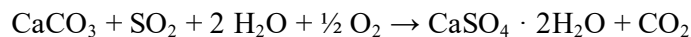


Zadanie 1. Odsiarczanie spalin (13 pkt)

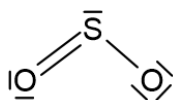
a) .../1 pkt



Za poprawne zapisanie równania reakcji procesu odsiarczania

1 p

b) .../2 pkt



Hybrydyzacja orbitali walencyjnych atomu siarki: sp^2

Liczba wiązań σ : 2, liczba wiązań π : 1

Kształt cząsteczki: kątowna

Za poprawne zapisanie wzoru strukturalnego SO_2

1 p

Za poprawne określenie hybrydyzacji orbitali walencyjnych, liczby wiązań σ i π , a także kształtu cząsteczki

1 p

c) .../2 pkt

$$V_{\text{spalin}} = 2 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{doba}$$

$$\text{wlot do absorbera: } V_{\text{SO}_2} = 2 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{doba} \cdot \frac{0,15}{100} = 300 \text{ m}^3/\text{doba}$$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{300 \text{ m}^3/\text{doba}}{22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}} = 13 \text{ kmol}/\text{doba}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 13 \text{ kmol}/\text{doba} \cdot 64 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} = 832 \text{ kg}/\text{doba}$$

wylot z absorbera:

$$V_{\text{SO}_2} = 300 \text{ m}^3/\text{doba} \cdot 0,08 = 24 \text{ m}^3/\text{doba}$$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{24 \text{ m}^3/\text{doba}}{22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}} = 1 \text{ kmol}/\text{doba}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 1 \text{ kmol}/\text{doba} \cdot 64 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} = 64 \text{ kg}/\text{doba}$$

	wlot do absorbera	wylot z absorbera	usunięto
n_{SO_2} [kmol/doba]	13	1	12
m_{SO_2} [kg/doba]	832	64	768

Za poprawną metodę rozwiązania

1 p

Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z odpowiednią dokładnością

1 p

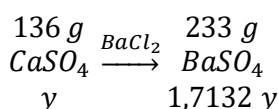
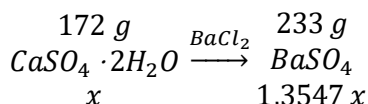
f) .../2 pkt

x – masa $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ w mieszaninie

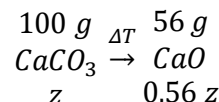
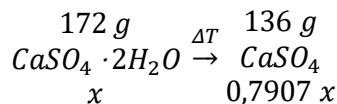
y – masa CaSO_4 w mieszaninie

z – masa CaCO_3 w mieszaninie

$$(1) x + y + z = 0,6000$$



$$(2) 1,3547 x + 1,7132 y = 0,7640$$



$$(3) 0,7907 x + y + 0,56 z = 0,4790$$

Po rozwiązaniu układu trzech równań: (1), (2), (3), otrzymujemy następujące wartości x, y, z:

$$x = 0,4539 \text{ g}; y = 0,0870 \text{ g}; z = 0,0591 \text{ g}$$

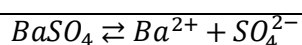
$$\% \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} = \frac{0,4539 \text{ g}}{0,6000 \text{ g}} \cdot 100\% = 75,65\%$$

$$\% \text{CaSO}_4 = \frac{0,0870 \text{ g}}{0,6000 \text{ g}} \cdot 100\% = 14,50\%$$

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{0,0870 \text{ g}}{0,6000 \text{ g}} \cdot 100\% = 9,85\%$$

Za poprawną metodę rozwiązania	1 p
Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z jednostką	1 p

g) .../2 pkt



$$K_S(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$K_S(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}; [\text{Ba}^{2+}] = 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \Rightarrow [\text{SO}_4^{2-}] = 5,5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$n_{\text{SO}_4^{2-} \text{ rozp.}} = 5,5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 1,375 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$$

$$n_{\text{SO}_4^{2-} \text{ całk.}} = x \cdot M_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} + y \cdot M_{\text{CaSO}_4} = 3,279 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_{\text{SO}_4^{2-} \text{ rozp.}}}{n_{\text{SO}_4^{2-} \text{ całk.}}} \cdot 100\% = 4,19 \cdot 10^{-5} \%$$

$4,19 \cdot 10^{-5} \% < 0,1\% \Rightarrow$ pominięcie rozpuszczalności osadu nie wprowadza istotnego błędu oznaczenia

