# Hvorfor får alfapartiklen det meste af den frigjorte energi?

*Teoretisk model*

*En* α*-partikel er en heliumkerne. En ustabil atomkerne, kaldet moderkernen, deles i en datterkerne og en alfapartikel, hvor alfapartiklen får langt det meste af den frigivne energi. Alle* α*-partikeler udsendt fra den samme kerne, har den samme energi.*

Kernestoffet er: *Bevarelse af bevægelsesmængde (impuls), herunder elastiske stød i én dimension*

Opslaget indeholder

1. Hvordan kan α-partiklens kinetiske energi beregnes?
2. Hvorfor får α-partiklen det meste af den frigivne energi?

## 1. Hvordan kan *α*-partiklens kinetiske energi beregnes?

Q-værdi

Den frigjorte energi kaldes reaktionsenergien eller reaktionens Q-værdi. Ved en kernereaktion er Q-værdien defineret som tilvæksten i kinetiske energi

$$Q=∆E\_{kin} i en energifrigivende proces er ∆E\_{kin} >0$$

**Fordelingen af den frigjorte energi.**

En moderkerne M henfalder til en datterkerne D ved at udsende en heliumkerne

$$\rightarrow +$$

Det meste af den frigjorte energi bliver til kinetisk energi af heliumkernen. Energien der frigives kaldes processens Q-værdi og antallet af nukleoner i moderkernen kaldes *A*. Den kinetiske energi af alfakernen $E\_{kin, α} $kan findes via processens Q-værdi og antallet af nukleoner i moderkernen *A*

$$E\_{kin, α}= \frac{A-4}{A}∙Q$$

Hvis moderkernen ligger stille inden henfaldet, får datterkernen et lille skub bagud, når alfapartiklen skydes ud. Da datterkernen er meget tungere end heliumkernen, får heliumkernen det meste af den frigivne energi.

**Eksempel 1.** *Kinetisk energi af α-partiklen i**et**radium henfald.*

Betragt processen

$$\rightarrow +$$

Den kinetiske energi af *α-partiklen*

$$E\_{kin, α}= \frac{226-4}{226}∙Q$$

$$E\_{kin, α}= 0,98∙Q$$

98 % af den frigjorte energi går til α-partiklen. Ved nogle henfald er datterkernen i en exciteret tilstand og den henfalder derefter til grundtilstanden ved udsendelse af gammastråling.

**Opgave 1**

* Den mindste kerne der kan lave etα-henfald er $$. Vis at hver α-partiklen får 50 % af den frigivne energi.
* Vis, at hvis $$ kunne lave et α-henfald, så ville α-partiklen få 67 % af den frigivne energi.
* Den næstmindste kerne, der kan lave enα-henfald er $$. Vis at *α*-partiklen får 96 % af den frigivne energi.

## 2. Hvorfor får *α*-partiklen det meste af energien?

**Teoretisk model**

*Forenklinger*

* Moderkernen ligger stille inden henfaldet
* Massen af kernen er en simpel sum af nukleonernes masse, der ses her bort fra kernernes bindingsenergi
* Datterkernen er i grundtilstanden efter α-henfaldet
* Der regnes klassisk selvom α-partiklens fart er meget stor.

*Teori*

Definition på begrebet impuls (bevægelsesmængde)

$$impuls=masse∙hastighed$$

$$p=m∙v$$

hvor impulsen langs en ret linje skal regnes med fortegn.

*Energibevarelse*

Når moderkernen ligger stille inden henfaldet, er den frigive energi kinetisk energi af datterkernen og α-partiklen

$$E\_{kin,D}+E\_{kin,α}=Q$$

$$E\_{kin,D}=Q-E\_{kin,α}$$

*Impulsbevarelse*

Da moderkernen antages at ligge stille inden henfaldet, bevæger datterkernen og alfapartiklen sig i hver sin retning efter henfaldet. Impulsbevarelse giver

$$ p\_{efter}=p\_{før}$$

$$ m\_{α}∙v\_{α}+ m\_{D}∙v\_{D}=0$$

Alfa-partiklens kinetiske energi efter henfaldet

$$ m\_{α}∙v\_{α}=-m\_{D}∙v\_{D}$$

$$ m\_{α}^{2}∙v\_{α}^{2}=m\_{D}^{2}∙v\_{D}^{2} $$

$$ m\_{α}∙E\_{kin,α}=m\_{D}∙E\_{kin,D} $$

$$ m\_{α}∙E\_{kin,α}=m\_{D}∙\left(Q-E\_{kin,α}\right) $$

$$ m\_{α}∙E\_{kin,α}=m\_{D}∙Q-m\_{D}∙E\_{kin,α} $$

$$ (m\_{D}+m\_{α})∙E\_{kin,α}=m\_{D}∙Q $$

$$ E\_{kin,α}=\frac{m\_{D}}{m\_{D}+m\_{α}}∙Q $$

$$ ≈\frac{A-4}{A}∙Q $$

**Opgave 2**

Argumenter for hvert linjeskift ovenfor

**Opgave 3**

Vis, følgende sammenhæng mellem den kinetiske energi af alfapartiklen og datterkernen

$$E\_{kin, α}=\frac{m\_{D}}{m\_{α}}∙E\_{kin, D}$$

Den kinetiske energi af alfapartiklen fra radiumhenfaldet har 56 gange så stor energi som radium-kernen, fordi massen af radiumkernen er 56 gange så stor som alfapartiklens masse.