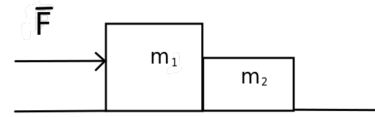


1. **Massakappaleille vauhtia:** Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksen opiskelijat päättävät tehdä kontaktivoimien suuruuksiin liittyviä kokeita laitoksen oppilaslaboratoriossa. Tarkoituksena on tutkia kahden massakappaleen välissä vallitsevaa kontaktivoimaa asettamalla niiden väliin voima-anturi. Koejärjestelyä voidaan yksinkertaistettuna kuvata oheisessa kuvassa esitetyllä tavalla. Kuvassa vaakasuuntainen voima, jonka suuruus on  $F = 3,2 \text{ N}$  työntää vasemmalta massakappaleita  $m_1 = 2,3 \text{ kg}$  ja  $m_2 = 1,2 \text{ kg}$  kitkattomalla pinnalla (joka on ostettu MAOL:n ideaalisten koevälineiden nettikaupasta). Koska olet koulutettu lukiossa ratkomaan tällaisia tehtäviä, voit nyt auttaa opiskelijoita kertomalla mitä näiden tulisi saada mittaustuloksiksi olettaen että mittaukset on suoritettu oikein.



- Ensimmäiset opiskelijat mittasivat massasysteemin kiihtyvyyden. Mikä kiihtyvyyden arvo tulisi olla tuloksena? [2p]
  - Seuraavaksi opiskelijat mittasivat massakappaleiden välissä vaikuttavan kontaktivoiman suuruuden. Mitä heidän tulisi saada tulokseksi? [3p]
  - Nyt opiskelijat muuttavat koeasetelmaa siten, että sama voima, suuruudeltaan  $F = 3,2 \text{ N}$  työntääkin massasysteemiä vaakasuunnassa oikealta. Mikä tulisi massakappaleiden välissä vallitsevan kontaktivoiman olla nyt? [3p]
  - Nyt opiskelijat pudistelivat epäuskoisina päätään b)- ja c)-kohdan oikein mitattuja tuloksia vertaillen. Auta opiskelijaparkoja ja selitä mistä heidän hieman yllättävältä tuntuva havaintonsa johtuu. [2p]
2. **Tavaralaatikon lastaus:** Lastaustyöntekijä työntää tavaralaatikkoon, jonka massa on  $M = 25,0 \text{ kg}$  matkan  $s = 1,50 \text{ m}$  pitkin lastausrampia (kalteva taso) ylös pakettiautoon. Työntekijä kohdistaa tavaralaatikkoon rampin suuntaisen voiman  $F = 318 \text{ N}$  ja ramppi on kallistettu kulmaan  $25,0^\circ$  vaakatasoon nähden. Rampin ja tavaralaatikon välinen kitkakerroin on  $\mu = 0,5$ . Minkä työn tässä siirtymässä on tehnyt
- voima  $F$ , [2p]
  - painovoima, [2p]
  - rampin laatikkoon aiheuttama tukivoima, [2p]
  - kitkavoima? [2p]
  - Osoita vielä, että tavaralaatikkoon kohdistuvan kokonaisvoiman tekemä työ on sama kuin tavaralaatikon potentiaalienergian muutos. [2p]

Voit käyttää maan vetovoiman aiheuttaman kiihtyvyyden arvona  $9,80 \text{ m/s}^2$ .

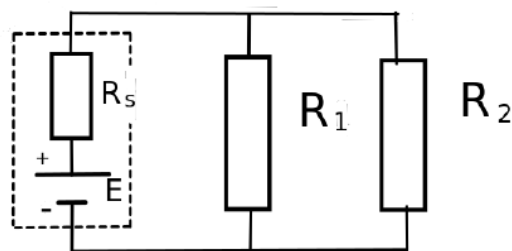
3. **Jäämurikan kohtalo:** Olet saanut lahjoituksena opettajaltasi jäämurikan, jonka massa on  $720 \text{ g}$  ja lämpötila  $-10,0^\circ \text{C}$ .
- Lämmität jäämurikkaa tuomalla siihen lämpöä  $10,0 \text{ kJ}$ . Mikä on jäämurikan lämpötila tämän jälkeen? [2p]
  - Kuinka paljon lämpöä sinun olisi tuotava jäämurikkaan, jotta se juuri ja juuri alkaisi sulaa? [2p]
  - Tuot jäämurikkaan vielä lisälämpöä  $200 \text{ kJ}$ . Mikä on nyt murikan lämpötila ja olomuoto, onko se pelkkää vettä vai veden ja jään sekoitus? Mikäli sekoitus, niin kuinka paljon on jäätä ja kuinka paljon vettä? [3p]
  - Mitä on lopputuloksena mikäli toisitkin alkuperäiseen lämpötilassa  $-10,0^\circ \text{C}$  olevaan jäämurikkaan määrän  $300 \text{ kJ}$  lämpöä? [3p]

Jään ominaislämpökapasiteetti on  $c_j = 2,09 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C}$  ja sulamislämpö  $s_j = 333 \text{ kJ/kg}$ . Veden ominaislämpökapasiteetti on  $c_v = 4,19 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C}$ .

