

ХИМИЯ**5–8-Е КЛАССЫ****Задание 1.**

Запишите символы химических элементов, перевод названий которых с греческого языка означает:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| А) безжизненный | Д) рождающий воду |
| Б) солнечный | Е) разрушающий |
| В) фиолетовый | Ж) желто-зеленый |
| Г) светящийся | З) зловонный |

Ответ

N, He, I, P, H, F, Cl, Br.

За каждое правильно написанный элемент – 0,5 балла, всего – 4 балла.

Задание 2. Записки геологов.

В начале XX столетия геологи зашифровали на картах места открытия руд ценных металлов при помощи координат химических элементов в Периодической системе. Арабской цифрой указывали номер периода, а римской – номер группы. Кроме того, в записях были еще буквы русского алфавита – А и Б. На одной из старых карт карт нашли обозначения: 4VIIБ, 4VIIIБ2, 5IB, 6IB. Расшифруйте записи геологов.

Ответ

Mn, Ni, Ag, Hg.

За каждое правильно написанный элемент – 0,5 балла, всего – 2 балла.

Задание 3.

В литературных памятниках Киевской Руси упоминаются многие вещества: уксус, нефть, камфора, олифа, свинцовые белила, квасцы, медь красная, сулема, киноварь, известь негашеная и др. Какие из этих веществ известны вам и где они применяются в повседневной жизни?

Ответ

Уксус – раствор уксусной кислоты – применяется в кулинарии для маринования и консервирования; в быту для выведения пятен, смягчения одежды во время стирки, для очищения и дезинфекции поверхностей.

Нефть – в настоящее время мы уже не используем нефть в чистом виде. Однако существует множество продуктов ее переработки: авиационный и автомобильный бензин, керосин, ракетное топливо, дизельное топливо, газ, мазут. Из мазута получают битум, парафин, масла, котельное топливо.

Камфора – белое, восковое твердое вещество из древесины камфорного дерева. Камфора применяется и в традиционной и народной медицине, косметологии, редко – в кулинарии.

Олифа – образуется в результате переработки растительных масел или жирных смол. Олифу используют в качестве защитной пропитки для разнообразных поверхностей, как грунтовка перед окрашиванием, как основа для разных видов краски и даже выступает как покрытие для декора интерьера.

Свинцовые белила – белая минеральная краска на основе свинца, очень ядовитое вещество. Отличаются своим чисто белым цветом и выдающейся кроющей способностью. Из-за высокой токсичности в настоящее время свинцовые белила используются только в художественных красках.

Квасцы – с давних пор используются в качестве протравы при крашении шерстяных и хлопчатобумажных пряжи и тканей, как дубящее средство в кожевенной промышленности, в фотопромышленности и в медицине как вяжущее, прижигающее и кровоостанавливающее средство.

Медь красная – изготовление электротехнической продукции – проводов, кабелей, теплообменных устройств, для получения сплавов на ее основе: бронзы, латуни, мельхиора. В древние

времена медь применялась для изготовления оружия, украшений и предметов домашнего обихода.

Сулема – сильный яд, обладает сильным дезинфицирующим и антибактериальным действием. Применяется для дезинфекции кожи, белья, одежды, предметов ухода за больными, для обмывания стен.

Киноварь – соединение ртути, минерал красного цвета. Применялась в качестве красной краски в иконописи, как источник для получения ртути.

Известь негашеная – используются в строительстве при производстве силикатного кирпича. За каждое вещество по 1 баллу. Итого – 10 баллов.

Задание 4.

В холодильнике имеется 1000 грамм 9-процентного уксуса. По рецепту необходимо 200 грамм 7-процентного уксуса. Предложите способ получения необходимой концентрации уксуса.

Ответ

Уксуса нужно взять $7 - 0 = 7$ частей, а воды $9 - 7 = 2$ части.

Если в граммах, то 9 % уксуса надо $7 \cdot 200/9 = 155,5$ г, а воды надо $2 \cdot 200/9 = 44,5$ г.

Задача может быть решена другим способом.

Итого – 5 баллов.

Задание 5. Задача.

Лесные звери варили клюквенный компот. Клюквенный отвар получился очень кислым, пришлось добавлять сахар. В 4 кг отвара медведь высыпал пакет (1 кг) сахара, барсук – 1 стакан (200 г) сахара, заяц – 5 столовых ложек (по 15 г), белочка и ёжик – по 10 чайных ложек (5 г). Определите массовую долю сахара в полученном компоте.

Ответ

Найдена масса раствора: $m(\text{раствора}) = 4 + 1 + 0,2 + (5 \cdot 0,015) + (20 \cdot 0,005) = 5,375$ кг –

1 балл.

Найдена масса сахара: $m(\text{сахара}) = 1 + 0,2 + (5 \cdot 0,015) + (20 \cdot 0,005) = 1,375$ кг – **1 балл.**

Найдена массовая доля сахара в полученном р-ре: $W = 1,375/5,375 = 0,2558$ или 25,58 % –

1 балл.

