

# Päähaku, fysikaalisten tieteiden kandiohjelma

## Valintakoe 9.5.2019 klo 9.00–12.00

Kirjoita henkilö- ja yhteystietosi tekstaamalla.

Kirjoita nimesi latinalaisilla kirjaimilla (abcd...), älä esimerkiksi kyrillisillä kirjaimilla (абгд...).

Jos sinulla ei ole suomalaista henkilötunnusta, kirjoita sen asemesta syntymäaikasi.

Kirjoita henkilötiedot kaikille sivuille

Sukunimi	
Kaikki etunimet	
Henkilötunnus	
Sähköpostiosoite	
Puhelinnumero	

**Tarkista sivunumeroiden avulla, että olet saanut kaikki sivut.**

Kirjoita alla olevaan laatikkoon nimikirjoituksesi merkinä siitä, että olet tarkistanut edellä mainitut asiat.

Nimikirjoitus	
---------------	--

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamasi vastaukset arvostellaan, jätä alla oleva laatikko tyhjäksi.

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamiasi vastauksia ei arvostella, kirjoita alla olevaan laatikkoon teksti "*Haluan, että vastauksiani ei arvostella*". Tässä tapauksessa saat vastauksistasi nolla pistettä.

Arvostelusta luopuminen	
-------------------------	--

## Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi

- Tarkista, että saamassasi koenipussa on kansilehden ja ohjesivujen (sivut 1–2) lisäksi:
  - kysymys- ja vastausosio (sivut 3–13)
  - liite (sivu 14)
  - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten (konseptipaperi).
- Tehtävien vastaukset kirjoitetaan kysymys- ja vastausosioon.
- **Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauslomakkeisiin.**
- Kirjoita vastauksesi
  - suomeksi tai ruotsiksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
  - koemonisteelle. Kirjoita kukin vastaus sille varattuun tilaan. Arvostelija ei huomioi merkintöjä, jotka ovat vastaukselle varatun tilan ulkopuolella.
  - lyijykynällä ja selvällä käsialalla. Arvostelija tulkitsee tulkinnanvaraiset merkinnät vähiten pisteitä tuottavan vaihtoehdon mukaisesti.
- Älä kirjoita vaihtoehtoisia vastauksia. Jos kirjoitat vaihtoehtoisia vastauksia, arvostelussa huomioidaan vain vastaus, josta saat vähiten pisteitä.
- Voit luonnostella vastauksiasi ruutupaperille. Ruutupaperille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa. Olet saanut yhden arkin ruutupaperia. Voit tarvittaessa pyytää lisää ruutupaperia valvojalta.
- Pidä koemateriaalisi niin, että lähelläsi istuvat hakijat eivät pysty katsomaan vastauksiasi ja merkintöjasi.

## Pisteyttäminen

Valintakoe pisteytetään asteikolla 0-50. Tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu osan/tehtävän kohdalla.

