Всероссийская олимпиада школьников по химии 2013/2014 уч.г.

Муниципальный этап. Девятый класс. Решения задач.

**Задача 9-1.**

Уравнение реакции: CaCO3 + 2HCl = CaCl2 + H2O + CO2↑ 1 балл

Количество вещества НCl: m(pHCl) = V\*ρ = 240\*1,05 = 252 г;   
m(HCl) = m(pHCl)\*w = 252\*0,1 = 25,2 г; n = m/M = 25,2/36,5 = 0,69 моль 3 балла

По уравнению реакции n(CaCO3)=n(CaCl2)=n(CO2)=n(HCl)/2=0,345 моль 1 балл

Массы веществ: (m=M\*n)

m(CaCO3)=100\*0,345=34,5 г; m(CaCl2)=111\*0,345=38,3 г; m(CO2)=44\*0,345 = 15,2 г

Объем CO2 V=n\*VM = 0,345\*22,4 = 7,73 л 2 балла

m(p-pa2)=m(p-pa1)+ m(CaCO3)- m(CO2) = 252 + 34,5 - 15,2 = 271,3 г

Массовая доля соли в растворе

w=m(c)/m(p-pa)= 38,3/271,3=0,141 = 14,1% 3 балла.

**Всего 10 баллов.**

**Задача 9-2.**

А. 1 – хлор, 2 – медь, 3 – сера, 4 – азот, 5 – хром 5 баллов

Б. Хром – элемент с порядковым номером 24.

Ядро атома – 24p+28n. Электронная оболочка: 24‾е

Распределение электронов по слоям 2) 8) 13) 1) 3 балла   
Электронная формула 1s22s2p63s2p6d54s1 1 балл

Основное применение (в виде простого вещества) для хромирования металлов, защиты от коррозии основано на физических (красивый металлический блеск, прочность) и химических (образовании защитной оксидной пленки) свойствах. 1 балл **Всего 10 баллов.**

**Задача 9-3.**

Розовый цвет вещества **Б** и голубой цвет полученного при его растворении раствора подсказывают, что вещество **Б** – медь. Тогда тяжелая маслянистая жидкость **А –** концентрированная серная кислота, газ **В** – оксид серы(IV), вещество **Г** – оксид серы(VI), черный осадок **Д** – оксид меди(II). Последний образуется поскольку гидроксид меди неустойчив и в горячем растворе сразу разлагается.

Уравнения реакций:

Сu+ 2H2SO4,конц = CuSO4 + 2Н2O + SО2↑

2SО2 + О2 = 2SО3

SО3 + H2O = H2SO4,

CuSO4 + 2NaOH = Cu(OH)2↓ + Na2SO4

Cu(OH)2 = CuO + Н2O

По 1 баллу за каждое вещество и по 1 баллу за каждое уравнение реакции.

**Всего 10 баллов.**

**Задача 9-4.** Уравнения реакций при обработке кислотой:

Fe + 2НС1 = FeCl2 + Н2 ; (1) Zn + 2НС1 = ZnCl2 + H2 ; (2) 2 балла

Сu + НС1 = реакция не идёт 1 балл

При обработке щелочью в реакцию вступает только цинк:

Zn + 2КОН + 2Н2О = К2[Zn(OH)4] + Н2 (3) 2 балла

(или в упрощенном виде Zn + 2КОН = К2ZnO2 + Н2; 1 балл)

Железо и медь со щёлочью не взаимодействуют

Поскольку в щелочи растворим только цинк, то количество полученного в реакции со щелочью водорода однозначно связано с количеством вещества цинка.

n(Zn) = n3(H2) = V/VM = 1,68/22,4 = 0,075 моль; m(Zn) = 65\*0,075 = 4,875 г; 2 балла

В первых двух реакциях выделилось водорода n1+2(H2) = V/VM = 4,48/22,4 = 0,2 моль; поскольку в реакции с кислотой цинк выделяет столько же водорода сколько в реакции со щелочью, то n2(H2) = n3(H2) = 0,075 моль; n(Fe) = n1(H2) = 0,2 – 0,075 = 0,125моль

m(Fe) = 56\*0,125 = 7 г 2 балла

Массовые доли: w(Zn) = m(Zn)/m(смеси) = 4,875/15 = 0,325 = 32,5% ;

w(Fe) = 7/15 = 0,467 = 46,7%; w(Cu) = 100% - 32,5% - 46,7% = 20,8% 1 балл

**Всего 10 баллов.**

**Задача 9-5.**

Проще всего получить такой раствор реакцией нейтрализации при взаимодействии растворов гидроксида натрия и соляной кислоты:

