

Problem 1

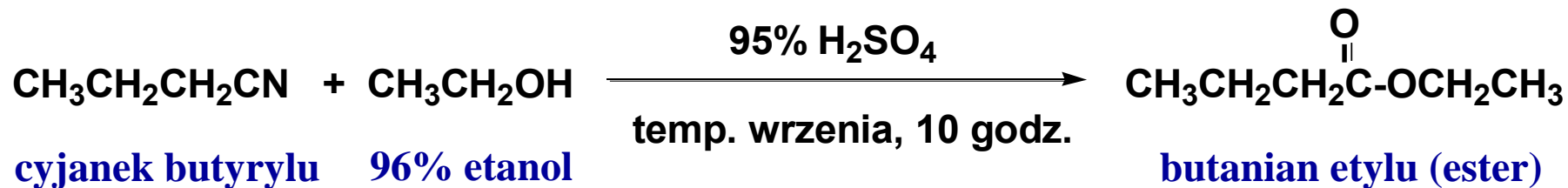
Mieszaninę cyjanku butyrylu (104 ml), 96% etanolu (250 ml) i 95% kwasu siarkowego (109 ml) ogrzewano w temperaturze wrzenia pod chłodnicą zwrotną przez 10 godz. Po ochłodzeniu mieszaniny reakcyjnej i jej przerobieniu otrzymano 100 g butanianu etylu.

Podać:

- ilości użytych reagentów: w gramach oraz w molach;
- proporcję molową użytych reagentów;
- spodziewaną masę produktu;
- wydajność reakcji (produktu).

Krok 1

Sporządzamy schemat reakcji



Krok 3

Obliczamy masy użytych reagentów (cieczy) z zależności

$$d = \frac{m_r}{V_r}$$

a wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce

	Reagenty			Produkt org.
	CH₃CH₂CH₂CN	96% CH₃CH₂OH	95% H₂SO₄	ester
M [g/mol]	69.11	46.07	98.08	116.16
d [g/ml]	0.79	0.81	1.84	
m [g]	82.16	202.50 (96% alk.)	200.56 (95% kw.)	100
v [ml]	104	250	109	
n [mol]				
proporcja molowa				

Krok 4

Masy reagentów stosowanych w postaci roztworów (etanolu i kwasu siarkowego) przeliczamy na masy substancji nierozcieńczonych (czyli 100%); wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce.

Przeliczanie ilości etanolu:

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g } 96\% \text{ roztworu etanolu} & \longrightarrow & 96 \text{ g etanolu} \\ 202.50 \text{ g} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = \frac{202.50 \times 96}{100} = 194.40$$

Przeliczanie ilości kwasu siarkowego:

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ g } 95\% \text{ roztworu kwasu siarkowego} & \longrightarrow & 95 \text{ g kwasu siarkowego} \\ 200.56 \text{ g} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = \frac{200.56 \times 95}{100} = 190.53$$

Krok 5

Obliczamy ilości moli reagentów z zależności $n = \frac{m_s}{M}$;

wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce

W przypadku reagentów stosowanych w postaci roztworów (etanolu i kwasu siarkowego) m_s oznacza masę substancji nierozcieńczonej (czyli 100%).

	Reagenty			Produkt org.
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	96% $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	95% H_2SO_4	ester
M [g/mol]	69.11	46.07	98.08	116.16
d [g/ml]	0.79	0.81	1.84	
m [g]	82.16	202.50 (96% alk.) 194.40 (100% alk.)	200.56 (95% kw.) 190.53 (100% kw.)	100
v [ml]	104	250	109	
n [mol]	1.2	4.2	1.9	
proporcja molowa				5

