

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников в  
2018/2019 учебном году по общеобразовательному предмету  
«Химия»**

**Задания для 7-8 классов**

**Удивительное в газах.**

В 1811 году была сформулирована гипотеза: «Число молекул **любого** газа в одном и том же объёме всегда одинаково». В то время у этой гипотезы было много противников. Да и в современном мире, на первый взгляд, эта гипотеза кажется противоречащей здравому смыслу. Попробуем разобраться, в чем же кажущееся противоречие. Сейчас всем известно, что молекулы состоят из атомов. Молекулы газов бывают очень разные. Так молекулы инертных газов: гелия, неона, аргона, криптона, ксенона, - одноатомны. Молекулы кислорода ( $O_2$ ), водорода ( $H_2$ ), азота ( $N_2$ ), хлора ( $Cl_2$ ) двухатомны. Молекулы других веществ могут содержать значительно большее количество атомов. Например,

молекула углекислого газа ( $CO_2$ ) - трехатомна и состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода;

молекула газа аммиака ( $NH_3$ ) – четырехатомна и состоит из трех атомов водорода и одного атома азота;

молекула газа метана ( $CH_4$ ) пятиатомна и состоит из одного атома углерода и четырех атомов водорода;

молекула газа бутана ( $C_4H_{10}$ ) содержит 14 атомов: четыре атома углерода и 10 атомов водорода и она значительно (в несколько раз) больше по размеру, чем все перечисленные выше молекулы.

И несмотря на значительную разницу в размерах молекул, больших молекул газа бутана ( $C_4H_{10}$ ) в литровую банку помещается **столько же**, сколько в такую же банку помещается маленьких молекул водорода ( $H_2$ ), или молекул хлора ( $Cl_2$ ), или любых других молекул газа (при одинаковых условиях).

**Задание №1.** Из приведенных ниже вариантов выберите тот, который верно объясняет, почему в литровую банку помещается одинаковое количество таких разных по размеру молекул, как бутан ( $C_4H_{10}$ ) и водород ( $H_2$ ) (при одинаковых условиях).

Данный факт объясняется тем, что

- А) все молекулы газов состоят из атомов;
- Б) в молекулы бутана ( $C_4H_{10}$ ) и водорода ( $H_2$ ) входят атомы водорода;
- В) размер молекул не имеет значения, т.к. расстояние между молекулами намного больше размеров самой молекулы;
- Г) молекулы обоих газов многоатомны;
- Д) обе молекулы состоят из четного количества атомов;
- Е) размер молекулы определяется количеством и размером образующих ее атомов;
- Ж) молекулы непрерывно движутся, сталкиваются между собой и со стенками сосуда.

**Задание №2.** Верно ли следующее утверждение?

*Объем, занимаемый газом при определенных условиях, не зависит от того, из каких молекул состоит газ, а зависит только от их числа.*

Выбранный ответ внесите в свое решение.

- А) Утверждение верно.
- Б) Утверждение не верно.
- В) Неверно только для смеси газов.
- Г) Верно только для газов, состоящих из одинаковых молекул.
- Д) Верно для молекул, состоящих из одного атома.

**Задание №3.**

В литровой банке при комнатной температуре 25 градусов Цельсия и давлении 101325 Паскаль помещается  $246 \times 10^{20}$  молекул газа азота ( $N_2$ ). Волшебник Василий заполнил такую же литровую банку при тех же температуре и давлении смесью невзаимодействующих (при данных условиях) газов: кислородом ( $O_2$ ) и углекислым газом ( $CO_2$ ). С помощью волшебных заклинаний ему удалось узнать количество молекул углекислого газа в банке. Оно оказалось  $132 \times 10^{20}$  молекул. На молекулы кислорода заклинания не действовали, и ему никак не удавалось определить их количество. Волшебник Василий изучал в школе только предмет «волшебные заклинания». В его школе не было таких предметов, как химия,

математика и физика. Если Вы не умеете производить вычисления числами, записанными в форме  $246 \times 10^{20}$ , примите за «А» общее количество молекул азота, за «В» - количество молекул углекислого газа.

