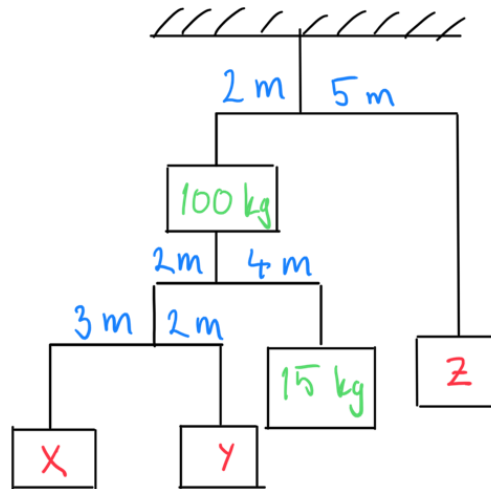


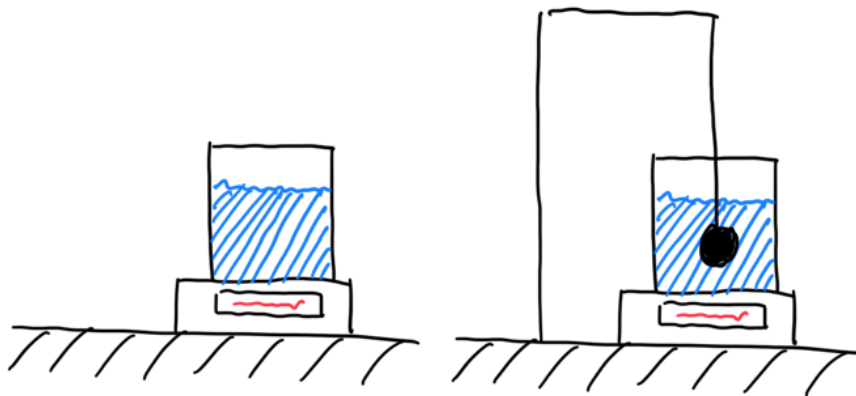
Neljä tehtävää mahdollisine alakohtineen. Laskimen käyttö sallittua, ei muita apuvälineitä. Tehtäväkohtainen pisteytys ilmoitettu tehtävien yhteydessä. Aikaa kaksi tuntia, käytä se tehokkaasti.

• **Tehtävä 1:**

- (a) Ratkaise kappaleiden x , y ja z painot olettaen alla olevan kuvan mukaisen systeemin olevan tasapainossa. Muiden kuin merkittyjen kappaleiden massat voi olettaa merkityksettömiksi. (4 pistettä)



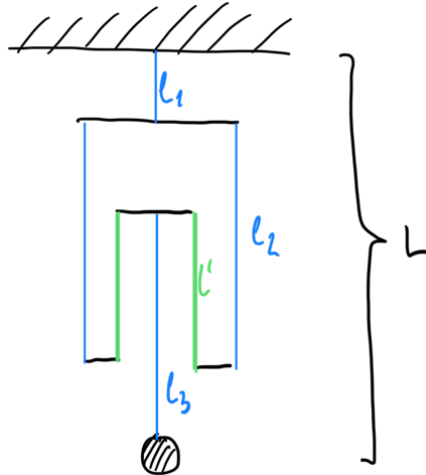
- (b) Osittain vedellä täytettyyn mittalasiin lisätään rautakuula siten että kuula on kokonaan nestepinnan alapuolella. Kuulan tilavuus on 10 cm^3 ja se on kiinnitetty pöydällä olevaan statiiviin. Muuttuuko mittalasin alla olevan vaa'an lukema kun kuula lasketaan veteen ja jos muuttuu niin kuinka paljon? Veden tiheys on 0.997 g/cm^3 ja raudan 7.874 g/cm^3 . (3 pistettä)



- (c) Kitaran vapaasti soivan A-kielen pituus on 65 cm ja perustaaajuus (matalin värähdystaajuus) on 110 Hz . Millä muilla taajuuksilla vapaa A-kieli voi värähdellä? Kun A-kieli painetaan otelautaa vasten siten että värähtelevän kielen pituus on $2/3$ osaa vapaan kielen pituudesta mikä on värähtelyn perustaaajuus? (3 pistettä)

• **Tehtävä 2:**

- (a) Mekaanisten kaappikellojen ajanmittaus perustuu heiluriliikkeeseen missä heilurin jaksonaika riippuu heilurin pituudesta L . Käyttämällä kahta eri metallia lämpölaajenemisesta aiheutuva poikkeama heilurin jaksonajassa voidaan kumota kasaamalla heiluri metallitangoista jäykäksi rakenteeksi alla olevan kuvan mukaisesti. Sinisellä piirrettyjen metallitankojen (pituudet l_1 , l_2 ja l_3) lineaarinen lämpölaajenemiskerroin on α . Mikä tulee olla paksulla vihreällä piirretyin metallitankojen (pituus l') lämpölaajenemiskerroin α' ettei heilurin kokonaispituus L riippuisi lämpötilasta? **(5 pistettä)**



