

FY05 vastaukset s25

2.

1. Kuinka suuri on äänen aallonpituus?

Aallonpituus voidaan laskea aaltoliikkeen perusyhtälön nojalla.

$$v = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{331,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{660 \text{ Hz}} = 0,50196... \text{ m} \approx 0,50 \text{ m}$$

PISTEYTYYS

- aallonpituuden ratkaisu suureyhtälöstä (1 p.)
- lähtöarvot (1 p.)
- tulos (1 p.)

2. Mitä tapahtuu äänen taajuudelle, kun ääni etenee kauemmas kaiuttimesta? Perustele.

RATKAISU

Äänen taajuus on äänilähteelle ominainen suure. Sama määrä aaltoja saapuu aikayksikköä kohden mihin tahansa tarkastelupisteeseen, kun aaltolähteen taajuus on vakio. Taajuus ei muutu.

PISTEYTYYS

- taajuus ei muutu (1 p.)
- perustelu (2 p.)

3. Mitä tapahtuu äänen amplitudille, kun ääni etenee kauemmas kaiuttimesta? Perustele.

RATKAISU

Aallon amplitudi on sitä suurempi, mitä enemmän energiaa aallon mukana siirtyy. Ääni leviää palloaaltoina ympäristöön. Aallon energia leviää aallon edetessä laajemmalle alueelle, joten amplitudi pienenee. Toisaalta aallon energiaa absorboituu väliaineeseen, joten tämänkin vuoksi amplitudi pienenee.

PISTEYTYYS

- amplitudi pienenee (1 p.)
- perustelu (2 p.)

4. Kaiuttimen ääni etenee ulkoilmasta lämmitettyyn katettuun tilaan, jossa lämpötila on 22 °C. Äänen nopeus v (m/s)

riippuu lämpötilasta T (°C) likimääräisen mallin $v = 331,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,6 \frac{\text{m/s}}{^\circ\text{C}} \cdot T$.

Kuinka suuri on äänen aallonpituus katetussa tilassa?

RATKAISU

Nopeus katetussa tilassa on

$$v = 331,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0,6 \frac{\text{m/s}}{^\circ\text{C}} \cdot 22 \text{ }^\circ\text{C} = 344,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aallonpituus voidaan laskea aaltoliikkeen perusyhtälön nojalla.

$$v = \lambda f$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{344,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{660 \text{ Hz}} = 0,52196... \text{ m} \approx 0,52 \text{ m}$$

PISTEYTYYS

- uuden nopeuden päättely (2 p.)
- aallonpituuden ratkaisu suureyhtälöstä (1 p.)
- lähtöarvot (1 p.)
- tulos (1 p.)

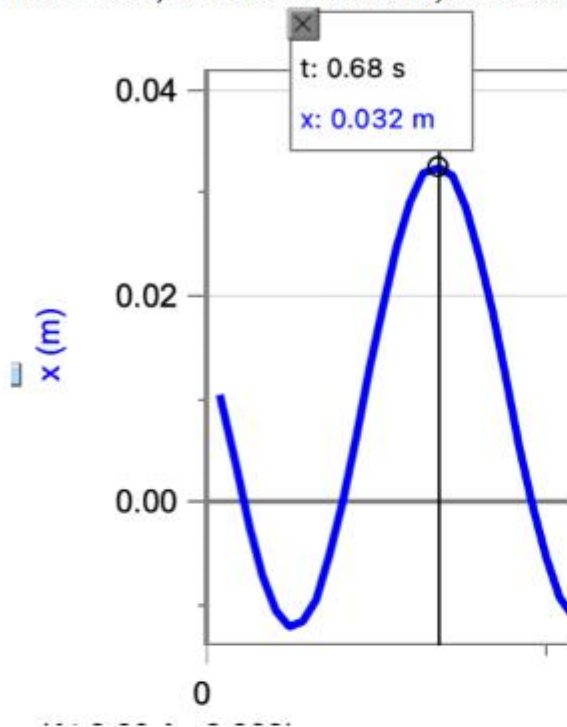
3.

