

Решения заключительного этапа
университетской олимпиады школьников «Бельчонок»
Химия. 9 класс
Вариант 1

Задача 1.

Решение:

- а) Число валентных электронов – 5;
б) Число неспаренных электронов в невозбужденном состоянии – 3;
в) Высшая валентность – V;
г) Степень окисления в устойчивом соединении с кислородом - +5
д) Электронная конфигурация Р в основном состоянии - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$;
в устойчивом соединении с кислородом - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0$;
е) $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ или $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$,
 H_3PO_4 – ортофосфорная (фосфорная) кислота,
Н - О
Н - О - P = O
Н - О

Задача 2.

Решение:

1. $m(CuSO_4) = (w(CuSO_4)/100\%) \cdot m_{p-ра}$,
 $m_{p-ра} = V_{p-ра} \cdot \rho = 150 \text{ г}$,
 $m(CuSO_4) = 150 \text{ г} \cdot 0,06 = 9 \text{ г}$.
2. Т.к. в качестве исходного реактива был взят $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, то для приготовления 6% раствора требуется:
 $9 \text{ г } CuSO_4 - M(CuSO_4) = 160 \text{ г/моль}$
 $x \text{ г } CuSO_4 \cdot 5H_2O - M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250 \text{ г/моль}$
 $\Rightarrow x = 14 \text{ г } (CuSO_4 \cdot 5H_2O)$
3. $CuSO_4 + Zn$ (или любой другой активный металл) = $Cu + ZnSO_4$;
4. $n(CuSO_4) = m(CuSO_4)/M(CuSO_4) = 9/160 = 0,06 \text{ моль}$,
 $n(CuSO_4) = n(Cu) = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow m(Cu) = 3,84 \text{ г}$.
5. Общее название сульфатов некоторых переходных металлов, содержащих кристаллизационную воду – купоросы.

Задача 3.

Решение:

1	Реагируют только с водой	-
2	Реагируют и с водой и с раствором хлороводородной кислоты	Ca, Li, Na
3	Реагируют только с раствором хлороводородной кислоты	Fe, Zn
4	Реагируют только с раствором концентрированной азотной кислоты	Ag, Cu
5	Не реагируют с водой и растворами хлороводородной и концентрированной азотной кислот	Au

1. $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$;
2. $\text{Ca} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$;
3. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$;
4. $2\text{Na} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2$;
5. $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH} + \text{H}_2$;
6. $2\text{Li} + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2$;
7. $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$;
8. $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$;
9. $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
10. $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Задача 4

Решение:

1. $\text{N}_2(\text{A}) + \text{O}_2(\text{Б}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{В}), 3\text{O}_2(\text{Б}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{Г}),$
 $2\text{NO}(\text{В}) + \text{O}_2(\text{Б}) = 2\text{NO}_2(\text{Д}); 4\text{NO}_2(\text{Д}) + \text{O}_2(\text{Б}) + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3(\text{Е}); \text{O}_3(\text{Г}) + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2(\text{Ж}) + \text{O}_2(\text{Б}).$
2. $V_{\text{смеси}}(\text{O}_3 \text{ и } \text{N}_2) = 31,2 \text{ л},$
 $n_{\text{смеси}} = 31,2 \text{ л} / (22,4 \text{ л/моль}) = 1,39 \text{ моль},$
 $n(\text{N}) = 9,63 \cdot 10^{23} / (6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}) = 1,6 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{N}_2) = 0,8 \text{ моль},$
 $n(\text{O}_3) = n_{\text{смеси}} - n(\text{N}_2) = 1,39 \text{ моль} - 0,8 \text{ моль} = 0,59 \text{ моль},$
 $m(\text{O}_3) = n(\text{O}_3) \cdot M(\text{O}_3) = 0,59 \text{ моль} \cdot 48 \text{ г/моль} = 28,32 \text{ г}$

Задача 5.

Решение:

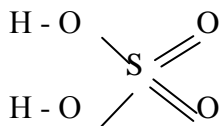
1. Зная растворимость азота воздуха в воде рассчитаем его объем, растворившийся при пропускании воздуха через воду при температуре 20 °С: $V = mRT/pM = (0,019 \cdot 8,314 \cdot 293) / (101325 \cdot 28) = 1,63 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = >$ в 1 л воды растворилось 16,3 мл азота.
2. Зная растворимость кислорода воздуха в воде рассчитаем его объем, растворившийся при пропускании воздуха через воду при температуре 20 °С: $V = mRT/pM = (0,042 \cdot 8,314 \cdot 293) / (101325 \cdot 32) = 3,16 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = >$ в 1 л воды растворилось 31,6 мл кислорода.
3. Так как объемная доля азота 78%, а воды по условию 1000 мл $V_{\text{начальный}}(\text{N}_2) = 780 \text{ мл}.$
4. Так как объемная доля кислорода 21%, а воды по условию 1000 мл $V_{\text{начальный}}(\text{O}_2) = 210 \text{ мл}.$
5. Объем азота после пропускания 1 л воздуха через 1л воды составил $780 \text{ мл} - 16,3 \text{ мл} = 763,7 \text{ мл}.$
6. Объем кислорода после пропускания 1 л воздуха через 1л воды составил $210 \text{ мл} - 31,6 \text{ мл} = 178,4 \text{ мл}.$
7. Объем воздуха после пропускания через воду составил: $1000 \text{ мл} - 16,3 \text{ мл} - 31,6 \text{ мл} = 952,1 \text{ мл}$
8. После пропускания: $\varphi(\text{N}_2) = (763,7/952,1) \cdot 100\% = 80,2\%, \varphi(\text{O}_2) = (178,4/952,1) \cdot 100\% = 18,7\%.$

Решения заключительного этапа
университетской олимпиады школьников «Бельчонок»
Химия. 9 класс
Вариант 2

Задача 1.

