

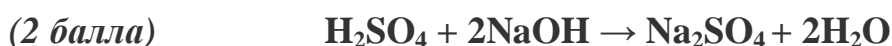
**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2023–2024 учебный год
Анализ (разбор) олимпиадных заданий по химии
7-8 класс**

1. Реакции ионного обмена. Реакция нейтрализации. Вычисление массовой доли в растворах (11 баллов).

К раствору гидроксида натрия массой 1600г прибавили 500г 50 %-ного раствора серной кислоты. Для нейтрализации получившегося раствора потребовалось 160г кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массу и массовую долю гидроксида натрия в исходном растворе. При расчетах округление проводить до сотых.

Решение: Реакция протекает при нормальных условиях:

Уравнения реакций



(Возможен расчет на основании уравнения с образованием образования кислой соли - NaHSO_4 и последующего взаимодействия с Na_2CO_3 . Конечный ответ не изменится).

Решение:

(0,5 балл) $m(\text{общ}) (\text{H}_2\text{SO}_4) = 500 \cdot 50 / 100 = 250 \text{ г}$

(0,5 балл) $n(\text{общ}) (\text{H}_2\text{SO}_4) = 250 / 98 = 2,55 \text{ моль}$

(1 балл) $n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 160 / 286 = 0,56 \text{ моль}$

(1 балл) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,56 \text{ моль}$

расчет количества серной кислоты, вступившей в реакцию с NaOH и массу NaOH в исходном растворе

(1 балл) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,55 - 0,56 = 1,99 \text{ моль}$

(1 балл) $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,99 \cdot 2 = 3,98 \text{ моль}$

(1 балл) $m(\text{NaOH}) = 3,98 \cdot 40 = 159,60 \text{ г}$

(1 балл) Расчёт массовой доли NaOH в исходном растворе

$$W(\text{NaOH}) = 159.60 / 1600 = 0,0995 (9,95\%)$$

Итого: 11 баллов

Задача 2. Окислительно - восстановительные реакции. Вычисления по уравнениям реакций (21 балл).

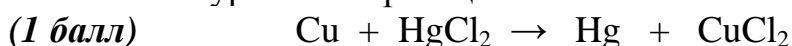
Медные монеты в царские времена российского государства были широко распространены. В зависимости от финансового состояния и целей денежных реформ императоры чеканили крупные, мелкие номиналы медных монет. Медные монеты готовились из красной меди и имели различные номиналы в зависимости от веса. Самая тяжелый номинал (медная плата) это один рубль весил 1,6 кг.; полтина весила 800 г.; полуполтина – 400 г. Мелкие номиналы. полуполушка – 0,5 копейки, 1 копейка, 3 копейки, 10 копеек.

Старинную медную монету массой 50,00 г поместили в раствор хлорида ртути (II). Масса пластинки после реакции оказалась равной 52,74 г. Сколько меди растворилось? Запишите уравнение реакции. Проведите расчет.

1. Как будет выглядеть старинная медная монета после реакции с хлоридом ртути? 2. Приведите латинское название меди. 3. Знаете ли Вы от какого слова произошло название меди? 4. Возможно ли взаимодействие старинной железной, алюминиевой монет с хлоридом ртути и почему? Составьте возможные уравнения реакций.

Решение:

Записываем уравнение реакции:



Находим количество меди в пластинке:

$$(1 \text{ балл}) \quad n(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}) = 50,00 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,78 \text{ моль}$$

Из условия задачи мы понимаем, что медь вступила в реакцию не полностью, а частично. Обозначим количество прореагировавшей меди, как x моль:

$$(2 \text{ балл}) \quad n(\text{Cu}) = x \text{ моль},$$

а масса прореагировавшей меди:

$$(2 \text{ балл}) \quad m(\text{Cu})_{\text{прореаг}} = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = x \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 64x \text{ г}.$$

Тогда количество образовавшейся ртути также будет равно x моль.

