

Fysikaalisten tieteiden valintakoe

27.5.2021 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	

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 3–12)
 - liite (sivu 13)
 - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten (konseptipaperi)
 - laskin.
- Tehtävien vastaukset kirjoitetaan kysymys- ja vastausosioon.
- **Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauspapereihin.**
- 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 kunkin tehtävän kohdalla.

Valintakoekirjallisuus

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

Tehtävä 1 (8 pistettä)

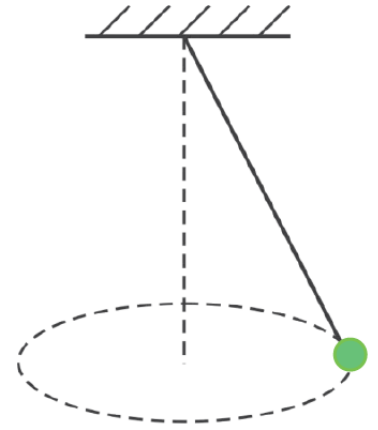
Oheisessa taulukossa on joukko fysiikassa esiintyviä käsitteitä. Merkitse taulukkoon rastilla, onko käsite skalaarisuure, vektorisuure tai ei suure lainkaan.

	Skalaarisuure	Vektorisuure	Ei suure
aika			
massa			
gravitaatio			
nopeus			
liikemäärä			
liike-energia			

Tehtävä 2 (14 pistettä)

Metallipallo on ripustettu kuvan mukaisesti kartioheiluriksi 1,25 m pituiseen lankaan. Pallon massa on 87 g, ja langan massa on hyvin pieni. Pallo kiertää ympyrärataa vaakasuorassa tasossa, ja lanka on 41° :n kulmassa pystysuoraan suuntaan nähden.

- Piirrä kuva, josta ilmenevät palloon kohdistuvat voimat ja pallon kiihtyvyys.
- Laske langaa jännittävä voima.
- Laske kiertoliikkeen jaksonaika.



Tehtävä 3 (14 pistettä)

Kylpytynnyri täytetään juuri ennen lämmitystä pumppaamalla siihen 2000 litraa 6 °C lämpötilassa olevaa kaivovettä Kylpytynnyrin tulipesän teho on 30 kW. Lämmitykseen käytetään kuivia puuhalkoja, joiden lämpöarvo on 18 MJ/kg. Kuivan puun tiheys on 520 kg/m³.

- a) Kuinka kauan kestää veden lämmitys 38 °C käyttölämpötilaan täydellä teholla, kun lämpöhäviöt lämmityksen aikana ovat keskimäärin 25 % lämmitystehosta?
- b) Puun palamisessa syntyy noin 1000 kg hiilidioksidia yhtä puukuutiometriä kohti. Kuinka paljon hiilidioksidia (kg) syntyy kylpytynnyrin veden lämmityksestä yhden tunnin aikana?

Tehtävä 4 (14 pistettä)

Laboratoriotyössä on käytettävissä paristo, säätövastus, virtamittari ja jännitemittari. Tarkoituksena on tutkia pariston sisäistä resistanssia kytkemällä se säätövastukseen ja mittaamalla pariston kautta kulkevaa virtaa ja pariston napajännitettä.

- a) Piirrä kytkentäkaavio.
- b) Säätövastuksen resistanssia muutetaan, ja luetaan virran ja jännitteen arvot. Tulokset ovat oheisessa taulukossa. Määritä sopivaa graafista esitystä käyttäen pariston sisäinen resistanssi ja lähdejännite.

I (mA)	70,0	96,0	153	198	256	320	458	623
U (V)	1,490	1,482	1,463	1,451	1,434	1,415	1,374	1,328

Kaavoja:

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

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

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

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

$$Q = cm\Delta T$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$p = mv$$

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

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

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

$$E = mc^2$$

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

$$p = p_0 + \rho gh$$

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

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

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

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

Arvosteluperusteet

Tehtävä 1 (8 pistettä)

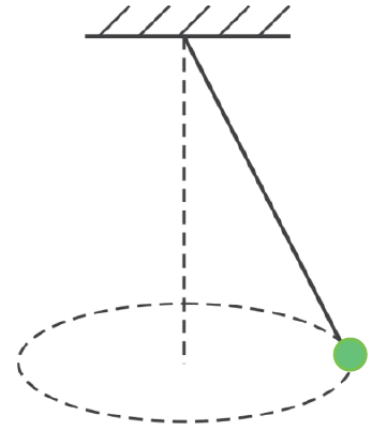
Taulukossa on joukko fysiikassa esiintyviä käsitteitä. Kopioi taulukko vastauspaperiisi ja merkitse taulukkoon taulukkoon rastilla, onko käsite skalaarisuure, vektorisuure tai ei suure lainkaan.