Итого – 3 балла.

Задание 6. Тест. Выберите правильный вариант ответа.

Задание включает 10 вопросов, к каждому из которых предложено 4 варианта ответов. На каждый вопрос выберите только один ответ, который вы считаете наиболее полным и правильным.

1. Вещество, отвечающее формуле N_2 – это:

А) элемент Б) простое вещество В) сложное вещество

2. Слово «атом» в переводе с греческого обозначает:

А) «неделимый» Б) «одинаковая доля» В) «маленький»

3. Рыбьи кости могут блестеть потому, что:

А) в них много фосфора Б) они поглощают свет В) в них мало кальция

4. Амфотерное соединение – это:

А) соединение, которое нашли в древних амфорах

Б) бесформенное соединение

В) соединение, обладающее как кислотными, так и основными свойствами

5. Массовая доля – это:

- А) отношение массы целого к массе частного
- Б) то же, что львиная доля
- В) соотношение массы части к массе целого

6. Конденсация газа происходит:

- А) при его охлаждении
- Б) при его нагревании
- В) в электрическом конденсаторе

7. Из перечисленных веществ сложным веществом является:

- А) воздух
- Б) поваренная соль
- В) алюминий

8. Для того чтобы прошла реакция нейтрализации, необходимо:

- А) нагреть реакционный сосуд
- Б) осветить реакционный сосуд
- В) смешать реагенты

9. В качестве отбеливающего и дезинфицирующего средства используется:

- А) гашеная известь
- Б) негашеная известь
- В) хлорная известь

10. Из перечисленных веществ простым веществом является:

- А) морская вода
- Б) хлорид натрия
- В) ртуть

Задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответы	в	а	а	в	в	а	б	в	в	в

За каждый правильный ответ – 1 балл. Итого – 10 баллов.

Задание 7. Решите ребусы



Ответ

Менделеев Реакция Олово

По 1 баллу за каждый решенный ребус. Итого – 3 балла.

Задание 8. Блиц-турнир*Химия и технология металлов*

1. Белый мягкий драгоценный металл, проводит тепло и электрический ток лучше других металлов.

2. Тугоплавкий металл, применяется для изготовления нитей накаливания электроламп.

3. Металл красного цвета, применяется для изготовления латуни, бронзы, мельхиора.

4. Металл, используют преимущественно в виде сплавов: чугуна и стали.

5. Тяжелый металл необходимый нам на рыбалке.

Химия и общая безопасность жизни – вещества в моем доме

1. Назовите формулу угарного газа.

2. Химическое название поваренной соли.

3. Назови элемент, из которого состоит вещество активированный уголь.

4. Какая кислота используется для гашения соды.

5. Какой газ используют в газовых плитах.

Естествознание – элементы и вещества в природе

1. Самый распространенный элемент в природе.

2. Вещество, находящееся в природе в трех агрегатных состояниях.

3. Газ, находящийся в нижних слоях атмосферы, защищает все живое.

4. Смесь газов, из которых состоит атмосфера.

5. В составе известняка, мрамора, мела содержится...

Химия и физика – строение атома

1. Заряд протона...

2. Ядро атома состоит из...

3. Заряд электрона...

4. Элемент с зарядом атома +14...

5. Число электронов в атоме азота...

Ответы

Химия и технология металлов	Химия и общая безопасность жизни	Естествознание – элементы и вещества в природе	Химия и физика – строение атома
Серебро	СО	Кислород	Положительный
Вольфрам	Хлорид натрия	Вода	Протонов и нейтронов
Медь	Углерод	Озон	Отрицательный
Железо	Уксусная	Воздух	Кремний
Свинец	метан	Карбонат кальция	Семь

По 0,5 балла за каждый правильный ответ. Итого – 10 баллов.

Максимальное количество баллов за всю работу – 47.

9-й КЛАСС**Задание 1.**

Известно, что относительная атомная масса элемента А в 1,6875 раз больше относительной атомной массы элемента В, причем разность относительных атомных масс элементов А и В равна 11. Используя эти данные, составьте формулу соединения элементов А и В.

Ответ (3 балла)

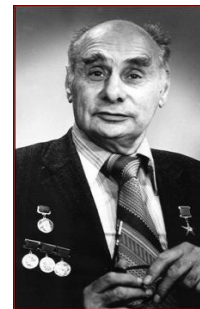
$1,6875x - x = 11$ (1 балл)

$Ar(B) = 16, Ar(A) = 27$ (1 балл)

Составление формулы Al_2O_3 (1 балл)

Задание 2.

В 2012 году 114-й элемент (унунквадий) был назван флэровием (Fl) в честь выдающегося советского физика Г. Н. Флёрова. (Георгий Николаевич Флёрв (1913–1990) – советский физик-ядерщик, основатель Объединённого института ядерных исследований в Дубне, академик АН СССР (1968)).



