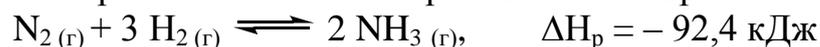


Контрольная работа № 2

Вариант ХХХ

1. В каком направлении сместится равновесие в обратимой реакции:



- а) при понижении температуры;
- б) при повышении давления.

2. Рассчитайте молярную, молярную концентрацию эквивалента вещества и титр раствора MgSO_4 , если массовая доля соли равна 25%, а плотность раствора составляет 1,18 г/мл.

3. Водный раствор дисахарида с массовой долей вещества 20,8% замерзает при температуре $-1,36^\circ\text{C}$. Вычислите молярную массу дисахарида.

4. Какие из перечисленных ниже солей подвергаются гидролизу:

- а) Na_2SO_3 ;
- б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$;
- в) KBr ?

Составьте молекулярные и молекулярно-ионные уравнения гидролиза. Укажите реакцию среды (рН) в растворах солей.

5. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из цинкового электрода, погруженного в раствор соли $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, и медного электрода, погруженного в раствор соли $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$:

- а) укажите в каком направлении будут перемещаться электроны;
- б) запишите уравнения анодного и катодного процессов, молекулярное уравнение токообразующей реакции;
- в) вычислите при с.у. ЭДС медь-цинкового гальванического элемента, в котором активность ионов меди и цинка соответственно равны 0,0005М и 0,5М.

6. Запишите процессы, протекающие при коррозии луженого железа (полуда – это слой олова) в кислой среде. Определите тип покрытия (катодное или анодное).

Пример решения

1. В каком направлении сместится равновесие в обратимой реакции:



- а) при понижении температуры;
- б) при повышении давления.

Ответ:

а) Согласно правилу Ле Шателье: **при понижении температуры равновесие смещается в сторону реакции, идущей с выделением тепла (в сторону экзотермической реакции)**. В задании указано, что прямая реакция характеризуется $\Delta H_p = -92,4 \text{ кДж}$, т.е. является экзотермической реакцией, а обратная реакция – эндотермической. Поэтому, при понижении температуры равновесие сместится в сторону прямой реакции (вправо).

б) Согласно правилу Ле Шателье: **при повышении давления равновесие смещается в сторону образования меньшего количества молей газообразных веществ**. В задании прямая реакция дает образование 2 молей газа аммиака; обратная реакция приводит к получению 4 молей газов (водород и азот). Поэтому, при повышении давления равновесие сместится в сторону прямой реакции (вправо).

2. Рассчитайте молярную, молярную концентрацию эквивалента вещества и титр раствора MgSO_4 , если массовая доля соли равна 25%, а плотность раствора составляет $1,18 \text{ г/см}^3$.

Дано:

$$\omega (\text{MgSO}_4) = 25\%$$

$$\rho (\text{раствора}) = 1,18 \text{ г/см}^3$$

$$C_M - ?$$

$$C_H - ?$$

$$T - ?$$

Решение:

1. Вычислим молярную концентрацию раствора:

$$C_M (\text{раствора } \text{MgSO}_4) = \frac{10 \cdot \omega (\%) \cdot \rho}{M(\text{MgSO}_4)},$$

где $M (\text{MgSO}_4) = 120 \text{ г/моль}$

$$C_M (\text{раствора } \text{MgSO}_4) = \frac{10 \cdot 25\% \cdot 1,18}{120} = 2,46M$$

2. Вычислим молярную концентрацию эквивалента:

$$C_H (\text{раствора } \text{MgSO}_4) = \frac{C_M \cdot M}{m_{\text{э}}},$$

$$\text{где } m_{\text{э}} (\text{MgSO}_4) = \frac{M(\text{MgSO}_4)}{B(\text{Mg}) \cdot n(\text{Mg})}$$

$$m_{\text{э}} (\text{MgSO}_4) = \frac{120}{2} = 60 \text{ г/моль}$$

$$C_H (\text{раствора } \text{MgSO}_4) = \frac{2,46 \cdot 120}{60} = 4,92H$$

3. Вычислим титр раствора соли по формуле:

$$T (\text{раствора } \text{MgSO}_4) = \frac{C_H \cdot m_{\text{э}}}{1000}$$

$$T = \frac{4,92 \cdot 60}{1000} = 0,2952 \text{ г/см}^3$$

Титр раствора можно рассчитать, используя массовую долю раствора.

Пусть $m (\text{раствора}) = 100 \text{ г}$, тогда $m (\text{вещества}) = 100 \cdot 0,25 = 25 \text{ г}$

$m (\text{H}_2\text{O}) = 100 - 25 = 75 \text{ г}$

Объем раствора рассчитывает по формуле:

$$V (\text{раствора}) = \frac{m}{\rho}$$

$$V (\text{раствора}) = \frac{100}{1,18} = 84,75 \text{ см}^3$$

$$T = \frac{25}{84,75} = 0,2950 \text{ см}^3$$

Ответ: $C_M (\text{MgSO}_4) = 2,46M$; $C_H (\text{MgSO}_4) = 4,92H$.;
 $T (\text{MgSO}_4) = 0,2952 \text{ г/см}^3$.

