

- Koe tehdään etänä. Tämän vuoksi kokeessa on sallittua käyttää seuraavaa materiaalia ja apuvälineitä:
  - pdf-materiaali kurssin Moodle-sivulla
  - omat muistiinpanot
  - mikä tahansa laskin
- Mitään muuta materiaalia tai tietoteknisiä apuvälineitä ei saa käyttää. Myöskään oppikirjaa ei saa käyttää apuna.
- Yhteydenpito millä tahansa välineellä muihin ihmisiin tentinvalvojaa lukuunottamatta on kielletty tentin aikana!
- Tehtävät (5 kpl, kaikki arvostellaan 0-6p) löytyvät sivuilta 2-3.
- Palauta tehtävien ratkaisusi Moodlessa kukin omaan palautuslaatikkoonsa. Tarkista vielä lopuksi, että palautuksen tila on “Lähetetty arvioitavaksi”.

### **Kirjoita seuraavat tiedot tehtävän 1 alkuun**

- Kirjoita seuraava vakuutus: “Olen tehnyt vastaukseni koetilanteessa itsenäisesti ilman kenenkään apua.” Tämän perään tulee laittaa oma allekirjoitus.
- Jos tarvitset Yliopistofysiikan sijaan suorituksen vanhasta Insinöörifysiikasta, kirjoita kumpaa suoritat, FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset vai FYS-1101 Insinöörifysiikka II.
- Jos olet suorittanut laskuharjoituspaketin aiemmalla toteutuksella, mainitse asiasta (lisää mielellään kyseisen toteutuksen vastuupettaja ja suoritusvuosi, jos ne muistat).

Vakioita:

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

$$\mu_0 \approx 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$h = 4.136 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\mu_B = 5.788 \times 10^{-5} \text{ eV/T}$$

$$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$u = 1.660539 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.007276 \text{ u}$$

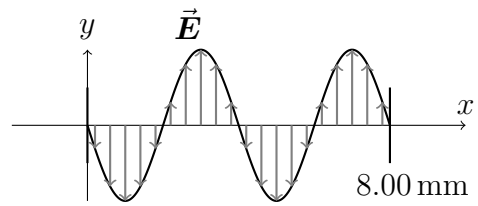
$$m_n = 1.008665 \text{ u}$$

$$uc^2 = 931.5 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

---

- ① Viereinen kuva esittää tyhjiössä seisovan sähkömagneettisen aallon sähkökentän paikan funktiona tietyssä ajanhetkenä. Aalto on rajoitettu yhteen ulottuvuuteen välille  $0 \rightarrow 8.00$  mm peilien avulla.

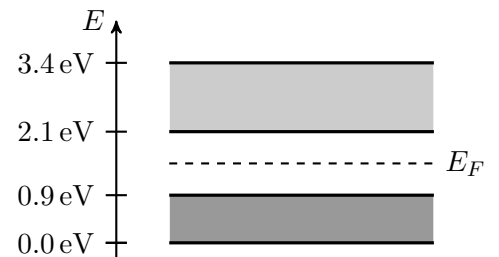


- a) Laske aallon aallonpituus ja taajuus.  
b) Millä  $x$ :n arvoilla aallon **magneettikentällä** on nollat?  
c) Oikean laidan peili kohdalla  $8.00$  mm poistetaan hetkeksi, jolloin aalto pääsee etenemään  $+x$ -suuntaan. Etenevän aallon magneettikentän amplitudi on  $4.0 \mu\text{T}$ . Kirjoita etenevän aallon sähkökentälle vektorimuotoinen, ajasta ja paikasta riippuva lauseke.

- ② Tutkit valosähköistä ilmiötä erään materiaalin pinnan avulla. Huomaat, että elektroneja irtoaa pinnasta, kun sitä valaistetaan valolla, jonka taajuus on  $7.5 \cdot 10^{14}$  Hz. Tätä pienemmällä taajuudella niitä ei kuitenkaan irtoa.