- (b) Moni virkistävä juoma sisältää nesteeseen liuennutta hiilidioksidia. Henryn lain mukaan veden kaltaiseen nesteeseen liuenneen kaasun pitoisuus c saadaan lasketta yhtälöstä $c = H \cdot P$, missä H kaasusta riippuva liukoisuusvakio ja P paine. Liukoisuusvakio riippuu lämpötilasta

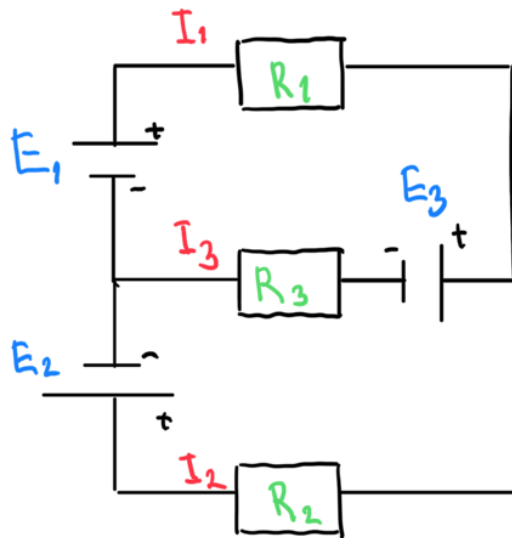
$$H(T) = H_0 \cdot \exp \left[C \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right].$$

Hiilidioksidille $C = 2400$ K ja $H_0 = 1,480 \cdot 10^{-5} \frac{\text{g}}{\text{L} \cdot \text{Pa}}$ lämpötilassa $T_0 = 298$ K. Juomaa on pakattu 1,5 L pulloon 1 L siten että lämpötilassa $T = 5^\circ\text{C}$ hiilidioksidipitoisuus on $c = 5,0$ g/L. Paljonko paine pullon sisällä on kun $T = 5^\circ\text{C}$? **(2 pistettä)**

Paljonko paine pullon sisällä on kun astia ja sen sisältö on päässyt lämpiämään lämpötilaan $T = 25^\circ\text{C}$? Entä hiilidioksidipitoisuus? Voidaan olettaa ettei nesteen eikä astian tilavuus oleellisesti riipu paineesta eikä lämpötilasta. **(3 pistettä)**

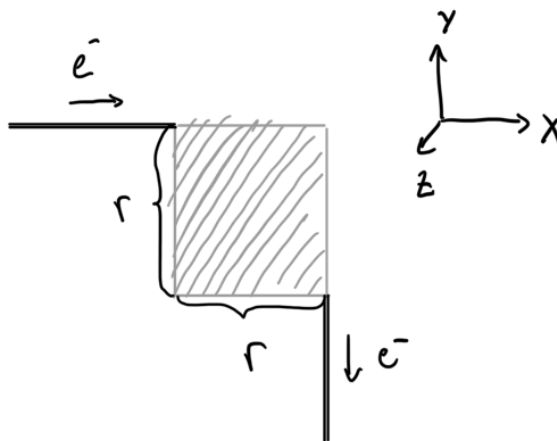
Vihje: Hiilidioksidin määrä pullon sisällä pysyy vakiona riippumatta onko se liuenneena nesteeseen vai kaasuna kun pulloa ei avata. Muista myös ideaalikaasun tilanyhtälö $PV = nRT$ missä n kaasun määrä mooleina, $R = 8314,5 \frac{\text{Pa} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$. Hiilidioksidin moolimassa on 44,1 g/mol.

- **Tehtävä 3:** Alla olevassa kuvassa esitetyn kytkentäkaavion paristojen lähtöjännitteet ovat $E_1 = 6,0 \text{ V}$, $E_2 = 12,0 \text{ V}$ ja $E_3 = 8,0 \text{ V}$ ja vastusten resistanssit $R_1 = 2,0 \Omega$, $R_2 = 4,0 \Omega$ ja $R_3 = 3,0 \Omega$. Laske vastusten läpi kulkevat virrat I_1 , I_2 ja I_3 . Paristojen sisäiset resistanssit voi olettaa merkityksettömiksi. (10 pistettä)



- **Tehtävä 4:** Elektronisuihku kulkee x -akselin suuntaisesti ja sen nopeus on v (missä $v \ll c$, epärelativistinen, elektronin massa m_e , sähkövaraus $q = -e$). Hiukkassuihku halutaan kääntää 90° kuvassa harmaaksi väritetyn alueen sisällä. Miten suunnistat kentän, kuinka voimakas sen tulee olla ja minkä muotoinen hiukkassuihkun rata alueen sisällä tällöin on kun käytössä

- on vain homogeeninen magneettikenttä. (5 pistettä)
- on vain homogeeninen sähkökenttä. (5 pistettä)



Vihje: Lorentzin voima $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$, missä \vec{E} sähkökenttä ja \vec{B} magneettikenttä.