

FI – Fysiikka

30.3.2022

Koe koostuu 11 tehtävästä, joista vastataan seitsemään. Tehtävät on jaettu kolmeen osaan. Osassa 1 on yksi kaikille pakollinen 20 pisteen tehtävä. Osassa 2 on seitsemän 15 pisteen tehtävää, joista vastataan neljään. Osassa 3 on kolme 20 pisteen tehtävää, joista vastataan kahteen. Kokeen maksimipistemäärä on 120. Kaikki annetut vastaukset tulee perustella, jos perusteleminen on vastausteknisesti mahdollista. Voit tuottaa vastausten tueksi piirroksia, kaavioita tai taulukoita ja liittää niistä kuvakaappauksen mihin tahansa tekstivastaukseen.

Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.

Huom.! Tehtävässä 6 on erillinen ohje vastaamatta jättämisestä.

Sisällys

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

Vastaa tehtävään 1.

1. [Monivalintatehtäviä fysiikan eri osa-alueilta](#) 20 p.

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

Vastaa neljään tehtävään.

2. [Tuulivoimala](#) Aineisto 15 p.

3. [Kaasun puristus](#) 15 p.

4. [Valovastus](#) Aineisto 15 p.

5. [Hissi](#) 15 p.

6. [Itämeren aallot](#) Aineisto 15 p.

7. [Sumukammio](#) Aineisto 15 p.

8. [Boori-neutronikaappaushoito](#) Aineisto 15 p.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

9. [Maissipellon energiatuotanto](#) Aineisto 20 p.

10. [Vierivä lieriö](#) Aineisto 20 p.

11. [Maapallon pinnan lämpösäteily](#) Aineisto 20 p.

Koe yhteensä

120 p.

Osa 1: 20 pisteen tehtävä

 Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä fysiikan eri osa-alueilta 20 p.

Valitse jokaisessa kohdassa 1.1–1.10 oikea vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1 Vauhdittomassa pituushypyssä ponnistetaan mahdollisimman pitkälle ilman alkuvauhtia. Mitä voit sanoa hyppääjään kohdistuvasta kokonaisvoimasta ponnistushetkellä? **2 p.**

- Kokonaisvoima on nolla.
- Kokonaisvoima suuntautuu vinosti eteen- ja ylöspäin.
- Kokonaisvoima suuntautuu suoraan ylöspäin.
- Kokonaisvoima suuntautuu suoraan eteenpäin.

1.2 Autot A ja B etenevät liikenneympyrässä samaa ympyrärataa pitkin. Auton A nopeus on 20 km/h, ja auton B nopeus on 40 km/h. Mikä seuraavista väittämistä on tosi? **2 p.**

- Autolla B on nelinkertainen kiihtyvyys autoon A verrattuna.
- Autolla B on noin 1,4-kertainen kiihtyvyys autoon A verrattuna.
- Autolla B on kaksinkertainen kiihtyvyys autoon A verrattuna.
- Autoilla on yhtä suuri kiihtyvyys.

1.3 Mitä tapahtuu ilmapallon sisällä olevalle ilmalle, kun ilmapallo puhkeaa äkillisesti? **2 p.**

- Sen tilavuus ja lämpötila kasvavat.
- Sen tilavuus kasvaa ja lämpötila laskee.
- Sen tilavuus kasvaa ja lämpötila pysyy vakiona.
- Sen tilavuus pysyy vakiona ja lämpötila kasvaa.

1.4 Tarkastellaan kahta suljettua virtapiiriä, joissa on samanlainen akku teholähteenä. Virtapiiriin 1 on kytketty yksi hehkulamppu, ja virtapiiriin 2 on kytketty kaksi hehkulamppua rinnan. Kaikki lamput ovat samanlaisia. Mikä seuraavista väitteistä on tosi? **2 p.**

- Kaikki kolme lamppua ovat yhtä kirkkaita.
- Virtapiiriin 2 lampuilla on eri kirkkaudet.
- Virtapiiriin 1 lamppu on kirkkain, ja virtapiiriin 2 lamput ovat keskenään yhtä kirkkaita.
- Virtapiiriin 1 lamppu on himmein, ja virtapiiriin 2 lamput ovat keskenään yhtä kirkkaita.

1.5 Elektroni saapuu homogeeniseen sähkökenttään kohtisuorasti kenttäviivoja vastaan. Miten elektroni käyttäytyy tultuaan sähkökenttään? **2 p.**

- Elektroni alkaa liikkua pitkin ympyrärataa.
- Elektroni jatkaa liikettään suoraviivaisesti.
- Elektronin rata kaareutuu, kunnes sen liike on likimain kenttäviivojen suuntaista.
- Elektroni pysähtyy.

