

Решение заданий
10 класс
2020-2021 учебный год

Задание 10-1. Даны правые части уравнений химических реакций. Каждое из них описывает взаимодействие двух веществ. Запишите эти уравнения полностью.

1. = $\text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. = $3 \text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
3. = $4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O}$
4. = $4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
5. = $3 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{PH}_3$
6. = $\text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
7. = $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
8. = $\text{NaAlO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
9. = $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2\uparrow$
10. = $\text{HCl} + \text{HClO}$
11. = $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2\uparrow$
12. = $3 \text{Cu} + \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
13. = $\text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
14. = $4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4\uparrow$

Решение

Уравнений химических реакций

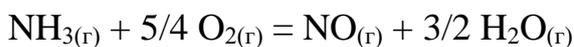
1. $\text{Ag} + 2 \text{HNO}_{3\text{конц.}} = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. $3\text{Ag} + 4 \text{HNO}_{3\text{разб.}} = 3 \text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2 \text{H}_2\text{O}$
3. $4\text{Ca} + 10 \text{HNO}_{3\text{конц.}} = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5 \text{H}_2\text{O}$
4. $4\text{Ca} + 10 \text{HNO}_{3\text{разб.}} = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{PH}_3$
6. $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
8. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
9. $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2\uparrow$
10. $\text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$
11. $4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2\uparrow$
12. $\text{CuO} + 2 \text{NH}_3 = 3 \text{Cu} + \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
13. $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_2 + \text{HNO}_3$
14. $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4\uparrow$

Система оценивания:

Задачи №№ п/п	
1	1,5

2	1,5
3	1,5
4	1,5
5	1,5
6	1,5
7	1,5
8	1,5
9	1,5
10	0,5
11	1,5
12	1,5
13	0,5
14	1,5
20 баллов	

Задание 10-2. В какую сторону сдвинется равновесие при повышении температуры для термохимической реакции



если при $T = 298 \text{ K}$ известны следующие данные:

Термохимическая реакция	ΔH^0 , кДж/моль
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\Delta H_1^0 = -44.0$
$1/2\text{N}_{2(\text{r})} + 3/2\text{H}_{2(\text{r})} = \text{NH}_{3(\text{r})}$	$\Delta H_2^0 = -46.2$
$\text{H}_{2(\text{r})} + 1/2\text{O}_{2(\text{r})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\Delta H_3^0 = -285.8$
$\text{NO}_{(\text{r})} = 1/2\text{N}_{2(\text{r})} + 1/2\text{O}_{2(\text{r})}$	$\Delta H_4^0 = -91.3$

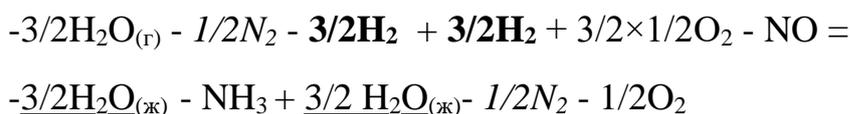
(20 баллов)

Решение

1. Определение значения коэффициентов пропорциональности

Термохимическая реакция	ΔH_1^0	Коэффициент пропорциональности
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\Delta H_1^0 = -44.0 \text{ кДж/моль}$	-3/2
$1/2\text{N}_{2(\text{r})} + 3/2\text{H}_{2(\text{r})} = \text{NH}_{3(\text{r})}$	$\Delta H_2^0 = -46.2 \text{ кДж/моль}$	-1
$\text{H}_{2(\text{r})} + 1/2\text{O}_{2(\text{r})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$	$\Delta H_3^0 = -285.8 \text{ кДж/моль}$	3/2
$\text{NO}_{(\text{r})} = 1/2\text{N}_{2(\text{r})} + 1/2\text{O}_{2(\text{r})}$	$\Delta H_4^0 = -91.3 \text{ кДж/моль}$	-1

2. Суммирование реакций с учетом коэффициентов пропорциональности



3. Расчет теплового эффекта реакции с учетом коэффициентов пропорциональности

$$\Delta H^0_{\text{рекции}} = -3/2\Delta H_1^0 + (-1)\Delta H_2^0 + 3/2\Delta H_3^0 + (-1)\Delta H_4^0 =$$

$$= -3/2(-44,0) + (-1)(-46,2) + 3/2(-285,8) + (-1)(-91,3) =$$

$$= 66,0 + 46,2 - 428,7 + 91,3 = -225,2 \text{ кДж/моль}$$

4. $\Delta H^0_{\text{рекции}} < 0$, реакция проходит с выделением тепла.

