

Jak nauczać o reakcjach jądrowych

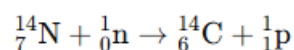
– przewodnik dydaktyczny

1. Wprowadzenie – Czym jest reakcja jądrowa?

Reakcja jądrowa to przemiana jądra atomowego, w wyniku której może powstać nowe jądro, inne cząstki lub energia. W odróżnieniu od reakcji chemicznych, zmiany dotyczą samego jądra atomu, a nie elektronów na powłokach.

Przykład:

W tym przykładzie azot zderza się z neutronem i zamienia się w węgiel oraz proton.



2. Cząstki elementarne i złożone

Cząstki elementarne

e⁻

p

n

Proton

Odkrywcą: Ernest Rutherford (1917)

Eksperyment: Bombardowanie azotu cząstkami alfa.

${}^{14}_7\text{N} + \alpha \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + \text{p}$

Właściwości:

- Symbol: p
- Ladunek: +1u (= +1,602×10⁻¹⁹ C)
- Masa: 1,673×10⁻²⁷ kg
- Status: złożona (2u + 1d)

Znaczenie: Proton to podstawowy składnik jąder atomowych, definiuje liczbę atomową pierwiastka.

cUOP

Pb Z: 82 A: 207	Bi Z: 83 A: 209	Po Z: 84 A: 210	At Z: 85 A: 211	Rn Z: 86 A: 222	Fr Z: 87 A: 223
Ra Z: 88 A: 226	Ac Z: 89 A: 227	Th Z: 90 A: 232	Pa Z: 91 A: 231	U Z: 92 A: 238	Np Z: 93 A: 237
Pu Z: 94 A: 244	Am Z: 95 A: 243	Cm Z: 96 A: 247	Bk Z: 97 A: 247	Cf Z: 98 A: 251	Es Z: 99 A: 252

Tor

Pierwiastek promieniotwórczy, używany w energetyce jądrowej.

Masa: 232.03806 u

Deficyt masy: 1.84722 u

Energia wiązania: 1720.69 MeV

Energia wiązania na nukleon: 7.42 MeV

Okres półtrwania: 14 miliardów lat

Cząstka	Symbol	Ładunek [e]	Masa (u)	Uwagi
Elektron	e ⁻	-1	~0.0005	Składnik powłoki elektronowej
Pozyton	e ⁺	+1	~0.0005	Antycząstka elektronu
Proton	p lub ¹ ₁ H	+1	~1.007	Składnik jądra
Neutron	n	0	~1.008	Składnik jądra
Deuteron	² ₁ H	+1	~2.014	Jądro deuteru (p + n)
Tryton	³ ₁ H	+1	~3.016	Jądro trytu (p + 2n)
Cząstka alfa	α lub ⁴ ₂ He	+2	~4.002	Hel-4, emitowany w rozpadach

3. Zasady zachowania w reakcjach jądrowych

Ucz uczniów analizowania reakcji jądrowych tak, jak równań matematycznych — z zachowaniem odpowiednich zasad:

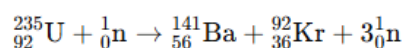
Zachowanie liczby masowej (A):

Suma liczby nukleonów przed reakcją = suma po reakcji

Zachowanie liczby atomowej (Z):

Suma ładunków jądrowych przed reakcją = suma po reakcji

Przykład:



→ Zasady są zachowane:

A: $235 + 1 = 141 + 92 + 3 \times 1 = 236$

Z: $92 + 0 = 56 + 36 + 0 = 92$

Kalkulator reakcji jądrowych

Wybierz reakcję:

Synteza 2 jąder deuteru

Równanie reakcji: $2{}^2\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + \gamma$

Masa składników: 4.028200 u

Masa produktów: 4.002600 u

Deficyt masy: 0.025600 u

Energia reakcji: 23.8464 MeV

Reakcje jądrowe

Wybierz reakcję:

