

FY6019 Moderne fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Øving 9.

1

Computertomografi (CT) utføres med røntgenstråling, og en typisk bølgelengde for fotonene kan være 73 pm. Hva er da fotonenergien?

2

Eksperimenter viser at fluorofulleren-molekyler med kjemisk formel $C_{60}F_{48}$ har bølgeegenskaper. (Phys Rev Lett 91 (2003)) Hva er (den termiske de Broglie-) bølgelengden til slike molekyler ved en absolutt temperatur 560 K? (Bruk atomære masser 12u og 19u for hhv C og F.)

3

Midlere kinetisk translasjonsenergi pr molekyl i en gass er $3k_B T/2$. Her er k_B Boltzmanns konstant og T er gassens absolutte temperatur. Samtidig kan midlere translasjonsenergi skrives på formen $mv_{\text{rms}}^2/2$, slik at rms-hastigheten v_{rms} blir et mål for en "typisk" hastighet for molekylerne i gassen. Hva er rms-hastigheten i en gass av $C_{60}F_{48}$ -molekyler ved 560 K?

4

Midlere kinetisk rotasjonsenergi pr molekyl i en gass er også $3k_B T/2$. (For lineære molekyler som f.eks CO_2 $2k_B T/2$.) Hva er midlere rotasjonsenergi pr $C_{60}F_{48}$ -molekyl ved 560 K?

5

Kreftsvulster kan ødelegges med ulike typer partikler. I protonterapi akselereres protoner slik at de oppnår en kinetisk energi opp mot 250 MeV. Et proton har hvileenergi 939 MeV. Hva er da impulsen til et proton med kinetisk energi 250 MeV?

6

På CERN finner vi The Proton Synchrotron, som akselererer ulike typer partikler til en kinetisk energi 25 GeV. Et eksempel er svovelskjermer, med masse 32u. Hva er hastigheten til en svovelskjerne med kinetisk energi 25 GeV?

7

Oppgave 7-10:

Et elektron befinner seg i en endimensjonal uendelig dyp potensialbrønn med bredde 6.5 nm og konstant potensial $V = 0$. Anta at elektronet foretar en overgang fra 1. eksiterte tilstand til grunntilstanden slik at det sendes ut et foton. Hva er fotonets bølgelengde?

8

Anta nå at elektronet befinner seg i en tilstand som kan uttrykkes som en lineærkombinasjon av grunntilstanden og 2. eksiterte tilstand, nærmere bestemt

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_1(x)e^{-iE_1t/\hbar} - \frac{1}{\sqrt{2}}\psi_3(x)e^{-iE_3t/\hbar}$$

Med hvilken frekvens vil sannsynlighetstettheten $\rho(x, t) = |\Psi(x, t)|^2$ oscillere?

9

Anta i neste omgang at et elektron i denne potensialboksen er preparert i en antisymmetrisk og normert starttilstand $\Psi(x, 0) = \sqrt{4/L}$ for $3L/8 < x < 4L/8$, $\Psi(x, 0) = -\sqrt{4/L}$ for $4L/8 < x < 5L/8$ og $\Psi(x, 0) = 0$ ellers. Hva er sannsynligheten for at en måling av elektronets energi gir resultatet E_1 ?

10

Med samme starttilstand som i forrige oppgave, hva er sannsynligheten for at en måling av elektronets energi gir resultatet E_2 ?

11

I moderne transmisjonselektronmikroskop (TEM) kan elektroner oppnå relativistiske hastigheter. Hva er impulsen til elektroner med kinetisk energi 300 keV?

12

I Bohr-modellen, hva er sammenhengen mellom elektronets kinetiske energi K og den potensielle energien (potensialet) V ?