

Cz.XIV- Przemiany jądrowe

1. Charakterystyka przemian jądrowych: promieniowanie : α , β , γ .

- promieniowanie α (jony helu ${}^4_2\text{He}^{2+}$) w polu elektrostatycznym zostaje odchylone w kierunku bieguna ujemnego, promieniowanie mała przenikliwe, zatrzymuje je kartka papieru,
- promieniowanie β (strumień elektronów (e^-)) w polu elektrostatycznym zostaje odchylone w kierunku bieguna dodatniego, dość przenikliwe, zatrzymuje grubsza warstwa ołowiu lub glinu,
- promieniowanie γ fale elektromagnetyczne o wysokiej energii i przenikliwości, zatrzymują kilkucentymetrowe warstwy ołowiu, w polu elektrostatycznym nie ulega odchyleniu .

2. Przemiany jądrowe:

A. naturalne: (przesunięcie w układzie okresowym pierwiastków chemicznych zgodnie z regułą Sodde'go – Fajansa.

- **przemiana α** : ulegają jądra atomów bardzo ciężkich o $A \geq 210$
 ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\alpha$ (${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$); (przesunięcie o 2 miejsca w lewo)
- **przemiana β^-** : ulegają jądra atomów, które mają nadmiar neutronów w stosunku do protonów (${}_1^0n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e$)
 ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e$ (${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}_{-1}^0e$); (przesunięcie i jedno miejsce w lewo)
- **przemiana β^+** : ulegają jądra atomów, które mają nadmiar protonów w stosunku do neutronów (${}_1^1p \rightarrow {}_1^0n + {}_{+1}^0e$)
 ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e$ (${}^{22}_{11}\text{Na} \rightarrow {}^{22}_{10}\text{Ne} + {}_{+1}^0e$); (przesunięcie o jedno miejsce w lewo)
- **wychwyt K** (wychwyt elektronu przez proton) (${}_1^1p + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_1^0n$)
 ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{-1}^0e$ (${}^7_4\text{Be} + {}_{-1}^0e \rightarrow {}^7_3\text{Li}$); (przesunięcie o jedno miejsce w lewo).

B. Przemiany sztuczne:

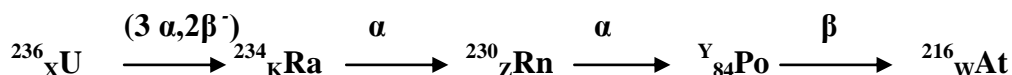
- **bombardowanie protonami**: ${}_3^6\text{Li} + {}_1^1p \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_2^4\text{He}$
- **bombardowanie neutronami**: ${}^{35}_{17}\text{Cl} + {}_1^0n \rightarrow {}^{35}_{16}\text{S} + {}_1^1p$ (wybicie protonu przez neutron).
- **rozszczepienie jąder; zderzenie jądra z cząstką wywołuje rozpad jądra ciężkiego na dwa nowe jądra z równoczesnym uwolnieniem cząstek elementarnych**:
 ${}^{235}_{92}\text{U} + {}_1^0n \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Xe} + {}^{93}_{36}\text{Kr} + 3{}_1^0n$;
- **synteza jąder: w wyniku zderzenia jader lekkich powstają jądra cięższe i uwalnia się energia**: ${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + \text{energia}$.

Przykładowe zadanie:

1. Jądro atomu pierwiastka X po 4 rozpadach α i 3 rozpadach β^- staje się jądrem pierwiastka Y. Określ liczbę masową (A) i liczbę atomową Z pierwiastka Y.
Rozwiązanie: $Z_Y = Z_X - 4 \times 2 + 3 \times 1 = Z_X - 5$.
 $A_Y = A_X - 4 \times 4 = A_X - 16$.

Zadania do samodzielnego rozwiązania:

1. Pierwiastek promieniotwórczy A_ZX ulega dwukrotnie przemianie α , trzykrotnie przemianie β^- i raz przemianie β^+ . Jaką liczbę atomową Z i masową A będzie miał produkt końcowy tych przemian.
2. Wskaż w układzie okresowym położenie (grupę i okres) pierwiastka otrzymanego z radu w wyniku emisji dwóch cząsteczek α i dwóch cząsteczek β^- .
3. W wyniku przemian promieniotwórczych jąder: ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ przekształciło się w ${}^{218}_{85}\text{At}$, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ przekształciło się w ${}^{200}_{80}\text{Hg}$, ${}^{238}_{92}\text{U}$ przekształciło się w ${}^{230}_{90}\text{Th}$. Oblicz, ile cząsteczek α i β^- zostało wypromieniowanych w każdej z tych przemian.
4. W podanym schemacie przemian, brakujące liczby oznakowana literami: X, K, Y, Z, W. Przypisz tym oznaczeniom określone wartości:



Okres półtrwania połowicznego rozpadu ($t_{1/2}$)

Czas, po którym połowa masy izotopu ulega rozpadowi (jego promieniotwórczość zmaleje o połowę). Wpisz tutaj równanie.

Zadanie przykładowe:

1. Okres połowicznego rozpadu radioaktywnego radu wynosi ok. 70 dni. W wyniku awarii elektrowni jądrowej w Czernobylu w dniu 26 kwietnia 1986r na teren województwa zielonogórskiego opadło 320g radioaktywnego jodu. Oblicz ile gramów radioaktywnego izotopu jodu było ok. 26 listopada tego roku.
Rozwiązanie: od 26 kwietnia do 26 listopada upłynęło 7 miesięcy, tj $t = 210$ dni.
 $t : t_{1/2} = 210\text{dni} : 70\text{dni} = 3$
 $m_k = m_o \times (1/2)^3 = 320\text{g} \times (1/2)^3 = 320\text{g} \times 1/8 = 40\text{g}.$

Zadania do samodzielnego rozwiązania.

1. Podczas badania eksponatu archeologicznego wykonanego z drewna stwierdzono, że intensywność rozpadu promieniotwórczego izotopu ${}^{14}\text{C}$ jest 4-krotnie mniejsza niż w świeżo ściętym drzewie. Przyjmując $t_{1/2}$ tego izotopu węgla wynosi 5730 lat, oblicz wiek eksponatu.
2. Okres połowicznego rozpadu ${}^{234}\text{Th}$ wynosi 14,3dnia. Jeżeli założymy, że na określonym obszarze na dzień dzisiejszy znajduje się 10g tego izotopu, to ile pozostanie po 71,5 dniach.