黄冈精典讲练
高二物理
上册

需要全本请访问 www.ertongbook.

第十一章　分子热运动　能量守恒

11.1　物体是由大量分子组成的

学法导引

分子是我们肉眼不能直接看到的,是一个抽象概念.掌握好分子概念必须抓住三个方面:第一,要以实验作为突破口在头脑中建立分子大小数量级的印象;第二,要运用理想化方法,建立不同情况下物质分子的模型;第三,要紧紧抓住阿伏伽德罗常数,它是连接宏观世界与微观世界的桥梁,是本节、本章的重要知识点,是解决好本章计算问题的关键.

知识要点精讲

1. 单分子油膜法

将分子看作小球,可粗略测定分子的大小.如将一滴油酸滴到水面上,油酸在水面上散开形成单分子油膜,该单分子油膜的厚度就可认为等于油酸分子的直径.这种粗略的测定方法称为油膜法.

2. 重要概念

分子:是具有各种物质化学性质的最小微粒.

阿伏加德罗常数:1 摩尔任何物质都含有 6.02×10^{23} 个微粒.

3. 重要结论:

分子:直径的数量级为 10^{-10} m,质量的数量级为 10^{-27} kg,对于固体、液体可认为分子一个挨一个紧密排列,分子的体积之和就等于物体的体积;对于气体,分子间的距离的数量级约为分子直径数量级的 10 倍,分子本身的体积跟分子之间间隙的体积相比是极小的,不能假设气体分子也是紧密排列的.

宏观量与微观量的关系式为:

①分子质量：$m=\frac{M_0}{N_A}=\frac{\rho V_m}{N_A}$

②分子的体积：$V_n=\frac{V_m}{N_A}=\frac{M_0}{\rho N_A}$

③分子的直径：球体模型 $d=\sqrt[3]{\frac{6V_r}{\pi}}=\sqrt[3]{\frac{6V_m}{\pi N_A}}$

立方体模型 $d=\sqrt[3]{V_n}=\sqrt[3]{\frac{V_m}{N_A}}$

④物质所含的分子数：$n=\frac{M}{M_0}N_A=\frac{VN_A}{V_m}=\frac{\rho VN_A}{M_0}=\frac{MN_A}{\rho V_m}$

上式中 M_0 为摩尔质量，ρ 为物质密度，V_m 为摩尔体积，V_n 为单个分子体积，M 为物体的质量，V 为物体的体积.

思维整合

【重点】 本节的重点是理解物质是由大量分子组成的，分子数目巨大，分子直径很小以及单分子油膜法测定分子大小的原理.

【难点】 本节难点有两个方面：一是分子模型的建立，二是有关阿伏伽德罗常数的一些估算问题.

【易错点】 在处理分子体积时，易将固体、液体的分子模型与气体的分子模型混为一谈；在估算时易将单位弄错.

精典例题再现

【解析重点】

例1 将 $1cm^3$ 的油酸溶于酒精，制成 $200cm^3$ 的油酸酒精溶液，已知 $1cm^3$ 的油酸酒精溶液中有 50 滴，现将一滴油酸酒精滴到水面上，随着酒精深于水，油酸在水面上形成一单分子薄层，已测出这一薄层面为 $0.2cm^2$，由此可估测油酸分子的直径约为多少？

[解析] 1. 油酸酒精溶液滴在水面后，酒精很快溶于水，水面上形成的单层油酸分子膜.

2. 将分子模型处理为球体，单分子油膜厚度等于分子直径.

设一滴油酸酒精溶液中油酸的体积为 V_0，则有 $\frac{200cm^3}{1cm^3}=\frac{\frac{1}{50}cm^3}{V_0}$

所以 $V_0=10^{-4}cm^3$.

设油酸分子直径为 d，则有 $d\times 0.2=10^{-4}\times 10^{-6}m$ 有：$d=5\times 10^{-10}m$.

点拨 本节重点是认识物质是由大量分子组成的,我们可以通过单分子油膜实验法来理解,形成一个数量级概念.单分子油膜实验法是认为油分子一个挨一个紧密排列的.通过计算后就知道分子直径很小,而组成物质的分子数目相应就巨大.

想一想 单分子油膜实验有什么具体要求?怎样才能使实验成功?

【剖析难点】

例 2 黄金的密度为 $19.3\times10^{3}\,\mathrm{kg/m^{3}}$,摩尔质量为 $197\times10^{-3}\,\mathrm{kg}$,求:

(1)金分子质量;(2)金分子体积;(3)金分子直径.

