

Arkusz kontrolny schematu "szereg torowy"

Opublikował: dr inż. Sebastian Żywicki

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

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 Th-232

$$E_{\alpha_{Th-232}} = \frac{[35448,307 - (28941,792 + 2424,91565)] \cdot 228,031070292}{10^3 \cdot 232,038055325} = 4,10 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Th-228

$$E_{\alpha_{Th-228}} = \frac{[26772,188 - (18827,19 + 2424,91565)] \cdot 224,020211821}{10^3 \cdot 228,028741127} = 5,42 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Ra-224

$$E_{\alpha_{Ra-224}} = \frac{[18827,19 - (10613,426 + 2424,91565)] \cdot 220,011394}{10^3 \cdot 224,020211821} = 5,69 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Rn-220

$$E_{\alpha_{Rn-220}} = \frac{[10613,426 - (1783,844 + 2424,91565)] \cdot 216,001915035}{10^3 \cdot 220,011393981} = 6,29 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Po-216

$$E_{\alpha_{Po-216}} = \frac{[1783,844 - (-7547,389 + 2424,91565)] \cdot 211,991897543}{10^3 \cdot 216,001915035} = 6,78 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Po-212

$$E_{\alpha_{Po-212}} = \frac{[-10369,42 - (-21748,455 + 2424,91565)] \cdot 207,976652071}{10^3 \cdot 211,988867969} = 8,78 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Bi-212

$$E_{\alpha_{Bi-212}} = \frac{[-8117,295 - (-16749,473 + 2424,91565)] \cdot 207,9820187}{10^3 \cdot 211,991285724} = 6,09 \text{ MeV}$$

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

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 Ra-228

$$E_{\beta_{\text{Ra-228}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(228,031070292 - 228,031021112) \cdot 228,031021112}{228,031070292} = 0,05 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Ac-228

$$E_{\beta_{\text{Ac-228}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(228,031021112 - 228,028741127) \cdot 228,028741127}{228,031021112} = 2,12 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Pb-212

$$E_{\beta_{\text{Pb-212}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(211,9918975 - 211,9912857) \cdot 211,9912857}{211,9918975} = 0,57 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Bi-212

$$E_{\beta_{\text{Bi-212}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(211,991285724 - 211,988867969) \cdot 211,988867969}{211,991285724} = 2,25 \text{ MeV}$$

Emisja podczas rozpadu Tl-208

$$E_{\beta_{\text{Tl-208}}} = 931,49406037 \cdot \frac{(207,9820187 - 207,976652071) \cdot 207,976652071}{207,9820187} = 5,00 \text{ MeV}$$