

Harjoitustehtävien vastaukset

1. Esimerkiksi kaiutinelementti, rumpukalvo (niin rummussa kuin korvassa), jännitetty kuminauha tai kielisoittimien (esimerkiksi viulu, kitara) kielet, kellon koneisto, heiluri, keinu, sydän
-

2. Kun systeemi poikkeutetaan tasapainotilasta, tasapainoasemaa kohti palauttava voima siirtää systeemin tasapainoasemaan. Kun systeemillä on hitautta, energia sitoutuu esimerkiksi värähtelevän kappaleen nopeuteen tai magneettikenttään, joka saa systeemin siirtymään takaisin pois tasapainotilasta. Tämä energian muodon edestakainen muuttuminen on värähtelyä.
-

3. Mitataan aika usealle värähdykselle. Jaetaan useaan värähdykseen kulunut aika värähtelyiden määrällä.
-

4.
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,050 \text{ kg}}{5 \text{ N/m}}} = 0,63 \text{ s}$$
$$f = 1/T = 1/0,63 \text{ s} = 1,6 \text{ Hz}$$

5. Jousivakio säilyy samana, koska koko ajan käytetään samaa jouta. Niinpä Hooken laki voidaan kirjoittaa

$$F = -kx \Rightarrow k = -F/x$$

ja merkitä yhtälö alkutilanteessa ja lopputilanteessa yhtäsuuriksi

$$\frac{F_1}{x_1} = \frac{F_2}{x_2}.$$

Tässä x on poikkeutusetaisyys tasapainotilasta eli ero pituuteen ilman venyttävää painoa.

Jouseen kiinnitetty paino vetää jouta voimalla $G = mg$, jolloin saadaan

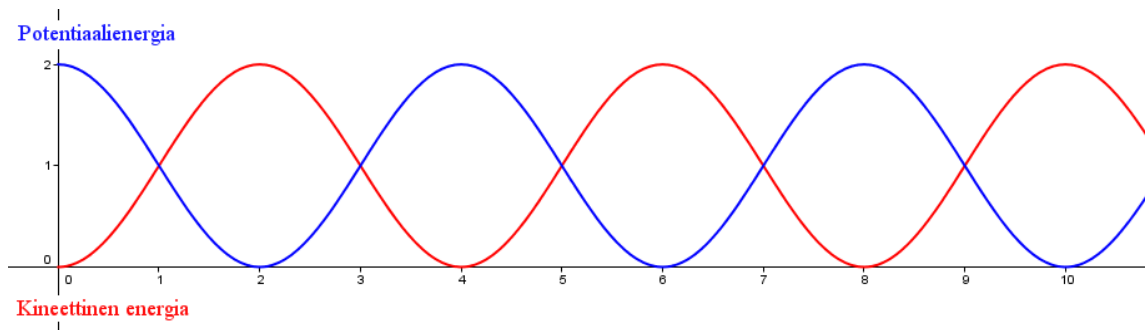
$$\frac{m_1 g}{x_1} = \frac{m_2 g}{x_2}.$$

Tiedetään että $m_1 = 60\text{g}$, $x_1 = 18 \text{ cm} - 15 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$ ja $m_2 = 40 \text{ g}$.