$$(2 \text{ балл}) \quad n(\text{Hg}) = x \text{ моль}.$$

А масса образовавшейся ртути равна:

$$(2 \text{ балл}) \quad m(\text{Hg}) = n(\text{Hg}) \cdot M(\text{Hg}) = x \text{ моль} \cdot 201 \text{ г/моль} = 201x \text{ г}.$$

Записываем уравнение материального баланса для пластинки:

(1 балл) $m_{\text{пластинки исх.}} - m(\text{Cu})_{\text{прореаг.}} + m(\text{Hg}) = m_{\text{пластинки конечн.}}$

Составляем уравнение:

(1 балл) $50 - 64x + 201x = 52,74.$

Решаем его, находим x :

(1 балл) $137x = 2,74,$
 $x = 0,02$ моль

Следовательно, масса прореагировавшей меди равна:

(2 балл) $m(\text{Cu})_{\text{прореаг}} = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 1,28 \text{ г.}$

(1 балл) Старинная медная монета после реакции с хлоридом ртути покроется серебристой ртутью – будет серебристого цвета.

Ртуть стоит правее Меди (электрохимический ряд напряжения металлов), поэтому медь может вытеснять ртуть из ее растворов.

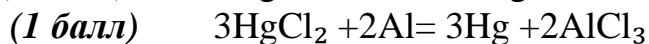
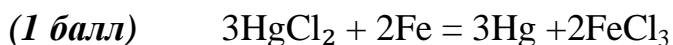


(1 балл) Латинское название меди *Cuprum* произошло от названия острова Кипр, где уже в III тысячелетии до н. э. существовали медные рудники и производилась выплавка меди.

(1 балл) Медь широко применяется в электротехнике для изготовления силовых кабелей, проводов или других проводников, например, при печатном монтаже.

Медные провода, в свою очередь, также используются в обмотках энергосберегающих электроприводов (быт: электродвигателях) и силовых трансформаторов.

(1 балл) Вытеснить ртуть из ее соединений могут все металлы, которые стоят в ряду напряжения металлов левее ртути. Например,



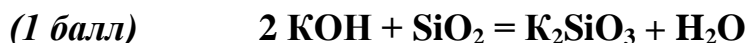
Итого: 21 балл

3. Смеси неорганических веществ. Горение веществ (9 баллов)

Выдающимся открытием 21 века являются новые материалы – сорбенты, которые используются в качестве усиливающих наполнителей в шинной и резинотехнической промышленности, для очистки от органических и неорганических примесей. Химической основой таких сорбентов является углерод-кремнеземный композит, включающий оксид кремния и углерод. На полное сжигание углерод-кремнеземного композита

(смеси углерода и диоксида кремния) израсходовали кислород массой 22,4 г. Какой максимальный объем 20%-ного раствора гидроксида калия ($\rho = 1,173$ г/мл) может прореагировать с исходной смесью, если известно, что массовая доля углерода в ней составляет 70 %? Приведите формулу для расчета объема раствора через плотность и массовую долю.

Решение:



Расчет количества молей и массы углерода

(1 балл) $n(O_2) = m/M = 22,4 / 32 = 0,7$ моль

(1 балл) $n(C) = n(O_2) = 0,7$ моль

(1 балл) $m(C) = n \cdot M = 0,7 \text{ моль} \cdot 12 = 8,4$ г

(0,5 балл) Расчет массы оксида кремния $m(SiO_2) = 8,4 \cdot 30 / 70 = 3,6$ г

(0,5 балл) $n(SiO_2) = m/M = 3,6 / 60 = 0,06$ моль

(0,5 балл) $n(KOH) = 2n(SiO_2) = 0,06 \cdot 2 = 0,12$ моль

(0,5 балл) $m(KOH) = 0,12 \cdot 56 = 6,72$ г

(0,5 балл) расчет массы раствора гидроксида калия (KOH):

$$m(KOH)_{p-p} = 6,72 \cdot 100 / 20 = 33,6 \text{ г}$$

(0,5 балл) расчет объема раствора гидроксида калия (KOH)

$$V_{p-p} = m_{p-p} / \rho_{p-p} = 33,6 / 1,173 = 28,6 \text{ мл}$$

(1 балл) $V = n(SiO_2) \cdot 2M(KOH) / w \rho = 0,06 \cdot 2 \cdot 56 / 0,2 \cdot 1,173 = 28,6$ мл

Итого: 9 баллов

4. Строение вещества. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Кристаллические решетки (13 баллов).

