

7-8 класс

Дорогой друг! Сегодня тебе предстоит поближе познакомиться с химической стороной окружающих нас компонентов Земли – воздуха, воды, почвы и минералов.

Задача 1. Великолепная десятка

Все окружающие нас вещества состоят из атомов химических элементов. На данный момент известно 118 различных элементов, однако самыми распространенными из них являются только 10, на которые приходится более 99% всего того, что нас окружает. В этой задаче вам предстоит определить эти 10 элементов, а также некоторые важные вещества, в состав которых они входят. Известно, что порядковые номера этих элементов в Периодической системе химических элементов (ПСХЭ) имени Д.И. Менделеева находятся в диапазоне от 1 до 26, а символы данных элементов составлены из 17 латинских букв, которые приведены ниже в алфавитном порядке:

A	a	a	C	e	F	g	H	i	i	K	I	M	N	O	S	T
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Далее приведено краткое описание шести самых распространенных элементов в порядке уменьшения их содержания на Земле:

- элемент №1 в виде простого вещества необходим живым организмам для дыхания;
- элемент №2 входит в состав большого количества минералов и горных пород, в том числе вместе с элементом №1 образует вещество **X** – главный компонент песка;
- элемент №3 широко встречается на Земле в виде оксида **Y**, являющегося основой глинозема и некоторых драгоценных камней, например, рубина и сапфира;
- элемент №4 является главным продуктом черной металлургии, встречается в природе в виде оксидных минералов гематита ($\omega(\text{O}) = 30\%$) и магнетита ($\omega(\text{O}) = 27.59\%$);
- элемент №5 – металл, входящий в состав вещества **Z**, являющегося основой таких минералов, как мел, мрамор и известняк;
- элемент №6 образует широко известное вещество **Q** – поваренную соль, которую мы употребляем в пищу.

1. Определите символы и названия десяти самых распространенных элементов на Земле. Ответ приведите в формате «символ элемента – русское название элемента». Для определения элементов №1–6 используйте приведенные описания, а оставшиеся четыре элемента определите, взяв неиспользованные латинские буквы из списка.

2. Выпишите из списка десяти самых распространенных элементов символы неметаллов. Для каждого неметалла укажите количество протонов в ядре его атома.

3. Приведите формулы веществ **X**, **Y**, **Z**, **Q**.

4. Установите формулы минералов гематита и магнетита, ответ подтвердите расчетом.

Задача 2. Минеральная задача

Юный химик изучал состав и свойства разных минералов, содержащих кремний. Он составил для себя таблицу с названиями веществ в алфавитном порядке, однако при заполнении второго столбца все перепутал и написал формулы в случайном порядке:

Берилл (1)	SiO_2
Каолин (2)	Fe_2SiO_4
Кварц (3)	KAlSi_3O_8
Оливин (4)	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{H}_4\text{O}_9$
Ортоклаз (5)	$\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$

Помогите Юному химику сделать правильные соответствия «названия – формула», используя следующую информацию:

- берилл имеет наибольшую молярную массу;
- формульная единица каолина содержит 17 атомов;
- в формульной единице ортоклаза содержится 138 протонов.
- формульная единица оливина имеет массу $3.389 \cdot 10^{-22}$ г;

1. Установите правильное соответствие названия вещества (порядкового номера) и его формулы. Ответ приведите в формате «порядковый номер – формула» (таблицу переносить в лист ответов не нужно). Ответ подтвердите расчетами.

2. В каком из минералов массовая доля кремния (в %) наибольшая? Чему она равна?

3. Юный химик приготовил для опытов порошок кварца, однако в него случайно попал сахар. Опишите последовательность действий и необходимую химическую посуду и оборудование, которые потребуются Юному химику для очистки кварца от сахара (выделять сахар в твердом виде не нужно).

Задача 3. Воздушная задача

Воздух – это газовая смесь, без которой мы не можем прожить даже несколько минут. Главными компонентами воздуха являются простые вещества **А**, **Б** и **В**, на которые суммарно приходится больше 99.8% всего объема. Газ **А** – основной компонент воздуха (78% по объему), он не поддерживает горение и не вступает в реакции при комнатной температуре. Газ **Б** (21% по объему) используется для дыхания, поэтому играет ключевую роль в процессах поддержания жизни на Земле. Газ **В** (0.9% по объему) относится к группе инертных (благородных) газов, его молярная масса в 1.25 раз больше, чем у газа **Б**. В процессе дыхания человек выдыхает в атмосферу газ **Г** взамен поглощенного газа **Б**. В выдыхаемом воздухе объемная доля **Б** составляет 16.5%, а доля **Г** – 4.5%. Средний объем вдыхаемого / выдыхаемого воздуха составляет 500 мл, средняя частота дыхания – 15 вдохов в минуту.