**Помогите волшебнику Василию, определить количество молекул кислорода в банке. Приведите расчет.**

**Помогите ему определить количество атомов каждого элемента в банке, а также суммарное количество всех атомов в банке. Приведите расчет**

#### **Задание №4.**

Число молекул газа, которые помещаются в емкость, сильно зависит от условий, а именно от объема самой емкости, температуры и давления.

Все знают, что если проколоть колесо велосипеда, из него будут выходить газ. То есть через дырку из колеса будут уходить наружу молекулы, входящие в состав газа, который был в колесе. Это происходит потому, что внутри колеса давление было больше, чем снаружи. И это большее давление создавали именно молекулы, которых в единице объема внутри колеса было больше, чем в таком же объеме снаружи. Итак, при большем давлении в емкость помещается больше молекул (при одинаковой температуре).

При повышении температуры молекулы газа начинают быстрее двигаться и «мешать» друг другу. Поэтому при более высокой температуре в единице объема при том же давлении помещается меньшее количество молекул.

Количество молекул **газов** в емкости, объем самой емкости, давление, температуру связывает уравнение Менделеева-Клайперона:

$$PV = RTN/N_a$$

Здесь

P- давление, выраженное в паскалях;

V – объем емкости, выраженный в метрах<sup>3</sup>

R = 8,31(Дж/мольК) = const, универсальная газовая постоянная

T – температура в градусах кельвина = температура в градусах цельсия + 273.

N – количество молекул **газов** в данном объеме

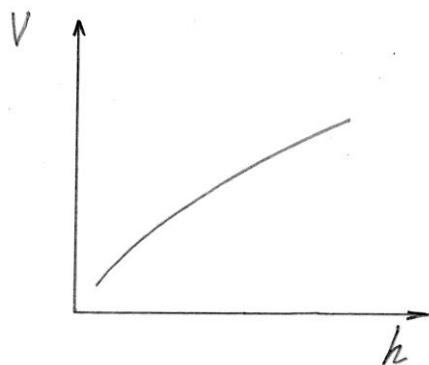
$N_a = 6,02 \times 10^{23} = \text{const}$  – число Авогадро

А) Рассчитайте объем, который займут  $6,02 \times 10^{23}$  молекул кислорода ( $O_2$ ), при температуре 0 градусов Цельсия, давлении 101325 Па (это давление 1 атмосфера). Приведите расчет.

Б) Какой объем займет смесь азота ( $N_2$ ) и углекислого газа ( $CO_2$ ), содержащая суммарно  $6,02 \times 10^{23}$  молекул при температуре 0 градусов Цельсия, давлении 101325 Па (это давление 1 атмосфера). Количество молекул азота и углекислого газа в данной смеси равны. Как изменится объем этой смеси при тех же условиях, если молекул азота будет в 2,5 раза больше, чем молекул углекислого газа, а суммарное количество молекул не изменится. Приведите обоснование своего ответа.

### Задание 5.

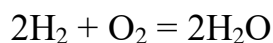
Воздушный шарик наполнили газом, который легче воздуха (гелием), завязали и отпустили в небо. Изменение каких физических величин будет действовать на объем шарика при его подъеме вверх? Посмотрите на эскиз графика зависимости объема шарика от высоты подъема и предположите, какой из факторов будет иметь большее значение.



### Химия и волшебство.

Химия – наука о превращениях веществ. Волшебство – искусство превращать предметы друг в друга. Наука доступна всем участникам олимпиады, а волшебство – лишь волшебникам!

Химические превращения описываются химическими уравнениями. Например:



Эта запись означает, что две молекулы водорода ( $H_2$ ) и одна молекула кислорода ( $O_2$ ) образуют 2 молекулы воды. При этом 2 молекулы водорода и одна молекула кислорода исчезают.