Za poprawną metodę rozwiązania	1 p
Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z jednostką oraz ocenę	1 p



Zadanie 2. Synteza tlenku siarki(VI) (7 pkt)

a) .../1 pkt

$p = \text{const.}, T = \text{const.}$	$m = \text{const. (prawo zachowania masy)}$
$pV_0 = n_0RT, pV_k = n_kRT$	$d_0 = \frac{m}{V_0}, d_k = \frac{m}{V_k}$
$\frac{V_0}{V_k} = \frac{n_0}{n_k}$	$\frac{m \cdot d_k}{d_0 \cdot m} = \frac{n_0}{n_k}$
	zatem: $\frac{d_k}{d_0} = \frac{n_0}{n_k}$

Za poprawne wyprowadzenie zależności

1 p

b) .../2 pkt

$2 SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 SO_3$				$\frac{d_k}{d_0} = \frac{n_0}{n_k}$																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">n [mol]</th> </tr> <tr> <th></th> <th>początek</th> <th>zmiana</th> <th>równowaga</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO₂</td> <td>2</td> <td>-x</td> <td>2-x</td> </tr> <tr> <td>O₂</td> <td>1</td> <td>-0,5x</td> <td>1-0,5x</td> </tr> <tr> <td>SO₃</td> <td>0</td> <td>+x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td>N₂</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>				n [mol]				początek	zmiana	równowaga	SO ₂	2	-x	2-x	O ₂	1	-0,5x	1-0,5x	SO ₃	0	+x	x	N ₂	4	0	4	$\frac{1,1}{1} = \frac{7}{7 - 0,5x} \Rightarrow x = 1,27$
	n [mol]																											
	początek	zmiana	równowaga																									
SO ₂	2	-x	2-x																									
O ₂	1	-0,5x	1-0,5x																									
SO ₃	0	+x	x																									
N ₂	4	0	4																									
	$n_0 = 2 + 1 + 4 = 7 \text{ [mol]}$			$\alpha = \frac{x}{2} \cdot 100\%$																								
	$n_k = 2 - x + 1 - 0,5x + x + 4 = 7 - 0,5x \text{ [mol]}$			$\alpha = \frac{1,27}{2} \cdot 100\% = 64\%$																								

Za poprawną metodę rozwiązania

1 p

Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z jednostką i odpowiednią dokładnością

1 p

c) .../2 pkt

W stanie równowagi: $n_{SO_2} = 0,73 \text{ mol}; n_{O_2} = 0,365 \text{ mol}; n_{SO_3} = 1,27 \text{ mol}; n_{N_2} = 4 \text{ mol}$

$$M_{\text{miesz.}} = \frac{64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,73 \text{ mol} + 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,365 \text{ mol} + 80 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,27 \text{ mol} + 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 4 \text{ mol}}{0,73 \text{ mol} + 0,365 \text{ mol} + 1,27 \text{ mol} + 4 \text{ mol}} = 42,73 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Za poprawną metodę rozwiązania

1 p

Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z jednostką

1 p

d) .../2 pkt

$$K_p = \frac{\left(\frac{p_{SO_3}}{p_0}\right)^2}{\left(\frac{p_{SO_2}}{p_0}\right)^2 \cdot \frac{p_{O_2}}{p_0}} = \frac{p_{SO_3}^2}{p_{SO_2}^2 \cdot p_{O_2}} \cdot p_0 = \frac{p_c^2 \cdot x_{SO_3}^2}{p_c^2 \cdot x_{SO_2}^2 \cdot p_c \cdot x_{O_2}} \cdot p_0 = \frac{x_{SO_3}^2}{x_{SO_2}^2 \cdot x_{O_2}} \cdot \frac{p_0}{p_c}$$

