

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный технический университет»
Химико-технологический факультет
Кафедра общей и неорганической химии

Семестровая работа по дисциплине
«Общая и неорганическая химия»

Вариант №15

Выполнил
студент группы Ф-369
Чечеткин И. А.

Проверила
старший преподаватель
Гаджиева Н. Х.

Волгоград, 2014

1. Образец смеси оксида кальция и карбоната кальция массой 0,8 кг обрабатывали избытком раствора соляной кислоты, при этом выделился газ объемом 112 л (н.у.). Определите массовую долю оксида кальция в смеси.

Решение:

По закону эквивалентов:

$$\frac{m(\text{CaO})}{V(\text{H}_2)} = \frac{M_{\text{э}}(\text{CaO})}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)}.$$

Эквивалент CaO: $\text{Э} = 1/2$, эквивалентная масса:

$$M_{\text{э}} = \text{Э} \cdot M = \frac{16 + 40}{2} \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

$$\text{Масса CaO: } m(\text{CaO}) = \frac{M_{\text{э}}(\text{CaO})}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)} \cdot V(\text{H}_2) = \frac{28 \text{ г/моль}}{11,2 \text{ л/моль}} \cdot 112 \text{ л} = 280 \text{ г}.$$

$$\text{Массовая доля: } \omega = \frac{m(\text{CaO})}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{280 \text{ г}}{800 \text{ г}} \cdot 100\% = 35\%.$$

Ответ: 35%.

2. Некоторое количество металла, эквивалентная масса которого 27,9 г/моль, вытесняет из кислоты 600 мл водорода, измеренного при н.у. Определите массу металла.

Решение:

По закону эквивалентов:

$$\frac{m(\text{Me})}{V(\text{H}_2)} = \frac{M_{\text{э}}(\text{Me})}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)}, \quad \frac{m(\text{Me})}{0,6 \text{ л}} = \frac{27,9 \text{ г/моль}}{11,2 \text{ л/моль}}.$$

Отсюда:

$$m(\text{Me}) = \frac{27,9 \cdot 0,6}{11,2} \text{ г} = 1,5 \text{ г}.$$

Ответ: 1,5 г.

3. Определите эквивалент и эквивалентную массу в соединениях: K_3PO_4 , KH_2PO_4 .

Решение:

Эквивалент соли: $\mathfrak{E} = 1 / (\text{число атомов металла} \cdot \text{валентность металла})$.

Эквивалентная масса: $M_{\mathfrak{e}} = \mathfrak{E} \cdot M$.

Таким образом, *ответ:*

$$\mathfrak{E}(K_3PO_4) = \frac{1}{3 \cdot 1} = \frac{1}{3}, \quad \mathfrak{E}(KH_2PO_4) = 1;$$

$$M_{\mathfrak{e}}(K_3PO_4) = \frac{1}{3} (39 \cdot 3 + 31 + 16 \cdot 4) = \frac{1}{3} \cdot 212 = 70,67 \text{ г/моль};$$

$$M_{\mathfrak{e}}(KH_2PO_4) = 1 \cdot (39 + 1 \cdot 2 + 31 + 16 \cdot 4) = 126 \text{ г/моль}.$$

4. При обработке 40 г смеси порошков алюминия и меди раствором едкого натра получено 7,6 л водорода при нормальных условиях. Вычислите массовую долю меди в смеси.

Решение:

По закону эквивалентов:

$$\frac{m(\text{Cu})}{V(\text{H}_2)} = \frac{M_{\text{э}}(\text{Cu})}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)}, \quad m(\text{Cu}) = \frac{M_{\text{э}}(\text{Cu})}{V_{\text{э}}(\text{H}_2)} \cdot V(\text{H}_2) = \frac{31,8 \cdot 7,6}{11,2} \text{ г} = 21,6 \text{ г}.$$

$$\text{Массовая доля: } \omega = \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{смеси}}} \cdot 100\% = \frac{21,6}{40} \cdot 100\% = 54\%.$$

Ответ: 54%.

