



سری سوال: یک ۱

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: فیزیک حالت جامد ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۶

۱- ساختار نواری بلورها با چگونه توصیف می شود؟

۰۲. به کمک مدل الکترون تقریباً آزاد

۰۱. به کمک مدل کرونیگ-پنی

۰۴. به شکل جامدی با یک سطح فرمی

۰۳. با اثر دو هاس-ون آلفن

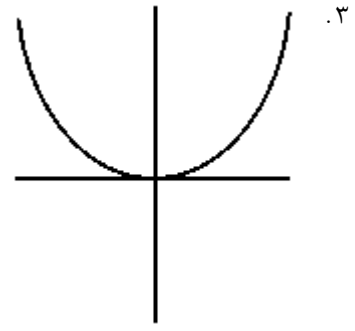
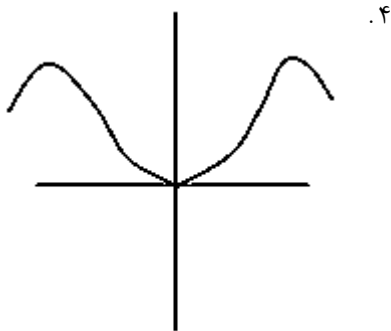
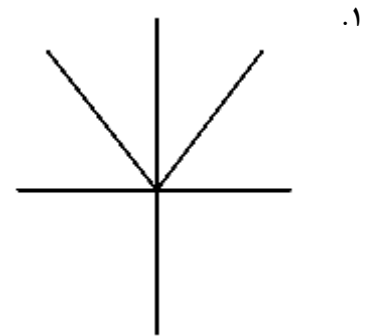
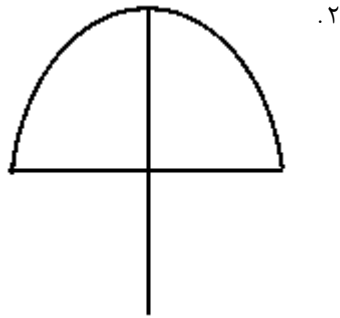
۲- شرط براگ برای پراش یک موج با بردار موج  $k$  در یک بعد کدام است؟ ( $G$  یک بردار شبکه وارون و  $n$  یک عدد صحیح است.)

۰۴.  $\pm \frac{3}{2G}$

۰۳.  $\pm \frac{1}{2G}$

۰۲.  $\pm \frac{3}{2}G$

۰۱.  $\pm \frac{1}{2}G$

۳- نمودار انرژی  $\mathcal{E}$  بر حسب بردار موج  $k$  برای یک الکترون آزاد کدام است؟

۴- بر حسب قضیه بلوخ، پاسخ های معادله شرودینگر برای یک پتانسیل دوره ای باید به چه شکل باشد؟

۰۲.  $\psi(\vec{r}) = u_k(\vec{r}) \tanh(i\vec{k} \cdot \vec{r})$

۰۱.  $\psi(\vec{r}) = u_k(\vec{r}) \sinh(i\vec{k} \cdot \vec{r})$

۰۴.  $\psi(\vec{r}) = u_k(\vec{r}) \ln(i\vec{k} \cdot \vec{r})$

۰۳.  $\psi(\vec{r}) = u_k(\vec{r}) \exp(i\vec{k} \cdot \vec{r})$

۵- اگر یک الکترون با تابع موج  $k$  به یک فونون با بردار موج  $q$  برخورد کند، چنانچه فونون در این برخورد جذب شود، قاعده گزینش کدام است؟ ( $G$  بردار شبکه وارون است.)

۰۴.  $k + G = 2q$

۰۳.  $k + q = G$

۰۲.  $k + G = q$

۰۱.  $k = G + q$



تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

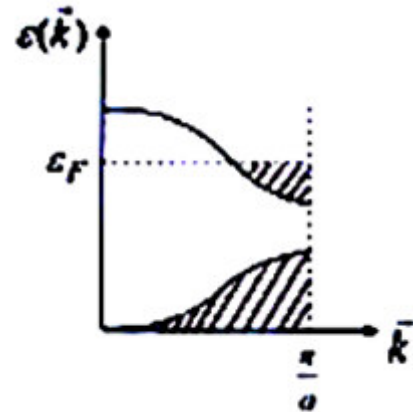
زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: فیزیک حالت جامد 2

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۳۰۲۶

۶- نوار انرژی شکل زیر مربوط به چه نوع ماده ای می تواند باشد؟ (قسمت های هاشور خورده توسط الکترون ها پر شده است).



