

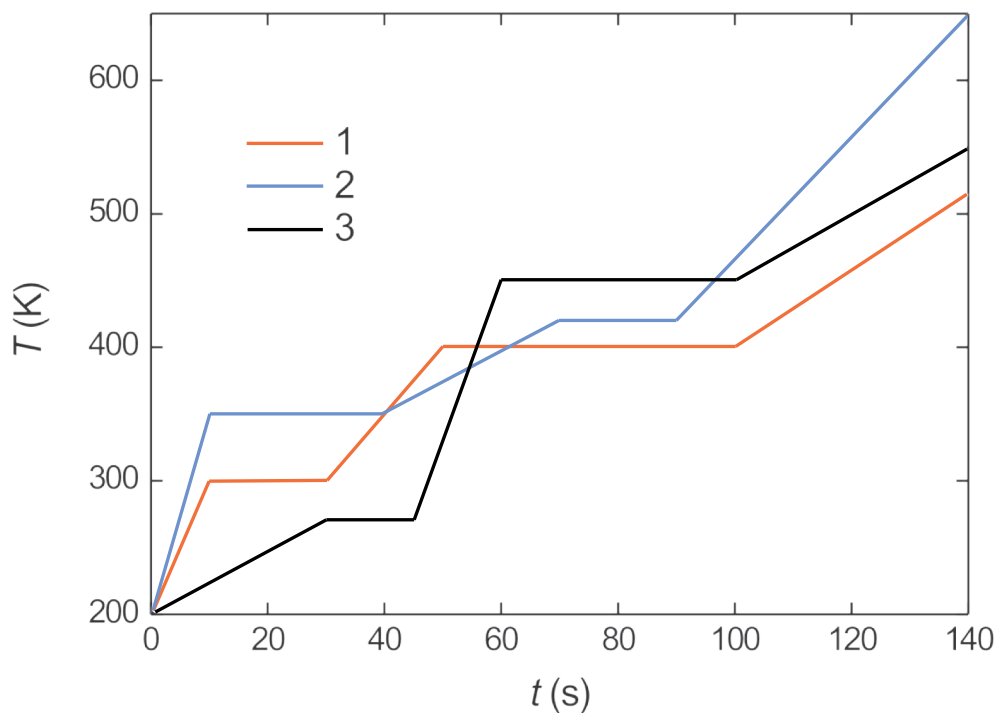


Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

- Vastaa, ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin. Perustelua ei tarvitse kirjoittaa.
  - Atomi ei voi lähettää sähkömagneettista säteilyä.
  - $\alpha$ -hiukkasen kantama ilmassa on pitempi kuin  $\beta$ -hiukkasen, jolla on sama liike-energia.
  - Radioaallot etenevät avaruudessa valon nopeudella.
  - Mikroaaltosäteilyn aallonpituus on pitempi kuin infrapunasäteilyn.
  - Sähköisen vuorovaikutuksen kantama on ääretön.
  - Lämpösäteily ei ole sähkömagneettista säteilyä.
- Laboratoriotyössä kaadetaan asetonia vaa'alle asetettuun mittalasiin. Taulukossa on ilmoitettu asetonin määrä mittalasisissa ja vaa'an lukema (mitattu massa).

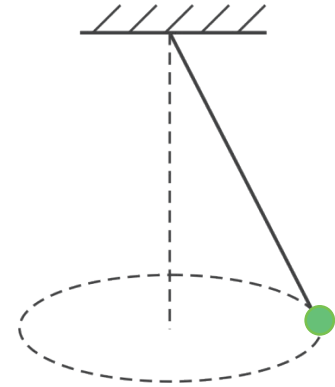
$V(\text{cm}^3)$	25	66	98	136	160	194	218	244
$m(\text{g})$	205	230	256	286	305	332	350	371

- Piirrä kuvaaja, joka esittää massan riippuvuutta asetonin tilavuudesta. (3 p.)
  - Määritä kuvaajan avulla asetonin tiheys. (2 p.)
  - Kuinka suuri on tyhjän mittalasin massa? (1 p.)
- Kolmella näytteellä (1), (2) ja (3), jotka on valmistettu eri aineista, on sama alkulämpötila ja massa. Näytteitä lämmitetään samalla teholla. Oheisessa kuvassa on esitetty näytteiden lämpötila ajan funktiona. Vastaa lyhyesti perustellen seuraaviin kysymyksiin.
    - Minkä näytteen sulamispiste on alhaisin?
    - Minkä näytteen ominaishöyrystymislämpö on suurin?
    - Minkä näytteen ominaislämpökapasiteetti nesteinä on pienin?



