

# Pelka - "Rekka"

DEE-54010 Suprajohtavuus sähköverkossa

Tentti 9.3.2015

Risto Mikkonen

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

OSA 1 TEORIA Vastaa lyhyesti seuraavista 20:stä kysymyksestä kahdeksantoista.

1. Miksi BCS -teoria ei aukottomasti selitä suprajohtavuutta HTS -materiaaleissa?
2. Mitä tarkoitetaan käsitteillä pinning-keskus ja vuon ryömintä ja miten ne kytkeytyvät toisiinsa?
3. Miksi potenssilaki toimii suprajohteiden virta-jännite -riippuvuuden mallintamisessa?
4. Mitä tarkoitetaan käsitteellä persistointi ja miksi tämä on vaikeasti toteutettavissa HTS -magneeteilla?
5. Kuvaile Bi-2223 ja Bi-2212 suprajohtimien rakennetta ja valmistustekniikkaa. Miksi hieman korkeamman magneettikentän energiasovellutuksissa kyseisten johtimien toimintalämpötila lasketaan tyypillisesti 20-30 K -asteeseen?
6. Mikä on keskeisin syy sille, että nestetyyppiäähdytetyt HTS-magneetit ovat huomattavasti stabiilimpia kuin nesteheliumjäähdytetyt LTS-magneetit?
7. Mitä HTS -johtimien toiminnan näkökulmasta tarkoitetaan materiaalin anisotrooppisuudella?
8. Mitkä ovat suprajohteessa matriisimetallin kolme keskeisintä tehtävää?
9. Mitä suprajohteen ns. short-sample -arvolla tarkoitetaan? Miksi valmiissa magneetissa ko. arvoa ei koskaan saavuteta?
10. Miksi LTS -magneetissa syntynyttä normaali-aluetta voidaan geometrisesti mallintaa ellipsoidilla?
11. Mitä ns. Wiedemaan-Franzin -laki tarkoittaa?
12. Mitä ymmärretään ns. RRR-arvolla? Mikäli suprajohteen kytkentähäviöitä halutaan minimoida, onko silloin pieni vai suuri RRR-arvo parempi?
13. Mitkä ovat pääasialliset tavat, joilla lämpöä siirtyy kryostaattia ympäröivästä huoneenlämpötilasta nesteheliumtilaan?
14. Esitä ja kommentoi heliumin faasidiagrammia.
15. Mitä häirtatekijöitä syntyy, mikäli suprajohte halutaan valmistaa kryogeenisesti stabiiliksi?
16. Mitä tarkoitetaan suprajohtemagneetin quench-analyysin yhteydessä ns. suojausfunktion käsitteellä?
17. Mitä suprajohteessa tarkoitetaan ns. kierteistyspituudella?
18. Mitä suprajohteen yhteydessä tarkoitetaan pyörrevirtahäviöillä?
19. Mitä tarkoittaa termi quench-back?
20. Millä keinoin quench-tapahtumaa pyritään tyypillisesti detektoimaan ja miksi se on vaikeaa?

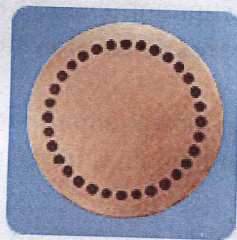
KÄÄNNÄ!

## OSA 2 SOVELLUTUKSET

1. Alla on esitetty LTS-suprajohteen poikkileikkaus. Missä sovelluskohteessa kyseinen lankatyyppi on sovelias ja miksi?

- A) Vaihtovirtakaapeli  
B) Hiukkaskiihdytin

- C) Tuulivoimalan generaattori  
D) MRI-magneetti



2. Miksi tehonsiirtokaapelia voidaan pitää yhtenä potentiaalisimmista suprajohtavuuden energiasovellutuksista nestetyyn lämpötilan ympäristössä? Tee edelleen selkoa HTS-kaapelin rakenteesta.
3. Suprajohtavuuden hyödyntäminen induktiokuumennuksessa.

Bonuskysymys:

4. 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 alkussa ja  $\Delta t$  virran vaimenemisaika. Käämityksen ominaislämpö  $C = 1000$  kJ/m<sup>3</sup>K.

$$Q = C \cdot \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

HUOM!

Osan yksi kysymykset ovat arvoltaan yksi piste kukin. Osan kaksi kysymyksistä (1-3) voi saada kustakin kaksi pistettä. Bonuskysymys on vapaaehtoinen, josta voi saada kolme lisäpistettä.