5. Какой объем 20% (по массе) серной кислоты ($\rho = 1,14$ г/мл), при взаимодействии с цинком, потребуется для получения 200 мл водорода (н.у.)?

Решение:

По закону эквивалентов:

$$\frac{m(\text{Zn})}{V(\text{H}_2)} = \frac{M_3(\text{Zn})}{V_3(\text{H}_2)}, \quad m(\text{Zn}) = \frac{M_3(\text{Zn})}{V_3(\text{H}_2)} \cdot V(\text{H}_2) = \frac{32,7 \cdot 0,2}{11,2} \text{ г} = 0,584 \text{ г}.$$

Массовая доля: $\omega = \frac{m(\text{Zn})}{V \cdot \rho} = 0,2$, отсюда искомый объем серной кислоты:

$$V = \frac{m(\text{Zn})}{\rho \cdot \omega} = \frac{0,584}{1,14 \cdot 0,2} = 2,56 \text{ мл}.$$

Ответ: 2,56 мл.

6. Определите нормальную, молярную концентрации, титр, мольные доли растворенного вещества и растворителя 18% (по массе) раствора серной кислоты ($\rho = 1,08$ г/мл).

Решение:

Массовая доля: $\omega = \frac{m_{\text{р.в.}}}{V \cdot \rho} = 0,18$.

Титр: $T = \frac{m_{\text{р.в.}}}{V} = \omega \cdot \rho = 0,18 \cdot 1,08 \text{ г/мл} = 0,194 \text{ г/мл}$.

Молярная концентрация: $C_M = \frac{m_{\text{р.в.}}}{M \cdot V} = \frac{T}{M} = \frac{0,194 \text{ г/мл}}{98 \text{ г/моль}} = 1,98 \text{ г/л}$.

Нормальность: $C_H = C_M / \vartheta = 1,98 \text{ г/л} \cdot 2 = 3,96 \text{ г/л}$.

В 100 г раствора содержится 18 г серной кислоты и 82 г воды. Количество веществ:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m}{M} = \frac{18 \text{ г}}{98 \text{ г/моль}} = 0,184 \text{ моля}; \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{82 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 4,56 \text{ моля}.$$

Тогда мольные доли:

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{n_{\text{H}_2\text{SO}_4} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,184}{0,184 + 4,56} = 0,04;$$

$$N_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{SO}_4} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{4,56}{0,184 + 4,56} = 0,96.$$

Ответ: $C_H = 3,96 \text{ г/л}$, $C_M = 1,98 \text{ г/л}$, $T = 0,194 \text{ г/мл}$, $N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,04$, $N_{\text{H}_2\text{O}} = 0,96$.

7. Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего при 0°C в 0,25 л раствора 2,8 г глицерина $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$.

Решение:

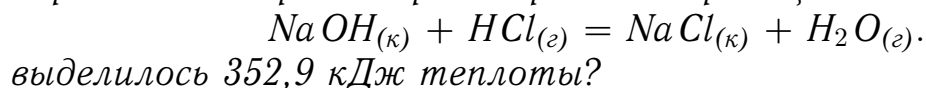
Осмотическое давление: $P = CRT$, где $C = \frac{m_{\text{р.в.}}}{M \cdot V}$ – молярная концентрация, $M = 12 \cdot 3 + 8 + 16 \cdot 3 = 92$ г/моль – молярная масса.

Молярная концентрация: $C = \frac{2,8 \text{ г}}{92 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ л}} = 0,122 \text{ моль/л}$.

Тогда $P = 0,122 \text{ моль/л} \cdot 8314 \frac{\text{Па} \cdot \text{л}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ К} = 276,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

Ответ: $276,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$.

8. Какая масса гидроксида натрия была взята, если при нейтрализации гидроксида натрия хлороводородом по реакции:



Решение:

Стандартная энтальпия образования NaOH: $\Delta H_{\text{NaOH}} = -495,93$ кДж/моль.

