1 Масса ma вещества А прореагировала без остатка с массой mв

Вещества В. Вычислите Мэк(А) –молярную массу эквивалентов

Вещества А. Напишите уравнения реакции, если один из её продуктов является вещество D

А – оксид железа , ma ,г -100 В – алюминий mв,г-33,8 D – железо .

**Решение.**

Запишем уравнение реакции:

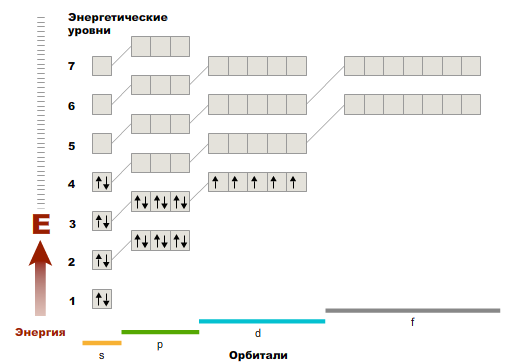
Fe2O3 + 2Al = 2Fe + Al2O3

2 Элемент 25Mn A – 55 l -2

1. Один из изотопов элемента имеет массовое число А. каков заряд ядра его атома? Сколько протонов и нейтронов содержит ядро атома этого нуклида?
2. Напишите электронную формулу невозбуждённого атома этого элемента, приведите графическую схему распределения по квантовым ячейкам (орбиталям).
3. К какому электронному семейству относится элемент?
4. Чему равен суммарный спин электронов в невозбуждённом состоянии атома элемента?
5. Сколько имеется в атоме элемента электронов с орбитальным квантовым числом l ?

**Решение.**

1. Заряд ядра атома Z равен +25. Ядро атома содержит 25 протонов и 55-25 = 30 нейтронов.
2. 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d5:



1. Марганец относится к d-электронному семейству.
2. Суммарный спин: ½ + ½ + ½ + ½ + ½ = 5/2.
3. Если орбитальное квантовое число равно двум, то это d-электроны. Согласно электронной формуле, количество в-электронов составляет 5 штук.

3 Какие степени окисления проявляет марганец? Напишите формулы его оксидов и гидроксидов. Как и почему изменяются их кислотно-осноные свойства с возрастанием степени окисления марганца? С какими степенями окисления марганца вещества могут проявлять свойства : а) только окислительные; б) только восстановительные; в) как окислительные , так и восстановительные ? Приведите примеры соответствующих веществ.

**Решение.**

Характерные степени окисления марганца: +2, +3, +4, +6, +7 (+1, +5 малохарактерны). 0 – простое вещество.

Марганец образует следующие оксиды: MnO, Mn2O3, MnO2, MnO3 (не выделен в свободном состоянии) и марганцевый ангидрид Mn2O7. Гидроксиды: Мn(ОН)2, Mn(ОН)4, Н2МnО4, НМnО4.

В гидроксидах с возрастанием степени окисления марганца увеличивается прочность связи Mn-O, а электронная пара связи O-H всё больше смещается к атому кислорода, в результате чего всё больше возрастает склонность гидроксида диссоциировать по кислотному типу (с отщеплением протона). Аналогично изменяются свойства оксидов (но здесь не имеет место диссоциация). Таким образом, с увеличением степени окисления марганца основные свойства ослабевают, а кислотные – усиливаются. Для промежуточной степени окисления характерна амфотерность.

Окислители: степень окисления марганца высшая (KMnO4, Mn2O7).

Восстановители: степень окисления марганца низшая (Mn).

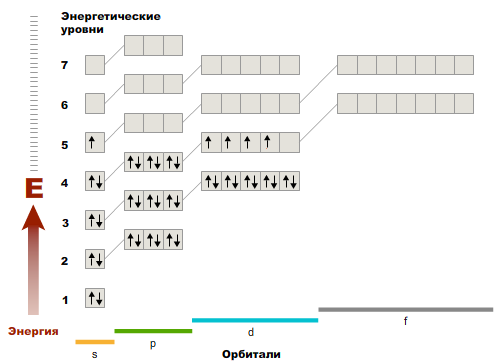
Окислительно-восстановительная двойственность: степень окисления марганца промежуточная (MnO, MnO2).

4 Напишите электронную формулу невозбуждённого атома элемента с зарядом ядра Z ,приведите графическую схему распределения электронов по квантовым ячейкам (орбиталям)

1. Укажите валентные электроны его атома .Для каждой из них приведите значения всех квантовых чисел.
2. Сколько в атоме данного элемента электронов с совокупностью главного и орбитального квантовых чисел n и l ? Z -41 n- 4 l- 2 .

