

Inlämning senast fredag 21.4 kl. 16:00.

1. Visa att den magnetiska vektorpotentialen

$$\mathbf{A} = \frac{B\rho}{2} \hat{\mathbf{c}} \quad (1)$$

som ges i samband med Langevins diamagnetism i föreläsningssanteckningarna motsvarar ett yttre magnetfält B riktat i z -riktningen.

2. Beskriv kort

- (a) Diamagnetism
- (b) Paramagnetism
- (c) Ferromagnetism
- (d) Antiferromagnetism
- (e) Ferrimagnetism

samt ge exempel på material i dessa kategorier.

3. Du har fyra provbitar som ser identiska ut:

- (a) En permanent magnet
- (b) Ett diamagnetiskt material
- (c) Ett paramagnetiskt material
- (d) Ett icke-magnetiserat ferromagnetiskt material

Till ditt förfogande har du järnpulver och en magnetometer, hur bär du dig åt för att identifiera provbitarna?

4. Använd 2D Ising-modell-appletten nere på sidan <http://mokslasplus.lt/rizikos-fizika/en/ising-model>. Skissa magnetiseringen som funktion av temperaturen (i valfri enhet) med $J = 1$, dels för inget yttre magnetfält ($h = 0$), dels för ett yttre magnetfält (välj $0 < h \leq 1$). Notera att temperaturen i appletten ändras med parametern $\propto J/kT$, dvs. inverst beteende. Uppskatta den kritiska temperaturen på basen av skisserna och verifiera för $h = 0$ att den stämmer överens med värdet som gavs i föreläsningssanteckningarna.

5. Betrakta det ferrimagnetiska systemet i bilden på sidan 39 i kapitel 15 av föreläsninganteckningarna. Anta att energin i systemet kan beräknas med Heisenbergs operator

$$H = - \sum_i \sum_{j \neq i} \mathcal{J}_{ij} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j , \quad (2)$$

så att man antar att alla spinnvektorer i enhetscellen växelverkar med alla andra (utom sig själv), med en växelverkningskonstant som är oberoende av avståndet. Betrakta fyra möjliga tillstånd för spinnena i enhetscellen:

- (a) som i bilden,
- (b) alla spinn parallella,
- (c) $S = 2$ -spinnen uppåt, annars som i bilden,
- (d) de oktaedriskt $S = \frac{5}{2}$ -spinnen uppåt, annars som i bilden.

Visa genom explicit beräkning att ifall $\mathcal{J}_{AA}, \mathcal{J}_{AB}, \mathcal{J}_{BB} < 0$ och $|\mathcal{J}_{AB}| > |\mathcal{J}_{BB}|, |\mathcal{J}_{AA}|$ är fall (a) det energetiskt mest fördelaktiga.