

Cz. VI - Wydajność reakcji chemicznych

Przykładowe zadanie1: Kwas azotowy na skalę przemysłową otrzymuje się przez spalanie amoniaku w kilku etapach:

- I. Etap : spalanie amoniaku w tlenie w obecności katalizatora (Pt)
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- II. Etap: utlenienie NO w powietrzu atmosferycznym do N_2O_4
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$
- III. Rozpuszczenie N_2O_4 w wodzie (zapis uproszczony)
 $2\text{N}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$ (w rzeczywistości $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$)

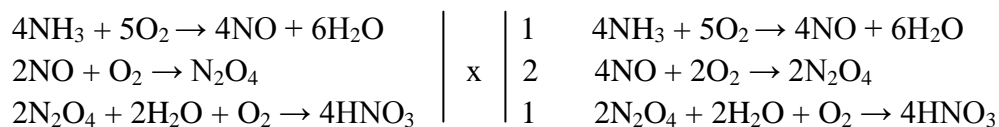
Oblicz, ile kg 60% roztworu HNO_3 otrzyma się z $2,24\text{m}^3$ amoniaku (warunki normalne), jeżeli wydajność na poszczególnych etapach wynosi: I – 90%, II – 80%, III – 60%.

Metoda rozwiązania

- obliczenie całkowitej wydajności reakcji

$$\eta = 0,9 \times 0,8 \times 0,6 \times 100\% = 43,2\%$$

- wyrównanie współczynników stechiometrycznych w równaniach reakcji na poszczególnych etapach:



- $V_{\text{NH}_3} = 2,24\text{m}^3 = 2,24\text{m}^3 \times 1000 = 2240\text{dm}^3$.

- obliczenie liczby moli amoniaku $n = 2240\text{dm}^3 : 22,4\text{dm}^3/\text{mol} = 100$ moli

- obliczenie masy otrzymanego HNO_3 , $M_{\text{HNO}_3} = 63\text{g/mol}$

4 mole amoniaku ----- $0,432 \times 4 \times 63\text{g}$ kwasu

100 moli ----- x

$$x = 2721,6\text{g HNO}_3$$

- obliczenie masy 60% roztworu kwasu

1000g (1kg 60% roztworu) ----- 600g HNO_3

x ----- 2721,6g

$$x = 4,536\text{kg}$$

Zadanie 2; Monosacharyd (glukoza) otrzymany w wyniku hydrolizy 1 kg skrobi poddano fermentacji alkoholowej, otrzymując 142g etanolu. Oblicz wydajność reakcji.

Metoda rozwiązania:

-hydroliza skrobi w obecności H^+ : $(C_6H_{11}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$

- obliczenie liczby moli reszt glukozy w 1000g skrobi

$M_{C_6H_{11}O_5} = 163g/mol$; $n = 1000g : 163g/mol = 6,135$ mola

- obliczenie masy glukozy: $m = 6,135 \text{ mola} \times 163g + 6,135 \times 18g(\text{woda}) = 1110,4g$ glukozy

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5-OH + 2CO_2$: $M_{C_6H_{12}O_6} = 180g/mol$, $M_{C_2H_5-OH} = 46g/mol$

$1 \text{ mol} \rightarrow 2 \text{ mole} + 2 \text{ mole}$

$180g \rightarrow 2 \times 46g + 2mole$

- obliczenie masy etanolu przy 100% wydajności reakcji

$180g \text{ -----} 92g$

$1110,4g \text{ -----} x$

$x = 567,5g$

- obliczenie rzeczywistej wydajności

$\eta = 142g : 567,5g \times 100\% = 25\%$

Zadania do samodzielnej rozwiązania:

1. W reakcji 30g glinu z nadmiarem wodnego roztworu NaOH o stężeniu $1mol/dm^3$ powstaje $30dm^3$ wodoru.
 - a) Napisz równanie reakcji (produktem jest tetrahydroksoglinian sodu),
 - b) Oblicz wydajność reakcji.
2. Do roztworu zawierającego 17g azotanu(V) srebra dodano kwas chlorowodorowy. Masa wytrąconego osadu (AgCl) po odsączeniu i wysuszeniu wyniosła 11,5g. Oblicz procentową wydajność reakcji.
3. Jaka objętość etynu (warunki normalne) jest potrzebna do otrzymania 600g kwasu etanowego (octowego) otrzymanego metodą Kuczerowa (kat. $HgSO_4 + H_2SO_4$), jeżeli wydajność na poszczególnych etapach procesu wynosi:
 - I. $CH \equiv CH + H-OH \rightarrow CH_3CHO - 50\%$,
 - II. $CH_3CHO + [O] \rightarrow CH_3COOH - 40\%$
4. W wyniku spalania 56g etenu otrzymano $67,2dm^3$ CO_2 (warunki normalne). Ile wynosi procentowa wydajność reakcji?