

8 К Л А С С

Задача 8.1 (20 баллов).

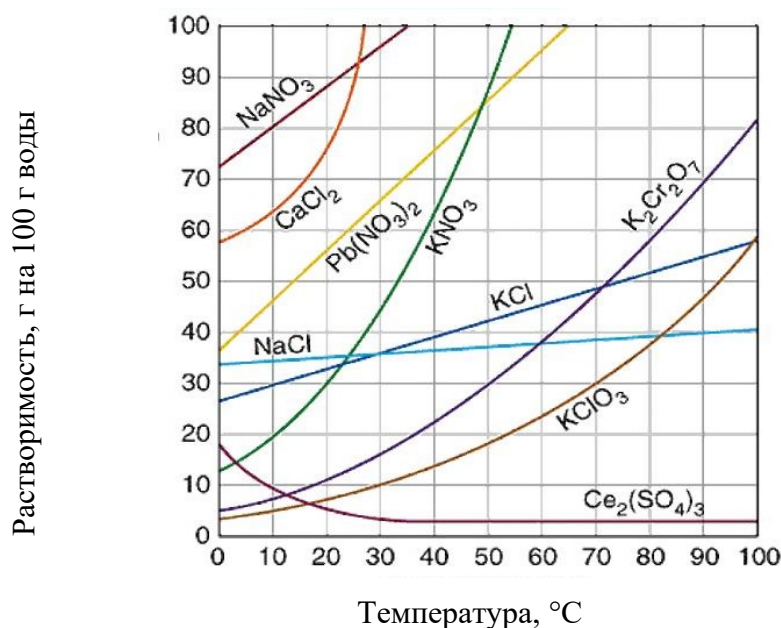
Как соотносится между собой число молекул: а) в 1 см³ воды и 1 см³ водорода (н.у.); б) в 1 г воды и 1 г водорода? Во сколько раз отличаются массы молекулы воды и водорода? Чему равна масса (г) молекулы воды и молекулы водорода? Ответы подтвердите расчётами. Во сколько раз 1 г больше 1 атомной единицы массы (а.е.м.)?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Рассчитаны количества веществ:	
а) $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$; $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1 \cdot 1}{18} = 5,56 \cdot 10^{-2}$ (моль)	2
$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m}$; $n(\text{H}_2) = \frac{0,001}{22,4} = 4,46 \cdot 10^{-5}$ (моль)	2
$N(\text{H}_2\text{O}) : N(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}_2) = 5,56 \cdot 10^{-2} : 4,46 \cdot 10^{-5} = 1250 : 1$	2
Число молекул воды больше, чем молекул водорода в 1250 раз.	
б) $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}$; $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{18} = 5,56 \cdot 10^{-2}$ (моль)	
$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}$; $n(\text{H}_2) = \frac{1}{2} = 0,5$ (моль)	2
$N_0(\text{H}_2\text{O}) : N_0(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{H}_2) = 5,56 \cdot 10^{-2} : 0,5 = 1 : 9$	2
Число молекул воды меньше, чем молекул водорода в 9 раз.	2
$m_0(\text{H}_2\text{O}) : m_0(\text{H}_2) = M_r(\text{H}_2\text{O}) : M_r(\text{H}_2) = 18 : 2 = 9$	2
$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot N(\text{H}_2\text{O})}{N_A}$; $m_0(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot 1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3 \cdot 10^{-23}$ (г)	2
$m(\text{H}_2) = \frac{M(\text{H}_2) \cdot N(\text{H}_2)}{N_A}$; $m_0(\text{H}_2) = \frac{2 \cdot 1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,33 \cdot 10^{-24}$ (г)	2
1 г больше 1 а.е.м. в $6,02 \cdot 10^{23}$ (что соответствует значению числа Авогадро)	2
Итого:	20

Задача 8.2 (30 баллов).

Используя графические зависимости растворимости солей от температуры и проводя соответствующие расчёты, заполните пустые ячейки таблицы. Укажите значения растворимости указанных в таблице солей при температурах 50°C и 20°C.



