

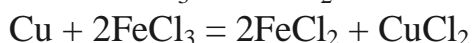
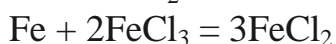
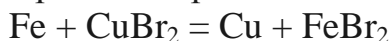
Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2023–2024 учебный год
Анализ (разбор) олимпиадных заданий
9 класс

1. Химия металлов. Химические свойства металлов (21 балл).

Железную пластинку массой 14 г поместили в раствор бромида меди (II) и выдерживали до тех пор, пока ее масса не стала равной 14,4 г. Затем пластинку вынули, высушили и внесли в 400 г подогретого 26%-го раствора хлорида железа (III). Вычислите массовую долю веществ в полученном растворе.

Решение:

Уравнения реакций:



Пусть $n(\text{Fe}_{\text{прореаг.}}) = x$ моль, $m(\text{Fe}_{\text{прореаг.}}) = 56x$ г; $n(\text{Cu}) = x$ моль, $m(\text{Cu}) = 64x$ г.

$$m_{2(\text{пласт.})} = m_{1(\text{пласт.})} + m(\text{Cu}) - m(\text{Fe}_{\text{прореаг.}})$$

$$14,4 = 14 + 64x - 56x$$

$$x = 0,05 \text{ моль}$$

Вычислим массовые доли веществ в растворе:

$$n(\text{Fe}_{\text{ост.}}) = n(\text{Fe}_{\text{исх.}}) - n(\text{Fe}_{\text{прореаг.}}) = 14 : 56 - 0,05 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuCl}_2) = n(\text{Cu}) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,05 \cdot 135 = 6,75 \text{ г}$$

$$n(\text{FeCl}_2) = 3n(\text{Fe}_{\text{ост.}}) + 2n(\text{Cu}) = 0,2 \cdot 3 + 0,05 \cdot 2 = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,7 \cdot 127 = 88,9 \text{ г}$$

$$m(\text{FeCl}_3_{\text{исх.}}) = 400 \cdot 0,26 = 104 \text{ г}$$

$$n(\text{FeCl}_3_{\text{исх.}}) = 104 : 162,5 = 0,64 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeCl}_3_{\text{ост.}}) = n(\text{FeCl}_3_{\text{исх.}}) - 2n(\text{Fe}_{\text{ост.}}) - 2n(\text{Cu}) = 0,64 - 0,4 - 0,1 = 0,14 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_3_{\text{ост.}}) = 0,14 \cdot 162,5 = 22,75 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{FeCl}_3_{\text{р-ра}}) + m_{2\text{пласт.}} = 400 + 14,4 = 414,4 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuCl}_2) = 6,75 : 414,4 \cdot 100\% = 1,63\%$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = 88,9 : 414,4 \cdot 100\% = 21,45\%$$

$$\omega(\text{FeCl}_3) = 22,75 : 414,4 \cdot 100\% = 5,49\%$$

Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1.	Уравнения 3 - за каждое по 1 баллу	3 балла
2.	Введение неизвестного ($\text{Fe}_{\text{прореаг.}} = x$ моль) – 1 балл Расчет $m(\text{Fe}_{\text{прореаг.}})$, $n(\text{Cu})$, $m(\text{Cu})$ по 1 баллу за каждое	4 балла
3.	Расчет $m_{2(\text{пласт.})}$ - 2 балла, рассуждения – 1 балл	3 балла

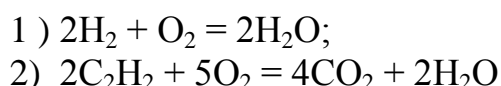
4.	Расчет $n(\text{Fe}_{\text{ост.}})$	2 балла
5.	Расчет $n(\text{CuCl}_2)$ и $m(\text{CuCl}_2)$ по 1 баллу за каждое	2 балла
6.	Расчет $n(\text{FeCl}_2)$ и $m(\text{FeCl}_2)$ по 1 баллу за каждое	2 балла
7.	Расчет $m(\text{FeCl}_3_{\text{исх.}})$ и $n(\text{FeCl}_3_{\text{исх.}})$ по 0,5 балла за каждое	1 балл
8.	Расчет $n(\text{FeCl}_3_{\text{ост.}})$ и $m(\text{FeCl}_3_{\text{ост.}})$ по 1 баллу за каждое	2 балла
9.	Расчет m р-ра	1 балл
10.	Расчет $\omega(\text{CuCl}_2)$, $\omega(\text{FeCl}_2)$, $\omega(\text{FeCl}_3)$ по 0, 5 за каждое	1 балл
	Итого	21 балл

Итого: 21 балл

2. Органические вещества. Свойства органических веществ (9 баллов).

