

# KATIHAL FİZİĞİ-2

## TESTLER-2

### TEST-9 (FERMİ YÜZEYLERİ VE METALLER)

1)Basit bir kübik örgünün sıkı bağlanma yaklaşımında band enerjisi  $E_k=E_0-\alpha-2\gamma$  ( $\text{Cos}k_x a+\text{Cos}k_y a+\text{Cos}k_z a$ ) şeklindedir. Burada  $E_0,\alpha$  ve  $\gamma$  sabit enerjilerdir. Buradaki  $k$  dalga vektörü  $\vec{G} = \left(\frac{2\pi}{a}\right)(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$  karşıt dalga vektörü kadar büyütülürse band enerjisi kaç  $E_k$  olur? [a:örgü

sabiti,  $(\hat{x}, \hat{y}, \hat{z})$  birim vektörlerdir.]

- a)1                      b)2                      c)3                      d) $(2\pi)/a$                       e) $2\pi$

2)Saf Na kristali için Fermi küresinin hacmi  $V_1$ , aynı koşullarda saf Be kristali için ise  $V_2$ 'dir. Buna göre  $V_1/V_2$  oranı nedir?

- a)9/22                      b)4/11                      c)11/4                      d)2                      e)1/2

3)Bir metalin enerji bandları bölge sınırında dejenere olmamış ise  $dE/dk$  ne olur?

- a) $\hbar^2 k/m$                       b) $\hbar k$                       c) $2\pi$                       d)0                      e) $\infty$

4)Fermi yüzeyi üzerinde, bir manyetik alanda bulunan elektronun üç tür yörüngesinden söz edilir. Bunlar; elektron benzeri,, boşluk benzeri ve açık yörüngelerdir. Açık yörüngelerin aşağıdakilerden hangisi üzerinde etkisi en azdır?

- a)Magnetodirenç                      b)Nükleer spin                      c)Özdirenç                      d)Isı sığası                      e)Alınganlık

5)İki boyutlu bir metalin basit birim hücrelerinin boyutları  $d$  ve  $2d$ 'dir. Birim hücrede tek değerlikli bir atom bulunduğuna göre, I.Brillouin bölgesinin köşelerine teğet elipsin  $k$  uzayındaki ortalama yarıçapı nedir?

- a) $(\pi/2d)(5)^{1/2}$                       b) $(5)^{1/2}/d$                       c) $(\pi/d)(3)^{1/2}$                       d) $(2\pi/d)(3)^{1/2}$                       e) $(3)^{1/2}/d$

6)Yüz merkezli kübik yapıda tek değerlikli bir metalin örgü sabiti  $a$  dır. Bu metalin serbest elektron Fermi küresinin yarıçapı nedir? ( $\pi=3,14$ )

- a)1,5/a                      b)2,4/a                      c)4,9/a                      d)6,8/a                      e)10,8/a

7)Tetragonal yapıdaki bir metalde Brillouin bölge sınırının bir birine karşı yüzleri açık bir yörünge ile birleşiyor. Yüzler arasındaki uzaklık  $G=2.10^8 \text{ cm}^{-1}$  dir.  $B=3.10^3$  Gaussluk bir manyetik alan açık yörüngenin düzlemine dik olarak uygulanmaktadır. Bu durumda elektronun yörüngedeki çizgisel hızı  $v=10^8 \text{ cm/s}$  olduğuna göre,  $k$  uzayında hareketin periyodu kaç s dir? ( $e=4,8.10^{10} \text{ esb}$ ,  $c=3.10^{10} \text{ cm/s}$ ,  $\hbar=10^{-27} \text{ erg.s}$ ,  $\pi=3$ , görelilik etkisi yok)

- a) $3,6.10^{-2}$                       b) $2,75.10^{-4}$                       c) $3,25.10^{-6}$                       d) $2,5.10^{-8}$                       e) $1,25.10^{-10}$

8)Düşük sıcaklıkta bulunan saf bir metale  $B=10^3$  gaussluk bir manyetik alan uygulanıyor. Metalde serbest elektron yörüngesinin  $n$  kuantum durumunda gerçek uzaydaki alanı  $A_n$ ,  $k$  uzayındaki alanı ise  $S_n$  dir. Buna göre  $A_n/S_n$  oranı nedir? (elektron spini etkisiz,  $e=4,8.10^{10} \text{ esb}$ ,  $c=3.10^{10} \text{ cm/s}$ ,  $\hbar=10^{-27} \text{ erg.s}$ )

- a) $2,25.10^{-16}$                       b) $5.10^{-18}$                       c) $3.10^{-19}$                       d) $4.10^{-21}$                       e) $2.10^{-24}$

9)Mutlak sıfırda  $B$  manyetik alanı içinde bulunan  $N$  elektronlu bir sistemde enerji düzeyleri  $\lambda$  kuantum sayısına kadar tamamen dolmuştur.  $\lambda+1$  düzeyleri ise kısmen doludur. Tam dolu düzeylerdeki elektron sayısı  $D$ , kısmen dolu düzeylerdeki elektron sayısı  $D(\lambda+1)$  dir. Bu sistemin  $\lambda=1$  durumundaki toplam enerjisi  $E_1$ ,  $\lambda=2$  durumundaki toplam enerjisi  $E_2$  olduğuna göre  $E_1/E_2$  oranı nedir? ( $N=2D$ )

- a)1/5      b)3/2      c)1      d)1/2      e)2

10)Na metali  $B=10^4$  G'luk bir manyetik alanda de Haas-van Alpen olayı gözleniyor. Serbest elektron yaklaşımında  $n=1$  kuantum durumu için  $k$  uzayında elektronun yörünge alanı kaç  $\text{cm}^2$  dir? ( $\gamma=1/2$ ,  $\pi=3$ ,  $\hbar=10^{-27}$  erg.s,  $e=4,8.10^{-10}$  esb)

- a)14,4.10<sup>11</sup>      b)16,25.10<sup>12</sup>      c)8,2.10<sup>10</sup>      d)5,75.10<sup>8</sup>      e)18,8.10<sup>13</sup>

11)Bir Fermi yüzeyi düzeyinde  $1/B$  manyetik alanı 2 kat artırılırsa,  $B$ 'ye dik Fermi yüzeyinin uç alanı kaç kattır?

- a)2      b)1/2      c)1      d)1/4      e)4

12)Bir metalde band aralığı  $E_g=0,5$  eV ve Fermi enerjisi  $E_f=0,2$  eV dur. Bu metalde manyetik bozulmanın oluşabilmesi için en az kaç eV'luk enerji verilmelidir?

- a)0,3      b)1      c)1,25      d)0,8      e)0,7

## CEVAPLAR-TEST-9

- 1-a    2-e    3-d    4-b    5-a    6-c    7-e    8-d    9-e    10-a    11-b    12-c

## TEST-10 (DİELEKTRİK ÖZELLİKLER)

1)  $z=0$  düzlem arayüzü,  $z>0$ 'da Metal-1 ile  $z<0$ 'da Metal-2 arasındadır. Metal-1'in hacim plasmon frekansı  $\omega_{p1}=8.10^{14}\text{s}^{-1}$ , Metal-2'ninki de  $\omega_{p2}=6.10^{14}\text{s}^{-1}$  dir. her iki metalin de dielektrik sabiti serbest elektron gazınıniki ile aynı olduğuna göre, ara yüzeye eşlik eden yüzey plasmonlarının frekansı kaç  $\text{s}^{-1}$ dir?