**Tehtävät 4 – 6 paperin toisella puolella!**

## 4. Tasavirtapiiri pieni pyörii:

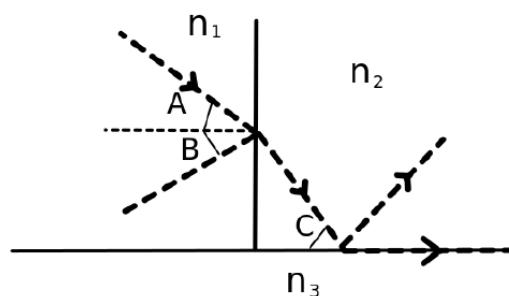
Oheinen kuva esittää tasavirtapiiriä, jossa on jännitelähde, jonka lähtejännite on  $E = 6,00 \text{ V}$  ja sisäinen resistanssi  $R_s = 1,00 \Omega$ . Lisäksi piiriin kuuluvat vastukset 1 ja 2, joiden resistanssit ovat  $R_1 = 6,00 \Omega$  ja  $R_2 = 3,00 \Omega$ .



- Mikä on vastusten 1 ja 2 kokonaisresistanssin  $R$  arvo? [2p]
- Mikä on piirissä kulkevan sähkövirran suuruus? [2p]
- Mikä on vastuksen 2 läpi kulkevan sähkövirran suuruus? [3p]
- Mikä on Joulen lain mukainen energian kulutus vastuksissa 1 ja 2? [3p]

## 5. Valonsäteen seikkailut:

Valonsäde saapuu aineen 1 (piilasia, taitekerroin  $n_1 = 1,65$ ) rajapinnalle kulmassa  $A = 40,0^\circ$  pinnan normaalin suhteen, kuten oheisessa kuvassa on esitetty.



- Mikä on kulman  $B$  suuruus? [3p]
  - Valonsäde jatkaa kulkuaan aineeseen 2 (taitekerroin  $n_2$ ) siten että valonsäde kohtaa aineen 3 (taitekerroin  $n_3$ ) kulmassa  $C = 46,5^\circ$  kuten kuvassa on esitetty. Mikä on taitekertoimen  $n_2$  arvo? [3p]
  - Valonsäde jatkaa kulkuaan siten, että sen taittunut osa kulkee aineen 2 ja aineen 3 rajapinnan suuntaisesti. Mikä on taitekertoimen  $n_3$  arvo? Mitä arvelisit aineen 3 olevan? [4p]
6. **Massaspektroskopiaa:** Jyväskylän yliopiston fysiikan laitoksen opiskelijat haluavat mitata laitoksella kiihdytettyjen ionien ominaisuuksia laitoksella käytettävissä olevalla massaspektrometrillä. Ioni, jonka varaus on  $+1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ja massa  $150,00 \text{ u}$  (atomimassayksikkö  $1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ) kiihdytetään levosta homogeenisessa sähkökentässä potentiaalieroa  $1000,0 \text{ V}$  hyväksi käyttäen.
- Mikä on ionin nopeus kiihdytyksen jälkeen? [3p]
  - Kiihdytyksen jälkeen ioni saapuu homogeeniseen magneettikenttään, jonka kenttäviivat ovat kohtisuorassa ionin liikerataan nähden ja jonka kentän voimakkuus on  $80,000 \text{ mT}$ . Mikä on ionin kulkeman ympyräradan säde magneettikentässä? [3p]
  - Nyt opiskelijat kiihdyttävät samoin ioniä, jonka varaus on sama kuin yllä mainitulla, mutta massa on tuntematon. Ioni matkaa magneettikentässä puoliympyrän verran siten että se iskeytyy massaspektrometrin hiukkasilmaisimeen matkan  $1,6254 \text{ m}$  päässä siitä paikasta missä se saapui magneettikenttään. Mikä on kyseisen ionin massa atomimassayksiköissä lausuttuna? [4p]