

**Комитет образования и науки Курской области**  
**Задания для муниципального этапа всероссийской олимпиады**  
**школьников по химии в 2016/2017 учебном году**  
**10 класс**

**Задание 10-1. (12 баллов)**

Плотность по водороду смеси водорода, метана и оксида углерода (II) равна 7,8. Для полного сгорания одного объема этой смеси требуется 1,4 объема кислорода. Определите в % объемный состав смеси.

**Решение**

1	<p>Пусть в смеси было <math>x</math> л водорода, и <math>y</math> литров оксида углерода (II), тогда объем газа метана <math>[1 - (x+y)]</math> л</p> <p>Массы газов при н.у. будут равны:</p> $m(x \text{ л } H_2) = 2x \cdot 22,4 \text{ (г)}$ $m(y \text{ л } CO) = 28y \cdot 22,4 \text{ (г)}$ $m(CH_4) = 16 [1 - (x+y)] \cdot 22,4 \text{ (г)}$	3
2	<p>Т.к <math>D(H_2) = 7,8</math>, масса 22,4 л смеси = <math>7,8 \cdot 22,4</math></p> <p>Масса 1 л смеси = <math>7,8 \cdot 22,4</math> (г)</p> <p>Следовательно</p> $2x \cdot 22,4 + 28y \cdot 22,4 + 16 [1 - (x+y)] \cdot 22,4 = 7,8 \cdot 22,4$ $7x - 6y = 0,2$	2
3	<p>При горении смеси газов протекают следующие реакции:</p> $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $2CO + O_2 = 2CO_2$ $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ <p>Исходя из уравнений с водородом прореагировало <math>0,5x</math> л кислорода, с угарным газом – <math>0,5y</math> л газа, а с метаном <math>2 \cdot [1 - (x+y)]</math> л кислорода, всего 1,4 л</p> $0,5x + 0,5y + 2 \cdot [1 - (x+y)] = 1,4$ $x + y = 0,4$	4
4	<p>Решаем систему уравнений</p> $x + y = 0,4$ $7x - 6y = 0,2$ $x = 0,2 \text{ л } H_2$ $y = 0,2 \text{ л } CO$ $1 - (x+y) = 0,6 \text{ л } CH_4$	2
5	$w(H_2) = 20\% \quad w(CO) = 20\% \quad w(CH_4) = 60\%$	1
	<p>Ответ: <math>w(H_2) = 20\% \quad w(CO) = 20\% \quad w(CH_4) = 60\%</math></p>	
	<p>Итого</p>	12

**Задание 10-2. (15 баллов)**

Аммиак объемом  $100\text{ м}^3$  (н.у.) пропустили через реактор, заполненный 500 кг раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей 50%. Определите состав в % по массе полученной смеси солей.

**Решение**

1	Рассчитаны количества веществ, вступивших в реакцию $n(\text{NH}_3) = 100\ 000 \ / \ 22,4 = 4460$ моль  $m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 500 \cdot 0,5 = 250$ кг $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 250\ 000 \ / \ 98 = 2550$ моль	3
2	Расчет по недостатку $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (1) $n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 2550$ моль	3
3	$n(\text{NH}_3)_{\text{ост}} = 4460 - 2550 = 1910$ моль $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (2)  $n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)_{\text{ост}} = 2550 - 1910 = 640$ моль $n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 1910$ моль	5
4	$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 640 \cdot 115 = 73\ 000$ г = 73 кг $m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 1910 \cdot 132 = 252\ 000$ г = 252 кг	2
5	$w(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 73 \ / \ 252 + 73 = 0,225 = 22,5\%$ $w((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 252 \ / \ 325 = 0,775 = 77,5\%$	2
	<i>Ответ:</i> $w(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 22,5\%$ $w((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 77,5\%$	
	Итого	15

**Задание 10-3. (15 баллов)**

Водный раствор едкого натра подвергали электролизу током 10А в течение 268 часов. После окончания электролиза осталось 100г 24% раствора NaOH. Рассчитайте первоначальную концентрацию раствора NaOH.

