

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Toisen lajin suprajohteen sekatiila.
- Epäpuhtauksien vaikutus suprajohtavuuteen.
- Cooperin parien muodostuminen.

2. Osoita suprajohteille ominaisen potenssilain avulla, että LTS-materiaalissa ei juurikaan tapahdu tehohäviöitä alikriittisillä virroilla, mutta HTS-materiaalissa ko. häviöt on otettava huomioon. Olet tehnyt ekvivalenttiset SMES-solenoidit NbTi/Cu ja Bi-2223/Ag suprajohteista. Missä kohtaa solenoideja sijaitsee todennäköisin kohta normaalialueen syntymiselle ja miksi?

3. Nesteheliumiin siirtyä lämpöä johtumalla teräksestä valmistettua sylinterimäistä tukirakennetta pitkin (muita lämmönsiirron mekanismeja ei tässä oteta huomioon), jota ei jäädytetä höyrystyvällä heliumkaasulla. Umpinaisen sylinterin poikkipinta-ala on 20 mm^2 ja pituus 200 mm. Mikäli tukiputken puoleenväliin liitetään kryojäähdytin on ankkurointipisteessä putken lämpötila 70 K. Kuinka paljon edullisemmaksi käyttökustannuksiltaan ratkaisu on verrattuna tilanteeseen, jossa kryojäähdytintä ei käytetä. Teräksen lämmönjohtavuuden integraali lämpötilavälillä 300 K – 4.2 K on 3100 W/m ja välillä 70 K – 4.2 K 200 W/m . Nesteheliumin höyrystyslämpö on 20.4 J/g ja tiheys 125 kg/m^3 . Kryojäähdyttimen vaatima teho huoneen lämpötilassa on 10 kW, sähkön hinta € 0.1/kWh ja nesteheliumin hinta €10/litra.

4. Useimmat suprajohtavuuden energiasovellutuksista ovat vaihtovirtasovellutuksia. Minkä tyyppisiä AC-häviöitä suprajohtimessa voi syntyä ja miten näitä häviöitä pyritään pienentämään?

epäpuhtaudet ja kidevauriot — hysteresi
virran — kytkentä
pyörävykset

KÄÄNNÄ

5. Suprajohdemagneetti on käämitty halkaisijaltaan 1 mm:n NbTi/Cu langasta, jolle Cu:NbTi suhde on 1. Hahmota langan ns. short-sample käyrä sekä magneetin kuormitussuora. Selvitä kuvaa käyttäen, mitä ymmärretään ns. training-ilmiöllä. Hahmota tilanne 4.2 K:n ja 1.8 K:n lämpötiloissa. Miksi training on vähäisempää solenoidilla kuin ns. race-track tyyppisellä käämityksellä? Kyseisestä langasta tulisi edelleen valmistaa energiavarastomagneetti. Vertaile solenoidi- ja toroidityyppisen käämitysten etuja ja haittoja.

*toroidi kato 2-3 krt niiden johdinta → kallis
solenoidi ei enempää tilaa*

6. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet

- | | | | |
|----|------------------------|----|----------------|
| a) | Wiedemann-Franzin laki | d) | SQUID |
| b) | koherenssipituus | e) | quench-back |
| c) | lambda-linja | f) | PIT-menettelmä |