[解析] 运用阿伏伽德罗常数将物质的摩尔质量与分子质量、物质的摩尔体积与分子体积联系起来进行运算.在研究固体分子时,应将其处理为球形模型.有

金分子的质量为:

$$m=\frac{M_0}{N_A}=\frac{197\times10^{-3}\,\mathrm{kg}}{6.02\times10^{23}}=3.27\times10^{-25}\,\mathrm{kg}$$

黄金的摩尔体积为:$V_0=\dfrac{M_0}{\rho}$

由于固体分子之间紧密排列、分子之间空隙忽略不计.可以认为分子体积与分子平均体积相等.

黄金分子体积为:$V=\dfrac{V_0}{N_A}=\dfrac{M_0}{N_A\cdot\rho}=\dfrac{197\times10^{-3}}{6.02\times10^{23}\times19.3\times10^{3}}\,\mathrm{m^{3}}=1.70\times10^{-29}\,\mathrm{m^{3}}$

设黄金分子为球形,其直径为 d,则

$$V=\frac{1}{6}\pi d^{3}$$

$$d=\sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}}=3.18\times10^{-10}\,\mathrm{m}$$

想一想 若金分子一个挨一个排列,1cm 长度上可排多少个金分子?这说明了什么?

【点击易错点】

例 3 已知铜的密度为 $8.9\times10^{3}\,\mathrm{kg/m^{3}}$,原子量为 64,通过估算可知铜中每个铜原子所占的体积为:

A. $7\times10^{-6}\,\mathrm{m^{3}}$　　B. $1\times10^{-29}\,\mathrm{m^{3}}$　　C. $1\times10^{-26}\,\mathrm{m^{3}}$　　D. $8\times10^{-24}\,\mathrm{m^{3}}$

[错解] 铜的摩尔体积 $V=M/\rho=64/8.9\times10^{3}$,每个铜原子所占的体积 $V_1=\dfrac{V}{N}$

$=\dfrac{64}{8.9\times10^{3}\times6.0\times10^{23}}\,\mathrm{m^{3}}\approx1\times10^{-26}\,\mathrm{m}$ 故选 C.

[错解分析] 铜的原子量为 64，意思是 1mol 的铜质量是 $64\times10^{-3}\,\mathrm{kg}$.

[正解] 铜的摩尔体积 $V=\frac{M}{\rho}=\frac{64\times10^{-3}}{8.9\times10^{-3}}\,\mathrm{m^3}$，每个铜原子所占的体积为 $V_1=\frac{V}{N}$

$=\frac{64\times10^{3}}{8.9\times10^{-3}\times6.0\times10^{23}}\,\mathrm{m^3}\approx1\times10^{-29}\,\mathrm{m^3}$.

故正确选项应为 B.

想一想 每个铜原子直径的数量级是多少？

能力升级平台

【综合能力升级】

本节知识经常与数学中的面积、体积以及化学知识综合在一起，要注意基本公式的运用以及分子模型的选取，单位换算也应注意.

例 4 水的相对分子质量是 18，水的密度 $\rho=1.0\times10^{3}\,\mathrm{kg/m^3}$，阿伏加德罗常数 $N_A=6.02\times10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$，则①水的摩尔质量 $M=$_____ g/mol，②水的摩尔体积 $V=$_____ $\mathrm{m^3/mol}$，③一个水分子的质量 m = _____ kg，④一个水分子的体积 $V'=$_____ $\mathrm{m^3}$，⑤将水分子看做是个球体，水分子的直径 $d=$_____ m. 一般分子直径的数量级都是_____ m.

[解析] ①某种物质的摩尔质量用‘g/mol’做单位时，其数值与该物质的相对分子质量相同，所以水的摩尔质量 $M=18\mathrm{g/mol}$. 如果摩尔质量用国际单位制的单位‘kg/mol’，就要换算成 $M=18\times10^{-3}\,\mathrm{kg/mol}$.

②水的摩尔体积：

$V=\frac{M}{\rho}=\frac{1.8\times10^{-3}}{1.0\times10^{3}}\,\mathrm{m^3/mol}=1.8\times10^{-5}\,\mathrm{m^3/mol}$.

③一个水分子质量为：

$\mathrm{m}=\frac{18\times10^{-3}}{6.02\times10^{23}}\,\mathrm{kg}=2.99\times10^{-26}\,\mathrm{kg}$.

④一个水分子的体积：

$V'=\frac{V}{N_A}=\frac{18\times10^{-5}}{6.02\times10^{23}}\,\mathrm{m^3}=3\times10^{-29}\,\mathrm{m^3}$.

⑤将水分子视为理想球体就有：$\frac{\pi}{6}d^3=V'$

水分子直径 $d^3=\frac{6V'}{\pi}$ $d=\sqrt[3]{\frac{6V'}{\pi}}=\sqrt[3]{\frac{6\times3\times10^{-29}}{3.14}}\,\mathrm{m}=3.9\times10^{-10}\,\mathrm{m}$.

