

Практическая работа № 1

Физико-химические процессы в атмосфере

Особенности физико-химических превращений компонентов атмосферы связаны с природными (фаза солнечной активности, географическое положение, время суток) и с антропогенными факторами. Для разработки методов защиты окружающей среды от промышленных загрязнений необходимо знание механизмов и кинетики образования продуктов химических реакций, протекающих в атмосфере, а также умение рассчитывать как фоновые концентрации компонентов атмосферы и загрязняющих её веществ, так и их изменения, возникающие под действием антропогенных факторов..

В Приложении приведены необходимые для решения задач: строение атмосферы (рис.1); состав атмосферы вблизи земной поверхности (таблица 1); изменение температуры в основных слоях, выделяемых в атмосфере (таблица 2); основные уравнения химических процессов, протекающих в атмосфере.

1.1. Состав атмосферы

Задание 1. Концентрации газообразных компонентов атмосферы.

Сколько молекул газообразного компонента атмосферы содержится в $V \text{ см}^3$ атмосферного воздуха (см. вариант в табл.1.1), если считать, что воздух состоит только из азота, кислорода и аргона, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы (см. Приложение табл.2). Выразите концентрации аргона, кислорода, водорода, в приземном слое атмосферы в млн^{-1} .

Таблица № 1.1

№	Вещество	$V \text{ см}^3$	№	Вещество	$V \text{ см}^3$
1	O_2	10^3	11	N_2	10^{12}
2	N_2	10^5	12	Ar	10^5
3	Ar	10^7	13	N_2	10^{22}
4	Ar	10^0	14	O_2	10^{35}
5	O_2	10^{-2}	15	Ar	10^{12}
6	Ar	10^{10}	16	O_2	10^{20}
7	N_2	10^{15}	17	N_2	10^{-3}
8	N_2	10^4	18	O_2	10^6
9	Ar	10^1	19	Ar	10^{-2}
10	O_2	10^{-1}	20	N_2	10^9

Задание 2. Объёмные концентрации газообразных веществ в воздухе.

Масса атмосферы $Q = 5 \cdot 10^{15}$ т. Рассчитайте количество газообразного вещества в атмосфере в единицах массы (их объёмные концентрации в воздухе см. Приложение табл.2).

Таблица № 1.2.

№	Вещество	Единицы массы	№	Вещество	Единицы массы
1	O ₂	10 ³	11	N ₂	10 ¹²
2	H ₂	10 ⁵	12	Ar	10 ⁵
3	Ar	10 ⁷	13	N ₂	10 ²²
4	CO ₂	10 ⁰	14	O ₂	10 ³⁵
5	O ₂	10 ⁻²	15	Ar	10 ¹²
6	Ar	10 ¹⁰	16	O ₂	10 ²⁰
7	N ₂	10 ¹⁵	17	N ₂	10 ⁻³
8	N ₂	10 ⁴	18	O ₂	10 ⁶
9	Ar	10 ¹	19	Ar	10 ⁻²
10	O ₂	10 ⁻¹	20	N ₂	10 ⁹

Решение:

1. Средняя молярная масса воздуха:

$$M(\text{воздуха}) = M(\text{N}_2) \cdot \alpha(\text{N}_2) + M(\text{O}_2) \cdot \alpha(\text{O}_2) + M(\text{Ar}) \cdot \alpha(\text{Ar}),$$

где M – соответствующие молярные массы, α – объёмные доли соответствующих компонентов. $M(\text{воздуха}) = 28 \cdot 0,7810 + 32 \cdot 0,2095 + 40 \cdot 0,0095 = 28,95$ (г/моль).

2. Масса атмосферы в граммах: $Q = 5 \cdot 10^{15} \text{ т} \cdot 10^6 (\text{г/т}) = 5 \cdot 10^{21} (\text{г})$

3. Количество условных молей воздуха в атмосфере:

$$n(\text{воздуха}) = Q/M(\text{воздуха}) = 5 \cdot 10^{21} (\text{г}) / 28,95 (\text{г/моль}) = 1,7 \cdot 10^{20} (\text{моль}).$$

4. Количество молей аргона в атмосфере (молярные и объёмные доли газов равны между собой):

$$N(\text{Ar}) = n(\text{воздуха}) \cdot \alpha(\text{Ar}) = 1,7 \cdot 10^{20} \cdot 0,0095 = 1,6 \cdot 10^{17} (\text{моль}).$$

5. Масса аргона в атмосфере:

$$Q(\text{Ar}) = N(\text{Ar}) \cdot M(\text{Ar}) = 1,6 \cdot 10^{17} (\text{моль}) \cdot 40 (\text{г/моль}) = 6,4 \cdot 10^{18} (\text{г}) = 6,4 \cdot 10^{17} (\text{кг}).$$

Ответ: $6,4 \cdot 10^{15}$ (кг) - масса аргона в атмосфере.

