

S-108.4110 - Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset L

HUOM! Valitse seuraavista **viisi tehtävää** (jätä siis yksi vapaavalintainen tehtävä tekemättä).

Tentissä saa olla mukana käsin kirjoitettu lunttilappu (A4 molemmin puolin) sekä laskin.

Tehtävä 1.

Selosta myeliinipeitteisen hermosolun sähköinen stimuloituminen voimakkaassa pientaajuudessa kentässä? Miten ulkoinen kenttä kytkeytyy hermosoluun? Mitä solukalvolla tapahtuu stimulaation aikana? Miten hermoimpulssi etenee aksonissa? Miten stimulaatiokynnys riippuu kentän taajuudesta ja pulssimaisen kentän pulssin kestoajasta?

Tehtävä 2.

Henkilö seisoo paljain jaloin hyvin johtavalla alustalla tasaisessa ja pystysuuntaisessa sähkökentässä, jonka taajuus on 50 Hz ja voimakkuus 10 kV/m. Laske ulkoisesta sähkökentästä aiheutuva keskimääräinen sisäisen sähkökentän voimakkuus nilkassa ja kaulassa. Henkilön pituus on 180 cm. Nilkan fysikaalinen poikkipinta-ala on 40 cm² ja virtavakio on 0,08 nA/(m²HzVm⁻¹). Kaulan fysikaalinen poikkipinta-ala on 100 cm² ja virtavakio on 0,02 nA/(m²HzVm⁻¹). Kudosten keskimääräinen johtavuus on 0,2 S/m. Arvioi karkeasti, miten sisäisen sähkökentän voimakkuus muuttuu nilkassa ja kaulassa, kun henkilö eristetään täysin alustasta?

Tehtävä 3.

Mitkä ovat radio- ja mikroaaltotaajuisten säteilyn haittavaikutukset? Miten taajuus vaikuttaa tilanteeseen? Aiheuttaako kännykkä syöpää? Perustelee.

Tehtävä 4.

Tehtäväsi on arvioida katolla suoritettavan korjaustyön turvallisuutta. Katolla on antenni, jonka läheisyydessä pitäisi työskennellä. Saat kiinteistön omistajalta seuraavat tiedot:

Antenni on UMTS-tukiasema (taajuus on 2,15 GHz -> aallonpituus 14 cm). Lähetytsteho 40 W. Mittaat antennin pituudeksi (pisin mitta) 30 cm ja arvioit antennivahvistuksen varmuuden vuoksi yläkanttiin 20 dB:ksi (=100). Työtä pitäisi tehdä lähimmillään kahden metrin päässä antennista.

Kerro, mitä menetelmiä voidaan käyttää radiotaajuisten altistuksen arvioimiseksi tässä tapauksessa? Mitä tekijöitä olisi huomioitava menetelmän valinnassa? Mitä johtopäätöksiä pystyt tekemään annettujen teknisten tietojen perusteella?

SAR perusraajat työntekijöille ovat 0,4 W/kg (koko keho) ja 10 W/kg (paikallinen). Tehotiheyden viitearvo työntekijöille on tällä taajuudella 50 W/m².

Jatkuu kääntöpuolella

Tehtävä 5.

Vihreää lasersädettä sädettä (aallonpituus 555 nm) pysty- ja vaakasuunnassa keilaavalla laserprojektorilla muodostetaan kuva pienelle valkokankaalle (vrt TV-kuva katodisädeputkella). Lasersäteen teho on 20 mW. Valkokankaan etäisyys on 100 cm ja koko 0,3 m x 0,3 m. Säde piirtää neljäsataa vaakasuoraa viivaa 10 millisekunnissa. Säteen lähtöaukkoon katsotaan vahingossa 10 cm etäisyydellä. Laske pupilliin menevä maksimi pulssiteho säteen pyyhkäistessä silmän yli sekä keskimääräinen pupilliin menevä teho. Ylittääkö yksittäisen pulssin irradianssi sarveiskalvon kohdalla altistumisrajan? Ylittääkö keskimääräinen irradianssi 0,25 s silmärefleksirajan?

Lisätietoja: Altistumisraja sarveiskalvolle tulevan säteilyn energiatiheytenä on alle $18 \mu\text{s}$ pulssinkestolla $5 \text{ mJ}/\text{m}^2$ ja kasvaa pidemmällä pulsseilla funktion $18 t^{0,75}$ mukaisesti (pulssinkesto t sekunteina). Pupillin halkaisija on 7 mm.

Opastus: Laske keskimääräinen teho sarveiskalvon kohdalla olettamalla, että 20 mW pulssiteho jakautuu tasaisesti neliskanttiseen pyyhkäisykeilaan. Samalla tavalla lasketaan valkokankaan valaistusvoimakkuus.

Tehtävä 6.

Määrittele tarkasti optisen säteilyn 1) irradianssi, 2) säteilyintensiteetti, 3) radianssi, 4) säde, 5) geometrinen vuo ja 6) radianssilaki. Pyri määrittelemään nämä radiometriset käsitteet kaavamuodossa mittayksiköineen aina kun mahdollista. Kuvaile myös sanallisesti tai kuvallisesti kyseisen käsitteen fysikaalista luonnetta.