

1.1 物体是由大量分子组成的

【自主学习】

一. 物体是由大量分子组成的

在热学范围, 由于_____、_____或_____遵循相同的热运动规律, 因此在讨论热运动时, 统称宏观物体是由分子组成。

二. 分子的大小

除一些有机物质的大分子外, 多数分子大小的数量级为_____m。

三. 阿伏加德罗常数

1. 定义: 1mol 的任何物质都含有相同的分子数, 这个数量用_____表示, 值为_____, 通常取_____。

2. 意义: 把摩尔质量、摩尔体积这些宏观物理量与_____, _____等微观物理量联系起来。

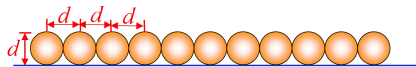
【重点剖析】

一. 分子的两种模型

1. 球模型: 在计算固体和液体分子大小时, 可把分子看成是一小球, 小球紧密排列在一起 (忽略小球间的空隙)。

分子体积 $V =$ _____

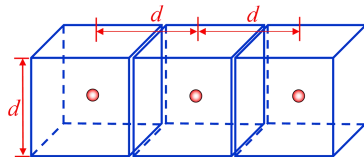
分子直径 $d =$ _____



2. 立方体模型: 在计算气体分子大小时, 把每个分子和其占有的空间当作一个小立方体, 气体分子位于每个立方体的中心, 这个小立方体的边长等于分子间的平均距离。

分子平均占有空间 $V =$ _____

分子间平均距离 $d =$ _____



二. 阿伏伽德罗常数

1. 宏观量: 物质的质量 m 、物质的摩尔质量 M 、物质的体积 V 、

物质的摩尔体积 V_{mol} 、物质的密度 ρ 、物质的摩尔数 n

2. 微观量: 单分子质量 m_0 、单分子体积 V_0 、分子的直径 d 、分子数 N

3. 宏观量与微观量的关系:

$m_0 =$ _____

$V_0 =$ _____

$N =$ _____

【典型例题】

例题 1. (多选) 阿伏加德罗常数是 N_A , 铜的摩尔质量为 M , 铜的密度是 ρ , 则下列说法中正确的是

A. 1m^3 铜所含原子数目是 $\frac{\rho N_A}{M}$

B. 1kg 铜所含原子数目是 ρN_A

C. 一个铜原子的质量是 $\frac{M}{N_A}$

D. 一个铜原子占有的体积为 $\frac{M}{\rho N_A}$

变式. (多选)若以 M 表示水的摩尔质量, V_m 表示在标准状况下水蒸气的摩尔体积, ρ 为标准状况下水蒸气的密度, N_A 为阿伏加德罗常数, m 、 V 分别表示每个水分子的质量和体积, 下面关系式不正确的有

A. $N_A = \frac{\rho V_m}{m}$

B. $\rho = \frac{M}{N_A V}$

C. $m = \frac{M}{N_A}$

D. $V = \frac{V_m}{N_A}$

例题 2. 已知水的摩尔质量 $M_A = 18 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$, 1 mol 水中含有 6×10^{23} 个水分子, 试估算水分子的直径。(结果保留一位有效数字)

变式. 钻石是首饰和高强度钻头、刻刀等工具中的主要材料, 设钻石的密度为 ρ (单位为 kg/m^3), 摩尔质量为 M (单位为 g/mol), 阿伏加德罗常数为 N_A . 求每个钻石分子的直径 d 。

例题 3. 据统计“酒驾”是造成交通事故的主要原因之一, 当司机呼出的气体中酒精含量达 $2.4 \times 10^{-4} \text{ g/L}$ 时, 酒精测试仪开始报警. 假设某司机呼出的气体刚好使酒精测试仪报警, 并假设成人一次呼出的气体体积约为 300 mL , 试求该司机一次呼出的气体中含有酒精分子的个数。(已知酒精分子的摩尔质量为 $46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

变式. 已知氧气分子的质量 $m = 5.3 \times 10^{-26} \text{ kg}$, 标准状况下氧气的密度 $\rho = 1.43 \text{ kg/m}^3$, 阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 求:

- (1) 氧气的摩尔质量;
- (2) 标准状况下氧气分子间的平均距离;
- (3) 标准状况下 1 cm^3 的氧气中含有的氧分子数。(保留两位有效数字)