4. Määritä aineiston perusteella värähtelevän punnuksen jaksonaika ja taajuus.

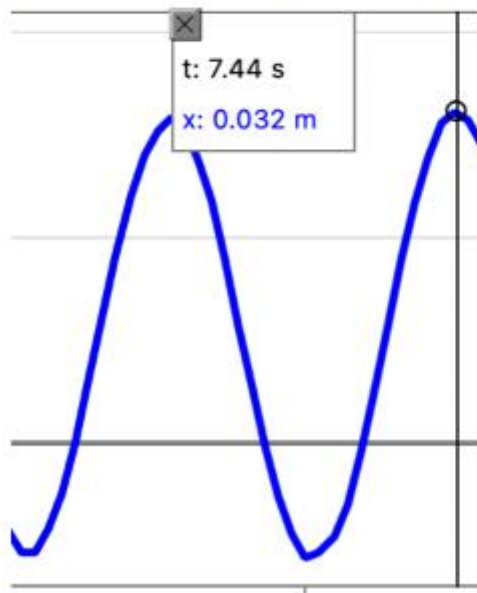
RATKAISU

TAPA1:

Luetaan kuvaajasta 8 edestakaisen värähdyksen aika. Valitaan alkuhetki: 0,68 s.



Loppuhetki 8 heilahduksen jälkeen 7,44 s:



jaksonaika T :

$$8T = (7,44 \text{ s} - 0,68 \text{ s})$$

$$T = \frac{6,76 \text{ s}}{8} = 0,845 \text{ s}$$

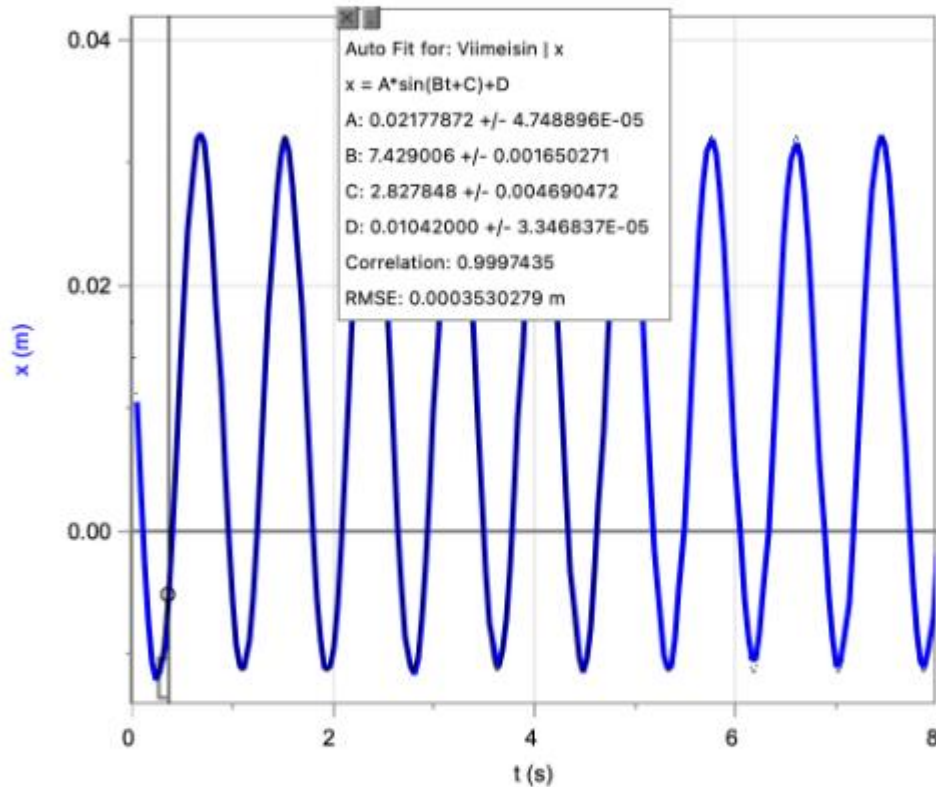
taajuus:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,845 \text{ s}} = 1,183 \text{ Hz} \approx 1,2 \text{ Hz}$$

TAPA2:

Tehdään (aika, poikkeama) -kuvaajaan sinimuotoinen sovitefunktio:

$$x = A \cdot \sin(B \cdot t + C) + D$$



missä $B = 2\pi \cdot f$

$$f = \frac{B}{2\pi} = \frac{7,429}{2\pi} \text{ Hz} = 1,18236.. \text{ Hz} \approx 1,2 \text{ Hz}$$

jaksonaika

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,1824} \text{ s} = 0,845737 \dots \text{ s} \approx 0,85 \text{ s}$$

