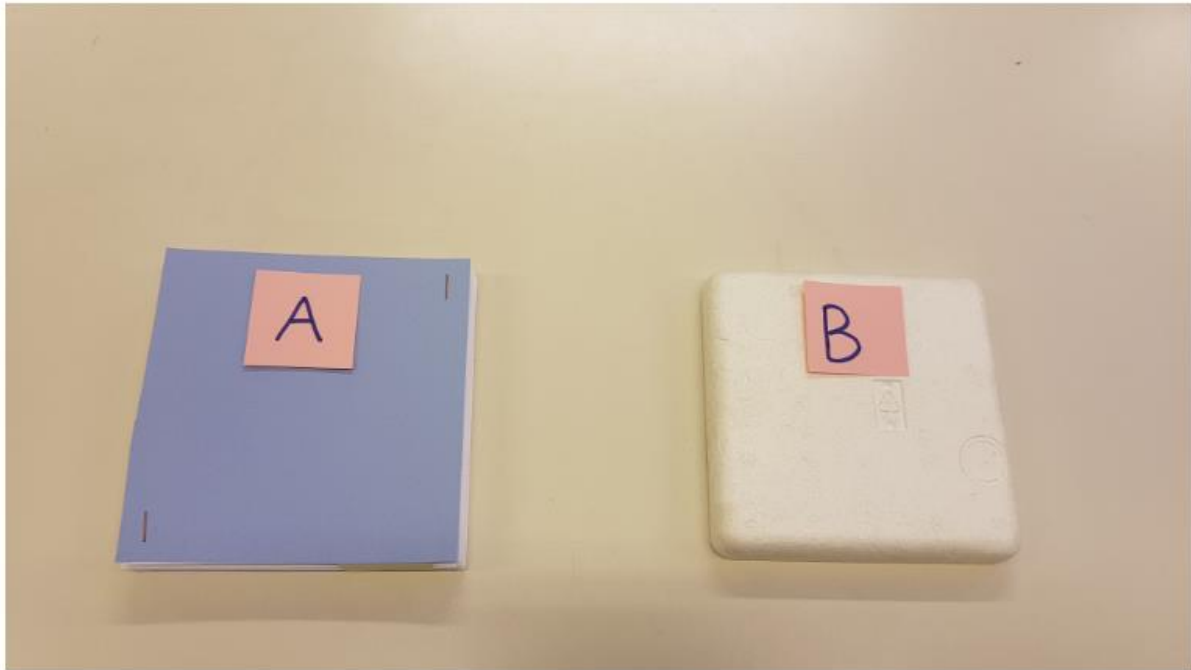


Aurinko on aurinkokuntamme keskus ja energianlähde. Aurinko syntyi aurinkokunnan muodostumisen yhteydessä noin vuotta sitten. Aurinkokunnan muodostumisen yhteydessä Auringon suurimmiksi kiertolaisiksi syntyi planeettoja, joita on nykymääritelmän mukaan kappaletta.

Aurinko on aurinkokunnan energialähde. Energia muodostuu Auringon ytimessä . Auringon pinnalta energia siirtyy säteilemällä muualle aurinkokuntaan. Tämä säteily on luonteeltaan pääasiassa . Säteilyn spektrin perusteella tiedetään, että Auringon pintalämpötila on noin kelviniä. Maan etäisyys Auringosta on noin 150 miljoonaa kilometriä. Auringon säteily etenee Auringosta Maahan noin sekunnissa.

Auringon säteilystä osa läpäisee Maan ilmakehän ja osa takaisin avaruuteen. Maan pinnalle saapuvan säteilyn energia lämmittää maaperää ja vesistöjä. Auringon säteilyn intensiteetti on voimakkainta näkyvän valon aallonpituuksilla, joiden aallonpituusväli on . Maanpinnasta siirtyy ympäristöön energiaa lämpösäteilynä, jota absorboituu ilmakehässä kasvihuonekaasuihin, kuten . Ihmisen toiminnan seurauksena syntyy hiilidioksidia, joka kasvihuonekaasuna voimistaa edellä kuvattua kasvihuoneilmiötä.

Ihminen käyttää Auringon energiaa hyödykseen monin tavoin. Aurinkovoimalassa hyödynnetään energiaa suoraan, minkä lisäksi useat energialähteet ovat epäsuorasti peräisin Auringosta. Merkittävistä energialähteistä vain ei ole peräisin Auringosta.



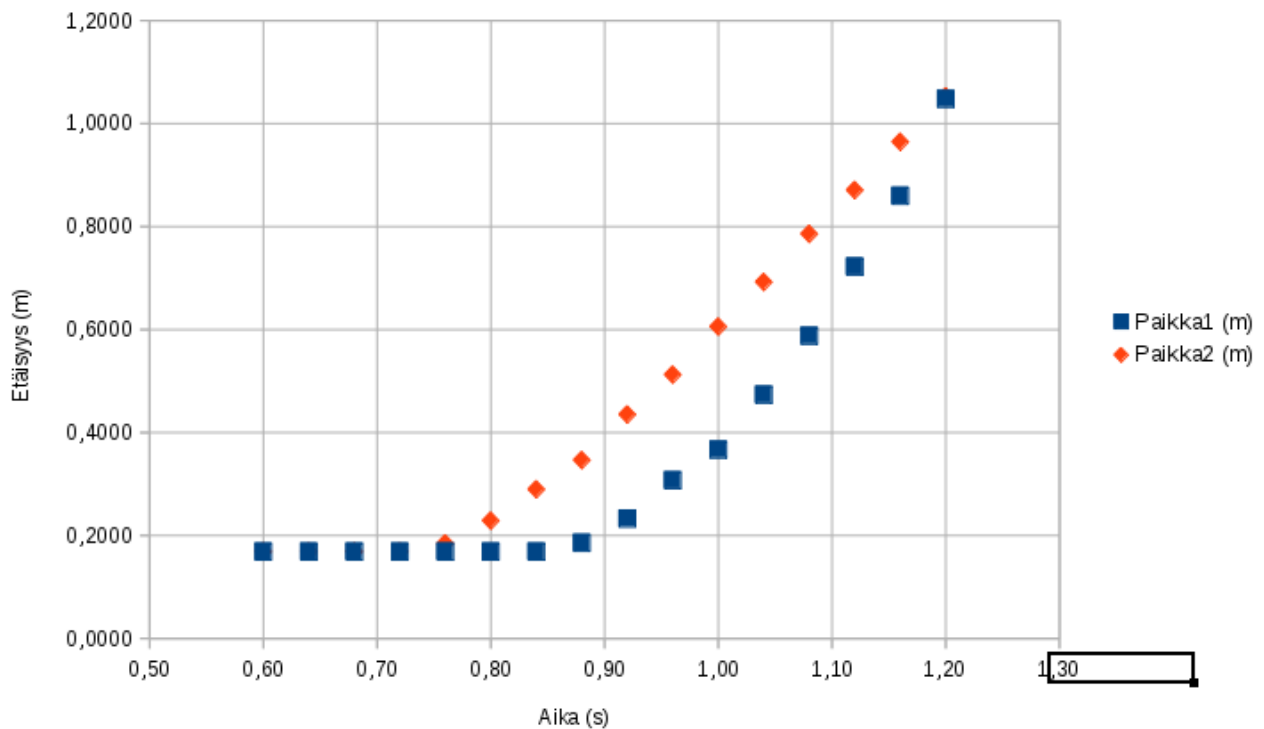
Kuvassa näkyvät kaksi esinettä pudotettiin samalta korkeudelta. Esine A oli paperilehtiö ja esine B styroksikappale. Esineiden paikka mitattiin ultraäänianturilla. Mittausten tulokset on annettu taulukossa 2.A.

Aineisto:

2.A Taulukko: Esineiden putoaminen

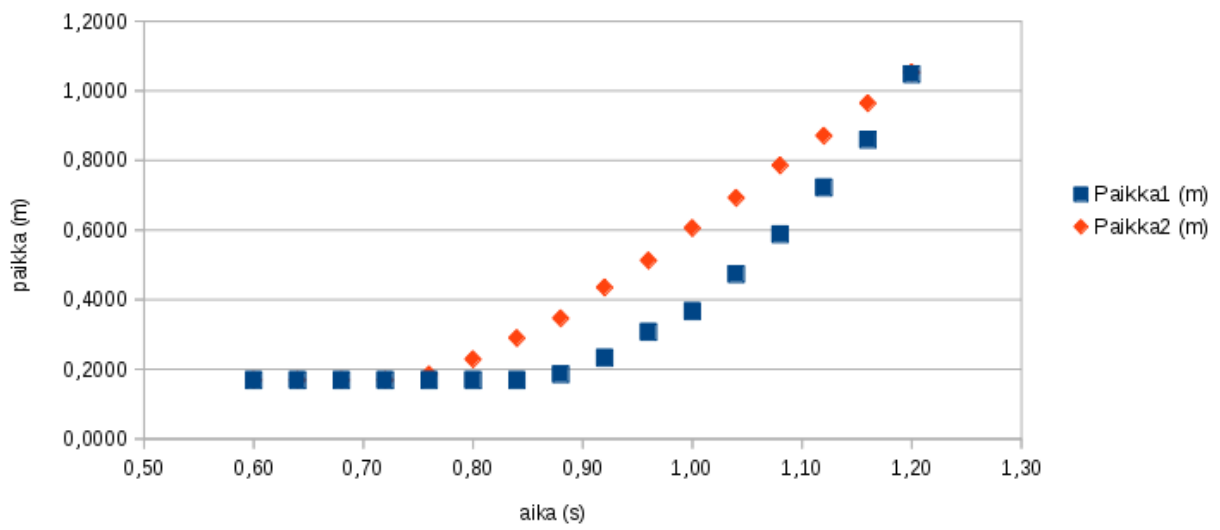
- 2a. Esitä molempien kappaleiden liikkeen kuvaaja samassa aika-paikka -koordinaatistossa. Pistejoukkoon ei tarvitse sijoittaa käyrää. (5 p)

