

نام درس: فیزیک حالت جامد ۲

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک (جامد) - ۱۱۱۳۰۲۶

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

امام علی (ع): برتری مردم به یکدیگر، به دانش‌ها و خردهاست؛ نه به ثروت‌ها و تبارها.

۱. کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

الف. مدل الکترون تقریباً آزاد پاسخگوی ایجاد گاف انرژی است.

ب. گافهای انرژی از برهمکنش امواج الکترونیهای رسانش با مغزهای یونی بلور نتیجه می‌شوند.

ج. علامت ضریب هال را می‌توان از پاسخ الکترونها در بلورها در میدانهای اعمالی توجیه کرد.

د. ساختار نواری بلورها را اغلب می‌توان با مدل الکترون آزاد توصیف کرد.

۲. پهنای منطقه دوم بریلوئن در یک شبکه خطی با پارامتر a کدام است؟

الف. $\frac{\pi}{2a}$ ب. $\frac{\pi}{a}$ ج. $\frac{2\pi}{a}$ د. $\frac{4\pi}{a}$

۳. چگالی احتمالی برای موج ایستاده $\chi(+)$ و $\chi(-)$ به ترتیب برابر $4 \cos^2(\frac{\pi x}{a})$ و $4 \sin^2(\frac{\pi x}{a})$ می‌باشد. اختلاف انرژی بین

این دو حالت برای یک پتانسیل بلور به صورت $U(x) = 2 \cos(\frac{2\pi x}{a})$ کدام است؟

الف. U ب. $2U$ ج. $4U$ د. $8U$

۴. کدامیک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند مفهوم k را در تابع موج بلوخ توضیح دهید؟

الف. k اندازه حرکت الکترون داخل بلور است.

ب. تابع $u(r)$ به بردار موج k بستگی دارد.

ج. $\hbar k$ اندازه حرکت بلوری نامیده می‌شود.

د. معادله ویژه مقداری برای عملگر تکانه نمی‌توان تعریف کرد.

۵. محدوده تقریبی تراکم الکترونیهای رسانش بر حسب cm^{-3} نیمه فلزات کدام است؟

الف. $10^{13} - 10^{17}$ ب. $10^{15} - 10^{18}$ ج. $10^{17} - 10^{21}$ د. $10^{21} - 10^{23}$

۶. اگر انرژی الکترونی با بردار موج $\vec{k} \equiv (k_x, k_y)$ به صورت $E(\vec{k}) \equiv \frac{\hbar^2}{2m} (k_x + 2k_y)^2$ باشد. عناصر ماتریسی $(m^*)^{-1}$

کدام است؟

الف. $\frac{1}{m} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ ب. $\frac{1}{m} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ ج. $\frac{1}{m} \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$ د. $\frac{1}{m} \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: فیزیک حالت جامد ۲
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک (جامد) - ۱۱۱۳۰۲۶

مجاز است.

استفاده از ماشین حساب

کد سری سؤال: یک (۱)

۷. کدام یک از گزینه های زیر در مورد ساختار لبه نوار در نیم رسانای باگاف مستقیم صحیح نیست؟

الف. نوارهای ظرفیت در نزدیکی لبه شامل حفره های سنگین و حفره های سبک است.

ب. نوارهای حفره های سنگین و حفره های سبک در مرکز واگن اند.

ج. نوار مربوط به حفره های شکافتگی در اثر برهمکنش اسپین - مدار از نوارهای حفره های سنگین و سبک جدا می شوند.

د. شیب نوار مربوط به حفره های سبک در نزدیکی مبدأ کمتر از شیب نوار مربوط به حفره های سنگین است.

۸. وابستگی دمایی انرژی تراز فرمی برای یک نیم رسانا با مشخصه $m_e = m_h$ کدام است؟

الف. مستقل از دما
ب. متناسب با T
ج. $T^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{\alpha}{T}}$
د. $T^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{\alpha}{T}}$

۹. به نسبت مقدار سرعت رانشی به میدان الکتریکی گویند.

الف. توان ترمو الکتریکی
ب. ضریب پلته

ج. ضریب زبک
د. تحرک پذیری حامل

۱۰. به دوره ای بودن مشخصه ویژگیهای یک فلز در یک میدان مغناطیسی یکنواخت بر حسب $\frac{1}{B}$ ، می گویند.

