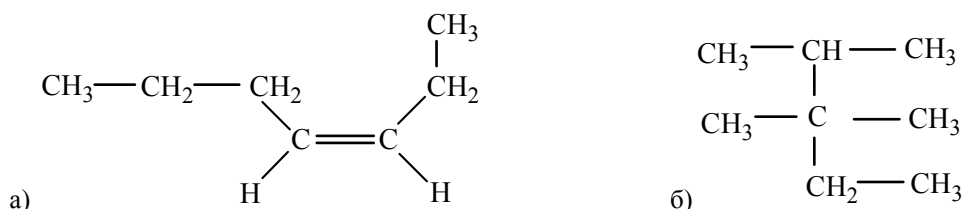


ЗАДАНИЕ 1

Примеры решения задач

Пример 1.

1. Назовите по номенклатуре ИЮПАК каждое из следующих соединений:

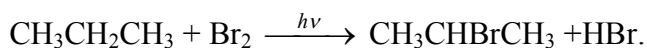


Решение:

- а) 2-метил-3-диметилпентан;
б) цис-пропилэтилэтилен (цис-гептен-3)

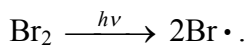
Пример 2.

Охарактеризуйте стадии инициирования, роста и обрыва цепной реакции:

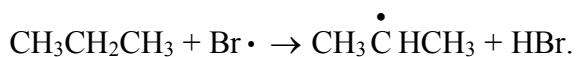


Решение:

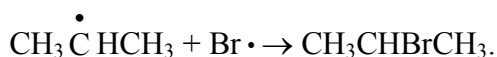
а) инициирование:



б) рост цепи:



в) обрыв цепи:

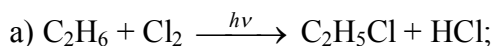


Пример 3.

Закончите уравнения следующих реакций и укажите реакции, протекающие по радикальному механизму:

- а) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \dots$;
б) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HBr} \rightarrow \dots$;
в) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \dots$;
г) $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{HNO}_3$ (разб.) $\xrightarrow{t} \dots$.
Назовите продукты реакций.

Решение:



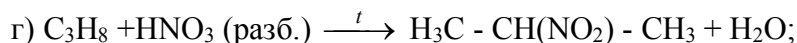
механизм радикальный, продукты реакции: $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ – хлорэтан и HCl – хлороводород.



продукт реакции: C_2H_5Br – бромэтан.



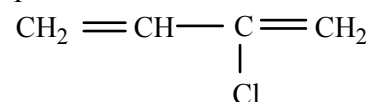
продукт реакции: $H_3C - CHBr - CH_3$ – 2-бромпропан.



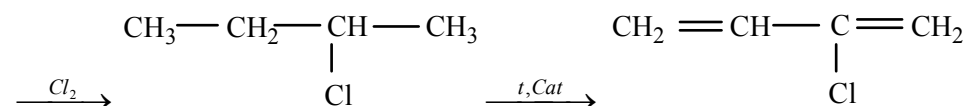
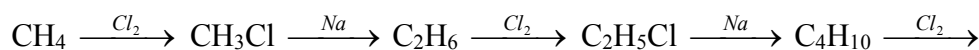
механизм радикальный, продукты реакции: $H_3C - CH(NO_2) - CH_3$ – 2-нитропропан и H_2O – вода.

Пример 4.

Напишите схему химических реакций, позволяющих получить из метана хлоропрен:



Решение:



Пример 5.

При пропускании 2 л смеси пропана и пропилена через жидкий бром масса склянки с бромом увеличилась на 1,1 г. Определите объемный состав смеси и массу получившихся продуктов.

Дано:

$$V(\text{смеси}) = 2 \text{ л}$$

$$\Delta m(\text{склянки}) = 1,1 \text{ г}$$

$$M(Br_2) = 160 \text{ г/моль}$$

$$M(C_3H_6Br_2) = 202 \text{ г/моль}$$

Найти:

$$V(\text{пропана в смеси})$$

$$V(\text{пропилен в смеси})$$

$$m(\text{продуктов})$$

Решение:

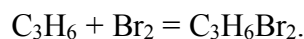
Найдем количество вещества в смеси, пользуясь следствием из закона Авогадро:

$$1 \text{ моль} - 22,4 \text{ л}$$

$$n \text{ моль} - 2 \text{ л}$$

$$m(\text{смеси}) = 0,0892 \text{ моль.}$$

С бромом при н. у. взаимодействует только пропилен. Составим уравнение реакции:



Пусть в реакцию вступает x г брома, тогда масса образовавшегося дибромпропана равна $(1,1 + x)$. Тогда количество вещества бром равно $\frac{x}{160}$, а количество вещества дибромпропан равно $\frac{(x+1,1)}{202}$. Согласно уравнению реакции 1 моль брома дает 1 моль дибромпропана, следовательно:

$$\frac{x}{160} = \frac{(x+1,1)}{202}$$

Решим полученную пропорцию:

$202x = 160x + 176$, отсюда $x = 4,2$ г. Тогда количество вещества бром равно:

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m}{M} = \frac{4,2}{160} = 0,026 \text{ (моль)}$$

По уравнению реакции $n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2) = n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,026$ моль.