这里‘10^{-10}’称为数量级，一般分子直径的数量级就是这个值.

上述解答过程中展示了 6 种基本关系，对这 6 种基本关系都去死记硬背还是困难的. 只要体会列式间的内在联系，理解了为什么是这种关系时，就记牢了.

精英上课系列 www.cfeongbook.

【应用创新能力升级】

本节知识经常与化学知识、日常生活知识联系在一起创新运用于化学之中,应用于日常生活实际之中.要注意建立适当的分子模型,要提高空间想象能力和逻辑分析能力,将现实问题转化成物理问题.

例5 如图 11-1-1 所示,食盐的晶体是由钠离子和氯离子组成的.这两种离子在空间中三个相互垂直的方向上,都是等距离交错排列的,已知食盐的摩尔质量是 58.5g/mol,食盐的密度是 2.2g/cm^3,阿伏加德罗常数为 6.0×10^{23} 1/mol,在食盐晶体中两个距离最近的钠离子中心间的距离的数值最接近_____ m.

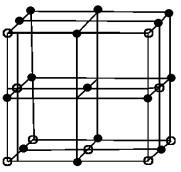


图 11-1-1

[解析] 解答此题时应从以下两个方面来考虑:①将实际问题的情景与分子模型联系起来,在食盐的晶体中,平均每个离子占有的空间为立方体,立方体边长与相邻的两个最近距离的离子间距离相等;②食盐晶体的体积等于各离子平均占有的空间体积之和.食盐晶体的体积可由宏观量(摩尔质量、密度)求解,每个离子占有空间体积可由微观量(两个距离最近的相邻离子间距离)来求解.

解:设摩尔质量为 M,密度为 ρ.则摩尔体积

$$V=\frac{M}{\rho}$$

每个分子占有的体积为

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

每个钠离子占有的体积为

$$V'=\frac{V}{2}=\frac{M}{2\rho N_A}$$

相邻钠离子与氯离子间距离为

$$d_1=\sqrt[3]{V'}=\sqrt[3]{\frac{M}{2\rho N_A}}$$

则相邻钠离子间距离为

$$d=\sqrt{2}\,d_1=\sqrt{2}\sqrt[3]{\frac{M}{2\rho N_A}}=\sqrt{2}\sqrt[3]{\frac{58.5}{2.2\times2\times6\times10^{23}}}\ \text{cm}=3.97\times10^{-8}\ \text{cm}$$

想一想 如果利用晶胞概念,本题如何求解?

高考热点点拨

在高考中,本节知识为 A 级要求,对本节的命题多集中在分子大小和个数的估算,题型一般为选择题、填空题.

例6 (2003,杭州模型)只要知道下列哪一组物理量,就可以估算出气体中分子的平均距离 ( )

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、该气体的摩尔质量和密度

C. 阿伏加德罗常数、该气体的摩尔质量和体积

D. 该气体的密度、体积和摩尔质量

[解析] 阿伏加德罗常数是宏观量与微观量联系的桥梁,气体分子的体积是微观量,要通过宏观量求微观量,必须通过阿伏加德罗常数,故 D 错. 气体的摩尔体积 = $\frac{\text{摩尔质量}}{\text{密度}}$,一个气体分子所占有的空间 = $\frac{\text{气体的摩尔体积}}{\text{阿伏加德罗常数}}$,气体分子间的平均距离的立方近似等于一个气体分子所占的格数. 所以只有 B 正确.

综上所述,B 选项正确.

想一想 气体的分子模型是怎样的?分子间距与分子个数与体积关系如何?

教材跟踪训练

A 卷

1. 某物质的密度为 ρ,其摩尔质量为 μ,阿伏伽德罗常数为 N_A,那么单位体积内该物质所含的分子数是 ( )

A. $\frac{N_A}{\rho}$ B. $\frac{N_A}{\mu}$ C. $\frac{\mu N_A}{\rho}$ D. $\frac{\rho N_A}{\mu}$

2. 用油膜法测出油分子直径后,如果要测量阿伏伽德罗常数,只需知道油滴的 ( )

A. 摩尔质量 B. 摩尔体积 C. 体积 D. 密度

3. 某种油剂的密度为 $8\times10^2\ \text{kg/m}^3$,取这种油剂 0.8g,滴在水面上最后形成的油膜的最大面积约为 ( )

A. $10^{-10}\ \text{m}^2$ B. 10m^2 C. $10^4\ \text{m}^2$ D. $10^{10}\ \text{m}^2$

4. 关于分子的质量下列说法中正确的是 ( )

A. 质量相同的任何物质,其分子的质量一定相同

B. 摩尔数相同的物质,分子的质量一定相同

C. 分子的质量之比一定等于它们的摩尔质量之比

D. 密度大的物质,分子的质量一定大

5. 某液体的摩尔质量为 M,密度为 ρ,阿伏伽德罗常数为 N_A,设液体分子为一球体,分子间隙忽略不计,则液体分子直径为 ( )