## Valintakoekirjallisuus

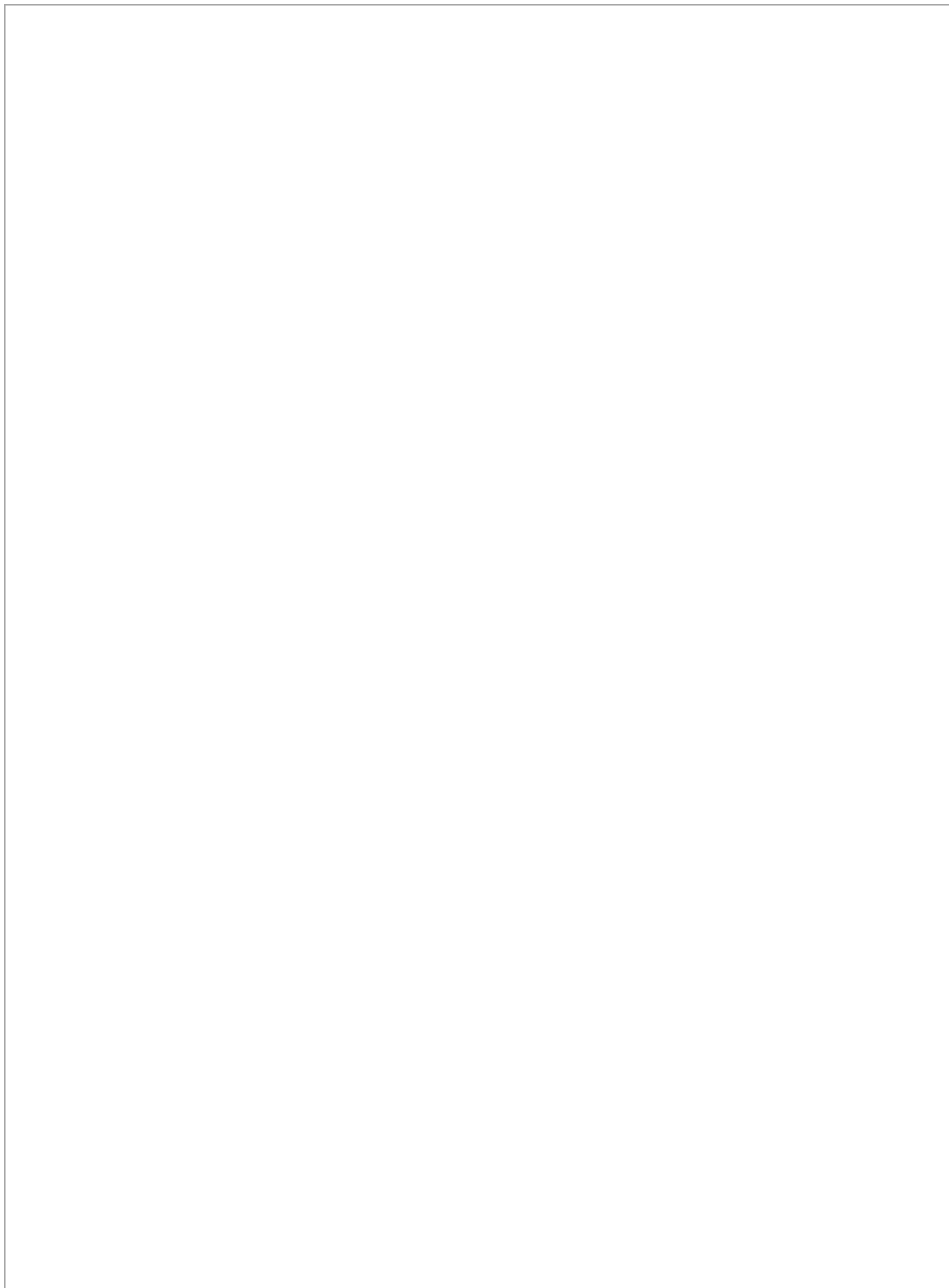
Valintakokeen tehtävät perustuvat lukion fysiikan pakollisiin ja valtakunnallisiin syventäviin kursseihin (7 kurssia, lukion opetussuunnitelman perusteet 2015 mukaisesti).

## Kun aiot palauttaa koepaperit

Muista kirjoittaa koepaperinipun kansilehdelle allekirjoituksesi, sekä nimesi kaikille pyydetyille sivuille. Kun lähdet palauttamaan koepapereita, ota mukaasi kaikki tavarat istumapaikaltasi. Palauta kaikki saamasi paperit, myös suttupaperit, vaikket olisikaan tehnyt joitakin tehtäviä tai mitään tehtäviä. Todista henkilöllisyytesi, kun palautat paperit. Kokeen valvoja merkitsee kokeeseen osallistumisen ja koepapereiden palautuksen osallistujalistaan. Tarvittaessa saat kokeen valvojalta erillisen todistuksen valintakokeeseen osallistumisesta.