Отсюда:

$$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2) = 202 \cdot 0,026 = 5,30 \text{ (г)}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_6) = 42 \cdot 0,026 = 1,09 \text{ (г)}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = n(\text{смеси}) - n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,0892 - 0,026 = 0,0632 \text{ (моль)}$$

$$\text{Отсюда } m(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \cdot 0,0632 = 2,78 \text{ (г)}$$

Найдем объемный состав исходной смеси:

$$V = n \cdot V_m$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,026 \cdot 22,4 = 0,58 \text{ (л)}$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,0632 \cdot 22,4 = 1,42 \text{ (л)}$$

$$\text{Ответ: } V(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,58 \text{ л; } V(\text{C}_3\text{H}_8) = 1,42 \text{ л; } m(\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2) = 5,3 \text{ г}$$

Пример 2.

Газ, образовавшийся при полном сгорании 745,7 мл смеси пропана и метана (742 мм рт. ст., 22 °С) может быть поглощен 49,02 мл 5,6 %-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,02 г/мл), причем полученный раствор не дает осадка при добавлении к нему раствора хлорида кальция. Определите состав газовой смеси в объемных долях. Рассчитайте объем воздуха (н. у.), который потребуется для полного сжигания указанной газовой смеси.

Дано:

$$V(\text{смеси}) = 745,7 \text{ мл}$$

$$p = 742 \text{ мм рт.ст.}$$

$$t = 22 \text{ °С } (T = 295 \text{ К})$$

$$V(\text{р-ра KOH}) = 49,02 \text{ мл}$$

$$\omega(\text{KOH}) = 5,6 \%$$

$$\rho(\text{р-ра}) = 1,02 \text{ г/мл}$$

Найти:

$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$\varphi(\text{CH}_4)$$

$$V(\text{возд.}) (\text{н.у.})$$

Решение:

Приведем объем смеси к нормальным условиям, пользуясь объединенным газовым законом:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}; \text{ тогда } V_0 = \frac{p \cdot V \cdot T_0}{p_0} = \frac{742 \cdot 0,7457 \cdot 273}{760} = 0,675 \text{ (л)}.$$

Вычислим количества вещества гидроксида калия, вступившего в реакцию:

$$m(\text{р-ра KOH}) = \rho \cdot V = 1,02 \cdot 49,02 = 50 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{KOH}) = \frac{\omega \cdot m(\text{р-ра})}{100} = \frac{5,6 \cdot 50}{100} = 2,8 \text{ (г)};$$

$$n(\text{KOH}) = \frac{m}{M} = \frac{2,8}{56} = 0,05 \text{ (моль)}.$$

При сгорании смеси пропана и метана образуется углекислый газ. Вычислим его объем.

Запишем уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с гидроксидом калия:

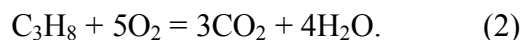
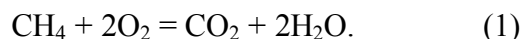


Поскольку полученный раствор не дает осадка при добавлении раствора хлорида кальция, реакция между углекислым газом и гидроксидом калия прошла до конца.

По уравнению реакции $n(\text{KOH}) = n(\text{CO}_2) = 0,05$ моль.

$$\text{Отсюда } V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12 \text{ (л)}$$

Запишем уравнения реакции горения смеси.



Составим пропорции, по этим уравнениям обозначив объем метана за x и объем выделившегося углекислого газа при горении метана за y . Тогда объем пропана ($0,675 - x$), а объем выделившегося углекислого газа при горении пропана ($1,12 - y$).

$$\text{По уравнению (1)} \quad \frac{x}{22,4} = \frac{y}{22,4}.$$

$$\text{По уравнению (2)} \quad \frac{0,675 - x}{22,4} = \frac{1,12 - y}{3 \cdot 22,4}.$$

Решим систему из этих двух уравнений:

$$\begin{cases} 22,4x = 22,4y \\ 3 \cdot 22,4(0,675 - x) = 22,4(1,12 - y) \end{cases}$$

$$x = 0,452 \text{ (л)}. \text{ Следовательно, } V(\text{CH}_4) = 0,452 \text{ л.}$$

$$\text{Тогда } V(\text{C}_3\text{H}_8) = V(\text{смеси}) - V(\text{CH}_4) = 0,675 - 0,452 = 0,223 \text{ (л)}.$$

Зная объем смеси и объемы её компонентов, найдем объемные доли метана и пропана.

$$\varphi(\text{CH}_4) = \frac{0,452}{0,675} = 0,67;$$

$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{0,223}{0,675} = 0,33.$$

Для нахождения объема воздуха, необходимого для полного сжигания смеси, определим количество вещества метана и пропана.

$$n(\text{CH}_4) = \frac{0,452}{22,4} = 0,02 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{0,223}{22,4} = 0,01 \text{ (моль)}.$$

По уравнению реакции (1) на 1 моль метана расходуется 2 моля кислорода. Следовательно, количество вещества кислорода составляет $2 \cdot 0,02 = 0,04$ моль.

По уравнению реакции (2) на 1 моль пропана расходуется 5 молей кислорода. Следовательно, количество вещества кислорода составляет $5 \cdot 0,01$ моль = 0,05 моль.

Общий объем кислорода пошедший на горение смеси пропана и метана равен:

$$V(\text{O}_2) = (0,05 \text{ моль} + 0,04 \text{ моль}) \cdot 22,4 = 2,01 \text{ (л)}.$$

Так как в воздухе кислорода находится 21 % (об.), то

$$V(\text{воздуха}) = \frac{V(\text{O}_2) \cdot 100}{21} = \frac{2,01 \cdot 100}{21} = 9,57 \text{ (л)}.$$

Ответ: $\varphi(\text{CH}_4) = 0,67$; $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,33$; $V(\text{O}_2) = 9,57$ л (н. у.).