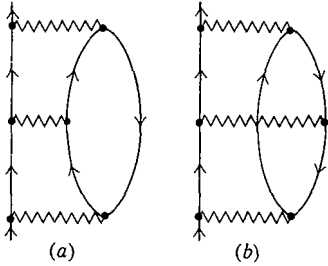


מצב מעובה ב' – תרגיל 5

1. רשמו ביטויים לדיאגרמות ה self-energy הבאות עבור אלקטרונים עם אינטראקציה קצרת טווח מהצורה $V_0\delta(\vec{r}-\vec{r}')$:



מדוע דיאגרמה a חשובה מדיאגרמה b בגבול של צפיפות אלקטרונית נמוכה?

2. נתבונן בגז אלקטרונים חופשיים בעלי ספין בשלושה מימדים.
 א. רשמו ביטוי לצפיפות רכיב הספין האלקטרוני בכוון z : S_z בעזרת אופרטורי שדה.
 ב. חשבו את הסוספטיביליות המגנטית של הגז לשדה מגנטי B בכוון z במסגרת Linear Response בגבולות $T \rightarrow 0$ (Pauli susceptibility) ו $T \gg T_F$ (Curie susceptibility). הניחו שדה קבוע במקום ובזמן.
 ג. נניח כעת קיומה של אינטראקציה דוחה בין האלקטרונים מהצורה $Un_\uparrow(\vec{r})n_\downarrow(\vec{r})$. רישמו ביטוי לסוספטיביליות המגנטית במסגרת קרוב RPA. כיצד היא מתנהגת כפונקציה של הטמפרטורה? מה מתרחש עם ירידת הטמפרטורה כאשר U גדול מספיק?

3. Nesting הינו מקרה בו קיים וקטור \vec{Q} עבורו הדיספרסיה של אלקטרונים חסרי אינטראקציה מקיימת בתחום סופי של \vec{k} את התנאי $\xi(\vec{k} + \vec{Q}) = -\xi(\vec{k})$.
 א. הראו כי זה המצב במקרה של אלקטרונים הנעים על סריג רבועי דו-מימדי בקרוב ה tight-binding שצפיפות האלקטרונים היא של אלקטרון אחד לנקודת סריג (half filling). מהו \vec{Q} ?
 ב. הראו כי במימד אחד תמיד קיים Nesting ב $Q = 2k_F$ בלי קשר לצפיפות האלקטרונים.
 ג. הראו כי בנוכחות Nesting הסוספטיביליות χ (ה density-density correlation function) מתנהגת עבור אלקטרונים חופשיים כ $\text{Re } \chi(\vec{Q}, \omega = 0) \sim -N(0) \ln\left(\frac{\Lambda}{T}\right)$ הינה צפיפות המצבים באנרגית פרמי Λ הוא cutoff הנקבע על ידי גודלו של התחום בו תנאי Nesting תקף.
 ד. הניחו כעת כי בין האלקטרונים אינטראקציה דוחה $V(\vec{r}-\vec{r}') = V_0\delta(\vec{r}-\vec{r}')$. מהי הטמפרטורה הקריטית בה המערכת הופכת להיות לא יציבה? מה אופי חוסר יציבות זו?