${}^7\text{Li} + {}^1\text{p} \rightarrow 2 \times {}^4\text{He}$

Składniki:

- ${}^7\text{Li}$, $m_{\text{Li}} = 7.016005 \text{ u}$
- ${}^1\text{p}$, $m_{\text{p}} = 1.007276 \text{ u}$

Produkty:

- $2 \times {}^4\text{He}$, $m_{\text{He}} = 2 \times 4.002603 \text{ u}$

$m_{\text{s}} = 8.023281 \text{ u}$

$m_{\text{p}} = 8.005206 \text{ u}$

$\Delta m = 0.018075 \text{ u}$

Energia $E_{\text{tr}} = 16.84 \text{ MeV}$

Pomoc

☢ 4. Typy rozpadów promieniotwórczych

Rozpady promieniotwórcze

Wybierz jądro macierzyste:

Liczba rozpadów alfa:

Liczba rozpadów beta-:

Liczba rozpadów beta+:

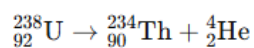
Nazwa jądra pochodnego: Aktyn Ac

Liczba nukleonów (A): 230

Liczba protonów (Z): 89

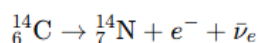
1. Rozpad alfa (α)

Emisja cząstki alfa – jądro traci 2 protony i 2 neutrony:



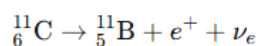
2. Rozpad beta minus (β^-)

Neutron zamienia się w proton, emisja elektronu i antyneutrino:



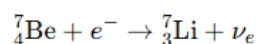
3. Rozpad beta plus (β^+)

Proton zamienia się w neutron, emisja pozytonu i neutrino:



4. Wychwyt elektronowy (EC)

Proton + elektron → neutron + neutrino:



5. Strategie dydaktyczne

Etap 1: Uświadomienie różnicy między reakcją chemiczną a jądrową

- Pokaz: reakcja chemiczna (np. spalanie magnezu) vs reakcja jądrowa (film/animacja)
- Podkreślenie: w reakcjach jądrowych zmienia się jądro, nie otoczka elektronowa

Etap 2: Modele i symbole

- Tablica z symbolami cząstek i ich właściwościami (lub fiszki)
- Interaktywna tabela nuklidów

Etap 3: Zasady zachowania – ćwiczenia

- Rozdanie uczniom prostych reakcji z lukami – uzupełnij brakujące wartości A i Z
- Gra: „Detektyw jądrowy” – znajdź brakującą cząstkę

Etap 4: Rozpady promieniotwórcze

- Krótkie animacje każdego typu rozpadu
- Modele 3D z klocków lub kulek (p = czerwona, n = niebieska, e^- = żółta kulka itd.)
- Zadania: zaklasyfikuj typ rozpadu, uzupełnij równania

6. Proponowane środki dydaktyczne

- Modele kulek (proton, neutron)
- Animacje (np. PhET Radioactive Decay)
- Tabela nuklidów lub karta promieniotwórczości
- Karty z reakcjami (typ układanki: wejście–reakcja–produkt)

7. Eksperymenty i pokazy, filmy (dla szkół z dostępem do źródeł promieniotwórczych)

- Obserwacja śladów promieniowania w komorze mgłowej (np. ślady cząstek alfa)
- Dozymetria: pomiary promieniowania tła

8. Praca domowa / Projekty uczniowskie

- Opracuj plakat z rozkładem szeregu uranowego
- Zbuduj „model rozpadu alfa” z plasteliny/klocków
- Narysuj komiks: „Życie atomu, który się rozpadł”

Podsumowanie – Co uczeń powinien umieć:

1. Wyjaśnić, czym jest reakcja jądrowa i czym różni się od chemicznej
2. Rozpoznać cząstki jądrowe i znać ich właściwości
3. Stosować zasady zachowania liczby masowej i atomowej
4. Rozróżniać rodzaje rozpadów promieniotwórczych
5. Zapisywać i analizować równania reakcji jądrowych