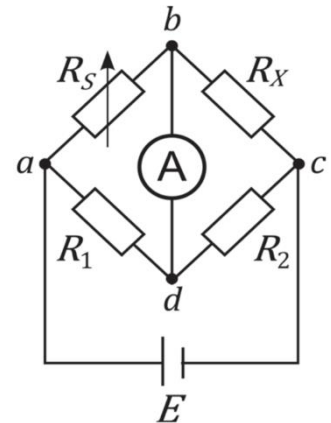
## Tehtävä 1 (8 pistettä)

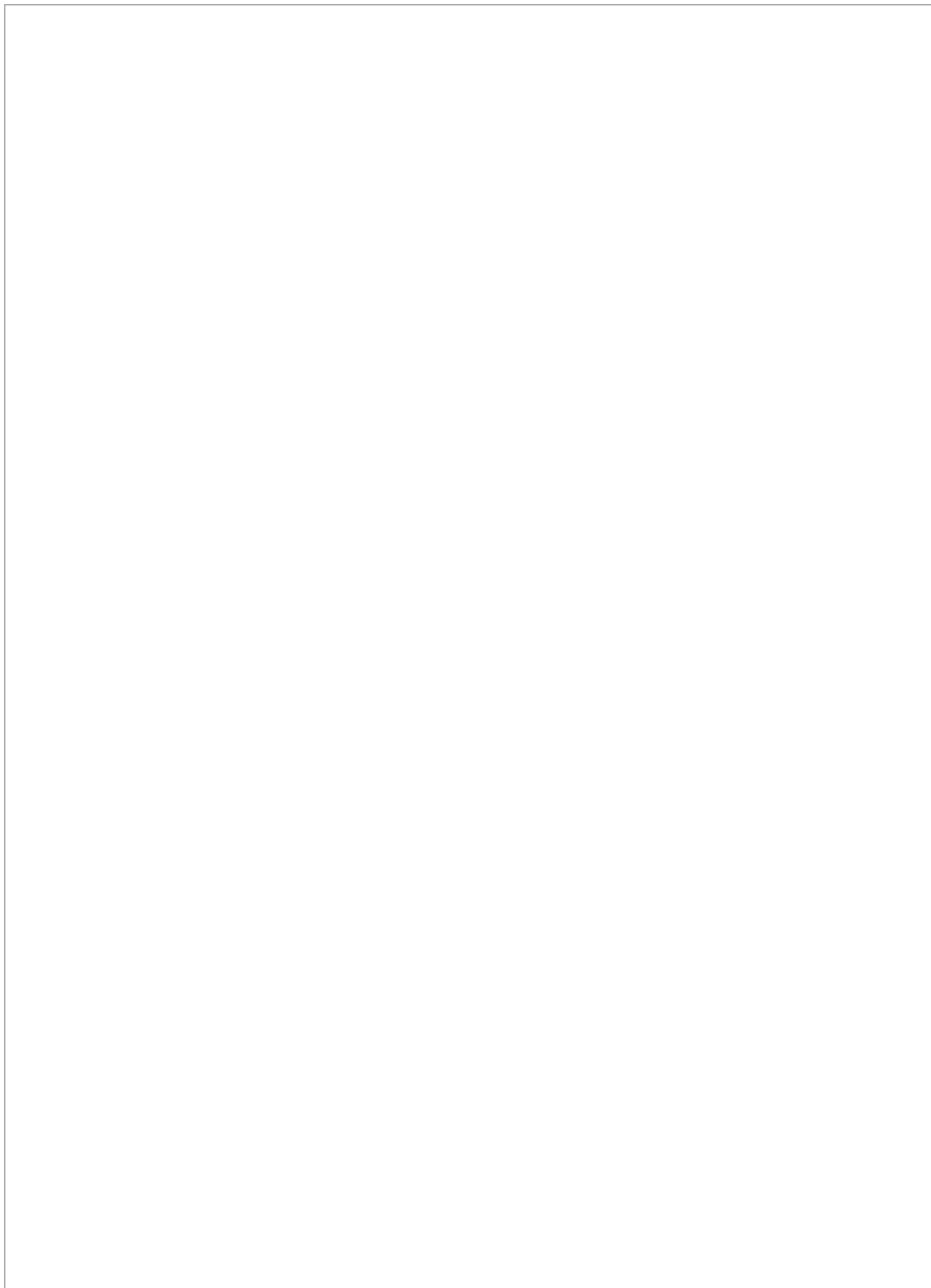
- a) Luettele luonnon neljä perusvuorovaikutusta.
- b) Mikä perusvuorovaikutus pitää koossa seuraavat rakenteet:
  1. vesimolekyyli
  2. spiraaligalaksi
  3. lumikide
  4. protoni



