



答案及解析



第一章 分子动理论

第一节 物质是由大量分子组成的

刷基础

1. A 【解析】将分子看作小球,小球是分子的简化模型,实际上,分子的形状并不真的是小球,故 A 正确;一般的分子大小的数量级都是 10^{-10} m,但有一些大分子的数量级会超过 10^{-10} m,故 B 错误;“物体是由大量分子组成的”,其中“分子”包括分子,也包括原子和离子,故 C 错误;分子的质量是很小的,其数量级一般为 10^{-26} kg,故 D 错误.

2. (1) ABD (2) B (3) C

【解析】(1) 计算分子直径是根据油酸的体积与油膜的面积之比,所以需将油膜看成单分子层油膜,故 A 正确;不考虑各油酸分子间的间隙,认为分子紧密排列,这样油膜的面积才可以近似看作所有分子紧密排列组成的面积,便于计算分子大小,故 B 正确;各油酸分子间的相互作用力对分子大小的估算并无直接影响,不是该实验的理想化假设,故 C 错误;将油酸分子看成球形,才能根据油滴体积和油膜面积,利用相应的公式计算分子的直径,故 D 正确.

(2) 实验中使用到油酸酒精溶液,其中酒精对油酸起到稀释作用,酒精稀释油酸是为了进一步减小油酸的面密度,使油酸分子尽可能少地在竖直方向上重叠,更能保证其形成单层分子油膜,故 A、C、D 错误, B 正确.

→ 突破点: 酒精对油酸起到稀释作用

(3) 1 滴油酸酒精溶液中含有的纯油酸体积为 $V = \frac{1}{5\,000} \times \frac{1}{80}$ mL = 2.5×10^{-6} mL, 油膜轮廓的面积为 $S = 0.5 \times 0.5 \times 10^{-4}$ m² × 140 = 3.5×10^{-3} m², 故油酸分子直径为 $d = \frac{V}{S} \approx 7 \times 10^{-10}$ m, 故选 C.

→ 突破点: 大于等于半格的算一格,小于半格的舍去

10⁻¹⁰ m, 故选 C.

关键点拨 掌握估算油膜面积的方法: 所围的方格中, 面积大于等于半格按一格算, 小于半格的舍去. 在用油膜法估测分子大小的实验中, 将一定体积的油酸酒精溶液滴在水面上形成单分子油膜, 估算出油膜面积, 从而求出分子直径.

3. (1) CBDA (2) CDEF A

【解析】(1) 由实验原理可知, 用油膜法估测油酸分子的大小的实验步骤为: ①为计算一滴油酸酒精溶液的体积, 应记录

滴油酸酒精溶液的滴数; ②待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上; ③往浅盘中滴油酸酒精溶液; ④描绘油膜轮廓. 故实验步骤为 CBDA.

(2) 配制好的油酸酒精溶液放置太久, 酒精挥发使油酸浓度增大, 计算时仍按原来的浓度, 纯油酸的体积测量值偏小, 根据 $d = \frac{V}{S}$ 可知分子直径测量值偏小, A 选项偏小; 在浅盘中倒入清水时倒入的水量不影响实验结果, 故 B 选项无影响; 测定每滴油酸酒精溶液的体积时, 溶液少记了 10 滴, 则油酸体积测量值大于真实值, 分子直径测量值偏大, 故 C 选项偏大; 痱子粉过厚阻碍油膜展开, 导致测得的面积 S 偏小, 分子直径测量值偏大, 故 D 选项偏大; 数格数的正确做法是不足半格的舍去, 计算油膜面积时不足一格的均舍去, 导致测得的面积 S 偏小, 分子直径测量值偏大, 故 E 选项偏大; 未等油膜充分展开就开始描绘轮廓, 测得的 S 偏小, 则分子直径测量值偏大, 故 F 选项偏大.

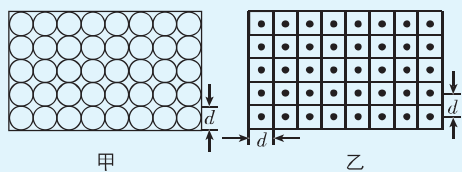
教材变式 本题目由教材 P6 第 2 题演变而来. 教材考查了估测油酸分子的直径, 本题延伸考查了导致测得的分子直径偏大或偏小的操作.