**Решение.**

1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 3d10 4p6 5s1 4d4:



1. Валентные электроны. 4d45s1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Подуровень | Главное квантовое число n | Орбитальное квантовое число l | Магнитное квантовое число ml | Спиновое квантовое число ms |
| 4d | 4 | 2 | -2 | +1/2 |
| 4d | 4 | 2 | -1 | +1/2 |
| 4d | 4 | 2 | 0 | +1/2 |
| 4d | 4 | 2 | 1 | +1/2 |
| 5s | 5 | 0 | 0 | +1/2 |

1. Если n=4, а l=2, то это электроны 4d-подуровня, которых четыре.

5 Объясните по методу валентных связей (ВС) строение молекулы. Если имеет место гибридизация, то каков её тип? Полярна ли каждая из связей? Полярна ли молекула в целом? Формула молекулы PH3 .

**Решение.**

Электронная формула атома фосфора в основном состоянии:

1s22s22p63s23p3.

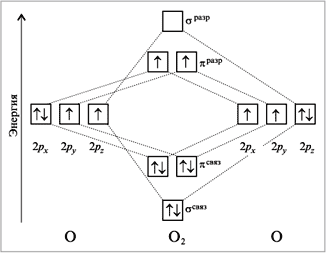
Атом фосфора имеет три неспаренных электрона на 3p-подуровне, за счёт которых осуществляется образование трёх двухэлектронных ковалентных связей с тремя атомами водорода. Угол HPH в молекуле фосфина близок к 90°, что соответствует взаимно перпендикулярному расположению p-орбиталей в атоме фосфора, то есть гибридизации не происходит.

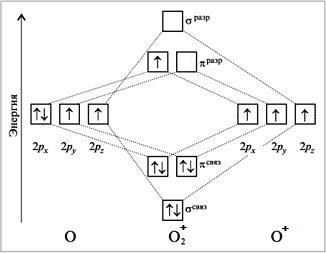
Атомы фосфора и водорода имеют разные относительные электроотрицательности, поэтому связи P-H полярны. Молекула фосфина имеет конфигурацию тригональной пирамиды с атомом фосфора в вершине, молекула полярна.

6 С помощью метода молекулярных орбиталей (МО) определите, возможно ли существование молекул или молекулярных ионов. Изобразите энергетические схемы образования их МО, кратность связи и укажите магнитные характеристики ( парамагнетизм или диамагнетизм ),

Формула молекулы или молекулярного иона О2;О2+.

**Решение.**



****

И молекула O2, и ион O2+ могут существовать, так как число электронов на связывающих орбиталях существенно превышает количество электронов на разрыхляющих орбиталях.

Кратность связи:

Для O2:

Для O2+:

И молекула O2, и ион O2+ являются парамагнитными, так как имеют на орбиталях неспаренные электроны.

7 В каком направлении при стандартных условиях может самопроизвольно протекает заданная реакция? Ответ дайте на основании расчётов изменения энергии Гиббса реакции G0298:  
а)по значениям стандартных теплот образования fH0298 и стандартных энтропий S0298 веществ, участвующих в реакции; б) по значениям стандартных энергий Гиббса образования G0298 вещества, участвующих в реакции.

Уравнения реакции : N2(r) +2O2(r) = 2NO2(r)

**Решение.**

а) Расчёты ведём на основании следствия из закона Гесса: Тепловой эффект химической реакции равен разности сумм теплот образования продуктов реакции и исходных веществ, умноженных на стехиометрические коэффициенты.

б)

8 Определите энергию активации реакции, если при увеличении температуры от 500 до 800 К константа скорости реакции возросла в 670 раз .

**Решение.**

Используем формулу, связывающую энергию активации и константы скорости реакции:

9 Давления пара воды при 303 К равно 4240 Па. Какую массу глицерина C3H5(OH)3 следует растворить в 10,0 воды, чтобы понизить давление пара при данной температуре до 4000 Па?

**Решение.**

По закону Рауля:

p0 и p1 – давление пара над чистым растворителем и раствором соответственно;

N2 – молярная доля растворённого вещества;

n1 и n2 – количество молей растворителя и растворённого вещества соответственно.

Тогда:

10 Водный раствор содержит массу m вещества А в объёме V. Плотность раствора р. Вычислите массовую долю (в %), молярную долю, молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалентов.

А – КОН ; m,г -718 ; V,л -2,0; р,г./мл -1,27.

**Решение.**

Массовая доля:

Молярная концентрация:

Так как для KOH (как однокислотного основания) молярная масса эквивалентов равна молярной массе, то молярная концентрация эквивалентов (нормальная концентрация) равна:

11 Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействий в водных растворах между веществами.

