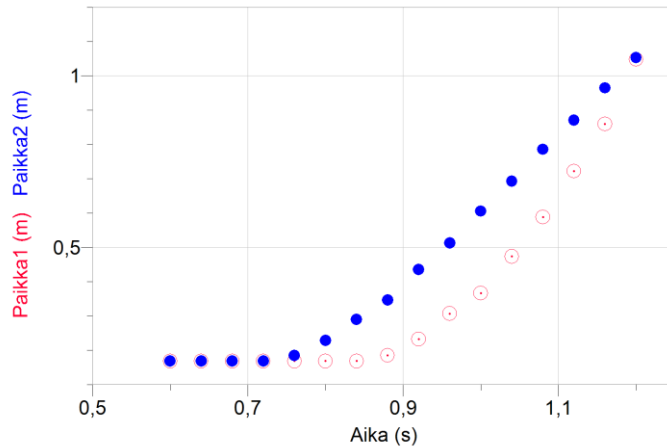


Tehtävä 1

Oikeat vaihtoehdot merkitty tehtävädokumenttiin.

Tehtävä 2

a)



- Kuvaajat 2 p. (paikka1 1 p.), (paikka2 1 p.)
- Akseleiden yksiköt 1 p.
- Akseleiden suureet 1 p.
- Pistejoukko täyttää koordinaatiston 1 p.

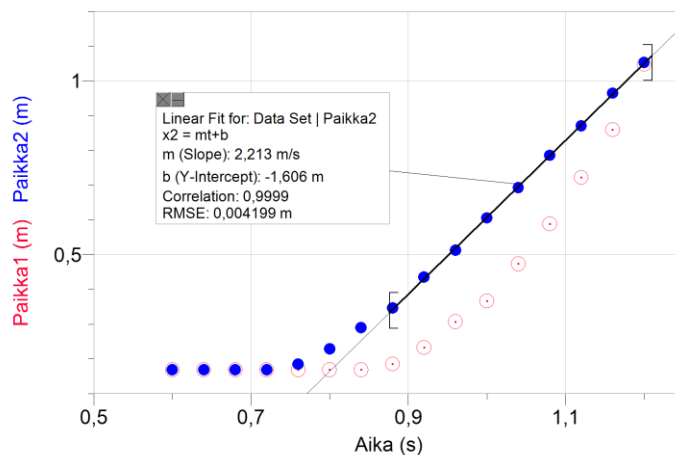
b)

Styroskappaleen kuvaaja on paikka2 kuvaaja.

1 p.

Nopeus saadaan pistejoukkoon sovitetun suoran kulmakertoimesta.

1 p.



Kulmakerroin perusteltu ja sen suuruus on 2,2 m/s

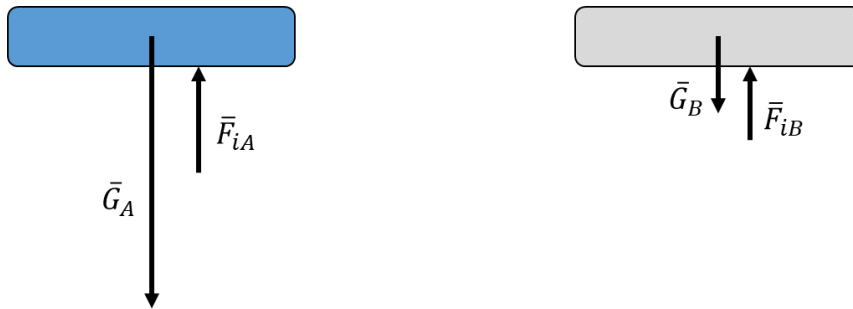
1 p.

c)

- Esineen A paino on suurempi kuin esineen B paino, joten A:n painon vaikutuksen tasapainottamiseksi tarvitaan suurempi ilmanvastus kuin B:n.
- Esine B saavuttaa aikaisemmin rajanopeuden, jossa paino ja ilmanvastus tasapainottavat toisensa.

2 p.

d)



G = paino

F_i = ilmanvastus

- Voimat on nimetty oikein
- A: Paino on suurempi kuin ilmanvastus
- B: Paino ja ilmanvastus ovat yhtä suuret
- A:n paino on suurempi kuin B:n paino
- A:n ilmanvastus on suurempi kuin B:n ilmanvastus

5 p.

Tehtävä 3

a)

- Jääpaloihin johtuu lämpöä alustoista
- Jääpalat sulavat
- Metallin lämmönjohtavuus on suurempi kuin puun
- Metallista siirtyy lämpöä suuremmalla nopeudella/teholla jääpalaan kuin puusta
- Jääpala sulaa nopeammin metallilevyn päällä

b)

- Toisen astian vesi on lämmintä ja toisen kylmää
- Lämpimästä vedestä johtuu lämpöä pulloon, jolloin sen sisältämä ilma lämpenee
- Ilman lämmitessä pyrkii sen tilavuus kasvamaan, mikä nähdään ilmapallon laajenemisena
- Kylmässä vedessä pullon sisältämän ilman lämpötila laskee
- Ilman lämpötilan laskiessa pyrkii sen tilavuus laskemaan, mikä havaitaan pallon pienenemisenä

c)

- Lääkeruiskun sisältämän ilman tilavuus kasvaa kun mäntää vedetään ulospäin
- Lämpötila ruiskun sisällä säilyy samana
- Ilman tilavuuden kasvaessa pienenee sen paine
- Paineen laskiessa laskee veden kiehumispiste
- Vesi alkaa kiehua muodostaen höyryä ruiskun sisälle

1 p. / kohta

Tehtävä 4

a)

- Jännitelähteessä on sisäistä resistanssia.
- Sisäisen resistanssin johdosta jännitelähteessä tapahtuu jännitehäviö.
- Jännitemittarin lukema on tämän häviön verran pienempi kuin jännitelähteen lähdejännite.

b)

Vastuksen napajännite saadaan Ohmin laista

1 p.

$$U = IR_1$$

1 p.