Решение:

1. Число валентных электронов – 6;
2. Число неспаренных электронов в невозбужденном состоянии – 2;
3. Высшая валентность – VI;
4. Степень окисления в устойчивом соединении с кислородом - +6;
5. Электронная конфигурация S в основном состоянии - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$;
в высшем оксиде - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^0 3p^0$;
6. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$,
 H_2SO_4 – серная кислота,



Задача 2.

Решение:

1. $m(\text{CoSO}_4) = (w(\text{CoSO}_4)/100\%) \cdot m_{\text{р-ра}}$,
 $m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho = 100 \text{ г}$,
 $m(\text{CoSO}_4) = 100 \text{ г} \cdot 0,1 = 10 \text{ г}$.
2. Т.к. в качестве исходного реактива был взят $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, то для приготовления 10% раствора требуется:
 $10 \text{ г CoSO}_4 - M(\text{CoSO}_4) = 155 \text{ г/моль}$
 $x \text{ г CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} - M(\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 263 \text{ г/моль}$
 $\Rightarrow x = 17 \text{ г (CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$,
3. $\text{CoSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Co(OH)}_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$;
4. $n(\text{CoSO}_4) = m(\text{CoSO}_4) / M(\text{CoSO}_4) = 10/155 = 0,065 \text{ моль}$,
 $n(\text{CoSO}_4) = n(\text{Co(OH)}_2) = 0,065 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Co(OH)}_2) = 6 \text{ г}$

Задача 3.

Решение:

1	Реагируют только с водой	-
2	Реагируют и с водой, и с раствором разбавленной серной кислоты	K, Ba, Na
3	Реагируют только с раствором разбавленной серной кислоты	Co, Zn
4	Реагируют только с раствором концентрированной серной кислоты	Ag, Cu
5	Не реагируют с водой и раствором разбавленной серной кислоты	Ag, Au, Cu

1. $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$;
2. $2\text{K} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$;
3. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$;

4. $2\text{Na} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$;
5. $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$;
6. $\text{Ba} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2$;
7. $\text{Co} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{CoSO}_4 + \text{H}_2$;
8. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$;
9. $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
10. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Задача 4.

1. $\text{N}_2(\text{A}) + \text{O}_2(\text{Б}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{В}), 3\text{O}_2(\text{Б}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{Г}),$
 $2\text{NO}(\text{В}) + \text{O}_2(\text{Б}) = 2\text{NO}_2(\text{Д}); \text{NO}_2(\text{Д}) + \text{SO}_2 = \text{SO}_3(\text{Е}) + \text{NO}(\text{В}); \text{O}_3(\text{Г}) + 2\text{NO}_2(\text{Д}) =$
 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{Ж}) + \text{O}_2(\text{Б}).$
2. Пусть $V(\text{воздуха}) = 1 \text{ м}^3$,
 $n(\text{воздуха}) = 1000 \text{ л} / (22,4 \text{ л/моль}) = 44,6 \text{ моль},$
 $n(\text{O}_3) = (0,03 \cdot 10^{-3} \text{ г}) / 48 \text{ г/моль} = 6,25 \cdot 10^{-7} \text{ моль},$
 $N(\text{O}_3) : N(\text{воздуха}) = n(\text{O}_3) : n(\text{воздуха}) = 1,4 \cdot 10^{-8}$
 $= > 14 \text{ молекул озона приходится на миллиард молекул воздуха.}$

Задача 5.

Решение:

1. Изменение объема воздуха произошло за счет частичного растворения азота и кислорода в воде $= >$ объем воздуха после пропускания через воду составил: $1000 \text{ мл} - 42,2 = 957,8 \text{ мл}.$
2. Объем азота после пропускания воздуха через воду: $V(\text{N}_2) = (\varphi(\text{N}_2)/100\%) \cdot V_{\text{общ.}} = 0,8 \cdot 957,8 = 766,24 \text{ мл},$
3. Объем кислорода после пропускания воздуха через воду: $V(\text{O}_2) = (\varphi(\text{O}_2)/100\%) \cdot V_{\text{общ.}} = 0,19 \cdot 957,8 = 182 \text{ мл},$
4. Так как объемная доля азота 78%, а воды по условию 1000 мл $V_{\text{начальный}}(\text{N}_2) = 780 \text{ мл}.$
5. Так как объемная доля кислорода 21%, а воды по условию 1000 мл $V_{\text{начальный}}(\text{O}_2) = 210 \text{ мл}.$
6. Объем растворившегося азота равен $780 \text{ мл} - 766,24 \text{ мл} = 13,76 \text{ мл},$
7. Объем растворившегося кислорода равен $210 \text{ мл} - 182 \text{ мл} = 28 \text{ мл},$
8. Зная объем растворившегося азота воздуха в воде при температуре 30°C рассчитаем его растворимость в мг: $m = pVM/RT = (101325 \cdot 13,76 \cdot 28) / (8,314 \cdot 303) = 15,5 \text{ мг}$ растворилось в 1 литре воды,
9. Зная объем растворившегося кислорода воздуха в воде при температуре 30°C рассчитаем его растворимость в мг: $m = pVM/RT = (101325 \cdot 28 \cdot 32) / (8,314 \cdot 303) = 36 \text{ мг}$ растворилось в 1 литре воды.