

## **Fysikaalisten tieteiden kandiohjelma**

### **Valintakoe 27.5.2022 klo 9.00–12.00**

Kirjoita nimesi ja henkilötunnuksesi tekstaamalla isoilla latinalaisilla kirjaimilla (ABCD...).

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

Kirjoita henkilötiedot kaikille sivuille.

Sukunimi	
Kaikki etunimet	
Henkilötunnus	

## Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi

- Tarkista, että saamassasi koenipussa on kansilehden ja ohjesivujen (sivut 1–2) lisäksi:
  - kysymys- ja vastausosio (sivut 3–15)
  - erilliset kaavaliitteet (sivu 16)
  - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten
  - laskin.
- Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauslomakkeisiin.
- Vastaa tehtäviin ytimekkäästi ja koekirjallisuuden mukaisesti.
- Kirjoita vastauksesi
  - suomeksi tai ruotsiksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
  - Kirjoita / merkitse kukin vastaus sille varattuun tilaan. Merkintöjä, jotka ovat vastaukselle varatun tilan ulkopuolella, ei huomioida.
  - 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 merkintöjäsi. Säilytä valmiit vastaukset konseptiarkin sisällä.

## Pisteyttäminen

Valintakoe pisteytetään asteikolla 0–50. Tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu kunkin tehtävän kohdalla. Sinut voidaan valita vain, jos saat yhteensä vähintään 25 pistettä.

## Valintakoekirjallisuus

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

## Kun aiot palauttaa koepaperit

Muista kirjoittaa nimesi ja henkilötunnuksesi koepaperinipun kansilehdelle ja kaikkiin vastauspapereihin. Ota mukaan kaikki tavarat istumapaikaltasi, kun lähdet palauttamaan koepapereita. Palauta kaikki saamasi paperit, myös suttupaperit. Todista henkilöllisyytesi, kun palautat paperit. Tarvittaessa saat kokeen valvojalta erillisen todistuksen valintakokeeseen osallistumisesta.

## Tehtävä 1 (12 pistettä)

Leo ja Jukka saunovat lämpötilaan  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämmitetyssä saunassa ja kiistelevät siitä, kannattaako kiukaalle heittää kylmää (lämpötila  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vai lämmintä (lämpötila  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vettä. Leon mielestä kylmä vesi jäähdyttää kiviä liikaa, kun taas Jukan mielestä löylyveden lämpötilalla ei ole juurikaan merkitystä.

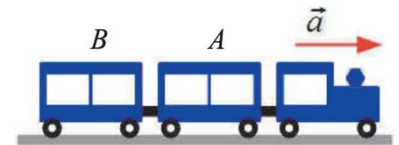
Kiukaassa on  $100\text{ kg}$  kiuaskiviä, ja niiden lämpötila on  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kivien ominaislämpökapasiteetti on  $1,30\text{ kJ}/(\text{kg K})$ . Vettä heitetään kiukaalle  $0,30$  litraa. Veden keskimääräinen höyrystymislämpötila kiuaskivien pinnalla on  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Veden ominaislämpökapasiteetti on  $4,19\text{ kJ}/(\text{kg K})$ , höyrystymislämpö  $2260\text{ kJ}/\text{kg}$  ja sulamislämpö  $333\text{ kJ}/\text{kg}$ .

- Kuinka monta prosenttia enemmän kylmän löylyveden käyttö vähentää kiuaskiviin varastoitunutta energiaa kuin lämpimän veden käyttö?
- Kuinka paljon kiuaskivien lämpötila laskee koko kivimassassa keskimäärin, kun käytetään kylmää ( $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) löylyvettä?
- Selitä fysikaalisia käsitteitä käyttäen, mihin perustuu heti löylynheiton jälkeen iholla tuntuva lämmittävä vaikutus.

## Tehtävä 2 (12 pistettä)

Huvipuistossa liikkuva minijuna koostuu veturiautosta sekä kahdesta ihmisiä kuljettavasta vaunusta. Juna lähtee liikkeelle kiihtyvyydellä  $0,32\text{ m/s}^2$  kuvassa esitettyyn suuntaan. Veturiauton massa kuljettajineen on  $650\text{ kg}$ , ja yhden vaunun massa matkustajineen on  $750\text{ kg}$ .