Esineiden putoaminen ajan ja paikan suhteen



Kahden kappaleen aika-paikka-kuvaaja

oranssi=styroksi, sininen=paperilehti



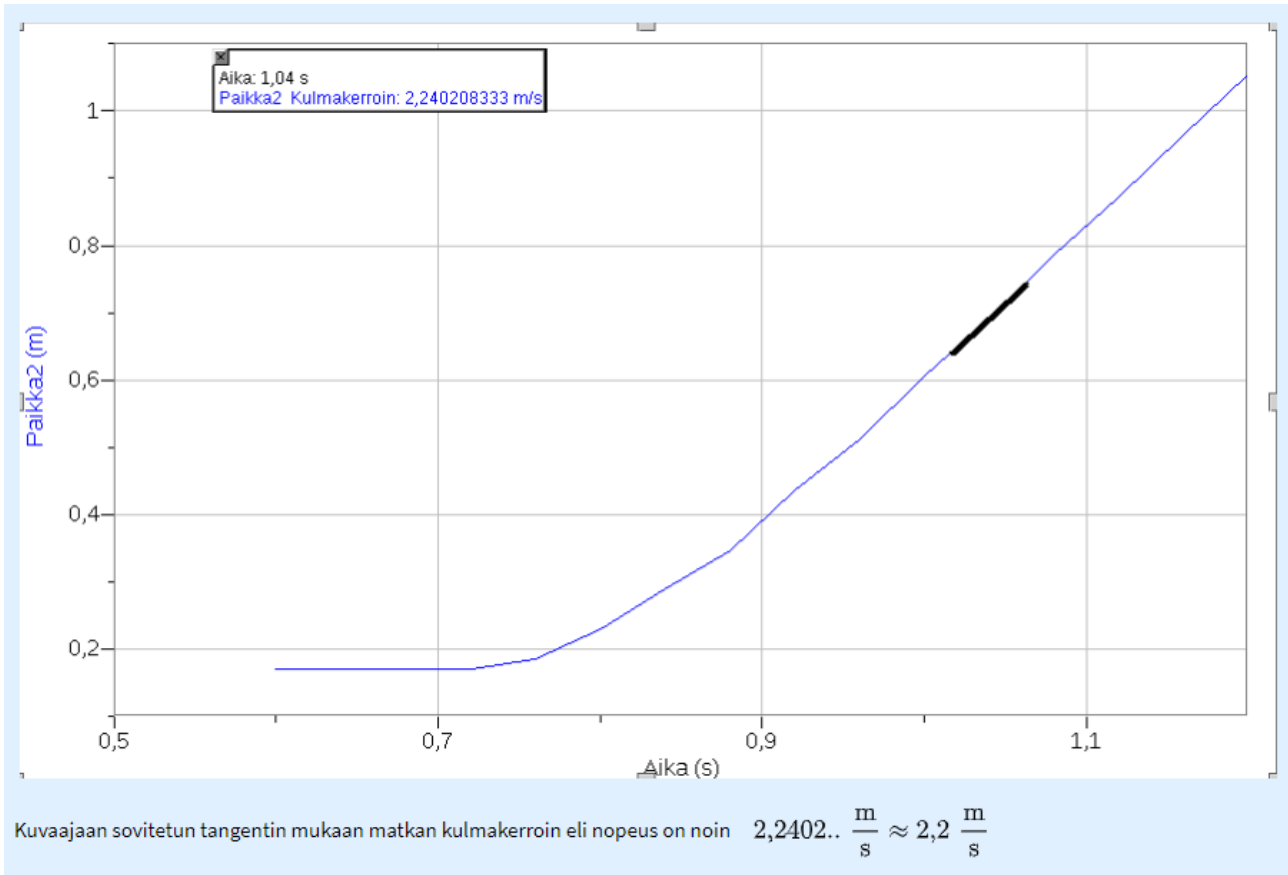
2b. Määritä nopeus, jolla styroksikappale putoaa. (3 p)

Koska liike on tasaista¹⁾, voidaan nopeus laskea $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ Arvot saadaan katsomalla kuvaajasta.

$$v = \frac{1,053 \text{ m} - 0,1688 \text{ m}}{1,20 \text{ s} - 0,72 \text{ s}} = 1,842... \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1,84 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vastaus : $1,84 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

1 piste



2 pistettä

3 pistettä ei kukaan

2c. Perustelee liikkeiden erilaisuus. (2 p)

Styroksi on huomattavasti kevyempi kuin lehtiö, joten se massan hitauden mukaan se lähtee liikkeelle nopeammin. Toisaalta koska lehtiöllä on suurempi massa, sen maksiminopeus on suurempi, ja se saavuttaa styroksin nopeasti. Molempien kappaleiden maksiminopeutta rajoittaa ilmanvastus, kun ilmanvastus ja maan kappaleeseen aiheuttama painovoima ovat yhtä suuret, kappaleen nopeus ei enää kasva.

1 p

Molemmat liikkeet ovat aluksi kiihtyvää liikettä. Ero liikkeiden välillä on, että paperilehtiö saavuttaa huippunopeutensa myöhemmin. Paperilehtiö saavuttaa pienemmän ilmanvastuksen takia huippunopeutensa myöhemmin. Styroksilla on suurempi ilmanvastus sen pienen tiheyden takia, jolloin sama määrä ilman molekyylejä hidastavat styroksia enemmän kuin samanmuotoista paperilehtiötä.

Vastauksen pituus: 41 sanaa, 345 merkkiä

1) ilmanvastus on sama, mutta massa eri

1 p

Korkeamman massan omaavan paperilehtiön myöhäisempi putoaminen selittyy massahitaudella. Koska styroksikappale on pinenempi massaltaan, mutta sillä on suunnilleen yhtä suuri pinta-ala, vaikuttaa siihen ilmanvastus voimakkaammin verrattuna painovoimaan. Loppua myöten styroksikappale ei vaikuta enää kiihtyvän, joten ilmanvastuksen aiheuttama vastakkainen voima painovoimaan verrattuna on noin yhtä suuri, mutta eri merkinen. Paperilehtiö sen sijaan jatkaa kiihtymistään koko mittauksen ajan, koska sen suuremman massan takia ilmanvastuksen aiheuttama vastakkainen voima ei ole yhtä suuri kuin painovoima.

2 p

Liikkeiden erilaisuus perustuu ilmanvastukseen. Paperilehtiö painavampi kuin styroksikappale, joten ilmanvastus ei vaikuta yhtä suurella voimakkuudella siihen ja liike on tasaisesti kiihtyvää liikettä putoamiskiihtyvyydellä noin $9,81 \text{ m/s}^2$. Styroksikappaleella on teoriassa sama kiihtyvyys kuin paperilehtiöllä, mutta keveytensä takia ilmanvastus hidastaa huomattavasti sen putoamista ja tuottaa kappaleelle tasaisen putoamisnopeuden. Styroksilla onkin aivan alussa sama kiihtyvyys kuin lehtiöllä, mutta nopeuden kasvaessa tiettyyn pisteeseen ilmanvastuksen aiheuttama voima johtaa siihen, että voimien summan voidaan olettaa olevan nolla eli kappaleella ei ole enää kiihtyvyyttä.

Newtonin 2. lain mukaan siis $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, tässä tilanteessa kokonaisvoimat kumoavat toisensa eli: $\sum \vec{F} = \vec{0}$ eli kiihtyvyys on

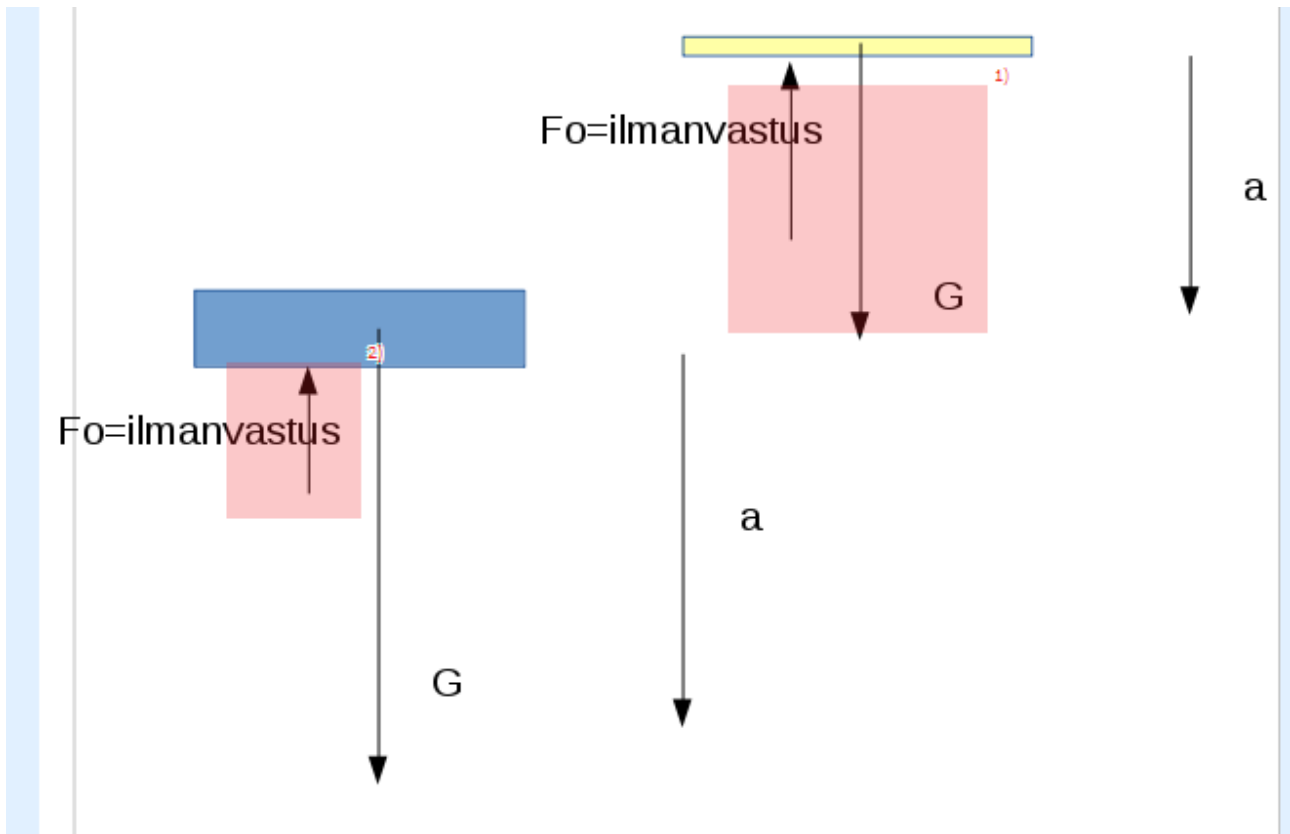
myös nolla. Huomattavaa on myös se, että jossain vaiheessa myös paperilehtiö saa vakionopeuden eli nollakiihtyvyyden, kun kasvavasta nopeudesta johtuva kasvava ilmanvastus aiheuttaa myös lehtiöön vaikuttavien kokonaisvoimien kumoutumisen.

