


- 1.1) A) ↓
- 1.2) C) 
- 1.3) 2,6 ms
- 1.4) KIIHTYVYYDET SAMAT
- 1.5) 3 cm
- 1.6) TAAJUUS EI MUUTU
AALLONPITUUS KASVAA
- 1.7) VIHREÄN MATALAMPI
- 1.8) C
- 1.9) JAKSONAIKA PIENENEÄ
- 1.10) OSA 2 ON PAINAVAMPI
- 1p/KOHTA

2.1) Aallonpituus on n. 3,0 cm (2p)

Perustelu: Aallonpituus on kahden peräkkäisen samanvaiheisen värähtelijän välinen etäisyys. (Esim. kaksi peräkkäistä aallon huippua) (1p)

2.2) Amplitudi on 2,5 mm (2p)

Perustelu: Amplitudi on yksittäisen värähtelijän suurin poikkeama tasapainoasemasta. (Siis puolet suurimman ja matalimman poikkeaman erotuksesta) (1p)

2.3) Taajuus Aaltoliikkeen perusyhtälö $v = f\lambda$ ||: λ (2p)

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{6,0 \text{ cm/s}}{3,0 \text{ cm}} = \underline{\underline{2,0 \text{ Hz}}} \quad (2p)$$

3.1) Syntyneen äänen energia leviää aina suuremmalle alueelle, mitä kauemmaksi se etenee → Intensiteetti pienenee, koska $I = \frac{P}{A}$ (2p)

3.2) $L = 98,8 \text{ dB}$ $I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ $I = ?$

Intensiteettitaso $L = 10 \text{ dB} \log \frac{I}{I_0}$ ||: 10 dB

$$\frac{L}{10 \text{ dB}} = \log \frac{I}{I_0}$$

$$10^{\frac{L}{10 \text{ dB}}} = \frac{I}{I_0} \quad || \cdot I_0$$

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10 \text{ dB}}} = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 10^{\frac{98,8 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}} = 7,585 \dots \cdot 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\approx \underline{\underline{7,59 \frac{\text{mW}}{\text{m}^2}}}$$

$I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ on tarkka arvo, koska se ei ole mittavastus...

3.3)

$r_1 = 5 \text{ m}$

$r_2 = 15 \text{ m}$

$I_1 = 7,5858 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$

$I_2 = ??$

Intensiteetti on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön, eli

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Leftrightarrow I_2 = \frac{I_1 r_1^2}{r_2^2}$$

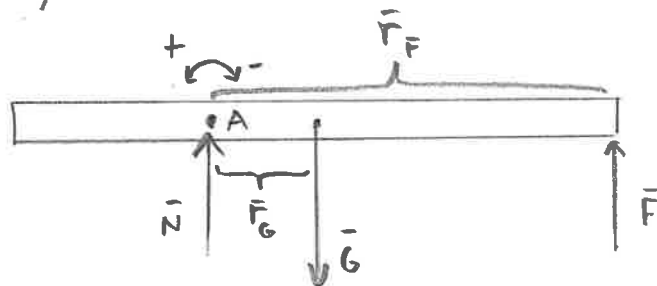
$$I_2 = \frac{7,5858 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2 \cdot (0,05 \text{ m})^2}{(15 \text{ m})^2} = 8,428 \dots \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \quad (3 \text{ p})$$

Intensiteettitaso $L = 10 \text{ dB} \log \frac{I}{I_0}$ (3 p)

$$L = 10 \text{ dB} \log \frac{8,42 \dots \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 49,25 \dots \text{ dB} \approx \underline{\underline{49,3 \text{ dB}}}$$

3.4) Kuuloaisti ei havaitse äänen vaihteluita
Intensiteettien suhteessa. Intensiteetti taso kuvaa
paremmin kuultujen äänien voimakkuuksien suhteita. (3 p)

4.1) $m = 75 \text{ kg}$ $l = 5,0 \text{ m}$ $l_k = 0,65 \text{ m}$ $A = \text{momenttipiste}$



$$r_G = \frac{5,0 \text{ m}}{2} - 0,65 \text{ m} = 1,85 \text{ m}$$

$$r_F = 2,5 \text{ m} + 1,85 \text{ m} = 4,35 \text{ m}$$

Tukki on tasapainossa \rightarrow kaikkien momenttien summa on NOLLA.

