

Министерство образования и науки УР
АОУ ДПО УР «Институт развития образования»
Муниципальный этап ВсОШ по химии 2020-2021 учебный год
г. Ижевск
9 класс

Решение задачи № 1 «Зато не из Яндекс-картинок»

							5р	е	а	к	ц	и	13я	
1м	а	2г	н	и	й								д	
		о					8у		10к				р	
3п		р					р		11о	с	а	д	о	к
р		е					а		н					
4и	о	н		6с	в	и	н	е	ц		17м		19л	
з		и							е		е		и	
н		е		9г	р	а	16ф	е	н		т		т	
а							у		т		о		и	
7к	р	и	с	т	14а	л	л		18р	а	д	и	й	
					н		л		а		и			
		12к	о	л	б	а		е		ц		к		
					л		р		и		20а	з	о	т
					и		е		я					
15с	и	н	т	е	з		н							

За каждое верно угаданное слово – по 1 баллу

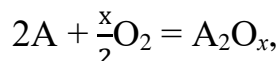
Всего за задачу – 20 баллов

Решение задачи № 2

1. Из условия задачи предполагаем, что *A* – активный металл, так как способен растворяться в воде. Из первого предложения делаем вывод, что при реакции *A* с кислородом масса продукта стала больше из-за присоединения кислорода, т.е. равна 2,15 г. Активные металлы (щелочные, щелочноземельные) с кислородом могут давать либо оксиды, либо пероксиды, либо надпероксиды.

.....2 балла

Предполагаем, что металл A дает с кислородом оксид:



где x – валентность металла (либо I, либо II), тогда из соотношения моль $n_A = 2n_{\text{оксида}}$ выражаем Ar металла:

$$\frac{1}{Ar} = 2 \cdot \frac{2.15}{2Ar + 16x},$$

$$Ar(\text{Me}) = 6,96x$$

.....3 балла

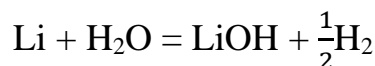
При $x = 1$ (металлы первой подгруппы A) $Ar(\text{Me}) = 6,96$, что соответствует литию Li, который с кислородом дает устойчивый оксид.

.....2 балла

Перебирая другие значения валентности x , например, 2 и 3, не получаем подходящей для какого либо металла Ar . Аналогичный расклад получаем, если учитывать, что с кислородом может образовываться пероксид или надпероксид.

.....1 балла

2. Пишем уравнение растворения Li в воде:



.....1 балла

Рассчитываем количество вещества лития и выделившегося водорода:

$$n(\text{Li}) = 1 \text{ г} / 7 \text{ г/моль} = 0,14 \text{ моль}$$

$$n(H_2) = 0,5 \cdot n(\text{Li}) = 0,07 \text{ моль}$$

.....1 балла

Теплоту растворения металла находим по формуле:

$$Q = cm\Delta t, \quad \text{где } m - \text{масса получившегося раствора}$$

.....2 балла

$$m(\text{р-ра}) = 1000 + 1 - m(H_2) = 1000 + 1 - (0,074 \cdot 2) = 1000,86 \text{ г},$$

.....2 балла

тогда теплота растворения равна: $Q = 4,18 \cdot 1000,86 \cdot 7,7 = 32213,68$ (Дж).

.....2 балла

Пересчитаем количество выделившейся теплоты на 1 моль LiOH в растворе (или на 1 моль растворенного лития):

$$Q = 32213,68 \text{ Дж} / 0,14 \text{ моль} = 230097 \text{ Дж/моль} \text{ или } 230,1 \text{ кДж/моль}.$$

.....2 балла

3. Массовая доля щелочи в растворе:

$$W = \frac{m_{LiOH}}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{0,14 \times 24}{1000,86} \cdot 100\% = 0,34\%$$

.....2 балла

Всего за задачу – 20 баллов

Решение задачи № 3

Смесь газов, образующая земную атмосферу, представляет собой воздух, фракционной перегонкой которого получают молекулярные азот и кислород. Вещество **B**, являясь самым легким газом, представляет собой молекулярный водород H_2 , следовательно, **Y** – атомарный водород **H**. Вещество **C**, являясь продуктом взаимодействия **A** и **B**, имеет резкий специфический запах, следовательно **C** – аммиак NH_3 , а вещество **A** – молекулярный азот N_2 , элемент **X** – азот **N**.