2 p

Paperilehtiä ja styroksikappale ovat pinta-alaltaan suurin piirtein saman kokoiset, mutta styroksikappale on massaltaan kevyempi kuin paperilehtiö. Styroksikappaleen liike lineaarista ja paperilehtiön liike on kiihtyvää. Styroksikappale saavuttaa vakionopeuden nopeammin, koska se on massaltaan kevyempi. Ilmanvastus kumoaa gravitaatiovoiman kiihdyttävän vaikutuksen nopeammin, koska kappale on kevyt ja sillä on laaja pinta-ala. Paperilehtiö sen sijaan ei ehdi kokeen aikana saavuttaa vakionopeutta lainkaan, koska ilmanvastus ei ehdi kumota massan aiheuttamaa kiihtyvyyttä.

2 p

2d. Piirrä molempien kappaleiden voimakuviot hetkellä 1,08 sekuntia. Kiinnitä huomiota voimien keskinäisiin suuruuksiin. (5 p)



Vastauksen pituus: 0 sanaa, 0 merkkiä

- 1) Pitäisi olla yhtä suuret
- 2) Pitäisi olla suurempi kuin styroksin ilmanvastus

3 p

paras oli 4 p

3a. Kaksi samanlaista jääpala asetetaan huoneenlämpöisille alustoille, joista toinen on metallia ja toinen muovia. Mitä jääpaloille tapahtuu videolla ja miksi ne käyttäytyvät eri tavoin? (5 p)

Videolla vasemmanpuoleinen jääpala sulaa nopeammin kuin oikeanpuoleinen. Eri nopeudet sulamisessa johtuvat siitä, millaisen materiaalin päällä jääpala on. Metallia on hyvin johtavaa ainetta kun taas muovi on eriste. Vasemmalla puolella oleva jääpala on metallisen alustan päällä, jolloin lämpö pääsee johtumaan tehokkaammin sen kautta jääpalaan ja jääpala sulaa. Oikealla puolella olevalla muovisella alustalla on alhaisempi lämmönjohtavuus, jolloin jääpalaan ei johdu lämpöä niin tehokkaasti kuin metallin kautta. Ilma on myös eriste, joten oikealla puolella olevan jääpalan ympärillä on vain lämpöä eristäviä materiaaleja.

5 p

Sulamisen on endoterminen eli energiaa sitova tapahtuma. Metallilla on huomattavasti suurempi lämpökapasiteetti kuin muovilla, joten se pystyy luovuttamaan jäälle paljon energiaa verrattuna muoviin joka jäähtyy heti. Muovi on myös huomattavasti parempi eriste kuin metalli.

3 p

Jääpalat alkavat sulaa huoneenlämmössä, koska lämpöerot pyrkivät tasoittumaan. Toinen jääpaloista sulaa nopeammin metallisella alustalla, koska metalli johtaa lämpöä. Metalleissa ja metalliseoksissa on ns. "elektronimeri" joka pystyy kuljettamaan sähkövarauksia ja lämpöä hyvin. Tällöin lämpöerot tasoittuvat nopeammin. Muovin rakenne on järjestelmällisempää eikä sillä ole vapaita elektroneja kuten metallilla, joten se on eriste josta lämpö ei siirry yhtä helposti.

4 p

3b. Ilmaa täynnä oleva muovipullo on suljettu joustavalla ilmapallolla. Pullo upotetaan vuorotellen kahteen vesiasiaan. Miksi ilmapallo käyttäytyy eri tavoin? (5 p)

Ideaalikaasun tilanyhtälön¹⁾ mukaan $\frac{pV}{t}$. Toinen vesiasia on täynnä kuumaa vettä ja toinen on täynnä kylmää vettä. Kylmään veteen upotettaessa ilmaa täynnä olevan muovipullon ilmamolekyylien lämpöliike vähenee, jolloin ne aiheuttavat pienemmän paineen ilmapallon pintaa vastaan. Tilavuus ilmapallossa pienenee tällöin²⁾, joten vasemmalla puolella olevassa vesiasiaassa on kylmää vettä. Upotettaessa kuumaan veteen lisääntyy ilmamolekyylien lämpöliike ja ilmapalloon kohdistuu tällöin suurempi paine. Ilmapallo laajenee silloin, joten oikealla puolella olevassa vesiasiaassa on kuumaa vettä.

Vastauksen pituus: 69 sanaa, 515 merkkiä

1) missä yhtälö?

2) lämpötilaerot tasoittuvat

4 p

Vesiastioissa oleva vesi on erilämpöistä. Muovipullossa oleva ilma on kaasumainen aine ja kaasujen tilanyhtälön $pV = nRT$

perusteella lämpötila vaikuttaa kaasun tilavuuteen ja paineeseen. Kun muovipullo viedään aluksi lämpötilaltaan korkeaan vesiastiaan, alkaa pullon sisällä oleva ilma lämpötilan kasvun seurauksena levittäytyä suuremmalle tilavuudelle ja painautua ilmapallon reunaa vasten. Joustava ilmapallo joustaa sen verran, että sen nähdään "nousevan kuvulle". Kun muovipullo siirretään lämpötilaltaan matalampaan vesiastiaan, lämpötilan lasku saa ilman asettumaan pienemmälle tilavuudelle, mikä nähdään ilmapallon painumisena kasaan.

Vastauksen pituus: 72 sanaa, 561 merkkiä

1) kasvaa, koska lämpötilaerot tasoittuvat / lämpöä johtuu

4 p

Muovipullon ja ilmapallon systeemi on siinä mielessä suljettu, että aine ei siirry systeemin ja ympäristön välillä. Muovipullossa oleva ilma ei karkaa systeemistä pois eikä lisää ilmaa tule. Muovipullossa oleva ilma siis vaihtaa painettaan, jotta ilmapallo täyttyy.

$$pV = nRT, p = \frac{nRT}{V}, \text{ koska ainemäärä ei muutu, eikä tilavuus suorastaan muutu (astian muoto pysyy samana) pitää veden}$$

vaikuttaa ilman lämpötilaan. Isompi lämpötila lisää painetta, kunnes paine on yhtä iso kuin ilmapallon elastisuuden aiheuttama paine, jolloin tilavuus kasvaa. Kun systeemiä jäähdytetään paine pienenee ja ilmapallon paine työntää ilman takaisin muovipulloon.

3 p

Videosta voidaan päätellä, että vesiastioissa toisessa on lämmintä ja toisessa kylmää vettä. Ilmapallon käyttäytyminen voidaan selittää lämpölaajenemisen avulla. Kun muovipullo ja ilmapallo asetetaan lämpimään veteen siirtyy vedestä pulloon energiaa veden korkean lämmön takia, koska lämpötilaerot pyrkivät tasaantumaan. Tämä on mahdollista, sillä muovipullo on vain suljettu eikä eristetty systeemi. Kun muovipulloon siirtyy energiaa, alkaa hiukkasten liike lisääntymään. Tällöin ne liikkuvat nopeasti ja törmäilevät toisiinsa ja seiniin useammin. Näin paine kasvaa mikä ilmenee ilmapallon laajenemisena, koska paine ero ilmapallon ja muovipullon välillä pyrkii tasaantumaan. Tällöin ilmaa siis pakkautuu ilmapalloon. Kun muovipullo taas viedään kylmään veteen, tapahtuu sama ilmiö mutta käänteisesti. Muovipullo luovuttaa energiaa viileempaan ympäristön, sillä lämpö kulkee aina lämpimämmästä kylmään. Näin lämpötilaerot tasaantuvat ja paine pullossa laskee lähes tulkoon sen alkuperäiselle tasolle.

5 p

Astioissa olevan veden lämpötila on eri. Ensimmäisessä astiassa oleva vesi oli lämmintä, jolloin lämpö siirtyi lasin läpi pullon sisällä olevaan ilmaan. Lisääntynyt lämpöliike pullon sisällä johti paineen kasvuun ja tilavuuden lisääntymiseen ilmapallon täyttymisen muodossa. Lämpötilan voidaan todeta olevan suoraan verrannollinen paineeseen kun tarkastellaan ideaalikaasun yhtälö

$$pV = nRT$$

Joista n ja R ovat esimerkin suljetussa systeemissä vakioita jättäen kaavaksi:

$$pV = T \cdot k \quad \text{kun } nR = k$$

, josta nähdään suora yhteys.

Kun pullo viedään kylmään veteen paine ja tilavuus sen sisällä palautuu alkuperäiseen tilaan. Pullon sisällä oleva lämpöliike siirtyy lasin kautta kylmään veteen jättäen mahdollisesti pienemmän paineen pullon sisälle kuin alkutilanteessa.

Molekyyliitasolla ilmapallon suurentuminen voidaan selittää yksittäisten molekyylien lämpöliikkeenä. Lämpötilan noustessa lämpöliike nopeutuu, jolloin jokaisella molekyylillä on enemmän liike energiaa. Tällöin molekyylien törmäykset pintoihin yleistyvät ja siirtävät enemmän energiaa. Molekyylit siis päätyvät aiheuttamaan voiman törmäyksillään tietylle pinnalle, joka johtaa paineeseen.

5 p

3c. Suljettu lääkeruisku sisältää hieman vettä ja ilmaa. Selitä, miten ja miksi veden tila muuttuu, kun ruiskun mäntää liikutetaan. (5 p)

Veden kiehumispiste riippuu paineesta, mitä alhaisempi paine sitä alemmassa lämpötilassa vesi alkaa kiehua. Kun ruiskun mäntää vedetään ruiskun suu tukittuna, ruiskuun muodostuu alipaine¹⁾. Alipaineen ollessa tarpeeksi suuri, vesi alkaa kiehua huoneenlämmössä.

Vastauksen pituus: 31 sanaa, 228 merkkiä

1) miksi

3 p

Kyseessä on jälleen ideaalikaasun tilanyhtälö. Tällä kertaa myös lämpötilan voidaan olettaa olevan vakio, sillä se ei ehdi saavuttaa lämpötasapainoa lyhyessä ajassa. Tilanne on siis isoterminen. Yhtälöstä muodostuu siis $p_1 V_1 = p_2 V_2$. Koska lämpötila on vakio, ei veden höyrystyminen voi liittyä lämpötilan nousuun. Kun ruiskun mäntää vedetään ylös, tilavuus suurenee ja paineen pitää laskea, jotta suhde pysyisi samana. Veden kiehumispiste ilmanpaineessa on noin 100 °C, mutta alemmassa paineessa kiehumispiste alenee. Ruiskun sisälle muodostui siis tarpeeksi alhainen alipaine, että vesi alkoi höyrystymään.