Пример 2. Вычислите среднее время пребывания паров воды в атмосфере (в часах), если по современным оценкам масса воды, находящейся в атмосфере $Q = 12900 \cdot 10^9$ т, а объём атмосферных осадков, выпадающих на поверхность планеты в год $5,77 \cdot 10^{14} \text{ м}^3$ воды.

Решение: Вычислим массу атмосферных осадков в год (\underline{m} (H₂O)), т.е. скорость поступления воды на поверхность планеты (считая плотность воды - $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ т/м}^3$):

$$\underline{m}(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 5,77 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 \cdot 1 \text{ т/м}^3 = 5,77 \cdot 10^{14} (\text{т/год}).$$

2. Следовательно среднее время пребывания воды в атмосфере в условиях динамического равновесия (сколько воды испаряется с поверхности планеты в какой – то промежуток времени, столько же и выпадает в виде осадков): $\tau = Q/\underline{m}(\text{H}_2\text{O})$, где τ – время пребывания воды в атмосфере(в единицах времени), Q – количество воды в атмосфере (в единицах массы), $\underline{m}(\text{H}_2\text{O})$ – масса воды, поступающей или выпадающей из атмосферы в единицу времени.

$$T = 1,29 \cdot 10^{13}(\text{т}) / 5,77 \cdot 10^{14}(\text{т/год}) = 2,24 \cdot 10^{-2}(\text{года}) = 8,2(\text{дня}) = 196,8(\text{час.})$$

Ответ: 196,8 - среднее время пребывания воды в атмосфере.

Контрольные задачи

1. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите количество азота в атмосфере в кг, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы

2. Рассчитайте количество кислорода, ежегодно поступающее в атмосферу Земли, учитывая, что время пребывания кислорода в атмосфере составляет $5 \cdot 10^3$ лет, а весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, объемная концентрация которых во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

3. Оцените время пребывания аммиака в тропосфере, если его концентрация принимается равной $0,005 \text{ мг/м}^3$, а интенсивность поступления оценивается в 74 млн т/год в пересчете на элементный азот.

4. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите какой объем был бы у атмосферы в км^3 , если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

5. Оцените объем кислорода атмосферы, если масса атмосферы $5 \cdot 10^{15}$ т, весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

6. Оцените массу водорода в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон и водород, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

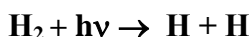
7. Рассчитайте объем гелия в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон, водород и гелий, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

8. Оцените массу неона в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон, гелий, водород и неон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

1.2. Солнечное излучение

Пример 1. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул водорода. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, а энергия связи для одного моля водорода, равная 435,1 кДж/моль, эквивалентна энергии диссоциации.

Решение. Уравнение фотодиссоциации молекул водорода:



По условию задачи энергия диссоциации молекулы H_2 равна энергии связи и равна энергии фотона:

$$E_{\text{дис}} = E_{\text{св}} = E_{\text{ф}},$$

где $E_{\text{св}}$ – энергия связи в одной молекуле водорода, которую можно определить разделив значение энергии связи для одного моля на число молекул в одном моле, т.е. на число Авогадро:

$$E_{\text{св}} = 435,1 \text{ (кДж/моль)} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ (молекул/моль)} = 7,23 \cdot 10^{-22} \text{ (кДж/молекулу)} = 8,28 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж/молекулу)}.$$

Энергия фотона связана с длиной волны излучения:

$$E_{\text{ф}} = h\nu = hc / \lambda,$$

Где h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме; λ – максимальная длина волны излучения, следовательно $\lambda_{\text{max}} \leq hc / E_{\text{ф}}$.

$$\text{Тогда } \lambda_{\text{max}} \leq hc / E_{\text{ф}} = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж}\cdot\text{с)} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ (м/с)} / 8,28 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж/молекулу)} \leq 2,75 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 275 \text{ нм}.$$

Ответ: 275нм – максимальная длина волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул водорода ($\lambda_{\text{max}} \leq 275 \text{ нм}$).

Контрольные задачи

1. Рассчитайте, возможна ли диссоциация молекул кислорода, если минимальная длина волны излучения ($\lambda_{\text{min}} \geq 350 \text{ нм}$). Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля кислорода (см. Приложение табл, 3) эквивалентна энергии диссоциации.

2. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул брома. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля брома см. Приложение табл.3.

3. Оцените возможна ли диссоциация молекул фтора, если минимальная длина волны излучения ($\lambda_{\min} \geq 250\text{нм}$). Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля фтора (см. Приложение табл, 3) эквивалентна энергии диссоциации.
4. Рассчитайте при какой длине волны излучения, возможна диссоциация молекул азота. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля азота см. Приложение табл.3.
5. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул хлор. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля хлора см. Приложение табл.3.
6. Рассчитайте при какой длине волны излучения, возможна диссоциация молекул иода. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля иода см. Приложение табл.3
7. Рассчитайте энергию связи в двухатомной молекуле, если для её диссоциации достаточно кванта света с длиной волны 310 нм.

1.3. Химия стратосферы

Физико-химические процессы, протекающие в стратосфере, связаны с наличием в этой зоне атмосферы области с повышенным содержанием озона (см. Приложение рис.2, уравнения истока и стока озона №№(2 – 24)).

Пример 1. Какой из фреонов CFCl_3 или $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$ представляет наибольшую опасность для озонового слоя планеты?

Решение. Поскольку фреон $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$ не содержит хлора, он не представляет опасности для озонового слоя. Фреон CFCl_3 содержит три атома хлора в каждой молекуле и обладая малой химической активностью может достигнуть зоны стратосферы с максимальным содержанием озона. Попадая в стратосферу, это соединение может взаимодействовать с излучением с длиной волны менее 240 нм, чему соответствует уравнению реакции (17), с образованием атомарного хлора, в результате может начаться разрушение озонового слоя (уравнения реакций хлорного цикла (15,16, 11)).

Ответ: фреон CFCl_3 , содержащий в каждой молекуле три атома хлора, представляет большую опасность для озонового слоя, чем фреон $\text{C}_2\text{H}_4\text{F}_2$ молекулы которого не содержат хлора.

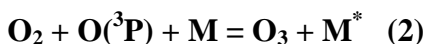
Пример 2. Какой из фреонов CF_2Cl_2 или CHF_2Cl наиболее опасен для озонового слоя?

Решение. Поскольку молекулы дифторхлорметана в отличие от молекул дифтордихлорметана содержат в своем составе атомы водорода, они будут менее устойчивы в тропосфере. Время их жизни в атмосфере значительно меньше, чем у молекул CF_2Cl_2 . Молекулы CHF_2Cl будут разлагаться, не достигая озонового слоя. Поэтому большую опасность для озонового слоя представляют молекулы дифтордихлорметана.

Ответ: Большую опасность для озонового слоя представляют молекулы дифтордихлорметана CF_2Cl_2 .

Пример 3. Оцените как соотносятся между собой скорости связывания атомарного кислорода в реакции синтеза озона и в реакции разрушения озона, принимая что эти процессы протекают при нормальном атмосферном давлении у поверхности Земли. Концентрация озона в приземном воздухе составляет $4 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$. Константа скорости реакции образования озона $k_{\text{обр}} = 6,9 \cdot 10^{-34} \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1}$, если третье тело – молекула кислорода. Константа скорости процесса разрушения озона при взаимодействии с атомарным кислородом $k_{\text{гиб}} = 8,4 \cdot 10^{-15} \text{ см}^3 \cdot \text{с}$.

Решение: Реакции образования и разрушения озона идут с участием атомарного кислорода в основном состоянии $\text{O}(^3\text{P})$:



где $\text{O}(^3\text{P})$ – атомы кислорода в невозбужденном состоянии; M – третье тело, участвующее в реакции образования озона.

Скорости реакций образования и разрушения озона по реакциям (1) и (2):

$$v_{\text{обр}} = k_{\text{обр}} \cdot [\text{O}(^3\text{P})] \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}]$$

$$v_{\text{гиб}} = k_{\text{гиб}} \cdot [\text{O}(^3\text{P})] \cdot [\text{O}_3]$$

Отношение скоростей реакций образования и разрушения озона:

$$\begin{aligned} v_{\text{обр}} / v_{\text{гиб}} &= (k_{\text{обр}} \cdot [\text{O}(^3\text{P})] \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}]) / (k_{\text{гиб}} \cdot [\text{O}(^3\text{P})] \cdot [\text{O}_3]) = \\ &= (k_{\text{обр}} \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}]) / (k_{\text{гиб}} \cdot [\text{O}_3]) \end{aligned}$$