**Tehtävä 2 (14 pistettä)**

Vastuksen resistanssi  $R_x$  määritetään oheisella Wheatstonen siltakytkennällä. Tunnettujen vastusten resistanssit ovat  $R_1 = 2,00 \text{ k}\Omega$  ja  $R_2 = 3,00 \text{ k}\Omega$ . Piirissä on myös säätövastus. Kun sen resistanssi säädetään arvoon  $R_s = 1,48 \text{ k}\Omega$ , niin pisteiden b ja d väliseksi potentiaalieroksi tulee  $0 \text{ V}$ . Tällöin virtamittarin läpi ei kulje sähkövirtaa. Kuinka suuri on tuntemattoman vastuksen resistanssi  $R_x$  ?



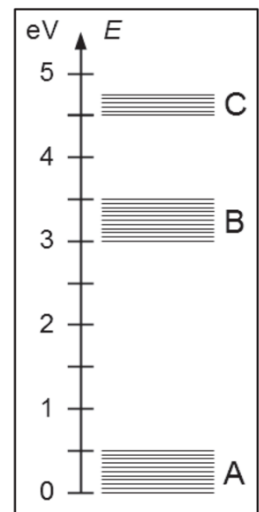




### Tehtävä 3 (14 pistettä)

Kvartsikiteen rakennepoikkeamien energiatiloja voidaan mallintaa kuvassa esitetyllä tavalla lähekkäisten tilojen ryhminä. Ryhmiä kutsutaan tässä energiavyöhykkeiksi. Vyöhykettä A kutsutaan perustilojen vyöhykkeeksi. Kun kvartsikide ottaa vastaan energiaa, se voi virittyä kaikille kuvassa näkyville energiavyöhykkeille, mutta kun se luovuttaa energiaa, se palautuu aina vyöhykkeelle A.

- Millä aallonpituuksilla kvartsikide absorboi ja emittoi säteilyä?
- Miten energiatilojen ryhmittäminen energiavyöhykkeiksi näkyy kvartsikiteen emittoiman säteilyn spektrissä?





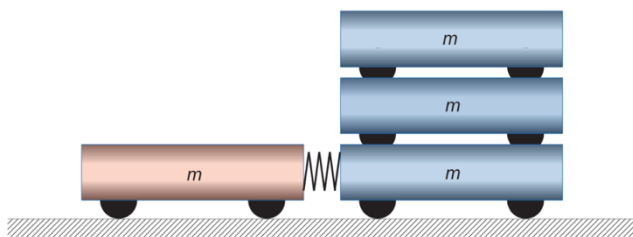




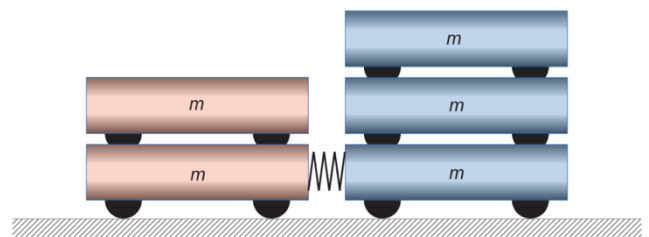
**Tehtävä 4 (14 pistettä)**

Kuvat esittävät vaakasuoraa rataa ja pyörävaunuja, joilla on kaikilla sama massa. Radan ja vaunujen välinen liikevastus on pieni. Päällekkäin asetetut vaunut eivät pääse liikkumaan toistensa suhteen. Alkutilanteessa vaunut ovat levossa.