а) CuCl2 и H2S ; б) AgNO3 и NH4Cl ; в) Fe(OH)3 и HCl

**Решение.**

а) CuCl2 + H2S= CuS ↓ + 2HCl

Cu2+ + 2Cl- + H2S = CuS ↓ + 2H+ + 2Cl-

Cu2+ + H2S = CuS ↓ + 2H+

б) AgNO3 + NH4Cl = AgCl ↓ + NH4NO3

Ag+ + NO3- + NH4+ + Cl- = AgCl ↓ + NH4+ + NO3-

Ag+ + Cl- = AgCl ↓

в) Fe(OH)3 + 3HCl = FeCl3 + 3H2O

Fe(OH)3 + 3H+ + 3Cl- = Fe3+ + 3Cl- + 3H2O

Fe(OH)3 + 3H+ - = Fe3+ + 3H2O

12 Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза каждой из двух указанных солей . Какая в растворе каждой из этих солей сред и величин рН (рН>7 или рН<7)? Как повлияет на гидролиз добавление к растворам: а) хлороводородной кислоты HCl; б) гидроксид натрия NaOH?

Соли – K2SO3 ; NH4Cl .

**Решение.**

а) K2SO3. Соль образована сильным основанием и слабой кислотой, поэтому гидролизоваться будет по аниону, среда раствора соли щелочная (pH>7).

Первая ступень:

K2SO3 + H2O ⬄ KHSO3 + KOH

SO32- + H2O ⬄ HSO3- + OH-

Вторая ступень:

KHSO3 + H2O ⬄ H2SO3 + KOH

HSO3- + H2O ⬄ H2SO3 + OH-

Суммарно:

K2SO3 + 2H2O ⬄ H2SO3 + 2KOH

б) NH4Cl. Соль образована слабым основанием и сильной кислотой, поэтому гидролизоваться будет по катиону, среда раствора соли кислая (pH<7).

NH4Cl + H2O ⬄ NH3∙H2O + HCl

NH4+ + H2O ⬄ NH3 + H3O+

13 Чему равна жёсткость воды в насыщенном растворе CaSO4 , если растворимость его составляет 2,02 г в литре раствора?

**Решение.**

14 Напишите формулы комплексных соединений, состав которых отражают приведённые ниже формулы , и уравнения диссоциации этих соединений. (Координационное число комплексообразователя в соединении (б) равно 6). Для соединения (а) напишите уравнение диссоциации комплексного иона и выражение для константы нестойкости.

Формулы : а) Zn(OH)2 2KOH ;б) CoCl35NH3 .

**Решение.**

а) K2[Zn(OH)4]

K2[Zn(OH)4] => 2K+ + [Zn(OH)4]2- (первичная диссоциация)

[Zn(OH)4]2- ⬄ Zn2+ + 4OH- (вторичная диссоциация, протекает в несколько ступеней)

б) [Co(NH3)5Cl]Cl2

[Co(NH3)5Cl]Cl2 => [Co(NH3)5Cl]2- + 2Cl- (первичная диссоциация)

[Co(NH3)5Cl]2- ⬄ Co3+ + Cl- + 5NH3 (вторичная диссоциация, протекает в несколько ступеней)

15 Окислительно -восстановительные реакции протекают по приведённым схемам. Для каждой реакции укажите : а) окислитель и восстановитель ; б) какое вещество окисляется, какое вещество восстанавливается. Составьте электронные уравнения и на основании их расставьте коэффициенты в уравнениях реакций.

Схемы реакций:

Ge+KOH+O2K2GeO2+H2O

HCl+CrO2Cl2+CrCl3+H2O .

**Решение.**

Ge + KOH + O2 = K2GeO3 + H2O

Электронный баланс:

Ge – 4e = Ge+4 |1|

O2 + 4e = 2O-2 |1|

Ge + 2KOH + O2 = 2K2GeO3 + H2O

Ge – восстановитель, окисляется;

O2 – окислитель, восстанавливается.

HCl + CrO3 = Cl2 + CrCl3 + H2O

Электронный баланс:

2Cl-1 – 2e = Cl2 |3|

Cr+6 + 3e = Cr+3 |2|

12HCl + 2CrO3 = 3Cl2 + 2CrCl3 + 6H2O

HCl – восстановитель, окисляется;

CrO3 – окислитель, восстанавливается.

16 По степени окисления и по возможности их изменения в прцессе окислительно-восстановительных реакций определите, какие вещества, формулы которых приведены, могут проявлять : а)только окислительные свойства; б) только восстановительные свойства ; в) как окислительные ,так и восстановительные свойства .

