

کد کنترل

531

A



## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»  
امام خمینی (ره)

رشته مهندسی متالورژی و مواد - (کد ۲۳۵۹)

مدت پاسخ گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد - روش های شناسایی و آنالیز مواد	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

- ۱- در یک کوپل نفوذی، پس از زمان ۵۰ ساعت، نشانگرهای نامحلول (Marker) به میزان  $0.0001\text{ m}$  نسبت به فصل مشترک ماتانو جابه‌جا شده‌اند. سرعت حرکت نشانگرها در این محل ( $x = 0.0001\text{ m}$ ) کدام است؟

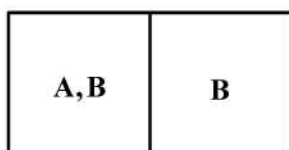
(۱)  $1.39 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(۲)  $2 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(۳)  $2.78 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

(۴)  $5.56 \times 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- ۲- کوپل نفوذی به صورت مقابل در دمای T آنیل می‌شود. پس از چه مدتی در فاصله  $x = 4\text{ mm}$  غلظت A به  $\frac{1}{4}C_A^0$  خواهد رسید؟ (ضریب نفوذ در دمای T برابر با  $4 \times 10^{-4} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$  است.)

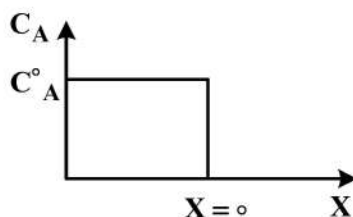


(۱) ۲۰۰ ثانیه

(۲) ۴۰۰ ثانیه

(۳) ۶۰۰ ثانیه

(۴) ۸۰۰ ثانیه



- ۳- یک چدن کربنی ساده که تحت شرایط تعادلی پایدار و شبه پایدار سرد شده است، دارای ساختاری شامل ۵۰٪ لدبوریت، ۳۰٪ سمنتیت، ۹٪ فریت، ۱۰٪ پرلیت و ۱٪ گرافیت است. این چدن به طور تقریبی چند درصد کربن دارد؟

(۲)  $4/5$

(۱)  $3/9$

(۴)  $5/2$

(۳)  $4/9$

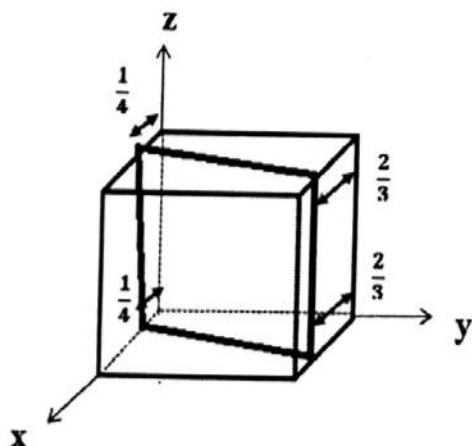
- ۴- نسبت چگالی اتمی صفحه (۱۱۰) ساختمان بلوری SC (مکعب ساده) به چگالی اتمی صفحه (۱۰۰) ساختمان بلوری FCC کدام است؟ (شعاع اتمی در هر دو ساختمان را مساوی هم در نظر بگیرید.)

(۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۱)  $\sqrt{2}$

(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$

(۳)  $\frac{\sqrt{2}}{3}$



۵- اندیس میلر صفحه بلوری نشان داده شده در شکل کدام است؟

(۱)  $(\bar{2} \ 5 \ 0)$

(۲)  $(12 \ \bar{5} \ 0)$

(۳)  $(12 \ \bar{7} \ 0)$

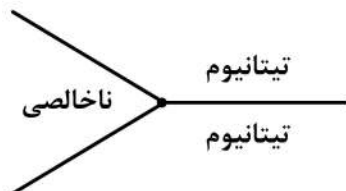
(۴)  $(\bar{12} \ \bar{7} \ 0)$

۶- در یکی از آلیاژهای تیتانیوم، انرژی مرزدانه بین دو دانه تیتانیوم  $0.79 \frac{J}{m^2}$  است. در دو نمونه مختلف، فازهای

ناخالص متفاوت از جنس ترکیبات بین فلزی وجود دارد. در نمونه شماره یک، انرژی بین دانه تیتانیوم و ناخالصی

$0.4 \frac{J}{m^2}$  و در نمونه شماره دو، انرژی بین دانه تیتانیوم و ناخالصی  $0.55 \frac{J}{m^2}$  است. کدام گزینه درمورد

شکل پذیری نمونه‌ها درست است؟



(۱) نمونه شماره یک شکل پذیری بهتری دارد.