В соответствии с принципом Ле Шателье (если на систему, находящуюся в равновесии, оказать внешнее воздействие, то равновесие сместится так, чтобы уменьшить эффект внешнего воздействия) при повышении температуры равновесие сместится в сторону исходных веществ.

Система оценивания:

1	Определение значения коэффициентов пропорциональности	4
2	Суммирование реакций с учетом коэффициентов пропорциональности	4
3	Расчет теплового эффекта реакции	4
4	Принцип Ле-Шералье и определение направления сдвига реакции	8
Итого		20 баллов

Задание 10-3. На сколько измениться массовая доля водорода в смеси этена и водорода и объем смеси, если смесь с мольной долей водорода 0,80 объемом $V_0 = 11,2$ л пропустили над платиновым катализатором.

1. Для смесей идеальных газов мольные и объемные доли равны.

Тогда в исходной смеси

$$V(\text{C}_2\text{H}_4) = V_0 \times 0,2 = 11,2 \times 0,2 = 2,24 \text{ л или } 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль этена.}$$

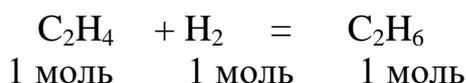
$$V(\text{H}_2) = V_0 \times 0,8 = 11,2 \times 0,8 = 8,96 \text{ л или } 8,96 / 22,4 = 0,4 \text{ моль водорода.}$$

2. Массовая доля водорода в исходной смеси:

$$\omega_1 = n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) / (n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) + n(\text{C}_2\text{H}_4) \times M(\text{C}_2\text{H}_4)) =$$

$$= 0,4 \times 2 / (0,4 \times 2 + 0,1 \times 28) = 0,308$$

3. Реакция взаимодействия этена с водородом



По реакциям видно, что объем смеси уменьшается на объем израсходовавшегося водорода (2,24 л) или в пересчете на моли (0,1 моль):

	C ₂ H ₄	H ₂	C ₂ H ₆	Всего
В исходной смеси, моль	0,1	0,4	0	0,5
Прореагировало, моль	0,1	0,1	0,1	0,1
В конечной смеси моль	0	0,3	0,1	0,4

4. Массовая доля водорода в конечной смеси:

$$\omega_2 = \frac{n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2)}{n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) + n(\text{C}_2\text{H}_6) \times M(\text{C}_2\text{H}_6)} =$$

$$= 0,3 \times 2 / (0,3 \times 2 + 0,1 \times 30) = 0,167$$

5. Изменение массовой доля водорода в смеси этена и водорода:

$$\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 = 0,308 - 0,167 = 0,141 \text{ или } \approx 14 \%$$

6. Изменение объема смеси

$$\Delta V = (0,5 - 0,4) \text{ моль} \times 22,4 \text{ л} = 2,24 \text{ л}$$

Система оценивания:

1	Определение состава исходной смеси	3
2	Расчет массовой доли водорода в исходной смеси	4
3	Написание реакции взаимодействия этена с водородом и расчет уменьшения объема смеси	5
4	Расчет массовой доли водорода в конечной смеси	4
5	Расчет изменения массовой доля водорода в смеси этена и водорода	2
6	Расчет изменения объема смеси	2
Итого		20 баллов

Задание 10-4. Генераторный газ получают путем пропускания воздуха на раскаленном углем. При сжигании 1 м³ генераторного газа выделяется 4200 кДж теплоты.

1. Как измениться объемная доля азота (н.у.) в воздухе после его пропускания над раскаленным углем?

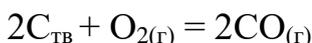
2. Какую массу воды можно нагреть от 35 °С до 100 °С с помощью этого количества теплоты? Считайте, что теплоёмкость воды C_p равна 75,3 Дж·моль⁻¹·К⁻¹ и не зависит от температуры.