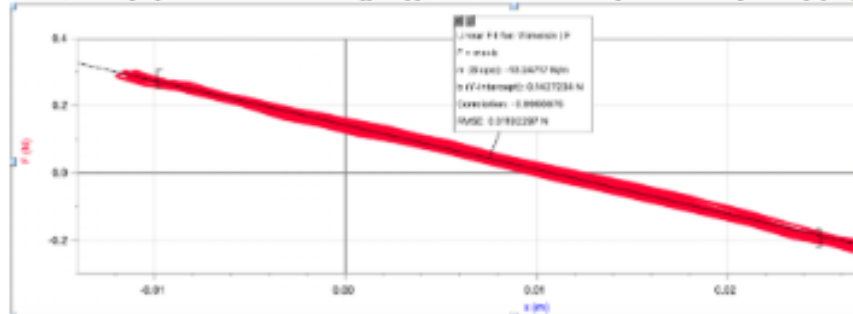
PISTEYTYS

- jaksonaika ääriasemia laskemalla, tai sovitteella (2 p.)
- taajuus (1 p.)

5. Määritä aineiston perusteella sopivan graafisen esityksen avulla käytetyn punnuksen jousivakio.

RATKAISU:

Kokonaisvoima $\vec{F}_{\text{kop}} = \vec{G} - \vec{k} \cdot \vec{r}$ on harmoninen eli verrannollinen poikkeamaan tasapainoasemasta. Esitetään (poikkema, voima)-kuvaaja, ja määritetään suoran jyrkkyys eli kulmakerroin k , joka ilmaisee jousen jäykkyyden eli jousivakion:



$$k = 13,24 \frac{\text{N}}{\text{m}} \approx 13 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

PISTEYTYS

- (poikkema, voima)-kuvaaja (+1 p.)
- todettu, että jousivakio saadaan kulmakertoimenä+ tulos (2 p.)

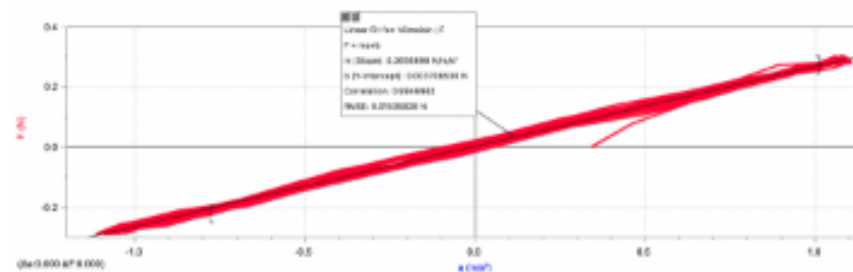
6. Mikä oli mittauksessa käytetyn punnuksen massa? Voit käyttää ratkaisussa sopivaa graafista esitystä tai suureyhtälöä.

RATKAISU

TAPA1:

Punnuksen vaikuttava kokonaisvoima on Newtonin 2.lain mukaan verrannollinen punnuksen kiihtyvyyteen. Verrannollisuuskerroin, eli (massa, voima)-kuvaajan kulmakerroin on massa.

Newtonin 2.laki: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$



$$m = 0,2657 \text{ kg} \approx 270 \text{ g}$$

TAPA 2:

Harmonisen värähtelijän jaksonaika:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad || \quad ()^2$$

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k}$$

$$m = \frac{T^2 \cdot k}{4\pi^2} = \frac{(0,846 \text{ s})^2 \cdot (13,24 \frac{\text{N}}{\text{m}})}{4\pi^2} = 0,240 \text{ kg} \approx 240 \text{ g}$$

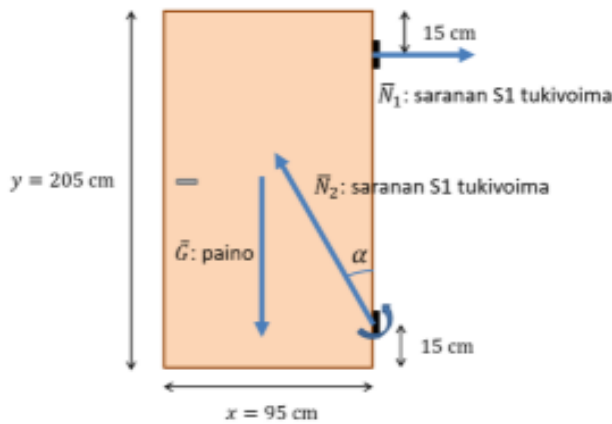
PISTEYTYS

- graafisen esityksen soveltaminen, tai jaksonajan kaavan soveltaminen (2p)
- järkevä tulos välillä 235 g – 265 g. (1 p.)