5 p

Kun lääkeruiskun mäntää vedetään, niin lääkeruiskun tilavuus laajenee. Lääkeruiskuun ei pääse ilmaa täyttämään tätä tilaa, jotenka lääkeruiskuun muodostuu alipaine¹⁾ ulkoiseen normaalipaineeseen verrattuna. Kun paine on alhainen, niin jää sulaa²⁾ ja vesi höyrystyy alemmissa lämpötiloissa. Tämän voi huomata veden faasiokaavasta. Lääkeruiskussa vesi siis höyrystyy vesihöyryksi, jotta vähentäisi ruiskussa olevia paine-eroja.

Vastauksen pituus: 49 sanaa, 373 merkkiä

1) miksi

2) sulamisessa päinvastoin

4 p

Normaalipaineessa veden kiehumispiste on 100 °C, tämä johtuu siitä, että ympäröivä ilmanpaine estää olomuodon muutoksen pienemmissä lämpötiloissa ja 100 °C lämpötilassa vedellä on tarpeeksi energiaa lämpöliikkeen muodossa vaihtaa olomuotoa ja kasvaa tilavuudessa moninkertaiseksi. Kaasut ovat molekyyli tasolla vapaampi liikkeisiä eikä molekyyliä pidä yhdessä mikään johtaen molekyylien vapaaseen liikkeeseen muista riippumatta ja suuren tilavuuteen.

Ruiskussa muodostui alipaine. Sen sisällä oli vain vakio määrä kappaleita veden ja ilman muodossa ja sen tilavuus muuttui.

Tarkastellaan taas ideaalikaasun yhtälöä.

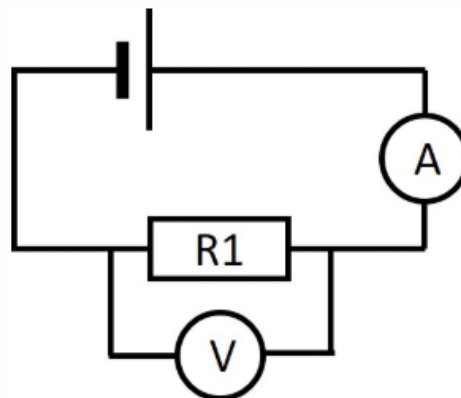
$$pV = T \cdot k$$

Höyrystymisestä huolimatta lämpötila ei muuttunut merkittävästi ruiskun sisällä, sillä systeemiin ei tuotu suurta määrää energiaa, eikä sieltä myöskään sitä poistunut. Lämpötilan voidaan olettaa pysyvän vakiona, jolloin muuttujina toimivat vain paine ja tilavuus. Tilavuuden kasvu johti paineen vähenemiseen, joka mahdollisti veden olomuodon muutoksen. Molekyyli tasolla tilavuuden lisääntyessä lämpöliike johti ilman siirtymiseen ja vesimolekyyliin kohdistuvan paineen vähenemiseen. Näin vesimolekyylien lämpöliikkeen energia oli riittävä olomuodon muutokseen sitä vastustavien voimien puuttuessa.

5 p

4. Virtapiirejä (15 p)

Jännitelähteen lähdejännite on 3,00 V. Jännitelähteeseen kytketään kuvan mukaisesti vastus R1, jonka resistanssi on 22 Ω . Jännitemittarin lukema on tällöin 2,84 V.



4a. Mistä johtuu, että jännitemittarin lukema on pienempi kuin lähdejännitteen arvo? (3 p)

Jännitelähteellä on lähdejännite E , mutta kun siihen kytketään jokin komponentti niin virta pääsee kulkemaan virtapiirissä ja jännitelähteen sisäinen resistanssi vähentää jännitelähteestä saatavaa jännitettä kaavan $U = E - R_s I$ mukaan, jossa U on jännitelähteestä saatava napajännite ja R_s on jännitelähteen sisäinen resistanssi ja I on virtapiirissä kulkeva virta.

3 p

Jännitemittarin lukema on pienempi kuin lähdejännitteen arvo jännitelähteen sisäisen resistanssin takia, joka laskee napajännitettä²⁾. Pieniä eroja luovat myöt virtamittarin ja johtimien resistanssit, kuten myös jännitemittarin resistanssi, mutta ne voidaan olettaa täydellisiksi.

Vastauksen pituus: 31 sanaa, 248 merkkiä

1) tarkemmin

2 p

Jos jännitelähde ei ole ideaalinen, sillä on oma sisäinen resistanssi, joka aiheuttaa jännitehäviötä. Ilman kuormitusta mitattuna jännitemittari näyttäisi lähdejännitteen, mutta kun virta kulkee virtapiirissä, vastustaa sisäinen resistanssi sähkövirran kulkua aiheuttaen jännitehäviötä.

3 p

4b. Mikä on virtamittarin lukema? (4 p)

Selvitetään sähkövirta kaavasta $U = RI$ ¹⁾

$$I = \frac{U}{R}$$

$$U = 2,84 \text{ V}$$

$$R = 22\Omega$$

$$I = 0,1290 \text{ A} \approx 0,13 \text{ A}$$

V : virtamittarin lukema on 0,13 A

Vastauksen pituus: 0 sanaa, 0 merkkiä

1) Ohmin laki

3 p

Virtapiirissä kulkeva virta noudattaa Ohmin lakia $U = RI \rightarrow I = \frac{U}{R}$

Sijoitetaan yhtälöön annetut lukuarvot:

$$U=2.84 \text{ V}$$

$$R=22 \Omega$$

$$I = \frac{2.84 \text{ V}}{22 \Omega} = 0.129... \text{ A} \approx 0.13 \text{ A}$$

Virtamittarin lukema on siis noin 1.3 ampeeria.

4 p

Kirchhoffin 2. lain mukaan virtapiirin jännitemuutokset ovat nolla kun palataan samaan pisteeseen

$$\sum_i \Delta V_i = 0$$

$$U - RI = 0$$

$$U = RI$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{2,84 \text{ V}}{22 \Omega} = 0,12909.. \text{ A} \approx 0,13 \text{ A} = 130 \text{ mA}$$

Virtamittari näyttää noin lukemaa 130 mA

4 p

4c. Jännitelähteellä on lähdejännitteen lisäksi toinen ominaisuus, joka vaikuttaa sen toimintaan virtapiirissä. Määritä tämän ominaisuuden arvo annettujen tietojen perusteella. (3 p)

Jännitelähteellä on resistanssia, jota kutsutaan sisäiseksi resistanssiksi. $R = \frac{U}{I}$ ja jännitehyyt ovat verrannollisia resistansseihin eli

$$\frac{2,84 \text{ V}}{22 \Omega} = \frac{0,16 \text{ V}^{1)}}{R_s}, \quad R_s = \frac{88}{71} \Omega \approx 1,24 \Omega$$

Vastauksen pituus: 14 sanaa, 120 merkkiä

1) Mistä tämä tuli?

2 p

Jännitelähteen sisäinen resistanssi voidaan laskea kun tiedetään lähdejännite, napajännite ja virtapiirissä kulkeva virta.

$$U = U_{\text{lähde}} - R_s I^{1)}$$

$$U = U_{\text{lähde}} - R_s I$$

$$R_s = \frac{U_{\text{lähde}}}{I} - \frac{U}{I}$$

$$R_s = \frac{3,00 \text{ V}}{0,129... \text{ A}} - \frac{2,84 \text{ V}}{0,129... \text{ A}}$$

$$R_s = 1,239... \Omega \approx 1,2\Omega$$

Vastauksen pituus: 13 sanaa, 110 merkkiä

1) Kaavan perustelu?

2 p

Sisäinen resistanssi saadaan jälleen Kirchhoffin 2. lain mukaan

$$\sum_i \Delta V_i = 0^{1)}$$

$E - R_s I - RI = 0$, missä E on lähdejännite ja R_s sisäinen

$$R_s I = E - RI$$

$$R_s = \frac{E - RI}{I} = \frac{E}{I} - R = \frac{3,00 \text{ V}}{0,12909.. \text{ A}} - 22 \Omega = 1,2394.. \Omega \approx 1,2 \Omega$$

Sisäinen resistanssi on noin 1,2 Ohmia

Vastauksen pituus: 18 sanaa, 119 merkkiä

1) Hyvä!

3 p

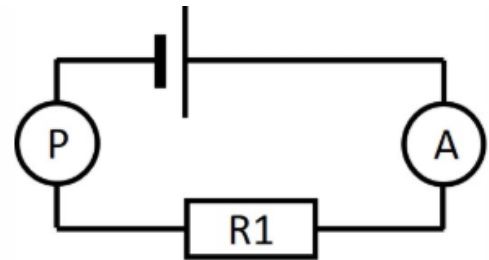
Lähdejännitteen lisäksi jännitelähteellä on sisäinen resistanssi, joka aiheuttaa jännitehäviön lähdejännitteeseen. Syntynyttä jännitettä kutsutaan napajännitteeksi. $U = E - R_s I$, jossa U = napajännite ja E = lähdejännite, R_s = sisäinen resistanssi ja I = sähkövirta.

Ratkaistaan jännitelähteen sisäinen resistanssi. Napajännite on jännitemittarin lukema.

$$R_s = \frac{E - U}{I} = \frac{3,00\text{V} - 2,84\text{V}}{0,1290\text{A}} = 1,239\text{...}\Omega \approx 1,2\Omega$$

3 p

4d. Virtapiirin kohtaan P liitetään komponentti. Mikä on virtamittarin lukema, kun komponentti on kondensaattori (kapasitanssi 120 nF)? Entä, kun komponentti on päästösuuntaan kytketty diodi (kynnysjännite 0,90 V)?