- a)8.10<sup>14</sup>      b)7.10<sup>14</sup>      c)10<sup>15</sup>      d)2(3)<sup>1/2</sup>.10<sup>14</sup>      e)5(2)<sup>1/2</sup>.10<sup>14</sup>

2)Bir katının dipol moment yoğunluğu (D) onun elektriksel polarizasyonunun (P) dört katıdır. Bu katının cgs'de alinganlığı nedir? ( $\pi=3$ )

- a)-1/4      b)-1/8      c)1/2      d)-3/4      e)4/9

3)Bileşke momenti sıfırdan farklı olup, sürekli mıknatıslara benzer şekilde sabit polarizasyon gösteren kristallere elektret denir. Kristaller, ısısal, mekanik ve elektriksel metodlar yardımı ile elektret yapılabilirler.

I-Sadece ısısal etki sonucunda elektret yapılan kristallere pyroelektrik kristaller, II-Sadece mekanik etkilerle elektret yapılan kristallere piezoelektrik, III-Zayıf elektrik alanlarda polarizasyon doğrultusu kolayca değiştirilip elektret olabilen kristallere de ferroelektrik kristaller denir.

Verilen tanımlamalardan hangileri doğrudur?

- a)Yalnız I      b)Yalnız II      c)I ve II      d)II ve III      e)I, II ve III

4)Bir plasma ortamında + iyon tabakasının  $\omega \gg \omega_p$  değerlerine kadar değişmeyen bir  $\epsilon(\infty)=3$  şeklinde dielektrik sabiti vardır.  $\omega=10^{15}$ ,  $\omega_p=10^{11}$   $\text{s}^{-1}$  ise  $\epsilon(\omega)$  serbest elektron gazının dielektrik fonksiyonu için en iyi yaklaşım kaç olur?

- a)3      b)2      c)1      d)1/3      e)3.10<sup>-4</sup>

5)Elektron yoğunluğu  $10^{22}$  olan bir kristalin plazma ortamında,  $\omega=10^8$   $\text{s}^{-1}$  frekanslı serbest elektron gazının  $\epsilon(\omega)$  dielektrik foksionunun değeri nedir? ( $m=9.10^{28}$  g,  $e=5.10^{-10}$  esb,  $\pi=3$ )

- a)1/2      b)2      c)2/3      d)1/3      e)4/9

6)Manyetik olmayan isotropik bir ortamda elektromanyetik dalga denklemi  $\frac{\partial^2 \vec{D}}{\partial t^2} = c^2 \nabla^2 \vec{E}$  (cgs)

şeklinindedir.  $E \sim e^{-i\omega t} \cdot e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}}$  çözümü için,  $D=\epsilon(\omega, \mathbf{k})E$  dir. Bu durumda elektromanyetik dalgalar için dispersiyon bağıntısı  $\epsilon(\omega, \mathbf{k})\omega^2=c^2 k^2$  (cgs) dir. Bu dağınım bağıntısı  $k$ 'nın küçük değerleri için  $\epsilon(\omega)$

$w^2 = \epsilon(\infty) \cdot (w^2 - w_p^2) = c^2 k^2$  olur. Buna göre, elektromanyetik dalgalarla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlış olur? ( $w_p$ :plasma frekansı)

- a)  $w < w_p$  ise dalgaların tümü yansır saydam özellik gösterir  
 b)  $w > w_p$  ise dalgalar yayılır  
 c)  $w > w_p$  ise elektron gazı  
 d)  $w > w_p$  bölgesi için dağılım bağıntısı plasmada boyuna elektromanyetik dalgaları tanımlar  
 e)  $\epsilon(w)$  pozitif ise dalgalar tümüyle yayılır

7) İnce bir metal tabakada elektron gazının küçük dalga vektörünün ( $k$ ) plasma salınımlarında, frekans yaklaşık olarak plasma frekansındır. Böyle bir ortamda Fermi gazının boyuna salınımları için  $k$  ( $V_f/V_p$ ) oranı  $1/2$  olduğuna göre  $w/w_p$  oranı nedir? (Dağılım serisinin ilk iki terimini alınız)

- a) 13/16      b) 43/40      c) 57/47      d) 1/4      e) 4/15

8) Birim hacimde etkin yükü  $q$ , indirgenmiş kütlesi  $M$  olan  $N$  tane iyondan oluşmuş plasmanın

polariton dağılım bağıntısı  $\left| \begin{array}{cc} w^2 - c^2 k^2 & 4\pi w^2 \\ \frac{Nq^2}{m} & w^2 - w_E^2 \end{array} \right| = 0$  şeklindedir.  $k=0$  durumunda  $\epsilon(\infty)$  optik

dielektrik sabiti 3, etkin yük  $q=5 \cdot 10^{-10}$  esb, iyon sayısı  $10^{32}$ , indirgenmiş kütle  $9 \cdot 10^{-28}$  g, enine plasma frekansı  $w_E=2 \cdot 10^{13}$  Hz olduğuna göre  $\epsilon(0)$  statik dielektrik katsayısı nedir? ( $\pi=3$ )

- a) 9/25      b) 15/17      c) 10/27      d) 25/16      e) 37/12

9) Durgun dielektrik bağıntısını yüksek frekans limitli dielektrik sabitine (optik) bağlayan bağıntıya LTS bağıntısı denir. 300K sıcaklığında NaCl kristalinin statik dielektrik katsayısı  $\epsilon(0)=6$ , optik dielektrik katsayısı  $\epsilon(\infty)=5/2$ , enine plasma frekansı  $w_E=3 \cdot 10^{13} \text{ s}^{-1}$  dir. LTS bağıntısına göre boyuna plasma frekansı  $w_B$  kaç  $\text{s}^{-1}$  dir?

- a)  $5(2)^{1/2} \cdot 10^{13}$       b)  $(3/2)^{1/2} \cdot 10^{13}$       c)  $6(3/5)^{1/2} \cdot 10^{13}$       d)  $2(3/7)^{1/2} \cdot 10^{13}$       e)  $(36/5) \cdot 10^{13}$

10) Metallerde iletim elektronları, aralarında  $2 \text{ \AA}$  kadar uzaklık olacak şekilde bir araya gelirler, ancak iki çarpışma arasındaki yol çok daha uzundur. Bu durum klasik fizikle açıklanamaz. Oda sıcaklığında ortalama serbest yol  $10^4 \text{ \AA}$  civarında iken, 1K'de 10 cm civarındadır. Bu durumdan sorumlu olan: I-Elektron fonon etkileşmesi, II-Pauli dışarlama ilkesi, III-Polaritonlar, IV-Coulomb perdelemesi, faktörlerinden hangileridir?

- a) I ve II      b) II ve III      c) III ve IV      d) I ve III      e) II ve IV

11) Kristallerde elektron fonon etkileşimlerinin etkileriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Bunun en yaygın etkisi elektriksel direncin sıcaklığa bağımlılığında görülür.  
 b) Bu etkileşim sonucu elektronun kütlesinde bir artma görülür.  
 c) Elektronun etkin kütlesindeki artma, iyonik kristallerde küçük, kovalent kristallerde büyüktür.  
 d) Yalıtıkanda elektron ile elektronun zorlanma alanının bileşimi olan polaronun kütlesi elektronun etkin band kütlesine bağlı değildir.  
 e) Küçük polaronlarda elektron, zamanının çoğunu tek bir iyonda kısılmış olarak harcar.

12) Bir çizgisel metalde birim uzunluk başına uzaysal ortalama elastik enerji  $\langle E_{\text{elastik}} \rangle = (1/4) \cdot C \cdot R^2$ , iletim elektronu tarafından algılanan örgü potansiyeli  $U(x) = 2A \cdot R \cdot \cos(2k_f \cdot x)$  dir. Dalga vektörünün

bölge sınırına yakın olduğu durumlarda elektronik deformasyon  $\frac{dE_{\text{elek}}}{dR} = \frac{2}{\pi} \int_0^{k_f} dk \cdot \frac{d\epsilon_k}{dR}$  dir.

$\hbar^2 k_f^2 \pi C / 4m A^2 \gg 1$  için; minimum enerji aralığı  $|A|R$ , aşağıdakilerden hangisi olabilir? ( $R$ : denge deformasyonu,  $C$ : kuvvet sabiti,  $A$ : potansiyel,  $\hbar^2 k_f^2 / 2m = W$ ,  $N(0) = 2m / \pi \hbar^2 k_f^2$ ,  $V = 2A^2 / C$ )

- a)  $4W \cdot e^{-1/N(0) \cdot V}$       b)  $2W \cdot e^{-1/2 \cdot N(0) \cdot V}$       c)  $W \cdot e^{-N(0) \cdot V}$       d)  $3W \cdot e^{-V/N(0)}$       e)  $5W \cdot e^{-N(0) \cdot V}$

## CEVAPLAR-TEST-10

- 1-e    2-b    3-e    4-a    5-c    6-d    7-b    8-e    9-c    10-e    11-c    12-a

## TEST-11 (SÜPERİLETKENLİK)

1) Bir metalin ısısal ve elektriksel iletimleri arasındaki ilişki Wiedemann-Franz kanunu olarak bilinir. Bir metal kristalin  $-173\text{ C}^0$  de ısısal iletkenliğinin elektriksel iletkenliğine oranı 3 tür. Aynı kristalin  $-123\text{ C}^0$  de ısısal iletkenliğinin elektriksel iletkenliğine oranı nedir? (Kristal için  $T_c=4,2\text{ K}$ )  
a)3      b)1/3      c)6      d)1/6      e)369/173

2)

| element | $T_c(\text{K})$ | $H_0(\text{gauss})$ |
|---------|-----------------|---------------------|
| Zr      | 0,55            | 47                  |
| Nb      | 9,50            | 1980                |
| Mo      | 0,92            | 95                  |
| Tc      | 7,77            | 1410                |
| Ru      | 0,51            | X                   |

Bazı elementlerin süperiletkenlik durumu geçtikleri kritik sıcaklık ve kritik manyetik alan tablodaki gibidir. Buna göre; I-Ru için  $H_0$  47'den küçüktür, II-Ru için  $H_0$  95'den küçüktür, III-Tabloda en iyi süperiletken Nb'dir. Bu verilen yargılardan hangileri kesinlikle doğrudur? (basınç aynı)

a)Yalnız I      b)Yalnız II      c)Yalnız III      d)I ve III      e)II ve III

3) Bir iletkende süperiletkenliğin ortaya çıkış sıcaklığı 2 K, bu iletken  $10^{-3}$  m yarıçaplı uzun düz bir tel olduğuna göre, 1 K'de telden geçen süper akım şiddeti kaç miliamperdir? (basıncın etkisi yok,  $T \sim 0$  için  $H_0=60$  Gauss )

a)1      b)3      c)7/2      d)20      e)45/2

4) Ga yarı iletkeni 1K'de iken süperiletken durumdadır. Mutlak sıfırda Ga için kritik manyetik alan 50 Gauss olduğuna göre, 0,2K'de kritik manyetik alan kaç Gauss'tur?

a)16      b)20      c)32      d)48      e)64

5) Uzun düz bir süperiletken kendisine paralel bir Ba dış manyetik alan içerisine konduğunda Meissner etkisinde dolayı tel içerisindeki manyetik alan sıfır oluyor. Bu süperiletkenin diyamanyetik alınganlığı nedir?

a) $(4\pi)/3$       b) $-3/(4\pi)$       c) $-1/(4\pi)$       d) $-4\pi$       e) $-3/(8\pi)$

6) Kalayın (Sn) süper iletkenliğiyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Kalay süperiletkenliğe geçerken ısı sığasında bir süreksizlik gözlenir.
- b) Kalay üzerine uygulanan alternatif akım frekansı kızılötesi bölgede ise direncin sıcaklığa bağımlılığı normal ve süperiletken durumda da gözlenmez.
- c) Kalay süperiletkenliğe geçerken ısısal iletkenliği azalır.
- d) Kalayın süperiletken ve normal durum enerjileri arasındaki fark (enerji aralığı) örgüye bağımlı olarak ortaya çıkar.
- e) Kalayın süperiletkenliğe geçiş sıcaklığı izotopik etkiye bağlı olarak değişir.

7) Kütle numarası 200 olan Hg izotopunun  $T_c=4\text{ K}$ 'de süperiletkenliğe geçiş için M(kütle no) katsayısı  $\frac{1}{2}$  dir. Kütle numarası 208 olan Pb izotopunun süperiletkenliğe geçiş için kütle numarası katsayısı da Hg'nin ki ile aynı olduğuna göre, Pb için geçiş sıcaklığı kaç K'dir?

a)3,9      b)2,3      c)4,2      d)5,7      e)1,2

8) Uzun silindir şeklinde bir süperiletkenin normal durumdaki serbest enerjisi yoğunluğu  $3 \cdot 10^2$  erg/cm<sup>3</sup>, süperiletken duruma geçişteki serbest enerji yoğunluğu ise  $2 \cdot 10^2$  erg/cm<sup>3</sup> olduğuna göre, bu süperiletkenin  $H_c$  kritik manyetik alanı kaç gausstur?(geçişte hacim değişikliği yok,  $\pi=3$ )

a) $3(7)^{1/2}$       b)4      c)10      d) $15(2)^{1/2}$       e) $20(6)^{1/2}$

9) Bir süperiletkenin kritik manyetik alanı  $H_c = 20 \cdot 16 \cdot T^2$  şeklinde sıcaklığa bağlıdır. Bu iletkende normal ve süperiletken fazlar arasındaki entropi farkı nedir?