1.6 Biljardipallo A törmää paikoillaan olevaan samanlaiseen palloon B. Pallo A jää törmäyksen jälkeen paikoilleen, kun taas pallo B alkaa liikkua eteenpäin. Oletetaan, että törmäys on kimmoinen. Mikä seuraavista kokonaisliikemäärää ja pallojen yhteenlaskettua liike-energiaa koskevista väittämistä on tosi? **2 p.**

- Liikemäärä ja liike-energia eivät kumpikaan säily.
- Liikemäärä säilyy, mutta liike-energia ei säily.
- Liikemäärä ja liike-energia säilyvät.
- Liikemäärä ei säily, ja liike-energia säilyy.

1.7 Pilvenpiirtäjän korkeus on 400 m, ja kovassa tuulella sen huippu heilahtelee jaksollisesti ääriasennosta toiseen. Mikä on pilvenpiirtäjässä etenevän, perusvärähtelyä vastaavan aallon aallonpituus? 2 p.

- 1 600 m
- 400 m
- 800 m
- 200 m

1.8 Katuporan äänen intensiteettitaso 10 metrin etäisyydellä porasta on 100 dB. Kuinka suuri on kahden katuporan yhdessä tuottaman äänen intensiteettitaso samalla etäisyydellä? 2 p.

- 110 dB
- 103 dB
- 200 dB
- 141 dB

1.9 Kun johdinsilmukkaa pyöritetään magneetikentässä, siihen indusoituu lähdejännite. Mikä seuraavista muutoksista kasvattaa eniten johtimeen indusoituvan lähdejännitteen huippuarvoa? 2 p.

- Johdinsilmukan pinta-alan kolminkertaistaminen.
- Pyöritysajan viisinkertaistaminen.
- Pyöritysnopeuden nelinkertaistaminen.
- Magneettivuon tiheyden kaksinkertaistaminen.

1.10 Laserpulssilla irrotetaan metallikappaleesta elektroneja. Miten voidaan kasvattaa irtoavien elektronien liike-energiaa? 2 p.

- Kasvattamalla laserpulssin valon aallonpituutta.
- Kasvattamalla laserpulssin valon taajuutta.
- Kasvattamalla laserpulssin kesto.
- Kasvattamalla laserpulssin valon intensiteettiä.

Osa 2: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Tuulivoimala 15 p.

Aineisto

2.A [Kuva: Tuulivoimalan roottorin kaaviokuva](#)

2.B [Taulukko: Tuulivoimaloiden ominaisuuksia](#)

2.1 Roottorin koolla on merkittävä vaikutus tuulivoimalan tuottamaan sähkötehoon. Roottorin kokoa kuvaa pyyhkäisy-pinta-ala, joka tarkoittaa roottorin lapojen kärkien piirtämän ympyrän pinta-alaa (kuva 2.A).

Taulukossa 2.B on annettu valmistajien tuulivoimaloille ilmoittamat tehot. Määritä taulukon tietojen perusteella, kuinka paljon tuulivoimalan teho tyypillisesti kasvaa, jos roottorin pyyhkäisy-pinta-ala kasvaa 25 m^2 . Käytä graafista esitystä.

12 p.

2.2 Nimeä kolme fysikaalisten tieteiden osa-aluetta, joiden asiantuntemusta tarvitaan tuulivoimalan suunnittelussa tai rakentamisessa. 3 p.

3. Kaasun puristus 15 p.

Sylinteri, jonka sisällä on herkästi liikkuva mäntä, täytetään 1,1 litralla ulkoilmaa. Ulkona vallitsee 5,0 °C:n lämpötila ja ilmanpaine on 101 kPa. Mäntä painetaan nopeasti sylinterin sisään, jolloin sylinterissä olevan kaasun tilavuus pienenee 0,38 litraan ja paine kasvaa 447 kPa:iin. Mäntä lukitaan paikoilleen ja sylinteri tuodaan välittömästi laboratorioon. Sen jälkeen odotetaan, että kaasun lämpötila saavuttaa laboratorion lämpötilan 24 °C.

3.1 Määritä kaasun paine, kun kaasun lämpötila on saavuttanut loppulämpötilan 24 °C. 8 p.

3.2 Selitä käsitteitä lämpö ja työ käyttäen, mitä muutoksia kaasun sisäenergiassa tapahtuu

- kaasun puristuksen aikana
- kaasun lämpötilan muuttuessa kohti laboratorion lämpötilaa.

7 p.

