

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ. УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ

8.1. Дискретное строение вещества. Количество вещества

8.1.1. Капля масла объемом $V = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^3$ растеклась по поверхности воды, образовав пленку площадью $S = 0,6 \text{ дм}^2$. Оцените диаметр молекулы масла, считая толщину слоя равной диаметру молекулы.

8.1.2. Сравните массы и объемы двух тел, сделанных соответственно из олова и свинца, если в них содержатся равные количества вещества.

8.1.3. Сколько молекул содержится в капле ртути массой $m = 0,01 \text{ г}$?

8.1.4. Сколько молекул содержится в капле воды диаметром $d = 0,1 \text{ мм}$?

8.1.5. Зная постоянную Авогадро N_A , плотность ρ данного вещества и его молярную массу M , выведите формулы для расчета числа молекул: а) в единице массы данного вещества; б) в единице объема; в) в теле массой m ; г) в теле объемом V .

8.1.6. Предельно допустимая концентрация молекул паров ртути (Hg) в воздухе $n_1 = 3 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$, а ядовитого газа хлора (Cl_2) — $n_2 = 8,5 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$. Найдите массу каждого из веществ в одном кубическом метре воздуха.

8.1.7. На изделие, поверхность которого $S = 20 \text{ см}^2$, нанесен слой серебра толщиной $h = 1 \text{ мкм}$. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

8.1.8. За 10 суток полностью испарилось из стакана 100 г воды. Сколько в среднем вылетало молекул с поверхности воды за 1 с?

8.1.9. За какое время на поверхность стекла можно нанести слой серебра толщиной $d = 5 \text{ мкм}$, используя для этого атомарный пучок с концентрацией атомов серебра $n = 10^{18} \text{ м}^{-3}$, движущихся со скоростью $v = 0,39 \text{ км/с}$?

8.1.10. В озеро средней глубиной $H = 100 \text{ м}$ и площадью $S = 10 \text{ км}^2$ бросили соль (NaCl) массой $m = 0,01 \text{ г}$. Сколько ионов хло-

ра окажется в наперстке воды объемом $V = 2 \text{ см}^3$, если считать, что соль, растворившись, равномерно распределилась в озере?

8.1.11. Кубическая кристаллическая решетка железа содержит один ион железа на элементарный куб, повторяя который можно получить всю решетку кристалла. Определите расстояние между ближайшими ионами железа.

8.1.12. Считая, что диаметр молекул водорода составляет около $d = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, найдите, какой длины получилась бы нить, если бы все молекулы, содержащиеся в массе $m = 1 \text{ мг}$ этого газа, были расположены в один ряд вплотную друг к другу. Сравните длину этой нити со средним расстоянием от Земли до Луны.

8.1.13. В объеме $V = 1 \text{ л}$ находится кислород массой $m = 1 \text{ мг}$. Определите, какую часть объема занимают молекулы. Диаметр молекулы принять равным $d = 10^{-8} \text{ см}$.

Ответы:

8.1.1. $d = 4 \cdot 10^{-7} \text{ см}$.

8.1.2. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = 0,57$, где M_1 , M_2 — молярные массы олова и свинца соответственно; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{M_1 \rho_2}{M_2 \rho_1} = 0,3$

8.1.3. $N = \frac{m}{M} N_A = 3 \cdot 10^{19}$.

8.1.4. $N = \frac{\pi \rho d^3 N_A}{6M} = 1,74 \cdot 10^{16}$.

8.1.5. а) $\frac{N}{m} = \frac{N_A}{M}$; б) $n = \frac{\rho N_A}{M}$
в) $N = \frac{m N_A}{M}$; г) $N = \frac{\rho N_A V}{M}$.

8.1.6. $\rho = \frac{M n}{N_A}$; $\rho_1 = 10^{-8} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\rho_2 = 9,9 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

8.1.7. $N = \frac{\rho_c S h}{M} N_A = 1,17 \cdot 10^{17}$.

8.1.9. $t = \frac{\rho_c d N_A}{M n v} = 12,46 \text{ мин}$.

8.1.10. $N = \frac{m V N_A}{M S H} = 1,36 \cdot 10^5$.

8.1.11. $l = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}} = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

8.1.12. $l = \frac{m N_A d}{M} = 9 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

8.1.13. $\eta = \frac{\pi d^3 m N_A}{6 M V} = 9,8 \cdot 10^{-9}$.