Kun momenttipiste on A, on voiman \bar{N} momentti nolla, (- varsi on nolla).

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F r_F - G r_G = 0$$

$$F = \frac{G r_G}{r_F} = \frac{m g r_G}{r_F} = \frac{75 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,85 \text{ m}}{4,35 \text{ m}}$$

$$= 312,905 \dots \text{ N}$$

$$\approx \underline{\underline{310 \text{ N}}}$$

PELKKÄ VASTAUS
RIITTÄÄ !!

4.2) $h = 425 \text{ km}$ $m = 65 \text{ kg}$ $R = 6370 \text{ km}$ $M = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

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

$$G = \gamma \frac{mM}{(R+h)^2} = 6,67430 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{65 \text{ kg} \cdot 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(425000 \text{ m} + 6370000 \text{ m})^2}$$

$$= 561,31 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{560 \text{ N}}}$$

4.3) $m = 5,0 \text{ kg}$ $r = 1,2 \text{ m}$ $v = 8,0 \text{ m/s}$ $a_n = ??$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(8,0 \text{ m/s})^2}{1,2 \text{ m}} = 53,33 \dots \text{ m/s}^2 \approx 53 \text{ m/s}^2$$

4.4) $f = 5 \text{ Hz}$ peräkkäisten tiheytymien ero $0,4 \text{ m}$
 \rightarrow Aallonpituus $\lambda = 0,4 \text{ m}$

Aaltoliikkeen perusyhtälö $v = f\lambda$
 $v = 5 \text{ Hz} \cdot 0,4 \text{ m} = \underline{\underline{2 \text{ m/s}}}$

4.5) $\overset{\text{LÄHDE}}{v_L = 110 \text{ km/h}}$ $f = 320 \text{ Hz}$ $\overset{\text{ÄÄNI}}{v = 343 \text{ m/s}}$

Dopplerin ilmiö
 kuultava taajuus

$$f' = f \cdot \frac{v}{v - v_L} = 320 \text{ Hz} \cdot \frac{343 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s} - \frac{110}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$f' = 351,29 \dots \text{ Hz} \approx \underline{\underline{350 \text{ Hz}}}$$

5.1) Tasapainoaseman kohdalla kiihtyvyys on nolla.
(koska kokonaisvoima on nolla, $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$) (2p)

5.2) Nopeus saa suurimman arvon.
(voi perustella kuvaajan avulla) (2p)

5.3) Kokonaisvoima saa suurimman arvonsa (2p)

5.4) 8 värähdystä \rightarrow aikaa kuluu $7.44\text{s} - 0.68\text{s} = 6.76\text{s}$

$$\text{Jaksonaika } T = \frac{6.76\text{s}}{8} = 0.845\text{s} \approx \underline{\underline{0.84\text{s}}}$$

$$\text{Taajuus } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.845\text{s}} = 1.183\dots\text{Hz} \approx \underline{\underline{1.2\text{Hz}}} \quad (3\text{p})$$

5.5) $F_{\text{kok}} = G - kx$ on harmoninen, eli
 x, F -koordinaatistossa suoran kulmakertoimen
on jousivakio k . (3p)
Suoran sovituksista saadaan $k \approx 13 \frac{\text{N}}{\text{m}}$

5.6) TAPA 1 (a, F) -koordinaatistossa suoran yhtälö on
 $F = ka$ (eli NII:n mukaan $F = ma$) \rightarrow
massa saadaan kulmakertoimena, nyt $m \approx \underline{\underline{270\text{g}}}$