4. Valovastus 15 p.

Aineisto

4.A Simulaatio: Valovastuskytkentä

Valovastus on komponentti, jonka resistanssi riippuu siihen kohdistuvan valon voimakkuudesta. Valovastuksella voi siis muuttaa esimerkiksi piirin sähkövirtaa muuttamalla vastukseen osuvan valon määrää. Aineistossa 4.A on esitetty

kytkentäkaavio ja simulaatio piiristä, jossa on jännitelähde, tavallinen vastus, valovastus ja ledi. Havaitaan, että piiriin kytketty ledi syttyy, kun valaistus vähenee. Vastaa simulaation avulla seuraaviin kysymyksiin.

4.1 Mikä on suurin valaistusvoimakkuuden arvo, jolla ledi vielä palaa? **3 p.**

4.2 Mikä on ledin kynnysjännitteen arvo? **3 p.**

4.3 Mitkä ovat vastusten R_1 ja R_{LDR} resistanssien arvot, kun valaistusvoimakkuus on 540 lx? **4 p.**

4.4 Tarkastellaan niitä valaistusvoimakkuuden arvoja, joilla ledi ei pala. Kasvaako vai pieneneekö piirin valovastuksen resistanssi valovoimakkuuden kasvaessa tällä alueella? **5 p.**

5. Hissi 15 p.

Opiskelija tutkii hississä jousivaa'an avulla kiihtyvyyden ja voiman riippuvuutta toisistaan.

5.1 Hissin ollessa paikallaan opiskelija kiinnittää kännykkänsä riippumaan jousivaa'an koukkuun. Vaaka näyttää arvoa 1,93 N. Hissin lähdettyä liikkeelle vaa'an lukema on 2,23 N. Kumpaan suuntaan ja kuinka suurella kiihtyvyydellä hissi liikkuu? **8 p.**

5.2 Hissin lähtiessä liikkeelle opiskelija havaitsee jousivaa'an jousen venyvän 4,5 cm lisää. Kuinka suuri on jousivaa'an jousen jousivakio? **7 p.**

6. Itämeren aallot 15 p.

Aineisto

6.A Teksti: Aallokko Itämerellä

Aineistossa 6.A on tietoja Itämeren aallokon synnystä ja ominaisuuksista. Vastaa aineiston ja tietämyksesi perusteella kysymyksiin 6.1–6.7.

Kysymyksissä 6.1–6.3 kirjoita vastauskenttiin pelkästään lopputuloksen lukuarvo ilman yksikköä yhden merkitsevän numeron tarkkuudella. Yksikkö on valmiiksi annettuna vastauskentän perässä. Kysymyksissä 6.4–6.7 vastaa valitsemalla oikea vaihtoehto. Jos olet aloittanut tehtävään vastaamisen, mutta et haluakaan jättää tehtävää arvosteltavaksi, kysymyksissä 6.1–6.3 tyhjennä vastaukset ja kysymyksissä 6.4–6.7 merkitse jokaiseen kysymykseen vaihtoehto ”en vastaa”.

6.1 Kuinka suuri on ollut Itämeren korkeimpien yksittäisten aaltojen amplitudi? 2 p.

Vastaus: m

6.2 Kuinka suuri on Itämeren tyypillisessä aallokossa korkeimpien aaltojen taajuus? 2 p.

Vastaus: Hz

6.3 Kuinka suurella nopeudella Itämeren tyypillisen aallokon korkeimmat aallot etenevät syvässä vedessä? 2 p.

Vastaus: m/s

6.4 Aalloista annettujen tietojen perusteella voidaan päätellä Itämeren syvyyden olevan tyypillisesti alle 2 p.

- 10 m
- 20 m
- 40 m
- 80 m
- 130 m
- 260 m
- 520 m
- En vastaa

6.5 Aalloista annettujen tietojen perusteella voidaan päätellä Itämeren syvyyden olevan tyypillisesti yli 2 p.

- 10 m
- 20 m
- 40 m
- 80 m
- 130 m
- 260 m
- 520 m

En vastaa

6.6 Mitä tarkoittaa aineistossa käytetty termi pyyhkäisymatka? **2 p.**

- Merialueen leveys havaintopaikan kohdalla
- Matka, jolla tuuli on voinut vapaasti kasvattaa aallokkoa havaintopaikalle asti
- Matka, jonka aallot voivat vapaasti edetä havaintopaikalta rantaan asti
- Havaintopaikan tuulen nopeuden ja kestoajan tulo
- En vastaa

6.7 Tarkastellaan yleisesti tilannetta, jossa veden aallot lähestyvät rantaa vinosti. Ranta on loivasti madaltuva. Mikä seuraavista aaltoliikkeen ominaisuuksista **ei** tällöin muutu? **3 p.**

