

Wydajność reakcji chemicznych

Pojęcie wydajności reakcji **W** – jest to wyrażony w procentach stosunek ilości otrzymanego produktu do ilości jaką można teoretycznie otrzymać (ilość wynikająca ze stechiometrii danej reakcji chemicznej):

n – liczba moli produktu, m – masa produktu, V – objętość produktu – zgodna z równaniem odpowiednie wielkości z indeksem r – odpowiadają ilościom rzeczywiście otrzymanego produktu.

W przypadku procesów wieloetapowych łączną wydajność procesu obliczamy jako iloczyn wydajności poszczególnych etapów, pamiętając, że procent jest ułamkiem o mianowniku 100.

Wydajność reakcji chemicznej – stosunek masy produktu otrzymanego w wyniku **reakcji chemicznej** do teoretycznej jego masy obliczonego na podstawie **współczynników stechiometrycznych równania** tej reakcji i ilości użytych **substratów**.

Wydajność wyraża się zwykle w **procentach**:

$$W = \frac{P_r}{P_t} \cdot 100\%,$$

Gdy we wzorze użyte są masy produktów mówi się o wydajności masowej, gdy użyte są liczby moli mówi się o wydajności molowej. Wydajność molowa i masowa zazwyczaj się różnią, gdyż różne są **masy molowe** substratów i produktu.

Wydajność reakcji chemicznej najczęściej jest wyrażana w procentach.

Jeżeli reakcja chemiczna przebiega wieloetapowo, to całkowitą wydajność można obliczyć ze wzoru:

$$W = \frac{W_1}{100\%} \cdot \frac{W_2}{100\%} \cdot \dots \cdot \frac{W_n}{100\%} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_1, W_2, \dots, W_n – wydajności etapów 1., 2., ..., n .

<https://www.youtube.com/watch?v=mexzYBoQztM>

<https://>

www.youtubelist=PL5pn8h528cOgEuT33V9wzVY9QZwLVCLeZ&index=13

<https://www.youtub.com/watch?v=pSWdRSYCBh0&e.com/watch?v=KYVLik-JF4U&list=PL5pn8h528cOgEuT33V9wzVY9QZwLVCLeZ&index=14>

Przeanalizujcie przykłady a potem sami starajcie się rozwiązać te zadania i sprawdzić swoje rozwiązanie z podanym przykładem.

Tu jeszcze jest kilka przykładów, zalecam przeczytanie dla lepszego zrozumienia tematu.

<https://pl.khanacademy.org/science/chemistry/chemical-reactions-stoichiome/limiting-reagent-stoichiometry/a/limiting-reagents-and-percent-yield>

<https://pl.khanacademy.org/science/chemistry/chemical-reactions-stoichiome/limiting-reagent-stoichiometry/a/limiting-reagents-and-percent-yield>

Przykład 1

W reakcji przebiegającej w mieszaninie zawierającej 10g N₂ i 20 dm³ H₂ (warunki normalne), powstaje 0,5 mola NH₃.

Oblicz wydajność reakcji (W).

Dane:

m N₂ = 10g

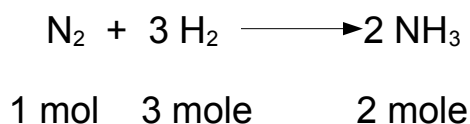
M N₂ = 28g/mol

V H₂ = 20 dm³

n NH₃ = 0,5 mola (P_r)

W warunkach normalnych 1 mol gazu zajmuje objętość 22,4dm³

Należy obliczyć: W = ?



10g N₂ ile to moli ?

1 mol N₂ - 28g

xN₂ - 10g

lub z wzoru

$$n = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}$$

obliczamy z proporcji

$$xN_2 = (1 \text{ mol } N_2 * 10g) / 28g$$

$$n = \frac{10g}{28g} = 0,36 \text{ mola } N_2$$

$$xN_2 = 0,36 \text{ mola } N_2$$

20 dm³ H₂ ile to moli ?

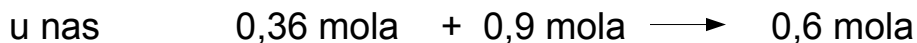
1 mol H₂ - 22,5 dm³

xH₂ - 20 dm³

$$xH_2 = (1 \text{ mol } H_2 * 20 \text{ dm}^3) / 22,4 \text{ dm}^3$$

$$xH_2 = 0,9 \text{ mola}$$

zatem



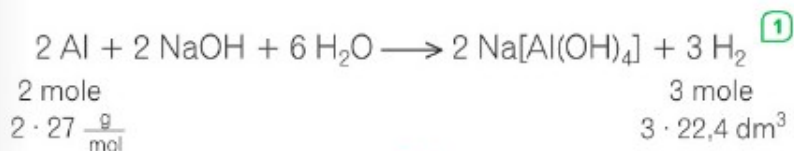
(nadmiar N₂ - wystarczyło by 0,3 mola) powinno powstać czyli P_t = 0,6

$$W = \frac{Pr}{Pt} * 100\% = \frac{0,5}{0,6} * 100\% = 83\%$$

Przykład 2

Obliczanie wydajności reakcji chemicznej

Do roztworu wodorotlenku sodu wrzucono próbkę glinu o masie 3,5 g. Podczas przebiegu reakcji wydzielono się 3,9 dm³ wodoru (mierzonego w warunkach normalnych). **Oblicz wydajność tej reakcji chemicznej**, a wynik podaj z dokładnością do liczby całkowitej.