	Skalaarisuure	Vektorisuure	Ei suure
aika	1p		
massa	1p		
gravitaatio			2p
nopeus		1p	
liikemäärä		2p	
Liike-energia	1p		

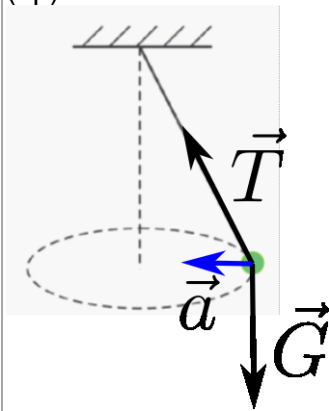
Tehtävä 2 (14 pistettä)

Metallipallo on ripustettu kuvan mukaisesti kartioheiluriksi 1,25 m pituiseen lankaan. Pallon massa on 87 g, ja langan massa on hyvin pieni. Pallo kiertää ympyrärataa vaakasuorassa tasossa, ja lanka on 41° :n kulmassa pystysuoraan suuntaan nähden.

- Piirrä kuva, josta ilmenevät palloon kohdistuvat voimat ja pallon kiihtyvyys.
- Laske lankaa jännittävä voima.
- Laske kiertoliikkeen jaksonaika.



a) 4 pistettä. Hyvässä vastauksessa vektorit on nimetty, niiden vaikutuspisteet ovat oikein, ja nuolet ovat oikeansuuntaiset (1p/nuoli). Gravitaatiovoiman suuruus vastaa jännitysvoiman y-komponentin suuruutta (1p).



Kuva 1: Voimakuvio.

b) 4 pistettä. Hyvässä vastauksessa on viitattu Newtonin toiseen lakiin tai todettu tasapaino y-suunnassa ja muodostettu y-suunnan tasapainoyhtälö.

$$T \cos \alpha - G = 0. \quad (2p)$$

Tästä on ratkaistu T :n suureyhtälöksi ja suuruudeksi

$$T = \frac{G}{\cos \alpha} = 1,1 \text{ N}. \quad (2p)$$

c) 6 pistettä. Hyvässä vastauksessa todetaan, että keskeisvoiman on oltava suuruudelta jännitysvoiman x-komponenttia vastaava. On muodostettu lähtöyhtälö

$$\frac{mv^2}{r} = T \sin \alpha. \quad (2p)$$

Lisäksi on todettu, että kierretyn matkan $2\pi r$, kiertoajan T ja ratanopeuden v välillä on yhteys:

$$2\pi r = vT. \quad (2p)$$

Hyvässä vastauksessa on annettu vastauksen antava suureyhtälö symbolisessa muodossa sekä ilmoitettu vastaus:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \alpha}{g}} = 1,9 \text{ s}. \quad (2p)$$

Tehtävä 3 (14 pistettä)

Kylpytynnyri täytetään juuri ennen lämmitystä pumppaamalla siihen 2000 litraa 6 °C lämpötilassa olevaa kaivovettä Kylpytynnyrin tulipesän teho on 30 kW. Lämmitykseen käytetään kuivia puuhalkoja, joiden lämpöarvo on 18 MJ/kg. Kuivan puun tiheys on 520 kg/m³.

- c) Kuinka kauan kestää veden lämmitys 38 °C käyttölämpötilaan täydellä teholla, kun lämpöhäviöt lämmityksen aikana ovat keskimäärin 25 % lämmitystehosta?
- d) Puun palamisessa syntyy noin 1000 kg hiilidioksidia yhtä puukuutiometriä kohti. Kuinka paljon hiilidioksidia (kg) syntyy kylpytynnyrin veden lämmityksestä yhden tunnin aikana?

a) 7 pistettä.

