# 第十章 分子动理论

## 第一节 分子的大小

1．将体积为 1.2×10−3 cm3 的某种油剂滴在平静的水面上，形成面积为 3 m2 的单分子油膜。则该油剂的分子直径为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m，1 mol 该油剂的体积约为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_m3。

2．某种油剂的密度为 0.8×103 kg/m3。取该油剂 1.08 g，将其滴在水面上，最后形成的油膜的最大面积约为（ ）

A．10−10 m2 B．104 m2 C．108 m2 D．1010 m2



3．如图 10 – 1 所示，杯中装有一定量的纯水，杯中水的质量为 *m*、体积为 *V*，水分子总数为 *N*。已知水的摩尔质量为 *M*、摩尔体积为 *V*m，阿伏加德罗常数为 *N*A。

（1）写出计算 1 个水分子质量 *m*0 的表达式（两种）。

（2）写出计算该杯水中所含物质的量的表达式（三种）。

4．如果用 *M* 表示某液体的摩尔质量、*ρ* 表示其密度、*V*m 表示其摩尔体积、*m*0 表示其 1 个分子的质量，*N*A 为阿伏加德罗常数，则下列关系中不正确的是（ ）。

A．*m*0 = *ρV*m B．*M* = *ρV*m

C．*M* = *m*0*N*A D．*m*0 = *ρ*

5．在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中：

（1）有如下一些操作或要求，请分别说明它们的目的。

|  |  |
| --- | --- |
| 操作或要求 | 目的 |
| 用注射器将配置好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下 1 mL 油酸酒精溶液的滴数 |  |
| 待浅水盘内的水静止后，将痱子粉均匀地洒在水面上 |  |
| 将刻有方格的透明板放在浅水盘上，用水彩笔描油膜形状时注意视线要与板面垂直 |  |

（2）所用的油酸酒精溶液的浓度为：每 1 000 mL 溶液中有纯油酸 2 mL。现用注射器测得 200 滴上述溶液体积为 1 ml。，把1滴该溶液滴入浅水盘内，让油膜在水面上尽可能散开，测得油酸薄膜的轮廓形状如图 10 – 2 所示。图中每个正方形格子的边长为 1 cm，试求：

① 油酸薄膜的面积约为\_\_\_\_\_\_\_cm2；

② 实验测得油酸分子的直径约为\_\_\_\_\_\_\_m。

### 参考解答

1．4×10−10，2×10−5

把油膜视为柱体，根据 *d* = 即可求得该油剂分子直径；根据球体积的公式可求出一个分子的体积，又已知 1 mol 该油剂含 6.02×1023 个分子，即可求出总体积。

2．B

油膜面积最大时即为单分子层油膜。已知质量和密度可求出该油剂的体积，取该油剂分子直径约为 10−10 m，即可估算油膜最大面积。

3．（1）*m*0 = =

（2）这杯水中所含物质的量 *n* = = =

4．A

同种物质，同一部分的质量和体积的比为该物质的密度。A 选项中 *m*0 是一个分子的质量，而 *V*m 是 1 mol 分子的体积，所以错误。

5．（1）见下表

|  |  |
| --- | --- |
| 操作或要求 | 目的 |
| 用注射器将配置好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒中，记下 1 mL 油酸酒精溶液的滴数 | 通过测量 1 mL 溶液对应的滴数，可以求出一滴溶液的体积 |
| 待浅水盘内的水静止后，将痱子粉均匀地洒在水面上 | 清晰显示油膜的轮廓，并使油膜汇拢成连续的一片 |
| 刻有方格的透明板放在浅水盘上，用水彩笔描油膜形状时注意视线要与板面垂直 | 尽可能准确地描绘出油膜的轮廓 |

（2）① 102 ②10−9

每格 1 cm2 的油膜所占正方形格子数约为 102 格，可得油膜面积约为 102 cm2；*V* = ×1×10−6×m3 = 10−11 m3，*d* = ≈ 10−9 m

