

Второй (муниципальный) этап

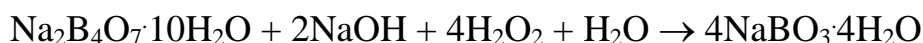
10 класс

Решения

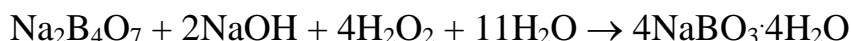
№ п/п	1	2	3	4	Всего
Количество баллов	16	18	20	11	65

Задача 1.
Решение:

I. Уравнение химической реакции:



Допустима запись:


 II. Расчет массы буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$:

$$n(\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \text{ г}}{154 \text{ г/моль}} = 7792,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{4} n(\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{4} \cdot 7792,2 = 1948,05 \text{ моль}$$

с учетом избытка реагентов

$$n'(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{изб}) = 1948,05 \cdot 1,25 = 2435,06 \text{ моль}$$

 тогда массы буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ будет равна:

$$m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n' \cdot M = 2435,06 \cdot 382 = 930192,92 \text{ г} = \mathbf{930,2 \text{ кг}}$$

III. Расчет объема раствора NaOH:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} n(\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \cdot 7792,2 = 3896,1 \text{ моль}$$

с учетом избытка реагентов

$$n'(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{изб}) = 3896,1 \cdot 1,25 = 4870,125 \text{ моль}$$

масса NaOH будет равна:

$$m(\text{NaOH}) = n' \cdot M = 4870,125 \cdot 40 = 194805 \text{ г}$$

объем раствора NaOH составит:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{m}{\omega \cdot \rho} = \frac{194805 \text{ г}}{0,40 \cdot 1,430 \text{ г/см}^3} = 340568,2 \text{ см}^3 = \mathbf{340,6 \text{ дм}^3}$$

 IV. Расчет объема раствора H_2O_2 :

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 7792,2 \text{ моль}$$

с учетом избытка реагентов

$$n'(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot \omega(\text{изб}) = 7792,2 \cdot 1,25 = 9740,25 \text{ моль}$$

масса H_2O_2 будет равна:

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = n' \cdot M = 9740,25 \cdot 34 = 331168,5 \text{ г}$$

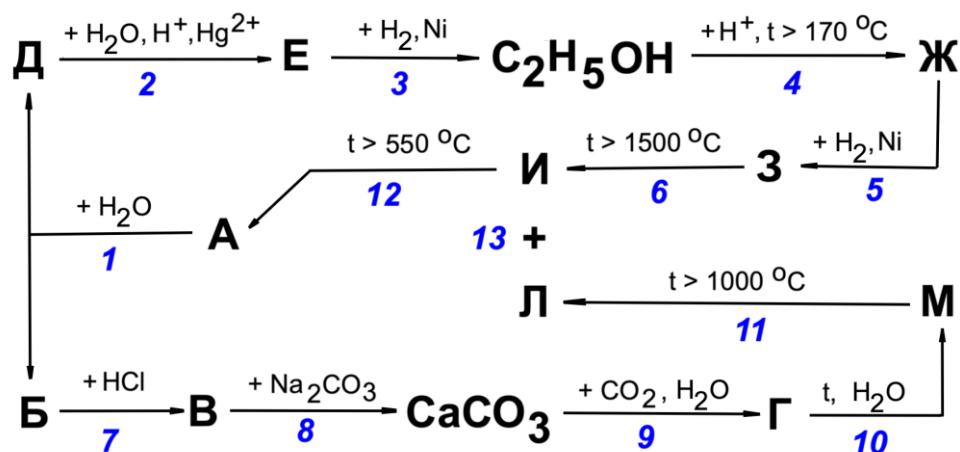
объем раствора H_2O_2 составит

$$V(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{m}{\omega \cdot \rho} = \frac{331168,5 \text{ г}}{0,35 \cdot 1,133 \text{ г/см}^3} = 835124,2 \text{ см}^3 = \mathbf{835,1 \text{ дм}^3}$$

Система оценивания:

Записано уравнение химической реакции	4 балла
Каждый из трех пунктов II–IV составляет 4 балла (обязательны требуемые в задаче размерности в ответах)	12 баллов
ИТОГО:	16 баллов

Задача 2.



1. Формулы веществ и их названия

А – CaC_2 карбид кальция

Ж – C_2H_4 этилен (этен)

Б – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ гидроксид кальция

З – C_2H_6 этан

В – CaCl_2 хлорид кальция

И – С углерод (в данном случае сажа; кокс)

Г – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ гидрокарбонат кальция

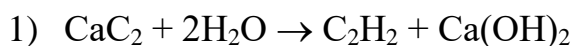
Л – CaO оксид кальция

Д – C_2H_2 ацетилен (этин)

М – CaCO_3 карбонат кальция

Е – CH_3CHO уксусный альдегид (этаналь)

2. Уравнения химических реакций



- 3) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- 4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2=\text{CH}_2$
- 5) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3$
- 6) $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{C}$
- 7) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 8) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
- 9) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- 10) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 11) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- 12) $2\text{C} + \text{Ca} \rightarrow \text{CaC}_2$
- 13) $3\text{C} + \text{CaO} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$

Система оценивания:

Определены формулы веществ А – М (1 формула – 0,5 балла)	5,5 балла
Даны названия веществам А – М (1 название – 0,5 балла)	5,5 балла
Записаны уравнения химических реакций 1–12 (1 уравнение – 0,5 балла)	6 баллов
Записано уравнение 13 (1 балл)	1 балл
ИТОГО:	18 баллов

Задача 3.