Vastuksen läpi kulkeva sähkövirta

$$I = \frac{U}{R_1}$$

1 p.

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

$$R_1 = 22 \Omega$$

Sähkövirran suuruudeksi saadaan

$$I = 0,12909091 \text{ A} \approx 0,13 \text{ A}$$

1 p.

c)

Jännitelähteen sisäinen resistanssi ratkaistaan edellisen kohdan tietojen perusteella.

Kirchhoffin 2. laki: $\Delta V = 0$

$$E - IR_s = U$$

1 p.

$$R_s = \frac{E - U}{I}$$

1 p.

$$E = 3,00 \text{ V}$$

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

$$I = 0,12909091 \text{ A}$$

$$R_s = 1,2394366 \Omega \approx 1,2 \Omega$$

1 p.

d)

Kondensaattori K

Kondensaattorissa on kaksi johdelevyä, joiden välissä on eriste. Kun kondensaattori kytketään kohtaan P, sen levyille siirtyy varausta. Kondensaattorin varauduttua, ei sähkövirta kulje enää piirissä.

Virtamittarin lukema on nolla.

2 p.

Diodi D

Diodin kynnysjännite U_D on 0,90 V.

Kirchhoffin 2. laki: $\Delta V = 0$

$$E - I_D R_s - I_D R_1 - U_D = 0$$

1 p.

$$I_D = \frac{E - U_D}{R_s + R_1}$$

1 p.

$$E = 3,00 \text{ V}$$

$$R_s = 1,2394366 \, \Omega$$

$$R_1 = 22 \, \Omega$$

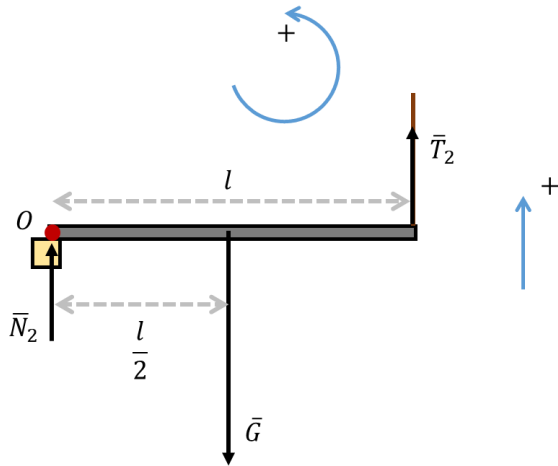
$$U_D = 0,90 \text{ V}$$

$$I_D = 0,090363636 \text{ A} \approx 90 \text{ mA}$$

1 p.

Tehtävä 5

Tankoa tuetaan sen ollessa puupalikan päällä. Tankoon vaikuttavat voimat ovat G (paino), N_2 (pinnan tukivoima), T_2 (langan tukivoima). Voimakuvio:



3 p.

Tanko on tasapainossa. Tankoon vaikuttavien voimien vektorisumma on nolla. Myös voimien momenttien summa on nolla.

1 p.

Momenttiehto pisteen O suhteen

$$\Sigma M_O = M_G + M_T = 0$$

$$-G \cdot \frac{l}{2} + T_2 \cdot l = 0$$

1 p.

Paino $G = mg$

Ratkaistaan yhtälöparista tangon massa

$$-G \cdot \frac{l}{2} + T_2 \cdot l = 0$$

$$G = mg$$

Ratkaisuksi saadaan

$$m = \frac{2T_2}{g}$$

1 p.

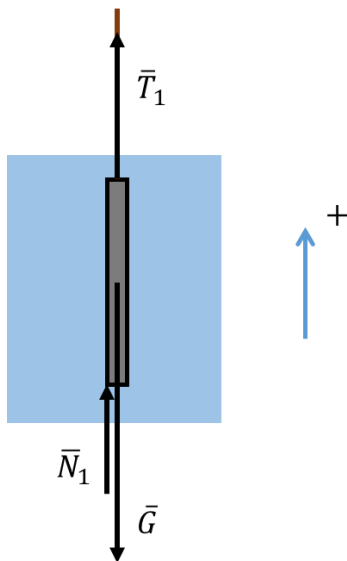
$$T_2 = 0,81 \text{ N}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$m = 0,16513761 \text{ kg} \approx 170 \text{ g}$$

1 p.

Tanko on vedessä. Tankoon vaikuttavat voimat ovat G (paino), N_1 (noste), T_1 (langan tukivoima).
Voimakuvio:



2 p.

Tanko on paikallaan, joten tankoon vaikuttavat voimat kumoavat toisensa.

1 p.

