

**Zadania z przedmiotu Fizyka Jądrowa i Cząstek Elementarnych
dla studentów VI semestru kierunku Fizyka Techniczna
ZESTAW 1**

1. a) Stront-90 ($^{90}_{38}\text{Sr}$) ulega rozpadowi z czasem połowicznego zaniku $T_{1/2} = 28$ lat. Ile czasu potrzeba, aby 90% pierwotnej ilości danej próbki rozpadło się ?
 b) W preparacie promieniotwórczym $^{32}_{15}\text{P}$ o czasie połowicznego zaniku $T_{1/2} = 14$ dni jest $N = 10^8$ atomów. Obliczyć ilość atomów w tym preparacie cztery tygodnie wcześniej
 c) Czas połowicznego zaniku $^{210}_{84}\text{Po}$ wynosi $T_{1/2} = 138,4$ dnia. Obliczyć aktywność [w Bq] po jednym roku zakładając, że ilość początkowa izotopu była równa $m_0 = 1,0 \mu\text{g}$.
2. Obliczyć ile lat mają szczątki drewnianej budowli znalezionej w trakcie wykopalisk archeologicznych, jeżeli aktywność próbki drewna zawierającej $m = 2,5$ g czystego węgla a spowodowana obecnością w drzewie radioaktywnego izotopu węgla $^{14}_6\text{C}$ wynosi 15,2 cpm (rozpadu na minutę). Wiadomo, że aktywność jednego grama czystego węgla otrzymanego z żyjącej rośliny wynosi $A_0 = 13,6$ cpm, a czas połowicznego zaniku izotopu $^{14}_6\text{C}$ wynosi $T_{1/2} = 5730$ lat.
3. W o prawo rozpadu promieniotwórczego wyprowadzić wyrażenie na $T_{1/3}$ – „czas 1/3 zaniku” pierwiastka promieniotwórczego, tj. czas potrzebny na to, aby pierwiastek rozpadł się do 1/3 swej pierwotnej ilości. Przyjąć, że znana jest stała rozpadu λ .
4. W o prawo rozpadu promieniotwórczego wyprowadzić wyrażenie na średni czas życia jądra promieniotwórczego - τ . Przyjąć, że znana jest stała rozpadu λ .
5. Izotop promieniotwórczy $^{212}_{83}\text{Bi}$ o czasie połowicznego zaniku $T_{1/2} = 61$ min emituje zarówno cząstki α jak i β , przy czym rozpady α stanowią 34% rozpadów, a rozpady β stanowią 66%. Dla $m = 1 \mu\text{g}$ próbki $^{212}_{83}\text{Bi}$ wyznaczyć aktywność początkową dla rozpadu α i rozpadu β oraz odpowiednie aktywności po $t = 30$ godzinach.
6. Obliczyć liczbę cząstek β wysyłanych w ciągu $t = 1$ s przez promieniotwórczy izotop potasu $^{40}_{19}\text{K}$ (aktywność β potasu), zawarty w masie $M = 100$ g kryształu chlorku potasu (KCl). Wiadomo, że izotop potasu $^{40}_{19}\text{K}$ rozpada się przez emisję β z prawdopodobieństwem $p = 89\%$ (drugi, alternatywny sposób rozpadu potasu $^{40}_{19}\text{K}$ to wychwyt K), a zawartość tego izotopu w naturalnym potasie (abundancja) wynosi $a = 0,012\%$. Czas połowicznego zaniku dla $^{40}_{19}\text{K}$ wynosi $T_{1/2} = 1,26 \cdot 10^9$ lat.
7. Izotop 1 rozpada się na izotop 2 ze stałą rozpadu wynoszącą λ_1 , a ten z kolei rozpada się na izotop 3 ze stałą rozpadu wynoszącą λ_2 .
 a) Wyznaczyć jak zmienia się w czasie ilość izotopów 1, 2 i 3 oraz ich aktywność. Przyjąć, że w chwili początkowej ilość izotopu 1 wynosił N_{10} , a ilości izotopów 2 i 3 były równe zeru ($N_{20} = N_{30} = 0$).
 b) W oparciu o rozwiązanie punktu a) określić zależność pomiędzy ilością izotopów 1 i 2 oraz aktywnością tych izotopów w przypadku gdy $\lambda_2 \gg \lambda_1$, ze szczególnym uwzględnieniem przypadku gdy λ_1 ma bardzo małą wartość.
 c) Zależność ilości izotopów 1 i 2 w przypadku gdy $\lambda_2 \gg \lambda_1$ oraz λ_1 ma bardzo małą wartość nazywamy *równowagą wiekową*. Występuje ona w przyrodzie np. pomiędzy izotopami uranu $^{234}_{92}\text{U}$ oraz $^{238}_{92}\text{U}$. Wykorzystując wynik uzyskany w punkcie b) wyznaczyć jaki jest czas połowicznego zaniku $^{234}_{92}\text{U}$, jeżeli wiadomo, że zawartość $^{234}_{92}\text{U}$ w uranie naturalnym jest równa 0,0058%, a czas połowicznego zaniku $^{238}_{92}\text{U}$ wynosi $T_{1/2\text{U}238} = 4,51 \cdot 10^9$ lat.
 UWAGA: Chociaż $^{238}_{92}\text{U}$ nie rozpada się bezpośrednio na $^{234}_{92}\text{U}$ to z uwagi na bardzo krótki półokres rozpadu izotopów pośrednich w porównaniu z rozważanymi izotopami uranu możemy ten fakt pominąć w rozważaniach.