

OPGAVER i FYSIK - ATOMFYSIK og KERNEFYSIK

fra www.borgeleo.dk

Opgave 1 – H-atomets energier

Brintatomets energiniveauer E_n er givet ved formlen

$$E_n = -\frac{2,1799 \text{ aJ}}{n^2} \quad \text{hvor} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

- Beregn grundtilstandens energi
- Beregn ioniseringsenergien $I = E_\infty - E_1$ for et brintatom
Hvad bliver ioniseringsenergien for 1 mol H-atomer?
- I den såkaldte Brackett-serie af fotoner fra H-atomet ender atomet altid i tilstanden $n = 4$. I tabellen nedenfor ses nogle af bølgelængderne

n	5	6	7	8	9	∞
λ (nm)	4050	2624	2165	1944	1817	1458

Eftervis, at bølgelængderne for $n = 5$ og $n = 6$, samt $n = \infty$ er rigtige.

(brug fx de mere præcise værdier $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}$, $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

Hvilket område af det elektromagnetiske spektrum tilhører disse spektrallinjer?

Opgave 2 – Wiens forskydningslov

Legemer, der har en vis temperatur T , vil udsende elektromagnetisk stråling – og – hvis de er varme nok – også stråling i den visuelle del af spektret, dvs. synligt lys!

For de såkaldte absolut sorte legemer gælder følgende sammenhæng mellem den bølgelængde λ_{top} , hvor intensiteten af den udsendte stråling har maksimum ('topper') og den absolutte temperatur T af legemet:

$$\lambda_{top} \cdot T = b \quad \text{hvor} \quad b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K} \quad \text{Wiens forskydningslov}$$

- Beregn λ_{top} for et legeme, der har den absolutte temperatur 5800 K (Solens overfladetemperatur).
Er det hensigtsmæssigt, at Solens stråling 'topper' her?

Jorden har en gennemsnitstemperatur på 255 K.

- Beregn λ_{top} for en stråling, Jorden udsender til verdensrummet
Hvilket område af det elektromagnetiske spektrum tilhører stråling med denne bølgelængde?

Antag, at du selv er et absolut sort legeme.

- Hvor 'topper' intensitetsfordelingen af den stråling, du udsender? Er strålingen synlig ved bølgelængden λ_{top} ?
Hvilket område af det elektromagnetiske spektrum tilhører stråling med denne bølgelængde?

En såkaldt hvid dværg (Solens slutstadium om mange år!) kan ved sin dannelse have en overfladetemperatur på 100 000 K.

- d) Ved hvilken bølgelængde 'topper' strålingen fra denne? Er lyset synligt ved λ_{top} ?
Hvilket område af det elektromagnetiske spektrum tilhører stråling med denne bølgelængde?

Opgave 3 – løsrivelsesarbejde fra metaller

Metallet natrium har løsrivelsesarbejdet 0,378 eV.

- a) Beregn den mindste frekvens og den maksimale bølgelængde, som lys skal have, hvis det lige netop skal kunne løsrive elektroner fra en ren metaloverflade af metallet natrium. Er dette lys synligt? Hvis det er synligt - hvad er så farven?
- b) Denne natrium-overflade belyses nu med lys af bølgelængden 200 nm (UV). Beregn den maksimale kinetiske energi, de løsrevne elektroner vil få

Opgave 4 - Røntgenstråling

En elektron accelereres i et spændingsfald på 10 000 V.

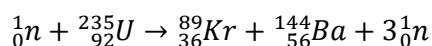
- a) Beregn elektronens kinetiske energi

Denne elektron hamrer ind i en metaloverflade, og ved den voldsomme nedbremsning taber elektronen hele sin energi til en Røntgen-foton.

- b) Beregn frekvens og bølgelængde for denne foton

Opgave 5 – Fissionsenergi og Danmarks elforbrug

Den kerneproces, der fører til spaltning af U-235-kernen, kan være den følgende:



En U-235-kerne absorberer en neutron, bliver ustabil og fissionerer

- a) Gør rede for, at der er to bevarelsessætninger, der er opfyldt i reaktionsskemaet
- b) Beregn massetabet og Q -værdien for processen ovenfor
- c) Hvor stor en andel af uranatomet's masse udgør massetabet i processen?
- d) Beregn den frigjorte energi ved fission af 1 kg U-235 (du kan antage, at atommassen er 235 u)
- e) Det danske el-energiforbrug var i 2013 på 34 TWh

Hvor mange kg U-235 skal bruges til at producere denne el-energi, hvis vi antager, at vi kan omsætte uran-energien 100% til el-energi?

- f) Hvis vi antager, at kun 30% af kerneenergien kan omsættes til el-energi, hvor meget U-235 skal da bruges for at dække det danske el-forbrug?
- g) Kernerne ${}^{89}_{36}\text{Kr}$ og ${}^{144}_{56}\text{Ba}$ er stærkt radioaktive. Følg på et kernekort henfaldene af disse kerner, til de ender i en stabil kerne. Noter også henfaldstiderne. Hvilken type henfald er der tale om?

Opgave 6 – Fusionsprocessen i Solen

Solens samlede udstrålede effekt er $3,826 \cdot 10^{26}$ W. Denne voldsomme energiproduktion skyldes fusionsprocesser i Solens indre.

- a) Beregn, hvor meget masse Solen mister i hvert sekund

Solens masse er lige nu $1,989 \cdot 10^{30}$ kg. Jordens masse er $5,976 \cdot 10^{24}$ kg.

- b) Beregn hvor mange procent Solens masse aftager i de næste milliard år, hvis Solens udstråling er på samme niveau. Beregn også hvor mange jordmasser, massetabet svarer til.

Fusionsprocessen, der skaber Solens energi i den centrale dele af Solen, er (via mange delprocesser):



hvor der altså omdannes hydrogen til helium-4. Q -værdien for denne proces er 4,28 pJ.

- c) Hvor mange gange må denne proces køre i hvert sekund for at opretholde Solens energiproduktion?

Hver gang processen ovenfor kører, udsendes 2 neutrinoer. Disse bevæger sig ud gennem Solen uden at støde ind i noget og passerer også gennem Jorden (og en del af dem gennem hver af os!).

Jordens (middel-)afstand til Solen er 149,6 mio. km. Man kan regne med, at neutrinoerne fordeler sig ligeligt i alle retninger fra Solens centrum.

- d) Hvor mange neutrinoer passerer gennem hver kvadratcentimeter på tværs af retningen til Solen i hvert sekund?
- e) Er det mon farligt for os?
- f) Hvad er massen af den omdannede mængde hydrogen på 1 sekund?
- g) Hvilken andel af Solens masse udgør denne fusionerede hydrogen på 1 mia. år?