

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: یک ۱

درس: ابررسانایی و کاربرد آن

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۶۶

۱- در رابطه با ابررساناها کدام گزینه زیر درست است؟

۱. مقاومت در بالای دمای بحرانی با افزایش دما به تدریج کاهش پیدا می کند.
۲. مقاومت در دمای بحرانی به طور آنی به صفر می رسد.
۳. مقاومت در زیر دمای بحرانی با کاهش دما به طور ناگهانی به صفر می رسد.
۴. مقاومت در زیر دمای بحرانی با کاهش دما به تدریج کاهش پیدا میکند.

۲- کدام گزینه زیر در مورد اعمال میدان مغناطیسی در یک ابررسانا درست است؟

۱. تحت هر شرایطی میدان مغناطیسی به بیرون ابررسانا رانده می شود.
۲. اثر مایسنر-اکسکلود برای ابررسانایی نوع اول و دوم درست است.
۳. در ابررسانایی نوع دوم میدان مغناطیسی به درون سطح نفوذ نمی کند.
۴. در ابررسانایی نوع اول میدان مغناطیسی تا عمق کمی از سطح نفوذ می کند.

۳- گذار به حالت بینابین برای یک ابررسانای کروی در میدان مغناطیسی برابر است با:

$$H_o = H_{cm} \quad 1. \quad H_o = \frac{1}{3} H_{cm} \quad 2. \quad H_o = \frac{2}{3} H_{cm} \quad 3. \quad H_o = \frac{3}{2} H_{cm} \quad 4.$$

۴- رابطه  $\mathbf{A} \cdot \hat{n} = 0$  بردار یکه عمود بر سطح ابررسانا) به کدام مورد زیر اشاره دارد؟

۱. مرز جسم ابررسانا فاقد هر ابرجریانی است.
۲. شرایط پیوستگی جریان
۳. مرز جسم ابررسانا فاقد هر چشمه ابرجریان است.
۴. به پیمانه لندن اشاره می کند.

۵- نفوذ میدان مغناطیسی در عمق  $\lambda_p$  با برابر است با:

$$\lambda_p \approx (\lambda^2 \xi_o)^3 \quad 1. \quad \lambda_p \approx \lambda^2 \xi_o^{1/3} \quad 2. \quad \lambda_p \approx \lambda^2 \xi_o^{-1/3} \quad 3. \quad \lambda_p \approx \lambda^{2/3} \xi_o^{1/3} \quad 4.$$

۶- یک تیغه نازک حامل جریان به ضخامت  $d$  ( $\lambda \gg d$ ) در یک میدان مغناطیسی موازی با آن قرار دهیم کدام یک از بیان های زیر درست است؟

۱. چگالی جریان تا عمق معینی به درون فیلم نفوذ می کند.
۲. میدان مغناطیسی تا عمق معینی به درون فیلم نفوذ می کند.
۳. چگالی ابرجریان با عمق نفوذ به طور خطی تغییر می کند.
۴. هم میدان مغناطیسی و هم جریان به طور خطی تغییر می کند.

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱ یک

درس: ابررسانایی و کاربرد آن

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۶۶

۷- اگر یک سیم عایق بندی شده حامل جریان را با غلاف ابررسانایی بپوشانیم در صورت اتصال کوتاه بین سیم و ابررسانا:

۱. بیشتر جریان از ابررسانا و کمی هم از سیم شارش پیدا می کند.
۲. تمام جریان از سطح بیرونی، غلاف ابررسانایی شارش می یابد.
۳. این غلاف ابررسانایی قادر به استتار میدان مغناطیسی حاصل از سیم خواهد بود.
۴. چگالی جریان عبوری از سیم و ابررسانا یکسان خواهد بود.

۸- با توجه به رابطه  $F_{so} = F_n + \alpha |\psi|^2 + \frac{\beta}{2} |\psi|^4$  در مورد ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  داریم:

۱. ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  هر دو مستقل از دما هستند.
۲. برای  $T < T_c$ ، ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  مثبت هستند.
۳. پارامتر نظم در  $T < T_c$  متناهی و  $\alpha$  منفی است.
۴. ضرایب  $\alpha$  و  $\beta$  هر دو تابع دما هستند.

۹- معادله  $(i\vec{\nabla} + \frac{2\pi}{\phi_0} \vec{A}) \cdot \hat{n} \psi = 0$  تأکید می کند که هیچ ابرجریانی از فصل مشترک ..... نمی گذرد.

۱. ابررسانا- دی الکتریک
۲. ابررسانا- فلز
۳. ابررسانا- ابررسانا
۴. رسانا- دی الکتریک