A. $\sqrt[3]{\frac{6M}{\pi\rho N_A}}$　　B. $\sqrt[3]{\frac{6N_AM}{\pi\rho}}$　　C. $\sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho N_A}}$　　D. $\sqrt[3]{\frac{3N_AM}{4\rho}}$

6. 用下列哪一组数据可以算出阿伏加德罗常数 (　　)
   A. 水的密度和水的摩尔质量　　B. 水的摩尔质量和水分子的体积
   C. 水分子的体积和水分子的质量　　D. 水分子的质量和水的摩尔质量
7. 下面关于分子数量的说法中,正确的是 (　　)
   A. 1 克氢气和 1 克氧气中含有的分子数相同,都是 6.02×10^{23} 个
   B. 体积相等的固体和液体相比,固体中的分子数较多
   C. 无论是什么物质,只要它们分子的摩尔数相同,就含有相同的分子数
   D. 无论什么物质,只要它们的体积相同,就含有相同的分子数
8. 关于分子质量,下列说法中正确的是 (　　)
   A. 质量相同的任何物质,分子数都相同
   B. 摩尔质量相同的物体,分子质量一定相同
   C. 分子质量之比一定等于它们的摩尔质量之比
   D. 密度大的物质,分子质量一定大
9. 银导线的横截面积 $S=4\text{mm}^2$,通过电流强度为 $I=2\text{A}$ 的电流.已知银的密度 $\rho=10.5\times10^3\text{kg/m}^3$,摩尔质量为 $M=108\text{g/mol}$,阿伏伽德罗常数 $N_A=6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}$.若每个银原子可提供一个自由电子,则银导线每单位长度上的自由电子数为_____个/m(结果要求保留一位有效数字).
10. 已知水的密度为 $1.0\times10^3\text{kg/m}^3$,摩尔质量为 $18\times10^{-3}\text{kg/mol}$,求:
    (1)水分子质量;
    (2)水分子体积;
    (3)水分子直径.
11. 一滴露珠的体积是 $9\times10^{-4}\text{cm}^3$,如果放在开口容器中,每分钟能跑出分子个数是 7.5×10^{18} 个,需要多少分钟跑完?
12. 长 10m,宽 9m,高 3m 的一间空房.在标准状况下,房内空气的质量是多少?空气分子个数是多少?(已知空气的摩尔质量为 $2.9\times10^{-2}\text{kg/mol}$,阿伏加德罗常数为 $6\times10^{23}\text{1/mol}$)

B 卷

综合题

1. 在测定分子大小的油膜实验中,下面的假设与该实验无关的是 (　　)
   A. 油膜中分子沿长度方向排列
   B. 油膜为单层分子且都是球形
   C. 油膜的体积等于分子体积之和
   D. 分子是一个挨一个排列,间隙可忽略不计
2. 已知某种物体的密度为 ρ,摩尔质量为 μ,阿伏伽德罗常数为 N_A,那么单位质量

中所含的分子数和单位体积中所含的分子数分别为 ( )

A. $\frac{N_A}{\mu}$，$\frac{\rho N_A}{\mu}$　　B. $\frac{N_A}{\mu}$，$\frac{N_A\mu}{\rho}$　　C. $\frac{\rho N_A}{\mu}$，$\frac{N_A}{\rho}$　　D. $\frac{N_A}{\rho}$，$\frac{\rho N_A}{\mu}$

3. 在标准状况下，水蒸气分子的间距约是水分子直径的 ( )

A. K 倍　　B. 10 倍　　C. 100 倍　　D. 1000 倍

4. 在标准状况下，$1cm^3$ 的氧气中含有氧分子个数的数量级是 ( )

A. 10^{16}　　B. 10^{18}　　C. 10^{19}　　D. 10^{21}

5. 把 1 克食盐溶入容有 $1\times10^{10}m^3$ 水的水库中，并均匀分布，则 $1cm^3$ 的水中有多少个食盐分子？

6. 已知空气的摩尔质量是 $M=29\times10^{-3}kg/mol$，则空气中气体分子的平均质量是多少？成年人做一次深呼吸，约吸入 $450cm^3$ 的空气，则做一次深呼吸吸入空气的质量是多少？所吸入的气体分子数大约是多少个？

应用创新题

7. 用长度放大 600 倍的显微镜观察某小颗粒，其体积为 $0.1\times10^{-9}m^3$. 该颗粒的密度为 $2.25\times10^3kg/m^3$，摩尔质量为 $1.2\times10^{-2}kg/mol$，阿伏加德罗常数为 $6\times10^{23}1/mol$，则该小颗粒含有的分子数约为_____.

