

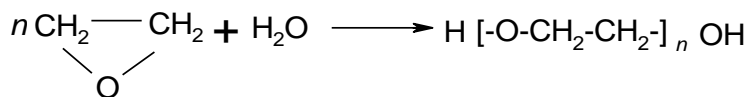
Решения задач муниципального этапа ВОШ

по химии 2019-2020 учебного года Республика Башкортостан

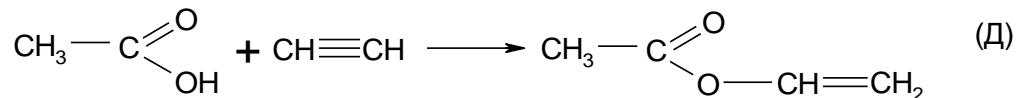
10 класс

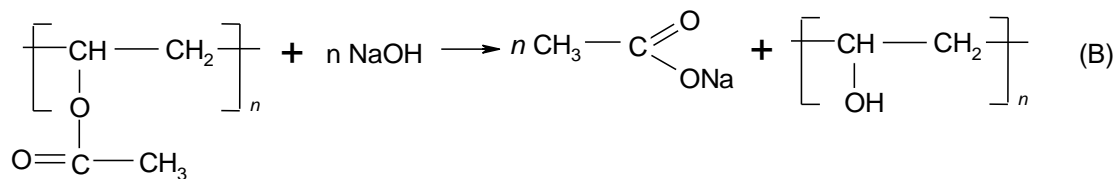
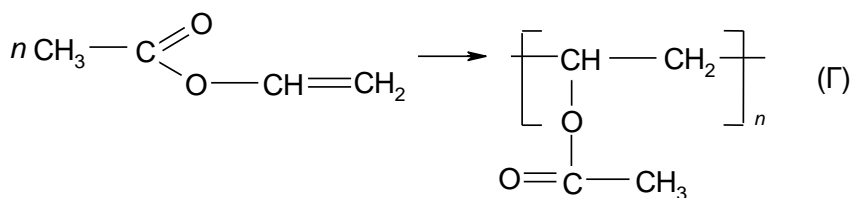
Задача 10-1. Соотношение элементов в $A - C : H : O = 54,53/12,01 : 9,15/1,01 : 36,32/16 = 4,54 : 9,15 : 2,27 = 2 : 4 : 1$. (2 балла)

Простейшая формула C_2H_4O , а поскольку вещество газообразное, она совпадает с молекулярной (более «тяжелое» вещество неизбежно было бы жидким). Из веществ такой молекулярной формулы известны только ацетальдегид и этиленоксид, из которых газообразен только этиленоксид. При его полимеризации образуется полиэтиленгликоль (ПЭГ).



Расшифровку второй схемы превращений удобнее всего начать с первой стадии синтеза полимера:





Итак, А – этиленоксид, Б – полиэтиленгликоль, В – поливиниловый спирт, Г – поливинилацетат (применяется, например, в виде водной эмульсии в качестве клея), Д – винилацетат по 1 баллу за каждое вещество. За каждое уравнение реакции по 1 баллу, итого 10 баллов.

Любое органическое вещество (не только полимер) для растворимости в воде должно обладать достаточным количеством гидрофильных групп, в первую очередь –COOH, -OH и -NH₂. Кроме того, в нем по возможности не должно быть гидрофобных фрагментов, в частности длинных углеводородных радикалов. Также всякий полимер, для того чтобы быть растворимым хоть в каком-нибудь растворителе, должен иметь цепное или линейное (а не трехмерное) строение, т.е. состоять из отдельных цепей-молекул, способных разъединяться под воздействием растворителя без разрыва ковалентных связей. – 1 балл, итого 10 баллов.

Задача 10-2. Вычислены число моль заданных веществ :

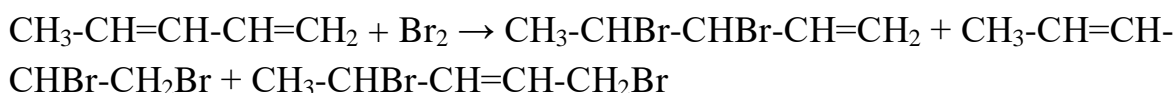
$$n(\text{O}_2) = 39,2/22,4 = 1,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 28,0/22,4 = 1,25 \text{ моль}$$

