

Arkusz kontrolny schematu "szereg uranowo-aktywny"

Opublikował: dr inż. Sebastian Żywicki

Energie cząstek α (alfa) uwalnianych przez poszczególne nuklidy podczas rozpadu w łańcuchu rozpadów szeregu uranowo-aktywnego

Legenda

Masa atomowa izotopu macierzystego M_m [u]

Masa atomowa progenu M_p [u]

Masa atomowa cząstki alfa M_α [u]

Nadmiar energii izotopu macierzystego ΔE_m [keV]

Nadmiar energii progenu ΔE_p [keV]

Nadmiar energii cząstki alfa ΔE_α [keV]

Energia rozpadu Q_α [keV]

Energia kinetyczna cząstki alfa E_α [MeV]

$$E_\alpha = \frac{Q_\alpha \cdot M_p}{10^3 \cdot M_m} \text{ [MeV]}$$

$$E_\alpha = \frac{[\Delta E_m - (\Delta E_p + \Delta E_\alpha)] \cdot M_p}{10^3 \cdot M_m} \text{ [MeV]}$$

Alternatywnie, nie dysponując wartościami nadmiaru energii, można korzystać bezpośrednio z równania A. Einsteina (z uwzględnieniem zasady zachowania pędu).

$$E_\alpha = \frac{(M_m - (M_p + M_\alpha)) \cdot c^2 \cdot A \cdot B \cdot M_p}{M_m} \text{ [MeV]}$$

$$A = 1,660538921 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{u}}$$

$$B = 6,24150934 \cdot 10^{12} \frac{\text{MeV}}{\text{J}}$$

$$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_\alpha = 931,49406037 \cdot \frac{(M_m - (M_p + M_\alpha)) \cdot M_p}{M_m} \text{ [MeV]}$$

A i B są stałymi służącymi do konwersji wartości masy podanej w j.m.a. (u) do wartości masy wyrażonej w kg oraz do konwersji wartości energii podanej w J do wartości energii wyrażonej w MeV.

Emisja podczas rozpadu U-235

$$E_{\alpha U-235} = \frac{[40920,456 - (33817,278 + 2424,91565)] \cdot 231,036304343}{10^3 \cdot 235,043929918} = 4,60 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Pa-231

$$E_{\alpha_{Pa-231}} = \frac{[33425,722 - (25850,941 + 2424,91565)] \cdot 227,0277521}{10^3 \cdot 231,03588399} = 5,06 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Th-227

$$E_{\alpha_{Th-227}} = \frac{[25806,176 - (17234,662 + 2424,91565)] \cdot 223,018502171}{10^3 \cdot 227,02770407} = 6,04 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Ra-223

$$E_{\alpha_{Ra-223}} = \frac{[17234,662 - (8830,754 + 2424,91565)] \cdot 219,009480204}{10^3 \cdot 223,018502171} = 5,87 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Rn-219

$$E_{\alpha_{Rn-219}} = \frac{[8830,754 - (-540,277 + 2424,91565)] \cdot 214,999419988}{10^3 \cdot 219,0094802} = 6,82 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Po-215

$$E_{\alpha_{Po-215}} = \frac{[-540,277 - (-10491,45 + 2424,91565)] \cdot 210,988736964}{10^3 \cdot 214,999419988} = 7,39 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Bi-211

$$E_{\alpha_{Bi-211}} = \frac{[-11858,421 - (-21033,666 + 2424,91565)] \cdot 206,977419429}{10^3 \cdot 210,98726946} = 6,62 \text{ MeV}$$

Energie cząstek β^- (beta minus) uwalnianych przez poszczególne nuklidy podczas rozpadu w łańcuchu rozpadów szeregu aktywnego

Masa atomowa izotopu macierzystego M_m [u]

Masa atomowa progeny M_p [u]

Energia rozpadu Q_β [keV]

Energia kinetyczna cząstki beta (minus) E_β [MeV]

$$E_\beta = \frac{Q_\beta \cdot M_p}{10^6 \cdot M_m} [\text{MeV}] = \frac{(M_m - M_p) \cdot c^2 \cdot A \cdot B \cdot M_p}{M_m}$$

$$A = 1,660538921 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{u}}$$

$$B = 6,24150934 \cdot 10^{12} \frac{\text{MeV}}{\text{J}}$$

$$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_\beta = 931,49406037 \cdot \frac{(M_m - M_p) \cdot M_p}{M_m} [\text{MeV}]$$

Emisja podczas rozpadu Ac-227

$$E_{\beta_{\text{Ac-227}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(227,027752127 - 227,02770407) \cdot 227,02770407}{227,027752127} = 0,04 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Pb-211

$$E_{\beta_{\text{Pb-211}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(210,988736964 - 210,98726946) \cdot 210,98726946}{210,988736964} = 1,37 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Tl-207

$$E_{\beta_{\text{Tl-207}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(206,977419429 - 206,975896887) \cdot 206,975896887}{206,977419429} = 1,42 \text{ MeV}$$