

امتحان پایان ترم فیزیک ماده چگال I

تاریخ : ۱۵ شهریور ۱۳۹۴

انجام : ساعت ۲ ساعت

شروع : ساعت ۹ صبح

تذکره :

الف) استفاده از هیچ منبعی مجاز نیست.

ب) از ۱۱ سوال فقط ۹ سوال پاسخ دهید. جواب سوالات به صورت خوانا در برگه های امتحانی نوشته شوند.

۱۱ سبک ای با ناهمبندی ϵ در سه بعد در نظر بگیرید. در هر نقطه \vec{r} سبک ای با \vec{k} مقدار دارد. مدل اسپین با هامیلتونی هایزبرگ $H = -J \sum_{\langle ij \rangle} \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$ که در آن $J > 0$ است داده می شود.

الف) نشان دهید اسپین کل دستگاه $\vec{S} = \sum_i \vec{S}_i$ پایسته است.

ب) اگر فضای اسپین ها در \vec{k} راستا \vec{e}_z قرار گیرند انرژی حالت پایه دستگاه را وقتی تعداد اسپین ها N است محاسبه کنید.

ج) اولین حالت برانگیخته دستگاه با حالت پایه (ب) چگونه است. برار حالت آن را بیابید.

د) اولین انرژی برانگیخته دستگاه را محاسبه کنید و نشان دهید انرژی برانگیخته k ف انرژی همفرادر.

۱۲ قضایای Noether و Goldstone mode را اثبات کنید.

۱۳ گان استرونی بدون برهمکنش با دانسیته استرونی n در دمای صفر در فضای d بعدی در نظر بگیرید.

الف) رابطه ω ، k ، انرژی حالت پایه، خطای حالات، نشان بین ذرات، تراکم پذیری باری و ظرفیت گرمایی ویژه در حجم V را بر حسب خطای n به دست آورید.

ب) اگر هامیلتونی دستگاه به صورت $\mathcal{H} = T + \lambda V(\vec{r})$ داده شود، $0 < \lambda \leq 1$ است

اثبات کنید $E(\lambda=1) = E(\lambda=0) + \int d\lambda V(\vec{r})$ که $E(\lambda)$ انرژی حالت

پایه دستگاه برای λ است.

۱۴) گاز الکترونی غیر تارگی در حضور میدان الکتریکی \vec{E} و تفسیر دمای $T(\vec{r})$ در نظر بگیرید.

الف) تابع توزیع غیر تارگی سیستم در حد تقریب بولتزمن را بنویسید.

ب) تقریب بولتزمن در چه شرایطی صادق است.

ج) معادله جریان ذرات و جفتی جریان انرژی را به دست آورید.

د) نشان دهید در این تقریب ضریب Seebeck متناسب با دماست و ضریب آن منفی است.

ه) علت فیزیکی منفی بودن ضریب را توضیح دهید.

۱۵) زنجیره تک ذره ای از اتم‌های یکسان با جرم m که به ترتیب در فواصل a و b از هم قرار گرفته اند را در نظر بگیرید. اگر پتانسیل موثر بین اتم‌ها را با نوسانگر هارمونیک تقریب بزنیم. مدهای فونونی سیستم را معاینه کنید.
ب) خصوصیات صفت فونونی را توضیح دهید.

۱۶) مایع الکترونی با N الکترون که در زمینه بار مثبت یونجا در حجم V قرار دارد را در نظر بگیرید. ذرات برهمکنش بلندبرد کولنی دارند.

الف) هامیلتونی کل دستگاه را بنویسید.

ب) هامیلتونی موثر دستگاه را در تقریب r لای به دست آورید.

ج) آیا مدل r لای می‌تواند سفوح تک فلز را توصیف کند؟ توضیح دهید.

۱۷) مایع الکترونی دو ذره ای با N الکترون در سطح که را در نظر بگیرید. سیستم در دمای بسیار کم است. انرژی حالت پایه سیستم را در تقریب هارتری - فاخ و مدل r لای معاینه کنید.

۱۸) فرض کنید یک اتم با پوسته اوربیتی d که دارای یک و یا دو الکترون در آن است داخل فلزی با دمای اتم‌های پوسته خارجی اوربیتی که هستند قرار گیرد.

الف) ساده ترین مدل هامیلتونی موثری که توصیف کننده برهمکنش بین اتم ناخالصی با فلز است را بنویسید.

ب) تبدیل یکانی بنویسید که هامیلتونی موثر فوق را قطری کند.

ج) انرژی برانگیختگی دستگاه را معاینه کنید.

د) توسط جفتی الکترون ناخالصی با اسپین σ را معاینه کنید.

۱۹ مشخصه‌های فیزیکی اثر کاندو چیست؟

ب) هامیلتونی مؤثر تباری در مدل اندرسون را بنویسید. راجع به علامت حثت‌شدگی تباری σ توضیح دهید.

ج) اگر $\tan \delta_0 = -d \sigma_0 N(0)$ و $\tan \delta_1 = \beta \sigma_0 N(0)$ باشد، δ جابجایی فاز برای حالت‌های اسپینی یک‌تایی و سه‌تایی باشد. $N(0)$ چگالی حالت فلز میزبان در سطح فیزیکی باشد. راجع به مقادیر β چه می‌توان گفت؟

د) حالت حثت‌شدگی پیراکندی اسپین الکترون با اسپین ناخالصی چگونه است؟
ه) دمای کاندو با چه کمیت‌های فیزیکی رده‌بندی شود.

و) مقاومت الکتریکی فلز میزبان در حضور ناخالصی مغناطیسی در فضای d تایی بر حسب دما چگونه است.

ز) مسیر قیاس‌پذیری هندسی حثت‌شدگی در مدل اندرسون و در حد اختلال مرتبه دوم را در فضای پارامترها رسم کنید. در صورت جواب تحسین فیزیکی ارائه نمایید.

۱۱. قضیه Bohm - Pines را نقطه‌باز کنید

ب) از این قضیه چه مفهوم فیزیکی به دست می‌آید.

ج) امدهای پلاسمونی چیست و حدود انرژی آن در $d=3$ چه مقداری است.

د) چرا اندازه مد پلاسمونی به اندازه عاتی فلز حساس است.

ه) متوسط تغییرات چگالی ذرات الکترونی با برهمکنش را در تقریب هارتری - تاخیر محاسبه کنید و از آنجا مقدار بردار مدج هارتری - تاخیر را به دست آورید.

۱۱) فرض کنید رسکاه فرمیونی سب زدهای تحت میدان خارجی ضعیف $A^+ + c.c$ $F_{we}^{-i\omega t}$ قدر برنده است.

الف) متوسط توان وابسته به فرکانس که توسط میدان خارجی به سیستم وارد می‌شود را محاسبه کنید و نشان دهید این بدان معنی است.

ب) اگر میدان خارجی پتانسیل اسکالر باشد با چگالی ذرات حثت‌شده باشد تابع پاسخ چگالی - چگالی را فقط بنویسید.

ه) رابطه قسمت برحسوی تابع پاسخ چگالی - چگالی را با تابع ساختار دینامیکی در دمای T محاسبه کنید.