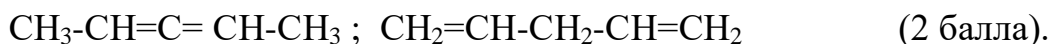
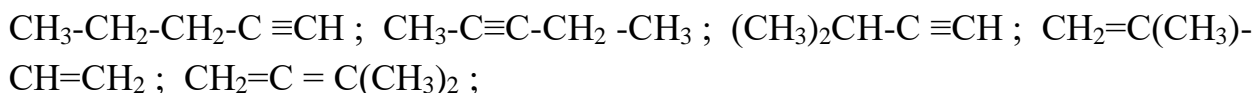
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 18,0/18 = 1 \text{ моль (1 балл)}.$$

соотношение С : Н = 1,25 : 2 = 5 : 8. Проверим, содержится ли в веществе кислород. В углекислом газе и воде содержится $n(\text{O}) = 1,25 \cdot 2 + 1 = 3,5$ моль атомов О (столько же, сколько в самом веществе и во введенном в реакцию кислороде). Таким образом, в самом веществе кислорода нет, и его простейшая формула C₅H₈. Учитывая, что $D_{\text{возд}} \leq 3$, молекулярная формула вещества также C₅H₈. (3 моль).

1. Поскольку присоединяется 1 моль брома, а в веществе содержится максимум две двойные связи, три изомерных бромпроизводных могут получиться лишь в случае сопряженного диена. Это однозначно указывает на пентадиен-1,3: (2 балла)



2. Изомеры состава C₅H₈ (не считая уже приведенного):



Цис-транс-изомерия возможна только для самого пентадиена-1,3 (пентадиен-2,3 имеет оптические изомеры ввиду наличия асимметрического алленового фрагмента). (2 балла). Итого 10 баллов.

Задача 10-3. Уравнения реакций:



$$m(\text{NaOH}) = 25,4 \cdot 1,18 \cdot 0,16 = 4,8 \text{ г} \quad n(\text{NaOH}) = \frac{4,8}{40} = 0,12 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuO}) = 1,60 \text{ г}; n(\text{CuO}) = \frac{1,60}{80} = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow n[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 0,02 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 0,02 \text{ моль} \quad (2 \text{ б.})$$

По УХР (2) расходуется NaOH: $n(\text{NaOH}) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$

По УХР (1) расходуется NaOH: $n(\text{NaOH}) = 0,12 - 0,04 = 0,08 \text{ моль} \Rightarrow$

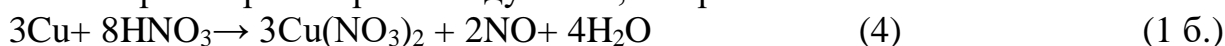
$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ моль}. \quad (2 \text{ б.})$$

Молярные концентрации:

$$C_M[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = \frac{0,02}{0,04} = 0,5 \text{ моль/л} \quad (0,25\text{б})$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,04}{0,04} = 1 \text{ моль/л} \quad (0,25 \text{ б.})$$

Кислые растворы нитратов ведут себя, как разбавленная азотная кислота.



Избыток- недостаток определяем, сравнивая количества вещества Cu и H⁺.

$$n(\text{Cu}) = \frac{1,28}{64} = 0,02 \text{ моль}; n(\text{H}^+) = 0,04 \cdot 2 = 0,08 \text{ моль}; n(\text{NO}_3^-) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$$

По УХР (4): $8n(\text{Cu}) = 3n(\text{H}^+)$; $n(\text{Cu}) = \frac{3 \cdot 0,08}{8} = 0,03 \text{ моль};$

Медь в недостатке (2б.)

$$3n(\text{NO}) = 2n(\text{Cu}); n(\text{NO}) = \frac{2 \cdot 0,01}{3} = \frac{0,02}{3} \text{ моль};$$

$$V(\text{NO}) = \frac{0,02}{3} \cdot 22,4 = 0,15 \text{ л}. \quad (1\text{б.})$$

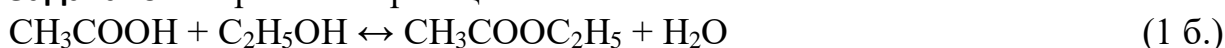
Ответ: $C_M[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 0,5 \text{ моль/л.}$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль/л.}$$

$$V(\text{NO}) = 0,15 \text{ л.}$$

(Итого 10баллов).

Задача10-4. Уравнение реакции:



$$K_{\text{равн.}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO C}_2\text{H}_5]_p \cdot [\text{H}_2\text{O}]_p}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_p \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_p}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_p = 0,85 \text{ моль}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_p = 0,85 \text{ моль}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_p = 1 - 0,85 = 0,15 \text{ моль}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_p = (x - 0,85) \text{ моль} \quad (1 \text{ б.})$$

Добавили 200 г H_2O , т.е. $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{200}{18} = 11,1 \text{ моль}$.

