

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Nykyään vallalla olevaa suprajohtavuusilmiön teoriaa kutsutaan kehittäjiensä mukaisesti *BSC*-teoriaksi (John Bardeen, Leon Cooper, John Schrieffer). Kuvaile mahdollisimman selkeästi kyseisen teorian pääperiaatteet. Miksi teoria ei kuitenkaan aukottomasti selitä suprajohtavuutta korkean lämpötilan suprajohteille (*HTS*)?
2. Mainitse ja selitä tekniseltä ja taloudelliselta näkökulmalta kaupallisten *HTS* -materiaalien viisi keskeistä ongelmaa.
3.
 - A) Tee selkoa nesteheliumin kiehumiskäyrästä. Todenna tämän perusteella, miksi matriisimetallin käyttäminen suprajohteessa on välttämätöntä.
 - B) Mitä ymmärretään jäähdytyksen laatuluvulla? Määritä kyseinen termi heliumin, vedyn ja typen tapauksessa. Mitä kyseinen suure käytännössä kertoo?
 - C) Nesteheliumkryostaatin säteilysuojan lämpötila on 77 K. Kuinka moninkertainen on säteilylämpökuorma kryostaatin ulkoasiasta ($T = 300$ K) säteilysuojaan kuin säteilylämpökuorma säteilysuojasta nesteheliumiin? Oletetaan kaikkien pintojen pinta-alat ja emissiviteetit yhtäsuuriksi. Edelleen supereristekalvoja ei käytetä.
4. Useimmat suprajohtavuuden energiasovellutuksista ovat vaihtovirtasovellutuksia. Minkä tyyppisiä *ac*-häviöitä suprajohtimessa voi syntyä ja miten näitä häviöitä pyritään pienentämään? Miksi mekaanisesti jäähdytetty magneetti on ongelmallinen *ac*-sovellutuksissa?
5. Selitä suprajohtavan sähkömagneettisen energiavaraston (*SMES*) rakenne ja toiminta-periaate. *SMES* -solenoidimagneetin sisäsäde on 20 cm, ulkosäde 25 cm ja korkeus 10 cm. Käämin induktanssi $L = 5$ H. Magneetti siirtyy normaalitilaan virran arvolla $I = 300$ A, jolloin käämin virta vaimenee nolnaan kahdessa sekunnissa. Kuinka korkeaksi käämin lämpötila nousee, kun energia oletetaan tasan jakautuneeksi koko käämiin ja syntynyt lämmitysteho P_{av} voidaan approksimoida $P_{av} = W/\Delta t$, missä W on magneetin energia quenchin alkaessa ja Δt virran vaimenemisaika. Käämityksen ominaislämpö $C = 1000$ kJ/m³K.

KÄÄNNÄ!

6. Selitä lyhyesti seuraavat termit:

- a) Wiedeman-Franzin laki
- b) koherenssipituus
- c) lambda-linja
- d) SQUID
- e) training
- f) quench-back