Основываясь на положении элемента в Периодической системе, предскажите свойства этого элемента:

- формулу высшего оксида;
- формулу водородного соединения;
- две характерные степени окисления;
- уравнение реакции с участием простого вещества флэровия;
- уравнение реакции с участием любого соединения флэровия.

Ответ (8 баллов)

Судя по положению в таблице, флэровий – электронный аналог свинца;

- FlO_2 ;
- FlH_4 ;
- +2 и +4;
- $\text{Fl} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fl}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- $\text{FlO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Fl}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$.

По 1 баллу за а) и б) по 2 балла за в), г) и д).

Задание 3.

Какой объем 22,4-процентного раствора едкого кали (плотность = 1,2 г/мл) сможет поглотить хлороводород объемом 80,5 л, измеренным при температуре 22 °С и давлении 1,08 атм.?

Ответ (7 баллов)

1) Уравнение протекающей реакции: (знание формулы едкого кали)	0,5 балла
2) $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	0,5 балла
3) Определим объем и количество вещества хлороводорода при н.у. (по формуле объединенного газового закона Бойля – Мариотта и Гей-Люссака: $pV/T = p_0V_0/T$ или по Уравнению Менделеева – Клапейрона: $pV = nRT$. $R=0,082$ атм л /К моль): $V_0 = pV T_0 / p_0T = 1.08 \text{ атм} \times 80,5 \text{ л} \times 273\text{K} / 1 \text{ атм} \times 295\text{K} = 80,46 \text{ л}$ $n(\text{HCl}) = 80,46 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 3,59 \text{ моль}$	2 балла 1 балл 1 балл
4) Найдем количество вещества, массу, массу раствора и объем раствора едкого кали: $n(\text{KOH}) = n(\text{HCl}) = 3,59 \text{ моль}$ $m(\text{KOH}) = 3,59 \text{ моль} \times 56 \text{ г/моль} = 201,04 \text{ г.}$ $m(\text{раствора KOH}) = 201,04 \text{ г} \times 100\% / 22,4 \% = 897,5 \text{ г.}$ $V(\text{раствора KOH}) = 897,5 \text{ г} / 1,2 \text{ г/мл} = 747,92 \text{ мл} (750 \text{ мл})$	0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла

Задание 4.

Сточные воды химического комбината вполне отвечают санитарным нормам по содержанию азотной кислоты, т. к. её концентрация составляет 30 мг/л. Объем промышленных стоков, содержащих азотную кислоту, составляет ежедневно 75 м³.

1. Рассчитайте массовую долю и молярную концентрацию азотной кислоты в этих стоках (плотность раствора равна 1 г/мл).

2. Чему равна кислотность раствора азотной кислоты?

3. Какая масса азотной кислоты уходит в канализацию с комбината ежедневно?

4. Какой объем известковой воды, с массовой долей гидроксида кальция 5 % (плотность раствора равна 1 г/мл), нужно добавить для полной нейтрализации азотной кислоты?

Ответ (10 баллов)

1) $w(\text{HNO}_3) = 0,03 \text{ г} : 1000 \text{ г} = 3 \cdot 10^{-5}$ или $3 \cdot 10^{-3} \%$	1 балл
$C = m / M \cdot V$; $C = 0,03 \text{ г} : (63 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ л}) = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$	1 балл
2) Кислотность раствора азотной кислоты равна: $\text{pH} = -\lg 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$; $\text{pH} = 3,32$	1 балл 1 балл
3) Вычислим массу раствора кислоты и массу азотной кислоты, которая уходит с комбината ежесуточно: $m(\text{p-ра}) = 75 \text{ 000 дм}^3 \cdot 1 \text{ кг/дм}^3 = 75 \text{ 000 кг}$; $m(\text{HNO}_3) = 75 \text{ 000 кг} \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 2,25 \text{ кг}$	1 балл 1 балл
4) $2\text{HNO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{HNO}_3) = 2,25 : 63 = 0,0357 \text{ кмоль}$; $n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,01786 \text{ кмоль}$ $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,01786 \text{ кмоль} \cdot 74 \text{ кг/кмоль} = 1,322 \text{ кг}$. $m(\text{p-ра}) = 1,322 \text{ кг} : 0,05 = 26,433 \text{ кг}$; $V(\text{p-ра}) = 26,4 \text{ л}$.	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл

Задание 5.

Простое вещество красного цвета нагрели без доступа воздуха, получили белое вещество, которое легко сгорает на воздухе. Продукт горения поместили в избыток воды, а к полученному раствору прилили избыток раствора гидроксида калия. В результате получили раствор массой 84,8 г, содержащий фосфат калия, массовая доля которого равна 5 %. Какое исходное простое вещество взяли для осуществления указанных выше превращений? Определите массу этого вещества.