NaOH + HCl = NaCl + H2O; OH– + H+ = H2O

При проведении реакции обмена надо подбирать вещества так, чтобы второй продукт реакции выделялся в виде газа или в виде осадка, например:

Na2CO3 + 2HCl = 2NaCl + CO2↑+ H2O; CO32– + 2H+ = CO2↑+ H2O

Na2SiO3 + 2HCl = 2NaCl + H2SiO3↓; SiO32– + 2H+ = H2SiO3↓

3NaOH + FeCl3 = 3NaCl + Fe(OH)3↓; 3OH– + Fe3+ = Fe(OH)3↓

Na2SO4 + BaCl2 = 2NaCl + BaSO4↓; SO42– + Ba2+ = BaSO4↓

Возможны и окислительно-восстановительные реакции, приводящая к такому результату, например:

NaNO2 + NH4Cl = NaCl + N2↑+ 2H2O; NO2– + NH4+ = N2↑+ 2H2O

По два балла за каждую пару уравнений (молекулярное и ионное), если они удовлетворяют условию задачи

**Всего 10 баллов.**

**================================================ Итого 50 баллов**

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2013/2014 уч.г.

Муниципальный этап. Десятый класс. Решения задач.

**Задача 10-1.**

Уравнение реакции: 2Na2O2 + 2CO2 = 2Na2CO3+ О2 2 балла

Степень окисления кислорода в пероксиде натрия равна -1, в карбонате натрия -2, в простом веществе она равна нулю. Значит это ОВР. 2 балла

И окислителем и восстановителем выступают атомы одного и того же элемента – кислорода, находящегося в неустойчивой степени окисления –1. В результате одни атомы кислорода восстанавливаются до -2, другие окисляются до 0. Такие реакции называют еще реакциями диспропорционирования. 2 балла

Расчет по уравнению реакции: n(Na2O2) = m/M = 100/78 = 1,28 моль.

n(CO2) = n(Na2O2) = 1,28 моль; V(CO2) = n\*VM = 1,28\*22,4 = 28,7 л. Объем кислорода в 2 раза меньше, т.е. 14,3 л. 2 балла

Нет, использовать пероксид бария менее выгодно. Соединения бария дороже, чем соединения натрия. Кроме того, поскольку молярная масса пероксида бария (169 г/моль) примерно в 2 раза больше, чем у пероксида натрия, для получения того же объема кислорода BaO2 придется брать в два раза больше. 2 балла.

**Всего 10 баллов.**

**Задача 10-2.**

Образование кристаллогидрата можно представить следующей схемой:



Используя закон сохранения масс, находим массу второго раствора:

m(p2) = m(p2) + m(с) - m(кр-г) = 60+10-35,4 = 34,6 г 2 балла

Т.к. раствор охладили до прежней температуры, то массовая доля соли в обоих растворах одинакова: m(с)=m(p-pa)\*w;

m(c1) = 60\*0,342= 20,52 г; m(c2) = 34,6 г \*0,342= 11,83 г 2 балла

Находим массы соли и воды в кристаллогидрате:

m(с)кр-г = m(с1)+ m(с) – m(с2) = 20,52 + 10 – 11,83 = 18,69 г

m(Н2О) = 35,4 – 18,69 = 16,71 г 3 балла

Находим молярное соотношение соли и воды и выводим формулу:

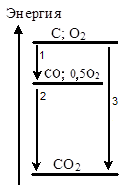
n = m/M; n(Na2SO4) = 18,69/142 = 0,132 моль; n(Н2О) = 16,71/18 = 0,928 моль

n(Н2О) : n(Na2SO4) = 7 : 1; Формула: **Na2SO4\*7Н2О** 3 балла

**Всего 10 баллов.**

**Задача 10-3.** Термохимические уравнения реакций:

а) С + O2 = CO2 + 394 кДж(1); CO + 0,5O2 = CO2 + 283 кДж (2) 2 балла

б) В ходе реакций теплота выделяется, значит, энергия веществ уменьшается. И в первой и во второй реакции образуется одно и то же вещество, углекислый газ. Можно предположить, что ему соответствет самое нижнее состояние, общее для стрелок 2 и 3. Тепловой эффект первой реакции больше, значит ей соответствует стрелка №3, а второй реакции – стрелка №2. 2 балла