Newtonin 2. laki: $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$

$$\begin{aligned}\vec{G} + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 &= \vec{0} \\ -G + N_1 + T_1 &= 0\end{aligned}$$

1 p.

$$N_1 = G - T_1$$

Noste

$$N_1 = \rho_{\text{vesi}} V_{\text{tanko}} g$$

1 p.

Tilavuus

$$V_{\text{tanko}} = \frac{m_{\text{tanko}}}{\rho_{\text{tanko}}}$$

1 p.

Ratkaistaan yhtälöryhmästä tangon tiheys

$$\rho_{\text{vesi}} V_{\text{tanko}} g = G - T_1$$

$$G = mg$$

$$V_{tanko} = \frac{m_{tanko}}{\rho_{tanko}}$$

Ratkaisuksi saadaan

$$\rho_{tanko} = \frac{mg\rho_{vesi}}{mg - T_1}$$

1 p.

$$m = 0,16513761\text{kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_{vesi} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 1,39 \text{ N}$$

Ratkaisuksi saadaan

$$\rho_{tanko} = 7043,4782 \text{ kg/m}^3 \approx 7000 \text{ kg/m}^3$$

1 p.

Tehtävä 6

a)

- Ääni on mekaanista aaltoliikettä ja valo on sähkömagneettista aaltoliikettä.
- Ääni on väliaineessa etenevää mekaanista aaltoliikettä. Valo on sähkömagneettista aaltoliikettä, joka ei tarvitse väliainetta edetäkseen.
- Ääni voi olla joko pitkittäistä tai poikittaista aaltoliikettä. Valo on poikittaista aaltoliikettä.
- Äänen nopeus on noin 340 m/s valon 300 000 km/s.

1 p. / kohta (max. 3 p.)

b)

Valo ja ääni taittuvat eri tavoin ilma-vesi-rajapinnassa.

Äänen taittuminen noudattaa taittumislakia

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2},$$

missä θ_1 on tulokulma, θ_2 on taittumiskulma, v_1 on nopeus ilmassa, v_2 on nopeus vedessä.

Valon taittuminen noudattaa Snellin lakia

$$\sin \theta_1 \cdot n_1 = \sin \theta_2 \cdot n_2,$$

missä θ_1 on tulokulma, θ_2 on taittumiskulma, n_1 on ilman taitekerroin, n_2 on veden taitekerroin.

1 p.

Taittumiskulmille saadaan lausekkeet

$$\sin \theta_2 = \frac{v_2}{v_1} \cdot \sin \theta_1$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\sin \theta_1 \cdot n_1}{n_2}$$

1 p.

Äänen nopeus ilmassa $v_1 = 330$ m/s ja vedessä $v_2 = 1500$ m/s. Koska äänen nopeus on vedessä suurempi kuin ilmassa, tapahtuu taittuminen kohti rajapintaa.

1 p.

Ilman taitekerroin $n_1 = 1,00$ ja veden taitekerroin $n_2 = 1,33$. Koska veden taitekerroin on suurempi, tapahtuu taittuminen poispäin rajapinnasta.

1 p.

Ääni voi myös kokonaisheijastua tullessaan ilmasta veteen. Tämä tapahtuu jos tulokulma on tarpeeksi suuri.

1 p.

Vaihtoehtoinen ratkaisu:

Taittumislain mukaan

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

1 p.

Taittumiskulmalle saadaan lauseke

$$\sin \theta_2 = \frac{v_2}{v_1} \cdot \sin \theta_1$$

tai

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin \theta_1$$

1 p.

Äänen nopeus ilmassa $v_1 = 330$ m/s ja vedessä $v_2 = 1500$ m/s. Koska äänen nopeus on vedessä suurempi kuin ilmassa, tapahtuu taittuminen kohti rajapintaa.

1 p.

Ilman taitekerroin $n_1 = 1,00$ ja veden taitekerroin $n_2 = 1,33$. Koska veden taitekerroin on suurempi, tapahtuu taittuminen poispäin rajapinnasta.

1 p.

Ääni voi myös kokonaisheijastua sen tullessa ilma-vesi-rajapintaan.

1 p.

c)

Valon intensiteetti

$$I = \frac{P}{A}$$

Valonlähteen teho P pysyy vakiona.

$$P = I_1 A_1 = I_2 A_2$$

1 p.

Valo etenee kolmessa ulottuvuudessa ja levittäytyy pallon kuorelle. Pallon säde on sama kuin etäisyys valolähteestä.

1 p.

I_1 on intensiteetti alkutilanteessa, joten $I_2 = 0,5I_1$.

$$I_1 \cdot 4\pi r_1^2 = I_2 \cdot 4\pi r_2^2$$

$$I_1 r_1^2 = 0,5I_1 r_2^2$$

$$r_2 = \sqrt{2} r_1 \approx 1,4r_1$$

1 p.

Äänilähteen teho on vakio.

$$P = I_1 A_1 = I_2 A_2$$

Äänilähteen intensiteettitaso L ja intensiteetin välinen yhteys

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

1 p.

$$I = I_0 10^{L/10}$$

1 p.

$$L_1 = 100 \text{ dB}$$

$$L_2 = 50 \text{ dB}$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Intensiteeteiksi saadaan

$$I_1 = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

$$I_2 = 10^{-7} \text{ W/m}^2$$

1 p.