۱۰- تغییرات طول همدوسی در گستره دمای نزدیک دمای بحرانی با کدام رابطه زیر داده می شود؟

$$\xi \propto (T_c - T)^{-1/2} \quad ۱.$$

$$\xi \propto \left(1 - \frac{T}{T_c}\right) \quad ۲.$$

۴. تابع دما نیست

$$\xi \propto \sqrt{(T_c - T)} \quad ۳.$$

۱۱- در اثر جوزفسون، حضور ولتاژ  $V$  در دو سر اتصال ضعیف موجب می شود که انرژی های زوج کوپر در ابر رساناهای دو سمت پیوندگاه با کدام یک از روابط زیر به یکدیگر مربوط شوند؟

$$E_1 - E_p = 2eV \quad ۲.$$

$$E_1 - E_p = 1eV \quad ۱.$$

$$E_1 - E_p = 2h \frac{\partial \phi}{\partial t} \quad ۴.$$

$$E_1 - E_p = \frac{h}{2eR} \frac{\partial \phi}{\partial t} \quad ۳.$$

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱ یک

درس: ابررسانایی و کاربرد آن

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۶۶

۱۲- کدام گزینه زیر درست است؟

۱. شار مغناطیسی ناشی از یک حلقه ابررسانایی مضرب نیم صحیحی از طول موج است.
۲. اگر دمای یک حلقه ابررسانای را افزایش دهیم شار آن تغییر نمی کند.
۳. شار مغناطیسی یک حلقه ابررسانا پیوسته است.
۴. ابرجریان در یک حلقه ابررسانا مقادیر کوانتیده اختیار می کنند.

۱۳- جواب معادله کرل-پرانج به کدام شکل زیر است؟

۱.  $\varphi(x) = \varphi(0) \exp(-x/\lambda_J)$
۲.  $\varphi(x) = \varphi(0) \exp(-x/\lambda_J)$
۳.  $\varphi(x) = \varphi(0) \exp(1-x/\xi)$
۴.  $\varphi(x) = \varphi(0) \exp(-x/\xi)$

۱۴- میدان خارجی برای گذار یک فیلم ابررسانایی (ابررسانای نوع دو) به ضخامت  $\xi$  برابر است با:

۱.  $\frac{\lambda}{\xi} H_{cm}$
۲.  $\frac{\lambda}{d} H_{cm}$
۳.  $\frac{\lambda}{d} H_{c2}$
۴.  $\sqrt{2} \lambda \xi H_{cm}$

۱۵- کدام گزینه زیر در مورد جریان بحرانی ابررسانای نوع دو درست نیست؟

۱. حرکت گرد شارها با اتلاف انرژی همراه است.
۲. گرد شارها می توانند توسط ناراستیها گیر افتند.
۳. اگر ابررسانا همگن باشد گرد شارها با اعمال نیروی کوچک شروع به حرکت می کنند.
۴. جریان القایی باعث پیدایش نیروی لورنتس روی گرد شارها می شود.

۱۶- کدام گزینه در مورد اکثر ابررساناها صحیح است؟

۱.  $N(0)V \leq 0.2$
۲.  $N(0)V \geq 0.3$
۳.  $N(0)V \leq 0.3$
۴.  $N(0)V \geq 0.2$

۱۷- کدام گزینه زیر در مورد گاف انرژی ابررساناها یا زوجهای کوپر درست است؟

۱. با افزایش دما از صفر مطلق، گاف انرژی کاهش می یابد.
۲. با افزایش دما از صفر مطلق، گاف انرژی تغییر نمی کند.
۳. با کاهش دما تعداد زیادی از زوجهای کوپر شکسته می شوند.
۴. تغییرات دمایی روی زوجهای کوپر بی تأثیر است.

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱ یک

درس: ابررسانایی و کاربرد آن

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (حالت جامد) ۱۱۳۰۶۶

۱۸- فرمول راتجرز بیانگر کدامیک از موارد زیر نیست؟

۱. ارتفاع پرش در دمای بحرانی را تعیین می کند.
۲. در دمای بحرانی پرش گسسته است.
۳. گرمای ویژه در دمای زیر دمای بحرانی خطی است.
۴. گرمای ویژه در دمای بالای دمای بحرانی خطی است.

۱۹- کدامیک از گزینه های زیر حالت پایه یک ابررسانا را بر حسب گاف انرژی و چگالی حالتها درست بیان می کند؟

$$1. \quad w = \frac{\Delta_0^2}{N(\circ)} \quad 2. \quad w = \frac{\Delta_0^2}{N(\circ)} \quad 3. \quad w = -\frac{\Delta_0^2}{2N(\circ)} \quad 4. \quad w = -\frac{N(\circ)\Delta_0^2}{2}$$

۲۰- کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

۱. آنتروپی در حالت ابررسانایی کمتر از حالت عادی است.
۲. آنتروپی در حالت ابررسانایی برابر با حالت عادی است.
۳. آنتروپی در حالت ابررسانایی بیشتر از حالت عادی است.
۴. با توجه دما هر حالتی می تواند اتفاق بیفتد.

### سوالات تشریحی

۲،۸ نمره

۱- عمق نفوذ میدان مغناطیسی را در یک ابررسانا با رسم شکل توضیح دهید و ثابت کنید که  $H = H_0 e^{-x/\lambda}$  است.

۱،۴ نمره

۲- کاربرد اثر جوزفسون و اسکوئیدها را بنویسید (از هر کدام دو مورد).

۱،۴ نمره

۳- الف- با ترسیم نمودار توضیح دهید که الکترونها چگونه از طریق فونونها می توانند با یکدیگر برهم کنش کنند؟  
ب- مدل BCS را برای این برهمکنشها توضیح دهید.

۱،۴ نمره

۴- رفتار مغناطیسی ویژه یک ابررسانا (اثر مایسنر) را در دو حالت زیر همراه با رسم شکل بررسی کنید.

الف - نمونه سرد شده و بعد میدان مغناطیسی اعمال شود.

ب- میدان مغناطیسی اعمال شده و بعد نمونه سرد شود.