

Vastaa kaikkiin viiteen tehtävään.

1. Esitä tasapainoperiaatteen (null instrument) ja poikkeutusperiaatteen (deflection instrument) perustuvien mittalaitteiden yleinen toimintaperiaate. Anna esimerkki molemmista laitteista. Vertaile näiden mittauseriaatteiden hyviä ja huonoja puolia.
2. Suunnittele operaatiovahvistimeen perustuva kytkentä, jonka lähtöjännite on vastaluku viiden (5) tulojännitteen painotetusta keskiarvosta. Osoita laskemalla että piiri toimii halutulla tavalla.
3. Esitä pääpiirteissään vaihelukitun (lock-in) vahvistimen toimintaperiaate. Miksi vaihelukittu vahvistin parantaa signaali-kohinasuhdetta? Kuinka vaihelukittua vahvistinta voidaan käyttää hyväksi tyypillisessä fysiikan kokeessa, jossa mitataan suureen  $Y$  arvo olosuhdeparametrin  $X$  funktiona (siis käyrä  $Y=f(X)$ )? Selitä myös miten mittaukseen liittyvät eri modulointi- ja suodatustaajuudet kannattaa valita.
4. Vastaa lyhyesti:
  - (a) Selitä pääasialliset tyhjöä rajoittavat tekijät pumppausjärjestelmässä.
  - (b) Tarttumiskerroin (sticking coefficient). Missä pumpuissa tämä on tärkeä suure? Miksi?
  - (c) Minkä takia turbopumpun pumppausnopeus pienenee kun aletaan lähestyä sen alarajapainetta?
5. Tehtävänäsi on suunnitella laitteisto jolla voidaan jäähdyttää pinta-alaltaan  $1 \times 1 \text{ cm}^2$  ja paksuudeltaan  $0.3 \text{ cm}$  oleva alumiininäyte  $20 - 300 \text{ K}$  lämpötiloihin. Käytössäsi on suljetun He-kaasun kiertoon perustuva kryojäähdytin kompressoreineen. Suunnittele laitteisto pääpiirteissään. Perustele tyhjiötekniset, anturitekniset ja materiaalitekniset valintasi. Havainnollista vastaustasi kuvien avulla.