Ответ (6 баллов)

1) $2\text{P}_6 = 3\text{P}_4$	0,5 балла
2) $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$ (Допустимо уравнение $\text{P}_4 + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$)	0,5 балла
3) $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$	0,5 балла
4) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	0,5 балла
5) $\omega(\text{в} - \text{ва}) = \frac{m(\text{в} - \text{ва})}{m(\text{p} - \text{ра})} \cdot 100\% \Rightarrow m(\text{в} - \text{ва}) = \frac{\omega(\text{в} - \text{ва}) \cdot m(\text{p} - \text{ра})}{100\%}$ $m(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{84,8\text{г} \cdot 5\%}{100\%} = 4,24\text{г}$	0,5 балла
6) $n = \frac{m}{M}$ $n(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{4,24\text{г}}{212 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,02 \text{ моль}$	0,5 балла
7) $\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{1} = \frac{n(\text{K}_3\text{PO}_4)}{1} \Rightarrow n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,02 \text{ моль}$	0,5 балла
8) $\frac{n(\text{P}_2\text{O}_5)}{1} = \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{2} \Rightarrow n(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{1}{2} n(\text{H}_3\text{PO}_4)$ $n(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{1}{2} \cdot 0,02 \text{ моль} = 0,01 \text{ моль}$	0,5 балла
9) $\frac{n(\text{P})}{4} = \frac{n(\text{P}_2\text{O}_5)}{2} \Rightarrow n(\text{P}) = 2n(\text{P}_2\text{O}_5)$ или $\frac{n(\text{P}_4)}{1} = \frac{n(\text{P}_2\text{O}_5)}{2} \Rightarrow n(\text{P}_4) = 0,5n(\text{P}_2\text{O}_5)$ $n(\text{P}) = 2 \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}$ $n(\text{P}_4) = 0,5 \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,005 \text{ моль}$	0,5 балла
10) $m = n \cdot M$ $m(\text{P}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 31 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,62\text{г}$ или $m(\text{P}_4) = 0,005 \text{ моль} \cdot 124 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,62\text{г}$ для уравнения 2 $m(\text{Pбелого}) = 0,62\text{г}$ (допустима запись P_4)	0,5 балла

11) Для уравнения 1: $\frac{n(P4)}{3} = \frac{n(P6)}{2} \Rightarrow n(P6) = 0,0033$ $m(P6) = 0,003333 \text{ моль} \cdot 186 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,62 \text{ г}$ $m(\text{Красного}) = 0,62 \text{ г}$	0,5 балла
12) Ответ: исходное простое вещество – красный фосфор	0,5 балла

Задание 6.

В четырех пробирках без этикеток находятся растворы сульфида калия, карбоната калия, нитрата серебра и соляная кислота.

1. Как, не используя дополнительных реагентов, определить, в какой пробирке находится каждое из веществ?

2. Составьте таблицу мысленного эксперимента. Опишите в таблице наблюдения при смешивании растворов.

3. Приведите уравнения соответствующих реакций в молекулярном и сокращенном ионном видах.

Ответ (6 баллов). Аналитическая таблица:

	K₂S	K₂CO₃	AgNO₃	HCl
K₂S	_____	без изменений	Ag₂S осадок черного цвета	H₂S газ с запахом тухлых яиц
K₂CO₃	без изменений	_____	Ag₂CO₃ осадок желтоватого цвета	CO₂ газ без цвета и запаха
AgNO₃	Ag ₂ S осадок черного цвета	Ag ₂ CO ₃ осадок желтоватого цвета	_____	AgCl белый творожистый осадок
HCl	H ₂ S газ с запахом тухлых яиц	CO ₂ газ без цвета и запаха	AgCl белый творожистый осадок	_____

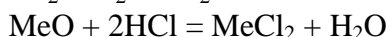
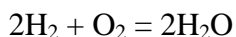
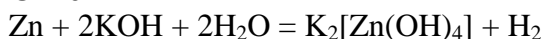
Вся таблица – 3 балла (сама таблица – 0,5 балла; указание признаков 5 реакций – 5 по 0,5 балла = 2,5 балла).

При добавлении раствора из любой пробирки в пробы растворов из остальных пробирок можно определить находящиеся в пробирках растворы веществ по характерным признакам, описанным в таблице: 1-й блок: $K_2S + K_2CO_3 \neq$ $K_2S + 2AgNO_3 = Ag_2S \downarrow + 2KNO_3$ $S^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2S \downarrow$ (черный) $K_2S + 2HCl = H_2S \uparrow + 2KCl$ $S^{2-} + 2H^+ = H_2S \uparrow$ (газ с запахом тухлых яиц)	1 балл
2-й блок: $K_2CO_3 + 2AgNO_3 = Ag_2CO_3 \downarrow + 2KNO_3$ $CO_3^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2CO_3 \downarrow$ (желтоватый) $K_2CO_3 + 2HCl = H_2O + CO_2 \uparrow + 2KCl$ $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2 \uparrow$ (газ без цвета и запаха)	1 балл
3-й блок: $AgNO_3 + HCl = HNO_3 + AgCl \downarrow$ $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$ (белый творожистый осадок)	1 балл

Максимальное количество баллов за всю работу – 40.