TAPA 2 Harmonisen värähtelijän jaksonajan

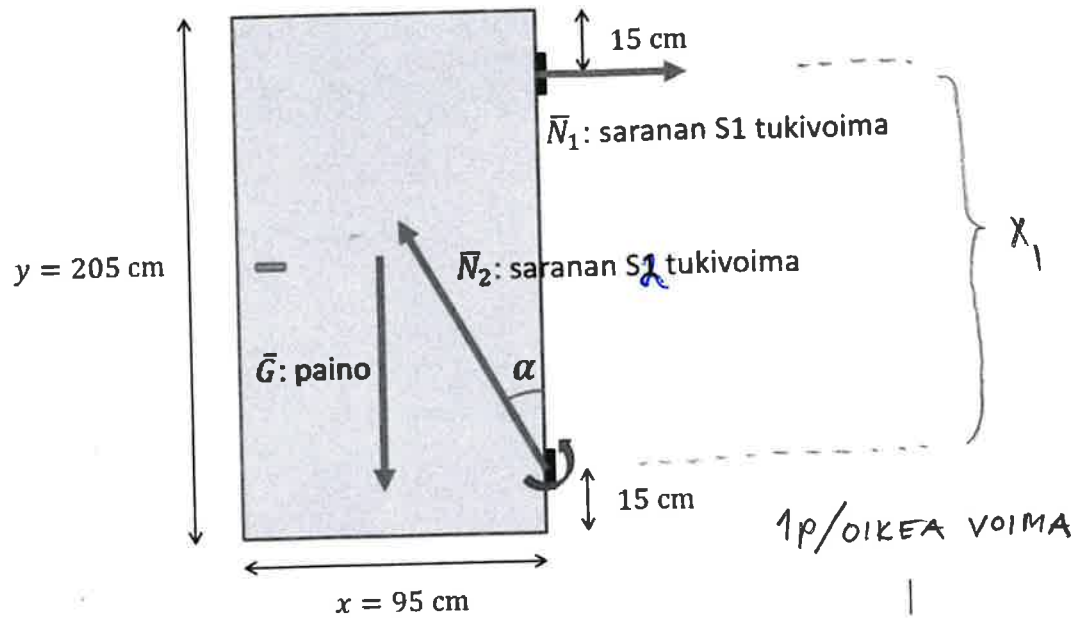
lausekkeesta $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ $\|(\)^2$

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

$$m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} = \frac{(0.845\text{s})^2 \cdot 13.24 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{4\pi^2}$$

$$m = 240\text{g}$$

6.1)

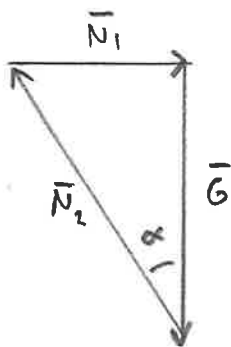


6.2) Valitaan momenttipisteeksi sarana S2, ovi on tasapainossa \rightarrow
momenttiehdon mukaan $\sum M_{S2} = 0$ eli

$$G \cdot \frac{x}{2} - N_1 x_1 = 0 \quad (x_1 = 205 \text{ cm} - 15 \text{ cm} - 15 \text{ cm} = 1,75 \text{ m})$$

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

6.3) Voimien vektorisumma muodostaa geometrisesti kuvattuna sulkeutuvan voimacolmion, koska $\sum \vec{F} = \vec{0}$



Pythagoraan lauseesta $N_2 = \sqrt{N_1^2 + G^2}$

$$N_2 = \sqrt{(93,195 \text{ N})^2 + (35 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2)^2}$$

