ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

2.

$$\left(\mathbf{p}+e\mathbf{A}\right)^2 = p^2 + 2e\mathbf{A}\cdot\mathbf{p} + e^2A^2 = p^2 + e\mathbf{B}\times\mathbf{r}\cdot\mathbf{p} + e^2A^2 =$$

$$p^2 + e(\mathbf{r}\times\mathbf{p})\cdot\mathbf{B} + \tfrac{1}{4}e^2B^2(x^2+y^2)$$

$$H_{\text{int}} = \frac{1}{2m_e}e\vec{\ell}\cdot\mathbf{B} + \frac{1}{8m_e}e^2B^2(x^2+y^2) =$$

$$= \frac{e\hbar}{2m_e}B + \frac{1}{8m_e}e^2B^2(x^2+y^2) = \mu_{\text{B}}B + \frac{1}{8m_e}e^2B^2(x^2+y^2)$$

Έτσι προεκυψε αναποφευκτα η μαγνητονη του Bohr. Σχεση με τυπο (5.6);

3. Ο ρόλος του μαγνητικού πεδίου στη διδιάστατη περίπτωση συνίσταται στο να συμπιέσει όλες τις καταστάσεις που βρίσκονται σε ένα ενεργειακό πλάτος $\hbar\omega_c$ σε μια κοινή ενεργειακή στάθμη της οποίας ο εκφυλισμός η οφείλει να είναι ίσος με $\eta=\rho\hbar\omega_c$, επειδή ο αριθμός καταστάσεων διατηρείται.

$$\eta = Sm_e\hbar\omega_c / 2\pi\hbar^2 = SeB / 2\pi\hbar$$

4. Προφανώς θα πρέπει (αγνοώντας το σπιν) ο αριθμός των ηλεκτρονίων N_e να είναι ίσος με *ηq*

$$qSeB / 2\pi\hbar = N_e \Rightarrow B = 2\pi\hbar N_e / qSe = 2\pi\hbar n_e / qe \quad (1)$$

Αντικαθιστώντας στον τύπο για την αντισταση Hall την παραπανω τιμή του *B* έχουμε

$$-R_{yx} = \frac{1}{e\,n_e} B = \frac{h}{e^2 q} \qquad (2)$$

Οι τιμες αυτές στη (2) για q=2, 3, 4, . . . είναι αυτές όπου εμφανίζονται οι οριζόντιες ευθείες γραμμές στο Σχ.5.3

ΠΡΟΣΟΧΗ: Για την επόμενη Πέμπτη, 26/3/2020 **η πρώτη άσκηση** είναι να αναπαράγετε με ακρίβεια (κατά προτίμηση μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή ή σε μιλλιμετρέ χαρτί) το Σχ.5.3 σχεδιάζοντας τις οριζόντιες ευθείες βάσει της (2) και τις κάθετες ευθείες βάσει της (1). Στη συνέχεια αντικαταστήστε τις οριζόντιες ευθείες και τις κάθετες ευθείες με κατάλληλα επιλεγμένα ευθύγραμμα τμήματά τους, ώστε να προκύψει η τμηματική, δίκην σκάλας, καμπύλη του Σχ. 5.3. Στο ίδιο διάγραμμά σας σχεδιάστε το κλασικό αποτέλεσμα για το $-R_{yx}$.

5. Οι συμβολές στη μαγνητική επιδεκτικότητα είναι κατά αναμενόμενο μέγεθος οι εξής:

(α) Τύπος (5.17) **μαζί με τις επομενες 5 γραμμές**. Θερμοκρασια για ολες τις περιπτωσεις T=1500°

SI, $\chi_m = \frac{S(S+1)\alpha^2}{\overline{r}_a^3} \frac{(e^2 / a_B)}{k_B T} =$

(β) Η μικρη διαμαγνητική συμβολή του τύπου (5.14).

SI, $\chi_m = -\alpha^2 Z \left\langle r^2 \right\rangle / 2\overline{r}_a^3 a_B^2 = -$

(γ) Η παραμαγνητική συμβολή Pauli ελευθέρων ηλεκτρονίων του τύπου (5.18).

SI, $\chi_{m,P} = \frac{3 \times 0,814}{4} \frac{\zeta^{1/3}\alpha^2}{\overline{r}_a} =$

(δ) Η διαμαγνητική συμβολή ελευθέρων ηλεκτρονίων Landau του τύπου (5.20)

SI $\chi_{m,L} = -\frac{0,814}{4} \frac{\zeta^{1/3}\alpha^2}{\overline{r}_a} =$

Και για τις 4 παραπάνω περιπτώσεις επαληθευστε τους παραπανω τυπους (*χρησιμοποιώντας τον πινακα 15 που θα τον βρειτε διαβαζοντας προσεκτικα την ανακοινωση*

της 11/3/2020) και βρεστε τις αριθμητικές τιμές καθώς και το συνολικο νουμερο για την μαγνητική επιδεκτικότητα. Ό,τι δεδομενα χρειαστείτε πρεπει να τα υπολογισετε βασει του $\overline{r}_a$. Το $\langle r^2 \rangle$ να το εκτιμήσετε ως $\langle r^2 \rangle / a_B^2 \approx 1$ ή να απευθυνθειτε στο Τομο Ι., σελ 217. Το Z και το ζ του τρισθενους κατιοντος του σιδηρου είναι Z=… , ζ=… (ΠΡΟΣΟΧΉ! Εργαστείτε ειτε στο G-CGS ή στο SI αλλά **μη τα αναμιγνυετε.)**

Είναι οι τιμες της μαγνητικής επιδεκτικότητας ιδιες στο SI και στο G-CGS ; Αν όχι, ποια η σχέση τους ;