**Задание 1.** Определите, какое максимальное количество молекул воды можно получить, если смешать

А) 300 молекул водорода ( $H_2$ ) и 150 молекул кислорода ( $O_2$ )?

Б) 300 молекул водорода ( $H_2$ ) и 100 молекул кислорода ( $O_2$ )?

В) 300 молекул водорода ( $H_2$ ) и 300 молекул кислорода ( $O_2$ )?

Ответы подтвердите расчетом.

**Задание 2.**

В твердом сосуде объемом 10 литров смешали  $6,02 \times 10^{22}$  молекул кислорода ( $O_2$ ) и  $24,08 \times 10^{22}$  молекул водорода ( $H_2$ ). Смесь нагрели до 300 градусов Цельсия. После окончания реакции температуру привели к 200 градусам Цельсия.

А) В каком агрегатном состоянии содержатся вещества после приведения системы к 200 градусам Цельсия?

Б) Определите количество молекул газов (по отдельности), которые будут содержаться в данной емкости после реакции при температуре 200 градусов Цельсия.

В) Используя информацию, приведенную в задании №4 предыдущей задачи, рассчитайте давление в сосуде после реакции при температуре 200 градусов Цельсия.

Г) Сосуд охладили до температуры 2 градуса по Цельсию. Какие молекулы будут присутствовать в газовой части системы. Изменится ли количественный состав (соотношение количеств молекул) в газовой части системы? Ответ обоснуйте.

Все свои ответы подтвердите расчетом.

**Ювелирный расчет.**

*Пилите, Шура, пилите. Они золотые.*

*И.Ильф, Е. Петров. Золотой теленок.*

В ювелирном производстве используется не чистое золото, а его сплавы с другими металлами. Основные цели добавления других металлов в золото являются повышение твердости получаемых сплавов по сравнению с чистым золотом, а также получение различных оттенков цвета. Для этих целей используют множество разных металлов, из которых наиболее распространены: медь, серебро, платина, палладий, а также никель и даже железо. Ювелирные сплавы могут состоять из двух, трех и более металлов, но маркируются они по содержанию в них золота. Так 585 проба означает, что массовая доля золота в сплаве 58,5%, а остальное – другие металлы. 750 проба содержит 75,0 массовых % золота, а 375 достаточно бедна золотом и его в сплаве чуть больше трети по массе – 37,5 массовых %.

Для получения более привлекательного цвета для оригинального ювелирного украшения мастер решил получить несколько новых сплавов. Для этого он решил воспользоваться ювелирным ломом. В его распоряжении в качестве лома были следующие изделия:

Номер сплава	Количество Компонентов В сплаве	проба	Содержание других металлов в сплаве, массовая доля %			
			<b>Cu</b>	<b>Ag</b>	<b>Pt</b>	<b>Pd</b>
1	2	585	есть	0	0	0
2	2	585	0	есть	0	0
3	3	585	есть	15	0	0
4	2	750	есть	0	0	0
5	2	750	0	есть	0	0
6	4	585	15	15	0	Есть
7	2	750	0	0	0	есть
8	3	750	0	есть	0	20
9	2	750	0	0	есть	0
10	3	375	35	есть	0	0

А) Ювелир смешал и сплавил 5,000 граммов сплава №1 с 1,000 граммом сплава №10. Определите пробу полученного сплава и массовые доли всех компонентов в нем. Приведите расчеты.

Б) Какое минимальное количество исходных сплавов и какие из приведенных сплавов необходимо использовать, чтобы получить максимально богатый по числу компонентов сплав с максимально возможной массовой долей золота? Ювелир сплавил равные массы этих исходных сплавов. Определите массовые доли каждого из компонентов в получающемся сплаве. Приведите расчеты.

В) Можно ли при сплавлении двух из предложенных в таблице составов получить сплав 375 пробы. Если «да», то то назовите эти сплавы и укажите, в каком соотношении их надо смешать. Если «нет», то обоснуйте свое мнение.