Стандартная энтальпия образования HCl: $\Delta H_{\text{HCl}} = -92,31$ кДж/моль.

Стандартная энтальпия образования NaCl: $\Delta H_{\text{NaCl}} = -411,41$ кДж/моль.

Стандартная энтальпия образования H₂O: $\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} = -241,82$ кДж/моль.

В результате взаимодействия 1 моля NaOH и 1 моля HCl образуется по 1 молю NaCl и H₂O. Помимо этого выделится 64,99 кДж теплоты.

В нашем случае взаимодействует по $352,9/64,99 = 5,43$ моля каждого вещества.

Тогда исходная масса гидроксида натрия – это произведение молярной массы на количество вещества:

$$m = M \cdot \nu = (23 + 1 + 16) \cdot 5,43 \text{ г} = 217,2 \text{ г}.$$

Ответ: 217,2 г.

9. Реакция $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = \text{COCl}_{2(г)}$ протекает в объеме 20 л. Состав равновесной смеси: 0,28 г CO, 0,355 г Cl_2 , 0,495 г COCl_2 . Вычислите константу равновесия реакции.

Решение:

Константа равновесия: $K = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$.

Концентрации веществ: $[\text{CO}] = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0,28}{(12 + 16) \cdot 20} = 5 \cdot 10^{-4}$;

$[\text{Cl}_2] = \frac{0,355}{2 \cdot 35,5 \cdot 20} = 2,5 \cdot 10^{-4}$; $[\text{COCl}_2] = \frac{0,495}{(2 \cdot 35,5 + 12 + 16) \cdot 20} = 2,5 \cdot 10^{-4}$.

Тогда $K = \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^3$.

Ответ: 2000.

10. Определите возможность самопроизвольного протекания следующих реакций: а) $C_{(к)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$; б) $Na_{(к)} + 1/2 Cl_{2(г)} = NaCl_{(к)}$.

Решение:

При постоянных температуре и давлении химические реакции могут самопроизвольно происходить только в таком направлении, при котором энергия Гиббса системы уменьшается ($\Delta G < 0$).

а) $\Delta G(C) = 0$, $\Delta G(O_2) = 0$, $\Delta G(CO_2) = -394,4 \text{ кДж/моль} < 0$.

Реакция может протекать.

б) $\Delta G(Na) = 0$, $\Delta G(Cl_2) = 0$, $\Delta G(NaCl) = -384,4 \text{ кДж/моль} < 0$.

Реакция может протекать.

Ответ: может, может.

11. Определите концентрацию $[OH^-]$, если концентрация $[H^+]$ равна:
а) 10^{-3} моль/л, б) $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Решение:

Из тождества $pH + pOH = 14$, получим $pOH = 14 - pH = 14 + \lg[H^+]$.

а) $pOH = 14 - 3 = 11$;

Тогда концентрация: $[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-11}$ моль/л.

б) $pOH = 14 - 3,70 = 10,3$.

Концентрация: $[OH^-] = 10^{-10,3} = 5,0 \cdot 10^{-11}$ моль/л.

Ответ: а) 10^{-11} моль/л; б) $5,0 \cdot 10^{-11}$ моль/л.

12. Электролиз раствора соли привел к увеличению pH в катодном пространстве. Какая из солей – $BaCl_2$, $CuSO_4$ или $ZnCl_2$ подверглась электролизу? Напишите электролиз выбранной соли.

Решение:

При электролизе соли с металлом, имеющим наименьший электродный потенциал, будет выделяться водород.

Потенциалы: $\varphi_0(Ba) = -2,90 \text{ В}$, $\varphi_0(Cu) = 0,337 \text{ В}$, $\varphi_0(Zn) = -0,763$.

Среди данных металлов барий имеет наименьший потенциал, следовательно, электролизу подверглась соль $BaCl_2$.

Ответ: $BaCl_2$.

13. При электролизе раствора CuSO_4 с медными электродами масса катода увеличилась на 0,005 кг. Какое количество электричества было пропущено через электролизер?