Смесь ацетилена и водорода массой 27 г сожгли в кислороде. После охлаждения продуктов сгорания до комнатной температуры сконденсировалось 27 мл воды. Определите состав газовой смеси. Напишите уравнение карбидного способа получения ацетилена.

Решение:



Пусть в смеси было x моль H_2 и y моль C_2H_2 .

Тогда масса исходной смеси:

$$2x + 26y = 27.$$

Из x моль H_2 образуется x моль H_2O , из y моль C_2H_2 – y моль H_2O .

$$18(x + y) = 27, \text{ т.к. } \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1.$$

Составляем систему уравнений

$$\begin{cases} 2x + 26y = 27 \\ 18x + 18y = 27 \end{cases}$$

Решение системы уравнений, находим количество газов.

$$x = 0,5 \text{ моль } \text{H}_2, y = 1 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_2.$$

Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1	Уравнения по 1 баллу за каждое	2 балла
2	Введение неизвестных (X, Y) по 1 баллу за каждое	2 балла
3	Расчет массы исходной смеси	1 балл
4	Расчет массы воды с указанием плотности $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$	1 балл
5	Составление системы - 1 балл, ее решение - 1 балл	2 балла
6	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ карбидный способ получения	1 балл
	Итого	9 баллов

Итого: 9 баллов

3. Строение атома Периодический закон. Периодическая система химических элементов (12 баллов).

Элементы А и С расположены во II периоде Периодической системы химических элементов имени Д.И. Менделеева. Известно, что ядро атома элемента А содержит 3 протона, а ядро атома элемента С содержит 8 протонов. В результате реакции простых веществ, образованных элементами А и С, получается соединение, которое взаимодействует с водой и образует раствор, в котором индикатор лакмус окрашивается в синий цвет. Простое вещество, образованное элементом С, может реагировать с простым веществом, образованным элементом В, принадлежащего этому же периоду. В ядре атома элемента В содержится 6 протонов. При добавлении лакмуса в раствор, образующийся при взаимодействии соединения элементов С и В с водой появляется красная окраска. Соединение А и С реагирует с соединением элементов С и В, образуя соль мало растворимую в воде. Определить соединения А, С, В. Рассчитать количество нейтронов, электронов, содержащихся в атомах этих элементов. Составьте уравнения описанных реакций. Назовите продукты химических реакций. Что Вы понимаете под индикатором?

Решение:

1. Количество протонов – порядковый номер элемента. Элемент А – Li
Элемент С – это О, элемент В – это С.
2. Число нейтронов - разница атомной массы и числа протонов (порядковый номер ($N = A_t - Z$)).
3. Число электронов равно числу протонов
4. Расчет нейтронов и электронов для лития, кислорода, углерода

Элемент	Нейтроны	Электроны
Li	$7-3=4$	3
O	$16-8=8$	8
C	$12-6$	6

5. Уравнения реакций

- 1) $4Li + O_2 = 2Li_2O$
- 2) $Li_2O + H_2O = 2LiOH$
- 3) $C + O_2 = CO_2$
- 4) $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$
- 5) $Li_2O + CO_2 = Li_2CO_3$

5. Название оксидов, угольной кислоты, карбоната лития

Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1.	Определение элементов по 1 баллу за каждый	3 балла
2.	Расчет числа нейтронов и электронов по 0,5 балла за каждый	3 балла
3.	Составление уравнений по 0,5 балла	2,5 балла

4.	Указание названия образующихся соединений по 0,5 балла за каждое	2,5 балла
5.	Понимание сущности индикатора	1 балл
	Итого	12 баллов

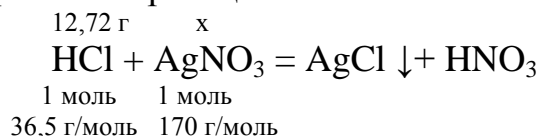
Итого: 12 баллов

4. Растворы. Массовая доля растворов (10 баллов).