3. Водный раствор дисахарида с массовой долей вещества 20,8% замерзает при температуре $-1,43^{\circ}\text{C}$. Вычислите молярную массу дисахарида.

Дано:

$$\omega(\text{вещества}) = 20,8\%$$

$$t_{\text{зам.р-ра}} = -1,36^{\circ}\text{C}$$

$$M(\text{вещества}) = ?$$

Решение:

Согласно второму закону Рауля:

$$\Delta t_{\text{зам.}} = K \cdot C'_m,$$

где $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86^{\circ}\cdot\text{кг/моль}$ (из справочника);

$$C'_m = \frac{m(\text{вещества}) \cdot 1000}{M(\text{вещества}) \cdot m(\text{растворителя})};$$

$$\Delta t_{\text{зам.}} = t_{\text{зам.}}(\text{H}_2\text{O}) - t_{\text{зам.р-ра}}$$

$$\Delta t_{\text{зам.}} = 0^{\circ}\text{C} - (-1,36^{\circ}\text{C}) = 1,36^{\circ}$$

Отсюда:

$$\Delta t_{\text{зам.}} = K \cdot \frac{m(\text{вещества}) \cdot 1000}{M(\text{вещества}) \cdot m(\text{растворителя})}$$

Необходимо рассчитать $m(\text{вещества})$ и $m(\text{H}_2\text{O})$.

Пусть $m(\text{раствора}) = 100$ г, тогда $m(\text{вещества}) = 100 \cdot 0,208 = 20,8$ г.

$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 20,8 = 79,2$ г.

Поставим найденные значения в формулу и вычислим ответ задачи:

$$1,43 = 1,86 \cdot \frac{20,8 \cdot 1000}{M(\text{вещества}) \cdot 79,2}$$

$$M(\text{вещества}) = \frac{1,86 \cdot 20,8 \cdot 1000}{1,43 \cdot 79,2}$$

$$M(\text{вещества}) = 341,6 \text{ г/моль.}$$

Ответ: $M(\text{вещества}) = 341,6$ г/моль.

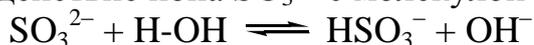
4. Какие из перечисленных ниже солей подвергаются гидролизу:

- а) Na_2SO_3 ;
- б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$;
- в) KBr ?

Составьте молекулярные и молекулярно-ионные уравнения гидролиза. Укажите реакцию среды (рН) в растворах солей.

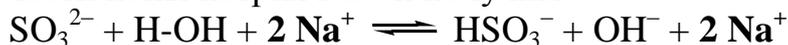
Ответ:

а) Na_2SO_3 – это соль, растворимая в воде и содержащая анион слабой двухосновной кислоты H_2SO_3 . Заряд сульфит-иона равен -2, поэтому гидролиз соли включает 2 ступени. Первая ступень гидролиза – это обратимое взаимодействие иона SO_3^{2-} с молекулой воды:

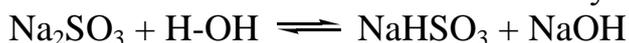


Реакция среды в растворе становится щелочной ($\text{pH} > 7$), т. к. в нем накапливаются ионы OH^- .

Чтобы составить полное ионное уравнение, добавим в его правую и левую части ионы натрия Na^+ и получим:



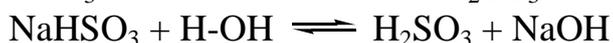
После этого можно составить молекулярное уравнение гидролиза:



На второй ступени процесса гидролизу подвергается кислая соль NaHSO_3 . Теперь с молекулой воды взаимодействует анион HSO_3^- :

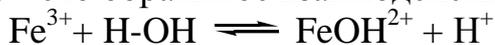


Дописав ионы натрия Na^+ в левую и правую части уравнения, составляем полное ионное, а затем и молекулярное уравнение второй ступени гидролиза:



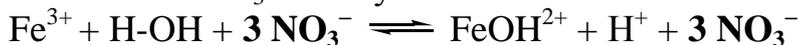
Вывод: реакция среды в растворах солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой, является щелочной $\text{pH} > 7$.

б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ – это соль, растворимая в воде и содержащая катион слабого трехкислотного основания $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Заряд катиона железа равен +3, поэтому гидролиз соли $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ протекает по трем ступеням. Первая ступень гидролиза – это обратимое взаимодействие катиона Fe^{3+} с молекулой воды:

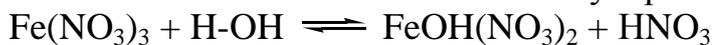


Реакция среды в растворе становится кислой ($\text{pH} < 7$), т. к. в нем накапливаются ионы H^+ .