10-й класс**Задание 1.**

Смесь цинка и оксида цинка неизвестного двухвалентного металла массой 32 г обработали избытком водного раствора едкого кали. Выделившийся при этом газ сожгли и получили 7,2 г воды. Нерастворившийся в щелочи осадок отделили, промыли водой и растворили в 25,21 мл соляной кислоты плотностью 1,19 г/мл (массовая доля кислоты 0,365). Определите, оксид какого металла находился в смеси, и рассчитайте массовую долю оксида.

Ответ

Рассчитываем количество реагентов:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 7,2/18 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 0,365 \cdot 1,19 \cdot 25,21/36,5 = 0,3 \text{ моль}$$

Определяем массу оксида металла:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,4 \cdot 65 = 26 \text{ г}$$

$$m(\text{MeO}) = 32 - 26 = 6$$

Определяем металл:

$$n(\text{MeO}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(\text{MeO}) = 6/0,15 = 40 \text{ г/ моль}$$

$$A(\text{Me}) = 40 - 16 = 24 \text{ (Mg)}$$

$$w(\text{MgO}) = 6/32 = 0,1875$$

Критерии:

2 балла за написание уравнений химических реакций (по 1 за первое, по 0,5 за второе и третье); 0,5 балла за расчет количества вещества воды и соляной кислоты; 3 балла за определение массы оксида металла; 2 балла за определение металла; 0,5 балла за массовую долю.

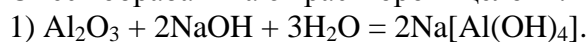
Итого: 8 баллов.

Задание 2.

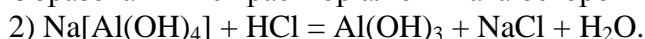
Разделите и выделите в чистом виде химическими методами компоненты смеси: оксид меди (II), оксид алюминия, оксид кремния.

Ответ

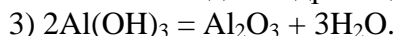
Смесь обрабатывают раствором щелочи:



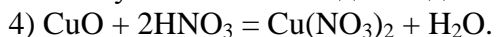
Образовавшийся раствор алюмината осторожно подкисляют:



Выпавший осадок гидроксида алюминия отделяют и прокаливают:



Оставшуюся смесь оксидов меди и кремния обрабатывают азотной кислотой:



Оксид меди растворяется, отделяют осадок, содержащий оксид кремния.

Раствор, содержащий нитрат меди, упаривают и прокаливают:



Критерии:

За уравнения 1 и 2 – 3 балла, за уравнения 3–5 – по 1 баллу за каждое; 1 балл за идею решения. Итого: 7 баллов.

Задание 3.

Для приготовления 5-процентного раствора хлорида кальция Миша взвесил 25,75 г $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, растворил его в воде и довел общий объем раствора до 500 мл. Плотность полу-

ченного раствора оказалась равна 1,03 г/мл. Миша, заглянув в справочник, обнаружил, что плотность 5-процентного раствора данной соли должна быть более высокой.

Какова массовая доля хлорида кальция в полученном растворе? Какие ошибки допустил Миша? Ответ подтвердите расчетом. Какой объем 10-процентного раствора карбоната натрия плотностью 1,1 г/мл потребуется для полного осаждения кальция из полученного раствора? Какова будет масса выпавшего осадка после:

- высушивания при 100 °С;
- прокаливания при 1000 °С до постоянной массы?

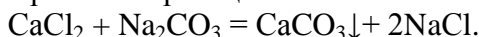
Ответ

Количество растворенной соли составляет $25,75 \text{ г} / 147 \text{ г/моль} = 0,1752 \text{ моль}$. Это соответствует (в пересчете на безводный хлорид кальция) $0,1752 \text{ моль} \cdot 111 \text{ г/моль} = 19,44 \text{ г}$, отсюда массовая доля $w(\text{CaCl}_2)$ равна $19,44 \text{ г} / (500 \text{ мл} \cdot 1,03 \text{ г/мл}) = 0,0378 = 3,78 \%$.

Ошибка Миши, вероятно, в том, что он забыл, что вещество, из которого он готовит раствор, – кристаллогидрат. Если бы было взято 25,75 г CaCl_2 , то $w(\text{CaCl}_2) = 25,75 / 515 = 0,05 = 5 \%$.

Следует также заметить, что готовить раствор с заданной массовой долей вещества путем доведения до определенного объема – это неправильно, так как нужно смешивать навеску вещества с определенным объемом растворителя, плотность которого заранее известна.

Уравнение реакции:



$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(\text{CaCl}_2)$, т. е. $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1752 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 18,57 \text{ г}$, тогда масса раствора $18,57 \text{ г} / 0,1 = 185,7 \text{ г}$, а $V(\text{Na}_2\text{CO}_3\text{р-р}) = 185,7 \text{ г} / 1,1 \text{ г/мл} = 169 \text{ мл}$.