4.

1. Esitä oveen vaikuttavat voimat kuviona.

RATKAISU



PISTEYTYS

- Oikea voima ja vaikutussuunta (1 p./voima)

2. Laske saranan S1 kohdistuvan voiman suuruus.

RATKAISU

Kokonaismomentti on nolla saranan S2 suhteen tarkasteltaessa. Painon vaikutusetäisyys saranasta on puolet oven leveydestä eli 47,5 cm. Saranan S1 tukivoiman etäisyys on saranoiden välimatka eli 175 cm.

$$G \cdot \frac{x}{2} - N_1 x_1 = 0$$

$$N_1 = mg \cdot \frac{x}{2x_1} = 35 \cdot \text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{0,95 \text{ m}}{2 \cdot 1,75 \text{ m}} = 93,195 \text{ N} \approx 93 \text{ N}$$

PISTEYTYS

- momenttiehto (1 p.)
- voimien vaikutusetäisyydet hahmotettu oikein (1 p.)
- tukivoiman lauseke (1 p.)
- tulos (2 p.)

3. Määritä saranan S2 kohdistuvan voiman suunta ja suuruus.

RATKAISU

Voimien vektorisumma on nolla tasapainossa Newtonin 2. lain mukaisesti. Paino ja ylempi tukivoima ovat pysty- ja vaakasuuntaiset, joten alempi tukivoima suuntautuu niin, että pystykomponentti on painon suuruinen ja vaakakomponentti ylemmän tukivoiman suuruinen. Tasapainoyhtälöt ovat siis skalaarina seuraavat.

$$N_{2y} - G = 0$$

$$N_{2x} - N_1 = 0$$

Voidaan ratkaista komponenttien suuruudet, ja tukivoiman 2 suuruus on Pythagoraan lauseen mukainen.

$$N_{2y} = G = mg$$

$$N_{2x} = N_1$$

$$N = \sqrt{N_{2x}^2 + N_{2y}^2}$$

$$N_2 = \sqrt{(35 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2 + (186,39 \text{ N})^2} \approx 390 \text{ N}$$

Suunta lasketaan trigonometrisesti.

$$\tan \alpha = \frac{N_{2x}}{N_{2y}} = \frac{N_1}{G}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{N_1}{G}\right) = \arctan\left(\frac{186,39 \text{ N}}{35 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}\right)$$