۴. هیچ کدام

۳. نیمه فلز

۲. فلز

۱. عایق

۷- کدام گزینه در نیمرساناهای ذاتی برقرار است؟

۱. تعداد الکترون موجود در نوار رسانش و تعداد حفره های نوار ظرفیت برابرند.
۲. تعداد الکترون موجود در نوار رسانش از تعداد حفره های نوار ظرفیت بیشتر است.
۳. تعداد الکترون موجود در نوار رسانش از تعداد حفره های نوار ظرفیت کمتر است.
۴. ناخالصی دارند.

۸- کدام گزینه نادرست است؟

۱. گاف انرژی در نیمرساناها از مرتبه یک الکترون ولت است.
۲. مقاومت ویژه نیمرساناها بستگی چندانی به دما ندارد.
۳. هم الکترون های نوار رسانش و هم اوربیتال های خالی در نوار ظرفیت، در رسانندگی الکتریکی شرکت می کنند.
۴. به یک زوج الکترون - حفره مقید، آکسیتون گویند.

۹- کدام گزینه درباره جرم موثر درست است؟

۱. اگر انرژی در نوار فقط به طور جزئی به  $k$  بستگی داشته باشد، جرم موثر خیلی کوچک خواهد بود.
۲. منظور از جرم موثر منفی آن است که در رفتن از حالت  $k$  به  $k + \Delta k$  انتقال اندازه حرکت از الکترون به شبکه کوچک تر از انتقال اندازه حرکت از نیروی اعمال شده به الکترون است.
۳. وقتی جرم موثر سنگین باشد، تونل زنی الکترون از یک یون به یون مجاور خود در شبکه سریع تر صورت می گیرد.
۴. هر چه گاف انرژی بیشتر باشد اندازه جرم موثر در نزدیکی گاف کوچک تر خواهد بود.



سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: فیزیک حالت جامد 2

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۶

۱۰- کدام گزینه در مرز منطقه بریلوئن برقرار است؟

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial k} \geq 0 \quad .4$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial k} = 0 \quad .3$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial k} > 0 \quad .2$$

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial k} < 0 \quad .1$$

۱۱- کدام یک درباره سطح فرمی درست است؟

۱. سطح فرمی در صفر مطلق، اوربیتال های پرنشده را از اوربیتال های پر جدا می سازد.

۲. شکل سطح فرمی نمی تواند بیانگر ویژگی های الکتریکی فلز باشد.

۳. شکل سطح فرمی در طرح منطقه ای تحویل یافته بسیار ساده است.

۴. سطح فرمی الکترون مقید کروی است.

۱۲- بلوری با یک حفره دارای یک حالت خالی الکترونی در نواری است که اگر این حالت وجود نمی داشت پر می بود. کدام گزینه

برای آن نادرست است؟

$$\hbar \frac{dk_h}{dt} = e(E + \frac{1}{c} v_h \times B) \quad .2$$

$$k_h = -k_e \quad .1$$

$$m_h = -m_e \quad .4$$

$$\mathcal{E}(k_h) - \mathcal{E}(k_e) = 0 \quad .3$$

۱۳- کدام گزینه درست است؟

۱. ناخالصی های پذیرنده به فزونی حفره ها در مقابل الکترون ها منجر می شود و ناخالصی های دهنده باعث فزونی الکترون ها می شود.

۲. ناخالصی های پذیرنده به کاستی حفره ها در مقابل الکترون ها منجر می شود و ناخالصی های دهنده باعث فزونی الکترون ها می شود.

۳. ناخالصی های پذیرنده به فزونی حفره ها در مقابل الکترون ها منجر می شود و ناخالصی های دهنده باعث کاستی الکترون ها می شود.

۴. ناخالصی های پذیرنده به کاستی حفره ها در مقابل الکترون ها منجر می شود و ناخالصی های دهنده باعث کاستی الکترون ها می شود.

