

*Huom!* Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "2. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "2. VÄLIKOE JA TENTTI". Välikokeen suorittajat vastaavat tehtäviin 1–5, tentin suorittajat tehtäviin 4–8 ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin.

1. a) Selitä hyvin lyhyesti (muutamalla sanalla), mitä Poyntingin vektorin suuruus merkitsee. b) Mistä kahdesta eri syystä tämä ei voi olla tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon Poyntingin vektori:

$$(960 \text{ W/m}^2) \hat{k} / \sin^2[(3.14 \cdot 10^9 \text{ rad/s}) t - (1.05 \text{ rad/m}) y]$$

2. a) Natriumatomilla on eräs viritetty tila, jonka elinaika on  $1.6 \cdot 10^{-8}$  s. Keskimäärin sen ajan kuluessa atomi palaa perustilansa elektronikonfiguraatioon emittoiden fotonin, jonka aallonpituus on 589.0 nm. Laske kyseisen viritetyn tilan energia perustilan energian suhteen. b) Mittaamalla tarkemmilla mittalaitteilla energia saataisiin selville tarkemmin, mutta ei rajattoman tarkasti, koska tilan energiaa ei voisi periaatteessakaan mitata elinaikaa pidempää aikaa. Laske elinajasta aiheutuva energian luonnollinen epätarkkuus.

3. Orgaanisessa väriainemolekyylissä eräs elektroni pääsee liikkumaan kuten yksiulotteisessa potentiaalilaatikossa, jonka pituus on 4.18 nm: molekyyli alkaa kohdasta  $x = 0$  ja päättyy kohtaan  $x = 4.18$  nm. Mitä voit sanoa kyseisen elektronin löytymisen mahdollisuudesta täsmälleen molekyylin puolivälissä kohdassa  $x = 2.09$  nm, jos elektroni on potentiaalilaatikon a) ensimmäisellä viritetyllä tilalla tai b) perustilalla? Perustele.

4. Ravintolan vahtimestari heittää teekkarin ulos vaakasuorassa asennossa pää edellä vauhdilla  $0.800c$  kavereiden seurattessa tilannetta vieressä. Ravintolan tuulikaappi on pohjaltaan neliön muotoinen; neliön sivun pituus on 2.00 m (lepopituus). Teekkarin lepopituus on 2.00 m. Laske, sopiiko teekkari lennon aikana kerralla hetkellisesti tuulikaapin sisään a) teekkarin omasta mielestä ja b) kavereiden mielestä. Perustele.

5. Vetyatomien energia on  $-1.362 \cdot 10^{-19}$  J. Elektronin rataliikkeeseen liittyvän kulmaliikemäärän  $z$ -komponentti on  $-3.164 \cdot 10^{-34}$  kgm<sup>2</sup>/s. Kysessä on "spin alas"-elektroni. Mitkä elektronin kvanttilukujen  $n, l, m_l, m_s$  arvot tällöin ovat?

6. Halutaan varastoida 11 kJ energiaa ilmacristeiseen tasolevykondensaattoriin. Ilma kestää sähkökentän  $3.0 \cdot 10^6$  V/m. Laske kondensaattorin pienin mahdollinen tilavuus.

7. Pallon muotoinen cristekappale on varattu tasaisesti kauttaaltaan (koko tilavuudeltaan): varaustiheys eli varaus tilavuutta kohti on vakio. Pallon säde on 12.3 cm ja sen kokonaisvaraus on 23.4 nC. Lähde *Gaussin laista* ja laske sähkökenttä etäisyydellä 9.87 cm pallon keskipisteestä. Ilmoita myös kentän suunta.

8. Pitkässä, ohuessa virtajohtimessa kulkee virta 1.23 A. Lähde *Amperen laista* ja laske magneettikenttä etäisyydellä 9.87 cm johtimesta. Perustele sievennykset! Ilmoita myös kentän suunta.

Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$ kg
alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$ C
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^8$ m/s
tyhjiön permittiivisyys	$8.854187817 \cdot 10^{-12}$ C <sup>2</sup> /Nm <sup>2</sup>
tyhjiön permeabiliteetti	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A
pallon pinta-ala	$4\pi r^2$
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$

**Kaavoja kääntöpuolella!**