- Aallonpituus
- Amplitudi
- Etenemisnopeus
- Etenemissuunta
- Taajuus
- En vastaa

7. Sumukammio 15 p.

Aineisto

7.A [Kuva: Sumukammio](#)

Sumukammiossa tehdystä kokeesta piirrettiin aineiston 7.A mukainen kuva. Kuvassa näkyy katkoviivalla merkittynä varatun hiukkasen rata kammiossa. Hiukkasen kulkusuunta on merkitty pienellä sinisellä nuolella. Kammion alueella on homogeeninen magneettikenttä, jonka magneettivuon tiheyden suuruus on $B = 3,8 \text{ mT}$. Magneettikentän suunta on kohtisuorasti kuvan tason sisään. Hiukkasen energia sen tullessa sumukammioon on $2,5 \text{ keV}$, ja sen radan säde $r = 45 \text{ mm}$. Kammion halkaisee kuvassa näkyvä ohut muovikalvo, josta hiukkanen pääsee läpi. Hiukkasen varaus on itseisarvoltaan alkeisvarauksen suuruinen.

7.1 Määritä hiukkasen varauksen etumerkki ja hiukkasen massa. **11 p.**

7.2 Selitä, miksi hiukkasen on täytynyt kulkea kuvassa nuolella merkittyyn suuntaan eikä päinvastaiseen suuntaan. **4 p.**

8. Boori-neutronikaappaushoito 15 p.

Aineisto

8.A Teksti: Uudenlaista sädehoitoa Meilahdessa

Lue boori-neutronikaappaushoidosta kertova teksti 8.A, ja vastaa artikkelin ja tietämyksesi perusteella tehtäviin 8.1–8.3.

8.1 Kirjoita reaktioyhtälö välivaiheineen neutronikaappauksesta lopputuotteisiin. 5 p.

8.2 Reaktiossa vapautuu lopulta alfahiukkanen, tytärdin ja gammahiukkanen. Vertaile näiden hiukkasten merkitystä syöpäsolumen paikallisessa tuhoamisessa. 6 p.

8.3 Tekstissä 8.A kerrotaan, että aiemmin boori-neutronikaappaushoidossa tarvittavat neutronit saatiin ydinreaktorista. Kerro, kuinka neutroneita tuotetaan ydinreaktorissa. Miten uusi tekniikka eroaa tästä? 4 p.

Osa 3: 20 pisteen tehtävät

 Vastaa kahteen tehtävään.

9. Maissipellon energiatuotanto 20 p.

Aineisto

9.A Taulukko: Maissinviljelyn ja bioetanolituotannon tärkeimmät tunnusluvut

Bioetanoli on ylivoimaisesti käytetyin biopolttoaine maailmassa. Yli puolet bioetanolin runsaan sadan miljardin litran kokonaismäärästä valmistetaan viljellystä maissista Yhdysvalloissa. Etanolin valmistukseen käytetään maissin siemenet, ja muu osa maissista voidaan hyödyntää biojätteenä esimerkiksi lämmöntuotannossa. Taulukossa 9.A on tietoa maissinviljelyn ja maissiin pohjautuvan bioetanolituotannon tärkeimmistä tunnusluvuista.

9.1 Maissipellolle Auringosta tuleva vuosittainen energia pinta-alaa kohden on keskimäärin $1,46 \text{ MWh/m}^2$.

Laske bioetanolin pohjautuvan energiantuotannon maksimaalinen hyötysuhde (eli hyödynnettävän energian ja Auringosta tulleen energian suhde), jos korkeintaan 44 % etanolin vapautuvasta energiasta saadaan hyötykäyttöön.

6 p.

9.2 Sekä maissin viljely että varsinainen etanolituotanto vaativat Auringosta tulevan energian lisäksi myös pienen määrän muuta ulkoista energiaa, niin sanottua prosessienergiaa. Prosessin tuotolla tarkoitetaan prosessista saatavan nettoenergian määrän eli tuotetun energian ja prosessienergian erotuksen suhdetta prosessienergiaan.

Laske bioetanolin pohjautuvan energian tuotto prosentteina, jos viljelyyn ja etanolivalmistukseen kulunut prosessienergia on 7 460 kJ jokaista etanolilitraa kohden.

5 p.