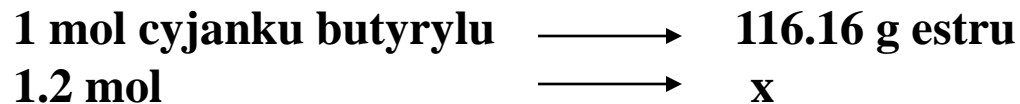
Krok 6

Wyznaczamy proporcję molową reagentów

	Reagenty			Produkt org.
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	96% $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	95% H_2SO_4	ester
M [g/mol]	69.11	46.07	98.08	116.16
d [g/ml]	0.79	0.81	1.84	
m [g]	82.16	202.50 (96% alk.) 194.40 (100% alk.)	200.56 (95% kw.) 190.53 (100% kw.)	100
v [ml]	104	250	109	
n [mol]	1.2	4.2	1.9	
proporcja molowa	1	3.5	1.6	

Krok 7

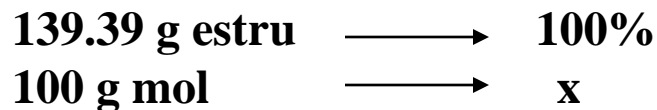
Obliczamy spodziewaną masę produktu, czyli masę produktu jaką byśmy otrzymali gdyby reakcja przebiegła z wydajnością 100% (w obliczeniach uwzględniamy stechiometrię reakcji).



$$x = \frac{1.2 \text{ mol} \times 116.16 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 139.39 \text{ g}$$

Krok 8

Obliczamy wydajność produktu.



$$x = \frac{100 \text{ g} \times 100\%}{139.39 \text{ g}} = 72\%$$

Uzupełniona tabelka

	Reagenty			Produkt org.
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$	96% $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	95% H_2SO_4	ester
M [g/mol]	69.11	46.07	98.08	116.16
d [g/ml]	0.79	0.81	1.84	
m [g]	82.16	202.50 (96% alk.) 194.40 (100% alk.)	200.56 (95% kw.) 190.53 (100% kw.)	139.39 (100% wyd.) 100 (72% wyd.)
v [ml]	104	250	109	
n [mol]	1.2	4.2	1.9	
proporcja molowa	1	3.5	1.6	

Problem 2

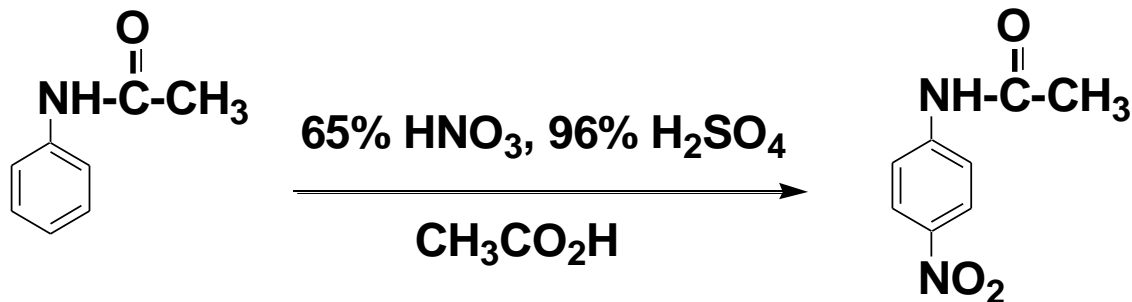
Do nitrowania 25 g acetanilidu użyto 11 ml 65% kwasu azotowego, 57 ml 96% kwasu siarkowego i 25 ml 100% kwasu octowego. Produkt reakcji, *p*-nitroacetanilid, otrzymano z wydajnością 60%.

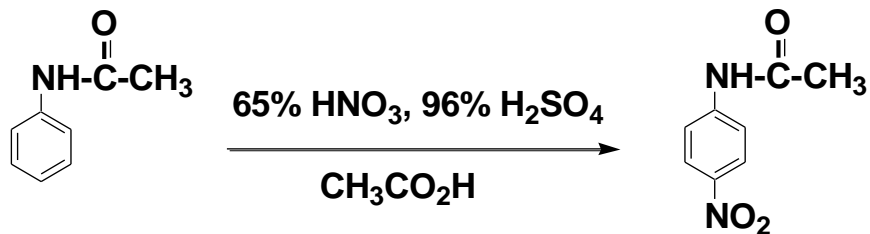
Podać:

- ilości użytych reagentów: w gramach oraz w molach;
- proporcję molową użytych reagentów;
- spodziewaną masę produktu;
- otrzymaną masę produktu.