1. Установите формулы и названия газов **А**, **Б**, **В**, **Г**, состав газа **В** подтвердите расчетом молярной массы.

2. Рассчитайте среднюю молярную массу воздуха по формуле $M(\text{воздуха}) = M(\text{А}) \times \varphi(\text{А}) + M(\text{Б}) \times \varphi(\text{Б}) + M(\text{В}) \times \varphi(\text{В})$, где φ – объемная доля газа. Ответ приведите с точностью до второго знака после запятой. Рассчитайте массу воздуха (в кг) в помещении размером $5 \times 10 \times 3$ м при н.у.

3. Рассчитайте объем (в мл), количество моль и количество молекул газа **Б** в 500 мл воздуха.

4. Рассчитайте объем (в л при н.у) газа **Б**, который потребляет один человек за 1 час, а также массу (в г) газа **Г**, который человек выдыхает за этот же промежуток времени.

Задача 4. Водная задача

Основная часть гидросферы нашей планеты приходится на Мировой океан, объем которого составляет $1.34 \cdot 10^9$ (1340 млн) км^3 . Хорошо известно, что вода морей и океанов является соленой, среднее содержание солей в Мировом океане равно 35 г/л. Данные соли в основном содержат следующие элементы: хлор, натрий, магний, серу и кальций. При анализе пробы океанической воды массой 20 г в ней было обнаружено 390 мг хлора, 216 мг натрия и 26 мг магния.

1. Рассчитайте массовую долю (в %) хлора, натрия и магния в океане.

2. Рассчитайте количество моль и количество атомов натрия в 1 м^3 океана, а также массу натрия (в кг) во всем Мировом океане. Плотность океана примите равной 1000 кг/м^3 .

3. В некоторых странах океаническую воду опресняют, а затем используют для питья и бытовых нужд. Как называется способ очистки воды от содержащихся в ней примесей? Какую посуду и оборудование необходимо использовать в химической лаборатории, чтобы провести такую очистку?

4. Составьте формулы всех возможных бинарных солей из элементов, содержащихся в Мировом океане (хлор, натрий, магний, сера, кальций). Назовите полученные соли.

Задача 5. Почвенная задача

Литосфера Земли сложена преимущественно минеральными неорганическими породами, однако самая интересная ее часть – это почва, которая обладает плодородием и обеспечивает возможность роста растений. Одним из важнейших компонентов почвы является гумус – комплекс органических веществ сложного состава. Например, в состав гумуса входят вещества с формулами $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_4$ (X) и $\text{C}_{154}\text{H}_{168}\text{O}_{45}\text{N}_2$ (Y). Помимо этого, большую роль в развитии растений играют такие макроэлементы, как азот, калий и фосфор. При интенсивном ведении сельского хозяйства эти вещества активно расходуются, поэтому должны систематически вноситься в почву в виде удобрений.

1. Рассчитайте относительные молекулярные массы веществ X и Y, а также массовые доли (в %) всех элементов в веществе Y.

2. Приведите формулы и названия трех соединений, которые можно использовать в качестве калийных удобрений для восполнения дефицита калия в почве (растворимые соли сильных кислот).

3. Одно из наиболее распространенных азотных удобрений – мочевины (карбамид). Известно, что молекула мочевины содержит по массе 46.667% азота, 6.667.% водорода, 20% углерода и кислород. Выведите молекулярную формулу мочевины.

4. Для подкормки растений в некотором фермерском хозяйстве с общей площадью почв 5 км^2 нужно внести 5 г азота на 1 м^2 площади. Рассчитайте массу мочевины (в кг), которую нужно внести в почву данного фермерского хозяйства для восполнения дефицита азота.

Инструкция для участника:

Каждая задача оценивается в 20 баллов. Все атомные массы при расчетах округляйте до целых чисел (кроме хлора – 35.5). Все уравнения реакций должны быть уравнены (не забудьте расставить коэффициенты). Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл).