



Vastaa viiteen (5) tehtävään!

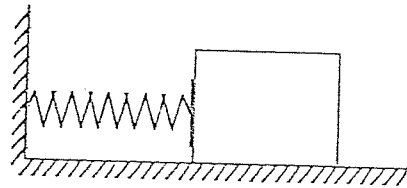
Kustakin tehtävästä saa max. 6 pistettä = yht. 30 pist.

1. (a) Mitkä ovat suppeamman suhteellisuusteorian ("special theory of relativity") perusoletukset? (b) Kirjoita tarvittavat ns. Lorentzin muunnoskaavat (paikka, aika, nopeus) koordinaatistomuunnoksessa $(x, t) \Rightarrow (x', t')$. (c) Selitä vielä sanallisesti, mitä tarkoittavat käsitteet aikadilataatio ja pituuksikontraktio?

2. Aluksi 20 litran vesiämpäri on puolillaan vettä, jonka lämpötila on T_1 ja toinen samanlainen ämpäri on puolillaan vettä, jonka lämpötila on T_2 ($T_1 \neq T_2$). (a) Näytä, että kun vedet sekoitetaan keskenään, kokonaisentropia väistämättä kasvaa, olivatpa alkulämpötilat ($T_1 \neq T_2$) mitkä hyvänsä. (b) Kylmä vesi $T_1 = 0^\circ\text{C}$ kaadetaan kuuman $T_2 = 60^\circ\text{C}$ joukkoon. Mikä on veden loppulämpötila? (c) Kuinka suuri on sekoituksen jälkeen veden kokonaisentropia (= termodynaaminen epäjärjestys) sekoittamattoman veden (kylmä vesi + kuuma vesi) entropiaan verrattuna? Opastus: Veden ominaislämpökapasiteetti on $c = 4.186 \text{ kJ/kg/K}$. Entropian määritelmä on $dS = \frac{dQ}{T}$. Kaikki tilavuusmuutokset oletetaan nolliksi.

3. Isotrooppinen äänilähde lähettää $f = 1000 \text{ Hz}$:n taajuudella ääntä siten, että etäisyydellä R oleva havaitsija mittaa painevaihtelun amplitudiksi $p_{\text{max}} = 1 \text{ Pa}$. Havaitsija merkitsee muistiin myös mittarin antaman dB-lukeman, joka olkoon I_1 (dB). Tämän jälkeen taajuus f nostetaan 2000 Hz :iin siten, että painevaihtelun suuruus pysyy samana, minkä jälkeen havaitsija siirtyy etäisyydelle $2R$ ja toistaa aikaisemman mittauksen. (a) Mikä on mitattu painevaihtelun suuruus etäisyydellä $2R$? (b) Mikä on mittarin antama intensiteetin dB-lukema (= I_2) etäisyydellä $2R$ ja taajuudella $f = 2000 \text{ Hz}$?

4. Kappale, jonka massa 1 kg , on kuvan mukaisesti vaakasuoralla alustalla kiinnitetty vaakasuoraan jouseen, jonka jousivakio on $k = 1 \text{ N m}^{-1}$. Jousen toinen pää on kiinni seinässä, ja kappaleen ja alustan välillä on kitkavoima $F_\mu = 0,05 \text{ N} \times (v/v_0)$.



Kitkavoima on siis verrannollinen kappaleen hetkelliseen nopeuteen. Kappaletta työnnetään ensin seinään päin niin, että jousi puristuu jännittämättömästä tilastaan kokoon 40 cm . Tämän jälkeen seinään päin työntävä voima äkkiä poistetaan. (a) Laske mahdollisimman tarkasti, kuinka kauas kappale heilahtaa ulospäin, kun jousi oletetaan massattomaksi ja vakio $v_0 = 1 \text{ m/s}$. (b) Millä hetkellä oskilloivan massan heilahdusamplitudi on 20 cm ? (c) Laske tai arvioi, minkä matkan kappale, kaiken kaikkiaan, tulee liikkuneeksi (siis yhteenlaskettu edestakainen heilahdelumatka) ennen pysähtymistään? Opastus: Liikkeyhtälön $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega^2 x = 0$ ratkaisu on $x(t) = g(t)e^{-\gamma t}$, missä funktio $g(t)$ puolestaan toteuttaa yhtälön $g''(t) + (\omega^2 - \gamma^2)g(t) = 0$.

Nimi, opiskelijanumero, koulutusohjelma, opintojaksokoodi sekä kokeen päivämäärä jokaiseen koepaperiin.