

Видове радиоактивно разпадане

- α -разпадане (излъчване на хелиево ядро)

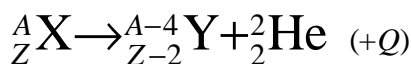
- *изобарни преходи*, характеризиращи се с промяна на ядреното състояние - става превръщане на един протон в неутрон или на неутрон в протон

Видове:

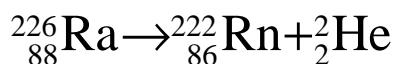
- снемане енергията на възбуждане на едно ядро без промяна на A и Z (гама-лъчи)
- β^- -радиоактивност с увеличаване на Z с единица
- β^+ -радиоактивност с намаляване на Z с единица
- електронно захващане с намаляване на Z с единица.

Енергетични условия при радиоактивното разпадане

α -разпадане



Пример за α -разпадане



Условието $Q > 0$ дава

$$M(Z, A) > M(Z - 2, A - 4) + M({}^4_2 \text{He})$$

Това условие е в сила и за атомните, и за ядрените маси, ако се пренебрегне енергията на свързване на електроните. Изразено чрез енергиите на свързване, това условие става:

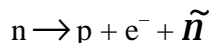
$$Q_\alpha = B(A - 4, Z - 2) - B(Z, A) + B({}^4_2 \text{He}) > 0$$

Енергията на разпадането е равна (с обратен знак) на енергията на отделяне за α -частица

$$Q_\alpha = -S_\alpha$$

Изобарни разпадания.

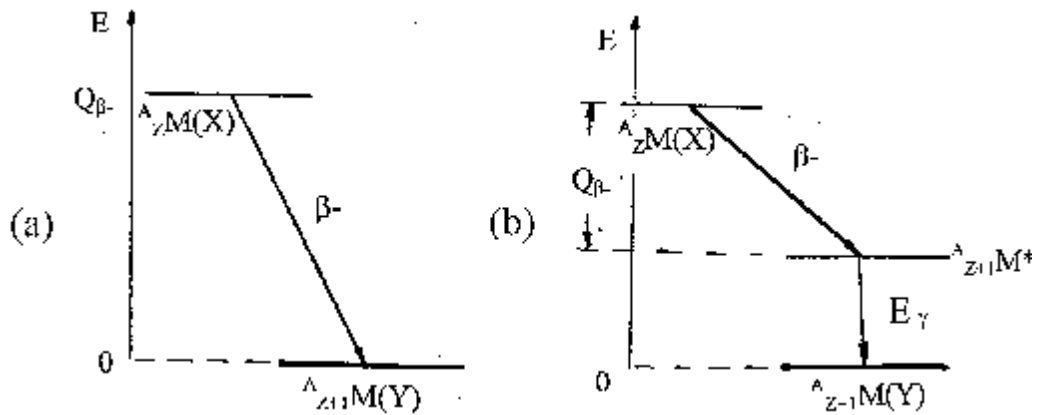
β^- -радиоактивност



Разпадането се записва по следния начин



В крайното състояние има три частици, е причина електронът и неутрино да имат непрекъснат спектър. Паули постулира, че едновременно с електрона трябва да се излъчва още една частица. С това той предсказва нова частица – неутрино, но експериментално доказателство за нейното съществуване е получено едва през 1956 г.



Условието по енергия е

$$M_{\text{я}}(A, Z) > M_{\text{я}}(A, Z+1) + m_0$$

Ако прибавим към двете страни неравенството Z електронни маси (пренебрегнем енергиите на свързване на електроните) се получава енергетичното условие за атомните маси:

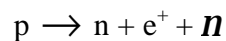
$$M_{\text{ат}}(A, Z) > M_{\text{ат}}(A, Z+1)$$

Енергията на разпада Q_{β^-} е равна на атомната масова разлика между двете ядра

$$Q_{\beta^-} = M_{\text{ат}}(A, Z) - M_{\text{ат}}(A, Z+1)$$

β^+ -радиоактивност

Реакцията



не е енергетично възможно за свободен протон! Разпадането е



Енергетичното условие е

$$M_{\text{я}}(A, Z) > M_{\text{я}}(A, Z-1) + m_0$$

Като се прибавят по Z електронни маси от всяка страна на неравенството (и се пренебрегнат енергиите на свързване на електроните в атомите) се получава условието за атомните маси:

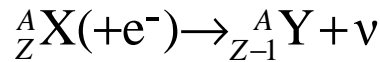
$$M_{\text{ат}}(A, Z) > M_{\text{ат}}(A, Z-1) + 2m_0$$

Енергията на позитронния разпад е

$$Q_{\beta^+} = M_{\text{ат}}(A, Z) - M_{\text{ат}}(A, Z + 1) - 2m_0c^2$$

Електронно захващане

Зарядът на ядрото намалява с единица, тъй като захващайки един електрон от атомната обвивка, един протон се превръща в неутрон $p + e^- \rightarrow n + \nu$. Процесът на разпадане се записва по следния начин:



Излъченото неутрино е моноенергетично, за разлика от неутриното, излъчено при β^- и при β^+ -разпаданията.

Енергетичното условие е:

$$M_{\text{я}}(A, Z) + m_0 > M_{\text{я}}(A, Z - 1)$$

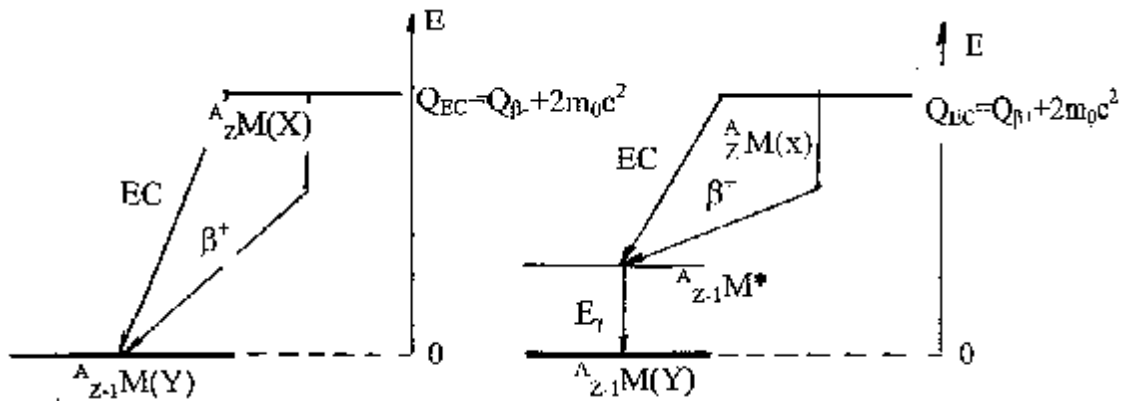
или, преминавайки към атомните маси с прибавяне на $(Z - 1)$ електронни маси от двете страни на равенството,

$$M_{\text{ат}}(A, Z) > M_{\text{ат}}(A, Z - 1).$$

Енергията на електронното захващане е

$$Q_{\text{EC}} = M_{\text{ат}}(A, Z) - M_{\text{ат}}(A, Z + 1) = Q_{\beta^-} + 2m_0c^2$$

Електронното захващане може да се извърши и в случаите, когато β^+ -разпадането е невъзможно. Той е *конкурентен процес* на β^+ -разпадането и при разлика в масите на двете ядра, по-малка от 1,022 MeV се извършва само то.



Съществуват и други видове радиоактивност с излъчване на *протони, неутрони, два протона, два неутрона*, но те се наблюдават в екзотични ядра, отдалечени от пътеката на стабилност и получавани в лабораторни условия чрез ядрени реакции.