

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 3 (25 баллов)

Вариант 1

При нитровании 78 г бензола нитрующей смесью образовалась смесь моно- и динитропроизводных. Определите количественный состав смеси, если известно, что для ее полного восстановления до аминов потребовалось 89,6 л водорода.

Решение и критерии оценивания решения:

<p>1) Уравнения реакций нитрования бензола: $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$ (нитробензол) $C_6H_6 + 2 HNO_3 \rightarrow C_6H_4(NO_2)_2 + H_2O$ (1,3-динитробензол)</p>
<p>2) Количество вещества бензола $\nu = 78 \text{ г} : 78 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$ Значит нитробензола (x моль) и 1,3-динитробензола (y моль) в сумме = 1 моль $x + y = 1$</p>
<p>3) Уравнения реакций восстановления нитросоединений: $C_6H_5NO_2 + 3 H_2 \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2 H_2O$ (анилин) $C_6H_4(NO_2)_2 + 6 H_2 \rightarrow C_6H_4(NH_2)_2 + 4 H_2O$ (1,3-диаминобензол)</p>
<p>4) Количество вещества водорода: $89,6 \text{ л} : 22,4 \text{ л} = 4 \text{ моль}$ На восстановление x моль нитробензола необходимо $3x$ моль водорода. На восстановление y моль 1,3-динитробензола необходимо $6y$ моль водорода. $3x + 6y = 4$</p>
<p>5) Составляем систему уравнений и решаем ее $x + y = 1$ $3x + 6y = 4$ $x = 0,67 \text{ моль}$ $y = 0,33 \text{ моль}$</p>
<p>6) Определяем количественный состав смеси Нитробензол: $M = 123 \text{ г/моль}$, $m = 123 \cdot 0,67 = 82,4 \text{ г}$. 1,3-Динитробензол: $M = 168 \text{ г/моль}$, $m = 168 \cdot 0,33 = 55,4 \text{ г}$.</p>
<p><u>Ответ:</u> Нитробензол 82,4 г. 1,3-Динитробензол 55,4 г.</p>

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 3 (25 баллов)

Вариант 2

При хлорировании 92 г толуола хлором на свету образовалось смесь моно- и дихлорпроизводных. Определите количественный состав этой смеси, если известно, что она нацело реагирует с раствором, приготовленным из 50 г гидроксида натрия.

Решение и критерии оценивания решения:

<p>1) Уравнения реакций хлорирования толуола: $C_6H_5CH_3 + Cl_2 \text{ (свет)} \rightarrow C_6H_5CH_2Cl + HCl$ (фенилхлорметан) $C_6H_5CH_3 + 2 Cl_2 \text{ (свет)} \rightarrow C_6H_5CHCl_2 + 2 HCl$ (фенилдихлорметан)</p>
<p>2) Количество вещества толуола $\nu = 92 \text{ г} : 92 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$ Значит фенилхлорметана (x моль) и фенилдихлорметана (y моль) в сумме = 1 моль $x + y = 1$</p>
<p>3) Уравнения реакций со щелочью: $C_6H_5CH_2Cl + NaOH \rightarrow C_6H_5CH_2OH + NaCl$ (фенилметанол) $C_6H_5CHCl_2 + 2 NaOH \rightarrow C_6H_5CHO + 2 NaCl + H_2O$ (бензальдегид)</p>
<p>4) Количество вещества NaOH: $50 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 1,25 \text{ моль}$ На реакцию x моль фенилхлорметана необходимо x моль NaOH. На реакцию y моль фенилдихлорметана необходимо $2y$ моль NaOH. $x + 2y = 1,25$</p>
<p>5) Составляем систему уравнений и решаем ее $x + y = 1$ $x + 2y = 1,25$ $x = 0,75 \text{ моль}$ $y = 0,25 \text{ моль}$</p>
<p>6) Определяем количественный состав смеси Фенилхлорметан: $M = 126,5 \text{ г/моль}$, $m = 126,5 \cdot 0,75 = 94,88 \text{ г}$. Фенилдихлорметан: $M = 161 \text{ г/моль}$, $m = 161 \cdot 0,25 = 40,25 \text{ г}$.</p>
<p><u>Ответ:</u> Фенилхлорметан: 94,88 г. Фенилдихлорметан: 40,25 г.</p>

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 3 (25 баллов)

Вариант 3

При сульфировании 78 г бензола олеумом образовалось смесь моно- и дисульфокислот. Определите количественный состав этой смеси, если известно, что она нацело реагирует с раствором, приготовленным из 60 г гидроксида натрия.

