

**Huom!** Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "3. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "3. VÄLIKOE JA TENTTI".  
**Välikokeen** suorittajat vastaavat tehtäviin 1–4, **tentin** suorittajat tehtäviin 3–7 ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin.

1. 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 tuulikaappin sisään a) teekkarin omasta mielestä ja b) kavereiden mielestä. Perustele.

2. Protonin paikan  $y$ -komponentin mittauksessa epätarkkuus on  $2.0 \cdot 10^{-13}$  m. Laske samanaikaisesti mitatun a) nopeuden  $x$ -komponentin tai b) nopeuden  $y$ -komponentin pienin mahdollinen epätarkkuus.

3. Väriainelaserin orgaanisessa väriainemolekyylissä elektroni pääsee liikkumaan molekyylillä pitkin vapaasti päästä päähän, mutta ei pääse molekyylistä pois. Halutaan, että emittoituvan valon aallonpituus on  $550$  nm (vihreää valoa), kun elektroni siirtyy ensimmäiseltä viritetyltä tilalta perustilalle. Laske tarvittavan molekyylin pituus.

4. Valitse kuhunkin kohtaan a–f oikea vaihtoehtoista A, B, ... . Tasan yksi vaihtoehto on oikein joka kohdassa. Ei perusteluja. Oikeasta vastauksesta +1 p, väärästä 0 p.

a) Youngin kokeessa valo kulkee kahden raon läpi (rakojen väli  $d$ ) ja muodostuu kirkkaita ja pimeitä juovia varjostimelle. Jos käytetäänkin kymmentä rakoa (sama rakojen väli  $d$ ), miten kuvio muuttuu? Kirkkaat juovat siirtyvät A. kauemmaksi, B. lähemmäksi toisiaan, tai kirkkaat juovat pysyvät paikoillaan mutta ne C. kapenevat, D. levenevät.

b) Hyvin nopea juna liikkuu Springfieldistä Shelbyvilleen päin. Matkan puolivälissä sekä Springfieldistä että Shelbyvillestä tulee aikamerkki "kello on 12". Springfieldin aikamerkki tulee A. ennen, B. jälkeen, C. samaan aikaan Shelbyvillen aikamerkkiin verrattuna.

c) Tutkit valosähköistä ilmiötä valaisemalla metallipintaa monokromaattisella sinisellä valolla. Kun kasvatat valon intensiteettiä pitäen valon värin samana, A. sekunnissa irtoavien elektronien lukumäärä kasvaa, B. elektronien kineettinen energia kasvaa, C. sekä elektronien määrä että energia kasvavat, D. elektronien määrä ja energia pysyvät samoina.

d) Päästetään elektroneja kahden raon kautta fluoresoivalle varjostimelle, jonne syntyy interferenssikuvio. Eräs elektroni sattuu osumaan varjostimen keskikohdan yläpuolelle. Kyseisen elektronin on pitänyt A. kulkea ylemmän raon kautta, B. kulkea alemman raon kautta, C. on mahdoton sanoa kumman raon kautta elektroni on kulkenut tai se kulki molempien rakojen kautta.

e) Potentiaalilaatikossa hiukkasen löytymistodennäköisyystiheys laatikon reunojen kohdalla on A. suurimmillaan, B. sama vakio kuin kaikkialla muuallakin, C. pieni, mutta nollaa suurempi, D. nolla.

f) Mitataan elektronin spinliikkeen kulmaliikemäärän suuruutta ja sen  $z$ -komponenttia. A. Sekä suuruudella että  $z$ -komponentilla on kaksi mahdollista eri arvoa. B. Suuruudella on vain yksi mahdollinen arvo ja  $z$ -komponentilla on kaksi mahdollista eri arvoa. C. Suuruudella on kaksi mahdollista eri arvoa ja  $z$ -komponentilla on vain yksi mahdollinen arvo. D. Sekä suuruudella että  $z$ -komponentilla on vain yksi mahdollinen arvo.

5. Onton metallipallon varaus on  $25$  nC, sisäsäde  $55$  mm ja ulkosäde  $85$  mm. Laske pallon varauksen aiheuttama sähkökenttä *Gaussin lain avulla* pisteissä, joissa etäisyys keskipisteestä on a)  $45$  mm, b)  $75$  mm ja c)  $95$  mm. Ilmoita myös kentän suunta.

6. Laske tarvittava tilavuus, kun halutaan varastoida  $1.00 \cdot 10^9$  J energiaa tyhjiössä olevaan tasaiseen a) magneettikenttään, jonka suuruus on  $1.20$  T tai b) sähkökenttään, jonka suuruus on  $3.0 \cdot 10^6$  V/m.

7. Tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon magneettikentän lauseke on

$$(1.20 \mu\text{T}) \cos[(1.2 \text{ rad/m})x + (3.6 \cdot 10^8 \text{ rad/s})t] \hat{k}.$$

a) Mihin suuntaan aalto etenee? Ilmoita seuraavien suureiden lukuarvot: b) kulmataajuus, c) taajuus, d) aaltoluku, e) aallonpituus, f) sähkökentän amplitudi.

elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31}$ kg
protonin massa	$1.6726231 \cdot 10^{-27}$ kg
alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19}$ C
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^8$ m/s
Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12}$ F/m
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A

pallon pinta-ala	$4\pi r^2$
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
ympyrän pinta-ala	$\pi r^2$
ympyrän ympärysmitta	$2\pi r$

**Kaavoja kääntöpuolella!**