- a)  $5 \cdot 4 T^2$       b)  $(160T - 128T^2)/\pi$       c)  $[20T - (16/3)T^3]/\pi^2$       d)  $-16T$       e)  $(12 - 8T^2)^{1/2} \pi$

10) Bir süperiletkende, manyetik alan tarafından süperiletkenliğin bozunması durumunda,  $Q = T(S_n - S_s)$  şeklinde sıcaklık ve entropi farkına bağlı bir ısı emilmesi oluşur.  $H_c$  ve  $Q$ 'nin sıfır olduğu durumda süperiletkenliğe geçişte faz dönüşümü ikinci derecedendir, aksi durumda, ısı çıkışı meydana gelir ve faz dönüşümü birinci dereceden olur. Manyetik alanın olmadığı ve  $T = T_c$  olduğu zamanda süper iletken ve normal fazlar arasındaki ısı sığası farkı aşağıdakilerden hangisidir?

- a)  $(T_c/4\pi)(dH_c/dT)^2$       b)  $(T_c/8\pi)(d^2H_c/dT^2)$       c)  $(T_c^2/4\pi)(dH_c/dT)$       d)  $(H_c^2/8\pi)(dH_c/dT)$       e)  $(T_c H_c/4\pi)(d^2H_c/dT^2)$

11) Kadminyum (Cd) için, mutlak sıfırda  $H_c = 30$  gausstur. Bu durumda, kadminyumun süper iletken duruma gelme enerjisi yoğunluğu kaç  $\text{erg} \cdot \text{cm}^{-3}$  tür? ( $\pi = 3$ )

- a) 10      b) 30      c) 37,5      d) 45      e) 62,5

12) Bir iletkenin süperiletken hali, Meissner etkisi içinde,  $\vec{B} = \text{rot} \vec{A}$  bölgesel manyetik alanına ve  $\vec{J} = -\frac{c}{4\pi\lambda_L^2} \vec{A}$  akım yoğunluğuna sahiptir. Bu durumda B manyetik alanı ile  $\lambda_L$  London sızma

derinliği arasındaki bağıntı aşağıdakilerden hangisi gibi olur? (A: vektör potansiyeli, c: ışık hızı)

- a)  $\nabla B = \lambda_L B$       b)  $\nabla^2 B = \lambda_L^2 B$       c)  $\nabla^2 B = \frac{1}{\lambda_L^2} \frac{d^2 B}{dt^2}$       d)  $\nabla^2 B = \frac{B}{\lambda_L^2}$       e)  $\nabla B = \lambda_L \frac{dB}{dt}$

13) Saf bir süperiletkenin bir dış yüzeyinden içeri doğru girdiğimizde, yalnızca üstel olarak sönen manyetik alanlar izinli olur. x ekseninin + tarafında, düzlem sınırında B(0) alanı varken, içeride bu alan [B(x)] nasıl olur? ( $\lambda'$ : London sızma derinliği)

- a)  $B(x) = B(0)[1 - e^{-x/\lambda'}]$       b)  $B(x) = B(0)e^{-x/\lambda'}$       c)  $B(x) = B(0)\text{Tanh}(x/\lambda')$       d)  $B(x) = B(0)[1 + e^{-x/\lambda'}]$       e)  $B(x) = B(0)(x/\lambda')$

14) Mutlak sıfırda manyetik alan içerisinde bulunan kadminyum çubukta; kütlesi  $m = 9 \cdot 10^{28}$  g, yükü  $e = 5 \cdot 10^{-10}$  esb ve yoğunluğu  $2 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$  olan elektronlar için London sızma derinliği kaç cm dir? ( $\pi = 3$ ,  $c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$ )

- a)  $1,2 \cdot 10^{-4}$       b)  $1,9 \cdot 10^{-5}$       c)  $4,2 \cdot 10^{-5}$       d)  $2,4 \cdot 10^{-6}$       e)  $3,7 \cdot 10^{-6}$

15) Süperiletkenliğin kuantum teorisi olan BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer) 'ye göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

a) Elektronlar arasında çekici bir etkileşme, taban ve uyarılmış durumlar arasında, bir enerji aralığının ortaya çıkmasına sebep olur ki; kritik alan, ısıl özellikler ve elektromanyetik özellikler bu enerji aralığının sonucudur.

b) Elektron-örgü-elektron etkileşmesi, gözlenen büyüklükte bir enerji aralığını ortaya koyabilir.

c) Taban durumunda elektronlar çiftlenmiş olup, bu durumda süperiletken halkadan geçen manyetik alan kuantumlanmıştır.

d) Teori sızma uzunluğunun yanı sıra,  $\zeta = 2\hbar V_f / \pi E_g$  şeklinde uyum uzunluğunun da olduğunu ortaya koyar ( $V_f$ : Fermi hızı,  $E_g$ : enerji aralığı)

e) Bir elementin ya da alaşımın geçiş sıcaklığını veren kriter, yörüngelerin Fermi düzeyinde elektron yoğunluğu  $D(\epsilon_f)$  ve elektriksel dirençten bulunabilen U çekici etkileşmeyi içine alır.  $U \cdot D(\epsilon_f) \ll 1$  için kritik sıcaklık  $T_c = \theta \cdot e^{1/U \cdot D(\epsilon)}$  şeklinde Debye sıcaklığına bağlıdır.

16) Süperiletken bir halkadan geçen manyetik akım yoğunluğunun rotasyonu  $\text{rot} \vec{J} = -\frac{nq^2}{mc} \vec{B}$  (cgs)

şeklinindedir. Bu durumda Meissner olayı gereği  $\hbar c \vec{\nabla} \theta = q \vec{A}$  olmalıdır ki, J için yazılan denklem sıfır

olsun. Buna göre;  $\oint_c \nabla\theta \cdot dl = \theta_2 - \theta_1$  dolanımında C'nin çevrelediği alandan geçen manyetik akı ne olur? (s:akı kuantum sayısı)

a)  $\Phi = \left(\frac{4\pi\hbar c}{q^2}\right) \cdot s$     b)  $\Phi = 4\pi\hbar c \cdot s$     c)  $\Phi = \left(\frac{2\pi\hbar c}{q}\right) \cdot s$     d)  $\Phi = \left(\frac{\hbar c}{2\pi q}\right) \cdot s$     e)  $\Phi = \left(\frac{\hbar c}{q}\right) \pi^{1/2} \cdot s$

17) Bir iletken halka, düzlemi alan çizgilerine dik olacak şekilde, bir manyetik alana konuyor. Manyetik alan kritik manyetik alandan büyük ( $B_a > B_c$ ) olduğuna göre, bu halkadan geçen manyetik akı ( $\Phi$ ),  $s=2$  kuantum durumunda kaç gausstur? ( $\pi=3$ ,  $\hbar=10^{-27}$  erg.s,  $e=5 \cdot 10^{-10}$  esb,  $c=3 \cdot 10^{10}$  cm/s)

a)  $(18/5) \cdot 10^{-7}$     b)  $(13/21) \cdot 10^{-6}$     c)  $(7/4) \cdot 10^{-5}$     d)  $(4/3) \cdot 10^{-8}$     e)  $(21/8) \cdot 10^{-4}$

18) I-A tip süperiletkenler, manyetik alanları, süperiletkenlikleri aniden yok oluncaya kadar dışarıda tutar ve bundan sonra alanı tümüyle içeri alır.

