

Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии

I тур (2008-2009 уч. год)

9 класс

1. При растворении оксида металла в степени окисления +2 в необходимом количестве 20% серной кислоты получился 22,7% раствор его соли.

1. Оксид какого металла был взят для растворения?
2. Можно ли решить эту задачу, если не указана степень окисления металла или вместо нее указана группа Периодической системы (без ссылки на подгруппу), в которой расположен этот металл? Поясните свой ответ.
3. Как изменится решение задачи, если для проведения реакции взята горячая концентрированная кислота?

2. Какие вещества должны прореагировать между собой, чтобы получились только следующие продукты:

- | | |
|--|---|
| 1. ... \rightarrow NaOH; | 7. ... \rightarrow PbSO ₄ ; |
| 2. ... \rightarrow NaOH + H ₂ ; | 8. ... \rightarrow PbSO ₄ + O ₂ ; |
| 3. ... \rightarrow [Ag(NH ₃) ₂]OH; | 9. ... \rightarrow PbSO ₄ + H ₂ O; |
| 4. ... \rightarrow Al(OH) ₃ + SO ₂ + NaCl; | 10. ... \rightarrow PbSO ₄ + NaCl; |
| 5. ... \rightarrow Ag + Cl ₂ ; | 11. ... \rightarrow K ₂ SO ₄ + K ₃ [Cr(OH) ₆]; |
| 6. ... \rightarrow AgCl + CaF ₂ ; | 12. ... \rightarrow KCl + MnCl ₂ + Cl ₂ + H ₂ O. |

Напишите уравнения реакций, расставьте стехиометрические коэффициенты. Там, где это необходимо, укажите условия проведения процессов.

3. Реактив А, представляющий из себя крупные комки белого или серого цвета, имеет на редкость отвратительный запах и состоит из элементов X и Y в массовом соотношении 1:1,78 соответственно. Взаимодействие этого вещества с раствором соляной кислоты приводит к выделению бинарного (двухэлементного) газа В, обладающего кислыми свойствами и содержащего 94,1 мас.% Y.

1. Установите элементы X и Y, соединения А и В, напишите уравнение реакции А с соляной кислотой.
2. Объясните, почему вещество А так плохо пахнет. Как в химической литературе обычно называют этот запах?
3. Как Вы думаете, почему производители выпускают вещество А в виде комков, а не размалывают в порошок, как большинство других реактивов?
4. Как соединение А будет реагировать с избытками следующих веществ: а) раствором натриевой щелочи; б) горячей конц. азотной кислотой; в) хлорной водой; г) горячим газообразным хлором; д) иодной водой? Напишите уравнения реакций.

4. Карбонат металла, стоящего в ряду напряжений до водорода и проявляющего в своих соединениях степень окисления +2, разлагается при нагревании до 400°C. При этом теряется 35,1% начальной массы образца.

1. Напишите реакцию разложения и определите неизвестный металл.
2. Как твердый остаток от разложения будет реагировать с концентрированными растворами соляной кислоты и щелочи (уравнения реакций)?
3. В отличие от карбоната, нитрат этого металла может содержать разное количество молекул кристаллизационной воды. При нагревании одного из таких кристаллогидратов до 130°C он обезвоживается, теряя при этом 36,3% начальной массы. Определите количество молекул воды в этом гидрате.
4. Если такой кристаллогидрат нагреть лишь до 40°C, он плавится и превращается в водный раствор нитрата. Посчитайте процентную (% масс.), массовую (г/мл) и молярную (моль/мл) концентрации соли в образовавшемся растворе, плотность которого составляет 1,4 г/мл.
5. Когда навеску безводного нитрата этого металла нагрели до 400°C, он полностью разложился с образованием 2,76 л смеси газов (при этой температуре и давлении 1 атм). Напишите уравнение реакции разложения. Рассчитайте массу взятой навески.

5. Среди прочих газов аммиак выделяется своей огромной растворимостью в воде: при н. у. 1 мл воды способен растворить 1170 мл аммиака. Плотность образующегося при этом раствора составляет 0,850 г/см³. Хлороводород, впрочем, по своей растворимости тоже недалеко ушел – в насыщенном при 20°C растворе соляной кислоты ($\rho=1,198$ г/см³) его содержится 40 масс. %.

1. Рассчитайте объем хлороводорода (можно в пересчете на н.у.), который надо растворить в 1 мл воды для получения его насыщенного при 20°C раствора.
2. Посчитайте процентную концентрацию аммиака в его насыщенном при н.у. растворе.
3. Как реагируют между собой аммиак и хлороводород? Напишите уравнение реакции и назовите образующийся продукт.
4. Рассчитайте максимальную массу этого продукта, которую можно получить, имея в наличии описанные в задаче растворы в следующем количестве: 7 мл раствора аммиака и 10 мл раствора соляной кислоты. С какими трудностями Вам придется столкнуться при проведении этого процесса, и как бы Вы действовали, имея эти исходные растворы и желая получить упомянутый продукт?
5. А теперь попробуйте вернуть обратно так неосмотрительно потраченные Вами в п.4 аммиак и хлороводород. Напишите уравнения реакций, которые Вам придется провести, чтобы справиться с этой задачей.

**Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
I тур (2008-2009 уч. год)**

10 класс

1. 12 элементов Периодической системы (ПС) получили свои названия от фамилий реальных людей. Два из них – лантаноиды, найденные в минералах гадолините и самарските, – назвали по фамилиям их первооткрывателей. Некоторые из актиноидов и следующих в ПС за ними элементов называли в честь выдающихся ученых, внесших свой вклад в развитие химии и физики в конце XIX – XX вв. В таблице в полностью перемешанном порядке представлены 10 символов элементов, имена ученых, фамилии которых дали названия этим элементам, родина ученых и их основные заслуги. От Вас требуется для символа каждого элемента найти соответствующую строчку в каждом столбце. Ответ представьте в виде новой, исправленной Вами таблицы.

Символ	Имя (год рождения)	Родина	Заслуги
Cm	Дмитрий (1834)	Германия	Создание первого циклотрона, участие в разработке первой атомной бомбы
Es	Эрнест (1871)	Франция-Польша	Изобретение динамита, основание престижнейшей научной премии
Fm	Гленн (1912)	Австрия	Открытие пьезоэффекта, открытие Ra и Po
Md	Нильс (1885)	Великобритания (Новая Зеландия)	Открытие Ra, открытие Оже-эффекта, первая женщина-профессор в Германии (не ее родина)
No	Мария (1859) Пьер (1859)	США	Объяснение радиоактивности как распада атомных ядер
Lr	Альберт (1879)	Швеция	Открытие периодического закона
Rf	Энрико (1901)	США	Разработка планетарной модели атома
Sg	Эрнест (1901)	Россия	Создание первого ядерного реактора, основатель нейтронной физики
Bh	Лиза/Лизе/(1878)	Дания	Создание теории относительности
Mt	Альфред (1833)	Италия	Синтез Pu, Am, Bk, Cf и четырех элементов из этой задачи

2. Сравните взаимодействие водных растворов **а)** хлорида бария и **б)** хлорида меди(II) с растворами следующих веществ:

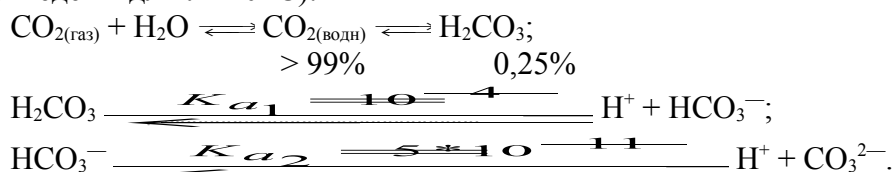
- | | |
|--------------------------|---|
| 1. карбонат натрия; | 5. сероводород; |
| 2. гидрокарбонат натрия; | 6. аммиак (недостаток и избыток); |
| 3. сульфат серебра; | 7. цианид калия (недостаток и избыток); |
| 4. иодид калия; | 8. манганат калия (щелочной раствор). |

Если реакция не идет, отметьте знаком "≠"; для всех происходящих реакций напишите уравнения, отметив выпадающие осадки и выделяющиеся газы.

3. Как известно, состав продуктов реакции азотной кислоты с металлами зависит не только от восстановительной способности металла, но и от концентрации HNO_3 . Так при взаимодействии 19,07 г меди с концентрированной HNO_3 (~60%) образуется 13,44 л газа А, с разбавленной (~5%) – 4,48 л газа В, а с кислотой средней концентрации (~20%) – 7,17 л смеси газов Х. Если взять несколько растворов горячей HNO_3 разной концентрации и растворить в них одинаковые гранулы металлического цинка, то из концентрированной кислоты выделится 761,6 мл газа А, из разбавленной – всего 89,6 мл смеси газов У общей массой 160 мг, а из очень разбавленной (~1%) и вовсе ничего не выделится, но цинк растворится. Воспользовавшись приведенными в задаче числовыми данными (объемы газов пересчитаны на н.у.), дайте ответы на следующие вопросы:

1. Установите газы А и В, определите количественный (объемные и масс. %) состав смеси Х.
2. Рассчитайте массу одной цинковой гранулы, определите качественный и количественный (объемные и масс. %) состав смеси У.
3. Напишите уравнения описанных в задаче реакций.
4. Рассчитайте массы сухих солей, которые получатся после аккуратного испарения растворов в описанных опытах, учитывая, что медная соль кристаллизуется с шестью молекулами воды, а цинковая – с девятью.