## 第二节 分子的运动 分子间的相互作用

1．宏观现象中\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_可以证明组成物质的分子在做永不停息的无规则运动，分子的这种运动叫做\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2．关于布朗运动，下列说法正确的是（ ）。

A．布朗运动是在显微镜中看到的液体分子的无规则运动

B．布朗运动是液体分子无规则运动的间接反映

C．悬浮在液体中的颗粒越小，被液体分子撞击的概率就越小，因此运动越不明显

D．液体温度越高，布朗运动越显著

3．空气中 PM2.5 颗粒物悬浮在空中做无规则运动，很难自然沉降到地面。下列说法不正确的是（ ）。

A．气温越高，PM2.5 运动越剧烈

B．PM2.5 在空气中的运动属于布朗运动

C．PM2.5 在空气中的运动就是分子的热运动

D．倡导低碳生活有利于减小 PM2.5 在空气中的浓度

4．若分子间距离为 *r*0 时，分子间的引力和斥力大小相等。当分子间距离 *r* > *r*0 时，（ ）。

A．分子间只有引力

B．距离越大，分子间的作用力越大

C．随着距离增大，分子间的引力增大．斥力减小

D．随着距离增大，分子间的引力、斥力均减小

5．两分子间的距离由很远（*r* > 10 −9 m）变到很难再靠近的过程中，分子间作用力的大小将（ ）。

A．先减小后增大

B．先增大后减小

C．先增大后减小再增大

D．先减小后增大再减小

6．如图 10 – 3 所示，用细线将一块玻璃板水平地悬挂在弹簧测力计下端，并使玻璃板沉入盛水容器底部。用弹簧测力计缓慢提起玻璃板，玻璃板从容器底部逐渐上升到水面上方某一位置。在玻璃板上升过程中，关于弹簧测力计示数的变化，下列判断正确的是（ ）。

A．一直大于玻璃板的重力，离开水面后最大

B．一直小于玻璃板的重力，离开水面后最小

C．先小于玻璃板的重力，再大于玻璃板的重力，最后等于玻璃板的重力

D．先大于玻璃板的重力，再小于玻璃板的重力，最后等于玻璃板的重力

7．请写出下列宏观现象的主要微观原因。

|  |  |
| --- | --- |
| 宏观现象 | 主要微观原因 |
| 水很难被压缩 |  |
| 气体总是很容易充满容器 |  |
| 用力拉铁棒的两端，铁棒没有断 |  |
| 将光滑的铅块与铁块紧压在一起，几年后把它们分开，发现铅块中含有铁、铁块中含有铅 |  |
| 酒精和水混合后的总体积小于原来酒精和水的体积之和 |  |
| 白砂糖在热水中溶解得更快 |  |

### 参考解答

1．扩散现象，布朗运动，热运动

2．BD

分子直径在 10−10 m 左右，在普通显微镜下看不到液体分子及其运动，所以 A 错误。液体分子无规则运动，使悬浮在液体中的颗粒在某时刻受到的撞击不平衡而改变运动状态。撞击的无规则导致颗粒运动的无规则，因此颗粒的无规则运动反映了液体分子在做无规则运动。温度越高，液体分子运动越剧烈，对颗粒的撞击也越剧烈，布朗运动就越显著，所以 B、D 正确。颗粒越小，某时刻与它撞击的液体分子数越少，撞击作用的不平衡性就越明显，同时，质量越小的颗粒的运动状态越易被改变，运动越明显，所以 C 错误。

3．C

PM2.5 受空气分子撞击而运动，属于布朗运动；气温越高，空气分子运动越剧烈，导致 PM2.5 运动越剧烈，所以 A、B 正确，C 不正确。低碳生活可以减少化石燃料的燃烧，减少 PM2.5 的释放，所以 D 正确.