(۲) نمونه شماره دو شکل پذیری بهتری دارد.

(۳) شکل پذیری نمونه به انرژی سطحی ناخالصی بستگی ندارد.

(۴) در دمای شکل دهی بالا، نمونه یک و در دمای شکل دهی پایین، نمونه دو شکل پذیری بهتری دارد.

۷- در فرایند رسوب سختی به صورت هم‌دما، کدام مورد درست است؟

(۱) با کاهش دمای تشکیل رسوب از دمای تعادلی تحول، زمان مورد نیاز برای تشکیل کامل رسوب، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۲) با کاهش دمای تشکیل رسوب از دمای تعادلی تحول، زمان مورد نیاز برای تشکیل کامل رسوب، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

(۳) با کاهش دمای تشکیل رسوب از دمای تعادلی تحول، زمان مورد نیاز برای تشکیل کامل رسوب به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد.

(۴) با کاهش دمای تشکیل رسوب از دمای تعادلی تحول، زمان مورد نیاز برای تشکیل کامل رسوب به‌طور پیوسته کاهش می‌یابد.

۸- نمونه‌ای از یک لوله با جنس فولاد ساده کم کربن، پس از کربوره کردن از سطح خارجی لوله در هوا سرد می‌شود.

در صورت آهسته گرم شدن مجدد لوله، کدام گزینه درست است؟

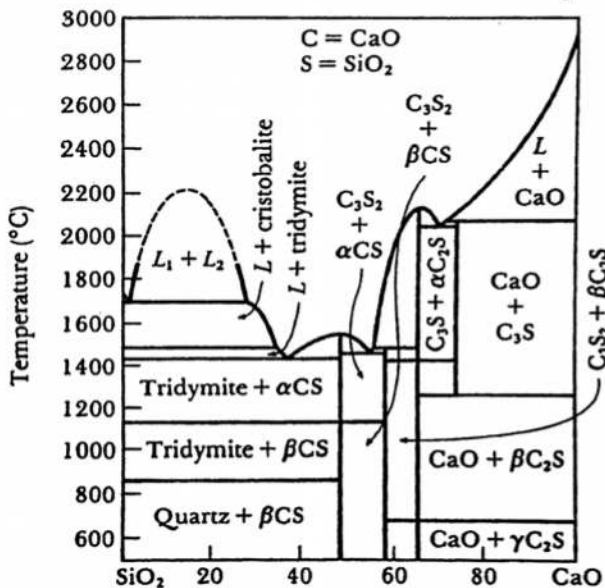
(۱) دمای کامل شدن تشکیل فاز آستنیت در سطح داخلی لوله بیشتر است.

(۲) دمای کامل شدن تشکیل فاز آستنیت در سطح خارجی لوله بیشتر است.

(۳) دمای کامل شدن تشکیل فاز آستنیت بستگی به ضخامت لوله دارد.

(۴) دمای کامل شدن تشکیل فاز آستنیت در سطح داخلی و خارجی لوله یکسان است.

- ۹- در نمودار تعادلی  $\text{SiO}_2 - \text{CaO}$  نشان داده شده در شکل زیر، از سمت راست به چپ، به ترتیب چند استتاله یوتکتیکی، منوتکتیکی، پریتهکتیکی و یوتکتوئیدی وجود دارد؟



- (۱) ۱، ۲، ۳ و ۴  
(۲) ۱ و ۲، ۲، ۲ و ۱  
(۳) ۱ و ۲، ۱، ۳ و ۱  
(۴) ۲ و ۱، ۱، ۳ و ۲