- a) Mikä on tämän pinnan työfunktio (eli irroitustyö)? (2p)  
b) Mikä on mittaamasi pysäytyspotentiaalin suuruus, kun jos valon aallonpituus onkin  $330$  nm? (4p)

- ③ Oheisessa kuvassa on vyökaavio, jossa on kuvattuna erään materiaalin valenssi- ja johtavuusvyöt. Väiden ala- ja yläreunat ovat energioilla  $0.0$  eV,  $0.9$  eV,  $2.1$  eV ja  $3.4$  eV, kun energian nollassa on valittu valenssivyön pohjalle. Pohdi seuraavia kohtia  $0$  K lämpötilan kannalta.



- a) Mikä on suurin mahdollinen fotonin aallonpituus, jonka materiaali voi absorboida? (3p)  
b) Voiko materiaali absorboida seuraavia aallonpituuksia: (i)  $300$  nm, (ii)  $900$  nm, (iii)  $1200$  nm? Perustele vastauksesi laskemalla. (3p)

- ④ Matti istuu junassa, joka etenee asemalla olevan Tepon mielestä nopeudella  $0.35c$   $+x$ -suuntaan ( $c$  on valonnopeus).

- a) Molemmat havaitsevat raketin lentävän junan ohitse  $+x$ -suuntaan Tepon mitatessa sen vauhdiksi  $0.70c$ . Mikä on raketin nopeus Matin mielestä? (3p)  
b) Tepon ollessa asemalaiturilla junan puolivälin kohdalla hän toteaa veturimiehen heilauttavan kättään kohdassa  $x = 112$  m ja konduktöörin kohdassa  $x = -123$  m täsmälleen samaan aikaan. Laske heilautusten välinen aikaero Matin koordinaatistossa. (3p)

Tehtävä 5 seuraavalla sivulla

⑤ a) Yhdistä ilmiöt oikeaan kuvaukseen. Valitse kutakin ilmiötä kohti siihen parhaiten liittyvä kuvaus. Anna vastaus muodossa 1A, 2B, . . . Joka numeroa kohti tulee siis vain yksi kirjain, niin että kaikille numeroille ja kirjaimille tulee pari. Oikea vastaus 0.5p, väärä vastaus 0p.

1. elektronidiffraktio
2. elektroni-aukko-parit
3. kaksoisrakokoe
4. tunnelloituminen
5. Zeeman-ilmiö
6. molekyylien emissiospektri

- A. Elektronien siirtyessä korkeammalle energiatilalle jää alempi energiatila miehittämättömäksi.
- B. Elektroni voi päästä alueeseen, johon sen energian ei pitäisi riittää.
- C. Elektronisiin siirtymiin liittyvät energiat riippuvat ulkoisen magneettikentän suuruudesta.
- D. Elektronien vuorovaikutus itsensä kanssa aiheuttaa interferenssikuvion.
- E. Törmättyään pintaan elektronit siroavat todennäköisimmin tiettyihin suuntiin.
- F. Värähtelyt ja pyöriminen vaikuttavat oleellisesti tässä ilmiössä.

b) Eri radioaktiivisissa prosesseissa ytimistä voi lähteä  $\alpha$ -,  $\beta^-$ -,  $\beta^+$ - tai  $\gamma$ -säteilyä. Yhdistä seuraavat väittämät oikeaan säteilyyn. Joka kohtaan tulee vain yksi vastaus muodossa: 1. $\alpha$ -säteily, 2. $\alpha$ -säteily, . . . Nyt sama vastaus voi siis tulla moneen kohtaan. Oikea vastaus: 0.5p, väärä vastaus 0p.

1. Liittyy erityisesti hajoamisiin ytimissä, joiden järjestysluku on suurempi kuin neutroniluku.
2. Liittyy erityisesti hajoamisiin ytimissä, joiden  $N/Z$  -suhde on suuri.
3. Tällaista säteilyä tulee yleensä vain kun suuren massaluvun omaava ydin hajoaa.
4. Tällaista säteilyä syntyy joskus minkä tahansa tyyppisen hajoamisprosessin jälkeen.
5. Tällaisen säteilyn aiheuttama biologinen vaikutus kudokseen on muita suurempi.
6. Tällaista säteilyä syntyy (lähes) aina ydinreaktorin fissiotuotteiden hajotessa.