Ответьте на вопросы теста.

1. Атом – структурная единица в кристаллической решетке 1) фосфорной кислоты 2) белого фосфора 3) кремнезема 4) хлорида аммония
2. Вещество с атомной кристаллической решеткой 1) твердые и тугоплавкие 2) хрупкие, легкоплавкие 3) проводят ток в растворах 4) проводят ток в расплавах
3. Молекулярную кристаллическую решетку имеют 1) вода и оксид меди (II) 2) сухой лед и сульфид калия 3) каменная соль и купоросное масло 4) озон и соляная кислота
4. Вещество с низкой температурой плавления возгоняется при нагревании, неэлектропроводное, имеет кристаллическую решетку 1) ионную 2) молекулярную 3) металлическую 4) атомную
5. Ионную кристаллическую решетку имеют 1) плавиковый шпат 2) медь 3) алмаз 4) кварц
6. Твердое, хрупкое вещество, расплав которого проводит ток, имеет кристаллическую решетку 1) атомную 2) металлическую 3) молекулярную 4) ионную
7. Вещество с высокой электропроводностью, ковкое, имеет кристаллическую решетку 1) ионную 2) металлическую 3) молекулярную 4) атомную
8. В кристалле вольфрама частицы связаны металлической связью, поэтому вольфрам 1) тугоплавок 2) химически стоек 3) электропроводен 4) имеет высокую плотность
9. Немолекулярное строение имеет 1) фуллерен 2) алмаз 3) оксид водорода 4) оксид углерода (IV)
10. Молекулярную кристаллическую решетку имеет 1) литий 2) оксид лития 3) красный фосфор 4) белый фосфор

Ответьте на вопросы теста. Почему вещества с атомной кристаллической решеткой тугоплавки и тверды? Вы хорошо знаете, что вещества

молекулярного строения могут существовать в трёх агрегатных состояниях — твёрдом, жидком и газообразном. Но температурные условия того или иного состояния для каждого из веществ индивидуальны. Почему это происходит? Назовите основные причины.

Решение:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	4	2	1	4	2	3	2	4
1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл	1 балл

1. (1 балл) Вещества с атомной кристаллической решеткой очень тугоплавки, твердые. Это обусловлено наличием прочных ковалентных связей между атомами, которые находятся в узлах кристаллической решетки. Такие вещества не проводят электрический ток (нет ионов в узлах решетки) и являются хрупкими.

2. (1 балл) Вещества молекулярного строения могут существовать в трёх агрегатных состояниях — твёрдом, жидком и газообразном. Агрегатное состояние молекулярных веществ определяется силами межмолекулярного взаимодействия, которое осуществляется за счёт сил электростатического притяжения, очень слабых.

(1 балл) Чем сильнее межмолекулярное взаимодействие в веществе, тем выше его температура плавления и кипения. Сила межмолекулярного взаимодействия — индивидуальная характеристика вещества, она зависит от электронного строения его молекул.

Итого: 13 баллов

5.Идентификация химических веществ. Влияние концентрации реагента на продукты реакции (16 баллов).

В две пробирки положили по одинаковому кусочку цинка, а затем прилили некоторое количество 30 %-ной азотной кислоты и такое же количество воды. В первую пробирку сначала налили воду, а затем медленно приливали кислоту, во вторую – сначала налили кислоту, а затем медленно приливали воду.

Какие вещества образовались? Приведите уравнения происходящих реакций. Как доказать различие содержимого в двух пробирках после окончания реакций? Какие качественные реакции можете предложить для идентификации продуктов первой и второй пробирки? Назовите самый сложный по составу продукт реакции после проведения качественных реакций.