*За определение веществ **A**, **B** и **C** по 1 баллу, элементов **X** и **Y** по 0,5 балла; обоснование оценивается в 2 балла (всего 6 баллов)*

Основным компонентом физиологического раствора является хлорид натрия $NaCl$ (вещество **D**), известный под названием поваренная соль. Путем электролиза водного раствора **D** получают вещество **E**, обладающего дезинфицирующими и отбеливающими свойствами, следовательно **E**, скорее всего, является гипохлоритом натрия $NaOCl$.

За каждое определенное вещество – 1 балл ($2 \times 1 \text{ б} = 2 \text{ б}$); обоснование оценивается в 2 балла (всего 4 балла)

В состав вещества **F** входят элементы **N**, **H** и **Cl** ($N_mH_nCl_p$). Проведем расчеты для определения формулы **F**:

$$\begin{aligned} m:n:p &= \frac{\omega(N)}{Ar(N)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} : \frac{\omega(Cl)}{Ar(Cl)} = \frac{27,18\%}{14} : \frac{3,88\%}{1} : \frac{68,94\%}{35,5} = \\ &= 1,94 : 3,88 : 1,94 = 1 : 2 : 1 \end{aligned}$$

Вещество имеет **F** состав NH_2Cl . Хлорамин – неорганическое соединение, хлорпроизводное аммиака, – представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, растворимую в холодной воде. Используется в органическом синтезе, в качестве дезинфицирующего средства в очистке воды, дезинфекции изделий медицинского назначения, для профилактической, текущей и заключительной дезинфекции поверхностей, жесткой мебели в помещениях, внутренних поверхностей (салонов) на объектах транспорта, санитарно-технического оборудования, белья, посуды столовой из различных материалов, посуды лабораторной, предметов ухода за больными, игрушек, уборочного материала и инвентаря, остаточных количеств биологических жидкостей на поверхностях.

*Определение состава вещества **F** – 2 балла, применения вещества **F** (указание на дезинфицирующие свойства хлорамина) – 1 балл (всего 3 балла)*

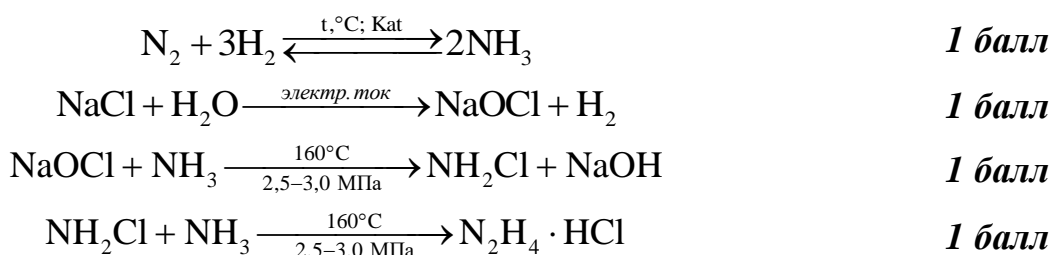
Вещество **G** имеет тот же качественный состав, что и вещество **F** ($N_aH_bCl_c$):

$$a:b:c = \frac{\omega(N)}{Ar(N)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} : \frac{\omega(Cl)}{Ar(Cl)} = \frac{40,88\%}{14} : \frac{7,30\%}{1} : \frac{51,82\%}{35,5} =$$