В случае, когда третье тело в процессе образования озона – молекулы кислорода ($[\text{O}_2] = [\text{M}]$), отношение скоростей реакций (1) и (2) составит:

$$v_{\text{обр}} / v_{\text{гиб}} = k_{\text{обр}} \cdot [\text{O}_2]^2 / (k_{\text{гиб}} \cdot [\text{O}_3]).$$

Количество молекул кислорода в кубическом сантиметре воздуха при нормальном атмосферном давлении и средней температуре нижней границы тропосферы равной 15°C :
 $n_{\text{в}} = N_{\text{A}} T_0 P_1 / (T_1 P_0 V_{\text{м}})$,

где N_{A} – число Авогадро; $V_{\text{м}}$ – молярный объем газа при стандартных условиях ($V_{\text{м}} = 22,4 \cdot 10^3 \text{ см}^3$); T_0 , P_0 и T_1 , P_1 – значения температуры (K) и давления при стандартных условиях и в рассматриваемых условиях соответственно, объемная доля кислорода $\alpha_{\text{кислор}} = P_1/P_0 = 0,2095$.

$$n_{\text{в}} = (6,02 \cdot 10^{23} \cdot 273 \cdot 0,2095) / (22,4 \cdot 10^3 \cdot 288) = 5,34 \cdot 10^{18} \text{ (см}^{-3}\text{)}.$$

Отношение скоростей реакций (1) и (2) составит:

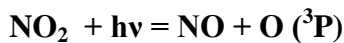
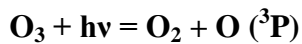
$$v_{\text{обр}}/v_{\text{гиб}}=6,9 \cdot 10^{-34} \text{см}^6 \cdot \text{с}^{-1} \cdot (5,34 \cdot 10^{18} (\text{см}^{-3}))^2 / 8,4 \cdot 10^{-15} \text{см}^3 \cdot \text{с}^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{11} \text{см}^{-3} = 5,9 \cdot 10^6.$$

Ответ: скорость связывания атомарного кислорода в реакции образования озона в $5,9 \cdot 10^6$ раз больше скорости реакции разрушения озона.

Пример 4. Определите концентрацию атомарного кислорода в состоянии $\text{O} (^3\text{P})$ на высоте 20 км при условии динамического равновесия между процессами его образования (при фотолизе озона и диоксида азота) и стока (при образовании озона).

$[\text{O}_3] = 1,5 \cdot 10^{12} \text{см}^{-3}$, $[\text{NO}_2] = 3 \cdot 10^4 \text{см}^{-3}$. Коэффициенты фотодиссоциации озона и диоксида азота на высоте 20 км равны: $q(\text{O}_3) = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{с}^{-1}$; $q(\text{NO}_2) = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$. Константа скорости реакции образования озона, когда третьим телом являются молекулы азота, определяется по уравнению: $k = 6,2 \cdot 10^{-34} (\text{T}/300)^{-2} (\text{см}^6 \cdot \text{с}^{-1})$, где T – температура реакции.

Решение. Реакции образования атомарного кислорода:



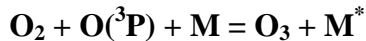
Скорости реакций фотохимического разложения озона и диоксида азота соответственно:

$$v_1 = q(\text{O}_3) \cdot [\text{O}_3]$$

$$v_2 = q(\text{NO}_2) \cdot [\text{NO}_2]$$

Скорость образования $\text{O} (^3\text{P})$ равна сумме скоростей реакций фотолиза O_3 и NO_2 : $v_{\text{обр}} = v_1 + v_2$

Сток атомарного кислорода связан только с образованием озона:



Скорость данной реакции: $v_{\text{стока}} = k \cdot [\text{O} (^3\text{P})] \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}]$,

где k – константа скорости образования озона; [M] – концентрация третьего тела, в данном случае концентрация азота на высоте 20 км.

