

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2000/2001

Februari/Mac 2001

**ZCT 542/4 - Teori Keadaan Pepejal II**

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana **EMPAT** soalan. Calon-calun boleh memilih menjawab kesemua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika calon-calun memilih untuk menjawab dalam Bahasa Inggeris, sekurang-kurangnya satu soalan wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Dengan menggunakan tensor dielektrik sebagai contoh, terangkan apa yang dimaksudkan oleh tensor peringkat kedua. (10/100)
- (b) Takrifkan perwakilan kuadrik (RQ) bagi tensor simetrik peringkat kedua. (10/100)
- (c) Berdasarkan prinsip bahawa RQ mestilah invarian terhadap operasi simetri bagi satu unit sel, buktikan bahawa RQ bagi satu hablur kubik adalah satu sfera. (15/100)
- (d) Nyatakan dengan pembuktiannya sekali bentuk RQ bagi hablur tetragonal dan otorombik. (25/100)
- (e) Satu gelombang elektromagnet berambat mengikut paksi c satu hablur otorombik. Apakah halaju gelombang bagi gelombang yang di kutub-satah pada arah (i) paksi a, (ii) paksi b. (10/100)

... 2/-

- (f) Berikan satu kenyataan ringkas berkenaan perambatan gelombang elektromagnet pada arah  $am$  di dalam satu hablur otorombik.

(30/100)

[Di dalam satu unit sel tetragonal, semua sudut adalah  $90^\circ$  dan panjang sisi-sisinya adalah  $a = b \neq c$  di mana  $a$ ,  $b$  dan  $c$  adalah berbeza.]

2. (a) Lukiskan satu lakaran untuk menunjukkan satu dinding domain Bloch  $180^\circ$  di dalam bahan ferromagnet. Terangkan makna tenaga tukarganti (“*exchange energy*”) dan tenaga anisotropi (“*anisotropy energy*”) dan terangkan secara kualitatif bagaimana keseimbangan di antara kedua tenaga ini boleh menentukan kelebaran dinding Bloch.

(20/100)

- (b) Jika  $S_1$  dan  $S_2$  adalah nilai min spin di atas dua satah yang bersebelahan, maka di dalam lakaran anda tenaga tukarganti boleh ditulis sebagai  $-J S_1 \cdot S_2$ . Dengan menganggap bahawa ketebalan dinding adalah  $N$  lapisan dan  $N \gg 1$  supaya sudut  $\phi$  di antara lapisan bersebelahan adalah kecil dan  $\phi$  mempunyai nilai yang sama di keseluruhan dinding, tunjukkan bahawa tenaga tukarganti bagi satu garisan spin adalah  $W_{ex} = \pi^2 JS^2/2N$  dan dengan itu tenaga tukarganti per unit luas adalah  $w_{ex} = \pi^2 JS^2/2Na^2$  di mana  $a$  adalah pemalar kekisi. Terangkan kenapa ungkapan penghampiran yang mudah bagi tenaga anisotropi adalah  $w_{anis} = KNa$  di mana  $K$  adalah pemalar. Kemudian minimakan jumlah tenaga dinding  $w = w_{ex} + w_{anis}$  dan terbitkan ungkapan bagi (a) ketebalan dinding  $N$  dan (b) nilai minima  $w$ .

(40/100)

- (c) Lakarkan gegelung histeresis untuk menunjukkan perbezaan di antara bahan magnetik lembut dan keras. Berikan aplikasi setiap kelas bahan magnet ini.

(20/100)

- (d) Terangkan bentuk am gegelung histeresis dalam sebutan “pinning of domain walls” dan kemudian berikan perbincangan ringkas mengenai rekaan bahan bagi ciri lembut dan keras.

(20/100)

3. (a) Pertimbangkan sistem magnet yang mempunyai daya pertukaran jiran terdekat sahaja. Beri lakaran untuk menunjukkan susunan (i) ferromagnetik, (ii) antiferromagnetik and (iii) ferrimagnetik di atas satu kekisi segiempat. Bagaimanakah tanda tenaga tukarganti menentukan susunan tersebut?