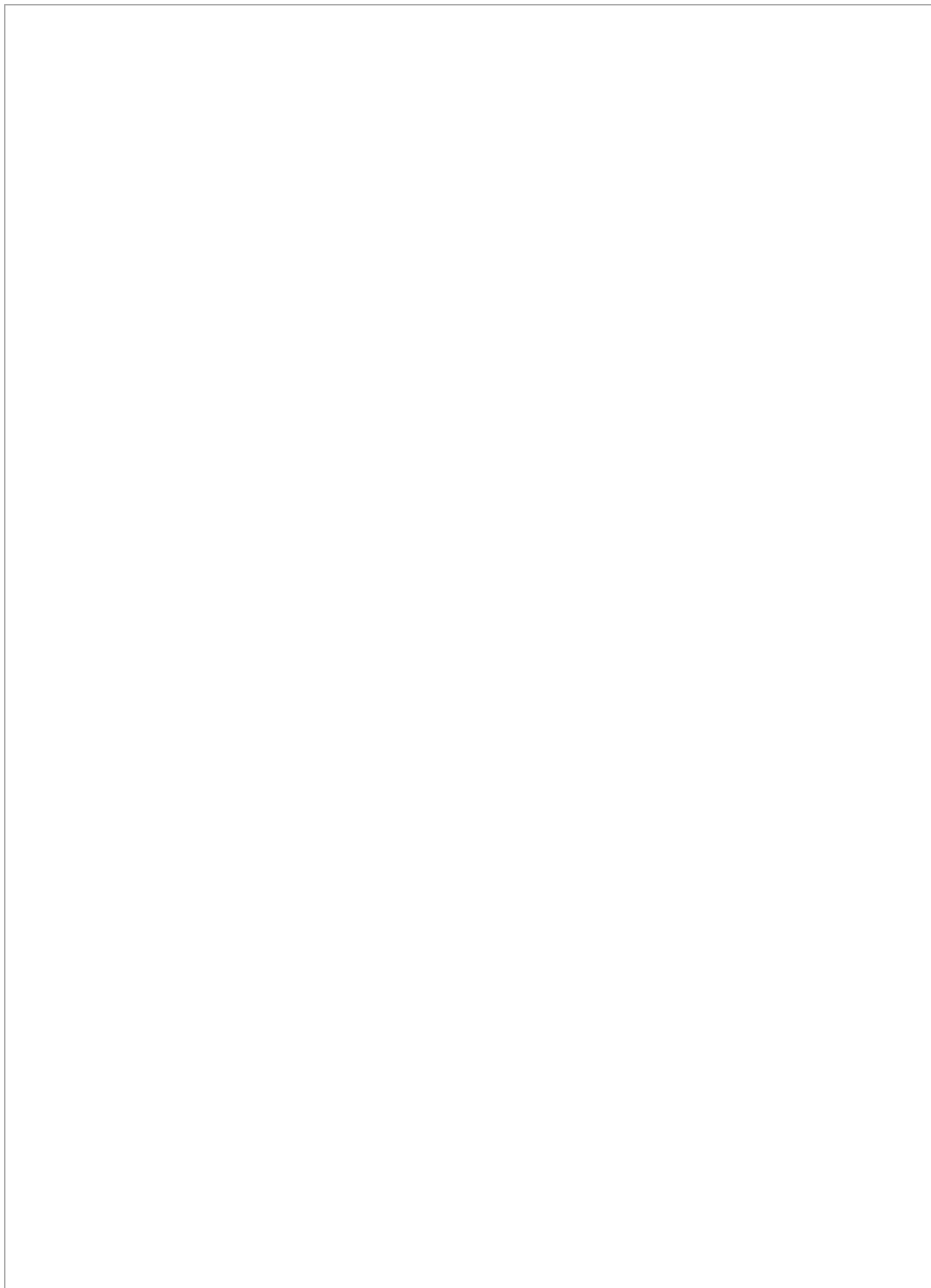
- Tarkastellaan kuvan A tilannetta. Yhden vaunun ja kolmen vaunun pinoon väliin on puristettu kevyt jousi. Kun jousi laukaistaan, kolmen vaunun pino saa nopeuden  $0,55 \text{ m/s}$ . Kuinka suuren nopeuden yksin liikkuva vaunu tällöin saa?
- Kuvan B tilanteessa jousi puristetaan vaunupinojen väliin samalla tavalla kuin a) -kohdassa ja laukaistaan. Kuinka suuret nopeudet kahden ja kolmen vaunun pinot saavat?