Масса выпавшего осадка составляет $n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,1752 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 17,5 \text{ г}$. Высушивание при 100 °С не приводит к разложению карбоната, поэтому масса осадка остается неизменной.

При 1000 °С карбонат кальция разлагается: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$.

$$m(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль} \cdot 0,1752 \text{ моль} = 9,81 \text{ г}$$

Критерии:

0,5 балла за каждую реакцию; 2 балла за объяснение ошибок, которые допустил Миша; 1 балл за нахождение массовой доли CaCl_2 ; 1 балл за нахождение объема раствора Na_2CO_3 ; 2 балла за объяснение результатов высушивания и прокаливания.

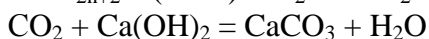
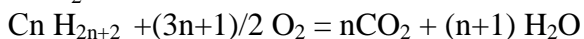
Итого: 7 баллов.

Задание 4.

Газ, образующийся при полном сгорании 0,1 моль предельного углеводорода, пропустили через избыток известковой воды, при этом выпало 60 г осадка. Определите молекулярную формулу и строение предельного углеводорода, если известно, что он содержит один четвертичный атом углерода. Назовите этот углеводород.

Ответ

При сгорании одного моля углеводорода, содержащего n атомов углерода, образуется n моль CO_2



$$n(\text{CaCO}_3) = 0,6 \text{ моль} = n(\text{CO}_2)$$

$$n(\text{C}) = 6 \text{ следовательно } \text{C}_6\text{H}_{14}$$

Из пяти углеводородов состава C_6H_{14} четвертичный атом углерода есть только в 2,2-диметилбутане.

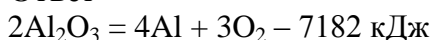
Критерии:

2 балла за уравнение; 1 балл за нахождение числа атомов углерода; 1 балл за нахождение молекулярной формулы углеводорода; 2 балла за структурную формулу углеводорода и объяснение.

Итого: 6 баллов.

Задание 5.

Садовый инвентарь часто изготавливают из алюминия. Чистый алюминий получают электрохимическим разложением его оксида. Сколько оксида алюминия требуется подвергнуть разложению, чтобы из полученного металла можно было изготовить каркас одного парника, если на этот процесс было израсходовано $6,65 \cdot 10^5$ кДж теплоты, а энтальпия реакции равна 7182 кДж? Сколько весит парник в сборе, если масса пленки для него 2,31 кг?

Ответ

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 185 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 18\,870 \text{ г}$$

$$n(\text{Al}) = 370 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 9990 \text{ г}$$

Масса парника с пленкой равна $9990 + 2310 = 12\,300$ г.

Критерии:

1 балл за уравнение реакции; 1 балл расчет массы оксида алюминия; 1 балл расчет массы алюминия; 1 балл расчет массы парника.

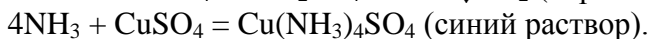
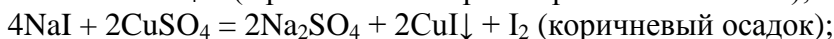
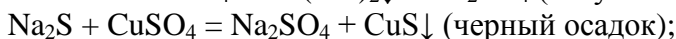
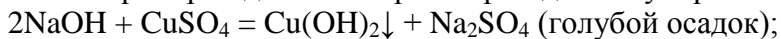
Итого: 4 балла.

Задание 6.

В пяти пробирках без этикеток находятся растворы гидроксида, сульфида, хлорида, йодида натрия и аммиака. Как определить эти вещества при помощи одного дополнительного реактива? Приведите уравнения химических реакций, напишите признаки каждой реакции.

Ответ

Во все пробирки добавляем раствор медного купороса:



Возможно добавление нитрата серебра.

Критерии:

1, 2, 3-я реакции по 0,5 баллу за каждую – 1,5 балла, 4, 5-я – по 2 балла за каждую – 4 балла, по 0,5 балла за признаки реакции – 2,5 балла.

Итого: 8 баллов.

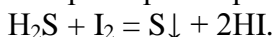
Максимальное количество баллов за все задания – 40.

11-й класс**Задание 1.**

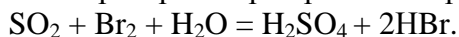
Один из молодых незадачливых сотрудников-аппаратчиков фармакологического завода по ошибке пустил поток газа, необходимого для другой реакции, в стеклянный раствор с суспензией йода в воде. Произошедшее поразило его: частички йода черно-фиолетового цвета исчезли, а на дно и стенки реактора стал выпадать желто-белый осадок. Проба жидкости при добавлении метилоранжа показала красный цвет. Придя в себя, аппаратчик подошел к другому реактору, где находилась эмульсия брома в воде, и снова открыл не тот кран. В реактор пошел газ, который обесцветил жидкость. В пробе продукта обнаружили сульфат-ионы. Что же произошло в реакторах? Напишите уравнения трех реакций.