Edellisen kohdan perusteella saadaan yhteys etäisyyksien ja intensiteettien välille.

$$I_1 \cdot 4\pi r_1^2 = I_2 \cdot 4\pi r_2^2$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} r_1 = \sqrt{\frac{10^{-2} \text{ W/m}^2}{10^{-7} \text{ W/m}^2}} r_1 \approx 320 r_1$$

Intensiteettitaso puolittuu kun etäisyys tulee 320-kertaiseksi.

1 p.

Tehtävä 7

a)

- Käämin päiden välille indusoituu jännite johtuen sähkömagneettisesta induktiosta.
- Sähkömagneettinen induktio tapahtuu, kun käämin läpäisevä magneettivuo muuttuu.
- Magneettivuon tiheys käämin kohdalla riippuu magneetin etäisyydestä. Magneetin värähdellessä jousessa se liikkuu välillä lähemmäs ja toisena hetkenä kauemmas käämistä.
- Tällöin magneettivuo muuttuu ja käämiin indusoituu lähdejännite, mikä havaitaan kuvaajassa potentiaalin muutoksena.

b)

- Indusoitunut lähdejännite saadaan induktiolaista

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

- Induktiolaki voidaan eritellä seuraavasti

$$e = -N \frac{d(AB)}{dt}$$

Yhtälössä e on indusoitunut jännite, N on käämin kierrosluku, $d\Phi/dt$ on on magneettivuon muutosnopeus ajan suhteen, A on johdinsilmukan pinta-ala, B on magneettivuon tiheys.

- Käämi: kun käämin kierroslukua kasvatetaan, indusoituu käämiin suurempi lähdejännite induktiolain mukaisesti.
- Magneetti: Magneetin voimakkuutta kasvatettaessa suurenee magneettivuon tiheys. Tällöin magneettivuon muutos on nopeampaa magneetin liikkuessa tietyllä nopeudella, ja indusoituva jännite on suurempi.
- Jousi: jos jousen jousivakio on suurempi, on värähtelyn taajuus suurempi. Tällöin magneettivuon muutokset ovat nopeampia ja käämiin indusoituu suurempi lähdejännite induktiolain mukaisesti.

(Induktiolain kaavan maininta hyväksytään, jos se on a)-kohdassa.)

c)

- Indusoituva jännite on nolla jos magneettivuon hetkellinen muutosnopeus on nolla.
- Magneettivuo ei muutu niillä hetkillä, jolloin magneetin nopeus on nolla. Tämä toteutuu hetkellisesti värähtelyn ääriasemissa.
- Jousen värähtely on jaksollista liikettä. Ääriasemat toistuvat liikkeessä samoin kuin nollakohdat jännitteen kuvaajassa.
- Ylemmässä ääriasemassa eli kauempana käämistä magneettivuo on vähäinen. Ääriaseman läheisyydessä magneettivuon muutos on hidasta, joten induktiojännite on pieni.
- Esim. kohdassa 1 s oleva jännitteen nollakohta liittyy ylempään ääriasemaan.
- Magneetin ollessa alemman ääriaseman läheisyydessä on magneettivuon tiheys suuri. Sen molemmiin puolin magneettivuon muutosnopeus on suuri ja niin myös induktiojännite. Esim. kohdassa 4 s havaittava nollakohta syntyy alemmassa ääriasemassa.

1 p. / kohta

Tehtävä 8

a)

- Radioaktiivisessa hajoamisessa epävakaa atomiydin muuttuu toisen alkuaineen ytimeksi.
- Tämä tapahtuu emittoimalla alfahiukkanen, muuttamalla ydinhiukkasen toiseksi tai spontaanin fission kautta.
- Radioaktiivisessa hajoamisessa vapautuva energia voi ilmetä ytimen virittymisenä.
- Viritystilan purkautumisessa vapautuva energia ilmenee gammakvanttina eli suuressa määrässä atomiytimiä syntyy gammasäteilyä.
- Annihilaatiossa hiukkanen ja sen antihiukkanen yhdistyvät. Tyypillinen annihilaatio tapahtuu elektronin ja positronin välillä.
- Annihilaatiossa hiukkasten massat muuttuvat fotonien energiaksi.
- Fotonien energiat ovat suuria ja ne ovat gammakvantteja, jotka suurena määränä ilmenevät gammasäteilynä.

b)

Säteilykvantin energian ja aallonpituuden yhteys

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

1 p.

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

1 p.

$$h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$E_0 = 850 \cdot 10^3 \text{ eV}$$

$$E_s = 840 \cdot 10^3 \text{ eV}$$

$$\lambda_0 = 1,4587915 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\lambda_s = 1,4761581 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

1 p.

Comptonin sironta

$$\lambda_s - \lambda_0 = \lambda_C(1 - \cos \theta)$$

Sirontakulma

$$\cos \theta = 1 - \frac{\lambda_s - \lambda_0}{\lambda_C}$$

$$\theta = \arccos\left(1 - \frac{\lambda_s - \lambda_0}{\lambda_C}\right)$$

1 p.

$$\lambda_0 = 1,4587915 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

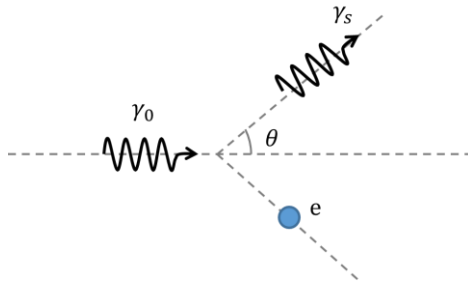
$$\lambda_s = 1,4761581 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\lambda_C = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\theta = 6,8541071^\circ \approx 6,9^\circ$$

1 p.

c)



1 p.

Elektronin liikkeen suunnan määrittäminen perustuu liikemäärän säilymiseen.

1 p.

Alkuperäisellä fotonilla on liikemäärä vain vaakasuuntaan, joten sironneen fotonin ja elektronin liikemäärien vektorisumma on myös vaakasuuntaan.

1 p.

Tehtävä 9

a)

Jupiterin kuut löytyivät 1600-luvulla (1610).

1 p.

Jupiterin kuut eivät erotu paljain silmin, mutta kaukoputkella ne tulevat Jupiterin läheltä näkyviin. Kaukoputki on keksintö, joka tuottaa kaukana olevasta kohteesta lähikuvan. Kaukoputki keksittiin 1500-luvun lopussa.

1 p.

Ennen 1600-lukua hallitseva maailmankuva oli maakeskeinen. Tämän mukaan taivaankappaleet kiertävät maata. Jupiterin kuiden havaittiin kiertävän Jupiteria Maan sijaan, mikä asetti maakeskeisen maailmankuvan kyseenalaiseksi.

1 p.

Todiste tuki maakeskeisen maailmankuvan hylkäämistä.

1 p.

b)

Kuihin kohdistuu gravitaatiovoima.

Yleinen gravitaatiolaki

$$G = \gamma \frac{mM}{r^2}$$

1 p.

Kuut ovat Jupiterin kiertoradalla ja liikkuvat tasaisella nopeudella. Kuihin kohdistuu kiihtyvyys, joka on normaalikihtyvyys.

Newtonin 2. laki

$$G = ma_n$$

1 p.

$$\gamma \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Lauseke sievenee muotoon

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

1 p.

Ratanopeus voidaan esittää kiertoradan säteen ja kierrosajan T kautta.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

1 p.

$$\gamma \frac{M}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T} \right)^2$$

Kierrosajan ja radan säteen välille saadaan yhteys

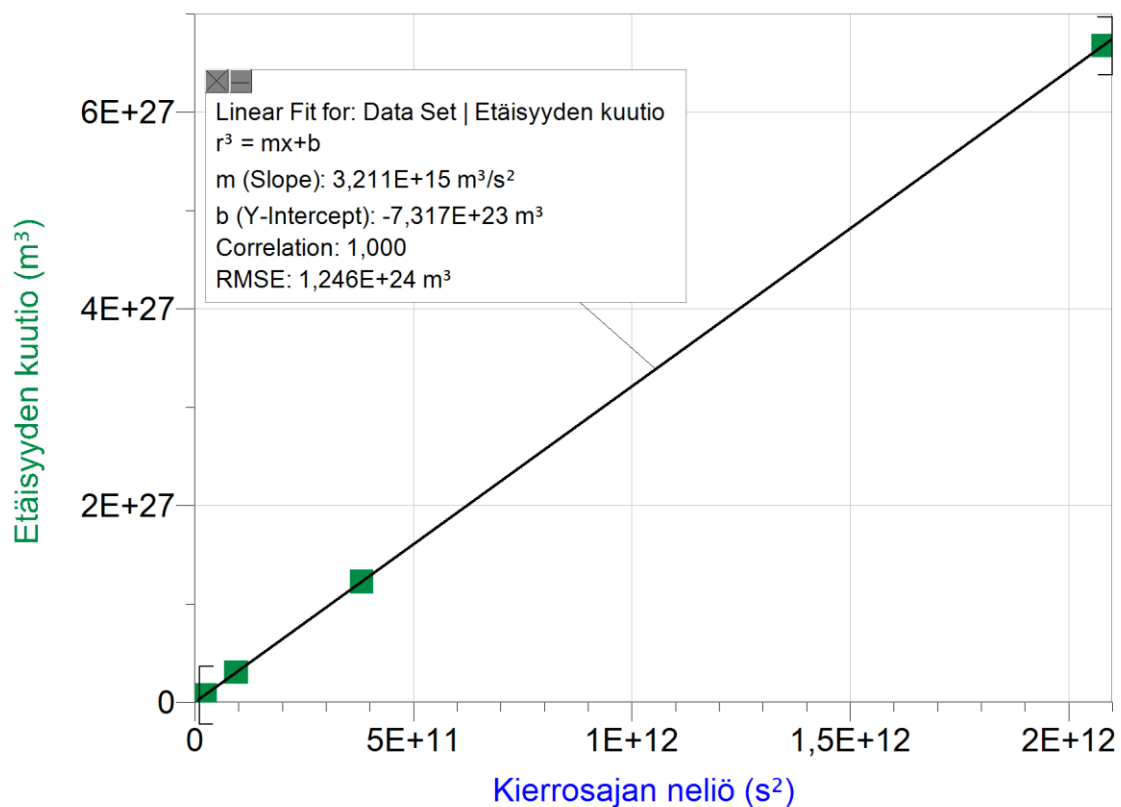
$$r^3 = \frac{\gamma M}{4\pi^2} T^2$$

1 p.

Piirretään kuvaaja, jossa vaaka-akselilla on kierrosajan neliö ja pystyakselilla etäisyyden kuutio. Ilmoitetaan kierrosaika ja etäisyys yksiköissä sekunti ja metri.

Kierrosaika (d)	Etäisyys (km)	Kierrosajan neliö (s ²)	Etäisyyden kuutio (m ³)
1,769	421700	2,336E+10	7,499E+25
3,551	671000	9,413E+10	3,021E+26
7,155	1070000	3,822E+11	1,225E+27
16,689	1883000	2,079E+12	6,677E+27

1 p.



1 p.

Kulmakertoimen suuruus on suure $\frac{\gamma M}{4\pi^2}$.

1 p.

Ratkaistaan Jupiterin massa

$$M = k \cdot \frac{4\pi^2}{\gamma}$$

$$k = 3,211 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2}$$

1 p.

$$\gamma = 6,6742 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

Ratkaisuksi saadaan

$$M = 1,8993317 \cdot 10^{27} \text{ kg} \approx 1,899 \cdot 10^{28} \text{ kg}$$

1 p.

Jos ratkaistu erikseen joka kuun avulla ja laskettu keskiarvo, ei pistevähennyksiä. Jos käytetty vain yhtä kuuta, max. 8 p.

c)

Europa kuu jään peittämä. Jääpeitteen alla on nykyäsityksen mukaan koko kuun peittämä suolainen valtameri.

1 p.

d)

Absorboitunut ja emittoitunut teho ovat yhtä suuret

$$P_{abs} = P_{emit}$$

1 p.

Taivaankappale absorboi säteilyä alalta, joka on kappaleen poikkileikkaus (ympyrä). Taivaankappale emittoi säteilyä kaikelta pinnalta (pallo).

1 p.

$$(1 - a)I_{Jupiter}A_{ympyrä} = \sigma T^4 A_{pallo}$$

1 p.

$$(1 - a)I_{Jupiter} \cdot \pi R^2 = \sigma T^4 \cdot 4\pi R^2$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{(1 - a)I_{Jupiter}}{4\sigma}}$$

1 p.

$$I_{Jupiter} = 50,2 \text{ W/m}^2$$

$$a = 0,64$$

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

$$T = 94,480197 \text{ K} \approx 94 \text{ K}$$

1 p.

Tehtävä 10

a)

- Röntgenkuvaus perustuu sähkömagneettisen säteilyn (röntgensäteilyn) kykyyn vuorovaikuttaa aineen kanssa.
- Röntgensäteily vaimenee kulkiessaan aineen läpi.
- Eri aineet vaimenevat eritavoin ja erot näkyvät röntgenkuvissa kirkkaina tai tummina kohtina.
- Röntgensäteily on ionisoivaa säteilyä, mikä on terveydelle haitallista. Magneettikuvauksessa ei käytetä ionisoivaa säteilyä.

b)

- Magneettikuvauksessa käytetään voimakkaita magneettikenttiä.
- Metallit, etenkin ferromagneettiset aineet, vuorovaikuttavat magneettikentän kanssa.
- Magneettinen vuorovaikutus voi liikuttaa metalliesineitä, mikä voi johtaa kehon vammaan.
- Metallin ja magneetin välinen vuorovaikutus aiheuttaa häiriöitä muodostettavaan kuvaan.

c)

- Staattisen magneettikentän voimakkuus on vakio.
- Gradienttikentän voimakkuus vaihtelee kuvattavan kohteen eri kohdissa.
- Radiotaajuuksinen kenttä tarkoittaa sähkömagneettista signaalia, jota tutkittavaan kohteeseen lähetetään.

d)

- Sähkövirta synnyttää magneettikentän.
- Voimakkaiden magneettikenttien muodostamiseen tarvitaan suuri sähkövirta.
- Magneettikenttä tuotetaan keloiksi kierrettyissä johtimissa.
- Aineen on oltava suprajohde, jotta riittävän suuria sähkövirtoja saadaan aikaan.
- Johtimesta saadaan suprajohde viilentämällä lähelle absoluuttista nollapistettä.
- Viilentämisessä käytetään nestemäistä heliumia tai typpeä.

e)

- Ympäristössä esiintyy lukuisia erialaisia radiolähteitä.
- Vety-ytimien lähettämät radiosignaalit ovat sen verran heikkoja että ympäristön radiosignaalit häiritsevät kuvattavasta kohteesta lähtevää signaalia.
- Metallikehikko on rakennelma, jonka sisälle ei ulkoinen magneettikenttä tunkeudu. Tällöin kehikon sisällä mitataan vain kohteesta lähtevää radiosignaalia.

1 p. / kohta. Jos kerrottu, että kehikko estää kentän leviämisen ympäristöön, maks. 2 p.