z 54 g Al powstaje 67,2 dm³ H₂
z 3,5 g Al powstaje x dm³ H₂

$$x = \frac{3,5 \text{ g} \cdot 67,2 \text{ dm}^3}{54 \text{ g}}$$

$$x = 4,36 \text{ dm}^3$$

$$W = \frac{3,9 \text{ dm}^3}{4,36 \text{ dm}^3} \cdot 100\%$$

$$W = 89,45\%$$

$$W = 89\%$$

Etapy rozwiązywania

- 1 Napisz równanie reakcji chemicznej oraz ustal współczynniki stechiometryczne.
- 2 Odczytaj z układu okresowego pierwiastków chemicznych masę molową glinu, a następnie oblicz objętość wodoru, która powinna powstać w tej reakcji chemicznej.
- 3 Oblicz wydajność reakcji chemicznej.
- 4 Podaj wynik wraz z prawidłową jednostką i określona w poleceniu dokładnością.

Przykład 3

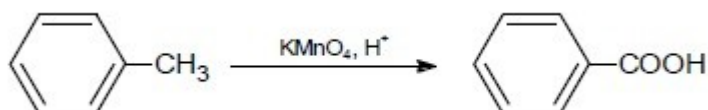
Oblicz wydajność reakcji utleniania 3g toluenu nadmiarem KMnO₄ w środowisku kwaśnym jeżeli w jej wyniku otrzymano 2.5 g kwasu benzoowego.

Odpowiednie masy molowe wynoszą:

toluen - 92 g/mol

kwas benzoowy - 122 g/mol

Równanie tej reakcji ma postać:



Odpowiedź:

W tym przykładzie nie wyznaczamy, który reagent występuje w niedomiarze,

ponieważ informacja ta została podana w temacie zadania. Ze stechiometrii reakcji wynika, że z jednego mola toluenu powstaje jeden mol kwasu czyli z:

92 g toluenu - 122 g kwasu benzoowego
3 g toluenu - x g kwasu benzoowego

Rozwiązując proporcję otrzymuje się, że:

x = 3.98 g - tyle kwasu powinno powstać przy 100% wydajności reakcji (P_t)

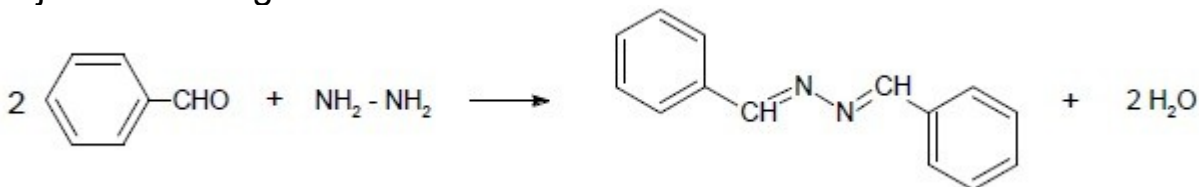
Ponieważ w reakcji otrzymano 2.5 g (P_r) kwasu benzoowego wydajność przeprowadzonej reakcji wynosiła:

$$W = 2.5 \text{ g } (P_r) / 3.98 \text{ g } (P_t) \times 100 \% = 62.8 \%$$

Przykład 4

Oblicz wydajność reakcji 4 g benzaldehydu z 0.4 g hydrazyny jeżeli w jej wyniku otrzymano 2 g azyny (P_r).

Reakcja zachodzi zgodnie z równaniem:



Odpowiednie masy molowe wynoszą:

benzaldehyd - 106 g/mol

hydrazyna - 32 g/mol

azyne - 208 g/mol

Odpowiedź:

W reakcji biorą udział dwa substraty, w związku z tym konieczne jest obliczenie, który z substratów występuje w niedomiarze, gdyż to jego ilość decyduje o wydajności reakcji.

Z reakcji stechiometrycznej wynika, że 2 mole benzaldehydu reagują z 1 molem hydrazyny.

Zatem zgodnie z równaniem stechiometrycznym:

2 x 106 g benzaldehydu - 32 g hydrazyny

4 g benzaldehydu - x g

x = 0.6 g hydrazyny

Z powyższych obliczeń wynika, że zgodnie ze stechiometrią 4 g benzaldehydu reaguje z 0.6 g hydrazyny, ponieważ w reakcji użyto 0.4 g hydrazyny - hydrazyna została użyta w niedomiarze wobec tego niecały benzaldehyd uległ przemianie.

Wydajność reakcji liczy się względem substratu użytego w niedomiarze. W tym wypadku względem hydrazyny.

Z równania reakcji wynika, że z 1 mola hydrazyny powstaje 1 mol azyny czyli:

32 g hydrazyny - 208 g azyny

0.4 g hydrazyny - x g azyny

x = 2.6 g - tyle azyny powinno powstać przy 100% wydajności reakcji (P_t)

Ponieważ w reakcji otrzymano 2 g azyny, wydajność przeprowadzonej reakcji wynosiła:

$W = 2 \text{ g } (P_r) / 2.6 \text{ g } (P_t) \times 100 \% = 76.9 \%$