8. 油酸酒精溶液的浓度为每 1000mL 油酸酒精溶液中有油酸 0.6mL，用滴管向量筒内滴 50 滴上述溶液，量筒中的溶液体积增加 1mL. 若把一滴这样的溶液滴入盛水的浅盘中，由于酒精溶于水，油酸在水面展开，稳定后形成单分子油膜的形状如图 11－1－2 所示.

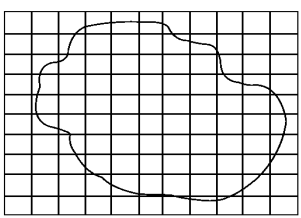


图 11－1－2

(1)若每一小方格的边长为 30mm，则油酸薄膜的面积约为_____ m^2；

(2)每一滴酒精油酸溶液含有纯油酸的体积为_____ m^3；

(3)根据上述数据，估算出油酸分子的直径为_____ m.

9. 冰的密度为 $0.9\times10^3kg/m^3$，水的摩尔质量为 $18\times10^{-3}kg/mol$，阿伏加德罗常数取 $6.02\times10^{23}mol^{-1}$，则 $1cm^3$ 的冰中分子个数为_____.

10. 已知地球的表面积为 S，空气的平均摩尔质量为 M，阿伏加德罗常数为 N_A，大气压为 P_0，则地球周围大气层的空气分子数为_____.

高考精题回眸

11. (2003，唐山模拟)油酸的分子式为 $C_{17}H_{33}COOH$，它的一个分子可以看成由两部分组成：一部分是 $C_{17}H_{33}$，另一部分是 $COOH$，$COOH$ 对水有很强的亲合力. 当把一滴用酒精稀释过的油酸滴在水面上时，油酸就在水面上散开，其中的酒精溶于水中，并很快挥发，油酸中 $C_{17}H_{33}$ 部分冒出水面，而 $COOH$ 部分留在水中. 油酸

分子就直立在水面上,形成一个单分子层油膜.

现有按体积比 $m:n$ 配制好的酒精油酸溶液置于容器中,还有一个充入约 2cm 深水的浅盘,一支滴管,一个量筒.

请补充下述估测分子大小的实验步骤:

①_____

(需测量的物理量自己用字母表示)

②用滴管将一滴酒精油酸溶液滴入浅盘,待油酸薄膜稳定后,将薄膜轮廓描绘在坐标纸上,如图 11-1-3 所示,已知坐标纸上每个小方格面积为 S,求油酸膜面积时,半个以上小方格面积记为 S,不足半格舍去,则油膜面积为_____.

③估算油酸分子直径的表达式为 $d=$_____.

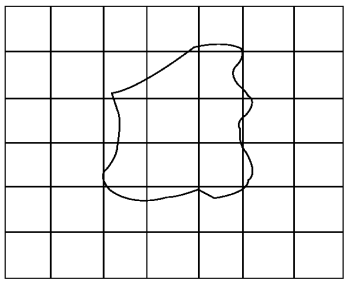


图 11-1-3

参考答案与点拨

A 卷

1.D 2.B

3.C 点拨:先计算出 0.8 克油剂的体积 $V=\frac{0.8\times10^{-3}}{8\times10^{2}}\mathrm{m}^3=10^{-6}\mathrm{m}^3$,而分子直径的数量级为 $10^{-10}\mathrm{m}$,因此油膜的最大面积为 $S=\frac{V}{d}=\frac{10^{-6}}{10^{-10}}=10^{4}\mathrm{m}^2$

4.C 点拨:由于任何物质的一摩尔的微粒数都是相同的,因此,分子的质量之比就等于它们的摩尔质量之比.

5.A 6.D 7.C 8.BC 9. 2×10^{23}

10. 点拨:①$m=18\times10^{-3}/6.02\times10^{23}\mathrm{kg}=2.99\times10^{-26}\mathrm{kg}$

②$V_0=V/N_A=2.99\times10^{-29}\mathrm{m}^3$

③$d=\sqrt[3]{\frac{6V_O}{\pi}}=3.85\times10^{-10}\mathrm{m}$

11.4min 点拨:露珠里含有水分子数 $n=\rho VN_A/M$.

12. 349.6kg 7.3×10^{27}个 点拨:注意标准状况下 1mol 任何气体都为 22.4 升.

B 卷

1.A 2.A 3.B 4.C 5. 1.02×10^{6} 个

6. 点拨 空气中气体分子的平均质量 $M_0 = \frac{M}{N_A} = 5.8 \times 10^{-26}\,\text{kg}$.

一次吸入空气的质量 $m_1 = \frac{V_1}{V_0} M = 5.8 \times 10^{-4}\,\text{kg}$.

