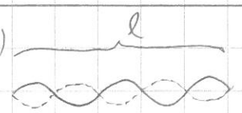
4. a) Amplitudi on värähtelijän suurin poikkeama tasapainoasemasta.
Taajuus on värähdysten lukumäärä aikayksikössä (sekunnissa): $f = \frac{1}{T}$

b) Interferenssi on aaltojen yhteisvaikutus.
Huojunta on kahden läheisistä taajuutta olevan äänilähteen ääniaaltojen interferenssissä syntyvään äänen jaksollinen amplitudin vaihtelu.

c) Pitkittäisessä aaltoliikkeessä värähtelyt tapahtuvat aallon etenemissuunnassa, esim. ääniaallot ilmassa.
Poikittaisessa aaltoliikkeessä värähtelyt tapahtuvat kohtisuorasti aallon etenemissuuntaa vastaan.

5. a) ½ ; tori on sama kassila pankkiriisin alla
b) V ; Kepler I: planeetat kiertävät ellipsiradoilla.
c) ½ ; tori on sama kassila ennen pankkipuuroita
d) V ; v on suurin tasapainoasemassa ja nolla ääriasemassa
e) V ; äänen nopeus vedessä on suurempi kuin ilmassa → äänen tullessa vedestä ilmaan se taittuu kohti normaalia → ääni ei voi kokonaisheijastua
f) ½ ; aeoimassa päässä ilmamolekyylien liike on vapaata → syntyy kuvun suljetussa — " — — " — — " — on estynyt → solmu

6. a)



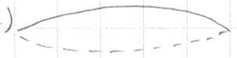
$l = 138\,cm$, $f = 72{,}14\,Hz$

Kuvassa on 5 kupua $\Rightarrow l = 5 \cdot \frac{\lambda}{2}$

$\Leftrightarrow \lambda = \frac{2l}{5} = \frac{2 \cdot 1{,}38\,m}{5} = \underline{0{,}552\,m}$

b) Aaltoliikkeen perusyhtälö: $v = \lambda f = 0{,}552\,m \cdot 72{,}14\,\frac{1}{s} \approx 39{,}8213\,\frac{m}{s} \approx \underline{39{,}8\,\frac{m}{s}}$

c)



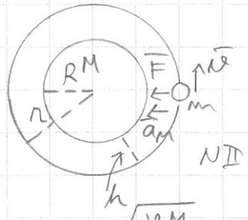
perusvärähtely: $\frac{\lambda_0}{2} = l \Leftrightarrow \lambda_0 = 2l$

$v = \lambda_0 f_0 \Leftrightarrow f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{39{,}8213\,\frac{m}{s}}{2 \cdot 1{,}38\,m} = 14{,}428\,\frac{1}{s} \approx \underline{14{,}4\,Hz}$

d) $f = 95{,}00\,Hz$ n kupua: $l = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{\frac{v}{f}}{2}$

$\Leftrightarrow n = \frac{2fl}{v} = \frac{2 \cdot 95{,}00\,\frac{1}{s} \cdot 1{,}38\,m}{39{,}8213\,\frac{m}{s}} \approx 6{,}58442 \in \mathbb{Z}_+ \Rightarrow$ <u>kiinnymy seisovaa aaltoa</u>

7.



$R = 6356{,}75\,km$ (napasäde) , $h = 605\,km$, $M = 5{,}9723 \cdot 10^{24}\,kg$

Satelliitti on tasaisessa ympyräliikkeessä joten sen kiihtyvyys on normaalikiihtyvyyttä kohti Maan keskipistettä.

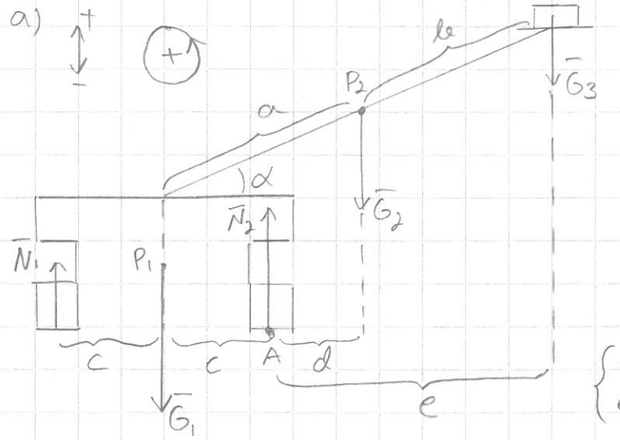
NII: $\sum \bar{F} = m\bar{a} \Rightarrow F = \gamma \frac{Mm}{r^2} = m a_n = m \frac{v^2}{r} \quad | \cdot \frac{r}{m} \quad | \sqrt{\ }$