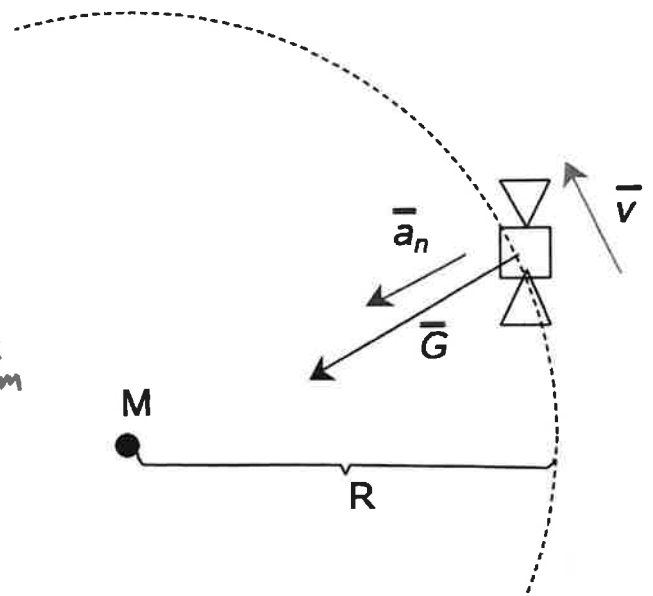
$$N_2 = 355,773 \dots \text{ N} \approx \underline{\underline{360 \text{ N}}}$$

\vec{N}_2 :n suunta pystysuuntaan nähden on α

$$\tan \alpha = \frac{N_1}{G} = \frac{93,195 \text{ N}}{35 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \quad \parallel \text{tan}^{-1}$$

$$\alpha = 15,185 \dots^\circ \approx \underline{\underline{15^\circ}}$$

- 7.1) Voima \bar{G} oikein 2p
 nopeus \bar{v} oikein 1p
 kiihtyvyys \bar{a}_n oikein 1p



- 7.2) $h = 395 \text{ km}$
 $R = 6371 \text{ km} + 395 \text{ km} = 6,766 \cdot 10^6 \text{ m}$
 $M = 5,9723 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
 $\gamma = 6,67430 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Newtonin II-lain mukaan rataehto...

$$\sum \bar{F} = m\bar{a}$$

$$G = ma_n$$

positiivinen suunta kohti radan keskipistettä

$$\gamma \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R} \quad \parallel: m \parallel \cdot R$$

$$\gamma \frac{M}{R} = v^2 \quad \parallel \sqrt{\quad}$$

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

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

NOPEUS $v = \sqrt{\gamma \frac{M}{R}} = 7675,5... \text{ m/s} \approx \underline{\underline{7,68 \text{ km/s}}}$

KIERTOAIKA $T = \frac{s}{v} = \frac{2\pi R}{v} = 5538,6... \text{ s} \approx \underline{\underline{92,3 \text{ min}}}$

7.3) TAPA 1 $g = a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(7675,5... \text{ m/s})^2}{6,766 \cdot 10^6 \text{ m}} = 8,707... \text{ m/s}^2 \approx \underline{\underline{8,71 \text{ m/s}^2}}$