4．D

当分子间距离 *r* > *r*0 时，随着距离增大，分子间引力、斥力都减小，但斥力减小得更快，它们的合力即分子间作用力先增大后减小。因此只有 D 正确。

5．C

根据教材图 10 – 13，在两分子间的距离由很远（r > 10−9 m）变到很难再靠近的过程中，分子间作用力的大小先增大后减小，在平衡位置时，作用力为零，之后随着距离减小再增大。所以 C 正确。

6．C

玻璃板在水面下受到重力、拉力和浮力的作用，弹簧测力计示数小于重力；玻璃板完全出水面后，受到重力和拉力作用，弹簧测力计示数等于重力；在玻璃板离开水面的较短时间里，由于水分子对玻璃板下表面分子的吸引力，使得弹簧测力计示数大干重力。所以 C 正确。

7．见下表

|  |  |
| --- | --- |
| 宏观现象 | 主要微观原因 |
| 水很难被压缩 | 分子间存在斥力 |
| 气体总是很容易充满容器 | 分子在做无规则运动；分子间作用力小 |
| 用力拉铁棒的两端，铁棒没有断 | 分子间存在引力 |
| 将光滑的铅块与铁块紧压在一起，几年后把它们分开，发现铅块中含有铁、铁块中含有铅 | 分子在做无规则运动 |
| 酒精和水混合后的总体积小于原来酒精和水的体积之和 | 分子间存在间隙 |
| 白砂糖在热水中溶解得更快 | 温度越高，分子热运动越剧烈 |

## 第三节 分子运动速率分布的统计规律

1．如图 10 – 4 所示，用伽尔顿板演示统计规律时，让大量小球从上方漏斗形入口落下。重复多次实验后发现（ ）。

A．某个小球落在哪个槽是有规律的

B．大量小球在槽内的分布是随机的

C．大量小球落入槽内后均匀分布在各槽中

D．越接近漏斗形入口处的槽内，小球聚集越多

2．关于分子运动，下列叙述正确的是（ ）。

A．分子的运动是无规则的，因此分子的速率分布也是无规律的

B．大量分子的速率分布是有规律的，并且符合某种统计规律

C．同一个分子的速率时大时小

D．分子的速率通常是各不相同的

3．分子在做无规则的热运动，对某一特定的分子来说，它具有多大的速率完全是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_的，与温度没有一定的关系，但对组成物质的大量分子来说，分子速率的分布遵循一定的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_规律：大多数分子的速率在某一数值附近，呈现“中间多，两头少”的现象；而且随着温度的升高，速率的分布范围\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

4．图 10 – 5 为某种气体在不同温度下的分子速率分布曲线，曲线 Ⅰ 和 Ⅱ 对应的温度分别为 *T*Ⅰ 和 *T*Ⅱ，所对应的气体分子平均速率分别为 *v*1 和 *v*2，则（ ）。

*f*(*v*)

*v*

*O*

I

II

A．*T*Ⅰ > *T*Ⅱ，*v*1 > *v*2

B．*T*Ⅰ > *T*Ⅱ，*v*1 < *v*2

C．*T*Ⅰ < *T*Ⅱ，*v*1 > *v*2

D．*T*Ⅰ < *T*Ⅱ，*v*1 < *v*2

### 参考解答

1．D

“伽尔顿板”实验显示的规律是：单个小球落在哪个槽内是随机的，大量小球在槽内的分布是有规律的，越接近漏斗入口处的槽内小球聚集越多。所以 D 正确。

2．BCD

大量分子组成的系统中，个别分子的运动无规律可言，每个分子的运动也都不相同，但大量分子的热运动符合一定的统计规律。因此 B、C、D 正确。

3．随机，统计，增大

4．D

由图像可看出曲线 Ⅱ 对应的分子速率分布广，由此可确定曲线 Ⅱ 对应的温度高，温度越高，分子的平均速率越大，所以 D 正确。