

Opgave-hjørnet - Havebål og brintbomber

Jens Højgaard Jensen, IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

Her bringes løsning og kommentar til opgaven fra sidste nummer samt en ny opgave. I sidste nummer af KVANT blev denne breddeopgave fra RUC (fra sommereksamen 1976, nr. 19 i rækken af KVANT) bragt:

19. Havebål og brintbomber.

Hvad er forholdet mellem typiske temperaturer i brændende havebål og eksploderende brintbomber? Begrund svaret.

Løsning

Ved forbrændingen i et havebål foregår der den kædeproces, at kul- og brintatomer forbinder sig med iltatomer til kultveilte- og vandmolekyler under afgivelse af energi, der blandt andet bruges til at sønderdele det organiske materiale i bålet og sønderdele luftens iltmolekyler, således at der frembringes nye kul-, brint- og iltatomer, der forbinder sig til kultveilte- og vandmolekyler under afgivelse af yderlig energi, der osv.

Ved forbrændingen/eksplosionen i en brintbombe foregår der den kædeproces, at to brintkerner forbinder sig til en heliumkerne under afgivelse af energi, der blandt andet bruges til at overvinde den elektriske frastødning mellem to nye brintkerner, således at de kommer tæt nok på hinanden til at forbinde sig til en heliumkerne under afgivelse af yderligere energi, der osv.

Størrelsesordenen af den energi, der skal til for at rive et kul- eller brintatom ud af organisk materiale eller til at splitte et iltmolekyle, er eV (typisk energi i kemi). Temperaturen, der skal til for at en given andel af molekylerne i havebålet har kinetisk energi af mindst denne størrelsesorden, er proportional hermed.

Størrelsesordenen af den energi, der skal til for at overvinde den elektriske frastødning mellem to brintkerner, er MeV (typisk energi i kernefysik). Temperaturen, der skal til for at en tilsvarende andel af brintkernerne i brintbomben har kinetisk energi af mindst denne størrelsesorden, er proportional hermed.

Da de to proportionalitetskonstanter imellem temperatur og karakteristisk energi er de samme, er forholdet mellem temperaturerne i et havebål og i en brintbombe som forholdet mellem energierne eV og MeV. *Temperaturen i en brintbombe er altså i størrelsesordenen én million gange større end i et havebål.*

Kommentar

Ifølge K.A.Jensens "Almen kemi II" er typiske temperaturer i kemiske forbrændingsprocesser af størrelsesordenen 10^3 K. Og ifølge Politikens Forlags "Atomenes hvem-hvad-hvor" er antændelsestempera-

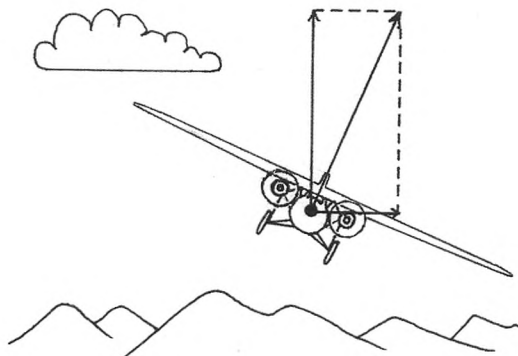
turen af en brintbombe over 10^8 K. Så på trods af de forsimplede fremstillinger af både forbrændingsprocesserne i et havebål og fusionsprocesserne i en brintbombe i overslagsbesvarelsen her af opgaven, er svaret 10^6 for forholdet mellem de to temperaturer ikke helt skævt.

Opgaven er et eksempel på en eksamensopgave fra det såkaldte "Breddefysikkursus" på RUC, hvor netop bredden udnyttes. Løsningen på opgaven beror jo på at kombinere indsigter fra forskellige fysiske deldiscipliner. Ved undervisning inden for rammerne af en enkelt deldisciplin – og altså ikke på tværs af deldisciplinerne – er der en del af breddeopgaverne, der som denne ville sprænge rammerne. De fleste breddeopgaver bevæger sig dog faktisk inden for fysiske enkeltdiscipliner. Det vigtigste ved breddeopgavegenren er efter min mening ikke så meget det fysiktværfaglige. Selvom det har sin charme. Det vigtigste er de åbne formuleringer af opgaverne. Med deraf følgende krav til fysifiseringer og matematefiseringer. Inden for fysiske enkeltdiscipliner eller på tværs af dem.

20. Vipning af flyvemaskine

Inden næste nummer af KVANT udkommer kan læserne overveje denne breddeopgave (fra sommereksamen 2000, nr. 20 i rækken her i KVANT):

Hvorfor hælder/vipper en flyvemaskine ved kursændring? Hvordan hænger vipningen og kursændringen sammen? Begrund svarene.



Figur 1. Fly der vipper. Tegning af Kaj Roland.

Løsning og kommentar bringes i næste nummer. Der er kommet kommentarer til breddeopgaven i december-nummeret om "Relativistisk tyngdepunktsforskydning". En diskussion af disse bringes i næste nummer af KVANT.