Krok 1

Sporządzamy schemat reakcji





Krok 2

Sporządzamy tabelkę i umieszczamy w niej dane literaturowe dotyczące reagentów i produktów oraz dane z zadania

	Reagenty			Rozpuszcz.	Produkt
	acetanilid	65% HNO_3	96% H_2SO_4	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	<i>p</i> - NO_2 -acetanilid
M [g/mol]	135.16	63.01	98.08		180.16
d [g/ml]		1.4	1.84		
m [g]	25				60% wyd.
v [ml]		11	57	25	
n [mol]					
proporcja molowa					

Krok 3

Obliczamy masy użytych reagentów (cieczy) z zależności $d = \frac{m_r}{V_r}$,

a wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce

$$m_r \text{ (65\% kw. azotowego)} = 15.40 \text{ g}$$

$$m_r \text{ (95\% kwasu siarkowego)} = 104.88 \text{ g}$$

Krok 4

Masy reagentów stosowanych w postaci roztworów (kwasu azotowego i kwasu siarkowego) przeliczamy na masy substancji nierozcieńczonych (czyli 100%); wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce

Przeliczanie ilości kwasu azotowego:

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ g 65\% kw. azotowego} & \longrightarrow & 65 \text{ g kw. azotowego} \\ 15.40 \text{ g} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = \frac{15.40 \times 65}{100} = 10.01$$

Przeliczanie ilości kwasu azotowego:

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ g } 95\% \text{ kw. siarkowego} & \longrightarrow & 95 \text{ g kw. siarkowego} \\ 104.88 \text{ g} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = \frac{104.88 \times 95}{100} = 99.64$$

Krok 5

Obliczamy ilości moli reagentów z zależności $n = \frac{m_s}{M}$;

wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce.

W przypadku reagentów stosowanych w postaci roztworów (kwasu azotowego i kwasu siarkowego) m_s oznacza masę substancji nierozcieńczonej (czyli 100%).

$$n(\text{acetanilidu}) = 0.18 \text{ mol}$$

$$n(100\% \text{ kw. azotowego}) = 0.16 \text{ mol}$$

$$n(100\% \text{ kwasu siarkowego}) = 1 \text{ mol}$$

Krok 6

Wyznaczamy proporcję molową reagentów; wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce.

n (acetanilidu) : n (100% kw. azotowego) : n (100% kwasu siarkowego)

0.18 mol : 0.16 mol : 1 mol

1 : 0.91 : 5.6

Krok 7

Obliczamy spodziewaną masę produktu, czyli masę produktu jaką byśmy otrzymali gdyby reakcja przebiegła z wydajnością 100% (w obliczeniach uwzględniamy stechiometrię reakcji); wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce.

1 mol acetanilidu	→	180.16 g <i>p</i> -NO ₂ -acetanilidu
0.18 mol	→	x

$$x = \frac{0.18 \text{ mol} \times 180.16 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 32.43 \text{ g}$$

Krok 8

Obliczamy ilość produktu otrzymanego z 60% wydajnością; wyniki obliczeń umieszczamy w tabelce.

$$\begin{array}{rcl} 32.43 \text{ g estru} & \longrightarrow & 100\% \\ \mathbf{x} & \longrightarrow & 60\% \end{array}$$

$$\mathbf{x = \frac{60\% \times 32.43\text{g}}{100\%} = 19.46\text{g}}$$

Uzupełniona tabela

	Reagenty			Rozpuszcz.	Produkt
	acetanilid	65% HNO_3	96% H_2SO_4	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	<i>p</i> - NO_2 -acetanilid
M [g/mol]	135.16	63.01	98.08		180.16
d [g/ml]		1.4	1.84		
m [g]	25	15.40 (65% kw.) 10.01 (100% kw.)	104.88 (96% kw.) 99.64 (100% kw.)		32.46 (100% wyd.) 19.46 (60% wyd.)
v [ml]		11	57	25	
n [mol]	0.18	0.16	1.0		
proporcja molowa	1	0.91	5.6		