**Решение**

1	Составлено уравнение электролиза $\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{эл-з}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$ или $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{эл-з}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ на катоде: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$	3
2	Найдена масса NaOH после окончания электролиза $m(\text{NaOH}) = m(\text{р-ра}) \cdot w = 100 \cdot 0,24 = 24 \text{ г}$	1
3	По закону Фарадея найдена масса выделившегося на катоде $\text{H}_2$ $m = (M \setminus n F) \cdot I \cdot t$ , где M- молярная масса (г\моль) n-число электронов, участвующих в процессе F-постоянная Фарадея (96500 Кл\моль) I- сила тока(А) t- время (сек) $m(\text{H}_2) = (2 \setminus 2 \cdot 96\ 500) \cdot 10 \cdot (268 \cdot 3600) = 99,37 \text{ г}$	3
4	$n(\text{H}_2) = 99,37 \setminus 2 = 49,68 \text{ моль}$	1
5	$n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 49,68 \text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{O})_{\text{подвергшаяся электролизу}} = 49,68 \cdot 18 = 894,24 \text{ г}$	2
6	$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{из оставшегося раствора NaOH}} = 100 - 24 = 76 \text{ г}$	2
7	Исходная масса раствора = $894,24 + 76 + 24 = 994,24 \text{ г}$	2
8	$w(\text{NaOH}) = 24 \setminus 994,24 \cdot 100\% = 2,41\%$	1
	Ответ: 2,41%	
	Итого	15

**Задание 10-4. (12 баллов)**

При гидрировании ацетилена объемом 336 мл (н.у.) получили смесь этана и этилена, которая обесцвечивает 4% раствор брома в четыреххлористом углероде массой 20 г. Определите массовые доли (%) газов в полученной смеси

**Решение**

1	Записаны уравнения реакций $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$ (1) $C_2H_2 + 2 H_2 \rightarrow C_2H_6$ (2)  В реакцию с $Br_2$ вступает лишь этилен по реакции: $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4 Br_2$ (3)	3
2	$n(C_2H_2)_{исх} = 0,336 \text{ л} \cdot \frac{1}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,015 \text{ моль}$ $m(Br_2) = 20 \cdot 0,04 = 0,8 \text{ г}$ $n(Br_2) = 0,8 \cdot \frac{1}{160} = 0,005 \text{ моль}$	3
3	$n(C_2H_4) = n(Br_2) = 0,005 \text{ моль}$ $n(C_2H_2)_{на образ. этилена} = 0,005 \text{ моль}$	2
4	$n(C_2H_2)_{на образ.этана} = 0,015 - 0,005 = 0,01 \text{ моль}$	1
5	$m(C_2H_4) = 0,005 \cdot 28 = 0,14 \text{ г}$ $m(C_2H_6) = 0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ г}$	1
6	$w(C_2H_4) = 0,14 \cdot 100 \cdot \frac{1}{0,14 + 0,3} = 32\%$ $w(C_2H_6) = 0,3 \cdot 100 \cdot \frac{1}{0,44} = 68\%$	2
	Ответ: 32%, 68%	
	Итого	12

### Задание 10-5. (15 баллов)

Квасцы - искусственные кристаллы, двойные соли кристаллогидратов трех и одновалентных металлов. Применяются в текстильной, кожевенной промышленности.

Чтобы установить формулу хромокалиевых квасцов ( $x \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot y \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot z \text{H}_2\text{O}$ ) был приготовлен 1 л раствора, содержащего 99,8 г этого вещества. При обработке 200 мл раствора квасцов избытком раствора нитрата бария образовалось 18,64 г осадка. При обработке такого же объема хромокалиевых квасцов избытком раствора аммиака образовалось 4,12 г осадка. Установите формулу соединения.

