

Opgaver i AT forløb om radioaktivitet

Vi kigger her specielt på matematiske aspekter i forbindelse med radioaktivitet, dvs. egenskaber for *eksponentielle funktioner* og brug af *modeller*, her specielt *terningemodellen* for radioaktive henfald.



Opgave 1 (Terningemodellen)

- I naturvidenskab bruger man ofte *modeller* for at forstå og regne på nogle sammenhænge og forhold i naturen. Hvilke karakteristika (egenskaber) har *modeller*?
- Hvordan kan terningekast være en model for radioaktive henfald? Giv en kort beskrivelse af terningeforsøget. Hvad gjorde vi?
- Hvad symboliserer terningerne, og hvad svarer det til, når man slår en sekser?
- I det aktuelle forsøg med terninger skal du plotte antallet af tilbageværende terninger, som funktion af tiden. Her kan vi fx vedtage med os selv, at vi slår én gang med terningerne pr. sekund. Beskriv grafens udseende og forklar, hvorfor det er ret logisk, at den *ikke* er lineær. Hvorfor er det rimeligt, at det er en *eksponentiel udvikling*, der er tale om? (Tænk på egenskaber ved radioaktive henfald, som stemmer overens med egenskaber for eksponentielle funktioner).
- Foretag *eksponentiel regression* på data. Hvilken forskrift får du?
- Hvilken forskrift ville du have forventet? (Tænk på den forventede fremskrivningsfaktor og konstantled).
- Brug forskriften fra e) til at bestemme *halveringskonstanten*. Hvad fortæller halveringskonstanten noget om i terningeforsøget, og hvad svarer konstanten det til, når vi oversætter til radioaktive kerner?

Opgave 2

En radioaktive kilde benyttet i gymnasiet har fra starten aktiviteten 37 kBq, hvilket betyder, at 37000 radioaktive kerner henfalder hvert sekund i starten, mens kilden er ny. Det radioaktive stof i kilden er $^{137}_{55}\text{Cs}$. Halveringstiden for denne isotop er 30,17 år.

- Hvor stor er aktiviteten efter 30,17 år?
- Hvor stor er aktiviteten efter 50 år?
- Hvornår er aktiviteten nede på 1000 Bq?
- Bestem *henfaldskonstanten* k i forskriften $A(t) = A_0 \cdot e^{-k \cdot t}$.

Opgave 86 (Kulstof-14-metoden)

Kulstof-14-metoden er en metode til at bestemme alderen af arkæologiske fund. Der er kulstof i både muskelvæv og knogler. En lille brøkdel af dette kulstof er den radioaktive isotop C-14 (kulstof-14). I atmosfæren sker der hele tiden en dannelse af C-14 samtidigt med, at noget C-14 henfalder. Derved er der opstået en ligevægt mellem dannelse og



henfald af C-14 i atmosfæren. Da C-14 har de samme kemiske egenskaber som den ikke-radioaktive kulstof-isotop C-12, indgår den på lige fod med C-12. Som følge heraf er der i alle levende organismer en *fast* brøkdel af kulstoffet, som er isotopen C-14. Når organismen dør, vil brøkdelen mindske, eftersom organismen ikke længere optager nyt kulstof, mens henfaldet af C-14 i organismen fortsætter. Eftersom halveringstiden for C-14 er 5730 år, vil brøkdelen af C-14 efter 5730 år kun være halvt så stor i den døde organisme, som den var oprindeligt i den levende organisme. Da kulstof-14-metoden i 1949 blev indført af den amerikanske fysik-kemiker Willard Frank Libby antog man, at indholdet af C-14 i atmosfæren – og dermed i levende planter og dyr var uforandret igennem tiderne. Det har dog siden vist sig ikke at holde stik. Heldigvis har man ved undersøgelser af årringe i træer, specielt den amerikanske børstekoglefyr, som kan blive utrolig gammel, fundet en meget nøjagtigt værdi for C-14 indholdet i levende planter i de sidste 8000 år. Herved har man kunnet foretage korrektioner af de tidligere C-14-dateringer. Selv om metoden således er blevet meget mere pålidelig, må man alligevel regne med en usikkerhed på mindst 100 år i C-14-dateringer.

Grauballemanden er det mest velbevarede moselig i verden. Han blev fundet i en mose nær Grauballe ved Silkeborg i 1952, liggende ca. én meter under overfladen. Han er så velbevaret, så hår, negle og skægstubbe er bevaret. På billedet ovenfor ser du hans hånd. Antag, at man i 1952 målte en prøve fra Grauballemanden til et gennemsnitstællel på 12,2 tællinger i minuttet pr. gram carbon, efter korrektion for baggrundsstråling. Hvornår døde Grauballemanden, hvis gennemsnitstællelallet for et levende menneske på den tid var 16,0 tællinger pr. minut?