4. B 【解析】由阿伏伽德罗常量 N_A 、该固体的摩尔质量 M 和密度 ρ , 可求得该固体的摩尔体积 $V_m = \frac{M}{\rho}$, 可求出单个固体分子的体积, 无法求分子总个数, A 错误; 由阿伏伽德罗常量 N_A 、该固体的摩尔质量 M 和质量 m , 可求出该固体的分子的总个数 $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$, B 正确; 由阿伏伽德罗常量 N_A 、该固体的质量 m 和体积 V , 可求出该固体的密度 $\rho = \frac{m}{V}$, 无法求出分子总个数, C 错误; 由固体的密度 ρ 、体积 V 和摩尔质量 M , 可求出该固体的质量 $m = \rho V$, 摩尔体积 $V_m = \frac{M}{\rho}$, 无法求出该固体的分子总个数, D 错误.

关键点拨 (1) 对于固体和液体, 分子间距离比较小, 可以认为分子是一个个紧挨着的, 可视为球体模型, 设分子体积为 V_0 , 则分子直径 $d = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$, 如图甲所示.

(2) 对于气体, 分子间距离比较大, 处理方法是把气体分子

所占据的空间视为立方体模型, 体积为 V_0 , 两气体分子之间的平均间距 $d = \sqrt[3]{V_0}$, 如图乙所示.



- 5. B** 【解析】地面大气的压强由大气的重力产生, 即 $mg = p_0 S = 4\pi R^2 p_0$, **A 错误**; 地球大气层空气分子总数为 $N = \frac{m}{M} N_A = \frac{4\pi R^2 p_0 N_A}{Mg}$, **B 正确**; 大气的体积为 $V = 4\pi R^2 h$, 每个空气分子所占空间体积为 $V_0 = \frac{V}{N} = \frac{Mgh}{p_0 N_A}$, **C 错误**; 空气分子之间的平均距离为 $d = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{\frac{Mgh}{p_0 N_A}}$, **D 错误**.

- 6. D** 【解析】标准状况下体积为 V 的二氧化碳气体的质量 $m = \rho V$, 二氧化碳的分子数为 $n = \frac{m}{M} N_A$, 二氧化碳气体变成硬胶体后, 硬胶体的体积为 $V_0 = n \cdot \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3$, 解得 $V_0 = \frac{\pi\rho V D^3}{6M} N_A$,

突破点: 二氧化碳分子可近似看成直径为 D 的球体

故选 D.

方法总结 (1) 已知固体和液体(气体不适用)的摩尔体积

V_{mol} 和一个分子的体积 V_0 , 则 $N_A = \frac{V_{\text{mol}}}{V_0}$; 已知摩尔体积 V_{mol} 和 N_A , 亦可估算分子体积的大小.

(2) 已知物体(无论液体、固体还是气体均适用)的摩尔质量 M 和一个分子的质量 m_0 , 则 $N_A = \frac{M}{m_0}$; 已知摩尔质量 M 和 N_A 亦可估算分子的质量.

(3) 已知物体(无论液体、固体还是气体均适用)的体积 V 和摩尔体积 V_{mol} , 物体的质量 m 和密度 ρ , 阿伏伽德罗常量 N_A , 则物体含有的分子数 $n = \frac{V}{V_{\text{mol}}} N_A = \frac{m}{\rho V_{\text{mol}}} N_A$.

(4) 已知物体(无论液体、固体还是气体均适用)的质量 m 和摩尔质量 M , 阿伏伽德罗常量 N_A , 则物体含有的分子数 $n = \frac{m}{M} N_A$.

- 7. (1) 56 L (2) 3×10^{-9} m**

【解析】(1) 设安全气囊的容积为 V , 则有 $V = \frac{nM}{\rho} = \frac{3.4 \times 28 \times 10^{-3}}{1.7} \text{ m}^3 = 56 \text{ L}$.

- (2) 气囊中氮气分子的总个数为 $N = n N_A = 3.4 \times 6.0 \times 10^{23} \text{ 个} = 2.04 \times 10^{24} \text{ 个}$, 气体分子间距较大, 可以认为每个分子占据一个棱长为 r 的立方体, 则有 $r^3 = \frac{V}{N}$, 代入数据解得 $r = \sqrt[3]{\frac{V}{N}} =$

$$\sqrt[3]{\frac{56 \times 10^{-3}}{2.04 \times 10^{24}}} \text{ m} \approx 3 \times 10^{-9} \text{ m}.$$

易错点: 易忽略结果保留一位有效数字

方法总结 估算法是解答物理问题的一种常用方法, 不求精确求解, 但要求合理近似. 其特点为:

- (1) 建立必要的理想模型(如把分子看成球体或立方体);
- (2) 寻找估算依据, 建立估算式;
- (3) 对数值进行合理近似(如 $\pi \approx 3$, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 等).

第二节 分子热运动与分子力

刷基础

- 1. A** 【解析】气体、液体、固体之间都可以发生扩散现象, 故 **A 错误**; 扩散现象是由分子不停地做无规则运动产生的, 故 **B 正确**; 物体的温度越高, 分子的热运动就越剧烈, 扩散就越快, 故 **C 正确**; 不同的物质在相互接触时可以彼此进入对方的现象为扩散现象, 扩散现象说明分子间存在着间隙, 故 **D 正确**. 本题选说法错误的, 故选 A.

关键点拨 本题考查有关扩散现象的知识, 知道扩散现象是分子的无规则运动的结果以及扩散现象的剧烈程度与哪些因素有关即可解答本题.

- 2. AC** 【解析】题图甲中, 由于扩散现象, 二氧化氮气体会运动到上面的瓶中, 最终整体呈淡红棕色, **A 错误**; 题图乙中墨汁和水彼此进入对方, 通过对比知, 墨汁在温水中比在冷水中扩散得快, 说明扩散快慢与温度有关, **B 正确**; 扩散是不同种物质彼此进入对方的现象, 不仅存在于液体与液体、气体与液体、气体与气体之间, 同样也存在于固体与固体、气体与固体、液体与固体之间, **C 错误**; 题图丁说明扩散现象能在固体之间发生, **D 正确**. 本题选说法错误的, 故选 A、C.

教材变式 本题目由教材 P16 第 1 题演变而来. 均通过生活实例考查了扩散现象.

- 3. C** 【解析】花粉颗粒做布朗运动的轨迹是无规则的, 故 **A 错误**; 花粉颗粒越大, 布朗运动越不明显, 故 **B 错误**; 温度越高, 花粉颗粒做布朗运动越明显, 故 **C 正确**; 花粉颗粒做布朗运动是因为花粉颗粒周围水分子的热运动, 故 **D 错误**.

易错点: 布朗运动间接反映水分子无规则的热运动, 而不是花粉分子的热运动

注意说明 布朗运动是悬浮颗粒的无规则运动,不是分子的无规则运动,形成的原因是液体分子对悬浮颗粒的无规则撞击. 布朗运动的剧烈程度与悬浮颗粒的大小和液体的温度有关.

4. C **【解析】**炭粒在水中做布朗运动,两图是悬浮在水中的炭粒的运动位置连线的图片,并非炭粒的运动轨迹,A 错误;炭粒的运动是由于水分子在不停地做无规则运动,与炭粒发生碰撞,炭粒受力不平衡产生的运动,B 错误;若水温相同,水分子的热运动剧烈程度相同,炭粒越小,受力不平衡性越明显,布朗运动越显著,根据图像中炭粒的活动范围可知,题图乙中炭粒的运动更显著一些,则题图乙中炭粒的颗粒较小,C 正确;若炭粒大小相同,根据图中炭粒的活动范围可知,题图乙中炭粒的运动更显著一些,即题图乙中水分子的热运动较剧烈,D 错误.

教材变式 本题目由教材 P8 观察与思考演变而来. 教材是通过炭微粒每隔一定时间的位置去判断微粒运动是有规则的还是无规则的,本题延伸考查了对布朗运动的理解及布朗运动的影响因素.

关键点拨 解决布朗运动问题的关键点

- (1) 运动物体: 悬浮固体(或液体)小颗粒(显微镜下才可看到).
- (2) 产生原因: 是由固体(或液体)小颗粒周围的液体(或气体)分子的无规则运动的撞击不平衡性引起的.
- (3) 运动实质: 是液体(或气体)分子永不停息地做无规则运动的间接反映.

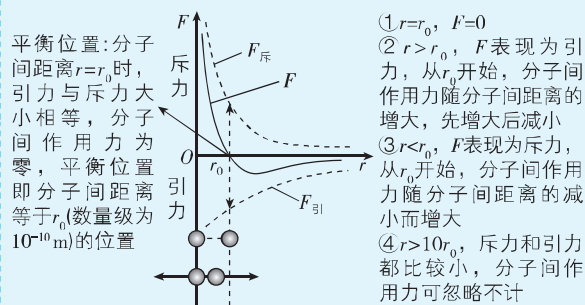
5. C **【解析】**布朗运动是悬浮在液体中的微小颗粒(而非液体分子本身)的无规则运动,故 A 错误;扩散现象的快慢不仅与温度有关,还与物质种类、浓度差等因素有关,故 B 错误;题图甲所示布朗运动是由于液体分子不停地撞击悬浮微粒所引起,故 C 正确;扩散现象的根本原因是分子不停地进行无规则热运动,而非分子间存在斥力,故 D 错误.