$$= K_x \cdot \frac{p_0}{p_c}$$

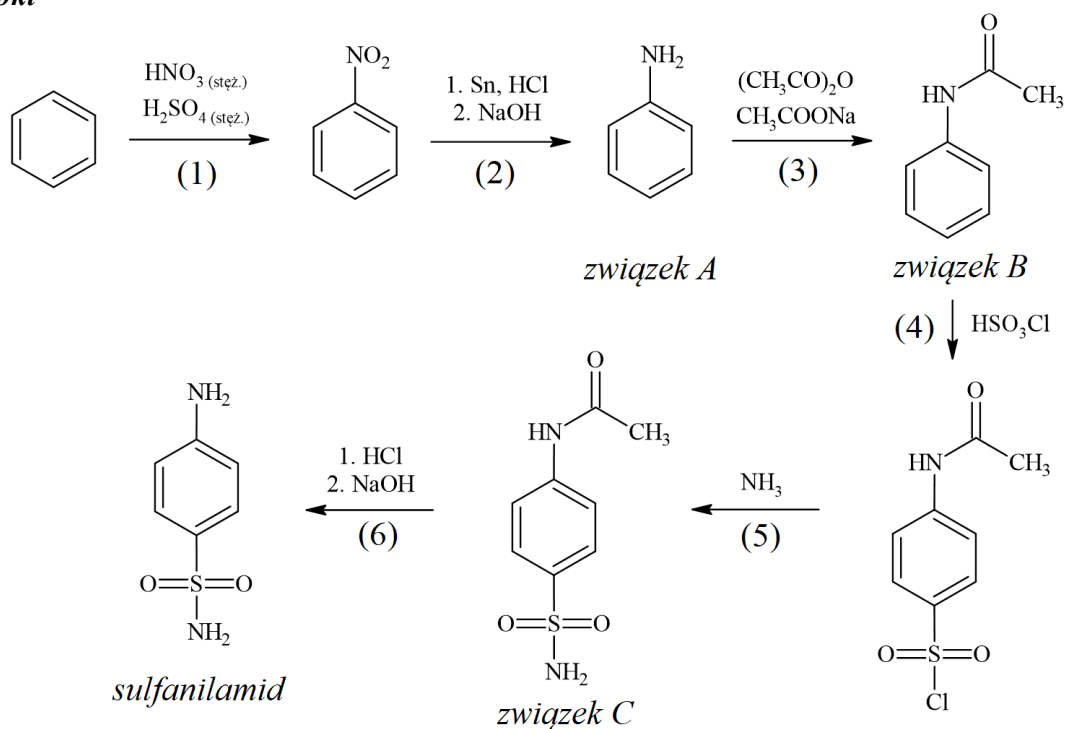
$$K_x = \frac{x_{SO_3}^2}{x_{SO_2}^2 \cdot x_{O_2}} = \frac{0,200^2}{0,115^2 \cdot 0,057} = 53$$

$$K_p = 53 \cdot \frac{101325 \text{ Pa}}{100000 \text{ Pa}} = 53,7$$

Za poprawną metodę rozwiązania	1 p
Za poprawne obliczenia i podanie wyniku z odpowiednią dokładnością	1 p

Zadanie 3. Synteza antybiotyku (10 pkt)

a) .../5 pkt



Za poprawne uzupełnienie luk w schemacie	5 x 1 p
--	---------

b) .../2 pkt

Równanie reakcji procesu utleniania: $\text{Sn} - 2e^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$

Równanie reakcji procesu redukcji: $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NO}_2 + 6e^- + 7\text{H}^+ \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH}_3^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

Sumaryczne równanie reakcji: $3\text{Sn} + \text{C}_6\text{H}_5 - \text{NO}_2 + 7\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Sn}^{2+} + \text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH}_3^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

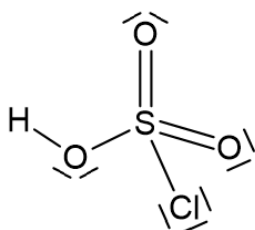
Za poprawne zapisanie równań procesu utleniania i redukcji	1 p
Za poprawne zapisanie równania sumarycznego	1 p

c) .../1 pkt

Ze względu na silnie aktywujący charakter i reaktywność grupy $-\text{NH}_2$ jako podstawnika, bezpośrednia reakcja aniliny z kwasem chlorosiarkowym mogłaby prowadzić do powstania mieszaniny różnych produktów, w tym produktów wielokrotnego podstawienia pierścienia aromatycznego oraz pochodnych wynikających z reakcji na atomie azotu. Zastosowanie acetanilidu zamiast aniliny jako substratu zmniejsza reaktywność grupy aminowej i umożliwia selektywne wprowadzenie grupy $-\text{SO}_2\text{Cl}$ w pozycję –para względem podstawnika amidowego.

Za podanie poprawnego uzasadnienia	1 p
---	------------

d) .../2 pkt



Równanie reakcji: $\text{HSO}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

Za poprawne narysowanie wzoru elektronowego kreskowego kwasu chlorosiarkowego (VI)	1 p
Za poprawne zapisanie równania reakcji	1 p