$$= 2,92 : 7,30 : 1,46 = 2 : 5 : 1$$

Вещество **G** имеет состав N_2H_5Cl или $N_2H_4 \cdot HCl$, и представляет собой гидразин солянокислый. **Гидразин** – бесцветная, чрезвычайно токсичная, сильно гигроскопическая жидкость, с неприятным запахом. Используется в органическом синтезе, в производстве пластмасс, резины, инсектицидов, взрывчатых веществ, в качестве компонента ракетного топлива, как восстановитель при выделении золота из растворов. **Гидразин солянокислый** – это вещество неорганической природы, на вид – белоснежная аморфная порошкообразная масса. Применяется в органической химии в качестве восстановителя; в изготовлении пестицидов; производстве дезинфектантов; в радиоэлектронике служит паяльным флюсом; для восстановления и определения золота; как производное гидразина используется в качестве противотуберкулезных препаратов, средств, ингибирующих моноаминоксидазу, и антибластоматозных лекарств. Еще одна перспективная область применения – производство ракетного топлива, еще во Вторую мировую войну немецкие истребители заправлялись топливом, составляющими которого выступали гидразин гидрат, сульфат и гидрохлорид.

Определение состава вещества G – 2 балла, применения вещества G (указано применение в качестве лекарственного средства и ракетного топлива) – 1 балл (всего 3 балла)



Всего за задачу – 20 баллов

Решение задачи № 4 «Расхитительница гробниц»

В этой задаче нет данных для проведения расчётов. Вместо этого предполагается использование довольно прозрачных указаний, которые обычно входят в кругозор и/или программный материал учащихся 9 класса.

Вопрос 1

Для разгадки цепочки превращений с участием **X1** можно использовать подсказки, касающиеся природы и применения **X1** и **A**.

По свойствам вещества **X1** можно установить его принадлежность к р-элементам (Si, Ge, Te) или их соединениям, однако для производства микросхем используется практически лишь только **кремний**. Альтернативы – сапфир, германий и арсенид галлия – применяются значительно реже, в некотором ряде частных случаев, связанных с особыми условиями эксплуатации.

.....**За верное установление вещества X1 – 1 балл**

Вещество **A**, слагающее большинство минералов земной коры, это, конечно же, **диоксид кремния**. Он же служит основным сырьем для получения **X1**, он же (кварц) служит сердцем кварцевых часов.

.....**За верное установление вещества A – 1 балл**

Восстановление SiO_2 углем является способом получения технического кремния. Для его очистки материал подвергают хлорированию, что приводит к образованию SiCl_4 (**B**), который очищают перегонкой и затем восстанавливают водородом, получая очищенный кремний.

.....**За верное установление вещества B – 1 балл**

Для разгадки состава материала **X2** необходимо использовать цепочку превращений – едва ли учащиеся осведомлены о составе полупроводников, использующихся в светодиодах. Тем не менее, им известно, что самый распространенный металл в коре Земли – это алюминий. Похожее на SiO_2 соединение алюминия – не что иное, как оксид алюминия, **C**. Его прозрачные кристаллы – это такие минералы, как рубин и сапфир, а технические (под названием «корунд») используются как абразивы.

.....**За верное установление вещества C – 1 балл**

При электролизе оксида алюминия в присутствии криолита и с использованием графитовых электродов получают в промышленности металлический алюминий, **D**, что является самым известным и практически единственным вариантом его выделения.

.....**За верное установление вещества D – 1 балл**

Реакция алюминия с аммиаком при нагревании может привести лишь к образованию нитрида алюминия, AlN (**X2**).

.....**За верное установление вещества X2 – 1 балл**

Для поиска состава **X3** не потребуется знать даже и начального реагента для синтеза – он уже дан в условии задачи (сульфат цинка).

При действии на раствор цинкового купороса избытком раствора гидроксида натрия образуется комплексное соединение $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ (**E**), поскольку гидроксид цинка является амфотерным.