$$\alpha = 28,495...^\circ \approx 28^\circ$$

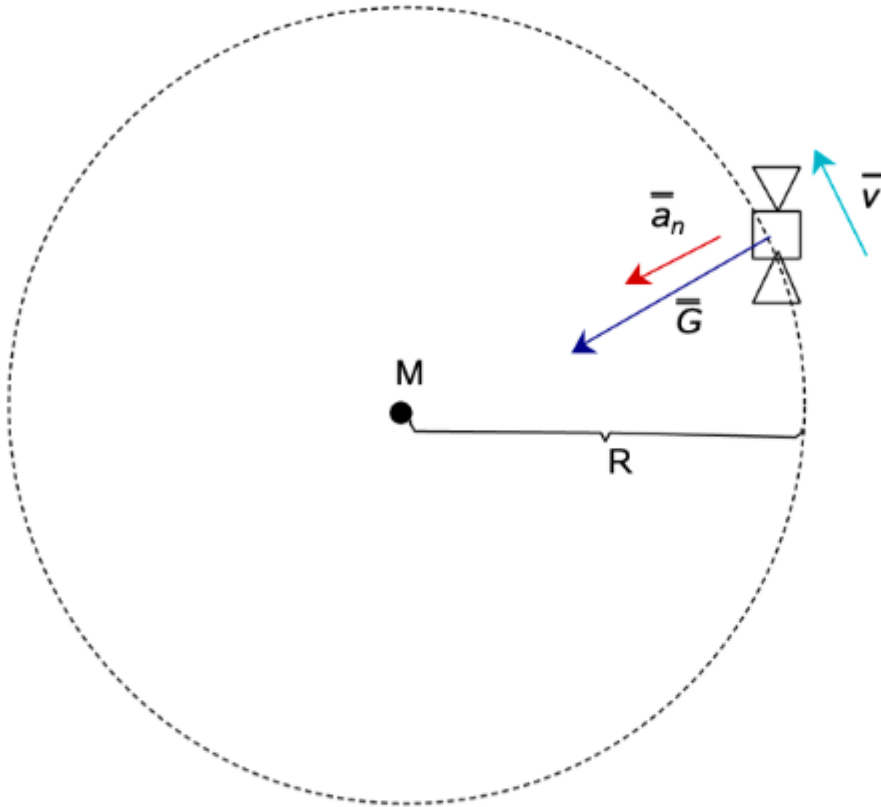
PISTEYTYS

- newtonin 2. lain mukaiset tasapainoehdot (2 p.)
- tukivoiman komponentit ymmärretty oikein (1 p.)
- tukivoiman suuruus (2 p.)
- kulma (2 p.)

5.

1. Piirrä kuva, josta ilmenee avaruusaseman kiertoliikkeen aiheuttavan voiman suunta, nopeusvektorin suunta, ja mahdollinen kiihtyvyyksvektorin suunta.

RATKAISU:



PISTEYTYS

Voimakuviossa piirretty oikein paino, normaalkiihtyvyys ja nopeusvektorin tangentin suuntaan (3 p.)

2. Määritä Tiangon-avaruusaseman ratanopeus v ja kiertoaika T Maan ympäri olettamalla lentorata ympyräradaksi, jonka korkeus Maan pinnasta on 395 km.

RATKAISU

Maan massa : $M = 5,9723 \cdot 10^{24}$ kg

gravitaatiokvatio: $\gamma = 6,674 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²

kiertoradan säde Maan pinnasta: $r = 395$ km

kiertoradan säde Maan keskipisteestä: $R = 6371$ km + 395 km = 6766 km = $6,766 \cdot 10^6$ m

avaruusaseman massa: m

Newtonin yleinen painovoimalaki: $G = \gamma \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$

normaalkiihtyvyys: $a_n = \frac{v^2}{R}$

Avaruusasema on tasaisessa ympyräliikkeessä Maan ympäri gravitatiovoiman vaikutuksesta.

Newtonin 2.laki

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Newtonin yleinen painovoimalaki ja tasaisen pyörimisliikkeen liikeyhtälö:

$$G = m \cdot a_u$$

$$\gamma \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = m \cdot \frac{v^2}{R} \quad || : m \quad | \cdot R$$

$$\gamma \cdot \frac{M}{R} = v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot M}{R}}$$

$$v = \sqrt{\frac{(6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) \cdot (5,9723 \cdot 10^{24} \text{ kg})}{6,766 \cdot 10^6 \text{ m}}} = 7675,52 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 7,68 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Kiertoaika T ympyräradalla:

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \cdot 6,766 \cdot 10^6 \text{ m}}{7675,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 5538,65 \text{ s} = 92,3108 \text{ min} \approx 92,3 \text{ min}$$

PISTEYTYS

- newtonin 2.laki $F=ma$ (1 p.)
- newtonin yleinen gravitaatiolaki (1 p.)
- gravitaatiolaki ja tasaisen ympyräliikkeen liikeyhtälö yhdistetty (1 p.)
- nopeus ratkaistu suureyhtälöstä (1 p.) ja oikea tulos (1 p.)
- tasaisen ympyräliikkeen malli kiertoaikalle, suure yhtälö (1 p.) ja ratkaisu (1 p.)

3. Kuinka suuri ja minkä suuntainen on taikonauttien putoamiskiihtyvyys avaruusasemalla 395 km korkeudella Maan pinnasta?

RATKAISU

$$g = a_u = \frac{v^2}{R} = \frac{(7675,52 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{6,766 \cdot 10^6 \text{ m}} = 8,7073 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 8,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

TAI

$$G = mg$$

$$\gamma \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = m \cdot g$$

$$g = \gamma \cdot \frac{M}{R^2} = \frac{(6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2) \cdot (5,9723 \cdot 10^{24} \text{ kg})}{(6,766 \cdot 10^6 \text{ m})^2} = 8,707 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 8,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

suunta kohti Maan keskipistettä.

