

Tehtävä 1. Ääni saapuu ilmasta rasvakudokseen. Ilman akustinen ominaisimpedanssi $Z_{\text{Silma}} = 410 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$ ja rasvakudoksen $Z_{\text{Srasva}} = 1,42 \times 10^6 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$.

- Kuinka suuri osa äänen intensiteetistä heijastuu ja kuinka suuri osa etenee kehoon?
- Mitkä ovat vastaavat luvut, jos ääni saapuu rasvaan ilman asemasta vedestä? $Z_{\text{Svesi}} = 1,45 \times 10^6 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$.

Tehtävä 2. Korvan tärykalvo voi revetä, jos äänen intensiteetti ylittää $10^4 \text{ W}/\text{m}^2$.

- Laske mitä äänenpaineen amplitudia tämä vastaa. Käytä laskussa äänen nopeudelle ilmassa arvoa $343 \text{ m}/\text{s}$ ja ilman tiheydelle arvoa $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$.
- Tärykalvon pinta-ala on 55 mm^2 . Mikä on tärykalvoon kohdistuva voima sen revetessä?

Tehtävä 3. Ääniaallon taajuus ilmassa on 4 kHz ja nopeus $330 \text{ m}/\text{s}$.

- Laske ääniaallon aallonpituus.
- Vertaa saamaasi aallonpituutta kallon halkaisijaan (eli siis matkaan korvalta korvalle). Luuletko, että korva pystyy erottamaan äänen suunnan vertailemalla aallon viivettä korvien välillä, kuten luonnolla esitettiin.
- Sama ääni. Lähettäjä liikkuu nopeudella $100 \text{ km}/\text{h}$ vastaanottajaa kohti. Mikä on vastaanottajan havaitsema taajuus?

Tehtävä 4. Henkilön ravinnosta saama energia on vuorokaudessa $2\,500 \text{ kcal}$. Jos minkäänlaista jäähdytysjärjestelmää ei olisi, kuinka paljon kehomme lämpötila nousisi vuorokaudessa kun

- oletetaan, että kehomme koostuu vedestä [ominaislämpökapasiteetti $c_{\text{vesi}} = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]
- oletetaan, että kehomme olisi rautaa [$c_{\text{rauta}} = 0,444 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]

Tehtävä 5. Trooppiseen ilmastoon sopeutunut henkilöemme kykenee hikoilemaan $3,5$ litraa nestettä tunnissa. Hän menee $80 \text{ }^\circ\text{C}$ asteiseen saunaan yhdeksi tunniksi.

- Laske luento-esimerkin 15.4 mukaisesti se energiamäärä, joka vaaditaan $37 \text{ }^\circ\text{C}$ asteisen veden muuttamiseksi $80 \text{ }^\circ\text{C}$ asteiseksi vesihöyryksi. Mikä on saunojasta poistuva lämpövirta hikoilun mukana tunnin aikana?
- Kuvittele, että henkilön keho toimii kuten musta kappale ($k=1$). Kuinka paljon lämpöenergiaa ja mihin suuntaan siirtyy tunnin aikana ihon ja ympäröivän ilman välillä säteilemällä? Oleta ihon lämpötilaksi 37 astetta.
- Ovatko kohtien a) ja b) lämpövirrat tasapainossa?
- Trooppiseen ilmastoon sopeutumaton suomalainen kykenee hikoilemaan n. $1,5$ litraa tunnissa. Kuinka suomalaiset mahtaisivat pärjätä saunomisen MM-kilpailuissa?

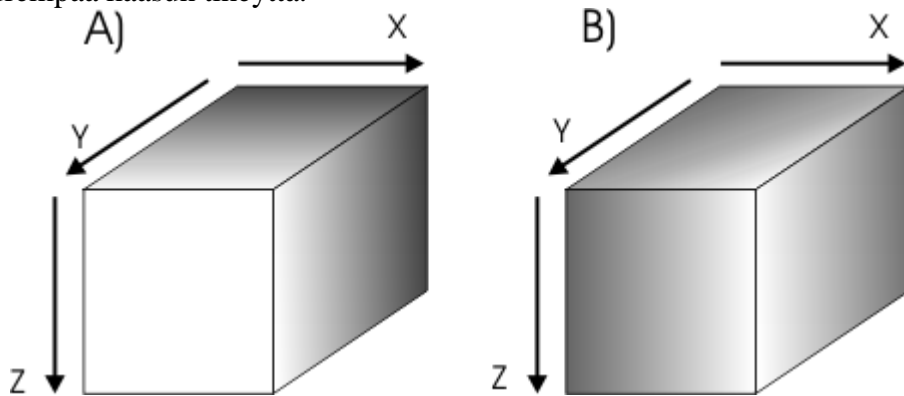
Tehtävä 6. Elektronin energian nollatasoksi atomissa on valittu taso, jolloin elektroni on äärettömällä etäisyydellä ytimestä ($E = 0$ kun $r = \infty$). Vedyn alin energiataso $E_1 = -13,61 \text{ eV}$, toinen energiataso $E_2 = -3,40 \text{ eV}$ ja kolmas energiataso $E_3 = -1,51 \text{ eV}$.

- Miksi arvot ovat negatiivisia?
- Elektroni putoaa tasolta E_3 tasolle E_2 . Mikä on syntyneen fotonin taajuus?
- Mikä on syntyneen fotonin aallonpituus?
- Etsi kirjallisuudesta tai netistä vastaus, minkä tyyppiseen säteilyyn tällainen fotoni luetaan.

Tehtävä 7. Vety on yleisin ihmisessä esiintyvä alkuaine. Sen ionisaatioenergia (energia, joka vaaditaan atomin ionisoimiseksi eli elektronin irrottamiseksi atomista) on $1312 \text{ kJ}/\text{mooli}$.

- Kuinka paljon tämä on ilmaistuna elektronivoltteina atomia kohti?
- Kuinka suuri on ionisaatioon pystyvän fotonin taajuuden oltava?
- Voiko näkyvä valo, jonka taajuus on välillä $400\text{--}750 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$, ionisoida vety-atomin?

Tehtävä 8. Alapuolella oleva kuva esittää suorakulmaiseen särmiöön suljettua kaasua. Tummempi väri kuvaa suurempaa kaasun tiheyttä.



- a) Minkä akseleiden suunnassa ja minkä merkkinen gradienttivektori tiheydellä on kuvissa A) ja B)?
- b) Kaasun tiheys saadaan skalaarikentästä $\rho(x, y, z) = 3z - xy^2 + 2y$. Laske gradienttivektorin $\text{grad}(\rho)$ arvo. Derivointisääntöjä: 1) $D(C) = 0$; 2) $D(Cx) = C$; 3) $D(Cx^n) = Cnx^{n-1}$, missä $C =$ vakio.