Ответ

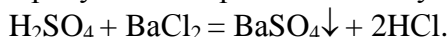
В первом растворе произошло восстановление йода сероводородом:



Во втором реакторе произошла реакция восстановления брома сернистым газом:



Присутствие серной кислоты установили реакцией с соединениями бария, например:



За идентификацию и написание первых двух реакций по 2 балла.

За третью реакцию – 1 балл.

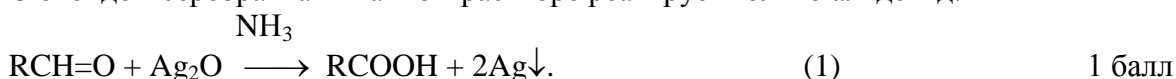
Итого – 5 баллов.

Задание 2.

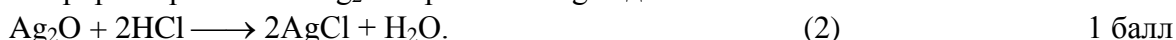
К 1,17 г смеси пропанола-1 и неизвестного альдегида добавили аммиачный раствор 5,8 г оксида серебра и слегка нагрели. Выпавший при этом осадок отфильтровали, а непрореагировавший оксид серебра перевели в хлорид серебра, масса которого оказалась равной 2,87 г. Определите строение взятого альдегида, если молярное отношение альдегида к спирту в исходной смеси равно 3:1.

Ответ

С оксидом серебра в аммиачном растворе реагирует только альдегид:



Непрореагировавший Ag_2O перевели в AgCl действием избытка соляной кислоты:



Количество вещества хлорида серебра равно:

$$n(\text{AgCl}) = 2,87 / 143,5 = 0,02 \text{ моль}. \quad 0,5 \text{ балла}$$

В реакцию (2) вступило $0,02 / 2 = 0,01$ моль Ag_2O , а всего было $5,8 / 232 = 0,025$ моль Ag_2O ; следовательно, в реакцию (1) вступило $0,025 - 0,01 = 0,015$ моль Ag_2O . 1 балл

$$n(\text{RCH=O}) = n(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,015 \text{ моль}. \quad 0,5 \text{ балла}$$

Пропанола-1 в смеси было в 3 раза меньше, чем альдегида:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 0,015 / 3 = 0,005 \text{ моль}. \quad 1 \text{ балл}$$

Масса пропанола-1 равна $0,005 \cdot 60 = 0,3$ г, а общая масса смеси 1,17 г;

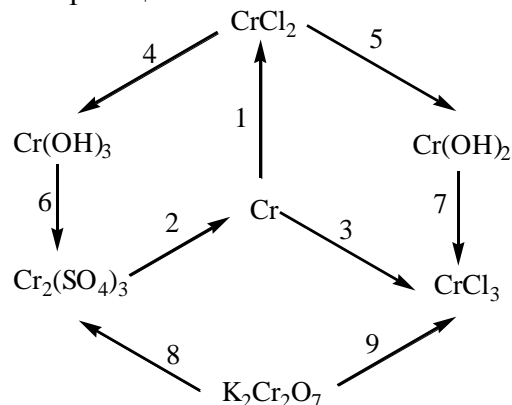
следовательно, масса альдегида равна $1,17 - 0,3 = 0,87$ г. 1 балл

Молярная масса альдегида: $M(\text{RCH=O}) = 0,87 / 0,015 = 58$ г/моль, что соответствует уксусному альдегиду $\text{CH}_3\text{CH=O}$. 1 балл

Итого – 7 баллов.

Задание 3.

Запишите уравнения девяти реакций превращений, протекающих в одну стадию. Укажите условия реакций.



Ответ

Для осуществления указанных превращений необходимо провести следующие реакции:

1) Взаимодействие хрома с соляной кислотой в инертной атмосфере:



- 2) Электролиз раствора сульфата хрома (III):
 $2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Cr}\downarrow (\text{катод}) + 3\text{O}_2\uparrow (\text{анод}) + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ 1 балл
- 3) Взаимодействие хрома с хлором при нагревании:
 $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CrCl}_3$ 0,5 балла
- 4) Взаимодействие хлорида хрома (II) со щелочью на воздухе:
 $4\text{CrCl}_2 + 8\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{Cr}(\text{OH})_3 + 8\text{NaCl}$ 1,5 балла
- 5) Взаимодействие хлорида хрома (II) со щелочью в инертной атмосфере:
 $\text{CrCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ 0,5 балла
- 6) Растворение гидроксида хрома (III) разбавленной серной кислотой:
 $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5 балла
- 7) Растворение гидроксида хрома (II) соляной кислотой на воздухе:
 $4\text{Cr}(\text{OH})_2 + 12\text{HCl} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CrCl}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$ 1,5 балла
- 8) Взаимодействие бихромата калия с восстановителями в среде серной кислоты, как правило, сопровождается образованием сульфата хрома (III), следовательно, решением можно считать любое из представленных ниже уравнений:
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) + 6\text{KI} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{I}_2\downarrow + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) + 6\text{KBr} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Br}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) + 3\text{SO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 1,5 балла за любое
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S}\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) + 3\text{KNO}_2 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) + 6\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$
- 9) Окисление спиртов в среде соляной кислоты:
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{HCl}(\text{разб.}) + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$ 1,5 балла
- Итого – 9 баллов.