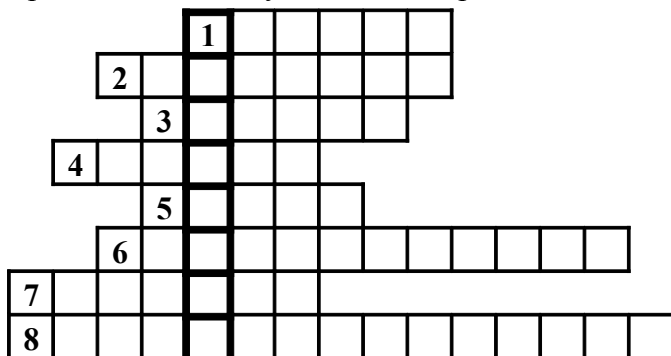
4. Насыщенный водный раствор углекислого газа имеет рН, примерно равный 4 (давление CO_2 1 атм, $t = 20^\circ\text{C}$). Известно, что лишь 0,25 % от общего количества этого газа в растворе находится в форме угольной кислоты, а более 99 % - в форме аквавторонных молекул CO_2 . Процесс растворения углекислого газа в воде может быть описан следующей системой последовательных равновесий (константы также приведены для $t = 20^\circ\text{C}$):



1. Оцените концентрации всех частиц, присутствующих в насыщенном водном растворе углекислого газа в описанных условиях и его общую растворимость в воде (моль/л).
 2. Какова концентрация CO_2 в водном растворе, находящемся в равновесии с воздухом при $t = 20^\circ\text{C}$? Оцените рН такого раствора.
 3. Расположите 5% растворы следующих веществ в ряд по возрастанию их способности растворять (поглощать) углекислый газ: NH_3 , NaCl , NaOH , Na_2CO_3 , KOH , NH_4Cl , HCl , NaHCO_3 . Какое место в этом ряду займет дистиллированная вода? Поясните место каждого раствора в построенном Вами ряду.
5. Некоторый углеводород Х содержит 91,25 % углерода, его молярная масса не превышает 100 г/моль, а 1 моль Х способен присоединить 3 моль брома. Х может быть получен при взаимодействии равных количеств 1,2-дибромэтана и циклопентадиена в концентрированном водном растворе NaOH .
1. Какова молекулярная формула Х? Приведите необходимые расчеты.
 2. Изобразите структурную формулу Х, если известно, что все метиленовые (CH_2) группы, присутствующие в молекуле этого соединения, эквивалентны.
 3. Напишите уравнение реакции взаимодействия Х с избытком брома в четыреххлористом углеводе.
 4. Попробуйте предложить постадийную схему образования Х (механизм реакции) из 1,2-дибромэтана и циклопентадиена в щелочной среде.

Всесибирская открытая олимпиада школьников по химии
I тур (2008-2009 уч. год)
11 класс

1. В предлагаемом Вашему вниманию сканворде *по горизонтали* зашифрованы названия известных органических веществ. В выделенном *вертикальном* столбце зашифрована фамилия русского химика-органика. Используя подсказки, разгадайте зашифрованные названия и фамилию ученого.

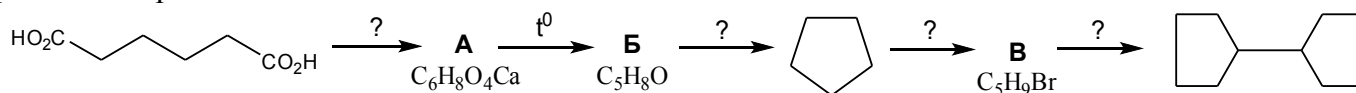


1. строение этого соединения можно описать двумя структурами Кекуле;
2. это сладкое вещество содержится в мёде;
3. раствором этого соединения смачивают ватку перед тем, как делают уколы;
4. получается по реакции Зинина из нитробензола;
5. карболовая кислота;
6. 40 %-ный водный раствор этого вещества известен под названием "формалин";
7. образуется при гидролизе крахмала;
8. этот полимер имеет аббревиатуру ПВХ.

Напишите уравнения реакций (с указанием всех продуктов и реагентов): **а)** взаимодействия вещества **1** с нитрующей смесью; **б)** окисления вещества **3** перманганатом калия в присутствии серной кислоты; **в)** взаимодействия соединения **4** с нитритом натрия в солянокислой среде при 0°C; **г)** бромирования вещества **5** избытком бромной воды; **д)** взаимодействия соединения **6** с избытком гидроксида калия при нагревании; **е)** реакции водного раствора вещества **7** с аммиачным раствором оксида серебра.