- Piirrä kolme kuviota, joista ilmenevät veturiautoon sekä molempiin vaunuihin vaikuttavat voimat liikkeelle lähdettäessä. Ilmanvastusvoimaa ja vierimiskitkaa ei huomioida.

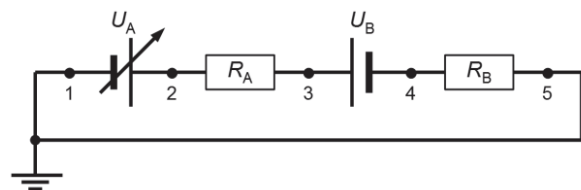


- Kuinka suuret vaakasuuntaiset voimat vaikuttavat vaunuun A, kun juna lähtee liikkeelle?

## Tehtävä 3 (10 pistettä)

Kuvan esittämässä kytkennässä  $R_A = 220\ \Omega$ ,  $R_B = 330\ \Omega$  ja  $U_B = 3,0\text{ V}$ . Jännitelähteiden sisäinen resistanssi jätetään huomioimatta.

Tarkastellaan tilannetta, jossa



- $U_A = 6,0\text{ V}$  (4 p.)
- $U_A = 1,5\text{ V}$ . (2 p.)

Piirrä tilanteista a ja b kuvaajat (potentiaalikäyrät), joista ilmenevät potentiaalien arvot pisteissä 1–5. Ilmoita myös potentiaalien arvot näissä pisteissä.

## Tehtävä 4 (16 pistettä)

Erästä tutkimuslaitoksesta pääsee ympäristöön laboratorio-onnettomuuden yhteydessä  $^{60}\text{Co}$ -isotooppia, joka leviää tasaisesti läheiselle pellolle. Laskeuma jää maaperän pintakerrokseen, ja välittömästi onnettomuuden jälkeen pellolla mitataan aktiivisuudeksi  $50\text{ kBq}/\text{m}^2$ .  $^{60}\text{Co}$ -isotoopin radioaktiivisen hajoamisen puoliintumisaika on  $5,27\text{ a}$  ja moolimassa on  $59,933819\text{ g}/\text{mol}$ .

- Pellon pinta-ala on  $2\text{ ha}$ . Laske, kuinka monta grammaa  $^{60}\text{Co}$ -isotooppia pellolle laskeutui.

- b) Pellolla kasvatetaan heinää, josta tehdään rehua vuoden kuluttua onnettomuudesta. Oletetaan, että rehuun on siirtynyt 30 % maaperän  $^{60}\text{Co}$ -isotoopin ainemäärästä. Rehua tulee  $10 \text{ m}^3$ . Laske kuinka suuri on 3 litran rehuannoksen aktiivisuus silloin, kun rehu valmistetaan.
- c) Lammais syö 3 litran annoksen  $^{60}\text{Co}$ -pitoista rehua. Lampaaseen joutunut radioaktiivinen aine jakautuu aineenvaihdunnan seurauksena lampaan elimistöön.  $^{60}\text{Co}$ -isotoopin kokonaispoistumaa lampaan elimistöstä voidaan mallintaa kuten radioaktiivista hajoamista käyttämällä efektiivistä puoliintumisaikaa  $T_e$ , joka saadaan yhtälöstä

$$\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_f} + \frac{1}{T_b}$$

Efektiivinen puoliintumisaika sisältää kaikki ne tekijät, jotka vaikuttavat aineen vähenemiseen elimistöstä:  $T_f$  on  $^{60}\text{Co}$ -isotoopin fysikaalinen radioaktiivisen hajoamisen puoliintumisaika ja  $T_b$  sen biologinen puoliintumisaika = 10 d. Laske, kauanko kestää, että lampaan saaman  $^{60}\text{Co}$ -isotoopin aktiivisuus on vähentynyt sadasosaan rehusta saatuun aktiivisuuteen verrattuna.