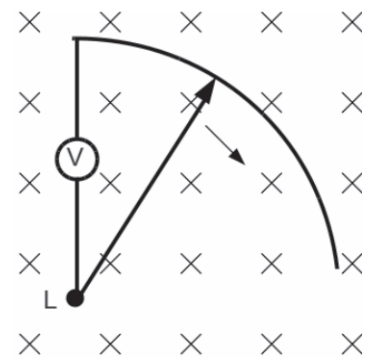
4. Normaalilla äänellä puhuvan ihmisen aiheuttama intensiteettitaso on 55 dB 3,0 m:n etäisyydellä.
- Kuinka suuri on ihmisen puheen äänen teho?
  - Kuinka suuri on äänen intensiteettitaso pisteessä, joka on 3,0 m:n etäisyydellä viidestä yhtä aikaa puhuvasta ihmisestä? Äänen voidaan olettaa leviävän samalla tavalla joka suuntaan, eikä heijastuksia oteta huomioon.
5. Koneen osia sisältävä laatikko, jonka massa on 425 kg, on kaltevalla lastaussillalla. Lastaussillan kaltevuuskulma vaakatasoon nähden on  $35^\circ$ , ja laatikon ja sillan välinen lepokitkakerroin on 0,52. Laatikko pidetään paikallaan lastaussillan suuntaisella voimalla. Kuinka suuri on voiman pienin ja suurin mahdollinen arvo?

6. Metallipallo on ripustettu kuvan mukaisesti kartioheiluriksi 1,25 m:n pituiseen lankaan. Pallon massa on 87 g, ja langan massa on hyvin pieni. Pallo kiertää ympyrärataa vaakasuorassa tasossa, ja lanka on  $41^\circ$ :n kulmassa pystysuoraan suuntaan nähden.
- Piirrä kuva, josta ilmenevät palloon kohdistuvat voimat ja pallon kiihtyvyys.
  - Laske kiertoliikkeen jaksonaika.
  - Laske lankaa jännittävä voima.



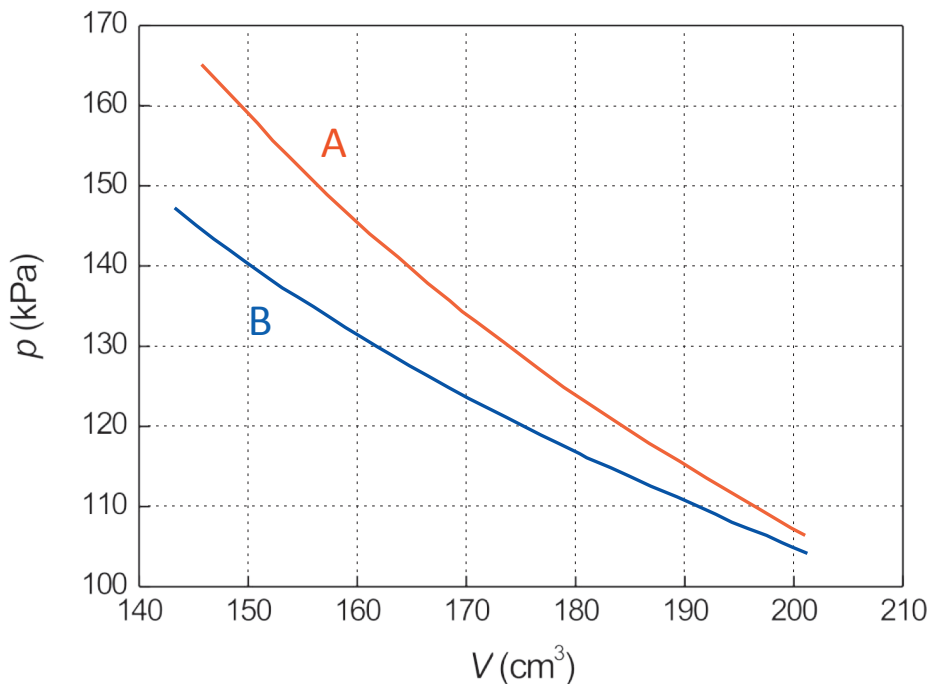
7. Ilmatäytteisen levykondensaattorin ympyränmuotoisten levyjen halkaisija on 18,0 cm ja levyjen välimatka on 5,7 mm. Kondensaattori varataan 48 V:n jännitelähteellä ja irrotetaan jännitelähteestä varaamisen jälkeen.
- Laske kondensaattorin varaus ja energia.
  - Levyt siirretään 25,0 mm:n etäisyydelle toisistaan. Kuinka suuri on nyt kondensaattorin varaus ja energia?
  - Jos kondensaattorin energia b-kohdassa eroaa a-kohdan arvosta, mistä energiaa tulee tai mihin sitä menee? Jos kondensaattorin energia säilyy, mistä säilyminen johtuu?

8. a) Johdinsilmukka koostuu kahdesta suorasta johtimesta ja ympyränkaaren muotoisesta johtimesta. Se on kuvan mukaisesti kohtisuorassa magneettikenttää vastaan. Oikeanpuoleinen suora johdin kiertyy myötäpäivään kulmanopeudella 12,6 rad/s pisteen L ympäri. Suorien johtimien pituus on 36 cm, ja magneettivuon tiheys on 76 mT. Laske jännitemittarin näyttämä jännite.
- b) Suora alumiiniputki ripustetaan toisesta päästään jousivaakaan. Putken läpi pudotetaan ensin messinkitanko ja sitten sen kanssa samanmuotoinen ja -massainen voimakas sauvamagneetti. Havaitaan, että magneetin putoaminen putken läpi kestää huomattavasti kauemmin kuin messinkitangon putoaminen ja magneetin pudotessa putkessa jousivaaka näyttää putken massaa suurempaa lukemaa. Miten selität havainnot?