الف. اثر شوبینکوف دوهاس
ب. اثر دوهاس - وان آلفن

ج. اثر کوهن - هاینه
د. اثر تشدید سیکلوترونی

۱۱. اگر \mathcal{E}_F انرژی فرمی الکترون آزاد، ω_c فرکانس سیکلوترون و E_g گاف انرژی باشد، شرط فرو ریزش مغناطیسی کدام است؟

الف. $\omega_F^2 > E_g (\hbar \omega_c)$
ب. $(\hbar \omega_c)^2 > \omega_F E_g$

ج. $\hbar \omega_c \omega_F > E_g^2$
د. $\hbar \omega_c E_g > \mathcal{E}_F^2$

۱۲. کدام k های مجاز در منطقه اول بریلوتن کدام است؟ (N تعداد سلولهای اولیه بلور است)

الف. N
ب. $2N$
ج. $\frac{N}{2}$
د. $4N$

۱۳. تعداد موثر مگنتونهای بور برای یک الکترون دارای $l=1$ ، $s=\frac{1}{2}$ کدام است؟

الف. $\frac{15}{2} g$
ب. $\frac{\sqrt{15}}{2} g$
ج. $\frac{3}{2} g$
د. $\frac{\sqrt{12}}{2} g$

نام درس: فیزیک حالت جامد ۲

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک (جامد) - ۱۱۱۳۰۲۶

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

۱۴. کدامیک از گزینه های زیر صحیح نیست؟

الف. منشاء قاعده اول هوند در اصل طرد و در دافعه کولنی بین الکترونهاست.

ب. قاعده سوم هوند پیامدی از علامت برهمکنش اسپین - مدار است.

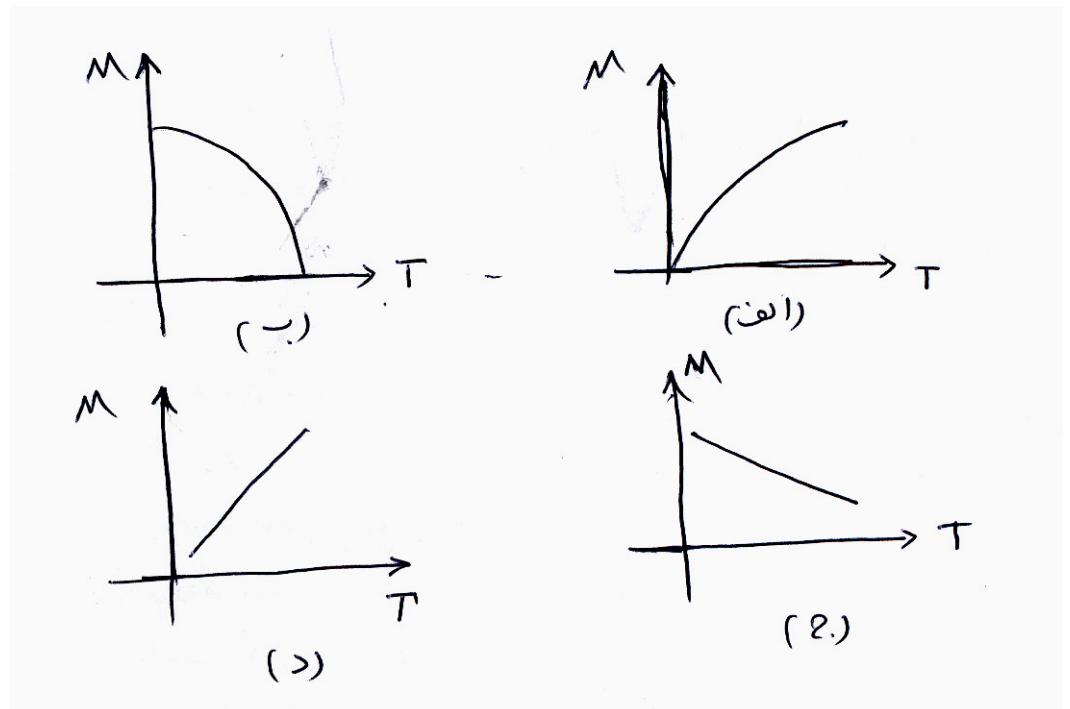
ج. پذیرفتاری دیا مغناطیسی در دماهای بالا و میدانهای ضعیف تر متناسب با $\frac{1}{T}$ است.