### Kaavoja:

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$R_{\text{sarja}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R_{\text{rinnan}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = rm$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$p = mv$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

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

$$E = mc^2$$

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

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

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

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

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

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

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

## Arvosteluperusteet

### Tehtävä 1 (12 p)

- a) Hyvässä vastauksessa on laskettu siirtyvä lämpömäärä ja mainittu lämmön siirtymisen suunta: kylmän löylyveden tapauksessa kiuaskivet luovuttavat lämpömäärän  $Q_1 = 781,331 \text{ kJ}$  (**1p**) ja lämpimän löylyveden tapauksessa lämpömäärän  $739,890 \text{ kJ}$  (**1p**). Lisäksi on saatu oikea lopputulos: kylmänveden käyttö vähentää (**1p**) kiuaskiviin varastoitunutta energiaa  $5,6\%$  (**1p**).
- b) Kiviin varastoitunut lämpöenergia vähenee edellä lasketulla määrällä  $Q_1$ , ja lämpömäärän lausekkeesta  $c_{kivi}m_{kivi}\Delta T = Q_1$  (**1p**) saadaan lämpötilaeroksi (**2p**)  $\Delta T = Q_1/(c_{kivi}m_{kivi}) = 6,0 \text{ K}$  (**1p**).
- c) Hyvässä vastauksessa on mainittu, että löylyn pääasiallinen ihoa lämmittävä vaikutus perustuu energiaan, joka vapautuu löylyä heitettäessä syntyneen vesihöyryn tiivistyessä iholle. (**2p**)

Jonkin muun oikean seikan maininta (**2p**). Näitä ovat esimerkiksi: Ilman tiheyden hetkellinen kasvaminen vesihöyryn syntymisen myötä aiheuttaa tehokkaamman lämmönjohtumisen ilmasta iholle kuin harvempi eli kuivempi ilma. Lisäksi löylynheitto aiheuttaa saunassa ilmavirtauksia, joiden ansiosta ihon pinnan lähellä oleva ihon jäähdyttämä höyry korvautuu kuumemmalla ilmalla. Tällöin lämpöä siirtyy ilmasta iholle tehokkaammin kuin ennen löylynheittoa.

### Tehtävä 2 (12 p)

- a) Hyvässä vastauksessa on piirretty voimakuviot, joista ilmenee kumpaankin vaunuun ja veturiin vaikuttavat voimat. Jokaisesta kolmesta kuvioista (kaksi vaunua ja yksi veturi) voi saada **2p** kun voimien vaikutuspisteet ovat oikein ja voimien suhteelliset suuruudet ovat oikein.
- b) Newtonin II lakia on sovellettu oikein ja muodostettu vaakasuorassa suunnassa vaikuttavien voimien toteuttama yhtälöryhmä (**3p**). Yhtälöryhmästä on ratkaistu kaksi tuntematonta voimaa (**2p**) ja annetut arvot sijoittamalla saatu näille oikeat arvot: Vaunuun eteenpäin vaikuttava voima on  $480 \text{ N}$  (**1p**) ja taaksepäin vaikuttava voima on  $240 \text{ N}$  (**1p**).

### Tehtävä 3 (10 p)

- a) Kirchhoffin jännitelain avulla saadaan ratkaistua piirissä kulkeva sähkövirta,  $I = 5,4545455$  mA. Tämän jälkeen, käyttämällä annettuja lähdejännitteiden arvoja ja laskemalla kussakin vastuksessa tapahtuva jännitehäviö saadaan laskettua potentiaalit:
- b)  $V_1 = 0$  V (1p),  $V_2 = 6,0$  V (1p),  $V_3 = 4,8$  V (1p),  $V_4 = 1,8$  V (1p) ja  $V_5 = 0$  V (1p).

Nyt virta on  $I = -2,7272727$  mA (1p), ja potentiaaleiksi saadaan  $V_2 = 1,5$  V (1p),  $V_3 = 2,1$  V (1p) ja  $V_4 = -0,9$  V (1p). Potentiaalieroja esittävä kuva (1p).

#### Tehtävä 4 (16 p)

- a) Hajoamisvakio on laskettu (2p).
- b) Aktiivisuuden kaavaa on käytetty oikein (2p). Rehun aktiivisuudessa on huomioitu 30% osuus (2p) ja 3 litran rehuannoksen aktiivisuudeksi on saatu noin 80 kBq (2p).
- c) Efektiivinen puoliintumisaika on laskettu oikein,  $T_e = 9,94828$  d (2p), ja tästä efektiivinen hajoamisvakio on määrätty oikein (2p). Hajoamislain käyttö efektiivistä hajoamisvakiota käyttäen (2p) johtaa lopputulokseen, että lampaan saaman koboltin aktiivisuus on siis vähentynyt sadasosaan 70 vuorokauden kuluttua (2p).