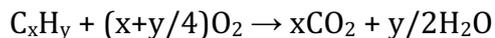


№9-1-2009респ.

Неизвестный углеводород имеет формулу C_xH_y . Уравнение реакции:



$$n(C_xH_y) = 0,01/22,4 \text{ (моль)}$$

Баланс O_2 : до реакции 70мл, или $0,070/22,4$ моль; после реакции и поглощения CO_2 – 45 мл, или $0,045/22,4$ моль; следовательно, в реакцию вступило $0,025/22,4$ моль O_2 .

Для образования $0,020/22,4$ моль CO_2 в реакцию с углеродом углеводорода вступило $0,020/22,4$ моль O_2 . Оставшиеся $0,005/22,4$ моль O_2 прореагировали с водородом углеводорода, при этом было получено $0,010/22,4$ моль воды.

$$n(C) = n(CO_2) = 0,020/22,4$$

$$n(H) = 2n(H_2O) = 0,020/22,4$$

$$x:y = n(C):n(H) = 0,020:0,020 = 1:1$$

из всех возможных ответов C_2H_2 , (C_3H_3) , C_4H_4 , (C_5H_5) и т.д. – условию задачи удовлетворяет только C_2H_2 ; таким образом, неизвестный углеводород – ацетилен.

№9-2-2009респ.

№9-3-2009респ.

№9-4-2009респ.

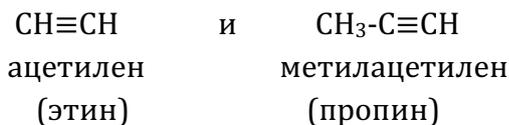
№9-5-2009респ.

№9-6-2009респ.

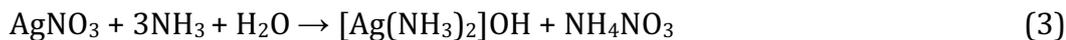
№9-7-2009респ.

№9-8-2009респ.

В реакцию гидратации, а также гидрирования вступают непредельные углеводороды. При гидратации углеводороды ряда этилена образуют спирты, а ряда ацетилен — кетоны и только первый член ряда алкинов - ацетилен дает ацетальдегид, способный окисляться в водно-аммиачном растворе оксида серебра. Следовательно, в состав смеси углеводородов входят два алкина:



С участием этих углеводородов и указанных реагентов протекают следующие реакции (уравнения реакций приведены в той последовательности, в какой они описаны в условии задачи):



Для расчета количественного состава исходной газовой смеси и части каждого углеводорода, прореагировавшей с водой, сначала найдем количества углеводородов, вступивших в реакцию гидрирования (9) и (10).

По относительной плотности D_{H_2} газовой смеси, оставшейся после гидратации, можно определить ее молярную массу:

$$M(\text{смеси}) = D_{\text{H}_2} M(\text{H}_2) = 14,4 \cdot 2 = 28,8 \text{ г/моль}$$

Полученная величина — промежуточная между значениями молярных масс ацетилен ($M=26$ г/моль) и метил ацетилен а ($M=40$ г/моль); что указывает на наличие в оставшейся после гидратации смеси одновременно двух газов. Долю каждого газа в смеси можно вычислить по ее средней молярной массе. Примем, что 1 моль смеси содержит x' моль ацетилен и y' моль метилацетилена, тогда массу 1 моль смеси можно выразить так:

$$x' + y' = 1; \quad M(\text{смеси}) = 26x' + 40y' = 28,8$$

$$\text{Откуда } x'=0,8 \text{ и } y'=0,2.$$

В соответствии со следствием из закона Авогадро объемные доли газов пропорциональны мольным долям, значит, в смеси после гидратации содержится 80% (об.) ацетилен и 20% (об.) метил-ацетилен.

Из закона Авогадро также следует, что объемные соотношения между реагирующими газами соответствуют стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакций.