د. در دماهای پایین و میدانهای مغناطیسی قوی، مغناطش پارامغناطیس به مقدار اشباع می رسد.

۱۵. مطابق با معادله کلاسیکی لانژون وابستگی پذیرفتاری دیا مغناطیسی در واحد حجم با عدد اتمی Z کدام است؟

الف. $\chi \propto Z^2$ ب. $\chi \propto \frac{1}{Z^2}$ ج. $\chi \propto \frac{1}{Z}$ د. $\chi \propto Z$

۱۶. کدام یک از منحنیهای زیر، تغییرات دمایی مغناطش را در مواد فرومغناطیس می دهد؟



۱۷. کدام یک از گزینه های زیر در مورد امواج اسپینی صحیح است؟

الف. در طول موجهای کوتاه $\omega \propto k^2$

ب. دمای کوری در قانون کوری - وایس، $T_c = c^2 \lambda$ است.

ج. به برانگیختگیهای بنیادی یک دستگاه اسپینی مگنون گویند.

د. انرژی حالت پایه امواج اسپینی برابر $\hbar \omega_k$ می باشد.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: فیزیک حالت جامد ۲
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک (جامد) - ۱۱۱۳۰۲۶

مجاز است.

استفاده از ماشین حساب

کد سری سؤال: یک (۱)

۱۸. کدام یک از گزینه های زیر در مورد پراش نوترونها صحیح نیست؟

الف. نوترونها فقط توزیع مغناطیردگی الکترونی را می بینند.

ب. گشتاور مغناطیسی نوترون با گشتاور مغناطیسی الکترون بر همکنش می کنند.

ج. در پراکندگی، ناکشسان یک نوترون می تواند یک مگنون را خلق و یا نابود کند.

د. برای تعیین تجربی طیف مگنون از پرتو نوترونی استفاده می شود.

۱۹. اگر M نماینده یک فلز سه ظرفیتی باشد فرمول عمومی $M_{\mu}Fe_{\delta}O_{1\mu}$ بیانگر چه گروهی از مواد مغناطیسی است.

الف. فرو مغناطیس ها ب. پاورو مغناطیس ها ج. فری مغناطیس ها د. نارسنگهای آهن

۲۰. در کدام یک از مواد مغناطیسی زیر رفتار پذیرفتاری مغناطیسی در زیر دمای بحرانی آن بی نهایت نیست؟

الف. پارا مغناطیس ب. فرو مغناطیس ج. همه مواد مغناطیسی د. پادفرو مغناطیس

سوالات تشریحی

بارم هر سوال ۱/۷۵ نمره است.

۱. نوارهای انرژی الکترون آزاد را برای یک شبکه بلوری FCC در تقریب شبکه خالی، ولی در نمایش منطقه ای تحویل یافته که در

نظر بگیرید. انرژی تمام نوارها را در جهت $[111]$ تا شش برابر انرژی پایین ترین نوار در مرز منطقه یعنی در $k = \frac{2\pi}{a}(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$

بطور تقریبی رسم کنید.

۲. با محاسبه تراکم حاملهای ذاتی p, n بر حسب گاف انرژی نواری E_g در دمای T رابطه تراز بندی موسوم به «قانون اثر جرم»

را اثبات نمایید.

۳. با در نظر گرفتن رابطه پاشندگی مگنونها در یک فرومغناطیس در یک بعد و با بر همکنش همسایه های اول (در حد طول موجهای بلند)

نشان دهید که تغییرات نسبی مغناطیردگی $\frac{\Delta M}{M(0)}$ متناسب با $T^{\frac{3}{2}}$ است.

۴. یک ماده پارا مغناطیس شامل N اتم که با گشتاور دو قطبی مغناطیسی μ غیر بر همکنش با هم را در نظر بگیرید. با اعمال یک

میدان مغناطیسی B ترازهای انرژی آن به صورت $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = m_J g \mu_B B$ تغییر می کنند که در آن g ضریب لانده،

N_B مگنتون بوهر و عدد کوانتمی m_J بین $-J$ و J تغییر می کند. با محاسبه مغناطش دستگاه در حد دمایی بالا و پایین پذیرفتاری

مغناطیسی را به دست آورید.