۱۴- اگر  $\chi$  پذیرفتاری مغناطیسی و  $T$  دمای مطلق باشد، ثابت کوری (C) برابر است با:

$$\frac{1}{T} \quad .4$$

$$\frac{T}{\chi} \quad .3$$

$$\frac{\chi}{T} \quad .2$$

$$\chi T \quad .1$$

سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: فیزیک حالت جامد ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۶

۱۵- پارامغناطیس الکترونی در چه مواردی یافت می شود؟

۱. اتم ها، مولکول ها و تنها آن ناراستی های شبکه که تعداد الکترون هایشان زوج است.

۲. اتم های آزاد و یون هایی که تمام پوسته داخلی آن ها پر باشد.

۳. نارساناها

۴. فلزات

۱۶- اثر دوهاس-ون آلفن عبارت است از:

۱. گردن کشیدن سطح فرمی برای پیوستن به وجوه شش ضلعی منطقه

۲. نوسان گشتاور مغناطیسی فلز به صورت تابعی از شدت میدان مغناطیسی استاتیکی

۳. فرو ریزش مغناطیسی الکترون ها در میدان های مغناطیسی بزرگ

۴. تغییر شرایط مرزی اعمال شده بر تابع موج، از شرایط شرودینگر به شرایط ویگنر-سایتس

۱۷- کدام روش در محاسبه نوارهای انرژی کاربرد ندارد؟

۱. روش ویگنر-سایتس      ۲. روش شبه پتانسیل      ۳. روش بلوخ      ۴. روش بستگی قوی

۱۸- کدام یک درباره مگنون ها درست است؟

۱. مگنون ها برانگیختگی های بنیادی در فرومغناطیس اند.

۲. رابطه پاشندگی مگنون ها در پادفرومغناطیس به صورت  $\hbar\omega \approx Jk^2 a^2$  است.۳. رابطه پاشندگی مگنون ها در میدان مغناطیسی خارجی صفر برای  $ka = 1$  به صورت  $\hbar\omega \approx J^2 ka$  است.۴. برانگیختگی گرمایی مگنون ها در دماهای پایین با  $T^{5/2}$  متناسب است.

۱۹- کدام ماده دارای گشتاور مغناطیسی خود به خودی است، یعنی حتی در میدان مغناطیسی صفر نیز دارای گشتاور مغناطیسی است؟

۱. پارامغناطیس      ۲. فرومغناطیس      ۳. پادمغناطیس      ۴. پادفرومغناطیس

۲۰- در پادفرومغناطیس پذیرفتاری مغناطیسی در بالای دمای نیل به چه شکل است؟

$$\chi = \frac{C}{T} \quad .1 \quad \chi = \frac{T}{C} \quad .2 \quad \chi = \frac{C}{T + \theta} \quad .3 \quad \chi = \frac{2C}{T + \theta} \quad .4$$



سری سوال: ۱ یک

زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

عنوان درس: فیزیک حالت جامد ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۲۶

## سوالات تشریحی

نمره ۱.۷۵

۱- الف) اثر دوهااس-ون آلفن را با رسم شکل توضیح دهید.

ب) در اثر دوهااس-ون آلفن، به کدام مدارها فرین می گویند؟

نمره ۱.۷۵

۲- الف) معادله حرکت یک الکترون در یک بلور را به دست آورید.

ب) اگر میدان مغناطیسی ثابت B اعمال شود، حرکت الکترون چگونه خواهد بود؟

نمره ۱.۷۵

۳- الف) دستگاهی از اسپین های یکسان و موضعی با  $S = \frac{1}{2}$  و  $g = 2$  را در نظر بگیرید. نشان دهید که

$$M = N\mu_B \tanh\left(\frac{\mu_B B}{k_B T}\right)$$

مغناطیدگی در آن از رابطه زیر به دست می آید که  $\mu_B$  مگنتون بوهر است.

ب) قواعد هوند را توضیح دهید.

نمره ۱.۷۵

۴- الف) پاسخ های معادله موج در یک شبکه دوره ای را به شکل توابع بلوخ بنویسید.

ب) بین بردار موج و بردار شبکه وارون چه رابطه ای برقرار است؟

ج) حالت های اشغال شده و ساختارهای نواری را برای یک عایق، فلز و نیمه فلز رسم کنید.