- ۱۰- اگر نسبت فاز  $\alpha$  به  $\beta$  در ساختار تعادلی لایه شکل آلیاژ دوتایی یوتکتوئیدی A-B، درست پس از انجام استتاله برابر  $\frac{3}{4}$  باشد، به فرض یکسان بودن چگالی  $\alpha$  و  $\beta$ ، درصد B در فاز  $\beta$ ، کدام است؟

$$\gamma(40\%B) \rightleftharpoons \alpha(20\%B) + \beta(x\%B)$$

- (۱) ۳۰  
(۲) ۴۰  
(۳) ۶۰  
(۴) ۷۰

- ۱۱- یک آلیاژ جامد دوتایی A-B با شبکه FCC دارای ترکیب ۴۰ درصد اتمی A و ۶۰ درصد اتمی B است. تعداد پیوندهای همنام A-A در این محلول اتفاقی برحسب  $N_0$  (عدد آووگادرو) کدام است؟

- (۱)  $0.96N_0$   
(۲)  $1.44N_0$   
(۳)  $2.88N_0$   
(۴)  $3.84N_0$

- ۱۲- اگر در دمای ۱۰۰۰ K در آلیاژ A-B درصد عنصر A در فاز  $\alpha$  (غنی از A) ۳٪ باشد، در صورتی که گرمای نهان ذوب عنصر B ۱۳۰۰۰ ژول باشد، اکتیویته B مذاب در دمای مذکور کدام است؟

$$T_{m/B} = 1300 \text{ K}$$

$$e^{\frac{1}{3}} = 1.4$$

- (۱)  $a_{B(\ell)} = 0.1$   
(۲)  $a_{B(\ell)} = 1$   
(۳)  $a_{B(\ell)} = 0.3$   
(۴)  $a_{B(\ell)} = 0.67$

۱۳- برای یک گاز معین معادله حالت  $PV = RT + BP$  داده شده است، که  $B$  تابعی از دما می باشد. مقدار عبارت  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  کدام است؟

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -\frac{RT^2}{(V-B)^2} \left(\frac{dB}{dT}\right) \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -\frac{RT}{(V-B)^2} \left(\frac{dB}{dT}\right) \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{RT^2}{(V-B)^2} \left(\frac{dB}{dT}\right) \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = +\frac{RT}{(V-B)^2} \left(\frac{dB}{dT}\right) \quad (۳)$$

۱۴- جزء  $A$  و جزء  $B$  در حالت های جامد و مایع محلول های با قاعده تشکیل می دهند. گرمای مولی کلی انحلال  $(\Delta H^M)$  بر حسب ژول برای محلول های مایع  $\frac{20000}{T} X_A X_B$  و برای محلول های جامد  $\frac{200000}{T} X_A X_B$  است. اگر نقاط ذوب  $A$  و  $B$  به ترتیب  $1000\text{ K}$  و  $900\text{ K}$  و گرمای نهان ذوب آن ها به ترتیب  $6000$  و  $5200$  ژول بر مول باشد، معادله انرژی آزاد مولی کلی انحلال محلول های جامد  $(\Delta G_S^M)$  بر حسب  $X_A$  و  $X_B$  در دمای  $T$  (پایین تر از نقاط ذوب  $A$  و  $B$ ) در کدام گزینه درست است؟

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$\Delta G_S^M = 8.314T(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B) + \frac{200,000}{T} X_A X_B \quad (۱)$$

$$\Delta G_S^M = 8.314T(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B) + \frac{20,000}{T} X_A X_B + \frac{200,000}{T} X_A X_B \quad (۲)$$

$$\Delta G_S^M = 8.314T(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B) + 6000 \left(\frac{1000-T}{1000}\right) X_A + 5200 \frac{900-T}{900} X_B \quad (۳)$$

$$\Delta G_S^M = 8.314T(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B) + \frac{200,000}{T} X_A X_B - \frac{20,000}{T} X_A X_B \quad (۴)$$

۱۵- انرژی آزاد گیبس یک مخلوط دوجزئی از رابطه  $\frac{G^E}{RT} = Bx_1x_2$  پیروی می کند، که در آن  $B = B(T, P)$  است.