Tehtävä 11

Uusiutuvia energialähteitä ovat

- Aurinkovoima
- Biomassa
- Tuulivoima
- Vesivoima

Uusiutumattomia energialähteitä ovat

- Jäte
- Kivihiili
- Maakaasu
- Turve
- Ydinvoima
- Öljy

2 p. jos kaikki oikein, 1 p. jos yksi väärin

Energialähde	Osuus (%)	Uusiutuvat energialähteet	Osuus (%)	Uusiutumattomat energialähteet	Osuus (%)
Aurinkovoima	0,0	Aurinkovoima	0,0	Jäte	1,0
Biomassa	13,1	Biomassa	13,1	Kivihiili	7,0
Jäte	1,0	Tuulivoima	5,6	Maakaasu	3,8
Kivihiili	7,0	Vesivoima	17,1	Turve	3,0
Maakaasu	3,8			Ydinvoima	25,3
Nettotuonti	23,9			Öljy	0,2
Turve	3,0	Uusiutuvat yhteensä	35,8	Uusiutumattomat yhteensä	40,3
Tuulivoima	5,6				
Vesivoima	17,1				
Ydinvoima	25,3				
Öljy	0,2				

Uusiutuvat ja uusiutumattomat energialähteet

Uusiutuvat yhteensä 47 %

Uusiutumattomat yhteensä 53 %

■ Uusiutuvat yhteensä ■ Uusiutumattomat yhteensä

Kotimaisia energialähteitä ovat

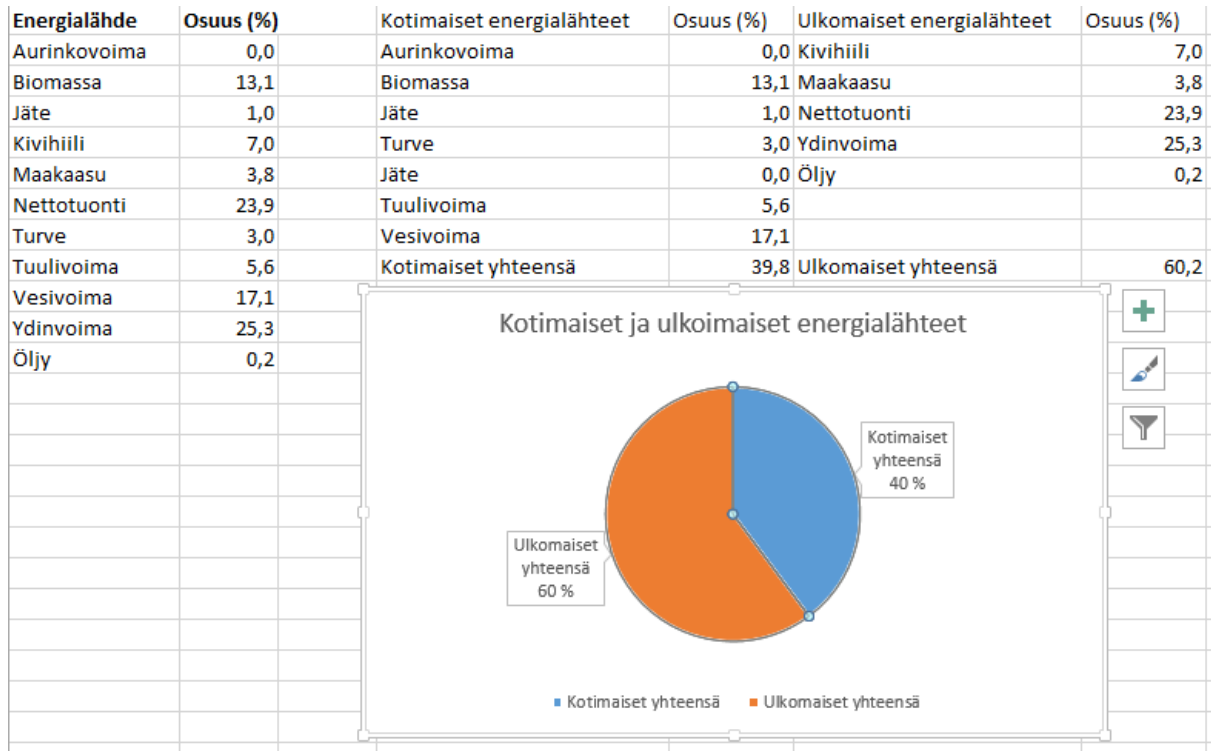
- Aurinkovoima
- Biomassa
- Jäte
- Turve
- Jäte
- Tuulivoima
- Vesivoima