一次吸入气体分子数 $n_1 = \frac{V_1}{V_0} N_A = 1.2 \times 10^{22}$个.

7. 5×10^{10} 点拨 放大 600 倍,体积放大 600^3 倍.

8. ①$4.95 \times 10^{-2}$

②$1.2 \times 10^{-11}$

③$2.4 \times 10^{-10}$

9. 3.01×10^{22}个 10. $\frac{P_0 SN_A}{Mg}$

11. ①用滴管向量筒内加注 N 滴酒精油酸溶液,读出体积 V

②油膜的面积为 $8S$

③估算油酸分子直径的表达式为 $d = \frac{nV}{8NS(m+n)}$

11.2 分子的热运动

学法导引

分子永不停息地做无规则运动是分子运动论的中心内容,学好这部分知识,首先要认真分析扩散现象、布朗运动.弄清其原因和特点,从而归纳总结出分子是永不停息地做无规则运动的.其次要带着问题如'能否直接用肉眼看到分子的运动?''借助显微镜能不能直接看到?'等等来认真阅读教材,边读边思,将每一段弄清楚,有条件的还可以借助动画模拟来克服思维障碍,准确地把握好布朗运动.

知识要点精讲

1. 重要概念

扩散现象 相互接触的物体彼此进入对方的现象.

布朗运动 悬浮在液体或气体中的小颗粒的无规则运动.

热运动 分子的无规则运动

需要上下请访问 www.ertongbook.

2. 布朗运动的特点

①在显微镜下追踪一个小颗粒运动,每隔 30s 把观察的位置记录下来,用直线将这些位置连接起来,可以看到微粒的路线无规则,说明分子运动是无规则的.教材上的图 11 – 4 不是运动轨迹,是位置的连线.

②布朗运动永不停息,说明分子运动是永不停息的.

③布朗微粒越小,布朗运动越剧烈,温度越高,布朗运动越剧烈.

④布朗运动是由于液体分子的无规则运动对固体小颗粒的各方向撞击不均匀造成的,布朗运动的无规则性间接地反映了液体分子运动的无规则性.

3. 布朗运动和扩散现象

布朗运动和扩散现象均证实组成物质的分子永不停息地无规则运动.

①扩散现象是分子的运动,而布朗运动是由许许多多的分子集聚而成的小颗粒的运动。

②扩散现象直接证实分子的热运动,而布朗运动只是间接反映分子的无规则热运动.

思维整合

【重点】 本节的重点是了解扩散现象、布朗运动,进而知道分子在永不停息地做无规则运动.

【难点】 本节的难点是布朗运动的成因以及其特点.

【易错点】 易将布朗运动看成是分子的运动,对布朗运动的理解易出现错误.

精典例题再现

【解析重点】

例 1 关于布朗运动和扩散现象,下列说法中正确的是 ( )

A. 只有布朗运动能说明分子在做永不停息的无规则运动.

B. 布朗运动和扩散现象都是分子的运动.

C. 布朗运动和扩散现象都是温度越高越明显.

D. 布朗运动和扩散现象都是永不停息的.

[解析] 扩散现象也能说明分子永不停息的运动,所以 A 错 扩散现象是分子运动引起的,但布朗运动是悬浮在液体中的微粒的运动,故 B 错.

本题正确选项为 C、D.

点拨 对于这类纯概念性的选择题,解题时必须紧扣概念,此题中对什么是布朗运动和扩散现象,引起这个运动、现象的原因是什么等知识必须弄懂.

分子永不停息地做无规则运动的实验事实有两个 布朗运动和扩散现象.扩散现象既说明分子在不停息地运动,同时又说明了分子之间有空隙,这一点不能忽略.而

对于布朗运动要注意来自各方大量撞击的不平衡才导致布朗颗粒永不停息地做无规则运动.

想一想　扩散现象与浓度有关系吗？布朗运动与重力、外界振动有关系吗？

【剖析难点】

例 2　关于布朗运动的实验，下列说法正确的是（　）

A. 图 11－2－1 中记录的是分子无规则运动情况

B. 图 11－2－1 中记录是微粒作布朗运动的轨迹

C. 实验中可以看到，微粒越大，布朗运动越明显

D. 实验中可以看到，温度越高，布朗运动越剧烈

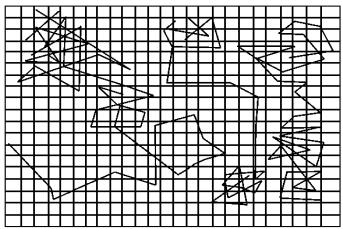


图 11－2－1

[解析]　布朗运动是悬浮微粒的永不停息的无规则运动，它是分子无规则热运动的反映. 温度越高，分子运动越剧烈，因而布朗运动也越剧烈. 颗粒越小，跟它碰撞的分子数越少，撞击作用的不平衡性表现越明显，因而布朗运动越剧烈.