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]'_p = \frac{0,85}{2,33} = 0,365 \text{ моль} \Rightarrow [\text{H}_2\text{O}]'_p = 11,1 + 0,365 = 11,465 \text{ моль}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]'_p = 1 - 0,365 = 0,635 \text{ моль}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]'_p = (x - 0,365) \text{ моль} \quad (2 \text{ б.})$$

$$K_{\text{равн.}} = \frac{0,85 \cdot 0,85}{(x - 0,85) \cdot 0,15} = \frac{4,82}{x - 0,85} \quad (1 \text{ б.})$$

$$K'_{\text{равн.}} = \frac{0,365 \cdot 11,465}{(x - 0,365) \cdot 0,635} = \frac{6,57}{x - 0,365} \quad (1 \text{ б.})$$

$$K_{\text{равн.}} = K'_{\text{равн.}}$$

Таким образом,

$$\frac{4,82}{x - 0,85} = \frac{6,57}{x - 0,365}, \quad x = 2,19. \quad [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{исх.}} = 2,19 \text{ моль} \quad (1 \text{ б.})$$

$$K_{\text{равн.}} = \frac{4,82}{2,19 - 0,85} = 3,6 \quad (1 \text{ б.})$$

Если $[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{исх.}} = \frac{2,19}{2} = 1,1 \text{ моль}$, то

$$K_{\text{равн.}} = \frac{y \cdot y}{(1,1 - y)(1 - y)} = 3,6, \quad y_1 = 2,22$$

$$y_2 = 0,68, \quad [\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_p = 0,68 \text{ моль} \quad (2 \text{ б.})$$

(10 баллов).

Задача 10-5.

	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 4\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$			
ΔH_{298}° , кДж/моль	-185,44	0	-393,5	-285,84
ΔS_{298}° , Дж/моль·К	248,2	205	213,7	69,96

$$\Delta H_{298}^\circ = -1566,74 \text{ кДж}$$

$$\Delta S_{298}^\circ = -287,18 \text{ Дж/К}$$

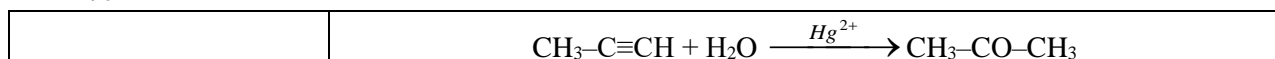
$$\Delta G_{298}^\circ = -1481,16 \text{ кДж}$$

	$5\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CH}_3\text{-COOH} + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O} + 5\text{CO}_2$							
ΔH_{298}° , кДж/моль	-185,44	-813,4	-811,3	-434,84	-1066,7	-1433,7	-285,84	-393,5
ΔS_{298}° , Дж/моль·К	248,2	171,71	156,9	282	112,13	175,73	69,96	213,7

$$\Delta H_{298}^\circ = -4670,38 \text{ кДж}$$

$$\Delta S_{298}^\circ = 420,36 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta G_{298}^\circ = -4795,65 \text{ кДж}$$



ΔH_{298}° , кДж/моль	-185,44	-285,84	-248,11
ΔS_{298}° , Дж/моль·К	248,2	69,96	200,41

$$\Delta H_{298}^{\circ} = 223,17 \text{ кДж}$$

$$\Delta S_{298}^{\circ} = -117,75 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -258,26 \text{ кДж}$$

	$3\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + 4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 16\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{-COOH} + 4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CO}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 19\text{H}_2\text{O}$							
ΔH_{298}° , кДж/моль	-248,11	-2033	-811,3	-434,84	-3308	-1433,7	-393,5	-285,84
ΔS_{298}° , Дж/моль·К	200,41	291,2	156,9	282	287,9	175,73	213,7	69,96

$$\Delta H_{298}^{\circ} = -5025,65 \text{ кДж}$$

$$\Delta S_{298}^{\circ} = 394,43 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -5143,19 \text{ кДж}$$

	$2\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + 9\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$			
ΔH_{298}° , кДж/моль	-248,11	0	-393,5	-285,84
ΔS_{298}° , Дж/моль·К	200,41	205	213,7	69,96

$$\Delta H_{298}^{\circ} = -3579,82 \text{ кДж}$$

$$\Delta S_{298}^{\circ} = -543,86 \text{ Дж/К}$$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = -3417,75 \text{ кДж}$$

По 1 баллу за каждую правильную реакцию (5 реакций); по 1 баллу - за расчет энергии Гиббса (5 баллов), итого 10 баллов.