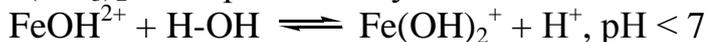
Чтобы составить полное ионное уравнение, добавим в его правую и левую части ионы NO_3^- и получим:



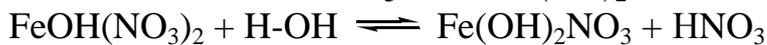
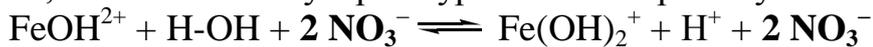
После этого можно составить молекулярное уравнение гидролиза:



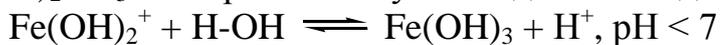
На второй ступени процесса гидролизу подвергается основная соль $\text{FeOH}(\text{NO}_3)_2$. Теперь с молекулой воды взаимодействует катион FeOH^{2+} :



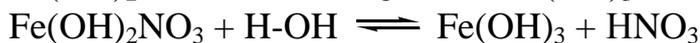
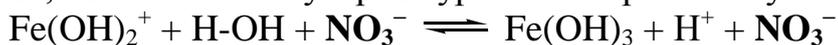
Дописав ионы NO_3^- в левую и правую части уравнения, составляем полное ионное, а затем и молекулярное уравнение второй степени гидролиза:



На третьей степени процесса гидролизу подвергается основная соль $\text{Fe(OH)}_2\text{NO}_3$. Теперь с молекулой воды взаимодействует катион Fe(OH)_2^+ :



Дописав ионы NO_3^- в левую и правую части уравнения, составляем полное ионное, а затем и молекулярное уравнение третьей степени гидролиза:



Вывод: реакция среды в растворах солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой, является кислой $\text{pH} < 7$.

в) KBr – это соль образована катионом сильного основания и анионом сильной кислоты. Гидролизу не подвергается.

Вывод: реакция среды в растворах солей, образованных сильным основанием и сильной кислотой, является нейтральной $\text{pH} = 7$.

5. Составьте схему гальванического элемента состоящего из цинкового электрода, погруженного в раствор соли $Zn(NO_3)_2$, и медного электрода, погруженного в раствор соли $Cu(NO_3)_2$:

а) укажите в каком направлении будут перемещаться электроны;

б) запишите уравнения анодного и катодного процессов, молекулярное уравнение токообразующей реакции;

в) вычислите при с.у. ЭДС медь-цинкового гальванического элемента, в котором активность ионов меди и цинка соответственно равны 0,0005М и 0,5М.

Ответ:

Из справочника находим:

$$\varphi_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,762 \text{ В}$$

$$\varphi_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0,337 \text{ В}.$$

Стандартный потенциал цинка меньше, поэтому цинковый электрод это анод; медный электрод это катод.

Схема ГЭ:



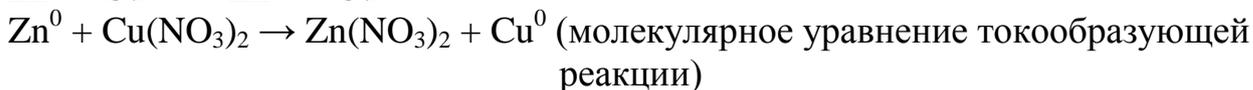
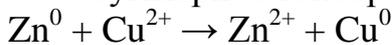
а) Направление движения электронов во внутренней цепи – от цинкового электрода к медному электроду, так как потенциал цинкового электрода меньше.

б) Запишем уравнения катодного и анодного процессов:

A (-): $Zn^0 - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$ процесс окисления протекает на аноде

K (+): $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ процесс восстановления протекает на катоде.

Суммарное токообразующее уравнение:



в) Расчет величины ЭДС:

$$E = \varphi \text{ (катада)} - \varphi \text{ (анода)} = \varphi_{Cu^{2+}/Cu} - \varphi_{Zn^{2+}/Zn}$$

Окислительно-восстановительный потенциал рассчитывается по уравнению Нернста для цинкового и медного электродов:

$$\varphi_{Cu^{2+}/Cu} = \varphi_{Cu^{2+}/Cu}^0 + \frac{0,0592}{2} \lg 0,0005 = 0,337 - 0,098 = 0,239 \text{ В}$$

$$\varphi_{Zn^{2+}/Zn} = \varphi_{Zn^{2+}/Zn}^0 + \frac{0,0592}{2} \lg 0,5 = (-0,762) - 0,009 = (-0,771) \text{ В}$$

$$E = 0,239 - (-0,771) = 1,01 \text{ В}$$

6. Запишите процессы, протекающие при коррозии луженого железа (полуда – это слой олова) в кислой среде. Определите тип покрытия (катодное или анодное).

Ответ:

Из справочника находим:

$$\varphi_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,440 \text{ В}$$

$$\varphi_{Sn^{2+}/Sn}^0 = -0,136 \text{ В}$$

Восстановитель – железо, окислитель – ионы водорода, т.к. стандартный потенциал железа меньше, чем у олова. Покрытие катодное.

Схема ГЭ:

А (-) Fe / H⁺ / Sn (+) К

Схема коррозионного процесса во влажном воздухе, среда кислая (рН <7):

А (-): Fe – 2 e⁻ → Fe²⁺ процесс окисления

К (+): 2 H⁺ + 2 e⁻ + → H₂ процесс восстановления



При нарушении целостности покрытия будет разрушаться Fe.