В условиях динамического равновесия скорости образования и стока атомарного кислорода равны: $v_{\text{обр}} = v_{\text{стока}}$; Или $v_{\text{стока}} = v_1 + v_2$, а значит и

$$q(\text{O}_3) \cdot [\text{O}_3] + q(\text{NO}_2) \cdot [\text{NO}_2] = k \cdot [\text{O} (^3\text{P})] \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}],$$

$$\text{отсюда: } [\text{O} (^3\text{P})] = (q(\text{O}_3) \cdot [\text{O}_3] + q(\text{NO}_2) \cdot [\text{NO}_2]) / k \cdot [\text{O}_2] \cdot [\text{M}].$$

$$\text{Температура на высоте 20 км: } T_H = 217 + \Delta T_{\text{стратосферы}}(H - 11),$$

где 217 – температура нижней границы стратосферы, К; H – высота от нижнего края стратосферы для которой определяется температура, км; 11 – высота нижней границы стратосферы, км; $\Delta T_{\text{стратосферы}}$ – температурный градиент, в стратосфере он равен 1,38 К/км.

$$T_{20} = 217 + 1,38 (20 - 11) = 229 \text{ (К)}.$$

Для определения количества молекул азота в 1 см^3 на высоте 20 км надо рассчитать количество молекул воздуха на этой высоте. Содержание молекул воздуха в атмосфере убывает с увеличением высоты над уровнем моря:

$$n_{\text{воздухаH}} = n_{\text{воздуха } 3} \cdot \exp [-MgH / (RT_H)],$$

где $n_{\text{воздуха}H}$ - концентрация молекул в воздухе на высоте H , см^{-3} ; $n_{\text{воздуха}z}$ - средняя концентрация молекул в воздухе на уровне моря, см^{-3} ($n_{\text{воздуха}z} = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 273 / (288 \cdot 22,4 \cdot 10^3) = 2,55 \cdot 10^{19} \text{ (см}^{-3}\text{)}$); M – средняя молярная масса воздуха ($M = 28,96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$); g – ускорение силы тяжести ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$); H – высота над уровнем моря, м; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль•К); T_H – средняя температура воздуха на высоте H , К.

$$n_{\text{воздуха}20} = 2,55 \cdot 10^{19} \exp[-29 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 20000 / (8,31 \cdot 229)] = 5,04 \cdot 10^{17} \text{ (см}^{-3}\text{)}.$$

В атмосферном воздухе соотношение основных компонентов до высоты 100 км практически не меняется. Концентрация молекул азота на высоте 20 км будет равна:

$$[N_2] = 5,04 \cdot 10^{17} \cdot 78,08 \cdot 10^{-2} = 3,94 \cdot 10^{17} \text{ (см}^{-3}\text{)}.$$

Концентрация молекулярного кислорода на высоте 20 км:

$$[O_2] = 5,04 \cdot 10^{17} \cdot 20,95 \cdot 10^{-2} = 1,06 \cdot 10^{17} \text{ (см}^{-3}\text{)}.$$

Константа скорости реакции образования озона на высоте 20 км равна:

$$k = 6,2 \cdot 10^{-34} \cdot (T/300)^{-2} = 6,2 \cdot 10^{-34} \cdot (229/300)^{-2} = 1,06 \cdot 10^{-35} \text{ (см}^6 \cdot \text{с}^{-1}\text{)}.$$

Концентрация атомарного кислорода составит:

$$[O(^3P)] = (2,1 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 10^{12} + 4,4 \cdot 10^{-3} \cdot 3,0 \cdot 10^4) / (1,06 \cdot 10^{-35} \cdot 1,06 \cdot 10^{17} \cdot 3,94 \cdot 10^{17}) = 7,1 \cdot 10^8 \text{ (см}^{-3}\text{)}.$$

Ответ: концентрация атомарного кислорода составит $7,1 \cdot 10^8$ в см^3 .

Индивидуальное задание № 1

Задание 1. Во сколько раз количество молекул кислорода в кубическом сантиметре воздуха на высоте h (км) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли на уровне моря (при нормальном атмосферном давлении и средней температуре воздуха вблизи поверхности)?

Номер варианта	Задание 1 Высота над уровнем моря h (км).
1	3
2	1,5
3	5
4	7,5
5	9
6	4
7	2,5
8	6,5
9	8
10	7

Индивидуальное задание № 2

Задание 1. Определите максимальную концентрацию (в см^{-3} , $\text{мг}/\text{м}^3$ и млн^{-1}) молекул формальдегида в рабочем помещении и его парциальное давление, если единственным источником его является трансформация V литров метана. Площадь помещения $S \text{ м}^2$ и высота стен $h \text{ м}$; $T = .25^\circ\text{C}$, атмосферное давление равно 730 мм. рт. ст.

Вариант	Задание 1		
	V , (л)	S , (м^2)	h , (м)
1	1	25	2,5
2	3	40	3
3	2,5	50	3
4	1,5	12	2,5
5	3	16	2,7
6	1	8	2,5
7	2	10	2,5
8	2	25	3
9	4	30	2,7
10	5	15	2,5