布朗运动的记录图是每隔 30s 颗粒的位置. 在 30s 内，颗粒作杂乱无章的运动. 两位置的连线并不代表颗粒的运动轨迹.

布朗运动是分子无规则运动的反映，分子无规则运动是产生布朗运动的原因，温度越高，分子热运动越剧烈，布朗运动也就越明显，选项 A 错误，选项 D 正确. 图中每个拐点记录的是布朗微粒每隔 30s 的位置，在 30s 内微粒也在做无规则运动，而不是做直线运动，选项 B 错误.

故本题正确选项为 D.

想一想　对运动方向、运动轨迹、运动速度、运动位置来说，不规则的含义是什么？

【点击易错点】

例 3　布朗运动是指（　）

A. 液体分子的运动

B. 悬浮在液体中的固体分子的运动.

C. 固体微粒的运动

D. 液体分子与固体分子的共同运动.

[错解]　B

[错解分析] 我们看到的花粉,属于固体微粒,而不是单个分子,它只是由于来自各个方向的液体分子的撞击作用的不平衡而引起的.有些同学对这一点理解不透彻,所以出错.

[正解] C

想一想 肉眼能观察到布朗运动吗?

能力升级平台

【综合能力升级】

扩散现象、布朗运动是证明分子做无规则运动的有力证据,它可与其他物理现象如对流综合在一起,也可与航天航空结合在一起出题.要注意在新的环境下,如何理解布朗运动,要透过现象抓本质.

例4 下列关于布朗运动、扩散现象和对流的说法正确的是 ( )

A. 布朗运动、扩散现象和对流在月球表面都能进行

B. 布朗运动、扩散现象和对流在宇宙飞船里都能进行

C. 布朗运动、扩散现象在月球表面能够进行,而对流则不能进行

D. 布朗运动、扩散现象在宇宙飞船里能够进行,而对流不能进行

[解析] 要准确分析布朗运动、扩散现象及对流在新情境中呈现的现象,须从引起这些现象的原因入手.布朗运动和扩散现象都是分子无规则热运动的结果,而对流需要在重力作用的条件下才能进行.

由于布朗运动、扩散现象是由于分子热运动而形成,所以布朗运动、扩散现象在月球表面、宇宙飞船中均能发生.在月球表面仍有重力存在,宇宙飞船内的微粒处于完全失重状态,故对流在月球表面可进行,在宇宙飞船内无法进行.

故本题正确选项为 A、D.

有些同学在分析月球表面、宇宙飞船等新情境下的布朗运动、扩散现象以及对流时,不能深入理解和掌握其实质及弄清其形成原因,因而往往造成误解,要引起注意.

想一想 通常所说的对流是分子的运动还是微粒的运动?它与哪些因素有关系?

【应用创新能力升级】

扩散现象、布朗运动与温度有关系,温度越高,扩散越快,布朗运动越显著.这些知识可创新运用于司空见惯的日常生活实际之中.

例5 通常把萝卜腌成咸菜需要几天,而把萝卜炒成熟菜,使之有相同的咸味,只需几分钟,造成这种差别的主要原因是 ( )

A. 盐的分子很小,容易进入萝卜中
B. 盐分子间有相互作用的斥力
C. 萝卜分子间有空隙,易扩散
D. 炒菜时温度高,分子热运动激列

[解析] 温度越高,扩散进行得越快,故正确选项为 D.

高考热点点拨

本节高考中经常涉及的内容有:布朗运动的现象、形成的原因以及其特点.题型多为选择题、填空题.

例 6 (2003,肇庆市模拟)关于布朗运动,说法正确的是 ( )

A. 布朗运动就是液体分子的无规则运动
B. 液体的温度越高,布朗运动越剧烈
C. 只要时间足够长,布朗运动将会逐渐停止
D. 布朗运动只有在电子显微镜下才能看清楚

[解析] 本题涉及了布朗运动的概念、原因、特点以及实验操作等内容.要注意理解.正确选项为 B.