II-B tip süperiletkenlerde sızma derinliği uyum uzunluğundan daha kısadır.

III-C tip süperiletkenlerin çoğu saf metaldir.

IV-D tip süperiletkende ortalama serbest yol kısa olduğunda, uyum uzunluğu kısa, sızma derinliği uzundur.

Yukarıda verilen A,B,C ve D süperiletken tipleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

a) A,B ve D I.tip süperiletkendir    b) B ve C II.tip süperiletkendir    c) A,C ve D I.tip süperiletkendir    d) A,B ve C I.tip süperiletkendir    e) B,C ve D II.tip süperiletkendir

19) İçerisinde %2 oranında indiyum (In) bulunan Kurşun (Pb) metalii II.tip süperiletkendir. Bu süperiletkene uygulanan bir dış alanı, bir  $H_{c1}$  değerine kadar tümü ile dışarıda tutarken;  $H_{c1}$ 'in üzerinde alanın bir kısmı dışarıda kalır. Daha da yüksek bir  $H_{c2}$  alanında, akı tümü ile iletkene girer ve iletkenlik yok olur. Bu süperiletkende  $H_{c1}=36$  gauss,  $H_{c2}$  64 gauss olduğuna göre,  $H_c$  kritik manyetik alan kaç gausstur?

a)28    b)48    c)50    d)64    e)100

20) I-İki metalin  $10^{-20}$  A<sup>0</sup> 'dan ince olacak şekilde bir engel (yalıtkan) ile ayrılması ve bu engelden metalin birinden diğerine elektron sızması olayı tünel olayıdır.

II-Metallerden biri süperiletken olduğunda, akım-gerilim eğrisi alışılmış şekilde bir doğru değil bir eğridir.

III-Bir süperiletkenden diğerine, yalıtkan engelden elektron çiftlerinin, bir elektron ya da manyetik alan olmaması durumunda da, geçmesine doğru akım Josephson olayı denir.

Yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

a) I ve II    b) II ve III    c) I ve III    d) Yalnız I    e) I, II ve III

## CEVAPLAR-TEST-11

1-a    2-b    3-e    4-d    5-c    6-d    7-a    8-e    9-b    10-a  
11-c    12-d    13-b    14-e    15-e    16-c    17-a    18-d    19-b    20-e

## TEST-12 (DİELEKTRİKLER VE FERROELEKTRİKLER)

1) Nötral bir molekülün r kadar uzaklıkta oluşturduğu elektrik alan E ile dipol moment P arasındaki

bağıntı cgs'de  $E(\vec{r}) = \frac{3(\vec{P} \cdot \vec{r}) \cdot \vec{r} - r^2 \cdot \vec{P}}{r^5}$  şeklindedir. İki atomlu nötral bir molekülün  $10^{-10}$  A<sup>0</sup> uzaklıkta

kalıcı dipol momenti  $2 \cdot 10^{-18}$  esb.cm olduğuna göre, bu uzaklıktaki elektrik alanı kaç statvolt/cm dir?

( $\vec{P} // \vec{r}$ )

a)  $2 \cdot 10^3$     b)  $4 \cdot 10^3$     c)  $6 \cdot 10^3$     d)  $8 \cdot 10^3$     e)  $9 \cdot 10^3$

2)Zayıf bir alan içerisinde elektriksel moment  $\vec{P} = \alpha \cdot \vec{E}$  şeklinde elektrik alana ve atomun kutuplanabilirlik katsayısına bağlıdır. Atom modeli klasik olarak düşünüldüğünde, atoma bağlı q.elektron  $eE=k_q \cdot x_q$  şeklinde yarı elastik kuvvet sabitiyle ( $k_q$ ) dengededir. Bu durumda yarı elektrik bağ için hidrojen atomunun kutuplanabilirliği kaç  $\text{cm}^3$  tür? ( $a_0=0,5 \text{ \AA}$ ,  $e=5 \cdot 10^{-10} \text{ esb}$ ,  $\alpha:\text{cm}^3$  boyutunda)

- a) $(2/3) \cdot 10^{-23}$       b) $(1/2) \cdot 10^{-24}$       c) $(1/8) \cdot 10^{-24}$       d) $(4/3) \cdot 10^{-23}$       e) $(5/21) \cdot 10^{-25}$

3)Bir E elektrik alanı içerisine konulan bir dielektrik maddenin kutuplanma giderici alanı  $E_d$ , kutuplanma giderici faktörü  $\gamma$  ve kutuplanması da P dir.  $\gamma$ , dielektriğin şekline ve eksen uzunluklarına bağlıdır. Kutuplanmaları aynı değerde (P) olan, kutuplanma giderici alanı  $E_{d1}$  ve alana paralel bir düz tabaka ile kutuplanma giderici alanı  $E_{d2}$  olan bir küre vardır. Buna göre  $E_{d1}/E_{d2}$  oranı nedir?

- a)3      b)4      c)5      d)6      e)7

4)Bir X dielektrik maddesinin gram moleküler ağırlığı M, dielektrik sabiti  $\epsilon=2$  ve dielektriğin yoğunluğu  $\rho$  iken kutuplanabilirliği  $P_m$  dir. Başka bir Y dielektrik maddesinin gram-moleküler ağırlığı X'inkinin 2 katı, dielektrik sabiti 3 katı ve dielektrik yoğunluğu ise 4 katıdır. Bu Y maddesinin kutuplanması  $P_m'$  ise,  $P_m/P_m'$  oranı nedir?

- a)3/2      b)2/3      c)5/4      d)4/5      e)8/3

5)Kutuplanabilirlikle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a)Toplam kutuplanabilirlik; elektronik, iyonik ve dipolar olmak üzere üç kısımdan oluşur.  
b)Elektronik kutuplanabilirlik, elektron kabuğunun çekirdeğe göre yer değiştirmesinden oluşur.  
c)İyonik kutuplanabilirlik, yüklü iyonun başka nötral atomlara göre bağlı hareketinden oluşur.  
d)Dipolar kutuplanabilirlik, kalıcı elektriksel dipole sahip moleküllerin uygulanan bir elektrik alanı ile dönmelerinden oluşur.  
e)Dielektrik sabiti, optik frekanslarda hemen hemen tümü ile elektronik kutuplanabilirlikten oluşur.

6)Ferroelektrik kristallerle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a)Bir kristalde dış elektrik alanın etkisiyle ortaya çıkan elektriksel kutuplanmaya ferroelektriklik denir.      b)Ferroelektrik kristallerde kendiliğinden ortaya çıkan momentin doğrultusu elektriksel alanla değiştirilebilir.      c)Normal olarak dielektrik durumda bulunan bir kristal, elektriksel alan artırılıp tekrar yavaşça azaltıldığında histerisis gösterirler.      d)Kuvvetli ferroelektrik kristallerde, sıcaklığın değişmesi kendiliğinden ortaya çıkan momenti değiştirmez.      e) Ferroelektriklikten ısıtılarak paraelektrikliğe geçiş ikinci dereceden bir faz geçişidir.