.....**За верное установление вещества E – 1 балл**

Добавление к раствору **E** селеномочевины при небольшом нагревании приводит к её гидролизу и выделению селенид-ионов, которые осаждают селенид цинка, **X3**. Этот метод намного безопаснее, нежели действие селеноводорода на раствор соли цинка. Также при использовании селеномочевины осаждение происходит гомогенно, что приводит к получению кристаллического осадка лучшей чистоты. Аналогичным образом с помощью тиомочевины можно получать кристаллические сульфиды металлов.

.....**За верное установление вещества X3 – 1 балл**

Уравнения реакций:

№	Уравнение	Оценка
1	$\text{SiO}_2 + 2 \text{C} = \text{Si} + 2 \text{CO}$ или $\text{SiO}_2 + \text{C} = \text{Si} + \text{CO}_2$	1 балл
2	$\text{Si} + 2 \text{Cl}_2 = \text{SiCl}_4$	1 балл
3	$\text{SiCl}_4 + 2 \text{H}_2 = \text{Si} + 4 \text{HCl}$	1 балл
4	$2 \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} = 3 \text{CO}_2 + 4 \text{Al}$ или $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{C} = 3 \text{CO} + 2 \text{Al}$	1 балл
5	$2 \text{Al} + 2 \text{NH}_3 = 2 \text{AlN} + 3 \text{H}_2$	1 балл
6	$\text{ZnSO}_4 + 4 \text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
7	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + (\text{NH}_2)_2\text{CSe} = \text{ZnSe}\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NH}_3\uparrow$	1 балл

Вопрос 2.

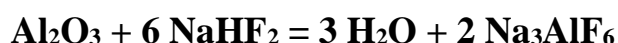
Реакция электролиза Al_2O_3 с использованием инертных электродов должна бы была приводить к образованию на аноде молекулярного кислорода, что требует крайне больших энергетических затрат по окислению иона O^{2-} . Использование графитового электрода позволяет компенсировать потери энергии при окислении оксид-иона с помощью реакции окисления анода кислородом, которая приводит к выделению большого числа энергии и образованию прочной газообразной молекулы диоксида (или оксида) углерода.

.....За верное объяснение – 2,5 балла

Вопрос 3

Криолит – это тривиальное название гексафтороалюмината натрия, $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$. В реакции получения алюминия вещество играет роль флюса, понижающего температуру плавления смеси. Такова же роль этого соединения и при проведении металлотермических синтезов.

Криолит можно получить из оксида алюминия сплавлением с гидрофторидом натрия:



Или последовательно:



Конечно, возможны и другие варианты получения, адекватность которых проверяют члены комиссии.

..... За формулу криолита – 1 балл

..... за способ получения – 1,5 балла

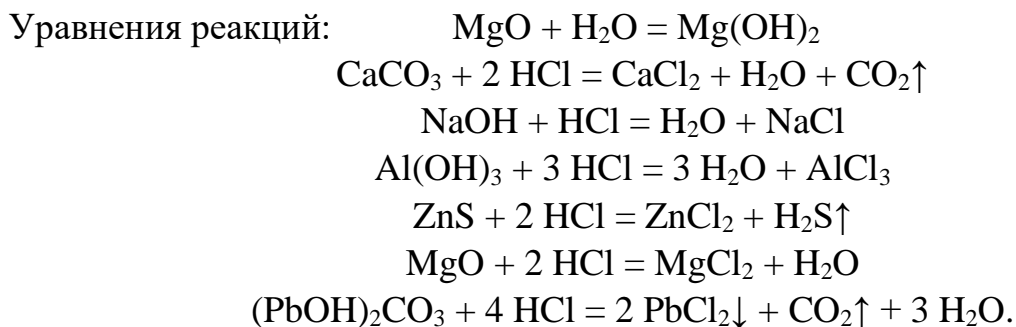
Всего за задачу – 20 баллов.

Решение задачи № 5 «50 оттенков... белого»

Задачи на качественное определение веществ весьма актуальны для 9 класса, поскольку часто являются практическим заданием регионального тура.