توابع  $S^E$  و  $V^E$  برابر کدام گزینه است؟

$$S^E = -R \left[ B + T \left( \frac{\partial B}{\partial T} \right)_P \right]_{x_1x_2}, V^E = -RT \left( \frac{\partial B}{\partial P} \right)_T_{x_1x_2} \quad (۱)$$

$$S^E = -R \left[ B + T \left( \frac{\partial B}{\partial T} \right)_P \right]_{x_1x_2}, V^E = RT \left( \frac{\partial B}{\partial P} \right)_T_{x_1x_2} \quad (۲)$$

$$S^E = +R \left[ B + T \left( \frac{\partial B}{\partial T} \right)_P \right]_{x_1x_2}, V^E = RT \left( \frac{\partial B}{\partial P} \right)_T_{x_1x_2} \quad (۳)$$

$$S^E = +R \left[ B + T \left( \frac{\partial B}{\partial T} \right)_P \right]_{x_1x_2}, V^E = -RT \left( \frac{\partial B}{\partial P} \right)_T_{x_1x_2} \quad (۴)$$

۱۶- می‌خواهیم با چهار فلز آهن، نیکل، کرم و کبالت یک آلیاژ انتروپی بالا (High Entropy Alloy) بسازیم. چه ترکیبی بیشترین انتروپی را داراست؟

(۱) حجم‌های مساوی از هر یک

(۲) با مقادیر کسر مولی ۰/۹

(۳) ۲۵ درصد اتمی از هر یک

(۴) ۲۵ درصد وزنی از هر یک

۱۷- اگر در آلیاژ دوتایی A-B مذاب در حالت استاندارد، مقدار اکتیویته B نسبت به استاندارد راثولت ۰/۰۰۱ و مقدار ثابت هنری عنصر B برابر ۰/۵ باشد ( $\gamma_B^\circ = 0.5$ )، مقدار اکتیویته B نسبت به استاندارد هنری در حالت مذاب و در دمای ۶۰۰K کدام است؟

$$T_{m(B)} = 1000 \text{ K}$$

$$\Delta H_{m(B)} = 20 \text{ kcal}$$

$$e^{6/6} = 735$$

$$R = 2$$

$$(1) \quad 1/3 \times 10^{-6} \quad (2) \quad 1/8 \times 10^{-3}$$

$$(3) \quad 5 \times 10^{-2} \quad (4) \quad 6/3 \times 10^{-4}$$

۱۸- برای یک مخلوط دوجزئی آنتالپی اختلاط ( $\Delta H_{mix}$ ) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta H_{mix} = x_1 x_2 [A + B(x_1 - x_2)]$$

مقدار عبارت  $\Delta \bar{H}_1$  در  $x_1 = 0.5$  برابر کدام مورد است؟

$$(1) \quad \Delta \bar{H}_1 = -\frac{1}{4}(A + B)$$

$$(2) \quad \Delta \bar{H}_1 = -\frac{1}{2}(A + B)$$

$$(3) \quad \Delta \bar{H}_1 = \frac{1}{2}(A + B)$$

$$(4) \quad \Delta \bar{H}_1 = \frac{1}{4}(A + B)$$

۱۹- ضریب اکتیویته عنصر A در آلیاژ مذاب A-B در دمای ۸۰۰K به صورت زیر است:

$$\log \gamma_A = 0.4 X_B^2 - 0.2 X_B^3$$

اگر بخواهیم رابطه مشابهی برای ضریب اکتیویته عنصر B به دست آوریم، کدام گزینه صحیح است؟

$$(1) \quad \log \gamma_B = X_A - 0.8 X_B^2 \quad (2) \quad \log \gamma_B = 0.1 X_A^2 + 0.2 X_A^3$$

$$(3) \quad \log \gamma_B = 0.4 X_A^2 - 0.2 X_A^3 \quad (4) \quad \log \gamma_B = 0.4 X_B^2 - 0.8 X_A$$

۲۰- اگر ماده خالص A دارای نقطه ذوب ۱۵۰۰K و گرمای نهان ذوب  $20 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  باشد، و اگر آلیاژ A-B حاوی ۹۹٪

