

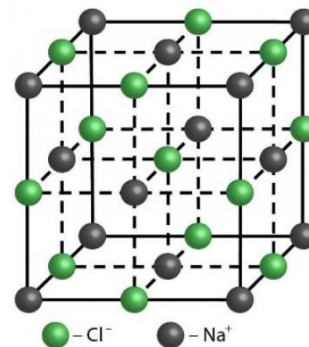
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2024-2025 УЧЕБНЫЙ ГОД
8 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.

Максимально возможное количество баллов: 130

Задача 1. Неизвестный оксид

Вещество **X** – оксид металла (массовая доля кислорода 23,88 %), название которого связано с именем скандинавской богини любви и красоты Фрейи. **X** образует серые кристаллы, не растворимые в воде, имеющие структуру типа NaCl (рисунок). Его элементарная ячейка - куб стороной 4,093 Å.



1. Определите вещество **X**, подтвердив расчетом. Чему равна его молярная масса?
2. Определите плотность (г/см³) вещества **X** (при расчете учтите, что в элементарную ячейку входит 4 формульных единицы **X** (например, NaCl). Масса каждой из них совпадает с молярной массой, но выражается в а.е.м.
3. Какие еще оксиды металла, который входит в состав **X**, вам известны?

Для справки: 1 Å = 10⁻⁸ см; 1 а.е.м = 1,66·10⁻²⁴ г

(13 баллов)

Задача 2. Токсичное вещество

Вещество **A** - тёмно-красная токсичная жидкость с резким запахом, которая используется в производстве пестицидов. **A** может быть получено при взаимодействии расплава светло-жёлтого порошкообразного неметалла **B**, который относится к халькогенам, с желто-зелёным газом-галогеном **C** (реакция 1).

1. Установите химическую формулу вещества **A** подтвердив расчетом, если **B** и **C** реагируют друг с другом в соотношении 1:1.
2. **A** легко гидролизуется и даже «дымит» во влажной атмосфере с образованием газа **D** с резким неприятным запахом, в котором массовая доля кислорода равна 50 %, **B** и одноосновной кислоты (реакция 2). Определите массу (в г) соединения **B**, образовавшегося при полном гидролизе 5 моль **A**.
3. Напишите уравнения упомянутых химических реакций.

(13 баллов)

Задача 3. Элемент Земли

Химический элемент **X** по распространённости в земной коре занимает второе место после кислорода. Простое вещество **Y**, образованное элементом **X**, было впервые получено в 1811 году французскими учёными Жозефом Луи Гей-Люссаком и Луи Жаком Тенаром, а в 1823 году Йёнс Якоб Берцелиус получил **Y** путём восстановления фторида элемента **X**, в котором ω(F) = 73,08 масс. %, металлическим калием (реакция 1). **Y** также может быть получен при прокаливании кислотного оксида **Z**, содержащего 53,3 % кислорода по массе, с магнием (реакция 2). **Z** реагирует с газообразным фтороводородом (реакция 3) с образованием фторида элемента **X** и воды, а также с водным раствором

гидроксида калия (*реакция 4*). При взаимодействии **Y** с **Z** при температуре свыше 1200 °С образуется оксид, в котором **X** проявляет степень окисления +2 (*реакция 5*).

1. Определите элемент **X**, простое вещество **Y**. Установите химическую формулу **Z**, подтвердив расчетом
2. Напишите уравнения всех упомянутых химических реакций

(24 балла)

Задача 4. Истина или ложь?

Оцените правдивость представленных ниже высказываний:

1. KO_2 – это оксид калия
2. O_3 и O_2 – изотопы
3. Электрон тяжелее протона примерно в 1840 раз
4. Литий не реагирует с водой
5. Малахит – это простое вещество
6. Оксиды – это бинарное соединение химического элемента с кислородом в степени окисления -2
7. Фтор является самым химически активным металлом и сильнейшим восстановителем
8. Соли плавиковой кислоты – фториды
9. Степень окисления кислорода в соединении O_2F_2 равна $+1$
10. Каждый кислотный оксид вступает в реакцию с водой
11. P_2O_5 – кислотный оксид
12. Концентрированные HNO_3 и H_2SO_4 – кислоты-восстановители
13. $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб.) \neq
14. Рубидий крайне неустойчив на воздухе, реагирует с воздухом в присутствии следов воды с воспламенением
15. В атоме не может быть двух электронов, у которых квантовые числа были бы одинаковы
16. В изолированной системе энергия может переходить из одной формы в другую, но ее общее количество остается постоянным
17. В превращениях: $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{X} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{X} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2\text{O}_5$ **X** – это HIO_3
18. Соли калия, особенно хлориды и нитраты, окрашивают бесцветное пламя горелки в зеленый цвет.
19. Масса протона близка к массе нейтрона
20. Амфотерные оксиды могут реагировать с кислотами

(30 баллов)

Задача 5. Несущий свет

Как считается, фосфор был открыт в 1669 г. немецким алхимиком Хенningом Брандом. С целью получения философского камня Бранд собрал в солдатских казармах несколько бочек мочи, которую в дальнейшем упарил и перегнал. В результате чего образовалось «красное масло» и остаток, содержащий белую соль. Соль он отбрасывал, а красное масло смешивал с углем и вновь нагревал эту смесь в течение 16 часов. В результате образовывался фосфор, который в виде белой пыли, медленно оседал на дно реторты и светился в темноте. Бранд, приняв получившееся вещество за философский камень, пытался превратить его в золото, но все его попытки ни к чему не привели. Тогда Бранд нашёл другой способ получить «золото». Поскольку фосфор вызвал огромный интерес, Бранд начал им активно торговать, выставя цену дороже золота и сохраняя процесс получения фосфора в тайне.