Решение:

1. Вывод формулы органического соединения:

– расчет количества вещества атомов кислорода, пошедшего на сгорание органического вещества:

$$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{39,2}{22,4} = 1,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = 2n(\text{O}_2) = 2 \cdot 1,75 = 3,5 \text{ моль}$$

– расчет количества вещества атомов элементов по данным продуктов сгорания

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{28}{22,4} = 1,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{18,0}{18} = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = 2n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,25 + 1 = 3,5 \text{ моль}$$

- проверка наличия атомов кислорода в органическом веществе.

Количество вещества атомов кислорода, пошедших на сгорание органического вещества и находящихся в образовавшихся CO_2 и H_2O , одинаково. Следовательно, в органическом веществе атомов кислорода нет. Соединение представляет собой углеводород.

- определение формулы углеводорода

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 1,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1,25 : 2 = 5 : 8$$

простейшая формула углеводорода C_5H_8 . $M(\text{C}_5\text{H}_8) = 68 \text{ г/моль}$

Максимально возможная молярная масса вещества:

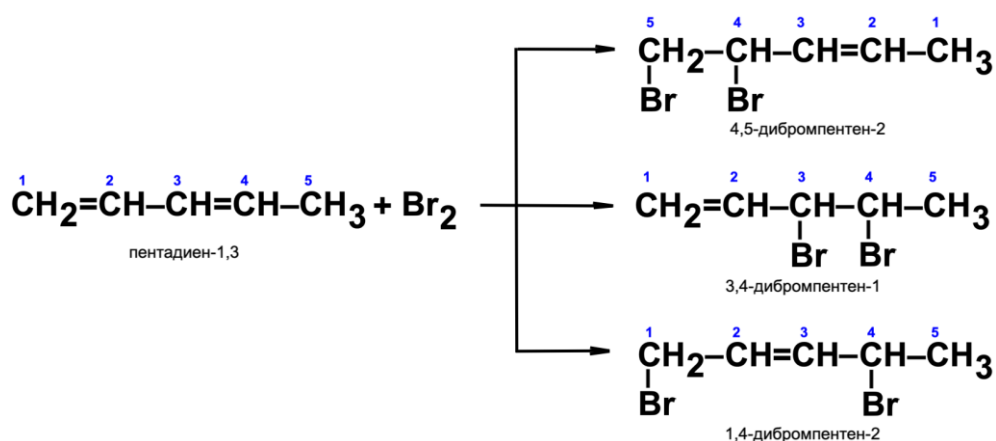
$$M_{\text{в-ва}} = 29 \cdot D_{\text{возд}} = 29 \cdot 3 = 87 \text{ г/моль}$$

Больше одного фрагмента C_5H_8 в такую величину молярной массы вещества не войдет. Поэтому истинная формула углеводорода будет соответствовать простейшей. Следовательно, молекулярная формула углеводорода **C_5H_8** .

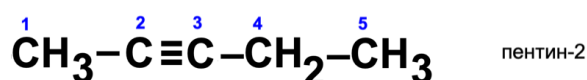
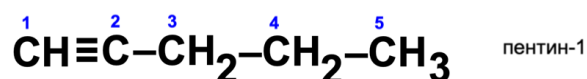
2. Определение структуры C_5H_8

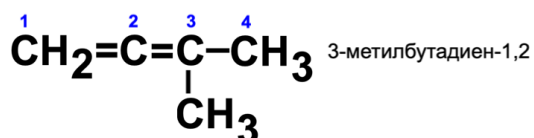
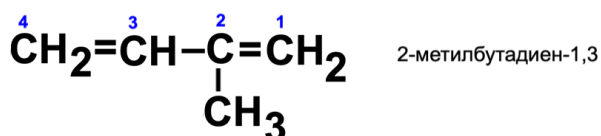
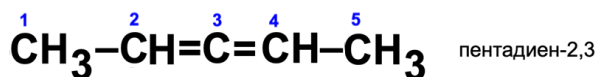
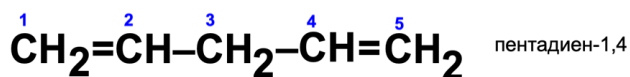
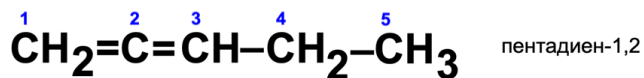
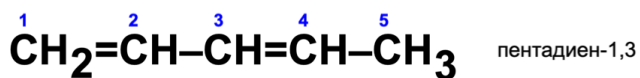
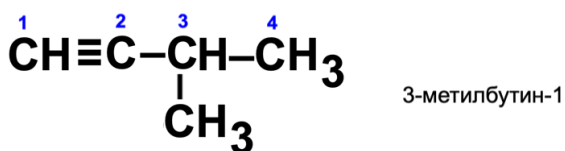
По условию соединение имеет неразветвленный ациклический скелет, вступает в реакцию присоединения с эквивалентным количеством брома. При этом образуется смесь, содержащая три бромсодержащих вещества с одинаковой молярной массой. Такому условию соответствует только **пентадиен-1,3**.