Сопоставление уравнений реакций (9) и (10) показывает, что 1 объем газообразного алкина реагирует с 2 объемами водорода, что дает 1 объем газообразного алкана. Поскольку в смесь алкинов введен 1,5-кратный объем водорода, т. е. 3 объема H_2 на 1 объем газовой смеси, то по окончании гидрирования образующаяся газовая смесь будет содержать 1 объем углеводородов и 1 объем избыточного водорода или 50% углеводородов и 50% H_2 . По условию задачи известен суммарный объем газов после гидрирования (11,2 л). Отсюда находим объем смеси образовавшихся алканов и соответственно равный ему объем смеси алкинов, вступивших в реакцию гидрирования:

$$V'(\text{смеси}) = 11,2/2 = 5,6 \text{ л}$$

По известной объемной доле каждого алкина в этой смеси можно рассчитать объем и количество ацетилен C_2H_2 и метилацетилена C_3H_4 , вступивших в реакцию гидрирования:

$$V'(\text{C}_2\text{H}_2) = 5,6 \cdot 0,8 = 4,48 \text{ л}; \quad n'(\text{C}_2\text{H}_2) = 4,48/22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V'(\text{C}_3\text{H}_4) = 5,6 \cdot 0,2 = 1,12 \text{ л}; \quad n'(\text{C}_3\text{H}_4) = 1,12/22,4 = 0,05 \text{ моль}$$

Далее переходим к расчету количества ацетилена и метилацетилена, пошедших на реакцию гидратации (1) и (2). Суммарное количество углеводородов в исходной смеси объемом 16,8 л равно:

$$n(\text{смеси}) = 16,8/22,4 = 0,75 \text{ моль}$$

Количество ацетилена, вступившего в реакцию гидратации, можно определить по результатам последующего окисления ацетальдегида [реакция (4)]; ацетон — продукт гидратации метилацетилена в этих условиях не окисляется].

Исходное количество AgNO_3 , содержащееся в 70 мл 1М раствора нитрата серебра, составляет:

$$n(\text{AgNO}_3) = 1 \cdot 0,07 = 0,07 \text{ моль}$$

По массе осадка бромида серебра рассчитываем количество AgBr , полученное в реакции (8):

$$n(\text{AgBr}) = m(\text{AgBr})/M(\text{AgBr}) = 9,4/188 = 0,05 \text{ моль}$$

Отсюда находим эквивалентное количество AgNO_3 , израсходованное в реакции (8), и по разности количество AgNO_3 , пошедшее на окисление ацетальдегида в реакции (4):

$$\text{в реакции (8)} \quad n(\text{AgNO}_3) = 0,05 \text{ моль}$$

$$\text{в реакции (4)} \quad n(\text{AgNO}_3) = 0,07 - 0,05 = 0,02 \text{ моль}$$

Согласно уравнению (4) на окисление 1 моль CH_3CHO требуется 2 моль ионов Ag^+ , значит в условиях опыта с 0,02 моль Ag^+ прореагировало 0,01 моль CH_3CHO . Так как на окисление было взято 10 мл (из 350 мл) раствора продуктов гидратации, следовательно, во всем объеме раствора, содержащего ацетальдегид, имеется 0,35 моль CH_3CHO . Соответственно такое же количество ацетилена (n'') пойдет на реакцию гидратации. Тогда, количество метилацетилена, вступившего в реакцию гидратации, определяется по разности между суммарным количеством углеводородов в исходной смеси и рассчитанными количествами прореагировавших углеводородов:

$$n''(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,35 \text{ моль}$$

$$n''(\text{C}_3\text{H}_4) = n(\text{смеси}) - n'(\text{C}_2\text{H}_2) - n'(\text{C}_3\text{H}_4) - n''(\text{C}_3\text{H}_4)$$

$$n''(\text{C}_3\text{H}_4) = 0,75 - 0,2 - 0,05 - 0,35 = 0,15 \text{ моль}$$

	Гидратация	Гидрирование	Всего
C_2H_2	0,35 моль	0,20 моль	0,55 моль
C_3H_4	0,15 моль	0,05 моль	0,20 моль
			<u>0,75 моль</u>

Таким образом, исходная газовая смесь имеет следующий количественный состав:

$$\sum n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,35 + 0,2 = 0,55 \text{ моль}$$

$$\sum n(\text{C}_3\text{H}_4) = 0,15 + 0,05 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,55/0,75 = 0,733 \text{ или } 73,3\%$$

$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_4) = 0,15/0,75 = 0,267 \text{ или } 26,7\%$$

Степень превращения каждого углеводорода при гидратации составляет:

$$\eta(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,35/0,55 = 0,636 \text{ или } 63,6\%$$

$$\eta(\text{C}_3\text{H}_4) = 0,15/0,20 = 0,75 \text{ или } 75\%$$

