

Vastaa vain kuuteen tehtävään. Jos vastaat seitsemään tehtävään, arvostelussa huomioidaan kuusi pienimmän pistesumman tuottavaa tehtävää. **Kaikki laskintyytit ovat on sallittuja, ei materiaalia.** Kysymyspaperia ei tarvitse palauttaa.

Mahdollisesti tarvittavia kaavoja:

$$T = \frac{P}{P_0} = 10^{-A_{\text{tot}}}, \quad A_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^n a_i b_i c_i = \sum_{i=1}^n \epsilon_i b_i C_i,$$
$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2, \quad u_A^2 = \frac{s^2}{N}, \quad u_B^2 = \frac{a^2}{3}$$

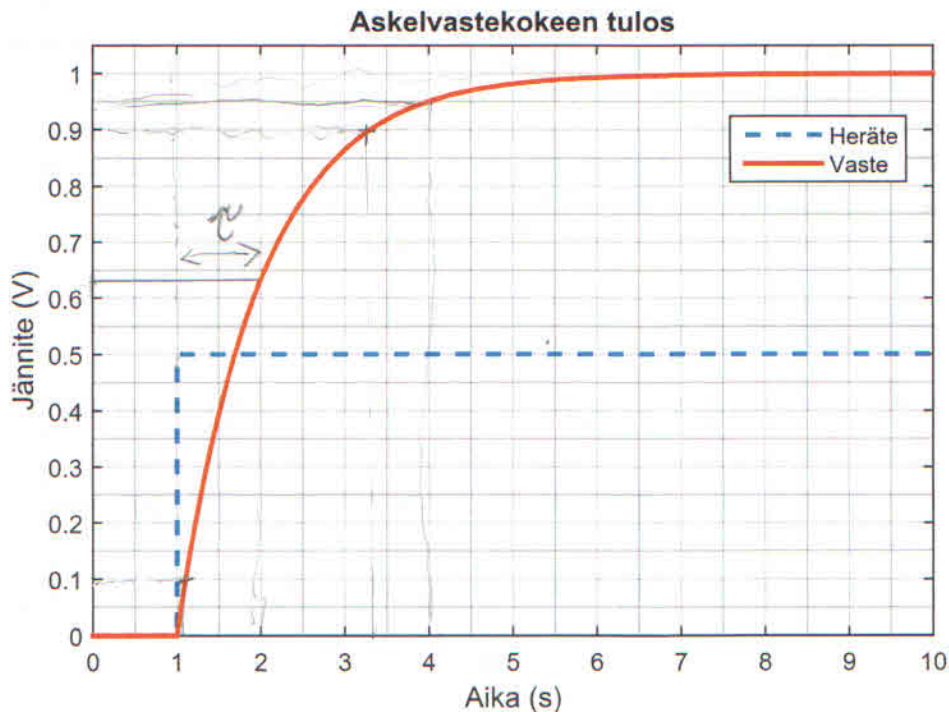
- 1) Mitä tarkoittavat lyhenteet CT, SPECT, PET ja MRI? Mihin fysikaaliseen periaatteen ne perustuvat? (6 p.)
2. Mitä Abben diffraktioraja tarkoittaa ja miten se vaikuttaa mikroskopiaan? (6 p.)
- 3) a) Mihin elektro-optisiin ilmiöihin valoanturin toiminta voi perustua? (2 p.)
b) Piirrä periaatekuva Beerin ja Lambertin lain mukaiseen valon absorbanssiin perustuvasta mittausjärjestelystä. (2 p.)
c) Oletetaan, että tutkittavassa näytteessä on vain yksi valo absorboiva komponentti. Näytteen molaarinen absorptiokerroin on $12000 \text{ dm}^3/(\text{mol} \cdot \text{cm})$ ja valon optisen kulkutien pituus on 1,5 cm. Transmittanssiksi on määritetty 0,997. Kuinka suuria ovat tällöin absorbanssi ja näytteen konsentraatio? (2 p.)
4. Näyte punnitaan 6 kertaa seuraavin tuloksien: 20,1 g; 20,2 g; 20,1 g; 20,0 g; 20,0 g ja 20,2 g. Digitaalisen vaa'an resoluutio on 0,1 g.
a) Laske näytteen massan estimaatti mittaustulosten perusteella. (1 p.)
b) Mikä on mittaustuloksen A-tyyppin standardiepävarmuus? (1,5 p.)
c) Kuinka suuri on mittalaitteen resoluutiosta aiheutuva B-tyyppin standardiepävarmuuskomponentti? (1,5 p.)
d) Määritä edellä esitetyistä tiedoista mittaustuloksen yhdistetty standardiepävarmuus ja ilmoita mittaustulos epävarmuusrajoineen kattavuuskertoimella $k = 2$. Kuinka suurella (likimääräisellä) todennäköisyydellä näytteen massa on kattavuuskertoimella $k = 2$ ilmoitettujen epävarmuusrajojen sisällä? (2 p.)
- 5) Selitä biometrisen immunomäärityksen toimintaperiaate (4 p). Mitä eroa sillä on kilpailevaan immunomääritykseen? (2 p.)

6. pH-elektrodin antamaa jännitettä mitataan yleismittarilla, jonka tuloresistanssi on $100\text{ M}\Omega$. pH-elektrodin lähtöresistanssiksi on aiemmin määritetty $50\text{ M}\Omega$. Mittari näyttää 100 mV jännitettä.

- Mikä on pH-elektrodin antama jännite todellisuudessa? (3 p.)
- Kuinka suuri on tuloksen suhteellinen virhe? (2 p.)
- Elektrodin jännite puskuroidaan ennen mittalaitteelle syöttämistä vahvistimella, jonka tuloresistanssi on $100\text{ G}\Omega$. Mitä jännitettä mittari nyt näyttää? (1 p.)

7. Kuvassa 1 on ensimmäisen kertaluvun järjestelmän askelvaste. Mikä on järjestelmän

- aikavakio? (1,5 p.)
- 10 %-90 % nousuaika? (1,5 p.)
- 5 prosentin asettumisaika? (1,5 p.)
- vahvistus? (1,5 p.)



Kuva 1: Tehtävään 7 liittyvä kuva.