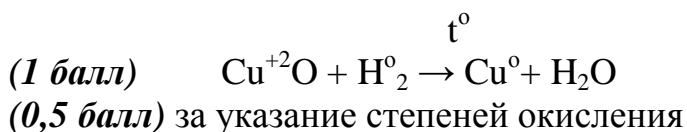
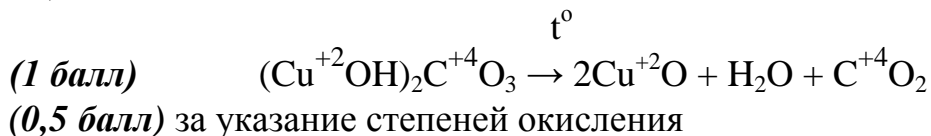
уравнения реакций. Предложите структуру и название класса, к которому относится малахит. Определите степень окисления исходных веществ и продуктов реакции. В состав яблок входит яблочная кислота – (2-гидроксипентандиовая) известная как натуральная пищевая добавка (E296). Предложите структурную формулу данного соединения.

Решение:

(1 балл) Если яблоко не темнеет, следовательно, в атмосфере планеты нет кислорода или других газов, являющихся окислителями.

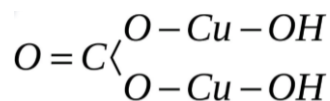
(1 балл) Отсутствие в атмосфере CO_2 подтверждается тем фактом, что известковая вода не мутнеет.

При нагревании малахита образуется красный порошок меди, а не черный порошок оксида меди. Следовательно, в атмосфере имеется водород, который восстанавливает медь из оксида меди. Расставьте степени окисления элементов в исходных веществах и продуктах реакции



Кроме водорода в атмосфере планеты могут содержаться инертные газы, угарный газ и азот, поскольку атмосфера планеты восстановительная, то могут быть еще газы, обладающие восстановительными свойствами: водород H_2 , сероводород H_2S , аммиак NH_3 .

(3 балл)



Структурная формула малахита

(1 балл) Малахит – основная соль. Гидрокарбонат меди (II)

Яблочная кислота (оксиянтарная кислота,

(1 балл) химическая формула — $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$

(1 балл) или $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$

(1 балл) (2-гидроксипентандиовая кислота, α -гидроксиантарная кислота)

Итого: 12 баллов

7. Способы разделения химических веществ (18 баллов)

Вам дана смесь веществ (карбонат кальция, хлорид калия, парафин) необходимо разделить на индивидуальные вещества. Вам приведены отдельные варианты операций. При выполнении заданий проведите выборку только тех операций, которые Вам потребуются для идентификации веществ. Расположите выбранные операции в правильном порядке. Докажите какие вещества обозначены буквами **А**, **Б**, **В**?

- (1) нагреть смесь до плавления парафина
- (2) снять с поверхности воды плавающие кусочки вещества **А** и высушить их между листами фильтровальной бумаги
- (3) отделить воду перегонкой
- (4) перенести фильтрат в фарфоровую чашку и выпарить досуха
- (5) поместить смесь в воду, перемешать палочкой или взболтать
- (6) размешать взвесь стеклянной палочкой и вылить на воронку с фильтром
- (7) отделить находящийся на дне осадок **В** фильтрованием
- (8) собрать стеклянной палочкой с фарфоровой чашки вещество **Б**
- (9) дождаться, когда одно из веществ всплывёт
- (10) перетереть смесь и выделить из неё одно из веществ магнитом

Решение

Правильная последовательность: (5) – (9) – (2) – (6) – (7) – (4) – (8)

А – парафин, Б– хлорид калия, В – карбонат кальция

	Элементы решения	Баллы
1	За каждую указанную необходимую операцию (порядок не имеет значения) – 1 балл.	7 баллов
2	Определение правильной последовательности+ 2 балла за рассуждения	8 баллов
3	А – парафин, Б– хлорид калия, В – карбонат кальция	3 балла
	Итого	18 баллов

Итого: 18 баллов

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Итого
Максимальное кол-во баллов	11	21	9	13	16	12	18	100