$\Leftrightarrow v = +\sqrt{\frac{\gamma M}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}6743 \cdot 10^{-11}\,N\frac{m^2}{kg^2} \cdot 5{,}9723 \cdot 10^{24}\,kg}{(6356{,}75 + 605) \cdot 1000\,m}} \approx 7566{,}84\,\frac{m}{s} \approx \underline{7570\,\frac{m}{s}}$

$v = \frac{2\pi r}{T} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(6356{,}75 + 605) \cdot 1000\,m}{7566{,}84\,\frac{m}{s}} \approx 5780{,}74\,s$

$\Rightarrow$ kiertoaika vuorokaudessa: $\frac{24\,h}{T} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 60\,s}{5780{,}74\,s} \approx 14{,}9462 \approx \underline{14{,}9}$

8. a)



$m_3 = 320\,kg$, $m_1 = 3200\,kg$
$m_2 = 220\,kg$, $a = 3{,}8\,m$
$b = 4{,}2\,m$, $c = 1{,}4\,m$
$\alpha = 30°$

Nosturi on tasapainossa:

$$\begin{cases} \sum \bar{F} = \bar{N}_1 + \bar{N}_2 + \bar{G}_1 + \bar{G}_2 + \bar{G}_3 = \bar{0} \\ \sum M_A = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_1 + N_2 - m_1 g - m_2 g - m_3 g = 0 & (1) \\ G_1 \cdot c - N_1 \cdot 2c - G_2 d - G_3 e = 0 & (2) \end{cases}$$

(2): $m_1 g c - N_1 2c - m_2 g(a\cos\alpha - c) - m_3 g((a+b)\cos\alpha - c) = 0$

$\Leftrightarrow N_1 = \frac{m_1 g c - m_2 g(a\cos\alpha - c) - m_3 g((a+b)\cos\alpha - c)}{2c}$

$= \frac{9{,}81\,\frac{m}{s^2}(3200\,kg \cdot 1{,}4\,m - 220\,kg \cdot (3{,}8\,m \cos 30° - 1{,}4\,m) - 320\,kg((3{,}8\,m + 4{,}2\,m)\cos 30° - 1{,}4\,m))}{2 \cdot 1{,}4\,m}$

$\approx 8040{,}62\,N \approx \underline{8{,}0\,kN}$

(1) $N_2 = m_1 g + m_2 g + m_3 g - N_1 = (3200\,kg + 220\,kg + 320\,kg) \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} - 8040{,}62\,N$
$\approx 28\,648{,}8\,N \approx \underline{29\,kN}$

b) (*) Lisätään nosturin toiselle puolelle (kuvassa vasemmalle) lisäpainoja, jotka aiheuttavat positiivista momenttia pisteen A suhteen. Asennetaan puomin puolelle tukijalka riittävän pitkälle → positiivinen momentti jollain $\bar{G}_3$:n ja $\bar{G}_2$:n aiheuttamat negatiiviset momentit eivät saa nosturia kaatumaan.

(*) Nosturi kaatuu jos $a + b$ on liian iso koska tällöin $\bar{G}_2$ ja $\bar{G}_3$ aiheuttavat liian suuren negatiivisen momentin A:n suhteen ja $\sum M_A < 0$

9. a) Etäisyyden kasvaessa äänilähteestä tuleva ääniaalto levittäytyy yhä isommalle pallokuorelle joten intensiteetti $I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$ pienenee. Lisäksi ilma ja vaikkka olevat aineet voivat absorboida ja heijastaa ääniaaltoja.

b) Ihmisen kuuloaistimus toimii logaritmisesti ts. aistitaan yhtäsuuret I:n suhteelliset (prosentuaaliset) muutokset yhtä voimakkaina. Tällöin logaritminen desibeliasteikko on kätevämpi käyttää.

c) $r_1 = 9{,}0\,m$, $L_1 = 53\,dB$, $r_2 = 15\,m$

$L = 10\,lg\frac{I}{I_0} \quad | :10 \quad \Leftrightarrow \frac{L}{10} = lg\frac{I}{I_0} \quad | 10^{(\ )} \quad \Leftrightarrow 10^{\frac{L}{10}} = \frac{I}{I_0} \quad | \cdot I_0$

$\Leftrightarrow I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}} \Rightarrow I_1 = 10^{-12}\,\frac{W}{m^2} \cdot 10^{\frac{53}{10}} \approx 1{,}99526 \cdot 10^{-7}\,\frac{W}{m^2}$