Вопрос 1 Для решения удобно использовать таблицу реакций

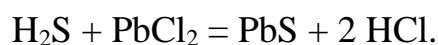
Вещество	Признак реакции	
	Реагент: H ₂ O	Реагент: 2 М р-р HCl
CaCO ₃	-	Растворение, газ
NaOH	Растворение	Растворение
Al(OH) ₃	-	Растворение
ZnS	-	Растворение, газ с запахом тухлых яиц
MgO	Част. р-рение	Растворение
H ₂ SiO ₃	-	-
(PbOH) ₂ CO ₃	-	Растворение, газ
SiO ₂	-	-



Простым добавлением к твердым веществам воды можно сразу идентифицировать хорошо растворимый в ней **гидроксид натрия**. Оксид магния в воде малорастворим и эта реакция не дает однозначного его определения.

При добавлении соляной кислоты с выделением дурно пахнущего сероводорода растворяется **сульфид цинка** (концентрация HCl для этого достаточно), что сразу позволяет отличить его от других. С выделением газа без запаха растворяются **карбонат кальция** и **основной карбонат свинца**, причем последний будет растворяться как будто не полностью из-за образования малорастворимого хлорида свинца. Таким образом можно отличить кальциевую соль от свинцовой.

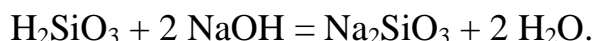
Альтернативный и более точный вариант идентификации соли свинца - действие сероводородом на раствор основного карбоната свинца в HCl, что приведет к выпадению сульфида свинца черного цвета. Уравнение реакции:



После этих двух шагов неопознанными являются гидроксид алюминия, оксид магния, кремниевая кислота и оксид кремния. Добавим к исходным твердым гидроксиду алюминия, оксиду магния, кремниевой кислоте и оксиду кремния раствор гидроксида натрия (который был получен ранее).

Вещество	Признак реакции (p-т – p-p NaOH)
Al(OH) ₃	Растворение
MgO	-
H ₂ SiO ₃	Растворение
SiO ₂	-

Уравнения реакций:



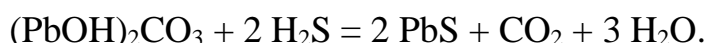
Гидроксид алюминия и кремниевая кислота растворяются в щелочи, но притом гидроксид алюминия также растворим в кислоте, что позволяет их различить между собой и отличить от оксидов магния и кремния. С другой стороны, оксид магния растворим в кислотах, а оксид кремния – нерастворим, что позволяет отличить и его. Таким образом, все вещества определены.

За каждое правильно и обоснованно определенное вещество – по 2 балла.

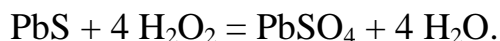
*При ошибке в уравнении реакции, использованном для определения вещества, оценка снижается до 1,5 баллов за вещество. Совершенно неверное обоснование при определении оценивается в 0 баллов за каждое из оставшихся неидентифицированным при этом веществ. **Всего за вопрос – 16 баллов***

Вопрос 2

Свинцовые белила темнеют из-за экспонирования на воздухе, в котором присутствует сероводород (биогенного или другого происхождения). Несколько сотен лет обычно достаточно, чтобы зафиксировать протекание реакции:



Сульфид свинца имеет черную окраску, потому картины, нарисованные свинцовыми белилами, темнеют. Классический способ устранения такого дефекта – обработка пострадавших участков перекисью водорода:



В отличие от сульфида, сульфат свинца – белый. Более того, он уже не подвержен реакции с сероводородом.

Указание на реакцию с сероводородом – 1 балл, уравнение реакции с сероводородом – 1 балл, указание на обработку перекисью водорода – 1 балл, другие варианты отбеливания оцениваются на адекватность комиссией; уравнение реакции отбеливания сульфида свинца – 1 балл.

Всего за задачу – 20 баллов