TAPA 2 $G = mg$

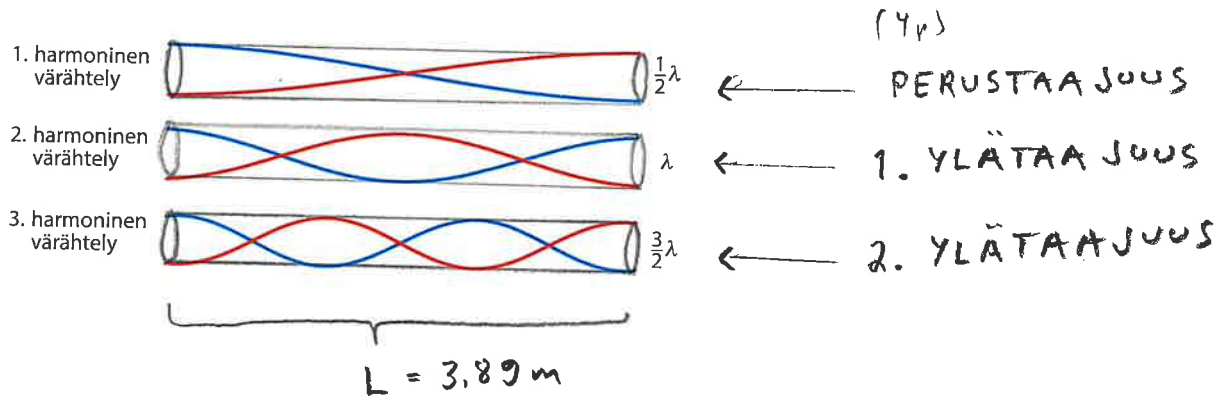
$$\gamma \frac{Mm}{R^2} = mg$$

$$g = \gamma \frac{M}{R^2} \approx \underline{\underline{8,71 \text{ m/s}^2}}$$

- 7.4) Kiertoradalla avarusasemalla ja taigonautilla on sama putoamiskiihtyvyys eli molemmat ovat vapaassa pudotusliikkeessä \rightarrow Avarusaseman ja taigonautin välinen tukivoima on silloin NOLLA. ($N=0$)

Painovoima ei ole hävinnyt minnekkään, vaan tila tuntuu painottomalta, koska tukivoimia ei ole. Tätä tilaa sanotaan toisinaan myös NÄENNÄISEKSI PAINOTTOMUUDEKSI.

8.1) Seisova aalto syntyy, kun äänilähteen synnyttämä ääni ja putken toisesta päästä heijastunut ääni INTERFEROIVAT. (2p)



8.2) Perusvärähtelyssä (alin taajuus) putkessa on puoli aaltoa,

$$\text{eli } L = \frac{1}{2}\lambda_1 \Rightarrow \lambda_1 = 2L = 2 \cdot 3,89 \text{ m} = 7,78 \text{ m}$$

Taajuus aaltoliikkeen perusyhtälöstä... $f_1 = \frac{v}{\lambda_1}$

$$f_1 = \frac{321 \text{ m/s}}{7,78 \text{ m}} = 41,259... \text{ Hz} \approx 41,3 \text{ Hz}$$

1. Ylätaajuus $L = \lambda_2$ ja $f_2 = \frac{321 \text{ m/s}}{3,89 \text{ m}} \approx 82,5 \text{ Hz}$

2. Ylätaajuus $L = \frac{3}{2}\lambda_3$ eli $\lambda_3 = \frac{2}{3}L = 2,593... \text{ m}$

$$f_3 = \frac{321 \text{ m/s}}{2,593... \text{ m}} \approx 124 \text{ Hz}$$

Kolme alinta taajuutta ovat...

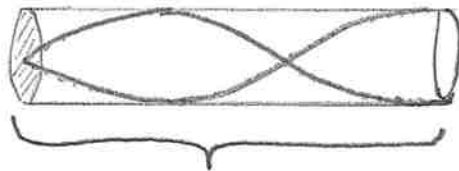
$$f_1 \approx 41,3 \text{ Hz}$$

$$f_2 \approx 82,5 \text{ Hz}$$

$$f_3 \approx 124 \text{ Hz}$$

8.3)

1. YLÄTAAJUUS



$$L = 3,89 \text{ m}$$

$$v = 321 \text{ m/s}$$

Putkeen muodostuu $\frac{3}{4}$ AALTOA, eli $L = \frac{3}{4} \lambda$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{4}{3} L$$

Aaltoliikkeen perusyhtälön mukaan $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\frac{4}{3} L} = \frac{3v}{4L}$

$$f = \frac{321 \text{ m/s} \cdot 3}{3,89 \text{ m} \cdot 4} = 61,889... \text{ Hz} \approx \underline{\underline{61,9 \text{ Hz}}}$$

8.4)

2. YLÄTAAJUUS