Kuva A



Kuva B



Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 13 (14)

Nimi: \_\_\_\_\_

Henkilötunnus: \_\_\_\_\_

**Kaavoja:**

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$p = mv$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = mc^2$$

$$\Delta E = hc/\lambda$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$N = e^{-\lambda t} N_0$$

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u \cdot c^2 = 931,49 \text{ MeV}$$

$$h = 6.62607 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

## Tehtävä 1

a)

gravitaatiovuorovaikutus, sähkömagneettinen vuorovaikutus, heikko vuorovaikutus ja vahva vuorovaikutus

b)

1) sähkömagneettinen vuorovaikutus

2) gravitaatiovuorovaikutus

3) sähkömagneettinen vuorovaikutus

4) vahva vuorovaikutus

## Tehtävä 2

Kun piirissä kulkee sähkövirta, niin virran haarautumiskohdat ovat pisteissä  $a$  ja  $c$ . Säätevastuksen  $R_S$  arvo on säädetty sellaiseksi, ettei virtamittarin läpi kulje virtaa.

Tällöin potentiaalit pisteissä  $b$  ja  $d$  täytyy olla yhtä suuret, ts. pisteiden  $b$  ja  $d$  välinen jännite on nolla. Tästä seuraa, että jännitteille on voimassa

$$\begin{cases} U_{ab} = U_{ad} \\ U_{bc} = U_{dc} \end{cases}.$$

Virrat eivät jakaudu pisteissä  $b$  ja  $d$ . Näin ollen vastuksien  $R_1$  ja  $R_2$  läpi kulkee sama virta  $I_{ad}$ . Myös vastusten  $R_S$  ja  $R_X$  läpi kulkee sama virta  $I_{ab}$ .

Ohmin lain  $U = RI$  mukaan

$$\begin{cases} I_{ab}R_X = I_{ad}R_2 \\ I_{ab}R_S = I_{ad}R_1 \end{cases}.$$

josta seuraa verranto

$$\frac{R_X}{R_S} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Tuntematon resistanssi on tämän perusteella

$$R_X = \frac{R_2}{R_1}R_S = \frac{3,00 \text{ k}\Omega}{2,00 \text{ k}\Omega} \cdot 1,48 \text{ k}\Omega = 2,22 \text{ k}\Omega$$



### Tehtävä 3

a)

Absorptiossa kvartsikide ottaa vastaan fotonin energian, jonka on vastattava jotakin vyöhykkeeltä toiselle tapahtuvan siirtymän energiaerotusta. Fotonin energian ja säteilyn aallonpituuden välinen yhteys on

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

Absorptio A→B: fotonien energiat

2,50 eV – 3,50 eV vastaavat aallonpituuksia

354 nm – 496 nm.