9.3 Bioetanolista saatavan energiantuotannon lisäksi maissia voi hyödyntää myös polttamalla maissinviljelystä syntyvän biojätteen kaukolämpövoimalassa, jossa 85 % biojätteiden sisältämästä energiasta saadaan hyötykäyttöön. Maissipelloille voitaisiin vaihtoehtoisesti asentaa aurinkokennoja viljelyn sijaan. Aurinkokennojen avulla on mahdollista hyödyntää 18 % Auringon säteilevästä energiasta.

Kuinka moninkertainen olisi samalta pelloilta kennoilla kerätty aurinkoenergia verrattuna maissinviljelystä saatuu bioenergiaan?

4 p.

9.4 Etanoliauton polttomoottorilla saadaan etanolin energiasta hyötykäyttöön ainoastaan 44 %. Etanolia käyttävässä autossa 65 litran polttoainetankki takaa kuitenkin riittävän toimintasäteen. Sähköauton sähkömoottori hyödyntää sen sijaan jopa 89 % akun varastoituneesta energiasta, mutta tavallisen sähköauton akun energiatiheys on vain noin 150 Wh/kg.

Kuinka suuri pitää sähköauton akun massan olla, jotta täyteen ladatun sähköauton ja täyteen tankatun etanoliauton hyödynnettävien energioiden määrät olisivat yhtä suuret?

5 p.

10. Vierivä lieriö 20 p.

Aineisto

- 10.A Video: Vierivän lieriön liike hidastettuna
- 10.B Kuva: Lieriö
- 10.C Kuva: Lieriöön kohdistuva tukivoima
- 10.D Taulukko: Lieriön massakeskipisteen tason suuntainen nopeus

Umpinainen, muovista valmistettu lieriö, jonka pohja on ellipsin muotoinen, vierii liukumatta pitkin kaltevaa tasoa. Videossa 10.A on esitetty lieriön liike hidastettuna. Lieriön ja tason välillä vaikuttaa kitka, mutta lieriöön ei vaikuta muita liikevastusvoimia. Kuvassa 10.B lieriö on juuri päästetty vierimään, jolloin sen nopeus on vielä hyvin pieni.

10.1 Piirrä kuva lieriöön vaikuttavista voimista kuvan 10.B mukaisessa tilanteessa. 4 p.

10.2 Onko lieriöön vaikuttava kitka liuku- vai lepokitkaa? 2 p.

10.3 Aineistossa 10.C on esitetty simuloimalla määritetty lieriöön kohdistuva tukivoima. Miksi tukivoimalla on paikallisia maksimi- ja minimiarvoja? 5 p.

10.4 Videossa 10.A havaitaan, että lieriö irtoaa jossain vaiheessa alustasta. Vastaa aineiston 10.C perusteella, millä ajanhetkellä tämä tapahtuu. 4 p.

10.5 Taulukossa 10.D on esitetty massakeskipisteen tason suuntainen nopeus ajan funktiona. Määritä sopivaa graafista esitystä käyttäen arvo, jota lieriön massakeskipisteen tason suuntainen kiihtyvyys lähestyy liikkeen edetessä. 5 p.

11. Maapallon pinnan lämpösäteily 20 p.

Aineisto

11.A Kuva: Maanpinnan lämpösäteilyn spektri yläilmakehästä mitattuna

11.B Kuva: Maanpinnan lämpösäteilyn alueellinen jakauma yläilmakehästä mitattuna

Kuva 11.A esittää maapallon pinnan lähettämän lämpösäteilyn intensiteettijakaumaa eli spektriä, joka on mitattu ilmakehän yläosasta. Spektri on esitetty aaltoluvun eli aallonpituuden käänteisluvun funktiona.

11.1 Intensiteettijakauman muodossa erottuu selkeitä kuoppia kohdissa A ja B. Mikä on kohdan A kuoppaa vastaava aallonpituusväli? Mistä nämä kuopat intensiteettijakaumassa johtuvat? **6 p.**

11.2 Mitattuun dataan on sovitettu mustan kappaleen säteily Spektri. Kuinka suuri on sovitteen perusteella maapallon pintalämpötila? Hyödynnä tässä Wienin siirtymälakia taajuuden suhteen esitettyinä:

$$f_{\max} = \frac{\alpha}{h} k T,$$

jossa h on Planckin vakio, k on Boltzmannin vakio ja $\alpha \approx 2,8214$.

8 p.

11.3 Kuva 11.B esittää yläilmakehästä mitattua lämpösäteilyn intensiteetin alueellista jakaumaa maapallolla. Jakauma on keskiarvoistettu vuosilta 2003–2011. Selitä lyhyesti, mitkä tekijät vaikuttavat säteilyn alueellisiin vaihteluihin. **6 p.**

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.

Tarkista, että vastasit ohjeiden mukaiseen määrään tehtäviä. Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.