教材跟踪训练

A 卷

1. 较大的悬浮颗粒不做布朗运动,这是由于 ( )
   A. 液体分子不一定与颗粒相撞
   B. 各个方向的液体分子对颗粒的冲力的平均效果相互平衡
   C. 颗粒质量大,不易改变运动状态
   D. 颗粒分子本身的热运动缓慢
2. 布朗运动的发现,对物理学的主要贡献是 ( )
   A. 说明了悬浮微粒时刻在做无规则运动
   B. 说明了液体分子永不停息地做无规则运动
   C. 说明了悬浮微粒时刻在做无规则运动是因为微粒体积很小
   D. 说明了液体分子与悬浮微粒之间有相互作用力
3. 扩散现象说明了 ( )
   A. 气体没有固定的形状和体积　　B. 分子之间相互排斥
   C. 分子在不停地运动着　　D. 不同分子之间可以相互转变
4. 布朗运动不可能是外界影响引起的,能够说明这一结论的事实是 ( )

A. 有外界影响时,能观察到布朗运动
B. 在尽量排除外界影响时,布朗运动仍然存在
C. 在实验环境相同的条件下,各个微粒的运动情况互不相同
D. 随着温度的升高,布朗运动加剧

5. 下列所列举的现象,哪些能说明分子是永不停息地无规则运动的 ( )
A. 将香水瓶盖打开后能闻到香味 B. 汽车过后,尘土飞扬
C. 洒在地上的水,过一段时间就干了 D. 悬浮在水中的花粉做无规则的运动

6. 在较暗的房间里,从射进来的阳光中,可以看到悬浮在空气里的尘粒在飞舞,这些尘粒所做的运动 ( )
A. 是布朗运动 B. 不是布朗运动
C. 自由落体运动 D. 是由气流和重力引起的运动

7. 下列现象中,哪些可用分子的热运动来解释 ( )
A. 长期放煤的地方,地面下 1cm 深处的泥土变黑.
B. 炒菜时,可使满屋嗅到油香味
C. 大风吹起地上的尘土到处飞扬
D. 食盐粒沉在杯底水也会变咸

8. 关于布朗运动和扩散现象说法正确的是 ( )
A. 布朗运动和扩散现象都在气体、液体、固体中发生
B. 布朗运动和扩散现象都是分子的运动
C. 布朗运动和扩散现象都是温度越高越明显
D. 布朗运动和扩散现象都是永不停息的

9. 物体以一定的初速度沿粗糙水平面运动直到停下,在这一过程中,物体的分子无规则热运动情况是_____(填"加快""减慢""不变")

10. 扩散现象是_____,且从_____向_____进行.

参考答案与点拨

1. BC 2. B 3. C 4. BC

5. ACD 点拨:尘土不是单个分子,是颗粒;尘土飞扬不能说明分子在运动,洒在地上的水,一部分水分子蒸发,一部分渗入地下,说明水分子在运动.

6. BD 点拨:用眼睛看到的尘粒是相当大的,某时刻它们所受到的各个方向的分子碰撞的合力几乎为零,不是布朗运动.尘粒的运动是空气的对流和重力的作用引起的.

7. ABD 8. C

9. 加快 点拨:摩擦生热.要注意将宏观物体运动规律与微观分子运动规律区别开来.

10. 不同的物质互相接触时彼引进入对方的现象 浓度大处 浓度小处

11.3 分子间的相互作用力

学法导引

分子间的相互作用力——同时存在着引力和斥力，这是人们难以理解的.这可以通过对现象(或事实)的分析推理、概括来理解.至于分子间作用力与距离的关系可以采用与弹簧类比来理解.此外，还应将本节的知识灵活运用于日常生活实际中，通过实践来准确把握所学的理论.

知识要点精讲

1. 分子间有间隙

①微观上，分子能永不停息地作无规则运动就说明分子间有间隙.

②宏观上，酒精和水混合后总体积变小、气体很容易被压缩、高压使钢筒向外渗油都说明液体、气体和固体分子间都存在间隙.

2. 分子间同时存在引力和斥力

①分子间存在引力

分子间虽然有空隙，大量分子却能聚集在一起形成固体或液体，说明分子间存在引力.

用力拉伸物体，物体内要产生反抗拉伸的弹力，说明分子间有引力.

两个物体能粘合在一起，说明分子间存在引力.

②分子间有斥力

分子间有引力，却又有空隙，没有被紧紧地吸在一起，说明分子间有斥力.

用力压缩物体，物体内要产生反抗压缩的弹力，说明分子间有斥力.

实际上分子间同时存在着引力和斥力，分子力是指分子间的引力和斥力的合力.

3. 分子间的作用力跟分子间距离的关系

$r = r_0$ 时，$f_{引} = f_{斥}$，分子力 $F = 0$；

$r < r_0$ 时，$f_{引} < f_{斥}$，分子力 F 表现为斥力；

$r > r_0$ 时，$f_{引} > f_{斥}$，分子力 F 表现为引力，若 $r > 10r_0$，$f_{引}$、$f_{斥}$ 都十分微弱，$F = 0$.

其关系也可以用图像来说明，见图 11－3－1.

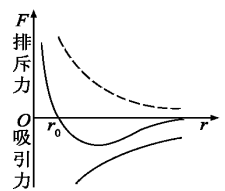


图 11－3－1

图中斥力用正值表示，引力用负值表示.F 为斥力和引力的

需要全本请访问 www.ertongbook.