Таблица

Выпадение солей в осадок при охлаждении насыщенных растворов

	Соль	Насыщенный раствор при 50 °С			Насыщенный раствор при 20 °С	Масса осадка, выпавшего при охлаждении до 20 °С раствора, насыщенного при 50 °С, г
		$m(p-pa)$, г	$m(H_2O)$, г	$m(соли)$, г	$m'(соли)$, г	
1	KCl		500			
2	K ₂ Cr ₂ O ₇	65				
3	KNO ₃				45	
4			20			6

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определены по графику значения растворимости указанных в таблице солей при температурах 50 °С и 20 °С (по 0,5 баллов) Заполнены ячейки таблицы на основе проведённых расчётов (по 1 баллу за каждую из 16 ячеек) 1. Для KCl в соответствии с графиком $s_{50^\circ C} = 42 \text{ г} / 100 \text{ г H}_2\text{O}$, $s_{20^\circ C} = 32 \text{ г} / 100 \text{ г H}_2\text{O}$ (в этом и последующем случае допустимо использование близких значений растворимости по отношению к указанным) $\frac{m(H_2O)}{100} = \frac{m(соли)}{st_1}; m(соли) = \frac{500 \cdot 42}{100} = 210 \text{ (г)}$ $\frac{m(H_2O)}{100} = \frac{m'(соли)}{st_2}; m'(соли) = \frac{500 \cdot 32}{100} = 160 \text{ (г)}$ $m(осадка) = m(соли) - m'(соли) = 210 - 160 = 50 \text{ (г)}$ $m(p-pa) = 500 + 210 = 710 \text{ (г)}$ 2. Для K₂Cr₂O₇ в соответствии с графиком $s_{50^\circ C} = 30 \text{ г} / 100 \text{ г H}_2\text{O}$, $s_{20^\circ C} = 11 \text{ г} / 100 \text{ г H}_2\text{O}$ $\frac{m(p-pa)}{100 + st_1} = \frac{m(соли)}{st_1}; m(соли) = \frac{65 \cdot 30}{130} = 15 \text{ (г)}$ $m(H_2O) = 65 - 15 = 50 \text{ (г)}$ $\frac{m(H_2O)}{100} = \frac{m'(соли)}{st_2}; m'(соли) = \frac{50 \cdot 11}{100} = 5,5 \text{ (г)}$	4 26

$m(\text{осадка}) = 15 - 5,5 = 9,5 \text{ (г)}$ 3. Для KNO_3 в соответствии с графиком $s_{50^\circ\text{C}} = 88 \text{ г / 100 г H}_2\text{O}$, $s_{20^\circ\text{C}} = 30 \text{ г / 100 г H}_2\text{O}$ $\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{100} = \frac{m'(\text{соли})}{s_{t_2}}; m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{45 \cdot 100}{30} = 150 \text{ (г)}$ $\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{100} = \frac{m(\text{соли})}{s_{t_1}}; m(\text{соли}) = \frac{150 \cdot 88}{100} = 132 \text{ (г)}$ $m(\text{р-ра}) = 150 + 132 = 282 \text{ (г)}$ $m(\text{осадка}) = 132 - 45 = 87 \text{ (г)}$ 4. $\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{100} = \frac{m(\text{осадка})}{s_{t_1} - s_{t_2}}; s_{t_1} - s_{t_2} = \frac{m(\text{осадка}) \cdot 100}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{6 \cdot 100}{20} = 30,$ что соответствует $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ($s_{t_1} - s_{t_2} = 85 - 55 = 30$ в соответствии с графиком) $m(\text{соли}) = 85 \cdot \frac{20}{100} = 17 \text{ (г)}; m'(\text{соли}) = 55 \cdot \frac{20}{100} = 11 \text{ (г)}; m(\text{р-ра}) = 20 + 17 = 37 \text{ (г)}$	
Итого:	30

Выпадение солей в осадок при охлаждении насыщенных растворов

	Соль	Насыщенный раствор при $t_1 = 50^\circ\text{C}$			Насыщенный раствор при $t_2 = 20^\circ\text{C}$	Масса осадка, выпавшего при охлаждении до 20°C раствора, насыщенного при 50°C , г
		$m(\text{р-ра})$, г	$m(\text{H}_2\text{O})$, г	$m(\text{соли})$, г	$m'(\text{соли})$, г	
1	KCl	710	500	210	160	50
2	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	65	50	15	5,5	9,5
3	KNO_3	282	150	132	45	87
4	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	37	20	17	11	6

Задача 8.3 (10 баллов).