Решение и критерии оценивания решения:

<p>1) Уравнения реакций сульфирования бензола:</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4$ <p style="text-align: center;">(сульфобензол)</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4$ <p style="text-align: center;">(1,3-дисульфобензол)</p>
<p>2) Количество вещества бензола</p> $\nu = 78 \text{ г} : 78 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$ <p>Значит $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$ (x моль) и $\text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2$ (y моль) в сумме = 1 моль</p> $x + y = 1$
<p>3) Уравнения реакций со щелочью:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">(бензолсульфонат натрия)</p> $\text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{Na})_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">(1,3-бензолдисульфонат натрия)</p>
<p>4) Количество вещества NaOH:</p> $60 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 1,5 \text{ моль}$ <p>На реакцию x моль $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$ необходимо x моль NaOH. На реакцию y моль $\text{C}_6\text{H}_4(\text{SO}_3\text{H})_2$ необходимо $2y$ моль NaOH.</p> $x + 2y = 1,5$
<p>5) Составляем систему уравнений и решаем ее</p> $x + y = 1$ $x + 2y = 1,5$ $x = 0,5 \text{ моль}$ $y = 0,5 \text{ моль}$
<p>6) Определяем количественный состав смеси</p> <p>Сульфобензол: $M = 158 \text{ г/моль}$, $m = 158 \cdot 0,5 = 79 \text{ г}$. 1,3-Дисульфобензол: $M = 238 \text{ г/моль}$, $m = 238 \cdot 0,5 = 119 \text{ г}$.</p>
<p>Ответ:</p> <p>Сульфобензол: 79 г. 1,3-Дисульфобензол: 119 г.</p>

Олимпиада по химии для поступающих в РостГМУ в 2018 году
Задача № 3 (25 баллов)

Вариант 4

При дегидрировании 84 г циклогексана образовалась смесь непредельных углеводородов. Определите количественный состав этой смеси, если известно, что она исчерпывающе бромруется 176 г брома.

Решение и критерии оценивания решения:

1) Уравнения реакций дегидрирования циклогексана: $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_{10} + H_2$ (циклогексен) $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_8 + 2 H_2$ (1,3-циклогексадиен)
2) Количество вещества циклогексана $\nu = 84 \text{ г} : 84 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$ Значит циклогексен (x моль) и 1,3-циклогексадиен (y моль) в сумме = 1 моль $x + y = 1$
3) Уравнения реакций с бромом: $C_6H_{10} + Br_2 \rightarrow C_6H_{10}Br_2$ (1,2-дибромциклогексан) $C_6H_8 + 2 Br_2 \rightarrow C_6H_8Br_4$ (1,2,3,4-тетрабромциклогексан)
4) Количество вещества Br_2 : $176 \text{ г} : 160 \text{ г/моль} = 1,1 \text{ моль}$ На реакцию x моль циклогексена необходимо x моль брома. На реакцию y моль 1,3-циклогексадиена необходимо $2y$ моль брома. $x + 2y = 1,1$
5) Составляем систему уравнений и решаем ее $x + y = 1$ $x + 2y = 1,1$ $x = 0,9 \text{ моль}$ $y = 0,1 \text{ моль}$
6) Определяем количественный состав смеси Циклогексен: $M = 82 \text{ г/моль}$, $m = 82 \cdot 0,9 = 73,8 \text{ г}$. 1,3-Циклогексадиен: $M = 80 \text{ г/моль}$, $m = 80 \cdot 0,1 = 0,8 \text{ г}$.
Ответ: Циклогексен: 73,8 г. 1,3-Циклогексадиен: 0,8 г.