#### Решение

1	Записаны уравнения протекающих химических реакций $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{KNO}_3$ (1) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3 \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 3 \text{BaSO}_4 \downarrow + 2 \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ (2) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NH}_4\text{OH} = 2 \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (3)	3
2	Рассчитано сколько гр квасцов содержится в 200 мл раствора: $m(\text{квасцов}) = 99,8 \cdot 200 \cdot 1000 = 19,98 \text{ г}$	1
3	$n(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 4,12 \cdot 103 = 0,04 \text{ моль}$	1
4	$n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,04 \cdot 2 = \mathbf{0,02 \text{ моль}}$ $m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,02 \cdot 392 = 7,84 \text{ г}$	2
5	$n(\text{BaSO}_4) = 18,64 \cdot 233 = 0,08 \text{ моль}$ ( по уравнению (1) и (2))	1
6	$n(\text{SO}_4^{2-})$ из $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 = 0,02 \cdot 3 = 0,06 \text{ моль}$ $n(\text{SO}_4^{2-})$ из $\text{K}_2\text{SO}_4 = 0,08 - 0,06 = 0,02 \text{ моль}$	2
7	$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = \mathbf{0,02 \text{ моль}}$ $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,02 \cdot 174 = 3,48 \text{ г}$	2
8	$m(\text{H}_2\text{O}) = 19,98 - 7,84 - 3,48 = 8,66 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 8,66 \cdot 18 = \mathbf{0,48 \text{ моль}}$	2
9	Произведя, расчеты имеем мольные соотношения $(\text{K}_2\text{SO}_4) : \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 : \text{H}_2\text{O}$ $0,02 : 0,02 : 0,48$ или $1 : 1 : 24$	1
	Ответ: формула $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$	
	Итого	15

**Задание 10-6. (10 баллов)**

Простое твердое светло-серое вещество А при взаимодействии с раствором кислоты или щелочи выделяет одно и то же количество газа Б, не имеющего цвета и запаха. Соответственно в растворах образуются вещества В и Г. При действии на вещество В эквивалентного раствора щелочи выпадает белый осадок, растворимый в избытке щелочи с образованием вещества Г. Определите А, Б и Г, если известно, что при растворении 10,8 г вещества А выделяется 13,44 л (н.у.) газа Б.

**Решение**

1	Схемы процессов: $A + HCl \rightarrow B\uparrow + B$ $A + NaOH \rightarrow B\uparrow + G$ $B + NaOH \rightarrow X\downarrow$ $X + NaOH_{изб.} \rightarrow G$	1
2	Согласно условию задачи металл обладает амфотерными свойствами. Рассмотрим алюминий:	1
3	$2Al + 6NaOH = 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$ $2Al + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2\uparrow$ $AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ $Al(OH)_3\downarrow + NaOH_{изб.} = Na[Al(OH)_4]$	4
4	$n(H_2) = V \setminus V_m = 13,44 \setminus 22,4 = 0,6$ моль	1
5	$n(Al) = 0,6 \cdot 2 \setminus 3 = 0,4$ моль $M(Al) = 10,8 \setminus 0,4 = 27$ г\моль, следовательно металл выбран верно.	2
	Ответ: А - Al Б - H <sub>2</sub> Г - Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]	1
	Итого	10

**Задание 10-7. (15 баллов)**

Реакция при температуре 50°C протекает за 2 минуты 15 секунд. За сколько времени закончится эта реакция при температуре 70° С и температурном коэффициенте =3.

**Задача №9.****Решение**

1	<p>Влияние температуры на скорость химической реакции согласуется с правилом Вант-Гоффа:</p> $V_2 \setminus V_1 = \gamma^{\Delta t \setminus 10},$ где $\gamma$ – температурный коэффициент $\Delta t$ -изменение температуры Рассчитаем, во сколько раз увеличится скорость реакции: $V_2 \setminus V_1 = 3^{(70-50) \setminus 10} = 3^2 = 9$ <p>т.е. скорость увеличится в 9 раз.</p>	5
2	<p>Скорость реакции обратно пропорциональна времени</p> $V_2 \setminus V_1 = t_1 \setminus t_2,$ <p>где <math>t_1</math> и <math>t_2</math> - время реакции при температуре <math>t_1^0</math> и <math>t_2^0</math></p> $t_2 = V_1 \cdot t_1 \setminus V_2$ $V_1 \setminus V_2 = 1 \setminus 9$ <p><math>t_1</math> - по условию =2мин 15 сек = 135 сек</p> $t_2 = 1 \setminus 9 \cdot 135 = 15 \text{ сек}$	10
	Ответ: 15 секунд	
	Итого	15