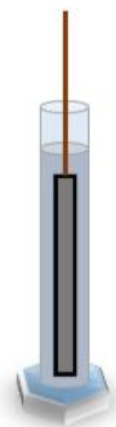
(5 p)

Paras 3 p

5. Tasapaksu metallitanko (15 p)

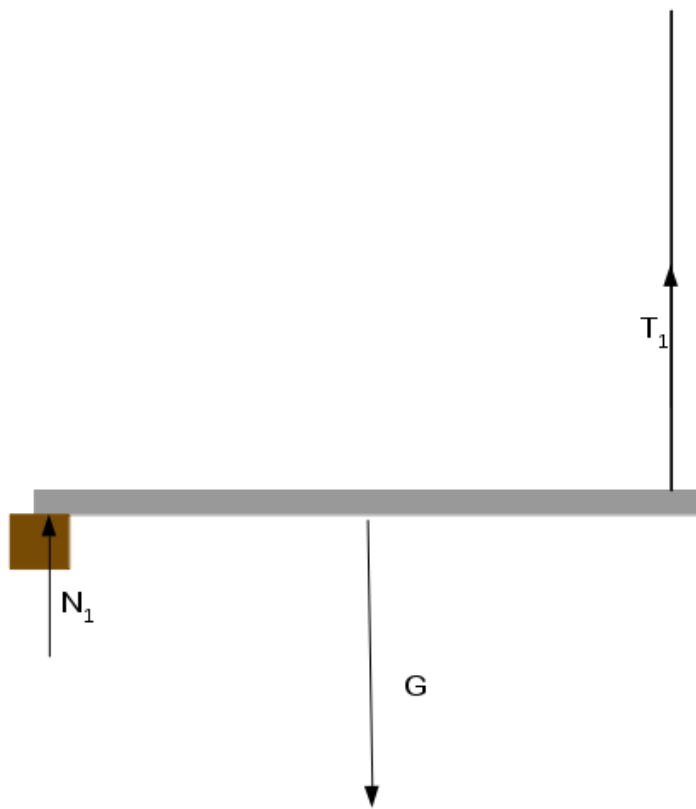
Tasapaksu metallitanko kiinnitettiin toisesta päästään narulla voima-anturiin. Tangon toinen pää tuettiin vaakasuorassa asennossa puupalikan päälle, jolloin voima-anturi näytti lukemaa 0,81 N. Tämä tilanne on esitetty alla vasemmassa kuvassa.

Toisessa mittauksessa tanko upotettiin veteen. Kun tanko oli kokonaan vedessä, eikä koskettanut astiaa, voima-anturi näytti lukemaa 1,39 N. Tämä tilanne on esitetty alla oikeassa kuvassa.

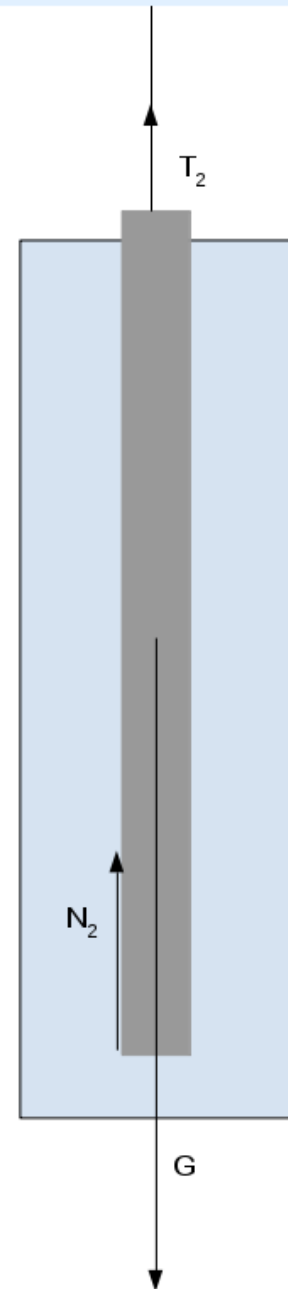


Määritä tangon massa ja tiheys. (15 p)

Mittaus A



Mittaus B



A kohdassa tanko on vaakasuorassa ja tuettu molemmista päistä joten

$$M_1 + M_2 = M = 0$$

$$M_1 = M_2$$

$$T_1 \cdot \frac{l}{2} = N_1 \cdot \frac{l}{2}$$

$$T_1 = N_1$$

Tanko on paikalla

x-akselin suuntiin ei vaikuta voimia

y-akselin suunnassa:

$$G - N_1 - T_1 = 0$$

$$G = 2T_1$$

$$mg = 2T_1$$

$$m = \frac{2T_1}{g} = \frac{2 \cdot 0,81 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 0,17 \text{ kg}$$

B kohdassa tanko on paikalla
x-akselin suuntiin ei vaikuta voimia
y-akselin suunnassa:

$$G - N_2 - T_2 = 0$$

$$2T_1 - T_2 = N_2$$

$$2T_1 - T_2 = \rho_v \cdot \frac{m}{\rho_t} \cdot g$$

$$\rho_t = \frac{\rho_v \cdot m \cdot g}{2T_1 - T_2} = \frac{\rho_v \cdot 2T_1}{2T_1 - T_2} = \frac{998,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \cdot 0,81 \text{N}}{2 \cdot 0,81 \text{N} - 1,39 \text{N}} \approx 7,03 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Tangon paino ja tiheys ovat

$$m = 0,17 \text{kg}$$

$$\rho = 7,03 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

6. Aaltoliike (15 p)

6a. Sekä ääntä että valoa mallinnetaan aaltoliikkeenä. Miten ääni ja valo eroavat toisistaan? Mainitse kolme eroavuutta. (3 p)

Jotta ääni voisi edetä, se vaatii aaltoliikkeelleen väliaineen. Valo etenee fotonipaketteina, joten se ei vaadi edetäkseen väliainetta. Tarkastellessa siis valoa sekä ääntä tyhjiössä, valo pääsee etenemään, mutta ääni ei voi edetä.

Valo on yksi sähkömagneettisen säteilyn laji, eli sillä on aaltoliikkeen mukaisia ominaisuuksia sekä hiukkasen ominaisuuksia, kun taas ääni ei ole sähkömagneettista säteilyä. Ääni etenee vain aaltomaisesti.

Havaittavan äänen aallonpituus on näkyvän valon aallonpituutta huomattavasti suurempi. Tästä johtuen aaltoliikkeelle ominaisten ilmiöiden havaitseminen on valon suhteen hankalampaa. Jotta voisimme havaita valon taipumista, eli diffraktiota, tulisi valon mentävän aukon olla huomattavasti pienempi, lähellä valon aallonpituutta. Esim valo kulkiessa oven raosta diffraktioilmiö ei ole yhtä voimakas, kuin äänen kulkiessa ovenraosta.

Vastauksen pituus: 105 sanaa, 762 merkkiä

1) mekaanista aaltoliikettä

3 p

Ääni kulkee vain väliaineessa kun taas valo voi kulkea myös ilman väliainetta. Ääni on pitkäaaltista aaltoliikettä kun taas valo on poikittaista ja pitkäaaltista. Valo kulkee myös huomattavasti nopeammin kuin ääni. Valo luokitellaan sähkömagneettiseksi säteilyksi kun taas ääni on vain paineaaltojen liikettä väliaineessa

Vastauksen pituus: 42 sanaa, 277 merkkiä

1) Päinvastoin

2) tarkemmin

2 p

6b. Valonsäde ja ääniaalto saapuvat ilmasta veteen. Miten niiden käyttäytyminen ilma-vesi-rajapinnassa eroaa toisistaan? (5 p)

Valonsäde taittuu ja heijastuu taittumislain mukaisesti, mutta valo ei voi kokonaisheijastua koska se tulee harvemmasta aineesta tiheämpään. Tämä voidaan perustella niin, että kun valonnopeus on harvemmassa aineessa nopeampaa niin se ei voi kokonaisheijastua.

Valo heijastuu siis taittumislain $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$ mukaan niin että taittumiskulma rajapinnan normaalia kohden pienenee kun valo tulee suuremmasta ja suuremmasta kulmasta rajapintaan.

Ääni on tässä tilanteessa poikkeus sillä ääni kulkee vedessä nopeammin kuin ilmassa. Ääni käyttäytyy siis niin kuin vesi olisi harvempaa kuin ilma. Tässä tilanteessa ääni voi siis kokonaisheijastua taittumislakia noudattaen. Ääni taittuu siis taittumislain mukaisesti rajapinnan normaalista pois päin ja lähenee kulmaa kasvatettaessa rajapintaa ja kokonaisheijastumista.

Vastauksen pituus: 98 sanaa, 699 merkkiä

1) perustelu tarkemmin yhtälöstä

4 p, paras

6c. Tarkasteluetäisyydellä r_1 mitattiin pistemäisen valolähteen intensiteetiksi 100 W/m^2 ja äänen intensiteettitasoksi 100 dB . Millä etäisyydellä valonlähteen intensiteetti ja äänilähteen intensiteettitaso ovat puolittuneet? (7 p)

Paras 3 p

7. Magneetti jousen päässä (15 p)

Jousen päähän ripustettiin teräksinen punnus. Punnukseen kiinnitettiin neodyymimagneetti. Jouseen ripustettu punnus-magneetti -systeemi laitettiin värähtelemään käämin yläpuolella videon 7.A mukaisesti. Käämin napoihin oli kiinnitetty jännitemittari. Muodostunut aika-jännite-kuvaaja on kuvassa 7.B.

Aineisto:

7.A Video: Magneetti jousen päässä

7.B Kuva: Jännite ajan funktiona

7a. Mistä johtuu, että käämin päiden välille muodostuu tilanteessa jännite? (4 p)

Kun jousen päähän kiinnitetty magneetti kulkee käämiä kohti ja käämistä poispäin, käämi altistuu magneetin ympärillä olevan magneettikentän vaikutuspiiriin ja sen aiheuttamille muutoksille. Tilanteessa tapahtuu induktioksi kutsuttu ilmiö, jossa induktio pyrkii kumoamaan magneettikentässä tapahtuvat muutokset. Kun liikkuva magneettikenttä lähestyy ja loittonee käämistä, indusoituu käämiin virta, joka siis pyrkii kumoamaan tapahtuneet muutokset. Induktoitunut sähkövirta saa aikaan jännitteen käämin päiden välille ja jännitteen etumerkki vaihtelee sen mukaan, loittoneeko vai lähestyykö magneetti käämiä.

2 p

Käämin päiden välille indusoituu muuttuvan magneettikentän takia jännite kaavan $e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ mukaisesti. Punnuksen neodyymimagneetti vuorotellen lähestyy käämiä ja loittonee käämistä, minkä takia magneettivuon tiheys käämillä suurenee ja pienenee vastaavasti. Magneettikenttä kohdistaa voiman käämin metallin, todennäköisesti kuparin, varauksellisiin hiukkasiin eli tässä tapauksessa vapaisiin elektroneihin kaavan $F = QvB$ mukaisesti. Elektronit kerääntyvät vaikuttavan voiman takia toiselle puolelle käämiä ja näin indusoituu jännite-ero.