в) Тогда верхнее состояние соответствует углероду и кислороду, а среднее – оксиду углерода(II) и необходимому количеству кислорода (рисунок). 2 балла

г) Оставшаяся стрелка №1 соответствует окислению углерода до оксида углерода(II). Термохимическое уравнение этой реакции можно получить, если из уравнения 1 вычесть уравнение 2:

С + O2 – CO – 0,5O2 = CO2 – CO2 + 394 кДж – 283 кДж, откуда

С + 0,5O2 = CO + 111 кДж (3), экзотермическая. 2 балла

д) При сгорании угля выделится больше теплоты:

n(C) = m/M = 100/12 = 8,33 моль; Q(1) = 394\*8,33 = 3282 кДж;

n(CO) = V/VM = 200/22,4 = 8,93 моль; Q(1) = 283\*8,93 = 2527 кДж; 2 балла

**Всего 10 баллов.**

**Задача 10-4.**

Красный цветпростого вещества **А,** способностьполученного из него бесцветного вещества В реагировать со щелочью подсказывают, что **А** – красный фосфор, а **Б** – азотная кислота:

1) P + 5НNO3 = H3PO4 + 5NO2↑ + H2O; **В** – фосфорная к-та, **Г** – оксид азота(IV),

2) H3PO4 + NaOH = NaH2PO4 + H2O; **Д** – дигидрофосфат натрия

3) H3PO4 + 2NaOH = Na2HPO4 + 2H2O; **Е** – гидрофосфат натрия

4) H3PO4 + 3NaOH = Na3PO4 + 3H2O; **Ж** – фосфат натрия

5) 2NO2 + 2NaOH = NaNO3 + NaNO2 + H2O; **З** и **К** – нитрат и нитрит натрия

(Буквы Д,Е,Ж, а также З и К могут быть расшифрованы в другом порядке)

Окислительно восстановительными являются реакции 1 и 5. В реакции №1 фосфор – восстановитель, азотная кислота (N+5) – окислитель. Реакция №5 относится к реакциям диспропорционирования, в ней оксид азота(IV) (N+4) является и восстановителем и окислителем.

Вещества А-К по 0,5 балла – 4,5 балла, уравнения ОВР по 1 баллу – 2 балла, окислитель восстановитель – по 1 баллу – 2 балла, уравнения реакций 2,3,4 по 0,5 балла – 1,5 балла.

**Всего 10 баллов.**

**Задача 10-5.** Уравнения реакций:

Fe + H2SO4 = FeSO4 + H2**↑** (1) 2Al + 3H2SO4 = Al2(SO4)3 + 3H2**↑** (2) 2 балла

Медь с раствором серной кислоты не реагирует.

При обработке смесью раствором щелочи в реакции будет участвовать только алюминий:

2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na[Al(OH)4] + 3H2**↑**; (3) 1 балл

n(H2)1,2 = 2,8/22,4 = 0,125 моль.

Осадок, оставшийся после обработки кислотой - медь.

m(Cu) = 1,54 г; wCu) =1,54/7,4 = 0,208 = 20,8% 1 балл

На железо и алюминий приходится 7,4-1,54 = 5,86 г.

Пусть n(Fe)= х моль, а n(Al) = y моль, тогда по уравнениям реакций (1) и (2) суммарное количество водорода равно (х+1,5у) = 0,125 моль.

m(Fe)= 56х; m(Al) = 27y моль, тогда

; откуда х = 0,095, а у= 0,02 3 балла

m(Fe)= 56\*0,095 = 5,32 г; ω(Fe)= 5,32 /7,4 =0,719 = 71,9%

m(Al) = 27\*0,02 = 0,54 г; ω(Al) = 0,54/7,4 = 0,073 = 7,3% 2 балла

По уравнению 3, n(H2)3 = 1,5\*n(Al) = 0,03 моль.

V(H2)3 = 0,03\*22,4 = 0,672 л. 1 балл

**Всего 10 баллов.**

**======================== Итого 50 баллов =========================**

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2013/2014 уч.г.

