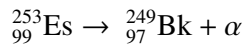


## Test von $E = mc^2$ an Einsteinium

Das Element Einsteinium wurde 1952 in den Reaktionsprodukten der ersten Wasserstoffbombe entdeckt. Wir wollen den radioaktiven Zerfall eines Einsteinium-Isotops benutzen, um das Gesetz  $E = mc^2$  zu testen. Beim häufigsten radioaktiven Zerfall von Es-253 wird nur ein Alphateilchen (He-4 Kern) ausgesandt. Dabei wird Einsteinium in Berkelium umgewandelt:



$$E_{\text{kin}}(\alpha) = 6.6327(5) \text{ MeV}$$

Der Messfehler ist in Einheiten der letzten Stelle angegeben (einfache Standardabweichung).

a) Berechnen Sie mit Hilfe der unten angegebenen atomaren Massen den Massendefekt  $\Delta m$ . Der Massendefekt ist die Differenz zwischen der Masse des Mutterkerns (Es) und den Massen der Tochterkerne (Bk und He). Überlegen Sie sich, warum statt der Masse des Alphateilchens jene des He-4 Atoms einzusetzen ist.

Es-253	+253. 084 818 (3.4) u
Bk-249	−249. 074 980 (3.4) u
He-4	−004. 002 603 250 (1) u
<hr/>	
$\Delta m =$	

b) Berechnen Sie aus dem Massendefekt  $\Delta m$  die freigesetzte Energie in MeV.

Die freigesetzte Energie ist etwas grösser als die kinetische Energie des Alphateilchens, weil der Berkeliumkern während der Emission einen Rückstoss erfährt und etwas kinetische Energie mitnimmt.

c) Wie hängen nach dem Impulserhaltungssatz die Geschwindigkeit des Alphateilchens und des Berkeliumkerns formal zusammen? Sie dürfen den nicht-relativistischen Ausdruck für den Impuls verwenden, da die Geschwindigkeiten wesentlich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit sind.

d) Berechnen Sie die kinetische Energie des Alphateilchens. Die freigesetzte Energie verteilt sich auf das Alphateilchen und den Rückstosskern. Drücken Sie die Energie des Rückstosskerns mit Hilfe des Impulssatzes durch jene des Alphateilchens aus. Sie dürfen den nicht-relativistischen Ausdruck für die kinetische Energie verwenden.

Ausblick: Mit solchen und ähnlichen Experimenten wird die Beziehung  $E = mc^2$  getestet. Sie ist mit einer Genauigkeit von  $10^{-6}$  erfüllt (2005).