7)Normal durumda duran iki atoma, bir gelişigüzel elektrik alan etki etmeye başlarsa, kutuplanma da başlamış olur. Atomu kutuplandırabilmek için yapılması gereken iş cgs'de  $W=(e^2 \cdot x^2)/(2 \cdot \alpha)$  dır. Atomlar arasındaki uzaklık a olduğuna göre,  $\alpha$  ferroelektrik kutuplanabilirlik nedir? ( $\alpha:\text{cm}^3$  boyutunda)

- a) $(4/3) \cdot \pi \cdot a^3$       b) $2 \cdot \pi \cdot a^3$       c) $2 \cdot a^3$       d) $a^3$       e) $a^3/2$

8)Bir ferroelektrik kristalin bir boyutta Landau serbest enerji yoğunluğu  $F(P:T,E)=-EP+g_0+(1/2)g_2P^2+(1/4)g_4P^4+\dots$  şeklindedir. Buradaki g değerleri sıcaklığa bağlıdır. Elektriksel alan içerisinde, denge kutuplanması  $dF/dP=0$  olup,  $T_0$  Curie sıcaklığında  $g_2=\gamma(T-T_0)$  dır.  $T<T_0$  için, uygulanan alan sıfır ise, Landau serbest enerjisinin minimum değerinde,  $|P_s|$  kutuplanmanın büyüklüğü nedir ? ( $\gamma$ :kutuplanma giderici faktör)

- a) $\left(\frac{g_4}{\gamma}\right)^{3/2} (T-T_0)^{3/2}$       b)  $g_4\gamma(T-T_0)^{3/2}$       c)  $\left(\frac{g_4+g_0}{\gamma}\right)(T_0-T)^{1/2}$       d)  $\left(\frac{\gamma}{g_4}\right)^{1/2} (T_0-T)^{1/2}$   
e)  $\left(\frac{\gamma}{g_4}\right)(T_0-T) \cdot e^{-T_0/T}$

9) Bir kristalin E elektrik alanının etkisi altındaki denge kutuplanmasında, dielektrik sabiti,  $dF/dP$ 'den bulunabilmektedir. Kristalin geçiş sıcaklığı üzerindeki sıcaklıklarda denge halinde elektrik alanı  $E=\gamma(T-T_0)P$  dir. II.dereceden bir faz dönüşümü için  $T_0=700$  K olduğuna göre,  $T=705$  K sıcaklığında, cgs'de  $\epsilon$  dielektrik sabiti nedir? ( $\gamma=4\pi$ )  
a)6/5      b)5/4      c)3/2      d)2      e)8/3

10) kurşun zirkonat ( $PbZrO_3$ ) kristali için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?  
a)  $\epsilon(T)$  eğrisi belirli bir sıcaklıkta ( $T_c=230$  C<sup>0</sup>) keskin maksimum gösterir      b)  $\epsilon(T)$  'nin maksimum değerinin üzerinde Curie-Weiss kanununa uyar  
c) Geçiş sıcaklığında kristalin simetrisi azalarak, yapı kübikten rombiğe dönüşür      d) Geçiş sıcaklığının üzerinde kristal antiferroelektrik durumdadır  
e) Kristalin dielektrik sabiti  $\epsilon(T)$  bir maksimumdan geçer ve ısı sığasında bir süreklilik gözlenir.

11) Bir piezoelektrik kristal (Kuartz kristali gibi) üzerine bir E elektrik alanı uygulanıyor. Kristalin dielektrik alınganlığı 1/12, piezoelektrik zorlanma sabiti d, elastik uyum sabiti s ve kutuplanması P dir.  $E.\chi=P/2$  ve  $s=3.d^2$  olduğuna göre, e elastik zorlanma sabiti kaç Pd dir?  
a)5/2      b)5      c)15/2      d)10      e)25/2

## CEVAPLAT-TEST-12

1-b    2-c    3-a    4-d    5-c    6-b    7-e    8-d    9-a    10-e    11-c

## TEST-13 (MANYETİK ÖZELLİKLER)

1) I-Manyetik alınganlık, mıknatıslanmanın manyetik alana oranı olarak tanımlanır.  
II-Manyetik alınganlığı pozitif olan maddelere diyamanyetik maddeler denir.  
III-Manyetik alınganlığı negatif olan maddelere paramanyetik maddeler denir.  
IV-Manyetik geçirgenliği +1'den çok çok büyük olan maddelere ferromanyetik maddeler denir.  
Maddelerin manyetik özellikleriyle ilgili yukarıda verilen tanımlardan hangileri doğrudur?  
a) I ve II      b) II ve III      c) III ve IV      d) I ve IV      e) II ve IV

2)  $1 \text{ cm}^2/\text{mol}$ ' ünde  $27.10^{18}$  tane atom bulunan  $H_2^4$  ün molar diyamanyetik alınganlık sabiti cgs'de  $10^{-6} \text{ cm}^3/\text{mol}$  olarak nedir? ( $m=9.10^{-28} \text{ g}$ ,  $q=5.10^{-10} \text{ esb}$ ,  $c=3.10^{10} \text{ cm/s}$ , kuantum seti (1,0,0),  $a_0=(1/2)10^{-8} \text{ cm}$ ,  $\langle r^2 \rangle_{nm}=(n^2 a_0^2 / 2z^2)[5n^2 + 1 - 3l(l+1)]$ )  
a)-0,24      b)-0,52      c)-0,78      d)-0,94      e)-1,56

3) Serbest elektron gazının diyamanyetik alınganlığı aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?  
a)  $\mu_B$  yörünge manyetik momentine      b) T sıcaklığa      c) N iletim elektronlarının sayısına      d)  $\mu$  elektronun manyetik momentine  
e) h Planck sabitine

4) Paramanyetizim: I-Sistemin toplam spininin sıfırdan farklı olduğu, elektron sayısı tek olan atomlarda görülür. II-Sistemin toplam spininin sıfırdan farklı olduğu, moleküllerde ve kristal yapı kusurlarında görülür. III-İç kabukları kısmen doldurulmuş  $Mn^{+2}$  ve  $Gd^{+3}$  gibi serbest atom ve iyonlarda görülür.

Paramanyetizm ile ilgili yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

a) Yalnız I      b) I ve II      c) II ve III      d) I ve III      e) I, II ve III

5) Bir dış manyetik alanda, bir mıknatısın enerjisi  $U=-\mu_0.H.Cos\theta$  şeklindedir. Burada  $\theta$ , alan H ile  $\mu_0$  manyetik moment arasındaki açıdır. Elemanter bir manyetin  $\theta$  açısı altında yönelmiş olması olasılığı Boltzmann fonksiyonu ile  $e^{\beta.Cos\theta}$  olarak verilir. Burada  $\beta=\mu_0 H/kT$  dir. Bu durumda  $\bar{\mu}$  ortalama manyetik moment nedir?

a)  $\mu_0(\tan\theta-1/\beta)$       b)  $(\mu_0/\beta)\tanh\theta$       c)  $\mu_0(\text{Coth}\theta-1/\beta)$       d)  $(\mu_0/\beta)\text{Coth}\theta$       e)  $\mu_0(\text{Sinh}\theta-\text{Cosh}\theta)$