PISTEYTYS

laskettu normaalikiihtyvyyden tai yleisen gravitaatiolain avulla (1p) + tulos (1p)
suunta (1p)

4. Selitä, mitä tarkoitetaan painottomalla tilalla avaruudessa? Käytä esimerkkinä Tiangong-avaruusasemalla olevaa taikonauttia.

RATKAISU

Taikonautti ja avaruusasema kiertävät Maan keskipistettä samalla korkeudella ja nopeudella. Taikonautilla ja avaruusasemalla on sama putoamiskiihtyvyys kohti Maan keskipistettä. Painottomuus tarkoittaa, että taikonautin tukivoima $N = 0 \text{ N}$ avaruusaseman "pinnoista", koska asema ja taikonautti putoavat samaa tahtia.

PISTEYTYS

- tunnistettu yhteinen putoamiskiihtyvyys (1 p.)
- tukivoima $N = 0 \text{ N}$ (1 p.)

1. Soivat ääniraudat

Aineistossa 1 on video, jossa lyödään vasaralla vasemman puoleinen 440 Hz äänirauta soimaan. Vasemman puoleinen äänirauta vaimennetaan kädellä. Tällöin havaitaan, että oikeanpuoleinen samanlainen äänirauta on alkanut soimaan myös. Ilmiö on nimeltään

RATKAISU

Kyseessä on resonanssi-ilmiö.

Selosta ja perustelee yllä tekemäsi valinta. Miten nimeämäsi ilmiö selittyy? Käytä vastauksessasi fysiikan käsitteitä.

Kun lähettimenä olevaa äänirautaa A lyödään vasaralla, alkaa ääniraudasta edetä ilman välittämä (440 Hz:n) aaltoliike, jonka vastaanotin äänirauta B vastaanottaa ja alkaa värähdellä samalla ominaistaajuudella. Kun lähetin A sammutetaan vaimentamalla äänirauta kädellä, niin huomataan, että vastaanotin B on alkanut soida samalla ominaistaajuudella.

PISTEYTYKSI

- ääniraudoilla on sama ominaistaajuus (1 p.)
- Ääniaallon eteneminen selostettu: lähetin - ilma väliaineena - vastaanotin (1 p.)
- ääniraudat vahvistavat toistensa värähtelyä, tai kytkettyvät värähtelemään helposti samalla ominaistaajuudella. (1 p.)

2. Kaksi erilaista äänirautaa

Aineistossa 2 on video, jossa toisessa ääniraudassa on lisäpaino. Kun molemmat ääniraudat laitetaan soimaan havaittu ilmiö on nimeltään

RATKAISU

Ilmiö on huojunta.

Selosta ja perustelee yllä tekemäsi valinta. Miten nimeämäsi ilmiö selittyy? Käytä vastauksessasi fysiikan käsitteitä.

RATKAISU

Kyseessä on huojunta, mikä selittyy äänien interferenssi-ilmiönä. Ääniraudoilla on hieman eri ominaistaajuudet ääniraudan B lisäpainosta johtuen. Tällöin eri taajuuksilla soivat ääniraudat vuoroin heikentävät ja vahvistavat toisiaan, mikä kuullaan äänenvoimakkuuden jaksollisena vaihteluna.

PISTEYTYKSI

- ääniraudoilla eri ominaistaajuudet (1 p.)
- Tunnistettu äänen interferenssi-ilmiö, (1 p.)
- heikentävä ja vahvistava interferenssi havaitaan voimakkuuden jaksollisena vaihteluna (1 p.)
- huojuntataajuus $f_H = |f_1 - f_2|$ (1 p.)

3. Ääni putkessa

Videossa 3 soivaa 440 Hz äänirautaa pidetään muoviputken yllä. Muovi putki on asetettu vedellä täytettyyn astiaan. Kun putkessa olevan ilmapatsaan korkeutta säädellään nostamalla ja laskemalla putkea. Tietyllä korkeudella havaitaan äänen voimistuvan.

RATKAISU

Ilmiössä havaitaan äänen seisova aaltoliike.