3. Какую массу воды можно нагреть от 35 °С до 100 °С и испарить с помощью этого количества теплоты? Теплота испарения воды при 100 °С равна 40,7 кДж·моль⁻¹.

Решение.

1. Принимаем состав воздуха: $\varphi(\text{O}_2)=21\%$, $\varphi(\text{N}_2)_{\text{исх}}=79\%$.

Генераторный газ получают по реакции:



В результате реакции объем воздуха, пропущенный над раскаленным углем, увеличивается на объем сгоревшего кислорода. Тогда объемная доля азота в генераторном газе:

$$\varphi(\text{N}_2)_{\text{ген.газ}} = 0,79 / (0,79 + 2 \times 0,21) = 0,65$$

Объемная доля азота (н.у.) в воздухе после его пропускания над раскаленным углем уменьшится на

$$\Delta\varphi(\text{N}_2)_{\text{ген.газ}} = \varphi(\text{N}_2)_{\text{исх}} - \varphi(\text{N}_2)_{\text{ген.газ}} = 0,79 - 0,65 = 0,14 \text{ или на } 14\%.$$

2. Выделяющаяся теплота расходуется на нагревание n моль воды с теплоёмкостью C_p от температуры T_1 до температуры T_2 , т. е.

$$Q = n \times C_p \times (T_2 - T_1), \text{ откуда}$$

$$n = Q / [(C_p \times (T_2 - T_1))] = 4200000 / [(75,3 (100 - 35))] = 858 \text{ моль,}$$

$$\text{Тогда } m(\text{H}_2\text{O}) = 858 \times 18 = 15440 \text{ г или } 15,4 \text{ литра.}$$

3. Выделяющаяся теплота расходуется на нагревание n моль воды с теплоёмкостью C_p от T_1 до температуры T_2 и испарение n моль воды с теплотой испарения $Q_{\text{исп}}$, т. е.

$$Q = n \times C_p \times (T_2 - T_1) + n \times Q_{\text{исп}}, \text{ откуда}$$

$$n = Q / [(C_p \times (T_2 - T_1) + Q_{\text{исп}})] = 4200000 / [(75,3 (100 - 35) + 40700)] = 92,1 \text{ моль.}$$

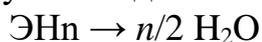
$$\text{Тогда } m(\text{H}_2\text{O}) = 92,1 \cdot 18 = 1660 \text{ г. или } 1,66 \text{ литра.}$$

Система оценивания:

1	Расчет изменения объемная доля азота (н.у.) в воздухе после его пропускания над раскаленным углем	6
2	Определение массы воды можно нагреть от 35 °С до 100 °С	7
3	Определение массы воды можно нагреть от 35 °С до 100 °С и ее испарение	7
Итого		20 баллов

Задагие 10-5. При сжигании 0,680 г летучего неорганического бинарного соединения элемента X образовалось 1,08 г воды. Определите формулу соединения. Напишите уравнения реакций горения в воздухе и в присутствии катализатора, взаимодействия с хлором для этого соединения

Решение. Исходное соединение – водородное, так как при сгорании образуется вода.



Пусть x – атомная масса элемента, тогда $(x + n/2)$ г вещества образуют 9 н г воды по условию: 0,680 г дают 1,08 г воды.

Составляем пропорцию:

$$\frac{x + n/2}{9n} = \frac{0,680}{1,08}$$

Решение пропорции дает $x = 4,67 n$

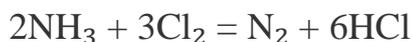
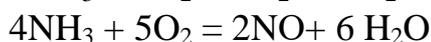
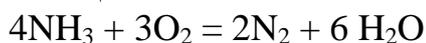
При $n = 1$, такого элемента нет.

Если $n = 2$, $x = 9,4$ такого элемента также нет.

Если $n = 3$, $x = 14$. Этот элемент азот.

Искомое летучее неорганическое бинарное соединение - аммиак.

Реакции



Система оценивания:

1	Установление элемента X - азота	10
2	Установление бинарного соединения	1
3	Написание реакций: 3 балла за каждую	9
Итого		20 баллов