

Tentti 13.06.2017

Kokeeseen osallistuvalla annetaan kaksipuolinen taulukko luonnonvakioista.  
Laskimet sallittuja.

1. Määrittele tai selitä lyhyesti
  - a) LASER-väliaine ja populaatioinversio,
  - b) Higgsin bosoni, sekä
  - c) pimeä aine ja energia.
2. a) Maxwellin nopeusjakautuman tunnusuurteita ovat  $v_m = (2kT/m)^{1/2}$ ,  $\langle v \rangle = (8kT/\pi m)^{1/2}$  ja  $v_{\text{rms}} = (3kT/m)^{1/2}$ . Selitä niiden merkitykset ja kaikki muut lausekkeissa esiintyvät suureet.  
b) Laske, missä lämpötilassa kloorikaasun molekyylien keskinopeus on yhtä suuri kuin happikaasun molekyylien keskinopeus huoneenlämpötilassa (300 K). Hapen ja kloorin atomimassat ovat 16.00 ja 35.45, ja molemmat kaasut ovat kaksiatomisia.
3. Tarkastellaan sähkön johtavuutta vapaaelektronikaasumallin avulla. Tällöin elektronin liikeyhtälö ulkoisessa kentässä  $\mathbf{E}$  on

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} + \frac{m}{\tau} \mathbf{v} = -e\mathbf{E}.$$

- a) Selitä liikeyhtälön termien merkitys ja ratkaise siitä elektronin drift-nopeus.
  - b) Määrittele virrantiheys ja johda johtavuuden lauseke eli Ohmin laki.
4. Ydinenergia ja muita ydinfysiikan sovellutuksia.
  5. Tarkastellaan protonin ja antiprotonin annihilaatiota, reaktiossa  $p + \bar{p} \rightarrow \gamma + \gamma$ .
    - a) Selitä, miksi reaktiossa täytyy syntyä kaksi fotonia.
    - b) Laske fotonien energiat olettaen, että hiukkaset olivat aluksi levossa.
    - c) Laske myös fotonien aallonpituudet ja taajuudet.