

Wyznaczanie maksymalnej energii promieniowania beta metodą absorpcyjną

Łukasz Matysik, Kamil Drewniak

7 kwiecień 2017

1 Wstęp teoretyczny

Promieniowanie beta - rodzaj promieniowania wysyłanego przez promieniotwórcze jądra atomowe podczas przemiany jądrowej. Promieniowanie beta powstaje podczas rozpadu β i w zależności od rodzaju tego rozpadu jest ono strumieniem elektronów (w przypadku rozpadu β^-) lub pozytonów (w przypadku rozpadu β^+). Promieniowanie beta jest silnie pochłaniane przez materię¹.

Absorbcja promieniowania - jest to proces pochłaniania promieniowania β przez napromieniowywaną materię².

Zasięg promieniowania jonizującego w danym materiale określa grubość warstwy tego materiału, która całkowicie pochłania to promieniowanie.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie maksymalnej energii promieniowania metodą absorpcyjną. Wewnątrz domku znajdował się licznik oraz został umieszczony preparat promieniotwórczy w pewnej odległości od licznika. W określonym czasie mierzona była ilość impulsów przy pustym domku oraz w momencie umieszczenia określonej ilości folii absorbcyjnych (w tym przypadku z aluminium).

2 Obliczenia

I [imp/min]	ln(I)
1511,34	7,320752
884,96	6,875542
640,34	6,461999
365,63	5,901622
303,49	5,715349
270,51	5,600309
215,29	5,371986
172,27	5,149063
122,1	4,80484
95,53	4,55944
70,61	4,257172

Wartość współczynnika μ policzona została za pomocą regresji liniowej w programie Microsoft Excel przy użyciu funkcji REGLINP. Po porównaniu wzoru na funkcję liniową ze wzorem

$$I = I_0 e^{-x\mu}$$

można przekształcić i otrzymać wzór:

$$\ln I = \ln I_0 - x\mu,$$

gdzie można zauważyć, że $\mu = -a$, więc $\mu = 9,7$, $u(\mu) = 1,64$. Współczynniki regresji liniowej funkcji $\ln I = f(x)$:

$$a = -9,7$$

$$u(a) = 1,64$$

$$b = 10,16$$

$$u(b) = 0,51$$

Wartość x_{max} obliczyliśmy za pomocą regresji liniowej $\ln(I) = f(x)$ dla $\ln(I_t)$ tła wynoszącego $\ln I_t = 2,27$.

$$a = -5,64$$

$$u(a) = 0,3$$

$$b = 7,04$$

$$u(b) = 0,09$$

Ze wzoru na funkcję liniową wyprowadziliśmy wzór na x_{max}

$$x_{max} = \frac{\ln I_t - b}{a}.$$

Po podstawieniu wartość $x_{max} = 0,84 \text{ mm}$.

Niepewność $u(x_{max})$ została policzona za pomocą prawa przenoszenia niepewności ze wzoru:

$$u(x_{max}) = \sqrt{\left(\frac{1}{aI_t}\right)^2 u^2(I_t) + \left(\frac{1}{a}\right)^2 u^2(b) + \left(\frac{\ln I_t - b}{a^2}\right)^2 u^2(a)}.$$

Jest ona równa $u(x_{max}) = 0,14 \text{ mm}$.

Maksymalny zasięg masowy badanego promieniowania w badanym materiale (glin) obliczony ze wzoru

$$R_{max} = \rho_{Al} x_{max},$$

gdzie $\rho_{Al} = 2,72 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

i wynosi $R_{max} = 228,5 \text{ mg/cm}^2$.

Niepewność $u(R_{max})$ policzona została z prawa przenoszenia niepewności ze wzoru

$$u(R_{max}) = \rho_{Al} u(x_{max})$$

i wynosi $u(R_{max}) = 49,28 \text{ mg/cm}^2$.

Z wykresu maksymalnego zasięgu masowego R promieniowania β od jego energii maksymalnej E_{max} odczytaliśmy $E_{max}(R_{max}) = 631,5 \text{ keV}$. Oszacowana przez nas niepewność $u(E_{max}(R_{max})) = 40 \text{ keV}$.

Wyznaczyliśmy również E'_{max} korzystając z półempirycznej zależności dla glinu, wstawiając R_{max} do wzoru

$$E'_{max} = \frac{R_{max} + 0,09}{0,52}$$

i wynosi $E'_{max} = 0,61 \text{ MeV}$. Niepewność $u(E'_{max})$ policzona została z prawa przenoszenia niepewności ze wzoru

$$u(E'_{max}) = \frac{u(R_{max})}{0,52}$$

i wynosi $u(E'_{max}) = 0,095 \text{ MeV}$

3 Zestawienie końcowe wyników

$$\mu = 9,7 ; u(\mu) = 1,64$$

$$x_{max} = 0,84 \text{ mm}; u(x_{max}) = 0,14 \text{ mm}$$

$$R_{max} = 228,5 \text{ mg/cm}^2 ; u(R_{max}) = 49,28 \text{ mg/cm}^2$$

$$E_{max} = 631,5 \text{ keV}; u(E_{max}) = 40 \text{ keV}$$

$$E'_{max} = 0,61 \text{ MeV} ; u(E'_{max}) = 0,095 \text{ MeV}$$

4 Wnioski

Porównując wartości E_{max} oraz E'_{max} można zauważyć, że są one do siebie zbliżone, a różnica w wartościach wynika z niedokładności wykonywanych pomiarów, zatem dzięki tej metodzie jesteśmy w stanie z całkiem dużą dokładnością wyznaczyć maksymalną energię promieniowania β .

5 Odnosniki

1.https://pl.wikipedia.org/wiki/Promieniowanie_beta

2.https://pl.wikipedia.org/wiki/Absorpcja_promieniowania_beta

3.https://platforma.polsl.pl/rif/pluginfile.php/104/mod_resource/content/9/A/7_Dzial_Fizyka_jadrowa/P1-J1%20%28A%29%20-InstrukcjaStrona.pdf - tabela maksymalnego zasięgu masowego oraz wszystkie wzor