(25/100)

- (b) Lakarkan pergantungan suhu terhadap kerentanan magnet statik fasa paramagnetik ( $T > T_C$ ) di dalam (i) ferromagnet dan (ii) antiferromagnet. Terangkan sebab fizikal untuk menerangkan perbezaan di antara kedua lakaran tersebut. (25/100)
- (c) **Gandingan tukarganti** di antara dua filem nipis Fe yang dipisahkan oleh satu filem nipis Cr berkemungkinan mempunyai tanda + atau - yang bergantung kepada ketebalan Cr. Terangkan eksperimen yang boleh menerangkan kesan ini. (25/100)
- (d) Jelaskan dan terangkan fenomena "giant magnetoresistance" yang wujud di dalam bentuk sanwic Fe/Cr/Fe. (25/100)
4. (a) Terangkan peralihan fasa ke ferroelektrik bagi satu model mudah terdiri dari dua sub-kekisi berdimensi satu. (10/100)
- (b) Dengan menganggap peralihan fasa yang terlibat adalah peringkat kedua, berikan lakaran untuk menunjukkan pergantungan suhu bagi (a) haba tentu, (b) pemalar dielektrik dan (c) pengkutuban spontan  $P_S$ . (20/100)
- (c) Tenaga bebas Landau untuk menerangkan peralihan fasa yang di atas adalah
- $$F = \alpha P^2 + \frac{1}{2} \beta P^4 \quad \text{di mana } \alpha = \alpha_0 (T - T_C)$$
- dan  $\alpha_0, \beta$  kedua-duanya positif. Terangkan dengan berbantuan lakaran-lakaran tertentu bagaimana bentuk  $F$  dapat menjelaskan peralihan fasa tersebut. Terbitkan dari  $F$  ungkapan bagi pergantungan suhu untuk  $P_S$ . (30/100)
- (d) Tuliskan satu penerangan ringkas mengenai aplikasi bahan ferroelektrik. (40/100)
5. (a) Terangkan kesan Meissner di dalam superkonduktor jenis I seperti Sn. Lakarkan lengkungan kemagnetan yang dapat membezakan di antara superkonduktor jenis I dan II. (25/100)

- (b) Superkonduktiviti boleh diterangkan sebagai satu fenomena kuantum. Bagi menyokong keterangan ini, berikan satu penerangan mengenai eksperimen fluks kuantisasi di dalam bahan konvensional dan bahan suhu tinggi  $T_C$ .  
(25/100)
- (c) Gunakan ide kuantisasi makroskopik untuk menerangkan keadaan campuran superkonduktor jenis II dan terangkan perbezaan di antara bahan boleh berbalik dengan bahan yang tidak boleh berbalik.  
(25/100)
- (d) Kenapakah bahan tidak boleh berbalik digunakan di dalam lilitan solenoid. Terangkan kenapa satu kepingan nipis kuprum digunakan untuk mengawal dawai solenoid dari tak kestabilan pemerjunan fluks dan terangkan bagaimana pengawalan ini berlaku.  
(25/100)
6. (a) Berikan definisi “director” di dalam hablur cecair.  
(10/100)
- (b) Terangkan dari segi ciri-ciri “director” apa yang dimaksudkan dengan hablur cecair nematic, cholesteric, smectic A dan smectic C.  
(50/100)
- (c) Satu cahaya telah menuju ke arah paksi helikal satu hablur cholesteric dan satu alur pantulan yang sangat terang telah dilihat bagi satu julat kecil panjang gelombang. Terangkan keputusan pemerhatian ini dari segi perambatan cahaya melalui lintasan heliks di dalam hablur cecair tersebut.  
(20/100)
- (d) Terangkan kenapa julat kecil panjang gelombang ini pada amnya berkadarkan suhu. Bagaimanakah kebergantungan terhadap suhu ini digunakan di dalam aplikasi hablur cecair?  
(20/100)