Однако, способ Бранда был несовершенен и давал гораздо меньше фосфора, чем мог бы, потому что отброшенная им соль содержала большую часть фосфатов. Алхимик получил всего 120 г фосфора из 5 700 л мочи.

1. Сколько грамм фосфора мог бы получить Бранд, если бы он использовал весь остаток дистилляции? Учтите, что суточная порция (около 1,5 л) мочи взрослого человека содержит примерно 20 миллимоль фосфат-ионов.
2. Определите практический выход* фосфора в способе Бранда.
3. Где еще содержится фосфор в организме человека?
4. Как Вы думаете, почему Бранд назвал открытый им элемент фосфором?

*Понятие практический выход (η) используется для продуктов реакции и означает отклонение массы продукта от теоретически возможного:

$$\eta = m(\text{практическая})/m(\text{теоретическая}) \cdot 100 \%$$

(20 баллов)

Задача 6. Мысленный эксперимент

Способность вещества растворяться в воде называют растворимостью (S). Все твердые вещества лишь ограничено растворимы в воде. Их растворимость выражают числом, которое показывает наибольшую массу вещества, которая может раствориться в 100 г воды при определенной температуре.

1. К 150 г воды, имеющей температуру 10 °С, добавили 60 г KCl. Вычислите массовую доли соли в растворе над осадком (изменением температуры воды в ходе растворения пренебрегите). Какую массу воды той же температуры надо взять, чтобы полностью растворить соль? Используйте представленную на рисунке 1 зависимость растворимости KCl в воде от температуры.

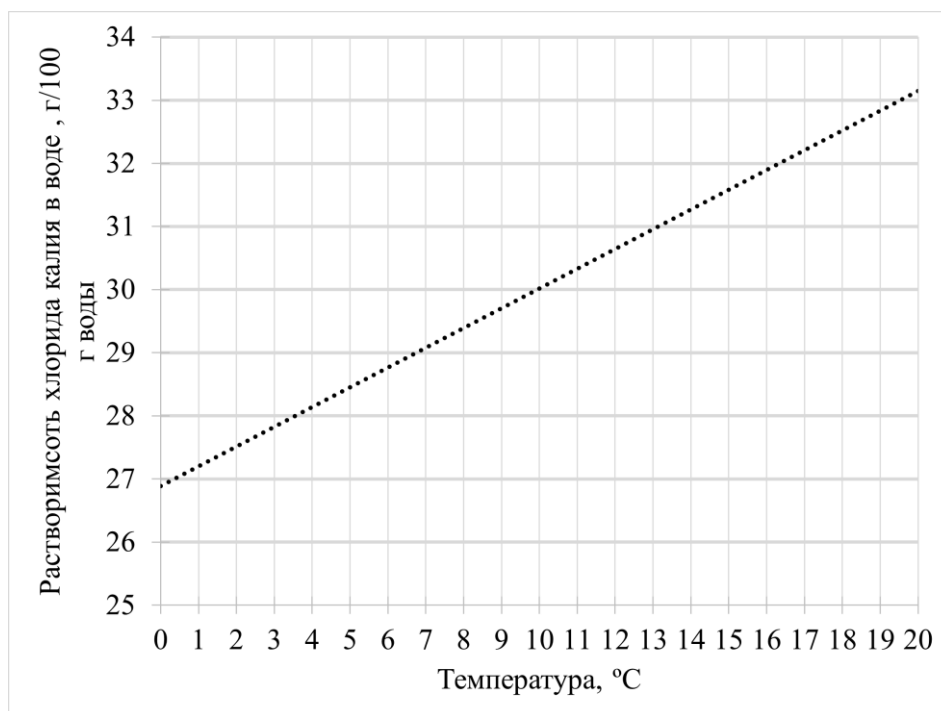


Рисунок 1 - Зависимость растворимости KCl в воде от температуры

2. Используя справочные данные о растворимости $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, рассчитайте объем воды и массу кристаллогидрата сульфата железа (II), необходимые для приготовления 40 г насыщенного при 50 °C раствора сульфата железа(II).

Соль	Растворимость (г/100 г воды)						
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	80 °C
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20,5	26,5	32,9	40,2	48,6	55,3	43,7

3. Из 530 г 38% раствора сульфата железа (II) при охлаждении до температуры T выпало 278 г его гептагидрата. Рассчитайте растворимость сульфата железа при температуре T. Чему примерно равна температура T?

(30 баллов)