6. D **【解析】**PM_{2.5} 在空气中的运动是固体微粒的运动,不是分子的热运动,故 A 错误;若温度不变,PM_{2.5} 的直径越小,其受无规则运动气体分子的撞击不平衡性越明显,则其无规则运动越剧烈,故 B 错误;地面附近 PM_{2.5} 所处的环境与高空位置 PM_{2.5} 所处的环境在温度、空气密度、风力等方面都不同,所以地面附近 PM_{2.5} 的无规则运动不一定比在高空位置剧烈,故 C 错误;PM_{2.5} 受大量空气分子的无规则碰撞,并且受气流影响,从而形成不规则的运动轨迹,故 D 正确.

7. D

题图剖析

分子间作用力与分子间距离的关系



【解析】当 $r<r_0$ 时, 从 r_0 开始, 随着 r 的减小, 斥力、引力均增大, 合力表现为斥力且在增大, A、C 错误; 根据图像可知, 当 $r>r_0$ 时, 合力表现为引力, 从 r_0 开始, 随着 r 的增大, 斥力、引力均减小, 合力先增大后减小, B 错误, D 正确.

突破点: 分子力是引力和斥力的合力

关键点拨 要注意分子间的距离 $r=r_0$ 时, 引力和斥力都不为零且相互平衡, 无论 $r>r_0$ 还是 $r<r_0$, 引力和斥力都随分子间距离的增大而减小, 且斥力变化得快.

8. D **【解析】**分子间的引力和斥力同时存在, 但它们的大小与分子间的距离有关, 距离较大时表现为引力, 距离较小时表现为斥力; 两个接触面平滑的铅柱压紧后, 铅柱间分子引力大于斥力, 分子力表现为引力, 这个力与下面铅柱和钩码的重力平衡, 故下面的铅柱不脱落, 与万有引力及分子扩散无关, 故选 D.

教材变式 本题目由教材 P9 观察与思考演变而来. 教材和本题均考查了两段铅柱“粘”在一起的原因, 本题延伸考查了分子间作用力及相关概念的辨析.

9. AC **【解析】**在 $F-r$ 图像中, 在 $r=r_0$ 附近, 随着分子间距离的增大, 斥力比引力减小得快, 则 ab 为引力曲线, cd 为斥力曲线, 图中两曲线交点 e 对应 $r=r_0$, 即 e 点横坐标的数量级为 10^{-10} m, 此时分子间引力和斥力的合力为零, 但分子间引力和斥力同时存在, 综上所述可知 A、C 正确.

关键点拨 解答本题的关键是要知道分子间的作用力有斥力和引力, $r>r_0$, 分子力表现为引力, $r<r_0$, 分子力表现为斥力.

10. D **【解析】**分子在永不停息地做无规则运动, 0°C 的物体中的分子也不例外, 故 A 错误. 布朗运动是固体小颗粒受到不同方向的液体分子或气体分子无规则运动产生的撞击作用的不平衡性引起的, 间接证明了液体分子或气体分子永不停息地做无规则运动, 故 B 错误. 磁铁吸引铁屑是磁场力的

作用,不是分子间的引力作用,故 **C 错误**. 当分子间距离小于平衡距离时,分子力表现为斥力,距离增大,分子力减小;当分子间距离大于平衡距离时,分子力表现为引力,在一定范围内距离增大,分子力增大,超过该范围,距离增大,分子力减小,所以当分子间距离增大时,分子力不一定随之增大,故 **D 正确**.

刷易错

★易错点 混淆分子间作用力与速度变化间的关系

- 11. A** 【解析】由题意, $F < 0$ 时两分子之间表现为引力,乙分子从 a 到 c 的过程中,乙分子一直受引力的作用,引力与运动方向相同,分子间的作用力对乙一直做正功,则乙分子一直加速,到 c 点时速度最大,动量最大,故 **A 正确**, **B、C、D 错误**.