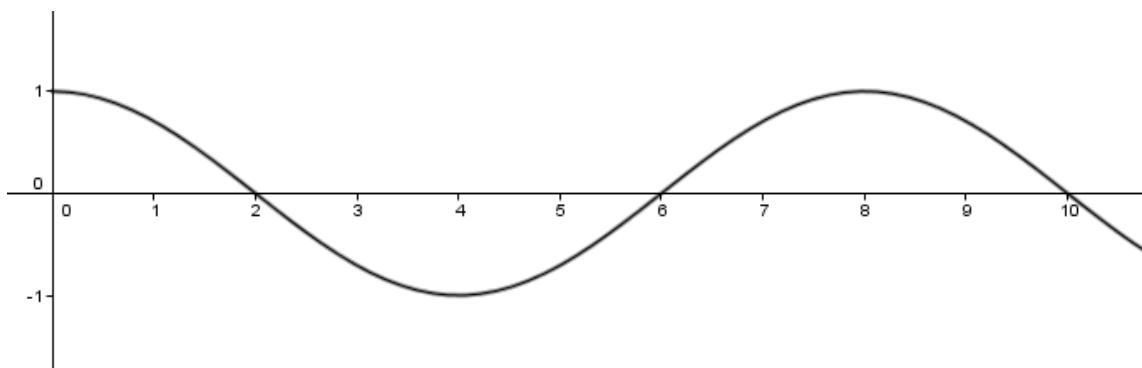
Ratkaistaan kysytty x_2

$$x_2 = \frac{m_2 g}{m_1 g} \cdot x_1 = \frac{m_2}{m_1} \cdot x_1 = \frac{40 \text{ g}}{60 \text{ g}} \cdot 3 \text{ cm} = 2 \text{ cm}.$$

6. Potentiaali- ja liike-energioiden muoto riippuu värähtelevästä systeemistä, mutta energian säilyessä niiden summa on vakio. Esimerkiksi jos jousen päässä on paino ja se päästetään värähtelemään, potentiaali- ja liike-energia käyttäytyvät seuraavasti:



Yllä olevia energioita vastaava liike voisi olla esimerkiksi seuraavan kaltainen (y-akseli ei ole tässä merkityksellinen):



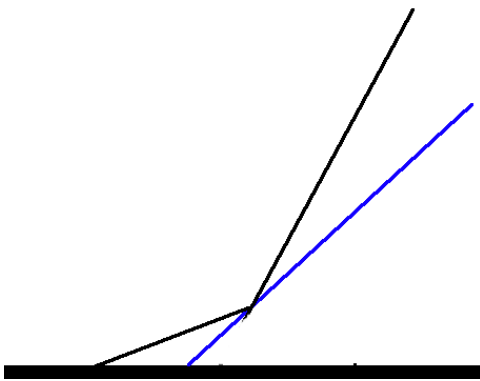
Potentiaalienergia (sininen käyrä) on siis suurin heilahtelun ääripisteissä ($t = 0,0$ s, $t = 4,0$ s, $t = 8,0$ s) kun taas liike-energia on suurin silloin, kun paino ohittaa tasapainopisteen ($t = 2,0$ s, $t = 6,0$ s, $t = 10,0$ s).

7. Poikittainen värähtely eli P-aalto kulkee maapallon läpi, saapuu nopeiten havaintopaikalle ja aiheuttaa rakennusten tärähtelyn. Sen perusteella voidaan antaa maanjäristysvaroitusta. S-aalto eli pitkittäisvärähtely kulkee vain kiinteässä aineessa, ei maapallon sulassa ytimessä, ja saapuu hitaammin havaintopaikalle. S-aalto aiheuttaa enemmän tuhoa. S-aalto voi myös aiheuttaa P-aaltoja heijastuessaan kiinteän ja sulan aineksen rajapinnasta.
8. Valon nopeus voidaan jättää huomiotta, koska se kulkee lähes välittömästi. Ääni kulkee ilmassa noin 343 m/s, joten matkaa salaman sijaintiin on noin
 $s = vt = 343 \text{ m/s} * 7 \text{ s} = 2401 \text{ m} = 2,4 \text{ km}$.
 Äänen nopeus kosteassa ilmassa sateella voidaan olettaa likimäärin samaksi kuin annettu nopeus kuivassa ilmassa.
9. Kaasussa ja nesteessä aineen osaset, atomit tai molekyylit, eivät ole sidoksissa toisiinsa. Tämän takia ne voivat vain työntää toisiaan eivät vetää ja sivuttaisessa aaltoliikkeessä tarvitaan vetävä palauttava voima.

$$10. f = v\lambda = 343 \text{ m/s} \cdot 1,0 \text{ m} = 343 \text{ Hz}$$

$$11. f = v\lambda = 300000000 \text{ m/s} \cdot 640 \text{ nm} = 300000000 \text{ m/s} \cdot 640 \cdot 10^9 \text{ m} = 4,69 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 470 \text{ THz}$$