Муниципальный этап. Одиннадцатый класс. Решения задач.

**Задача 11-1.** Совокупность химических свойств показывает что А – алкен. Т.к. его относительная плотность по азоту равна 2, то Mr(A) = 2Mr(N2) = 56. Используя общую формулу алкенов (CnH2n), находим n = 4, т.е. А – бутен. Из всех бутенов С4Н8, только бутен-2 может существовать в виде цис-транс-изомеров, поэтому А – бутен-2.

Уравнения реакций:

1. С4Н8 + H2 → С4Н10 - бутан (нагревание, катализатор – Pt, Ni)
2. С4Н8 + Br2 → СН3-СНВr-СНВr-СН3 – 2,3-дибромбутан; (обычные условия)
3. С4Н8 + H2O→ СН3-СНОН-СН2-СН3 – бутанол-2; (нагревание, катализатор – H2SO4)
4. С4Н8 + HCl → СН3-СНCl-СН2-СН3 – 2-хлорбутан (нагревание)
5. СН3-СНCl-СН2-СН3+ KOH(р-р) → СН3-СНОН-СН2-СН3 + KCl (нагревание)
6. СН3-СНОН-СН2-СН3→ СН3-СН=СН-СН3 +H2O (нагревание, катализатор – Al2O3)

Определение молекулярной массы и формулы 2 балла, формулы цис-транс-изомеров – 2 балла, уравнения с названиями веществ и пояснениями – по 1 баллу. **Всего 10 баллов.**

**Задача 11-2.**

Судя по продуктам сгорания: CхHуOz + O2 → CO2 + H2O   
вещество содержит углерод, водород и, возможно, кислород. Определим количества вещества и массы углерода и водорода и проверим наличие в веществе кислорода:

n(C) = n(CO2) = V/VM = 2,8/22,4 = 0,125 моль; m(C) = 12\*0,125 = 1,5 г;

n(H) = 2\*n(H2O) = m/M = 2\*0,9/18 = 0,1 моль; m(H) = 1\*0,1 = 0,1 г;

m(O) = m(в-ва) - m(C) - m(H) = 1,6-1,5-0,1 = 0; (кислорода нет) 2 балла

Простейшая формула: n(C): n(H) = 0,125: 0,1 = 5:4; C5H4 2 балла

Mr(C5H4) = 64; для формулы (C5H4)х получаем 300/64 < х < 350/64; 4,7 < х < 5,5; x=5.

Молекулярная формула: C25H20, Mr(C25H20) = 320. 2 балла

Большая ненасыщенность вещества (присоединяет 12 моль водорода) и, в то же время, отсутствие качественной реакции на кратную связь характерны для ароматических соединений, т.е. соединений содержащих фенильные фрагменты: 1 балл



Поскольку при гидрировании одного такого фрагмента присоединяется 3 моль водорода, нетрудно понять, что в составе вещества их должно быть четыре, что не противоречит значению молекулярной массы (Mr(C6H5-) = 77; 77\*4 = 308). Кроме них в составе вещества должен быть еще один атом углерода. 1 балл

Фенильные фрагменты и атом углерода могут различными способами соединяться друг с другом, что позволяет предположить большое число возможных изомеров. Некоторые из возможных структур приведены ниже:



2 балла (оценивается до двух структур по 1 баллу за каждую)

**Всего 10 баллов.**

**Задача 11-3.**

В качестве реактива, позволяющего различить многие катионы, удобно использовать раствор щелочи, например, NaOH. План выполнения анализа может быть следующим:

1) К пробам растворов из всех шести склянок добавить избыток раствора NaOH. Уравнения реакций и признаки их протекания: KNO3 + NaOH – реакция не идет;

NH4NO3 + NaOH = NH3↑ + H2O + NaNO3; NH4+ + OH– = NH3↑ + H2O запах аммиака;

Mg(NO3)2 + 2NaOH = Mg(OH)2↓ + 2NaNO3; Mg2+ + 2OH– = Mg(OH)2↓ белый осадок;

2AgNO3+ 2NaOH = 2NaNO3+ Ag2O↓ +H2O; 2Ag++ 2OH–= Ag2O↓ + H2O бурый осадок;

Al(NO3)3 + 3NaOH = Al(OH)3↓ + 3NaNO3; Al3+ + 3OH– = Al(OH)3↓; белый студенистый осадок; гидроксид амфотерен и осадок растворяется в избытке щелочи:

Al(OH)3 + NaOH = Na[Al(OH)4]; Al(OH)3 + OH– = [Al(OH)4]–

Pb(NO3)2 + 2NaOH = Pb(OH)2↓ + 2NaNO3; Pb2+ + 2OH– = Pb(OH)2↓ белый осадок.