3 p

Jousen päässä oleva magneetti luo magneettikentän, joka muuttuu magneetin liikkuessa¹⁾. Muuttuva magneettikenttä indusoi käämiin jännitteen. Käämi pyrkii vastustamaan magneettivuon muutosta omalla magneettikentällään, joka on suunnaltaan vastakkainen muutokseen. Käämin oma magneettikenttä syntyy kun käämin läpi indusoitunut virta kulkee käämin silmukoiden läpi muodostaen magneettikentän. Tästä johtuen käämiin indusoituu jännitettä sekä virtaa suhteessa magneettivuon muutokseen. Tarkastellaan käämin induktiojännitteen kaavaa.

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Nähdään, että induktiojännite riippuu käämin silmukoiden määrästä ja magneettivuon muutosnopeudesta.

Vastauksen pituus: 64 sanaa, 563 merkkiä

1) Tarkemmin: magneettivuon tiheys pienenee magneetin mennessä kauemmas.

3 p

3 p oli paras

7b. Millaisilla koejärjestelyn muutoksilla mitatut jännitteet olisivat suurempia? Mainitse yksi jouseen, yksi käämiin ja yksi magneettiin liittyvä tekijä. (5 p)

Jos käämin ympärillä olevan langan kierrosten määrä kasvatetaan, samalla paikalla oleva magneetin magneettikenttä vaikuttasi suurempaan määrään elektroneihin jolloin elektronit siirtyisivät siiremmällä määrällä ja potentiaaliero olisi suurempi.

Jos neodyymin magneettikentän tiheys kasvatetaan, magneettikentän voimakkuus olisi suurempi ja se vetäisi/hylkäisi elektronit suuremmalla määrällä. Seurauksena ppotentiaaliero olisi suurempi.

Jos jousi olisi pidempi, magneettikenttä olisi lähempänä käämiä jonka seurauksena magneettikentän vaikutus elektroneihin olisi suurempi. Seurauksena se vetäisi/hylkäisi elektronit suuremmalla määrällä ja potentiaaliero olisi suurempi.

Vastauksen pituus: 68 sanaa, 602 merkkiä

-

Kommentti

[Poista](#)

Muutokset ok. Perustelu väärin, pitäisi olla induktiolaki.

3 p

Koejärjestelyillä mitattuja jännitteitä saataisiin suuremmaksi pidemmällä tai joustavammalla jousella, jolloin magneetti pääsee putoamaan lähemmäs käämiä ja kimpoamaan siitä pois päin suuremmalla nopeudella, jolloin ajanmuutos on pienempi, mikä $\epsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ mukaan suurentaa induktiojännitettä.

Jännitteitä saadaan suuremmaksi myös lisäämällä käämin kierroslukua, sillä induktiojännite on riippuvainen käämin kierrosluvusta yllä mainitun kaavan perusteella.

Magneetin pinta-alan kasvattaminen¹⁾ nostaa myös saatavia jännitteitä. Magneettivuon yhtälön $\Phi = A \cdot B$ mukaan magneettivuon lävistävän pinta-alan suureneminen kasvattaa magneettivuon voimakkuutta ja sitä kautta myös käämin induktiojännitettä.

Vastauksen pituus: 68 sanaa, 606 merkkiä

1) A on silmukan, eli tässä käämin, pinta-ala.

3 p

Jos käämin ympärille laitettaisiin lisää kuparilankaa, sen voimakkuus nousisi, jolloin myös tuloksen jännite suurenisi. Punnukseen voitaisiin kiinnittää voimakkaampi magneetti sekä painavampi punnus, jolloin se tekee edellämainittua häirintää voimakkaammin. Tämä johtaisi suurempiin jännite-eroihin. Jousi taas voisi olla joko suurempi tai vähän löysempi, että punnus-magneetti pääsisi käämin keskustaankin saakka. Tämä lisäisi voimakkuutta kun magneetti pääsisi lähemmäs käämiä.

Vastauksen pituus: 55 sanaa, 422 merkkiä

-

Kommentti

[Poista](#)

Muutokset ok, perusteluksi tarvittaisiin induktiolaki.

3 p

Koska indusoituvan jännitteen suuruuteen vaikuttaa magneettivuon tiheyden muutos ajan suhteen, voidaan aikaa Δt muutoksen välillä pienentää. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jousen jaksonaikaa tulisi pyrkiä pienentämään. Tällöin jousi toisi magneetin useammin samassa ajassa käämin lähelle ja pois päin ja jännite kasvaisi. Jaksonaika riippuu punnuksen massasta ja jousen jousivakiosta kaavan

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

mukaan sillä jousi on harmoninen värähtelijä. Punnuksen massaa voisi siis alentaa sekä jäykempää joustaa voisi käyttää.

Käämin suhteen jännitettä voidaan kasvattaa lisäämällä käämin kierrosten määrää N . Induktiojännite on suoraan verrannollinen kierros määrään. Toisaalta käämin magneettiin nähden kohtisuoraa pinta-alaa voitaisiin kasvattaa eli tehdä leveämpi käämi, koska $\Delta\Phi = \Delta AB$, jossa A on se pinta-ala, jonka magneettivuon tiheys lävistää kohtisuorasti.

Magneetti voidaan vaihtaa voimakkaampaan magneettiin, jolloin magneettivuon tiheys kasvaa ja siksi sen muutoksen suuruuskin kasvaa kaavan $\Delta\Phi = A\Delta B$ mukaan, missä B on magneettivuon tiheys.

Vastauksen pituus: 120 sanaa, 892 merkkiä

Kommentti

[Poista](#)

Erinomaista. Perusteluna tarvittava induktiolaki oli a-kohdassa, ok.

5 p

Jännitteistä saataisiin suurempia vaihtamalla kokeessa käytettävä käämi. Käämin kierrosten lukumäärän kasvattaminen voimistaa indusoituvaa jännitettä, joka voidaan havaita 7.a. kohdassa ilmoitetusta kaavasta.¹⁾

Indusoituvaan jännitteeseen vaikuttaa, kuinka nopeasti magneettivuonmuutos tapahtuu. Siis nopeuttamalla magneetin värähtelyä, saadaan indusoitunut jännite kasvamaan. Jousen värähtelyliike saataisiin nopeutumaan, jos valittaisiin jousi erilaisella²⁾ jousivakiolla.

Viimeiseksi voitaisiin valita kokeessa käytettäväksi magneetiksi alkuperäistä magneettia voimakkaampi magneetti, jolloin indusoitua jännite saataisiin voimistumaan, sillä magneettivuontiheys olisi voimaakkaampi.³⁾

Vastauksen pituus: 63 sanaa, 620 merkkiä

1) OK

2) suuremmalla

3) Ja kaavassa magneettivuon = BA

Kommentti

[Poista](#)

Muutokset ok.

4 p

$$\text{Käämiin indusoituvan jännitteen suuruus } e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta AB}{\Delta t} .$$

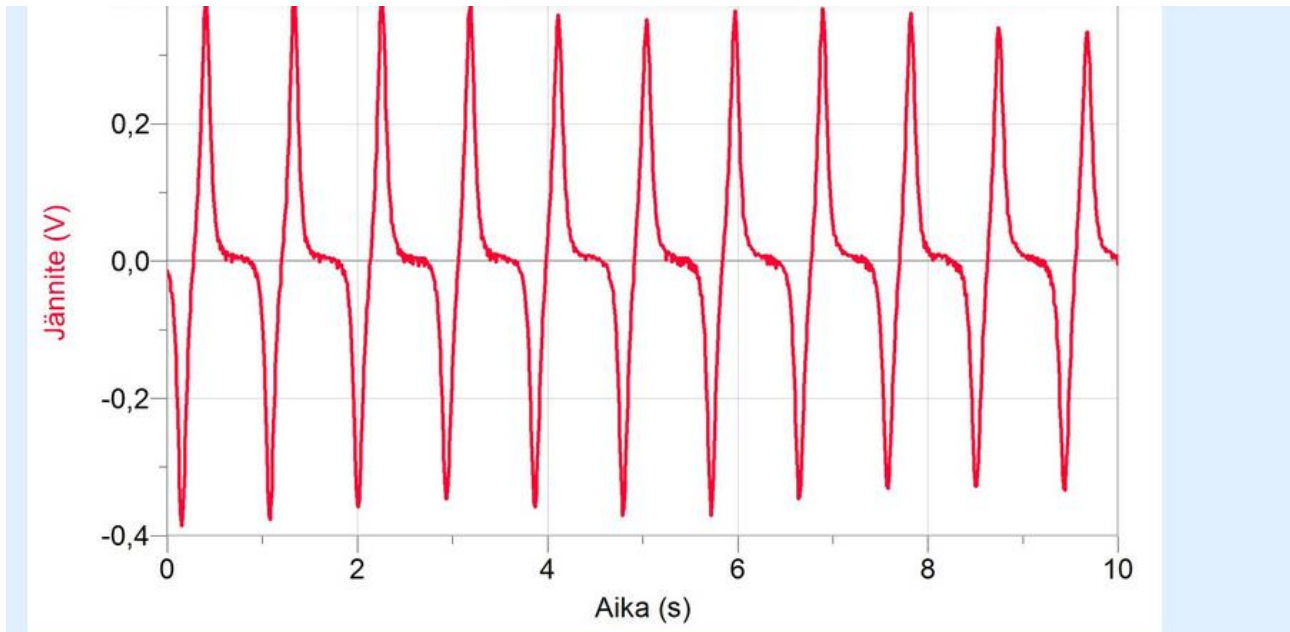
Esimerkiksi käämin kierrosten lukumäärää kasvattamalla saataisiin suurempi indusoitua jännite. Magneettivuon tiheyttä kasvattamalla¹⁾ indusoitua jännite kasvaisi myöskin. Vaihtamalla jousi sellaiseen jouseen, jolla on pienempi jousivakio, saataisiin jousesta juostavampi, jolloin magneetti pääsisi vieläkin lähemmäs käämiä, ja magneettivuon tiheys käämin sisällä kasvaisi. Tällöin myös indusoitua jännite kasvaisi.

Vastauksen pituus: 46 sanaa, 402 merkkiä

1) Miten?