易错分析 本题需注意的是乙分子从 a 到 c 过程中力的变化并不代表速度的变化,力变小并不等于速度变小. 本题需明确受力情况,且需根据加速和减速运动的条件以及做功的定义,确定乙分子的运动情况和分子力对乙做功正负的情况.

第三节 气体分子运动的统计规律

刷基础

- 1. D** 【解析】分子永不停息地做无规则运动,与静置时间长短无关,故 **A 错误**;分子做无规则运动,速率有大有小,各个分子的动能也有大有小,而且在不断改变,故 **B、C 错误**;由于容器密闭,所以气体体积不变,则分子的密集程度保持不变,故 **D 正确**.
- 2. C** 【解析】随着温度的升高,氧气分子中速率大的分子所占的比例增大, **A 错误**;温度升高使得氧气分子的平均速率增大,不是每一个氧气分子的速率都增大, **B 错误**;同一温度下,中等速率的氧气分子数所占的比例较大,即氧气分子呈现“中间多、两头少”的分布规律, **C 正确**;温度升高后,氧气分子的平均速率变大, **D 错误**.

关键点拨 解答气体分子运动特点的问题时,关键是认识到单个或少量分子的运动是“个别行为”,具有不确定性. 气体分子的运动特点是对大量分子而言的,大量分子的运动是“集体行为”,遵循“中间多、两头少”的规律.

- 3. B** 【解析】温度越高,分子热运动越剧烈,速率大的分子所

占的比例越大,由题图可知,曲线 2 速率大的分子所占的比例比曲线 1 速率大的分子所占的比例大,故 $T_2 > T_1$, **A 错误**;曲线 1 和曲线 2 有一个交点,交点对应的速率区间的分子数占比相同, **B 正确**;气体分子速率分布规律曲线与横轴围成的面积均为 1,即曲线 1、曲线 2 以及将 T_1 、 T_2 温度下的氧气混合后对应的曲线与横轴围成的面积都为 1, **C 错误**;将 T_1 、 T_2 温度下的氧气混合后,混合气体的温度介于 T_1 和 T_2 之间,曲线的峰应介于曲线 1 和 2 之间,不可能为题图中的虚线, **D 错误**.

关键点拨 气体分子速率分布规律曲线的特点:(1)温度越高,速率大的分子所占比例越大;(2)中间多,两头少;(3)曲线与横轴围成的面积为 1;(4)高温气体分子曲线的峰对应的速率值大,百分比低.

- 4. C** 【解析】相同温度下的气体,其分子平均动能相等,故 **A 错误**;由题图可知,Ⅲ气体的分子平均速率最大,由于分子平均动能相等,所以Ⅲ气体分子的质量最小,故 **B 错误**, **C 正确**;曲线与 v 轴围成的面积表示各个速率区间内的分子数百分率之和,其和等于 100%,所以三条曲线与 v 轴围成的面积相等,故 **D 错误**.
- 5. C** 【解析】题图中曲线给出了任意速率区间的氧气分子数占总分子数的比例,但无法确定任意速率区间分子具体数目, **A 错误**;任意温度下分子速率分布呈现“中间多、两头少”的特点,速率越大的分子占比越小, **B 错误**;题图中实线分子速率较大的分子数占总分子数的百分比较大,分子平均动能较大,则实线对应氧气分子在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 时的情形, **C 正确**;由题图可知, $0 \sim 400\text{ m/s}$ 区间内, $100\text{ }^\circ\text{C}$ 对应的分子数占的比例小于 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 对应的分子数占的比例,因此 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 时氧气分子速率出现在 $0 \sim 400\text{ m/s}$ 区间内的分子数占总分子数的百分比较小, **D 错误**.

关键点拨 分子运动速率分布规律:在一定温度下,不管个别分子怎样运动,多数气体分子的速率都在某个数值附近,表现出“中间多、两头少”的分布规律. 当温度升高时,“中间多、两头少”的分布规律不变,气体分子的平均速率增大,分布曲线的峰向速率大的一方移动.

第二章 气体、液体和固体

第一节 气体实验定律(I)

刷基础

- 1. C** 【解析】对 B 气体分析可知 $p_B = p_0 + \rho gh_2 = (75 + 10)\text{ cmHg} = 85\text{ cmHg}$, 对 A 气体分析可知 $p_A = p_B - \rho gh_1 = (85 - 5)\text{ cmHg} =$

80 cmHg , **C 正确**.

关键点拨 在液体不流动时,连通的同一种液体(中间液体不间断且液体不流动时)的同一水平面的压强是相等的.