В результате, после действия раствора щелочи нераспознанными остаются соли магния и свинца, дающие сходные реакции. Для распознавания свинца можно предложить различные реагенты, дающие с ним нерастворимые соли или реакции замещения с более активным металлом (Fe, Zn, Mg, и т.п.). Например:

2) в пробы растворов из двух склянок, где содержатся нитраты магния и свинца опустить железную пластинку, в одном из растворов на пластинке наблюдаем черный осадок мелкораздробленного свинца: Pb(NO3)2 + Fe = Fe(NO3)2 + Pb↓; Pb2+ + Fe = Fe2+ + Pb↓

Или: 2) в пробы растворов из двух склянок, где содержатся нитраты магния и свинца добавить раствор йодида калия, в одном из растворов наблюдаем ярко-желтый осадок:

Pb(NO3)2 + 2KI = 2KNO3 + PbI2↓; Pb2+ + 2I– = PbI2↓

План работы (описание последовательности действий) – 2 балла, уравнения и признаки протекания реакций для солей калия, аммония, магния, серебра (по 1 баллу) до 4 баллов, алюминия и свинца – (по 2 балла) – 4 балла. **Всего 10 баллов.**

**Задача 11-4.**

Константа равновесия данной реакцииимеет вид

; где [A],[B],[C],[D] – молярные концентрации веществ.

Поскольку объем системы остается постоянным, вместо концентраций можем использовать количества вещества. Известно, что в ходе реакции дополнительно образовалось 0,4 моль вещества С. По уравнению реакции рассчитываем количества остальных веществ, израсходовавшихся и образовавшихся в ходе реакции, а также их количества к моменту равновесия. Эти расчеты удобно оформить в виде таблицы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2А + | В ⇔ | С + | 2D |
| Было | **1 моль** | **1 моль** | **1 моль** | **1 моль** |
| Реакция(+/ -) | -0,8 моль | -0,4 моль | +0,4 моль | +0,8 моль |
| Стало | 0,2 моль | 0,6 моль | **1,4 моль** | 1,8 моль |

По полученным значениям находим константу равновесия:



Выражение константы равновесия – 4 балла, расчет количеств веществ в момент равновесия – 4 балла, окончательный расчет – 2 балла. **Всего 10 баллов.**

**Задача 11-5**.

В реакциях смеси с кислотой образуются два газа - водород и сероводород:

LiН + НС1 = LiCl + Н2↑ (1), Al2S3 + 6HCl = AlCl3↓ + 3H2S↑ (2) 2 балла

При обработке смеси раствором щелочи гидрид и сульфид гидролизуются водой:

LiН + H2O = LiOH + Н2↑ (3), Al2S3 + 6H2O = Al(OH)3 + 3H2S 2 балла

но продукты гидролиза сульфида алюминия реагируют со щелочью:

Al(OH)3 + NaOH = Na[Al(OH)4]; H2S + 2NaOH = Na2S + 2H2O 2 балла

и выделяется только водород.

Пусть в смеси n(LiH) = *х* моль, n(Al2S3) *= у* моль, тогда в реакциях 1 и 3 выделится по х моль H2, а в реакции 2 выделится 3у моль H2S. Объемы газов пропорциональны количествам вещества, тогда по условию задачи V(1+2) : V(3) = (x+3y) : x, откуда (x+3y)/x = 1,5; 3у = 0,5 х; х:y = 6:1; т.е. в смеси на 6 моль гидрида лития приходится 1 моль сульфида алюминия. 2 балла

Массы веществ (m=M\*n): m(LiH) = 8\*6 = 48 г; m(Al2S3) = 102\*1 = 102 г

Массовая доля гидрида лития: w(LiH) = m(LiH)/m(смеси) = 48/150 = 0,32 = 32% 2 балла

**Всего 10 баллов.**

========================= **Итого 50 баллов** =======================