Ääniraudasta putkeen etenevä aalto heijastuu takaisin veden pinnasta, ja uudestaan ylhäällä putken reunasta. Vastakkaisiin suuntiin etenevät ääniaallot interferoivat toisiaan vuoroin heikentäen ja vahvistaen, joilloin muodostuu seisova aalto.

Voimakkaasti värähtelevät kohdat ovat seisovan aallon kupuja, ja paikallaan pysyvät kohdat solmuja.

Veden pintaan muodostuu solmukohta, ja yläosaan putken suulle värähtelevän kuvun keskikohta.

Äänen voimistuminen havaitaan kun putken suulla on värähtelevän kuvun keskikohta.

PISTEYTYS

- seisovan aallon muodostuminen: vastakkaisiin suuntaan etenevien aaltojen interferenssi (1p)
- selostettu kupujen ja solmujen syntyminen (1 p.) + (1 p.)

Laske videon avulla äänennopeus ilmassa, kun ääniraudan taajuus on 440 Hz.

RATKAISU

Veden pinta on 28 cm korkeudella. Videossa äänen voimistuminen havaitaan kun putken yläreuna on noin 9 cm korkeudella (hyväksytään myös 10 cm). Tällöin värähtelevän ilmapatsaan korkeus on $L = 28 \text{ cm} - 9 \text{ cm} = 19 \text{ cm}$. Tällöin putkessa on $\frac{1}{4}$ -aallonpituudesta, eli värähtelevän kuvun puolikas.

$$\frac{\lambda}{4} = L$$
$$\lambda = 4 \cdot L = 4 \cdot 19 \text{ cm} = 76 \text{ cm} = 0,76 \text{ m}$$

Ääniraudan taajuus $f = 440 \text{ Hz}$, joten aaltoliikkeen perusyhtälön mukaan:

$$v = f \cdot \lambda = 440 \text{ Hz} \cdot 0,76 \text{ m} = 334,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

PISTEYTYS

- Ilmapatsaan korkeus (1 p.)
- seisovan aallon ehto (1 p.) ja aallonpituuden määrittäminen (1 p.)
- aaltoliikkeen perusyhtälö (1 p.)
- oikea tulos (1 p.)

7.

1. Ultraäänen toimintaperiaate

Selosta lyhyesti ultraäänitutkimuksen toimintaperiaate. Mitä tarkoitetaan ultraäänellä?

RATKAISU

Ultraääni värähtelee yli 20 000 Hz taajuudella, mikä on ihmisen kuuloalueen yläpuolella. Kun kehon väliaineeseen lähetetään ultraääniaalto, se heijastuu takaisin kahden eri väliaineen rajapinnasta. Kun äänen etenemisnopeus väliaineessa tunnetaan, voidaan etäisyys rajapintaan laskea ajasta, jonka signaali käyttää edestakaiseen matkaan.

PISTEYTYS

- ultraääni yli 20 000 Hz (1 p.)
- heijastuminen rajapinnasta (1 p.)
- etäisyyden laskeminen äänen etenemisnopeudesta (1 p.)

Ultraääni etenee kudoksessa

2. Ultraäänianturi lähettää pulssin rasvakudokseen. Pulssi heijastuu takaisin 5,0 cm syvyydellä olevasta kudosrajapinnasta. Minkä ajan kuluttua laite havaitsee tämän heijastuneen signaalin? Anna vastaus kahden numeron tarkkuudella.

RATKAISU

Aineiston mukaan rasvakudoksessa äänen etenemisnopeus on 1450 m/s. Ääni kulkee edestakaisen matkan. Tasaisen liikkeen malli:

$$s = v \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{2 \cdot 0,05 \text{ m}}{1450 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6,896 \cdot 10^{-5} \text{ s} \approx 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

PISTEYTYS:

- tunnistettu tasaisen liikkeen malli (1 p.)
- Aika ratkaistu suoreyhtälöstä ja oikea tulos (1 p.)

Akustinen impedanssi

3. Laske akustiset impedanssit rasvakudokselle ja pehmytkudokselle. Pehmytkudoksen tiheys on $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

RATKAISU:

rasvakudos 1:

$$Z_1 = \rho c_1 = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1450 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,305 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$$

pehmytkudos 2:

$$Z_2 = \rho c_2 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1540 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,54 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}}$$

PISTEYTYS

Oikeat arvot rasvakudoksen ja pehmytkudoksen akustiselle impedansille (1 p.) + (1 p.)