9. Natriumin  $\beta^+$ -aktiivista isotooppia  $^{22}\text{Na}$  käytetään mm. materiaalfysiikassa kiteisten aineiden kidevirheiden tutkimuksissa.
- Tutkittaessa radioaktiivisen  $^{22}\text{Na}$ :n gammaspektriä germaniumilmaisimella havaitaan suuri-energisii fotoneja energioilla 511 keV ja 1,28 MeV. Selitä näiden fotonien synty.
  - Miksi  $\beta$ -hajoamisessa  $\beta$ -hiukkasten liike-energian jakauma on jatkuva?
10. Pikajuoksua lyhyillä matkoilla voidaan kuvata niin, että aluksi juoksija kiihdyttää tasaisesti huippunopeuteen  $v_{\max}$ , jolla hän sitten juoksee maaliin saakka. Oletetaan, että kiihtyvyys on aina sama maksimikiihtyvyys  $a_{\max}$  ja että kiihdytysaika  $t_1$  on sama kaikilla juoksumatkoilla. Kokonaisaika  $t_2$  on kiihdytysajan ja huippunopeudella  $v_{\max}$  juostun ajan summa.
- Hahmottele kuvaaja, josta ilmenee juoksijan nopeus ajan funktiona. (2 p.)
  - Oheisessa taulukossa on esitetty suoralla radalla saavutettavia huippuaikoja.
- |        |       |      |      |        |       |
|--------|-------|------|------|--------|-------|
| Matka  | 50 yd | 50 m | 60 m | 100 yd | 100 m |
| Aika/s | 5,22  | 5,53 | 6,38 | 9,00   | 9,58  |
- Esitä graafisesti matka ajan funktiona ja määritä  $a_{\max}$ ,  $v_{\max}$  ja  $t_1$ . (4 p.)
11. Laitteen virtalähteenä toimii kolme rinnankytkettyä paristoa. Paristojen lähdejännite on 12 V ja sisäinen resistanssi  $47 \Omega$ .
- Yksi paristo kytketään vahingossa väärin päin. Kuinka suurella teholla väärin kytketty paristo lämpenee?
  - Millaisella kytkennällä voidaan estää paristojen väärin kytkemisestä aiheutuvat vahingot?

- +12. Kaasulakeja voidaan tutkia laitteella, jossa on männällä varustettu sylinteri. Eräessä tutkimuksessa mitattiin kaasun tilavuus ja paine puristettaessa kaasua sylinterissä. Mittaus tehtiin kahdella tavalla. 1) Kaasua puristettiin hitaasti, jolloin lämpöenergiaa ehti siirtyä kaasun ja sylinterin seinämien välillä. Tällöin prosessi oli isoterminen. 2) Kaasua puristettiin nopeasti, jolloin lämpöenergiaa ei ehtinyt siirtyä kaasun ja sylinterin seinämien välillä. Tässä tapauksessa prosessia kutsutaan adiabaattiseksi. Mittaustulokset on esitetty kuvassa.
- Kumpi kuvaajista A vai B esittää isotermistä prosessia? Perustele graafisesti. (3 p.)
  - Mitä kaasun lämpötilalle tapahtuu adiabaattisessa prosessissa? (2 p.)
  - Adiabaattinen prosessi noudattaa lakia  $pV^\gamma = \text{vakio}$ , jossa  $\gamma$  on kaasulle ominainen adiabaattivakio. Määritä adiabaattivakion arvo tässä mittauksessa tutkitulle kaasulle. Ohje: Piirrä kuvaaja ja käytä logaritmeja. (4 p.)



- +13. a) Ajanmääritys perustui aluksi ympäristössämme havaittaviin jaksollisiin muutoksiin. Mitkä edelleen käytössä olevat aikayksiköt ovat tällaisista havainnoista peräisin? Mihin ilmiöön kukin näistä aikayksiköistä perustuu? (2 p.)
- b) Heilurikellon keksiminen oli tärkeä vaihe ajanmittauksen historiassa. Lämpötilan vaihtelut aiheuttavat poikkeamia heilurikellon käyntiin. Miten voidaan tehdä lämpötilakompensointi eli tehdä heiluri, jonka jaksonaika ei riipu lämpötilasta? (3 p.)
- Merenkulun lisääntyessä korostui tarve tarkkaan ajanmääritykseen, ja 1500–1700-luvuilla mm. Espanjassa ja Englannissa menetelmän kehittäjille luvattiin huomattavia palkkioita.
- Miksi merenkulussa tarvittiin tarkkoja kelloja? (2 p.)
  - Miksi tavallinen heilurikello ei täytä merenkulun tarpeita? (2 p.)