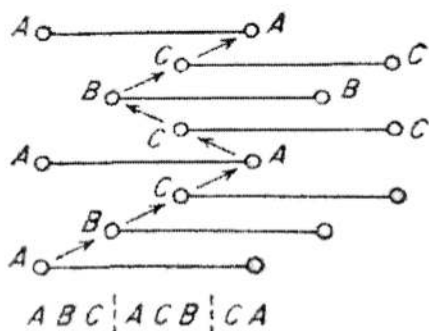
اتمی A و ۱٪ اتمی B، مقدار کاهش نقطه ذوب، در حالتی که ماده A به شکل مذاب راثولتی عمل نماید، حدوداً چقدر است؟

$$R = 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$$

$$(1) \quad 0 \quad (2) \quad -6$$

$$(3) \quad -9 \quad (4) \quad +3$$

۲۱- در شکل زیر، در اثر لغزش لایه‌های اتمی جابه‌جا شده و نقصی ایجاد کرده‌اند. نقص از چه نوع و در چه شبکه‌ای رخ داده است؟



(۱) نقص دوقلوبی و در شبکه BCC

(۲) نقص دوقلوبی و در شبکه HCP

(۳) نقص HCP و در شبکه FCC

(۴) نقص دوقلوبی و در شبکه FCC

۲۲- یک میله توپر با وزن ۱۵kg توسط سه سیم که طول هر کدام ۲m است حمایت می‌شود، به صورتی که در وسط

جنس سیم آهنی و دو انتهای جنس سیم مسی است. در صورتی که هر سه تحت کشش یکسانی قرار داشته باشند،

با فرض آن که مدول یانگ آهن دو برابر مدول یانگ مس می‌باشد، نسبت قطر سیم آهنی به سیم مسی کدام است؟

$$\frac{1}{2} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{4} \quad (۴)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{4} \quad (۳)$$

۲۳- با توجه به رابطه  $\sigma_y = \sigma_o + KD^{-\frac{1}{2}}$  کدام گزینه در مورد تأثیر اندازه دانه بر تنش تسلیم درست است؟

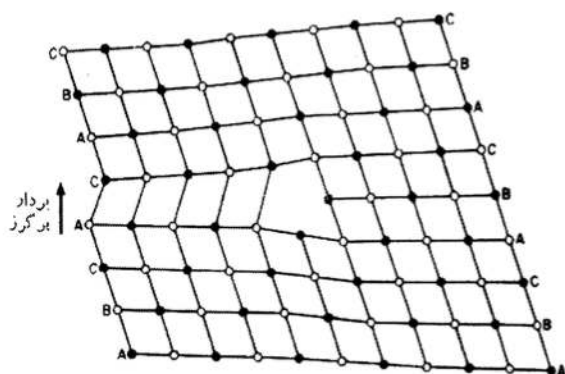
(۱) در فلزات HCP به علت کم بودن سیستم‌های لغزش، مقدار K کم است.

(۲) در فلزات HCP به علت زیاد بودن سیستم‌های لغزش، مقدار K کم است.

(۳) در فلزات FCC به علت زیاد بودن سیستم‌های لغزش، مقدار K کم است.

(۴) در فلزات FCC به علت زیاد بودن سیستم‌های لغزش، مقدار K زیاد است.

۲۴- در شکل زیر یک نابجایی منفی فرانک دیده می‌شود. با اعمال تنش برشی، این نابجایی تحت چه شرایطی از بین می‌رود؟



(۱) با حرکت دو نابجایی جزیی شاکلی

(۲) با حرکت یک نابجایی جزیی شاکلی

(۳) چون نابجایی فرانک نامتحرک است، از بین نمی‌رود.

(۴) نابجایی فرانک متحرک است و در اثر اعمال تنش حرکت کرده و از بین می‌رود.

۲۵- تنش تسلیم در کشش تک‌محوری، در شرایط تنشی  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \frac{\sigma_1}{2}$  کدام است؟

$$2\sigma_1 \quad (۲)$$

$$\frac{\sigma_1}{3} \quad (۴)$$

$$\sigma_1 \quad (۱)$$

$$\frac{\sigma_1}{2} \quad (۳)$$

۲۶- با توجه به نسبت  $r_y/t$  ( $r_y$  شعاع منطقه پلاستیک راس ترک) کدام گزینه در مورد شرایط تنش و یا کرنش صفحه‌ای در راس ترک درست است؟

(۱)  $r_y/t < 0.1$ ، کرنش صفحه‌ای برقرار است.