Hyvässä vastauksessa on määritelty lähtöyhtälöiksi lämpö $Q = cm\Delta T$ sekä teho $P = \frac{E}{t}$, sekä todettu, että veteen siirtyvä lämpö on $Q = \eta Pt$. (2 p)

Suureyhtälö on ratkaisu, ja tulos on

$$t = \frac{cm\Delta T}{\eta P} = 12000 \text{ s. (suureyhtälö + tulos 2 + 2 p)}$$

Tulos on pyöristetty oikein kahteen merkitsevään numeroon (1 p).

b) 7 pistettä.

Hyvässä vastauksessa on tunnistettu, että tunnissa vapautuva energiamäärä $E = Pt$ ei riipu hyötysuhteesta (1p).

Vaadittava määrä (massa m) puita on

$$m = \frac{Pt}{A} \text{ (2 p),}$$

jossa P on teho, t on aika ja A puun lämpöarvo. Massasta saadaan puun tilavuus V tiheyden ρ avulla:

$$V = \frac{m}{\rho} \text{ (2 p)}$$

Hiilidioksidin massa saadaan puiden tilavuuden sekä palamisessa syntyvän hiilidioksidin määrän B avulla:

$$m_{CO_2} = VB = 12 \text{ kg (2 p)}$$

Tehtävä 4 (14 pistettä)

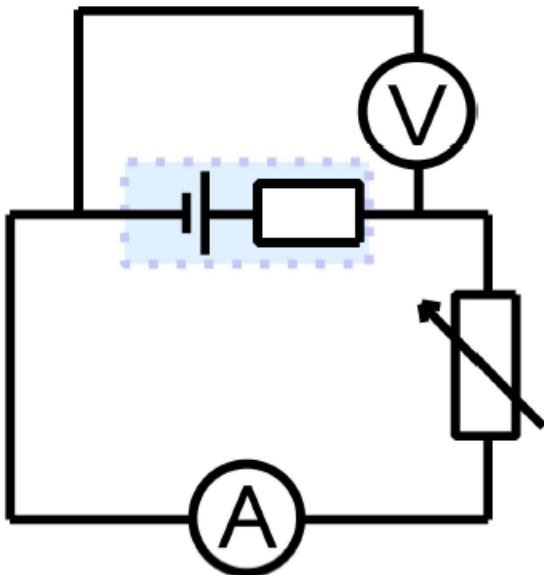
Laboratoriotyössä on käytettävissä paristo, säätövastus, virtamittari ja jännitemittari. Tarkoituksena on tutkia pariston sisäistä resistanssia kytkemällä se säätövastukseen ja mittaamalla pariston kautta kulkevaa virtaa ja pariston napajännitettä.

- c) Piirrä kytkentäkaavio.
- d) Säätövastuksen resistanssia muutetaan, ja luetaan virran ja jännitteen arvot. Tulokset ovat oheisessa taulukossa. Määritä sopivaa graafista esitystä käyttäen pariston sisäinen resistanssi ja lähdejännite.

I (mA)	70,0	96,0	153	198	256	320	458	623
U (V)	1,490	1,482	1,463	1,451	1,434	1,415	1,374	1,328

a) 4 pistettä.

Virtapiirissä on oikeat komponentit ja ne muodostavat suljetun piirin (2 p). Virta- ja jännitemittarit on kytketty oikein (1+1 p).