2. Химику срочно потребовался водород, а шкафчики с кислотами и щелочами, как на грех, оказались заперты лаборанткой, которая уже ушла домой. Ключи от этих шкафчиков он найти не смог, и решил обойтись теми реактивами, которые попались ему под руку: кусочком очищенного буквально на днях металлического натрия, заботливо залитого им силиконовым маслом, и цинковой пылью. Собрав нехитрый приборчик, он поместил туда натрий, промокнув масло листами фильтровальной бумаги, и, немного подумав, добавил к нему 15 г цинковой пыли. Затем он вытеснил из прибора воздух инертным газом и, аккуратно добавляя к смеси металлов дистиллированную воду, смог получить 6,72 л водорода (н.у.).

1. Как обычно получают водород в лаборатории и в промышленности? Приведите по 2 способа.
 2. Зачем химик заливал натрий силиконовым маслом? Поясните свой ответ уравнениями реакций.
 3. Как Вы думаете, с какой целью химик смешал металлы? Напишите уравнения реакций, прошедших в собранном им приборе.
 4. Рассчитайте массу кусочка металлического натрия, который все же как нельзя кстати попался нашему химику под руку.
 5. Какие вещества остались в приборе после проведения опыта?
3. Заполните приведенную ниже цепочку превращений, изобразив структурные формулы веществ **A – B** и заменив знаки "?" соответствующими реагентами. Не забудьте указать условия проведения всех реакций и приведите названия **A – B**.

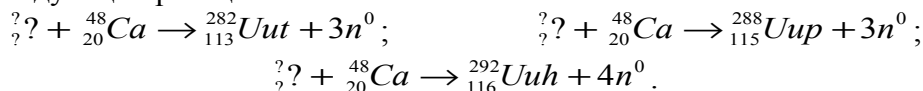


4. При взаимодействии водных растворов сульфата меди и сульфита натрия выпадает осадок так называемой соли Шевреля X. Длительное выдерживание 3,867 г этого вещества в эксикаторе над оксидом фосфора приводит к уменьшению его массы на 9,3 %. Если то же количество X растворить в концентрированном растворе аммиака и пропустить через полученный темно-синий раствор избыток ацетилена, то образуется 1,51 г кирпично-красного осадка Y, содержащего 84,15% меди и остается темно-синий раствор, который после подкисления соляной кислотой не дает осадка с раствором хлорида бария. При нагревании 3,867 г X с конц. серной кислотой происходит его полное растворение и выделяется 0,672 л (н.у.) индивидуального газа Z, обесцвечивающего раствор перманганата калия.

Из полученного сернокислого раствора можно выделить 7,5 г медного купороса. Нагревание 3,867 г X в токе водорода приводит к образованию 1,44 г воды.

1. Установите состав соединений X, Y и Z, напишите уравнения проведенных реакций.
2. Назовите соли X и Y по традиционной номенклатуре.

5. Термоядерные реакции, или реакции синтеза ядер, проходят в недрах и на поверхности звезд. В этих процессах происходит слияние легких ядер с образованием более тяжелых. Но не только природа умеет создавать химические элементы. Так, например, в течение последних пяти лет учеными были открыты (впервые получены) ядра элементов с порядковым номером более 112. Их образование зафиксировано в следующих реакциях:



1. Составьте полные уравнения упомянутых ядерных реакций, заменив знаки вопроса соответствующими числами или символами химических элементов.
2. Попробуйте объяснить, что означают трехбуквенные символы новых элементов (*подсказка*: элемент 116, обозначаемый Uuh, имеет название унунгексий).

Помимо ядерного синтеза существуют также процессы спонтанного превращения изотопа одного элемента в изотоп другого элемента.

3. Попробуйте закончить приведенные ниже уравнения, относящиеся к разным типам радиоактивного распада.



Известно, что процесс распада нестабильного радиоактивного ядра продолжается до тех пор, пока не получится устойчивое ядро. Например, в результате серии последовательных α - и β -распадов радиоактивный изотоп ${}^{238}\text{U}$ постепенно превращается в стабильный изотоп ${}^{206}\text{Pb}$.

4. Рассчитайте, сколько α - и β -распадов включает эта серия ядерных превращений.

Естественный распад ядер проходит с разной скоростью: для одних атомов это доли секунды, для других – миллионы лет. Радиоактивный распад подчиняется кинетическому уравнению первого порядка. В интегральной форме закон имеет вид: $N = N_0 e^{-\lambda t}$, где N_0 – число атомов радиоактивного изотопа в начальный момент времени, N – число атомов того же изотопа через время t , λ – постоянная распада.

5. Определите возраст месторождения урана, если на 1 г ${}^{238}\text{U}$ в руде приходится 0,4 г ${}^{206}\text{Pb}$. Период полураспада (время, за которое распадается половина атомов радиоактивного изотопа) ${}^{238}\text{U}$ составляет $4,486 \cdot 10^9$ лет.