6)NO gazından oluşan bir sisteme dışarıdan bir H manyetik alanı uygulanıyor. Gazın sıcaklığı T oldukça düşük, manyetik alan H oldukça zayıf ve  $\beta=\mu_0H/kT \ll 1$  dir. Bu durumda gazın bir gram molekülü için paramanyetik alınganlığı  $\chi_A$  dir. Bu gazın sıcaklığı yarıya indirilirse, yeni paramanyetik alınganlık kaç  $\chi_A$  olur? (Diğer parametreler sabit kalıyor)

- a)1      b)1/2      c)2      d)4      e)1/4

7)Serbest uzayda bir atomun ya da iyonun manyetik momenti  $\vec{\mu} = -g.\mu_B.\vec{J}$  şeklindedir. Burada

$g = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - l(l+1)}{2j(j+1)}$  büyüklüğünde,  $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m.c}$  Bohr manyetonu, J ise toplam açısal

momentum vektörüdür.manyetik alanda bulunan bir atomik sistem yalnızca iki kuantum düzeyine ( $m_j$ ) sahip ise, birim hacimde N tane atomun M bileşke mıknatıslanması aşağıdakilerden hangisidir? ( $m_j=\pm 1/2$ ,  $x=\mu_B/kT$ )

- a)N. $\mu$ .tanhx      b)N. $\mu$ .Cothx      c)N. $\mu$ .Sinhx      d)N. $\mu$ .Coshx      e)N. $\mu$ .e<sup>-x</sup>

8)Bir manyetik alanda J açısal momentum kuantum sayılı bir atomun 2j+1 tane eşit aralıklı enerji düzeyi vardır. N atomlu böyle bir sistemin mıknatıslanması  $M=N.g.J.\mu_B.B_j(x)$  şeklindedir. Burada

$x=g.J.\mu_B.B/kT$ ,  $B_j(x)$  ise Brillouin fonksiyonudur.  $B_j(x) = \frac{2j+1}{2j} \text{Coth} \left[ \frac{(2j+1)x}{2j} \right] - \frac{1}{2j} \text{Coth} \left( \frac{x}{2j} \right)$

için  $x \ll 1$  ve  $j=1/2$  durumunda paramanyetik alınganlık  $\chi_p$  nedir? [ $\text{cothy}=(1/y)+(y/3)+\dots$ ]

- a)N( $\mu_B/kT$ )<sup>2</sup>      b)(kT/N $\mu_B$ )<sup>1/2</sup>      c)(N $\mu_B/kT$ )      d)(N $\mu_B^2/kT$ )      e)(NkT/ $\mu_B^2$ )

### CEVAPLAR-TEST-13

- 1-d    2-b    3-b    4-e    5-c    6-c    7-a    8-d

### TEST-14 (FERROMANYETİKLİK, ANTİFERROMANYETİKLİK, MANYETİK REZONANS)

1)Curie kanununa göre paramanyetik alınganlık  $\chi_p=C/T$  şeklindedir. Manyetik atomun kristal ile etkileşmesi sonucu oluşan etkin alan  $B_E=\lambda.M$  şeklinde, M mıknatıslanma ile orantılıdır. Paramanyetik fazda uygulanan bir  $B_a$  alanı  $M=\chi_p(B_a+B_E)$  şeklinde mıknatıslanmaya sebep olur. Buna göre cgs'de, kendiliğinden mıknatıslanmanın olduğu durumda  $\chi$  alınganlık nedir? (C:Curie sabiti)

- a)C.T<sub>c</sub><sup>2</sup>/(T<sup>2</sup>-T<sub>c</sub><sup>2</sup>)      b)C/(T-T<sub>c</sub>)      c)C.T<sub>c</sub>/(T-T<sub>c</sub>)      d)C<sup>2</sup>/(1-T<sub>c</sub><sup>2</sup>)      e)C.T<sub>c</sub>/T<sup>2</sup>

2)Bir kristalin ortalama alan sabiti onun Curie sıcaklığına  $\lambda=T_c/C$  şeklinde bağlıdır. Curie sabiti C ise; N atom sayısına, g spektroskopik yarıлма sabitine, s spine, k Boltzman sabitine ve  $\mu_B$  Bohr manyetonuna bağlıdır. Buna göre Fe metali için; T<sub>c</sub>=1000 K, s=1, N=10<sup>17</sup>,  $\mu_B=10^{-17}$  ise  $\lambda$  nedir? (k=10<sup>-16</sup> erg/K)

- a)2250      b)300      c)3750      d)4250      e)500

3)Kuantum mekaniğinde i ve j atomları arasında, spin açısal momentumlar  $\vec{S}_i$  ve  $\vec{S}_j$  olmak üzere,  $U = -2J.\vec{S}_i.\vec{S}_j$  şeklinde bir değişim alanı enerjisi tanımlanır. Burada J, değişim integrali olup

ortalama alan teorisine göre  $J = \frac{3kT_c}{2Z.s(s+1)}$  şeklindedir. Buradaki Z ise bir atomun kaçınıcı komşusu

ile etkileştiğini belirtir. Bir bcc yapılı kristal için, s=1/2 ise U enerji değişimi ne olur?

- a)kT<sub>c</sub>/3Z      b)kT<sub>c</sub>/2Z      c)kT<sub>c</sub>7Z      d)2kT<sub>c</sub>/Z      e)3kT<sub>c</sub>/Z

4)Basit bir ferromanyetin, taban durumunda, bütün spinleri paraleldir. Her birinin büyüklüğü S olan ve en yakın komşu ile Heisenberg bağıntısı ile bağlı N tane spinin etkileşim enerjisi

$U = -2J \sum_{p=1}^N \vec{S}_p \vec{S}_{p+1}$  şeklindedir.  $\vec{S}$  spinleri klasik olarak dikkate alındığında ferromanyetin ilk uyarılmış durumunun enerjisi (yoğunluğu)  $U_1$  ne olur? (J: değişim integrali,  $U_0$ :taban durumu enerjisi)

- a)  $U_0+8J.s^2$     b)  $U_0-8J.s^2$     c)  $U_0+8J.s^2$     d)  $U_0-4J.s^2$     e)  $U_0+2J.s^2$

5) Bir ferromanyette p.spine etki eden etkin manyetik alan  $\vec{B}_p = (-2J/g\mu_B)(\vec{S}_{p-1} + \vec{S}_{p+1})$ , bu konumda  $\hbar \vec{S}_p$  açısal momentum değişme hızı ise  $\hbar \frac{d\vec{S}_p}{dt} = \vec{\mu}_p \times \vec{B}_p$  dir. zayıf uyarılma genliğinde klasik magnon dağılımı bağıntısı aşağıdakilerden hangisi olabilir? (p.spin için  $U = -2J.s \vec{S}_p (\vec{S}_{p-1} + \vec{S}_{p+1})$ , a örgü sabiti, k is dalga sayısıdır.)