12. Peilin ja maan välinen kulma on 45 astetta, valon tulosuunnan ja maan välinen kulma 60 astetta. Peilin ja valon tulosuunnan välinen ero on siis $60 - 45 = 15$ astetta. Tulokulma maahan saadaan esimerkiksi suorakulmaisesta kolmiosta, jonka kulma heijastuspisteessä on $45 + 15 = 60$ astetta. Kulma jossa valo osuu maahan on siis $180 - 90 - 60 = 30$ astetta.



$$13. \sin \alpha_1 = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \alpha_1 = \arcsin \frac{n_2}{n_1} = \arcsin \frac{1,33}{1,00} = 48,8 \text{ astetta}$$

14. - hologrammikuvio esim. luottokorteissa

- eri optiikan kuten kaukoputken erotuskyvyn arvioiminen (Fraunhoferin diffraktio)
 - aineen tutkiminen elektronidiffraktiolla
 - kiteisten aineiden kuten mineraalien tunnistaminen röntgendiffraktiolla
-

$$15. L = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} = 10 \log_{10} \frac{10 \text{ mW/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10 \log_{10} \frac{10^{-2} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10 \log_{10} 10^{10} = 10 \cdot 10 \text{ dB} = 100 \text{ dB}$$

16. Korkeamman äänen taajuus on kaksinkertainen oktaavia matalampaan ääneen.

17. Doppler-ilmiössä verrataan havaitsijan suhteen liikkuvaan kappaleeseen osuvan

signaalin taajuuden muutosta suhteessa lähetettyyn signaaliin, jolloin saadaan selville kappaleen nopeus. Käyttökohteita esimerkiksi

- sukellusveneen nopeus
- puna- ja sinisiirtymä tähtitieteellisten kappaleiden liikkeen ja lämpötilan mittaamisessa

- poliisin nopeusvalvontaan käyttämä doppler-tutka
 - terveydenhuollossa EKG, sikiön sydänäänten seuraaminen sekä virtauksen mittaaminen verisuonissa
 - sadepisaroiden ja lumihiuhteiden liike säätutkassa
-

18. a) ei, b) kyllä, c) kyllä, d) ei

19. Siirtymällä kauemmas äänenlähteestä ja käyttämällä kuulosuojaimia kuten korvatulppia tai kuppikuulosuojaimia. Melun syntymistä voi yrittää ehkäistä. Altistusta melulle voi estää akustiikalla ja rajoittamalla meluallistuksen kesto.

20. - valosähköinen ilmiö, missä Einsteinin mukaan valon on käyttäytyttävä hiukkasmaisesti, fotoneina, voidakseen irrottaa valaistusta metallista elektroneita ($E=hf$)

- mustan kappaleen säteily, missä Planck selitti spektrin muodon sillä, että valo säteilee diskreetteinä paketteina, ei jatkuvina aaltoina
- Comptonin sironta, missä Compton havaitsi, vastoin klassisen fysiikan selitystä, elektromagneettisen säteilyn (valon) aallonpituuden muuttuvan fotonin törmätessä väliaineen elektroniin

21. Värisokean silmän verkkokalvolla olevat väriä aistivat tappisolut joko toimivat puutteellisesti tai puuttuvat kokonaan. Normaali silmä aistii punaisen, vihreän ja sinisen eri yhdistelmiä, värisokea silmä vain jotain tai ei mitään. Täydellisessä värisokeudessa värit aistitaan harmaan eri sävyinä. Yleisin värisokeuden muoto on punaviher- tai viherpunasokeus, joissa punaisen tai vihreän värin aistiminen on puutteellista. Harvinaisempia muotoja on sinisen värin puutteellinen aistiminen.

22. $f = r / 2 = 1,0 \text{ m} / 2 = 0,50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$.

Reunalle osunut valo heijastuu suuremmassa kulmassa ja sen polttopiste on lähempänä peiliä.

23. $m = k / e \Rightarrow k = m \cdot e = 1,5 \cdot 10 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$

$$24. D = 1 / f \Rightarrow f = 1/D = 1/-2 = -0,50\text{m} = -50 \text{ cm.}$$

Kovera.
