_1 < T_2$ 。

三、计算题

10. 1000 mmHg

提示 在分析气体的变化规律时,由于质量一定且温度不变,故可以分别利用玻意耳定律研究左、右两部分气体的等温变化。

$$\text{左边: } p_0 V_0 = p_1 \cdot \frac{3}{2} V_0$$

$$\text{得 } p_1 = \frac{2}{3} p_0 = 500 \text{ mmHg}$$

$$\text{右边: } p_0 V_0 = p_2 \cdot \frac{1}{2} V_0$$

$$\text{得 } p_2 = 2 p_0 = 1500 \text{ mmHg}$$

活塞两边的压强差

2020-2021 学年



B 卷

一、选择题

1.B

提示 求 B 端气体压强,要从管口开始依次向里进行分析。中间密封气体的压强 p 等于外界大气压 p_0 和 h_3 高的液柱产生的压强差,即 $p = p_0 - \rho g h_3$,而 B 端气体的压强 p_B 等于中间气体的压强和 h_1 高的液柱产生的压强差,即 $p_B = p - \rho g h_1$,由以上两式可得 $p_B = p_0 - \rho g (h_1 + h_3)$ 。故本题选 B。

2.C

提示 假设甲乙两部分气体的体积都减少 V_0 ,设甲原来的体积为 $V_{甲}$,乙原来的体积为 $V_{乙}$,开始时压强相等,设为 p ,则变化后甲的体积为 $V_{甲} - V_0$,压强为 $p_{甲}$,乙的体积为 $V_{乙} - V_0$,压强为 $p_{乙}$,甲乙都做等温变化,有

$$p V_{甲} = p_{甲} (V_{甲} - V_0)$$

$$p V_{乙} = p_{乙} (V_{乙} - V_0)$$

$$\text{联立两式得 } \frac{p_{甲}}{p_{乙}} = \frac{V_{甲} V_{乙} - V_{甲} V_0}{V_{甲} V_{乙} - V_{乙} V_0}$$

因为 $V_{甲} < V_{乙}$,所以 $p_{甲} > p_{乙}$

由以上可知,当甲、乙两部分气体达到平衡时,甲中的液面上升的距离要小于乙中的液面上升的距离,即最终甲管内气体压强大于乙管内气体压强。

二、计算题

3. 6.625 cm

提示 设粗管中气体为气体 1,细管中气体为气体 2。

对粗管中气体 1:有 $p_0 L_1 = p_1 L_1'$

右侧液面上升 h_1 ,左侧液面下降 h_2 ,有

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, h_1 + h_2 = 6 \text{ cm}$$

$$\text{得 } h_1 = 2 \text{ cm}, h_2 = 4 \text{ cm}$$

$$L_1' = L_1 - h_1$$

$$\text{解得 } p_1 = 90 \text{ cmHg}$$

对细管中气体 2:有 $p_0 L_1 = p_2 L_2'$

$$p_2 = p_1 + \Delta h$$

$$\text{解得 } L_2' = 9.375 \text{ cm}$$

$$\text{因为 } h = L_1 + h_2 - L_2'$$

$$\text{解得 } h = 6.625 \text{ cm}。$$