1.1 物体是由大量分子组成的（作业）

知识点 1：物体是由大量分子组成的

- 关于分子，下列说法中正确的是
 - 分子看作小球是分子的简化模型，实际上分子的形状并不真的都是小球
 - 所有分子大小的数量级都是 10^{-10} m
 - “物体是由大量分子组成的”，其中“分子”只包含分子，不包括原子和离子
 - 分子的质量是很小的，其数量级一般为 10^{-10} kg
- 分子直径和分子的质量都很小，它们的数量级分别为
 - $d = 10^{-10} \text{ m}$, $m = 10^{-26} \text{ kg}$
 - $d = 10^{-10} \text{ cm}$, $m = 10^{-26} \text{ kg}$
 - $d = 10^{-10} \text{ m}$, $m = 10^{-26} \text{ g}$
 - $d = 10^{-8} \text{ m}$, $m = 10^{-26} \text{ kg}$
- (多选)关于组成物体的分子，下列说法中不正确的是
 - 分子是球形的，就像我们平时的乒乓球有弹性，只不过分子非常非常小
 - 所有分子的直径都相同
 - 不同分子的直径一般不同，但数量级基本一致
 - 测定分子大小的方法只有油膜法一种方法
 - 测定分子大小的方法有多种

知识点 2：阿伏伽德罗常数

- 从下列哪一组数据可以算出阿伏伽德罗常数
 - 水的密度和水的摩尔质量
 - 水的摩尔质量和水分子的体积
 - 水分子的体积和水分子的质量
 - 水分子的质量和水的摩尔质量
- (多选)某气体的摩尔质量为 M ，分子质量为 m 。若 1 摩尔该气体的体积为 V_m ，密度为 ρ ，则该气体单位体积分子数为(阿伏伽德罗常数为 N_A)
 - $\frac{N_A}{V_m}$
 - $\frac{M}{mV_m}$
 - $\frac{\rho N_A}{M}$
 - $\frac{\rho N_A}{m}$
- 英国《星期日泰晤士报》报道，英国多座教堂正利用名为“聪明水纳米技术”对抗在教堂屋顶偷盗金属饰品的“飞贼”。“聪明水”在特殊的紫外线仪器下可见，在教堂顶部涂抹“聪明水”就好比给教堂屋顶涂上一层“纳米油漆”，警方借助这层肉眼看不见的油漆，将“飞贼”捕获。若已知 n 滴“纳米水”的总体积为 V ，每滴形成的单分子膜面积为 S ，这种“纳米水”的摩尔质量为 μ ，密度为 ρ ，则每个纳米水分子的直径 d 和阿伏伽德罗常数 N_A 分别为
 - $d = \frac{V}{S}$, $N_A = \frac{6\mu n^3 S^3}{\pi \rho V^3}$
 - $d = \frac{V}{nS}$, $N_A = \frac{\mu n}{\rho V}$
 - $d = \frac{V}{nS}$, $N_A = \frac{6\mu n^3 S^3}{\pi \rho V^3}$
 - $d = \frac{V}{S}$, $N_A = \frac{\mu n}{\rho V}$

7. (多选)已知某气体的摩尔体积为 22.4 L/mol ，摩尔质量为 18 g/mol ，阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，由以上数据可以估算出这种气体

- A. 每个分子的质量
- B. 每个分子的体积
- C. 每个分子占据的空间
- D. 分子之间的平均距离

8. 根据下列各组物理量，可以估算出气体分子间的平均距离的是

- A. 阿伏加德罗常数，该气体的摩尔质量和质量
- B. 阿伏加德罗常数，该气体的质量和体积
- C. 阿伏加德罗常数，该气体的摩尔质量和密度
- D. 该气体的密度、体积和摩尔质量

9. 已知水银的摩尔质量为 M ，密度为 ρ ，阿伏加德罗常数为 N_A ，则水银分子的直径是多少？

10. 1 cm^3 的水和标准状态下 1 cm^3 的水蒸气中各有多少个水分子？在上述两种状态下，相邻两个水分子之间的距离各是多少？（已知：水的摩尔质量为 18 g/mol ，水的密度为 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）