Heijastumiskerroin

4. Kuinka monta prosenttia ultraäänitutkimuksessa käytetystä signaalista heijastuu takaisin, kun ultraääniaalto kohtaa rasvakudoksen ja pehmytkudoksen välisen rajapinnan? Signaali etenee rasvakudoksesta pehmytkudokseen.

RATKAISU

$$Z = \frac{A_3 - A_4}{A_3 + A_4} = \frac{1,24 - 1,205}{1,24 + 1,205} = 0,00826 \approx 0,8 \%$$

PISTEYTYS

- aineistosta tunnistettu oikea kaava (1 p.)
- oikea tulos (1 p.)

Dopplerin ilmiö

5. Ultraäänianturi lähettää 5,0 MHz ultraääntä, joka heijastuu takaisin suoraan kohti nopeudella 0,05 m/s liikkuvista verisoluista. Millä taajuudella havaitaan takaisin heijastunut ääniaalto? Selosta, miksi kuvassa C havaitaan pienin signaalin voimakkuus.

RATKAISU

Lasketaan taajuuden muutos:

$$\Delta f = 2 \cdot \frac{v}{c} \cdot f_0 \cdot \cos(\theta) = 2 \cdot \frac{0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1579 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \cdot 5 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot \cos(0^\circ) = 317 \text{ Hz}$$

Koska verihiuatleet liikkuvat kohti ilmaisinta, havaitaan taajuuden kasvuna:

$$5\,000\,317 \text{ Hz}$$

Kun veren virtausuunta on kohtisuorassa ultraäänisignaaliin, niin verihiuatle kohtaa signaalin 90 asteen kulmassa, jolloin verihiuatle ei liiku signaalia kohti tai poispäin. Tällöin dopplerin ilmiö ei havaita.

PISTEYTYS

- tunnistettu kaava taajuuden muutokselle (2 p.)
- lähestyvän kohteen taajuus on suurempi (1 p.)
- selostus (2 p.)

Signaalin vaimeneminen

6. Ultraäänisensori lähettää kehoon signaalin, jonka intensiteetti on $10 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2}$. Kehossa ultraääni etenee kudoksessa, jossa se vaimenee $0,5 \frac{\text{dB}}{\text{cm}}$. Kuinka voimakas on ultraäänien intensiteetti 7 cm syvyydellä kudoksessa? Käytä intensiteettitason määrittämisessä vertailuintensiteettinä kuuluttavan äänen kuulokynnystä $I_0 = 1 \cdot \frac{10^{-12} \text{ W}}{\text{m}^2}$. Selosta, miksi ultraääni vaimenee kehossa?

RATKAISU

Lasketaan alkuperäisen ultraäänien intensiteettitaso:

$$I_1 = (10 \text{ dB}) \cdot \log_{10} \left(\frac{\frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ W}}{\text{cm}^2}}{1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \right) = 140 \text{ dB}$$

Kudoksessa 7 cm matkalla vaimenneen signaalin intensiteettitaso:

$$I_2 = 140 \text{ dB} - 0,5 \frac{\text{dB}}{\text{cm}} \cdot 7 \text{ cm} = 136,5 \text{ dB}$$

Ratkaistaan intensiteettitasoa 2 vastaava intensiteetti:

$$I_2 = (10 \text{ dB}) \cdot \log_{10} \left(\frac{I_2}{I_0} \right)$$

$$I_2 = I_0 \cdot 10^{\frac{I_2}{10}} = 1 \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 10^{13,65} = 10^{1,65} = 44,66 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx 4,5 \frac{\text{mW}}{\text{cm}^2}$$

PISTEYTYS

- intensiteetin 1 muuntaminen desibeliasteikolle (1 p.)
- vaimeneminen kudoksessa (1 p.)
- vaimenneen intensiteettitason muuttaminen intensiteetiksi (1 p.)

Signaalin vaimeneminen

7. Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, että ultraääni vaimenee kulkiessaan kehon läpi?

RATKAISU

- ultraäänien energian absorboituminen kudokseen (1 p.)
- heijautuminen sironnan kautta (1 p.)
- taittuminen tai heijastuminen eri suuntiin kudosten rajapinnoissa (1 p.)