Решение:

Количество электричества, обуславливающее электрохимическое превращение одного эквивалента вещества равно константе Фарадея: $F = 96485$ Кл/моль.

Эквивалентная масса металла: 31,75 г/моль.

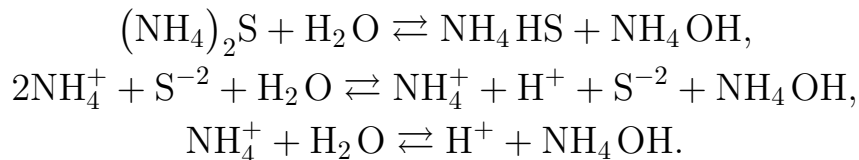
Тогда искомое количество электричества: $q = \frac{m}{M_{\text{э}}} F = \frac{5 \text{ г}}{31,75 \text{ г/моль}} \cdot 96485 \text{ Кл/моль} = 15,2 \cdot 10^3 \text{ Кл}.$

Ответ: $15,2 \cdot 10^3 \text{ Кл}.$

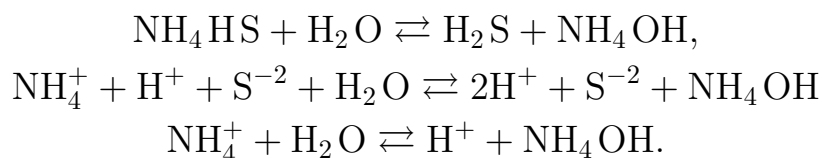
14. Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионно-молекулярном виде следующих солей: $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$.

Решение и ответ:

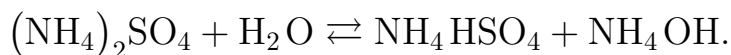
а) I ст:



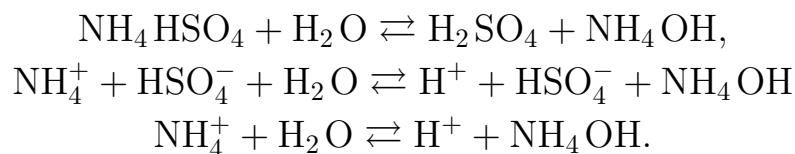
II ст:



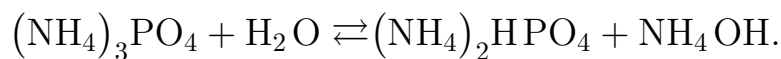
б) I ст:



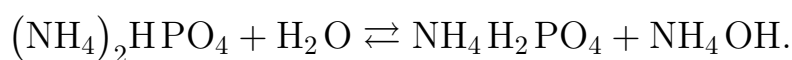
II ст:



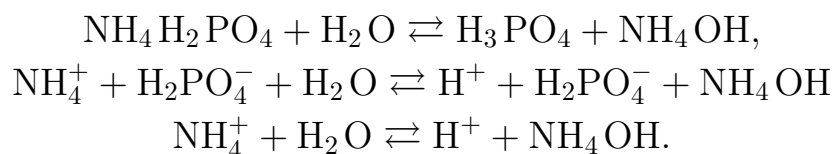
в) I ст:



II ст:



III ст:



15. Какие процессы будут протекать при работе гальванического элемента $\text{Ni} / \text{NiSO}_4 (0,02 \text{ M}) // \text{AuCl}_3 / \text{Au}$? Вычислите ЭДС гальванического элемента.

Решение:

Катодом в гальваническом элементе будет электрод, имеющий большее значение стандартного электродного потенциала:

$$E_{\text{Ni}} = -0,25 \text{ В}; \quad E_{\text{Au}} = 1,69 \text{ В}.$$

На аноде: $\text{Ni} = \text{Ni}^{+2} + 2e^-$ – процесс окисления;
на катоде: $\text{Au}^+ + e^- = \text{Au}$ – процесс восстановления.

$$\text{ЭДС: } \mathcal{E} = E_{\text{Au}} - E_{\text{Ni}} = 1,94 \text{ В}.$$

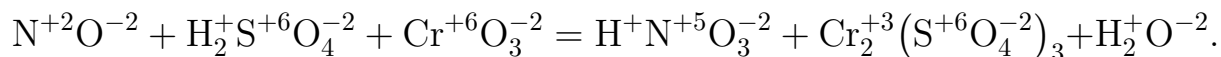
Ответ: 1,94 В.

16. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, укажите окислитель и восстановитель:



Решение:

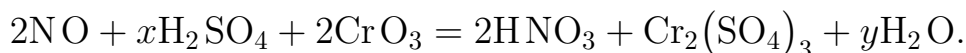
Расставим степени окисления:



Реакция восстановления: $\text{Cr}^{+6} + 3\text{e}^{-} = 2\text{Cr}^{+3}$, приравнявая количество атомов слева и справа, имеем: $2\text{Cr}^{+6} + 6\text{e}^{-} = 2\text{Cr}^{+3}$. Окислитель Cr^{+6} .

Реакция окисления: $\text{N}^{+2} - 3\text{e}^{-} = \text{N}^{+5}$, восстановитель N^{+2} .

Приравнявая количество отданных и поглощенных электронов ($2 \cdot 3 = 6$), получаем, что коэффициенты при NO , HNO_3 и CrO_3 равны 2. Обозначая коэффициент при H_2SO_4 за x , при H_2O за y , получаем уравнение реакции:

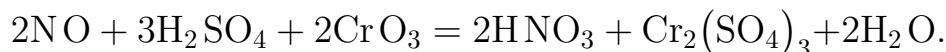


Приравниваем количество атомов, не изменяющих степень окисления:

$$x\text{S} = 3\text{S}, \quad \text{откуда } x = 3;$$

$$3 \cdot 2\text{H} = 2\text{H} + 2 \cdot y\text{H}, \quad \text{откуда } y = 2.$$

Таким образом,

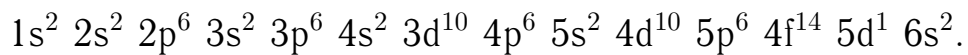


Ответ: $2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{CrO}_3 = 2\text{HNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, окислитель Cr^{+6} , восстановитель N^{+2} .

17. Напишите электронную формулу элемента лантана La. Укажите валентность в нормальном и возбужденном состоянии. Вычислите значение суммарного спина.

Решение:

Электронная формула La:



Валентность в основном состоянии: 1, в возбужденном: 3.

Значение суммарного спина: $S = 1 \cdot 1/2 = 1/2$.

Ответ: $S = 1/2$, $W_{\text{осн}} = 1$, $W_{\text{возб}} = 3$.

18. Раствор, содержащий 33,2 г $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ в 300 г воды, кипит при $100,466^\circ\text{C}$. Вычислите степень диссоциации соли в растворе.

Решение:

Диссоциация соли: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ba}^{+2} + 2\text{NO}_3^-$. Количество ионов $n = 3$.

Количество соли:

$$\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{33,2 \text{ г}}{261 \text{ г/моль}} = 0,1272 \text{ моля.}$$

Моляльность: $C_m = \frac{\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)}{m(\text{H}_2\text{O})} = 0,1272/0,3 \text{ моль/кг} = 0,424 \text{ моль/кг.}$

Изменение температуры кипения: $\Delta t = 100,466 - 100 = 0,466 \text{ К.}$

Изотонический коэффициент:

$$i = \frac{\Delta t}{E \cdot C_m} = \frac{0,466 \text{ К}}{0,52 \frac{\text{К} \cdot \text{кг}}{\text{моль}} \cdot 0,424 \text{ моль/кг}} = 2,11,$$

где E – эбуллиоскопическая постоянная растворителя – воды.

Степень диссоциации: $\alpha = \frac{i - 1}{n - 1} = \frac{2,11 - 1}{3 - 1} = 0,555 = 55,5\%.$

Ответ: 55,5%