- a)  $\hbar\omega = 4J.s.\sin ka$     b)  $\hbar\omega = 2J.s.\tan ka$     c)  $\hbar\omega = 2J.s.(1 + \sin^2 ka)$     d)  $\hbar\omega = 4J.s.(1 - \cos ka)$   
e)  $\hbar\omega = 4J.s.(1 + \sin ka)$

6) Antiferromanyetizm ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Bir katı içerisindeki spinler net moment sıfır olacak şekilde, birbirine paralel olmayan bir düzende bulunması durumuna antiferromanyetizm denir.  
b) Manyetik bir katının antiferromanyetik davranışa girdiği üst sıcaklık sınırına Neel sıcaklığı denir.  
c) ferrit grubu katılar, ferromanyetik bir katıdan beklenilenden daha az bir manyetik momente sahip olduğundan, hepsi antiferromanyetik özellik gösterir.  
d) Antiferromanyetik etkileşmeler sonucunda ferrimanyetizm oluşur.  
e) Bir antiferromanyetin alınganlığı  $T=T_N$  sıcaklığında sonsuz olmayıp, yalnızca hafif bir zirveden geçer.

7) Bir antiferromanyetiğin iki alt örgüsü için, etkin alanları  $B_A = B_a - \mu.M_B - \epsilon.M_A$  ve  $B_B = B_a - \mu.M_A - \epsilon.M_B$  şeklindedir.  $T > T_N$  paramanyetik bölgede alınganlık  $\chi_p = 2C/(T + \mu.C)$ , antiferromanyetik kristaller için alınganlık  $\chi_A = 2C/(T + \theta)$  dir. Buna göre  $\theta/T_N$  nedir?

- a) 1    b)  $(\mu + \epsilon)/(\mu - \epsilon)$     c)  $(\mu - \epsilon)/(\mu + \epsilon)$     d)  $\mu C/(\mu + \epsilon)$     e)  $\sin[(\mu - \epsilon)/(\mu + \epsilon)]$

8) Bir boyutlu iki antiferromanyet için; A antiferromanyetinde spin  $s=1/2$ , magnonların salınım açısal frekansı  $\omega_A$  dir. B antiferromanyetinin spini  $s=1$ , olup magnonların salınım açısal frekansı ise  $\omega_B$  dir. B'nin değişim integrali (J), A'nının iki katı olduğuna göre  $\omega_B/\omega_A$  oranı nedir? (ka, A ve B için aynıdır)

- a)  $2(3)^{1/2}$     b)  $2(7/3)^{1/2}$     c)  $3(2)^{1/2}$     d)  $2(3/2)^{1/2}$     e)  $4(2/3)^{1/2}$

9) Durgun bir  $B_0$  manyetik alanında,  $I=1/2$  spinli bir çekirdeğin enerji düzeylerindeki yarıllama nedir? ( $\mu$ : çekirdeğin manyetik momenti)

- a)  $2\mu B_0$     b)  $\mu B_0$     c)  $(1/2)\mu B_0$     d)  $(3/2)\mu B_0$     e)  $(3/4)\mu B_0$

10) Protonun manyetik momenti  $1,4.10^{-23}$  erg/gauss büyüklüğündedir. Proton  $B_0 = (3/2).10^3$  gaussluk manyetik alana konulduğunda rezonans soğurma frekansı kaç MHz olur? ( $\pi=3, \hbar=10^{-27}$  erg.s)

- a) 2,1    b) 1    c) 4,5    d) 6,2    e) 7

11) Çekirdek mıknatıslanması M olan birim hacimde N tane spinden oluşan spin örgü sistemi bir  $B_a = B_0 z^{\wedge}$  alanına konulduğunda, ısısal denge durumunda denge mıknatıslanmasının z bileşeni, denge durumunda olmadığından  $M_z$  dir. Boyuna durulma zamanı (spin-örgü durulma zamanı)  $T_1$  iken, z boyunca mıknatıslanma hızı  $dM_z/dt = (M_0 - M_z)/T_1$  dir. Buna göre  $M_z(t)$  nedir?

- a)  $M_0(1 + e^{-t/2T_1})$     b)  $M_0(1 - e^{-t/T_1} + e^{t/T_1})$     c)  $M_0(1 - e^{-t/T_1})$     d)  $M_0 e^{-t/T_1}$     e)  $M_0 \tanh(t/T_1)$

12) Bir manyetik dipoller örgüsünde, yakın komşu etkileşmelerinde manyetik alan  $B \approx \mu/r^3$  (cgs) şeklindedir. En yakın iki proton arasındaki uzaklık  $2 \text{ \AA}$  olduğu durumda proton emilmesi spin rezonans çizgi genişliği kaç gausstur? ( $\mu = 1,4 \cdot 10^{-23}$  erg/gauss, komşular gelişigüzel yönelmiş)

- a)1,25      b)1,75      c)1      d)2      e)3,25

13) Kuvvetli bir manyetik alanda, serbest bir atomun ya da iyonun enerji düzey şeması, elektron düzeylerinin Zeeman enerji yarılmaları ile belirlenir. Bu çok ince etkileşimde  $\Delta m_s = \pm 1$  ve  $\Delta m_l = \pm 0$  de, frekanslar  $\omega_{1,2} = \gamma H_0 \pm a/2\hbar$  dır. Buna göre Hidrojen atomunun çekirdeğindeki yarımla kaç MHz'dir? ( $\pi = 3$ ,  $\hbar = 10^{-27}$  erg.s,  $a = 168 \cdot 10^{-19}$  erg)

- a)760      b)1200      c)1300      d)1400      e)1600

14) Bir antiferromanyette; öncelikle manyetik anizotropiden dolayı büyük bir enerji birikimi, sonra da manyetik alt örgüler arasında değişim alanı oluşur. Bu etki parametreleri  $B_A$  ve  $B_E$ , etki eden dış alan da  $B_a$  olduğunda antiferromanyetik rezonans  $\omega_{1,2} = g \cdot \mu_B \cdot \{ [B_A(2B_E + B_A)]^{1/2} \pm (1-\alpha)B_a \} / \hbar$  şeklinde olur. Burada  $\alpha$ , mıknatıslanma giderici faktördür. Bir x antiferromanyetinde  $B_E = 4B_A$  ve  $B_a = 10B_A$  ise  $\alpha = 3/4$  için frekansın maksimum değerinin minimum değerine oranı ( $\omega_{\max}/\omega_{\min}$ ) nedir?

- a)11      b)14      c)19      d)7      e)4/3

15) Knight kayması ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Bir metalde çekirdek spininin rezonansı, diyamanyetik katınınkinden biraz daha farklı bir alanda gözleniyorsa Knight kayması oluşmuştur.  
b) Knight kayması, verilen bir manyetik alan için, daima yüksek frekansa doğrudur.  
c) Knight kayması frekansa ve manyetik alana  $K = \Delta\nu/\nu = -\Delta B/B$  şeklinde bağlıdır.  
d) Knight kayması; spine, manyetik alınganlığa ve çekirdeğin manyetik dipol momentine bağlıdır.  
e) Knight kayması; ağır elementler için küçük, hafif elementler için büyük olur.

## CEVAPLAR-TEST-14

- 1-b    2-c    3-e    4-a    5-d    6-c    7-b    8-e    9-a  
10-e    11-c    12-b    13-d    14-a    15-e

**Mehmet TAŞKAN**