Ulkomaisia energialähteitä ovat

- Kivihiili
- Maakaasu
- Nettotuonti
- Ydinvoima

- Öljy

2 p. jos kaikki oikein, 1 p. jos yksi väärin



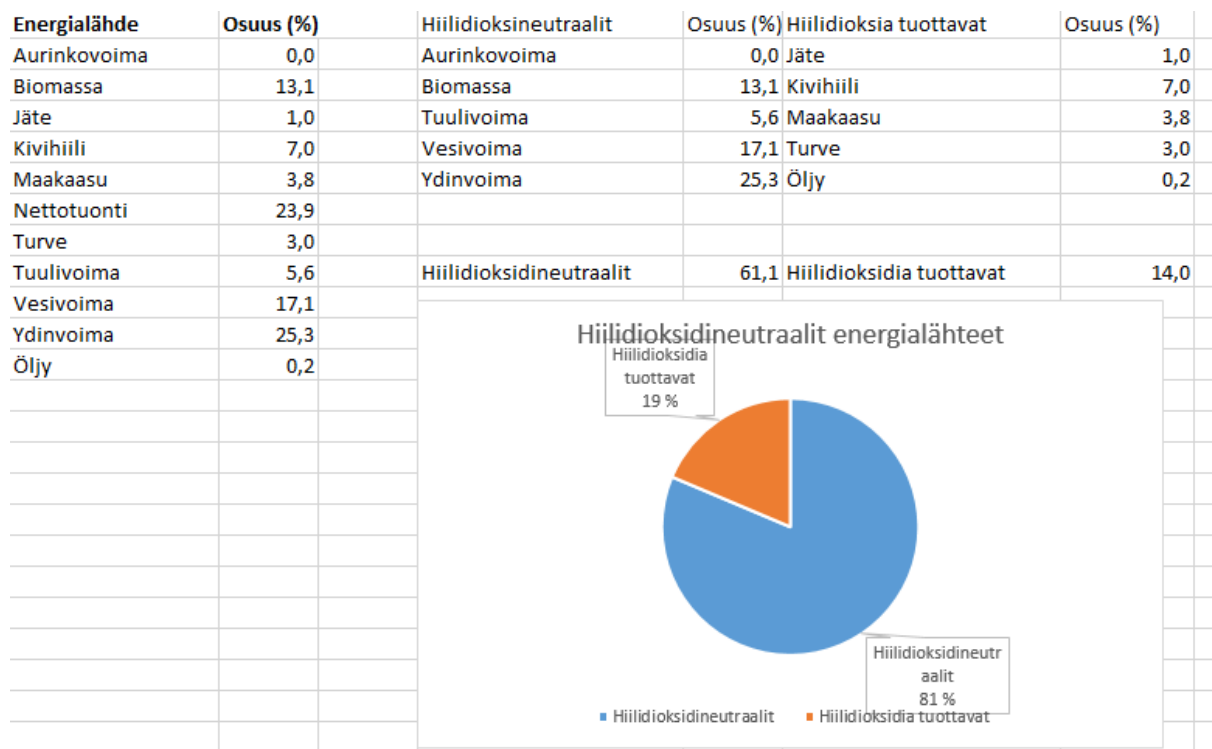
Hiilidioksidineutraalit energialähteet ovat

- Aurinkovoima
- Biomassa
- Tuulivoima
- Vesivoima
- Ydinvoima

Hiilidioksidia tuottavat energialähteet ovat

- Jäte
- Kivihiili
- Maakaasu
- Turve
- Öljy

2 p. jos kaikki oikein, 1 p. jos yksi väärin



Selkeät diagrammit tarpeellisine merkintöineen (ei tarvitse olla ympyrädiagrammi) 3 p.

Teknisesti onnistuneet mutta merkinnöiltään epäselvät diagrammit max. 2 p.

Teknisesti onnistunut, mutta huonosti valittu diagrammimuoto (esimerkiksi viivadiagrammi) max. 1 p.

b)

- Energiaa käytetään sähkön lisäksi lämmön tuotantoon ja liikenteen polttoaineina.
- Lämmöntuotantoon ja liikenteen polttoaineena käytetään etenkin biomassaa (puu) sekä fossiilisia polttoaineita (öljy, hiili, turve, maakaasu).

2 p.

c)

Uusiutuvat energialähteet ovat energialähteitä, joita syntyy lisää, vaikka niitä käytetään energiantuotannossa.

Aurinko

Aurinko tuottaa energiansa fuusioreaktiossa ja välittää energiaa säteilyn kautta aurinkokuntaan. Fuusioreaktiossa vapautuu energiaa, kun atomiytimet yhdistyvät.

Tuuli

Maan ilmakehässä on paine-eroja, jotka pyrkivät tasoittumaan ilman virratessa. Ilman virtaus on tuuli. Paine-erot ovat syntyneet Maan osien lämmitessä eritavoin. Lämmön ja täten tuulen ylläpitämä lähde on Aurinko.

Vesi

Aurinko saa aikaan veden kiertokulun. Aurinko lämmittää vesistöjä, joista haihtunut vesihöyry kulkeutuu ilmakehässä ylöspäin. Vesihöyry jäähtyy ja tiivistyy sateina. Maanpäällä vesi virtaa voimalaitosten läpi ja kulkeutuu edelleen vesistöihin.

Biomassa

Biomassa on eloperäiseen aineeseen sitoutunutta kemiallista energiaa. Kasvit hyödyntävät Auringon säteilyä fotosynteesin kautta. Biomassasta voidaan valmistaa polttoainetta sekä sähköä että lämmön tuotantoon.

5 p.

d)

- Energialähde on hiilidioksidineutraali, jos sen käyttö ei lisää hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Eli hiilidioksidia sitoutuu sitä mukaa kuin vapautuu.
- Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu. Kasvihuonekaasuna hiilidioksidi absorboi lämpösäteilyä, mikä kasvattaa maapallolle jäävän energian määrää.
- Kasvihuonekaasujen määrän lisääntyminen ilmakehässä kasvattaa lämpösäteilyn absorptiota ja nostaa maapallon lämpötilaa.
- Maapallon lämpötilan nousu voimistaa edelleen kasvihuoneilmiötä, kun muiden kasvihuonekaasujen, kuten vesihöyryn, määrä ilmakehässä lisääntyy.

4 p.