

## Атомы и молекулы

Задача 1. (МОШ, 2014, 7–10) Кристалл поваренной соли представляет собой кубическую решётку из атомов натрия и хлора, расположенных в «шахматном» порядке, так, что ближайшими соседями атома натрия являются атомы хлора, а ближайшими соседями атома хлора — атомы натрия. Плотность поваренной соли  $2,16 \text{ г/см}^3$ . Масса атома хлора составляет  $35,5$  атомных единиц массы, масса атома натрия —  $23,0$  атомных единиц массы. В одном грамме  $6 \cdot 10^{23}$  атомных единиц массы ( $6 \cdot 10^{23}$  — число из шестёрки и 23 нулей).

А) Сколько атомов натрия помещается в кубик длиной ребра  $20$  нанометров (один нанометр составляет миллиардную долю метра)? Ответ округлите до второй значащей цифры.

В) Найдите расстояние между соседними атомами решётки. Ответ выразите в нанометрах (один нанометр составляет миллиардную долю метра) и округлите до второй значащей цифры.

С) Представим, что один грамм поваренной соли растворили в водоёме объёмом в два кубических километра (при этом атомы натрия и хлора превратились в ионы). Сколько ионов натрия, распределившихся равномерно по водоёму, будет содержаться в кубическом миллиметре жидкости? Ответ округлите до второй значащей цифры.

A) 180000; B) 0,28; C) 5100

Задача 2. (МОШ, 2014, 7–9) В помещение объёмом  $10$  кубических метров внесли блюдце с  $300 \text{ г}$  воды. Никаких водяных паров изначально в помещении не было. Помещение герметично закрыли. После установления равновесия плотность водяного пара стала равна  $16,7 \text{ г/м}^3$ .

А) Найдите массу воды, оставшуюся на блюдце. Ответ выразите в граммах и округлите до третьей значащей цифры.

В) Сколько молекул водяного пара попадёт в куб длиной ребра  $200$  нанометров? Ответ округлите до второй значащей цифры. Один нанометр — это миллиардная доля метра. Масса  $6 \cdot 10^{23}$  (это число из шестёрки и 23 нулей) молекул воды составляет  $18 \text{ г}$ .

С) После того как температура в помещении увеличилась, вся вода испарилась. Какой стала плотность водяного пара в помещении? Ответ выразите в  $\text{г/м}^3$  и округлите до второй значащей цифры.

A) 133; B) 4500; C) 30

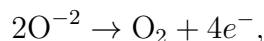
Задача 3. (МОШ, 2014, 7–9) На Тритоне, спутнике планеты Нептун, плотность воздуха, состоящего в основном из азота, составляет  $0,13 \text{ г/м}^3$ . Известно, что  $6 \cdot 10^{23}$  (это число из шестёрки и 23 нулей) молекул азота имеют массу  $28 \text{ г}$ .

А) Сколько молекул воздуха содержится в кубике длиной ребра  $2$  микрометра (один микрометр — это миллионная доля метра)? Ответ округлите до второй значащей цифры.

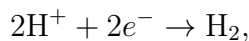
В) Представим, что имеется прямоугольный параллелепипед, в основании которого — квадрат с длиной стороны  $0,1$  нанометра (один нанометр — это миллиардная доля метра), порядка размера молекулы. Какой высоты должен быть параллелепипед, чтобы в него в среднем попадала одна молекула? Ответ представьте в миллиметрах и округлите до второй значащей цифры. Полученное Вами значение по порядку величины равно длине свободного пробега — расстоянию, которую молекула проходит между двумя последовательными столкновениями.

A) 23000; B) 35

Задача 4. (МОШ, 2016, 9) Если в воду поместить два электрода, через которые подать электрический ток, начнётся реакция электролиза воды: на положительном электроде будет происходить реакция



то есть из двух ионов кислорода образуются молекула газа кислорода и 4 электрона, а на отрицательном электроде будет происходить реакция



то есть из двух ионов водорода и двух электронов образуется молекула газа водорода.

В школьной лабораторной работе в течение 20 минут проводился электролиз воды, причём сила тока в цепи была постоянна. В результате выделилось  $2,5 \cdot 10^{-5}$  моль водорода. Какова была сила тока в цепи? Элементарный заряд  $1,60 \cdot 10^{-19}$  Кл, постоянная Авогадро  $6,02 \cdot 10^{23}$  1/моль.

□

Задача 5. (МОШ, 2006, 11) Развивая молекулярно-кинетическую теорию, Й. Лошмидт в 1865 году предложил первый способ оценки размера и массы молекулы. Он использовал известные в его время данные о длине свободного пробега — расстоянии, которое пролетает молекула газа в промежутке между столкновениями (оно выражается через определяемые из опыта коэффициенты вязкости и теплопроводности). Вслед за Лошмидтом получите формулы для оценки по порядку величины размера молекулы  $r_0$  и её массы  $m_0$  по известным данным — длине свободного пробега  $\lambda$  и плотностям вещества  $\rho_{\text{г}}$  и  $\rho_{\text{ж}}$  в газообразном и жидком состояниях. Получите ответ в общем виде и для числовых значений  $\lambda \approx 10^{-7}$  м,  $\rho_{\text{ж}} \approx 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{г}} \approx 1$  кг/м<sup>3</sup>.

$$\lambda \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{ж}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{г}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{ж}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{г}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{ж}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{г}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{ж}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{г}}} \approx \frac{r_0}{\rho_{\text{ж}}}$$