На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, протекающей по указанной схеме.

Формулы веществ : N2O ; N2 ; NH3 ;; KNO3 ; NaNO2

Схема реакций : NaNO2+Nal+H2SO4N2+l2+H2O+Na2SO4

**Решение.**

N+12O – окислительно-восстановительная двойственность;

N02 – окислительно-восстановительная двойственность;

N-3H3 – восстановитель;

KN+5O3 – окислитель;

NaN+3O2 – окислительно-восстановительная двойственность.

NaNO2 + Nal + H2SO4 N2 + l2 + H2O + Na2SO4

Электронный баланс:

2N+3 + 6e = N2 |1|

2I-1 – 2e = I2 |3|

2NaNO2 + 6Nal + 4H2SO4 N2 + 3l2 + 4H2O + 4Na2SO4

17 Напишите уравнения анодного и катодного процессов, суммарные ионно-молекулярное и молекулярное уравнения этих процессов , протекающих в гальванических элементов . Вычислите величину электродвижущей силы (ЭДС) гальванического элемента при указанных молярных концентрациях растворов соответствующих солей.

Схема гальванического элемента:

Bi l Bi(NO3)3 ||Cu(NO3)2 |Cu

(0,001М) (1М)

**Решение.** Находим в справочнике стандартные электродные потенциалы данных электродов:

Медь – катод, висмут – анод. Электродные процессы:

К(-): Cu2+ + 2e = Cu

А(+): Bi – 3e = Bi3+

Вычислим потенциалы электродов при заданных концентрациях с помощью уравнения Нернста:

Вычислим ЭДС гальванического элемента:

18 Электролиз водного раствора вещества X проводили с анодом из материала Y при силе тока l . Составьте уравнения электродных процессов. Определите , сколько потребуется времени для окисления на аноде массы mA соответствующего вещества. Составте уравнения электродных процессов с угольным анодом.

X – MgCl2 ; Y – Mg ; mA,г -15,0 ; l ,А – 15,0

**Решение.**

Так как стандартный электродный потенциал магния (-2.36 В) меньше стандартного электродного потенциала водорода в нейтральной среде (-0.41 В), то на катоде выделяется водород. На аноде происходит окисление магния (растворение анода). Электродные процессы:

K(-): 2H2O + 2e = H2 + 2OH-

А(+): Mg – 2e = Mg2+

По закону Фарадея масса m магния, окисляющегося на аноде, равна:

Тогда запишем:

И вычислим время электролиза:

Электродные процессы с угольным анодом:

K(-): 2H2O + 2e = H2 + 2OH-

А(+): 2Cl- – 2e = Cl2

19 Какие коррозионные процессы могут протекать при контакте двух металлов? Составьте уравнения анодного и катодного процессов и результируещее (суммарное) управление процесса коррозии в заданных условиях. Если коррозия невозможна, то объясните почему.

Металлы : Cu , Ag

Среда : а) аэрируемый раствор H2SO4  ; б) закрытый сосуд с раствором HCl

**Решение.**

При контакте двух металлов образуется гальваническая пара, в которой анодом является металл с меньшим потенциалов, а катодом – металл с б**о**льшим потенциалом. При этом металл-анод корродирует, а на металле-катоде происходит выделение водорода (водородная деполяризация) или выделение кислорода (кислородная деполяризация). При контакте меди и серебра в образовавшейся гальванической паре медь ( будет анодом, а серебро () – катодом.

а) Электродные процессы в аэрируемом растворе H2SO4:

K(-): O2 + 4H+ + 4e = 2H2O

А(+): Cu- – 2e = Cu2+

Суммарное уравнение: 2Cu + O2 + 4H+ = 2CuSO4 + 2H2O или в молекулярной форме:

2Cu + O2 + 2H2SO4 = 2CuSO4 + 2H2O.

б) В закрытом сосуде с HCl, то есть без доступа воздуха, коррозия не наблюдается. Это объясняется тем, что потенциал, отвечающий процессу 2H+ + 2e = H2, равен , то есть меньше нуля. Поэтому ионы водорода могут окислить только те металлы, потенциал которых меньше нуля. Потенциалы серебра и меди больше нуля, поэтому при данных условиях эти металлы не подвергаются коррозии.

20 Какое количество металлического лития вступило в реакцию с водой ,если при этом выделился водород объёмом 1 л ?

**Решение.** Запишем уравнение реакции:

2Li + 2H2O = 2LiOH + H2

n(Li) = 2\*n(H2) = 2\*V/VM = 2\*1 л. / 22.4 л/моль = 0.089 моль

m = n\*M = 0.089 моль \* 7 г/моль = 0.623 г.