Возможно, вы удивитесь, что многие химические вещества широко встречаются в литературе. Так химическое соединение ляпис (Argenti nitratis на латинском) часто упоминается в классических произведениях русской литературы. Проведите вычисления массы раствора ляписа с массовой долей 10%, необходимого для полного осаждения хлорид-ионов при взаимодействии с раствором соляной кислоты объемом 100 мл, плотностью 1,06 г/мл и массовой долей 12 %. Назовите два произведения, где упоминается ляпис и одного из героев по имени ляпис. Что такое ляписный карандаш? Какое старинное название ляписа вы знаете?

Решение:

Уравнение реакции:



2. По уравнению реакции надо вычислить массу нитрата серебра, а для этого нужно узнать массу хлороводорода:

$$m(\text{р-ра HCl}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega / 100\% = 106 \cdot 0,12 / 100 = 12,72 \text{ г}$$

3. Из уравнения

$$m(\text{AgNO}_3) = 12,72 \cdot 170 / 36,5 = 59,24 \text{ г (находится по пропорции из уравнения)}$$

или рассчитываем количество вещества HCl с использованием формулы $12,72 / 36,5 = 0,34849 \text{ моль}$ \Rightarrow

В связи со степенью округления масса вещества нитрата серебра может иметь разные значения (от 59,2433 до 59,5 г). Масса раствора также будет иметь разные значения (592,433 до 595 г)

4. Вычислить $m_{\text{раствора}}(\text{AgNO}_3)$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) / \omega = 59,24 / 0,1 = 592,4 \text{ г}$$

Для полного осаждения Cl^- из раствора соляной кислоты потребуется 592,4 г 10 % -ного раствора AgNO_3 .

1. Никифор Ляпис-Трубецкой — персонаж романа Ильи Ильфа и Евгения Петрова «Двенадцать стульев»

2. В романе Тургенева «Отцы и дети» Базаров умер, оттого что у него вовремя не нашлось под рукой **адского** камня - ляписа.

3. Адский камень - ляпис.

4. Ляписный карандаш – это медицинский препарат – сильный антисептик, в форме карандаша. Основа - сухой нитрат серебра, используют для прижигания поврежденных участков кожи. Использовать ляписный карандаш нужно предельно осторожно, могут возникать сильные ожоги и омертвения тканей

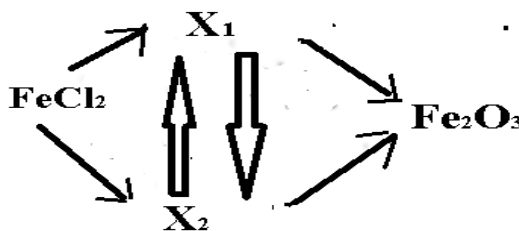
Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1	Уравнение химической реакции -1 балл	1 балл
2	Расчет m (р-ра HCl), m (AgNO ₃), M раствора (AgNO ₃)- по 1 баллу	3 балла
3	Художественные произведения по 1 баллу за каждое	2 балла
4	Имя героя Ляпис Трубецкой – 1 балл	1 балл
5	Адский камень – 1 балл	1балл
6	Ляписный карандаш и его свойства	2 балла
	Итого	10 баллов

Итого: 10 баллов

5. Генетическая взаимосвязь классов веществ (15 баллов).

Напишите уравнения химических реакций, которые соответствуют предложенной схеме. Каждая стрелка предполагает одну реакцию. Определите неизвестные вещества. Расставьте коэффициенты. Предложите условия превращений.