Уравнение реакции присоединения, соответствующее условиям задачи:



3. Изомеры C_5H_8 , не содержащие циклы





Геометрическая изомерия (*цис-транс*-изомерия возможна только для самого пентадиена-1,3 (пентадиен-2,3 имеет оптические изомеры ввиду наличия асимметрического алленового фрагмента)).

Система оценивания:

Представлен вывод формулы органического соединения с обязательным расчетом наличия атомов кислорода и доказательством соответствия истинной и простейшей молекулярной формуле	4 балла
Имеется правильное обоснование структуры C_5H_8	2 балла
Запись уравнения (учет соотношения реагентов 1:1 обязателен)	2 балла
Даны названия соединений в пункте 2 (4 вещества по 0,5 балла)	2 балла
Указаны все изомеры в пункте 3 (9 веществ по 0,5 балла)	4,5 балла
Указаны все названия соединений в пункте 3 (9 веществ по 0,5 балла)	4,5 балла
Указано соединение с геометрическим типом изомерии	1 балл
ИТОГО:	20 баллов

Задача 4.

Решение:

1. Определение формулы соединения железа с кислородом:

Примем массу соединения равной 100 г. Тогда массы элементов будут равны их массовым долям. То есть $m(\text{Fe}) = 72,41$ г; $m(\text{O}) = 100 - m(\text{Fe}) = 100 - 72,41 = 27,59$ г

Рассчитаем количество вещества атомов железа и кислорода в соединении:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{A} = \frac{72,41}{56} = 1,293 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m}{A} = \frac{27,59}{16} = 1,724 \text{ моль}$$

Соотношение количества вещества атомов:

$$n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1,293 : 1,724 = 1 : 1,333 = 3 : 4$$

Молекулярная формула соединения:



2. Расчет количества вещества соединений:

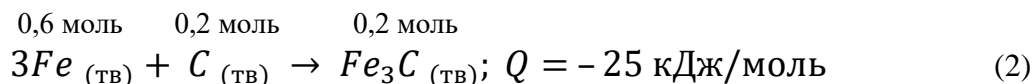
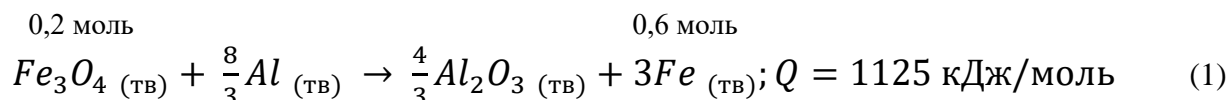
$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{m}{M} = \frac{46,4}{232} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Al}) = \frac{m}{M} = \frac{16,8}{27} = 0,62(2) \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m}{M} = \frac{2,4}{12} = 0,2 \text{ моль}$$

3. Термохимические уравнения:

Термохимическое уравнение — это уравнение химической реакции, в котором указаны агрегатные состояния веществ и тепловой эффект реакции. Тепловой эффект реакции может быть выражен в виде теплоты или в виде энтальпии.



Al находится в избытке (смотри п. 2 и уравнение (1)), поэтому расчет проведен по Fe_3O_4 .

4. Расчет суммарного теплового эффекта:

По уравнению (1) с учетом $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,2$ моль тепловой эффект процесса составит:

$$Q_{(1)} = 0,2 \cdot 1125 = 225 \text{ кДж}$$

По уравнению (2) с учетом $n(\text{C}) = 0,2$ моль тепловой эффект процесса составит:

$$Q_{(2)} = 0,2 \cdot (-25) = -5 \text{ кДж}$$

Суммарный тепловой эффект по обеим стадиям процесса:

$$Q = Q_{(1)} + Q_{(2)} = 225 + (-5) = 220 \text{ кДж}$$

Система оценивания:

Выведена молекулярная формула соединения железа с кислородом	2 балла
Рассчитаны количества вещества реагентов и их соотношения	4 балла
Рассчитаны тепловые эффекты (3 шт. по 1 баллу)	3 балла
Составлены термохимические уравнения (2 шт. по 1 баллу)	2 балла
ИТОГО:	11 баллов