Приведите по 2 примера кристаллогидратов, при добавлении которых к растворам соответствующих солей происходит: а) увеличение массовой доли растворенного вещества; б) уменьшение массовой доли растворённого вещества. Поясните ответ, приведите необходимые расчёты.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Приведены пояснения и примеры кристаллогидратов: а) увеличение массовой доли растворенного вещества происходит, если массовая доля соли в кристаллогидрате больше массовой доли кристаллизационной воды (больше 0,5). $\omega = \frac{Mr(\text{соли})}{Mr(\text{кристаллогидрата})};$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \quad \omega(\text{CuSO}_4) = \frac{160}{250} = 0,64$ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \quad \omega(\text{FeSO}_4) = \frac{152}{278} = 0,55$	1 2 2
б) уменьшение массовой доли растворенного вещества происходит, если массовая доля соли в кристаллогидрате меньше массовой доли кристаллизационной воды (меньше 0,5). $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \quad \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{142}{322} = 0,44$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \quad \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{106}{286} = 0,37$	1 2 2
Итого:	10

Задача 8.4 (30 баллов)

Смесь, полученную сплавлением железа и серы в массовом соотношении 2:1, обработали соляной кислотой.

- 1) Определите молярную массу (г/моль) образовавшейся газовой смеси.
- 2) Рассчитайте, во сколько раз уменьшится масса твердого вещества при сжигании исходной смеси в избытке кислорода.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Пусть $m(S) = a$ г, $m(Fe) = 2a$ г, тогда рассчитаем количества веществ (моль): $n(S) = a/32 = 0,03125a$ (моль), $n(Fe) = 2a/56 = 0,03571a$ (моль). Сделан вывод об избытке Fe	2
1) Составлены уравнения реакций: $Fe + S = FeS$ После реакции в твердой смеси будет $0,03125a$ моль FeS и $(0,03571a - 0,03125a) = 0,00446a$ моль Fe. $FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S \uparrow$ $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$ $n(H_2S) = 0,03125a$ моль, $n(H_2) = 0,00446a$ моль. $M(см.) = (34 \cdot 0,03125a + 2 \cdot 0,00446a) / (0,03125a + 0,00446a) = 30$ г/моль.	2 2 2 2 10
2) Масса исходной смеси $m(исх.см.) = 3a$ (г); При сжигании исходной смеси в избытке кислорода твердый остаток будет состоять из Fe_2O_3 $S + O_2 = SO_2$ $4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$ $n(Fe_2O_3) = n(Fe) / 2 = 0,017855a$ моль, $m(Fe_2O_3) = 160 \cdot 0,017855a = 2,8568a$ (г). Масса твердого вещества уменьшится в $3a/2,8568a = 1,05$ раза.	2 2 2 4
Итого:	30

Задача 8.5 (10 баллов)

Определите состав и массу одной молекулы кристаллической серы, если 0,15 моль ее имеют массу 38,4 г.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Молекула серы имеет состав S_x , тогда: $M(S_x) = 38,4/0,15 = 256$ (г/моль), $32x=256$, $x=8$, S_8 $m_0(\text{молекулы}) = M(S_8)/N_A$, $m_0 = 256/6,02 \cdot 10^{23} = 4,25 \cdot 10^{-22}$ (г) или: $m_0 = 1,66 \cdot 10^{-24} \cdot 256 = 4,25 \cdot 10^{-22}$ (г)	2 3 5
Итого:	10