4 p

7c. Jännite saa arvon 0 V usealla hetkellä mittauksen kuluessa. Selitä, mihin värähtelyn vaiheisiin eri nollakohdat liittyvät. (6 p)



Aika-jännite -kuvaajan nollakohdat kertovat ajankohdat, jolloin käämin päiden välinen jännite on 0 V. Jännitteen nollakohtia on yhden värähtelyn aikana kaksi kappaletta. Ensimmäinen nollakohta on ajankohtana, jolloin jousesta roikkuva magneetti on saavuttanut putoamisratansa alimman kohdan eikä liiku hetkellisesti korkeussuunnassa. Tällöin magneettikentässä ei tapahdu käämistä katsottuna muutosta, jolloin jännitettäkään ei indusoidu. Toinen nollakohta on magneetin putoamisradan korkein kohta, jossa magneetti ei myöskään liiku korkeussuunnassa. Jännitettä ei synny samasta syystä kuin ensimmäisessä nollakohdassa.

Vastauksen pituus: 70 sanaa, 549 merkkiä

-

Kommentti

[Poista](#)

Millä perusteella korkein ja matalin kohta erotetaan toisistaan?

5 p

Jännitteen nollakohdassa magneettikenttä ei muutu, eli magneetti on paikallaan. Nollakohdat ovat siis värähtelyn ääripäitä joissa magneetti vaihtaa suuntaa, eli magneetin liikeradan matalin ja korkein kohta.

Oletetaan, että kun magneetti liikkuu alaspäin, jännitemittari näyttää positiivista jännitettä. Aluksi magneetti liikkuu alaspäin käämiä kohti, jännite kasvaa 0,4 volttiin. Kun magneetti lähestyy alinta kohtaa ja hidastuu, jännite tippuu. Kun magneetti on alimmassa kohdassa ja liike pysähtyy, mittari näyttää nollaa. Sitten magneetti lähtee takaisin ylöspäin, jolloin jännite alkaa laskea alle nollan. Kun magneetin nopeus ylöspäin on suurimmillaan, mittari näyttää -0.4 volttia. Kun magneetti saavuttaa korkeimman kohtansa ja liike pysähtyy hetkeksi, näyttää mittari taas nollaa.

Vastauksen pituus: 99 sanaa, 688 merkkiä

-

Kommentti

[Poista](#)

Alin ja ylin kohta väärin päin.

4 p

Kasiin ei vastattu

9. Jupiterin ympäristö (20 p)

Aineisto:

9.A Teksti: Jupiterin ympäristö

9a. Millä vuosisadalla Galileo Galilei löysi mukaansa nimetyt kuut ja millaisen teknologian avulla löytö tehtiin? Mikä merkitys Galilein kuiden löytymisellä on ollut ihmiskunnan maailmankuvan kehityksessä? (4 p)

¹⁾ 1500-luvulla Galileo Galilei löysi kuut kaukoputken ²⁾ ansiosta. Kuiden löytyminen todisti, ettei maapallo ollutkaan litteä, vaan pyöreä pallo, ³⁾ joka pyörii akselinsa ympäri tiettyssä ajassa ja jota ⁴⁾ kuut kiertävät ympäri omilla radoillaan.

Vastauksen pituus: 30 sanaa, 205 merkkiä

- 1) 6
- 2) ok
- 3) Ei liity tähän.
- 4) Maalla on vain yksi kuu.

1 p

Galilei löysi hänen mukaansa nimetyt kuut 1600-luvulla. Löytämisessä hän käytti apunaan kaukoputkea, joka hyödyntää optiikkaa. Linssien avulla kaukoputkessa saadaan kaukaisistakin kohteista lähikuvaa. Koska Galilein kuiden huomattiin kiertävän Jupiteria, se muutti ihmiskunnan käsitystä siitä, että kaikki kiertää maapalloa. Copernikuksen teoria aurinkokunnan aurinkokeskeisyydestä oli näiden havaintojen jälkeen toimivampi ja luontevampi teoria.

4 p

9b. Määritä aineistosta löytyvien tietojen avulla Jupiterin massa. (10 p)

Taulukkokirjasta gravitaatiovoiman kaava ja normaalikiihtyvyys:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} \quad 1)$$

$$F = m_1 a_n = m_1 \frac{v^2}{r} \quad 2)$$

$$\frac{v^2}{r} = \gamma \frac{m_2}{r^2}$$

$$\frac{rv^2}{\gamma} = m_2$$

Käytetään Io-kuuta ja määritetään sen ja Jupiterin välinen matka ja sen nopeus kiertoradallaan.

r on kiertoradan säde. Taulukkokirjasta Jupiterin säde ja siihen lisätään Jupiterin ja kuun välimatka ja kuun säde:

$$r = 58232000 \text{ m} + 421700000 \text{ m} + \frac{3660000}{2} \text{ m} = 481762000 \text{ m}$$

Radan pituus on $2\pi r$ ja kierrosaika 1,769 päivää eli

$$v = \frac{2\pi \cdot 481762000 \text{ m}}{1,769 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 19804,817... \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

γ on gravitaatiovakio eli

$$m_2 = \frac{481762000 \text{ m} \cdot (19804,817... \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{6,67428 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}}$$

$$m_2 = 2,8311... \cdot 10^{27} \text{ kg} \approx 2,830 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

Vastauksen pituus: 44 sanaa, 306 merkkiä

1) ympyrätaehto

2) NII

3) Etäisyydellä tarkoitetaan massakeskipisteen etäisyyttä, mutta ok

7 p, paras yritys. Tässäkin vain yksi kuu.

9c. Mikä on Europa-kuun erityispiirre, joka tekee kuusta elämän löytymisen kannalta mielenkiintoisen? (1 p)

Europassa on pinnan alla sulaa vettä, joka mahdollistaa bakteerien ja muiden eliöiden olemisen.

1 p

Europa kuussa voi tutkimusten mukaan olla nestemäistä vettä.

1 p

9d. Laske aineistosta löytyvien tietojen avulla Auringon säteilyn aikaansaama lämpötila Euroopakuussa, kun Euroopan albedo on 0,64. (5 p)

$$I = \sigma T$$

$$I_{abs} = (1 - a) I_0$$

Intensiteetin kaava on $I = \frac{P}{A}$ eli $P = IA$

$$IA = IA \quad 1)$$

$$\sigma T^4 \cdot A \quad 3) = (1 - a) I_0 \cdot A \quad 2)$$

$$I_0 = 50,2 \frac{W}{m^2}$$

$$A = \pi r^2 = (\pi \cdot 1560000m)^2$$

$$r = \frac{3120000m}{2} = 1560000m$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

$$T = ? \quad 4)$$

$$a = 0,64$$

$$T = 133,61 \text{ K} \rightarrow -140,15 \text{ C}^\circ$$

Vastauksen pituus: 0 sanaa, 0 merkkiä

- 1) Selitys: emittoituva ja absorboituva teho ovat yhtä suuria
- 2) absorboiva pinta-ala on ympyrä, ok
- 3) emittoiva pinta-ala on koko kappaleen pinta (pallo) => virhe
- 4) Ratkaistu yhtälö puuttuu

2 p, paras yritys

10. Lääketieteen kuvantamismenetelmiä (20 p)

Magneettikuvaus on vaihtoehtoinen kuvausmenetelmä röntgenkuvaukselle. Magneettikuvaus perustuu radiotaajuiseen säteilyyn, jota vety-ytimet lähettävät sopivassa magneettikentässä. Vastaa kysymyksiin a-d omien tietojesi ja aineiston 10.A tietojen perusteella.

Aineisto:

10.A Teksti: Tietoa magneettikuvauksesta

10a. Mihin röntgenkuvan muodostuminen perustuu ja miksi röntgenkuvaus on elimistölle magneettikuvausta haitallisempaa? (4 p)

Röntgenkuvan muodostuminen perustuu ionisoivan säteilyn absorboitumiseen ihmiskehon kudoksiin. Röntgenkuvauksessa röntgenputkessa kiihdytetään elektroneja, joita törmäytetään materiaaliin, johon ne absorboituvat ja näin virittävät materiaalin atomien elektroneja korkeimmille viritystiloille. Viritystilat purkautuvat nopeasti ja niiden purkautuessa emittoituu fotoneja röntgensäteilyn aallonpituudella. Säteily läpäisee kehon pehmeät kudokset, mutta ei esimerkiksi luita.¹⁾ Röntgenkuvauksessa syntyvä säteily on ionisoivaa säteilyä, joten se aiheuttaa ihmiskehossa solujen muutoksia. Runsas ionisoiva säteily on hengenvaarallista, ja koska magneettikuvauksessa ei sitä käytetä, se ei ole niin haitallista keholle kuin röntgenkuvaus.

Vastauksen pituus: 76 sanaa, 656 merkkiä

1) Tulee ajatus läpäisee tai ei läpäise. Pitäisi puhua vaimenemisesta ja absorboitumisesta kudoksiin. Muuten hyvä.

3 p

Röntgenkuvan muodostuminen perustuu siihen, että röntgensäteily läpäisee kuvattavan kohteen tiettyjä rakenteita. Esimerkiksi ihmiskehossa röntgen läpäisee kaiken muun paitsi luun¹⁾ eli lopullisessa kuvassa näkyy vain luut. Röntgenkuvaus on elimistölle haitallisempaa kuin magneettikuvaus, sillä röntgenkuvauksessa käytettävä sähkömagneettinen säteily, röntgensäteily on aallonpituudeltaan lyhyttä ja se on ionisoivaa. Se saa aikaan elektronien irtoamisen elimistön sisällä ja vapaasti sinkoilevat elektronit voivat vahingoittaa elimiä. Magneettikuvauksessa ei synny ionisoivaa säteilyä.

Vastauksen pituus: 63 sanaa, 522 merkkiä

1) Tulee ajatus läpäisee tai ei läpäise. Pitäisi puhua vaimenemisesta ja siitä, miksi vaimenee.

2 p

Röntgenkuva muodostuu, kun röntgensäteet törmäävät kehon erilaisiin kudoksiin, joita ne läpäisevät erilailla.¹⁾ Esimerkiksi luut näkyvät hyvin muun kudoksen läpi, sillä röntgensäteet eivät läpäise luuta. Röntgenkuvauksesta haitallisempaa tekee siitä saatava säteilyannos ionisoivaa röntgensäteilyä. Röntgensäteily on ionisoivaa säteilyä, eli se tuhoaa soluja.

Vastauksen pituus: 40 sanaa, 317 merkkiä

1) Tarkemmin. Säteilyvaimenee, miksi vaimenee?

