

Tehtävä 1. Kehon keskimääräinen resistiivisyys on 3Ω m.

- Laske vastus sähkön virratessa kädestä toiseen. Oleta, että kädet muodostavat sylinterimäisen johtimen, jonka pituus on 2,0 m ja säde 4,0 cm.
- Suomessa verkkovirran jännite on 220V. Kuinka suuri virta kehossa kulkee, jos tämä jännite vaikuttaa käsien välillä? Onko virta hengenvaarallinen?
- Riippumatta mitä vastasit edelliseen: henkilöiden tiedetään selvinneen verkkovirrasta saamastaan sähköiskusta ilman pysyviä vaurioita. Mitkä seikat voisivat vaikuttaa sähköiskun vaarallisuuteen?

Tehtävä 2. Ratkaise hermosolun kalvojännite (luentoesimerkki), kun kalvon läpi kulkee virta

- 2,5 nA sisäpuolelta ulos?
- 2,5 nA ulkopuolelta sisään?

Kalvon lepojännite on $E_0 = -65 \text{ mV}$, resistanssi $R_m = 10 \text{ M}\Omega$ ja aktiopotentiaalin syttymiskynnys -45mV. Syttyykö aktiopotentiaali edellisissä tapauksissa?

Tehtävä 3. Arvioi ihmisen aivokapasiteettia ja laske aivojen sekunnissa tekemien laskutoimitusten määrä.

- Yksinkertaisin mahdollinen tapa on kertoa neuronien määrä yhden neuronin tekemien laskutoimitusten määrällä. Etsi neuronin aktiopotentiaalien syttymistaajuus aivoissa ja kerro se dendriittien lukumäärällä (koska dendriittien potentiaalien summa lasketaan aksoneissa). Kerro tämä vielä aivohermosolujen määrällä ja saat arvion aivojen laskentakapasiteetista.
- Silmän verkkokalvon toiminta on kohtalaisen hyvin tunnettu, joten käytetään sitä apuna. Aloita laskemalla silmässä tehtyjen laskutoimitusten määrä sekunnissa. Verkkokalvolla lasketaan karkeasti 100 analogisen potentiaalien summa 100 kertaa sekunnissa. Kun tiedetään, että näköhermossa kulkevien aksoneiden määrä on 10^6 , saadaan arvio silmän laskukyvyille. Muunnetaan tämä aivojen laskukyvyksi kertomalla se aivojen ja silmän neuroneiden suhteella, joka on n. 1:100 – 1:10 000.
- Vertaa saamiasi tuloksia modernin tietokoneen laskentakapasiteettiin. Joko pian tietokoneen laskentakapasiteetti ylittää ihmisen? Muuttuvatko koneet tällöin ihmistä älykkäämmäksi? Oliko Terminator-elokuva sittenkään fiktiota?

Tehtävä 4. Verrataan MR-kuvauksessa tarvittavien fotonien energiaa röntgen-säteilyn fotonien energiaan ja tyypilliseen orgaanisen molekyylin ionisaatioenergiaan. MRI-skannerin magneettikentän voimakkuus on tavallisesti 1,5 T.

- Laske taajuus, jolla vetyatomi absorboi fotonin vaihtaessaan spin-tilaansa. Laske myös taajuutta vastaava energia.
- Röntgen-säteilyn fotonin taajuus $\nu = 2 \cdot 10^{19} \text{ Hz}$. Vertaa röntgen-säteilyn ja MR-kuvauksessa käytettävän fotonin energiaa toisiinsa.
- Orgaanisen molekyylin ionisaatioenergia on tavallisesti n. $6 \cdot 10^{-19} \text{ joulea}$. Kumpi edellä käsitellyistä fotoneista voi ionisoida orgaanisen molekyylin?

Tehtävä 5. Pulssi-kaiku tekniikkaan perustuvassa ultraäänikuvauksessa kudoksen rakennetta tutkitaan heijastuvien ääniaaltojen avulla. Kahden eri syvyydestä heijastuvan pulssin välinen erotus on $7 \times 10^{-6} \text{ s}$ niiden saapuessa takaisin vastaanottimeen. Mikä on heijastuspintojen välinen etäisyys, kun ultraäänen nopeus kudoksessa on 1,53 km/s?

Tehtävä 6. Ultraäänen resoluutio riippuu käytettävästä taajuudesta. Oletetaan ensin, että ultraäänen taajuus on 1 MHz.

- Kuinka suurella etäisyydellä toisistaan olevia yksityiskohtia äänellä kyetään erottamaan? Entä jos äänen taajuus nostetaan arvoon 5 MHz?
- Doppler-tutkimuksessa äänen taajuus on 5 MHz ja nopeus kudoksessa 1540 m/s. Lähetetyn ja vastaanotetun äänen taajuuksien erotukseksi mitataan 1 – 3 kHz. Millä välillä kohteen nopeus vaihtelee?