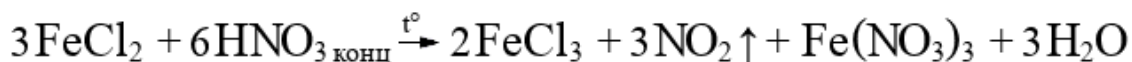
Решение:

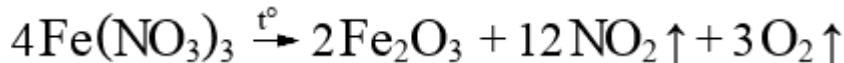
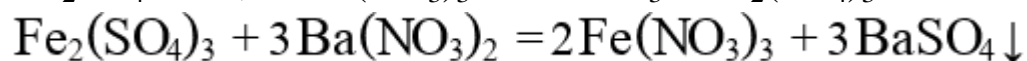
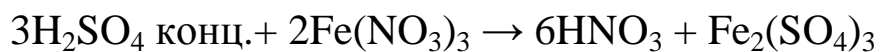
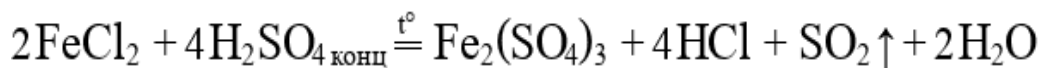
Оксид железа (III) образуется при прокаливании гидроксида железа (III) или кислородсодержащих соединений железа (III).

Из этих веществ выбрать те, которые образуются при окислении FeCl₂.

Хлорид железа (II) превращается в соли **хлорида** (УДАЛИТЬ, как ошибочное) железа (III) под действием кислот окислителей (азотной, серной).

X₁ - Fe(NO₃)₃, X₂ - Fe₂(SO₄)₃.





Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1	6 уравнений с учетом расстановки коэффициентов по 2 балла каждое.	12 баллов
2	Рассуждение как образуется оксид железа (III)	1 балл
3	Рассуждение о переходе хлорида железа (II) в хлорид железа (III)	1 балл
4	X ₁ - Fe(NO ₃) ₃ , X ₂ - Fe ₂ (SO ₄) ₃ . по 0,5 балла за каждое	1 балл
	Итого	15 баллов

Итого: 15 баллов

6. Тепловой эффект химической реакции. Расчеты по термохимическим уравнениям (11 баллов).

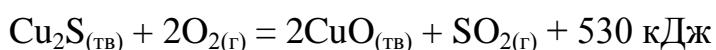
Химические реакции, связанные с выделением или поглощением тепла широко вошли в современную жизнь человека и общества. Сейчас они являются неотъемлемой частью нашей жизни. Знание теплового эффекта необходимо для решения многих практических задач, таких как горение.

Горение – быстро протекающая химическая реакция соединения компонентов с кислородом, сопровождающаяся интенсивным выделением теплоты, резким повышением температуры и излучением.

В результате реакции горения 1 моль сульфида (сульфида) меди (I) в кислороде, образуется 2 моль порошка черного цвета и выделяется 1 моль сернистого газа. При этом выделяется 530 кДж. Составьте термохимическое уравнение. Рассчитайте сколько молекул кислорода приняло участие в реакции, и какова масса образовавшегося при этом порошка черного цвета, если выделяется 7950 кДж теплоты? В виде какого минерала в природе встречается сульфид (сульфид) меди (I). Что произойдет с сульфидом (СУЛЬФИДОМ) меди (I) если горение провести при температуре 1200° – 1300°.

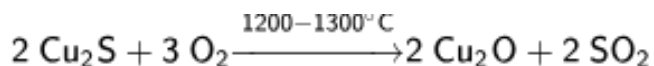
Решение

Термохимическое уравнение



При выделении 7950 кДж теплоты ведем расчеты.

- 1) $n(\text{CuO}) = 7950 \times 2 / 530 = 30$ моль
- 2) $m(\text{CuO}) = 30 \times 80 = 2400$ г
- 3) $n(\text{O}_2) : n(\text{CuO}) = 2 : 2 = 1 : 1$
- 4) $n(\text{O}_2) = 30$ моль
- 5) $N(\text{O}_2) = 30 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,806 \times 10^{25}$ молекул



Cu_2O – оксид меди (I) - красный

Сульфид меди (I) в природе встречается в виде минерала - медный блеск или халькоцит.

Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1	Термохимическое уравнение 2 балла	2 балла
2	Расчет расчеты (1-5) за каждое по 1 баллу	5 баллов
3	Уравнение горения при 1200°	2 балла
4	Название минерала – 1 балл, название оксида меди (красный) – 1 балл	2 балла
	Итого	11 баллов

Итого: 11 баллов

7. Классы неорганических веществ. Техника безопасности при работе с неорганическими веществами (22 балла).

Химия точная и экспериментальная наука. Все вещества имеют свою классификацию. Если все вещества разложены по своим местам хранения, то их легко их найти для проведения химических реакций. Но при этом надо хорошо знать технику безопасности в работе с химическими веществами, особенности их хранения во избежания несчастных случаев при проведении химического эксперимента.

В одной из лабораторий все вещества оказались в одном шкафу в химической лаборатории, что нарушает технику безопасности хранения веществ. Вам предстоит провести систематизацию указанных веществ.

Вещества: купоросное масло, плавиковая кислота, бертолетова соль, перхлорат калия, нитрат калия, мельхиор, бронза, латунь, вода, оксид кремния, оксид кальция, уголь, бром, сера, магний (порошок), алюминиевая пудра, калий, соляная кислота, перманганат калия, угольная кислота, чугун, угарный газ, аргон, цинковая пыль.

Разделите указанные вещества по столбцам таблицы.

Металлы	Неметаллы	Оксиды	Сплавы	Соли	Кислоты

Какие вещества из указанных можно отнести самовоспламеняющимся и почему? Как хранят щелочные металлы и почему? Присутствуют ли в данном перечне взрывоопасные вещества и чем они опасны?

Решение:

Распределение по классам

Металлы	Неметаллы	Оксиды	Сплавы	Соли	Кислоты
магний (порошок), алюминевая пудра, калий, цинковая пыль	уголь, бром, сера, аргон	вода, оксид кремния, оксид кальция, угарный газ	мельхиор, бронза, латунь, чугун	перманганат калия, бертолетова соль, перхлорат калия, нитрат калия	купоросное масло, плавиковая кислота, соляная кислота, угольная кислота

Какие вещества из указанных можно отнести самовоспламеняющимся веществам и почему? Как хранят щелочные металлы и почему? Что такое взрывоопасные вещества и присутствуют ли в данном перечне взрывоопасные вещества?

Самовоспламеняющиеся вещества - это вещества, способные самопроизвольно воспламениться без действия на них открытого огня или нагревания. Взаимодействуя с воздухом, водой и горючими веществами они способны образовывать взрывчатые смеси, поэтому даже временно нельзя оставлять их на хранение вместе с другими реактивами (**перманганат калия, магния порошок, оксид кальция, уголь, бром, калий, купоросное масло, плавиковая кислота, бертолетова соль, перхлорат калия, нитрат калия**)

Щелочные металлы хранят под слоем обезвоженного керосина или масла без доступа воздуха в толстостенной, тщательно закупоренной таре и в металлических ящиках с плотно закрывающимися крышками.

Взрывоопасные вещества — вещества, способные разлагаться со взрывом от внешнего теплового или электрического источника, от удара, трения, детонации, контакта с другими веществами. Взрывоопасные вещества хранятся обособленно от других в изолированном отсеке помещения в исправной таре, специально предназначенной для этих целей (**бертолетова соль, перхлорат калия, нитрат калия**).

Система оценивания:

	Элементы решения	Баллы
1	При распределении по классам за каждое вещество 0,5 балла. Всего 24 вещества по 0,5 балла.	12 баллов
2	Определение самовоспламеняющихся веществами – 1 балл + (11 веществ по 0,5 балла)	6,5 балла

3	Хранение щелочных металлов – 1 балл	1 балла
4	Определение взрывоопасные вещества – 1 балл + (3 вещества по 0,5 балла)	2,5 балла
	Итого	22 балла

Итого: 22 балла

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Итого
Максимальное кол-во баллов	21	9	12	10	15	11	22	100