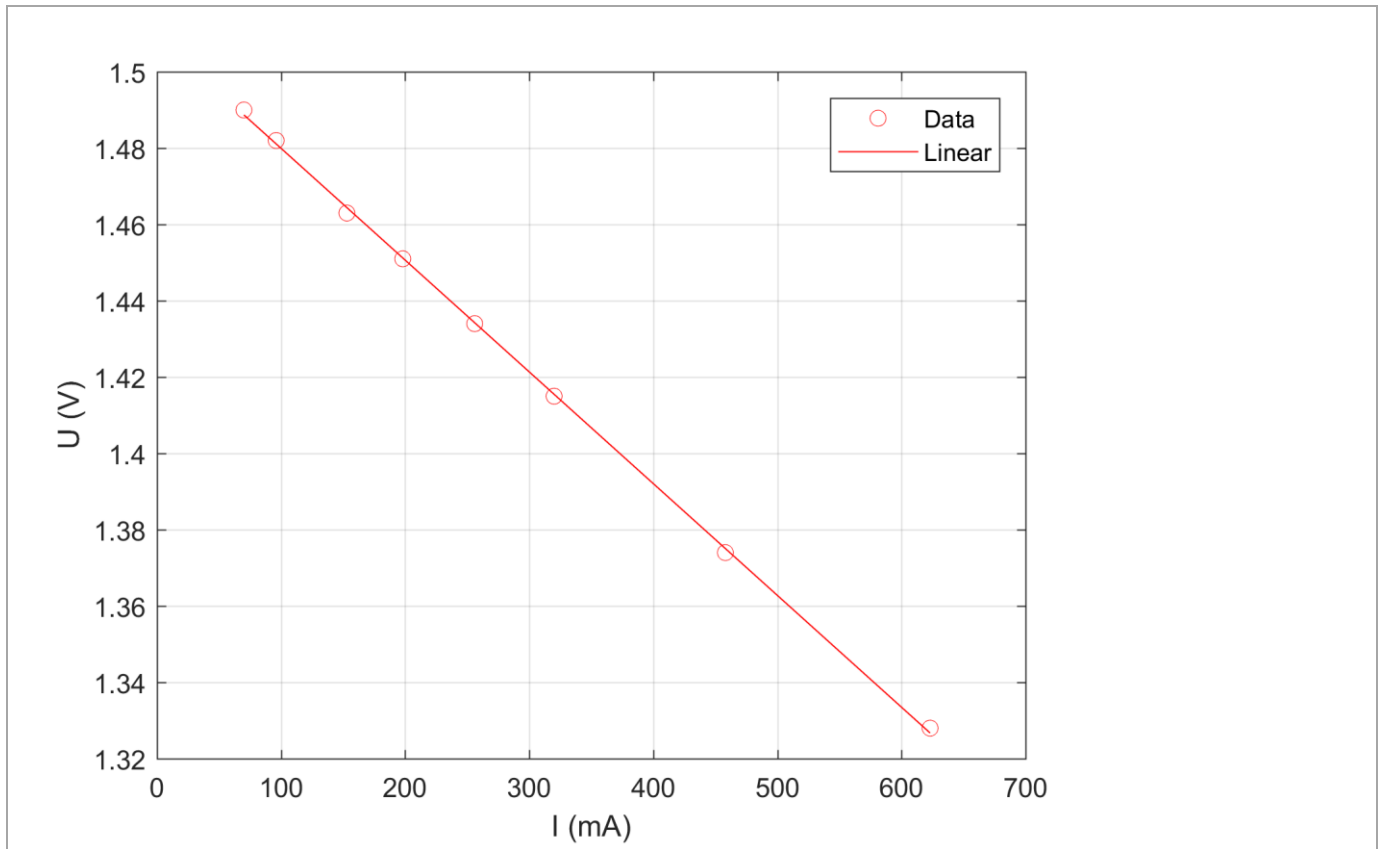


Kuva 2: Kytchentäkaavio

b) 10 pistettä

Jännitemittari mittaa pariston napajännitettä U . Oletetaan, että jännitemittarin kautta ei kulje virtaa, joten virtamittari mittaa pariston läpi kulkevaa virtaa I . Todellinen paristo voidaan mallintaa koostuvaksi ideaalisesta paristosta, joka ei vastusta sähkövirran kulkua ja jonka jännite E pysyy vakiona, sekä sen kanssa sarjaan kytketystä vastuksesta, jolla on resistanssi R_s . Tällöin E on todellisen pariston lähdejännite ja R_s on pariston sisäinen resistanssi.

Piirretään mittaustuloksista jännite virran funktiona. Mallin mukaan pisteiden pitäisi asettua suoralle, jonka kulmakerroin on $-R_s$ ja U -akselin leikkauspiste on E .



Kuva 3: Napajännite mitatun virran funktiona.

Hyvässä kuvaajassa on nimetty akselit ja ilmoitettu niiden yksiköt (1+1p), asteikko on lineaarinen ja akselit oikein päin (1 p) ja mittauspisteet selvästi näkyvissä (1 p).

Kuvaajaan on tehty suoransovitus (2 p). On selitetty, että suoran kulmakerroin vastaa sisäistä resistanssia, $R_s = 0,3 \Omega$ (2 p), ja suoransovituksen vakiotermin $E = 1,51 \text{ V}$ (2 p).