2 p

Röntgenkuva muodostuu siten, että röntgensäteily läpäisee pehmeät kudokset helposti, mutta tiheä aine kuten luu absorboi säteilyä.¹⁾

Kuvattavan takana on laite, joka vastaanottaa läpi päässeet röntgensäteilyt. Lyhien aallonpituudensa takia röntgensäteily on paljon

korkeaenergisempää kuin radiotaajuinen säteily. Säteilykvantin energia noudattaa kaavaa $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$ eli mitä lyhempi

aallonpituus sitä enemmän energiaa. Toisaalta mitä pienempi taajuus sitä vähemmän energiaa. Radiotaajuudet ovat erittäin pieniä taajuuksia verrattuna röntgensäteilyn spektrin taajuuksiin. Korkeaenerginen säteily pystyy irrottamaan elektroneja atomeista eli ionisoimaan atomeja. Vapautuneet elektronit elimistössä voivat vaurioittaa DNA:ta ja aiheuttaa syöpää.

Vastauksen pituus: 80 sanaa, 646 merkkiä

1) Tarkemmin, vaimenee kulkiessaan aineen läpi

3 p

10b. Miksi metalliesineiden kanssa ei voi mennä magneettikuvaukseen? (4 p)

Ne häiritsevät magneettikuvan laatua, voivat lähteä liikkeelle tai aiheuttaa ympärillä olevan kudoksen lämpenemistä.

Vastauksen pituus: 13 sanaa, 104 merkkiä

-

Kommentti

Miksi näin voi käydä?

2 p

Metalliset esineet vaikeuttavat kuvausprosessiä sillä ne haittaavat kuvan laatua. Suurin osa metalleista ovat ferromagneettisia, jolloin niihin kohdistettu magneettikenttä saa aikaan elektronien liikettä¹⁾ ja vetävän tai hylkivän voiman. Magneettikuvauksissa nimenomaan hyödynnetään voimakkaita magneettikenttiä, jotka voivat aiheuttaa metallisten kappaleiden kuumentumista niissä syntyvän lämpöliikkeen takia tai metallinen kappale voi lähteä liikkeelle, mikä puolestaan aiheuttaa kudosaivautuksia ja voi olla kohtalokas kuvattavalle. Elektroniset laitteet puolestaan häiriytyvät voimakkaassa sähkökentässä, sillä niiden taajuuksia häiritään. Erilaiset tahdistimet eivät ole sopivia magneettikuvaukseen.

Vastauksen pituus: 73 sanaa, 628 merkkiä

1) ei, mutta magnetisoi

4 p

Metalliesineet häiritsevät magneettikuvan laatua ja saattavat aiheuttaa lähellä olevien kudosten lämpenemistä. Ne voivat myös lähteä liikkeelle magneettisten voimien vaikutuksesta. Metallin hilarakenteessa on vapaina liikkuvia elektroneja, minkä vuoksi metallit reagoivat herkästi magneettikentissä ja magnetisoituvat myös helposti.

Vastauksen pituus: 35 sanaa, 298 merkkiä

-

Kommentti

[Poi](#)

OK, tarkemmin

3 p

10c. Miten magneettikuvauslaitteistossa hyödynnettävät magneettikentät poikkeavat toisistaan? (3 p)

Vähän kökömpi kysymys tämä.

Staattinen magneettikenttä on nimensäkin mukaan paikallaan pysyvä magneettikenttä, joka ei muutu magneettikuvauksen aikana. Se vaikuttaa ainoana magneettikenttänä elektronisiin laitteisiin ja voi aiheuttaa huimausta, jos siinä liikkuu liian nopeasti. Hitaasti muuttuvat gradienttikentät aiheuttavat kuvassa lihasvärinä ja kihelmöintiä, ja magneettikuvauksen aikana ne liikkuvat. Radiotaajuinen magneettikenttä taas siirtää energiaa kuvattavan kehoon, joka näkyy kehossa molekyylien lämpöliikkeenä ja näin kehon lämpötila nousee hieman.

Vastauksen pituus: 59 sanaa, 478 merkkiä

1) muuttuvat

~3 p

10d. Miten voimakkaita magneettikenttiä tuotetaan? (6 p)

Magneettikuvauksessa tuotetut magneettikentät tehdään hyödyntäen monia eri fysiikan osa-alueita. Magneettikuvauslaitteistossa on monikierröksinen käämi, jossa kiertää suuri sähkövirta. Sähkövirta luo ympärilleen voimakkaan magneettikentän. Jotta suuren sähkövirran takia laitteisto ei ylikuumenisi, käytetään laitteistossa suprajohteita. Laitteistossa olevasta käämistä saadaan suprajohtava, kun sitä jäähdytetään, sillä mikä vaan johde on suprajohde tarpeeksi alhaisessa lämpötilassa.

Vastauksen pituus: 49 sanaa, 437 merkkiä

1) miten

5 p

Voimakkaita magneettikenttiä tuotetaan suurilla sähkövirroilla. Elektronien liike, eli sähkövirta luo ympärilleen sähkökentän, sillä sähkövirta luo ympärilleen aina magneettikentän. Magneettikenttää voidaan voimistaa lisäämällä sähkönsiirtimen kierroksia. Esim. käämissä on kieputettu mahdollisesti kuparista valmistettua johdinta, jolloin sähkövirta luo voimakkaan magneettikentän ympärilleen oikean käden peukalo -säännön mukaiseen suuntaan. Lisäämällä käämin sisään vielä rautasydämen vahvistetaan magneettikenttää.

Vastauksen pituus: 51 sanaa, 466 merkkiä

Kommentti

[Poista](#)

Suprajohteet

4 p

10e. Magneettikuvaushuone ympäröidään metallikehikolla. Miksi näin toimitaan? (3 p)

Paras 2 p

11. Näkökulmia energialähteisiin (20 p)

Aineisto:

11.A Taulukko: Suomen sähköntuotanto energialähteittäin vuonna 2017

11a. Piirrä tilaston perusteella seuraavat diagrammit:

1. Diagrammi, jossa Suomessa tuotetussa energiassa energialähteet on jaoteltu uusiutuviin ja uusiutumattomiin energialähteisiin.
2. Diagrammi, jossa energialähteet ovat jaoteltu täysin kotimaisiin ja ulkomaisiin energialähteisiin.
3. Diagrammi, joka ilmentää hiilidioksidineutraalin energian osuuden Suomessa tuotetusta energiasta.

(9 p)

Paras 5 p

11b. Mihin muuhun Suomessa käytetään merkittäviä määriä energiaa kuin sähköntuotantoon ja mitä energialähteitä tällöin käytetään? (2 p)

Paras 1 p

11c. Mitä tarkoitetaan uusiutuvalla energialähteellä? Perustele kunkin a-kohdassa uusiutuviin jaottelemasi energialähteen osalta, miksi se on uusiutuva. (5 p)

Uusiutuva energialähde ei lopu, vaan sitä joko syntyy koko ajan lisää tai sitä on aina saatavilla kuten auringon valoenergia. Aurinko energia on uusiutuvaa, koska aurinko ei todennäköisesti pitkään aikaan ole sammumassa, joten se voidaan luokitella uusiutuviin. Biomassa, johon käytetään muun muassa puuta, lasketaan uusiutuvaksi, koska puiden uudelleen kasvattaminen on mahdollista. Tuuli ja vesivoima on auringosta riippuvaisia ja niiden saanti perustuu luonnollisiin ilmiöihin; Auringon lämmön vaikutuksesta vesi höyrystyy ja syntyy matala ja korkeapaineita. Kun paine-erot tasottuu syntyy tuuli. Vesivoimassa hyödynnettävä veden virtaus perustuu vedenkiertokulkuun, joka on auringon aiheuttamaa. Jätettä syntyy koko ajan lisää,¹⁾ koska ihmiset ovat suurkuluttajia.

5 p

11d. Mikä on syy, että osaa energialähteistä kutsutaan hiilidioksidineutraaleiksi? Mitä seurauksia hiilidioksidin vapautumisella on maapallon ilmastoon? (4 p)

Hiilidioksidineutraali energialähde on sellainen, jonka käytöstä ei vapaudu¹⁾ hiilidioksidia ilmakehään. Esimerkiksi kaikesta polttamisesta²⁾ vapautuu hiilidioksidia palamistuotteina, joten ne eivät ole hiilidioksidineutraaleja. Hiilidioksidi on kasviuonekaasu, eli maasta säteilevä³⁾ lämpö kimppoa siitä ilmakehässä takaisin maahan, lämmittäen maan ilmakehää luonnottomasti. Kasviuonekaasut kuten hiilidioksidi aiheuttavat ilmastomuutoksen, eli ilmaston lämpenemisen. Ilmaston lämpenemisen seurauksena esimerkiksi napajäät sulavat, ja päiväntasaaja aavikoituu.

Vastauksen pituus: 53 sanaa, 504 merkkiä

1) kokonaisuutena

2) puu: sitoo saman verran kuin poltetaan jos kasvu tasapainossa

3) heijastuu

2 p

Osa energianlähteistä ei muodosta hiilidioksidia suoranaisesti osana energiantuottamista, kuten ydinvoima ja vesivoima. Suurta osaa polttoaineista poltetaan, jotta saadaan energiaa, jolloin muodostuu hiilidioksidia, kuten öljyä, maakaasua ja turvetta. Hiilidioksidin vapautuminen voimistaa kasvihuoneilmiötä, jolloin lämpö ei pääse karkaamaan¹⁾ maapallon ilmakehästä ulos, joka voi sulattaa jäälauttoja ja vapauttaa suuria määriä vettä, joka voimistuneiden tuulien kanssa radikalisoivat sääilmiöitä.

Vastauksen pituus: 54 sanaa, 444 merkkiä

1) säteilemään

3 p

Osa energianlähteistä on hiilidioksidineutraaleita, esim. ydinvoima ja vesivoima, sillä niitä hyödyntäessä ei synny hiilidioksidipäästöjä. Fossiiliset polttoaineet kuten kivihiili ja öljy puolestaan sisältävät hiiltä ja hyödyntäessä energiantuotannossa ne vapauttavat ilmaan hiilidioksidia.

Kun hiilidioksidia vapautuu runsaasti ympäristöön, vahvistuu maapallon elämälle oleellinen kasvihuoneilmiö. Tämä liiallinen vahvistuminen estää tarpeettoman lämpösäteilyn siirtymisen ilmakehänläpi pois avaruuteen. Lämpösäteily pysähtyy hiilidioksiidin ja muiden kasvihuonekaasujen täyttämään ilmakehään, jolloin se taittuu takaisin maahan nostattaen maapallon keskilämpötilaa.

Lämpötilan nousu johtaa ekosysteemien häiriintymiseen, napapiirien sulamiseen ja mahdollisesti eliölajien siirtymiseen sekä ennenaikaiseen kuolemiseen.

4 p