Absorptio A→C: fotonien energiat

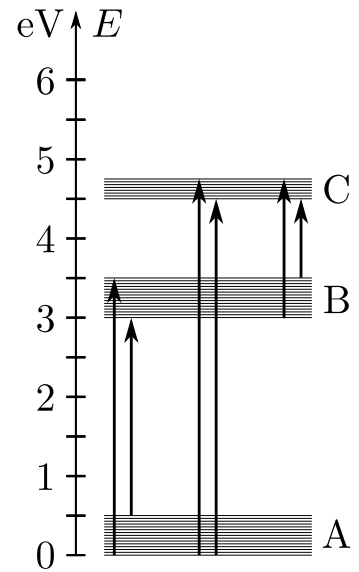
4,00 eV – 4,75 eV vastaavat aallonpituuksia

261 nm – 310 nm.

Absorptio B→C: fotonien energiat

1,00 eV – 1,75 eV vastaavat aallonpituuksia

709 nm – 1240 nm.



Emissiossa rakenne siirtyy alempaan energiatilaan ja lähettää samalla fotonin, jonka energia vastaa vyöhykkeeltä B tai C vyöhykkeelle tapahtuvan siirtymän energiaerotusta.

Tällöin emittoituvat säteilyn aallonpituus on 354 nm – 496 nm tai 261 nm – 310 nm.

b)

Emissiospektrissä ei näy yksittäisiä siirtymiä vastaavia viivoja, vaan kaksi yhtenäisempää kais-  
taa, joista toinen kattaa aallonpituudet 354 nm – 496 nm ja toinen aallonpituudet 261 nm –  
310 nm.

## Tehtävä 4

a)

Vaunujen kokonaisliikemäärä liikesuunnassa säilyy, kun jousi laukaistaan.

$$\begin{aligned}\vec{p}_{\text{kok}} &= 0 \\ \vec{p}_1 + \vec{p}_3 &= 0 \\ -mv_1 + 3mv_3 &= 0 \\ v_1 &= 3v_3 \\ &= 3 \cdot 0,55 \text{ m/s} = 1,65 \text{ m/s} \\ &\approx 1,7 \text{ m/s}\end{aligned}$$

b)

Merkitään b-kohdan nopeuksia tunnuksella  $u$ .

Vaunupinojen liikemäärä säilyy:

$$\vec{p}_2 + \vec{p}'_3 = 0 \quad \rightarrow \quad -2mu_2 + 3mu_3 = 0 \quad \rightarrow \quad u_2 = \frac{3}{2}u_3$$

Koska jousi puristetaan samalla tavalla a- ja b-kohdissa, jousivoiman potentiaalienergia on sama.

Kun jousi laukaistaan, potentiaalienergia muuttuu vaunujen liike-energiaksi.

Vaunupinojan liike-energioiden summa on kummassakin tapauksessa sama.

Liike-energioiden jakautuminen vaunupinojen kesken riippuu pinojen massojen suhteesta.

Kokonaisliike-energia a-kohdan tilanteessa:

$$E_{\text{kok}} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mv_3^2 = \frac{1}{2}m(3v_3)^2 + \frac{3}{2}mv_3^2 = 6mv_3^2$$

Kokonaisliike-energia b-kohdan tilanteessa:

$$E_{\text{kok}} = \frac{1}{2} \cdot 2mu_2^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mu_3^2 = m\left(\frac{3}{2}u_3\right)^2 + \frac{3}{2}mu_3^2 = \frac{15}{4}mu_3^2$$

Kokonaisliike-energiat ovat yhtä suuret:

$$6mv_3^2 = \frac{15}{4}mu_3^2$$

Kolmen vaunun pinon nopeus:

$$u_3 = \sqrt{\frac{8}{5}}v_3 = \sqrt{\frac{8}{5}} \cdot 0,55 \text{ m/s} = 0,6957011 \text{ m/s} \approx 0,70 \text{ m/s}$$

Kahden vaunun pinon nopeus:

$$u_2 = \frac{3}{2}u_3 = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{\frac{8}{5}} \cdot 0,55 \text{ m/s} = 1,0435516 \text{ m/s} \approx 1,0 \text{ m/s}$$