Задание 4.

На весах уравновешена колба вместимостью 0,5 л, после чего воздух из нее был вытеснен газом, полученным взаимодействием кусочков мрамора с раствором соляной кислоты. Какой груз и на какую чашку весов нужно положить, чтобы восстановить равновесие? Каким газом была заполнена колба и как проверить полноту заполнения колбы этим газом? Напишите уравнение протекающей реакции. В расчетах учтите, что эксперимент проводили при температуре 20 °С и давлении 745 мм рт. ст.

Ответ

Найдем количество газа, которое содержится в колбе объемом 0,5 л при температуре 20 °С и давлении 745 мм рт. ст. Для этого воспользуемся уравнением Менделеева – Клапейрона:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(745/760)\text{атм} \cdot 0,5\text{л}}{0,082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 293\text{К}} = 0,0204 \text{ моль} \quad 2 \text{ балла}$$

Масса этого количества воздуха составляет

$$m(\text{возд.}) = 0,0204 \text{ моль} \cdot 29 \text{ г/моль} = 0,5916 \text{ г.} \quad 1 \text{ балл}$$

При взаимодействии мрамора CaCO_3 с раствором соляной кислоты HCl выделяется углекислый газ:



Масса 0,0204 моль углекислого газа составляет:

$$m(\text{CO}_2) = 0,0204 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 0,8976 \text{ г.} \quad 1 \text{ балл}$$

Для того чтобы восстановить равновесие нужно добавить груз массой 0,8976 г – 0,5916 г = 0,306 г на чашку с разновесами. 1 балл

Для проверки полноты заполнения колбы углекислым газом можно воспользоваться лучиной. В колбе, заполненной углекислым газом, она погаснет. 1 балл

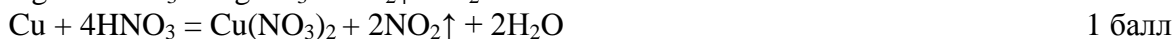
Итого – 7 баллов.

Задание 5.

Имеется образец сплава меди и серебра массой 4 г. Его растворили в концентрированной азотной кислоте и раствор осторожно выпарили. Сухой остаток нагрели до начала плавления, при этом нитрат меди разлагается, а нитрат серебра – нет. Масса остатка равна 6,138 г. Определите пробу (процентное содержание серебра) в сплаве.

Ответ

Уравнения реакций:



Найдем качественный состав смеси:

Пусть в смеси $\nu(\text{Ag}) = x$ моль, $\nu(\text{Cu}) = y$ моль, тогда:

$$\text{масса сплава: } 108x + 64y = 4; \quad 1 \text{ балл}$$

по уравнению (1) $\nu(\text{AgNO}_3) = x$ моль, $m(\text{AgNO}_3) = 170x$ г;

по уравнению (2) $\nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = y$ моль, по уравнению (3) $\nu(\text{CuO}) = y$ моль, $m(\text{CuO}) = 80y$ г.

Следовательно, масса остатка после прокаливания: $170x + 80y = 6,138$. 1 балл

Составим и решим систему уравнений:

$$108x + 64y = 4$$

$$170x + 80y = 6,138$$

$$x = 0,0325, y = 0,0077; \quad 1 \text{ балл}$$

$$m(\text{Ag}) = 0,0325 \cdot 108 = 3,51 \text{ г}, \quad 1 \text{ балл}$$

$$w(\text{Ag}) = 3,51/4 = 0,8775, \text{ или } 87,75 \%. \quad 1 \text{ балл}$$

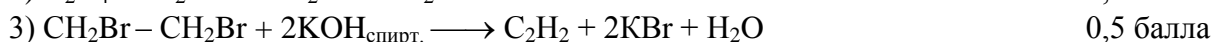
Итого – 8 баллов.

Задание 6.

Предложите схему получения анилина из этанола в шесть стадий. Напишите соответствующие реакции, указав условия. Какая масса этанола потребуется для получения 18,6 г анилина, если известно, что на стадии получения бензола выход составляет 30 %, остальные стадии проходят с выходом 80 %?

Ответ

$t, \text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц}}$



18,6 г анилина составляет 0,2 моль. При количественном выходе 0,2 моль анилина должно получиться из 0,6 моль этанола. 1 балл

В действительности, учитывая выходы шестистадийного синтеза, для получения 0,2 моль анилина потребуется $0,6 / 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 6,1$ моль этанола, 2 балла

$$\text{или } m = 6,1 \cdot 46 = 280,6 \text{ г}. \quad 1 \text{ балл}$$

Итого – 7 баллов.

Максимальное количество баллов за всю работу – 43.