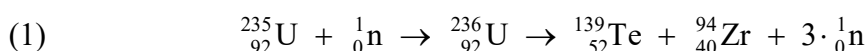


## Beregn Q-værdi ved fissionsproces

Vi skal benytte Metode 1 side 41 i min note *Kernekfysik* til at bestemme Q-værdien ved en bestemt fissionsproces. Ved en fissionsproces, hvor en stor kerne spaltes i to mindre fragmenter, vil slutproduktens samlede masse som bekendt være mindre end den oprindelige kernes masse. Forskellen i masse er  $\Delta m = m_{\text{efter}} - m_{\text{før}}$ . Det giver altså en negativ masseforskel. Ifølge *Einstein* er masse og energi to sider af samme sag. *Masse kan laves om til energi eller omvendt*, beskrevet ved *Einsteins formel*:  $E = m \cdot c^2$ , hvor  $E$  er energien,  $m$  er massen og  $c$  er lysets hastighed  $c = 299792458$  m/s.

I det følgende skal du beregne den energi, som frigøres når en enkelt kerne undergår fission, dvs. spaltes i to mindre kerner. Vi vil nærmere bestemt se på følgende proces:



Følgende data findes i Databogen:

Element	Masse (u)
${}_{92}^{235}\text{U}$	235,0439299
${}_{52}^{139}\text{Te}$	138,93473
${}_{40}^{94}\text{Zr}$	93,9063152
Elektron	$5,48579909065 \cdot 10^{-4}$
Neutron	1,0086649160

Desuden oplyses det, at  $1\text{u} = 1,66053878 \cdot 10^{-27}$  kg.

Masserne for de tre isotoper øverst i tabellen er *atommasser*, ikke *kernemasser*, som vi ønsker. Derfor trækker vi elektronernes masser fra\*).

\*) Hermed begås en lille fejl, da elektronerne også har en bindingsenergi. Sammenlignet med kernens bindingsenergi er den dog flere ti-potenser lavere, så fejlen er lille!

### Eksempel

Lad os fx udregne kernemassen for  ${}_{52}^{139}\text{Te}$ . Grundstoffet har lige så mange elektroner som protoner, så der er altså 52 elektroner. Atommassen kalder vi  $m_{\text{Te-139}}$ . En god værdi for kernens masse får vi ved at trække 52 elektronmasser fra atomets masse:

$$m_{\text{Te-139}} - 52 \cdot m_e = (138,93473 - 52 \cdot 5,48579909065 \cdot 10^{-4})\text{u} = 138,9062038\text{u}$$

Udfyld skemaet på næste side. HUSK at bruge mange cifre!!

Nr.	Beregning	Formel	Masse
1	Kernemassen af $^{139}_{52}\text{Te}$	$m_{\text{Te-139}} - 52 \cdot m_e$	138,9062038 u
2	Kernemassen af $^{94}_{40}\text{Zr}$	$m_{\text{Zr-94}} - 40 \cdot m_e$	
3	Massen af 3 neutroner	$3 \cdot m_n$	
4	Massen på højre side i u	$m_{\text{efter}}$ (felter: 1 + 2 + 3)	
5	Kernemassen af $^{235}_{92}\text{U}$	$m_{\text{U-235}} - 92 \cdot m_e$	
6	Massen af 1 neutron	$m_n$	
7	Massen på venstre side i u	$m_{\text{før}}$ (felter: 5 + 6)	
8	Forskel i masse i u	$\Delta m = m_{\text{efter}} - m_{\text{før}}$	
9	Forskel i masse i kg	$\Delta m = m_{\text{efter}} - m_{\text{før}}$	
10	Q-værdi	$Q = -\Delta m \cdot c^2$	

NB! Da forskellen i masse er negativ, blive Q-værdien positiv!

### Ekstra

Overvej, hvorfor vi i dette tilfælde godt kunne have regnet med atommasserne for at bestemme Q-værdien (dvs. ikke havde behøvet at korrigere for elektronmasserne)? Dette er dog ikke altid tilfældet, hvorfor vi ovenfor bruger den generelle metode til bestemmelse af Q-værdier.