(۲)  $r_y/t > 1$ ، کرنش صفحه‌ای برقرار است.

(۳)  $r_y/t > 0.1$ ، تنش صفحه‌ای برقرار است.

(۴) نسبت  $r_y/t$  تأثیری بر شرایط تنش و یا کرنش راس ترک ندارد.

۲۷- برای ماده‌ای، آهنگ رشد ترک طبق رابطه پاریس است. کدام گزینه در مورد طول عمر سه نمونه با شرایط زیر درست است؟ ( $m=4$ )

نمونه A: طول اولیه ترک ۲mm و طول نهایی ترک ۱۰mm.

نمونه B: طول اولیه ترک ۰/۵ mm و طول نهایی ترک ۱۰mm.

نمونه C: طول اولیه ترک ۲mm و طول نهایی ترک ۴۰mm.

(۱)  $N_A > N_C > N_B$

(۲)  $N_B > N_C > N_A$

(۳)  $N_B > N_A > N_C$

(۴)  $N_C > N_A > N_B$

۲۸- در پلیمرهای ویسکوالاستیک، کدام گزینه در مورد تأثیر آهنگ تغییر شکل ( $\epsilon'$ ) و دما (T) بر منحنی تنش کرنش (نسبت به فلزات و سرامیک‌ها) درست است؟

(۱) اثر  $\epsilon'$  و T بر منحنی تنش و کرنش بیشتر از فلزات و سرامیک‌ها است.

(۲) اثر  $\epsilon'$  و T بر منحنی تنش و کرنش کمتر از فلزات و سرامیک‌ها است.

(۳) اثر  $\epsilon'$  بر منحنی تنش و کرنش بیشتر از فلزات و سرامیک‌ها است، اما اثر T کمتر است.

(۴) اثر T بر منحنی تنش و کرنش بیشتر از فلزات و سرامیک‌ها است، اما اثر  $\epsilon'$  کمتر است.

۲۹- شرایط تنشی صفحه‌ای به صورت  $\begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{yx} & \sigma_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 270 & 320 \\ 320 & -210 \end{bmatrix}$  MPa داده شده است. مجموع تنش‌های اصلی

( $\sigma_1 + \sigma_2$ ) چند MPa است؟

(۱) ۶۴۰

(۲) ۴۸۰

(۳) ۳۲۰

(۴) ۶۰

۳۰- بررسی‌های غیرمخرب نشان می‌دهد که مخزن فولادی تحت فشار (قطر ۳۰ سانتی‌متر و ضخامت t سانتی‌متر) دارای ترکی سطحی (۰/۵ میلی‌متر) عمود بر تنش محیطی است. اگر تنش محیطی وارد شده به مخزن (در اثر فشار گاز داخل مخزن) تناوبی و بین ۴۰۰ و ۵۰۰ MPa باشد، حداکثر ضخامت که قبل از آن نشت قبل از شکست رخ دهد، چند سانتی‌متر است؟ ( $K_c = 150 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ )

(۱)  $\frac{9}{\pi}$

(۲)  $\frac{14}{\pi}$

(۳)  $\frac{30}{\pi}$

(۴)  $\frac{37}{\pi}$



۳۱- از دستگاه تفکیک انرژی پرتو ایکس (Energy dispersive spectrometer) مرتبط با یک میکروسکوپ الکترونی روبشی جهت شناسایی عناصر حاضر در یک نمونه استفاده می‌شود. برای تأیید حضور عناصر در طیف اخذ شده کدام راهبردها باید مدنظر قرار گیرد؟

- ۱) قله‌های با سطح انرژی کمتر شناسایی و در صورت شناسایی خطوط خانواده‌های دیگر ممکن آن، حضور عنصر (عناصر) مرتبط تأیید و سپس به ترتیب شناسایی قله‌های با انرژی بیشتر انجام می‌گیرد.
- ۲) قله‌های با سطح انرژی بیشتر شناسایی و در صورت شناسایی خطوط خانواده‌های دیگر ممکن آن، حضور عنصر (عناصر) مرتبط تأیید و سپس به ترتیب شناسایی قله‌های با انرژی کمتر انجام می‌گیرد.
- ۳) تنها قله‌های با سطوح انرژی  $K\alpha$  و  $L\alpha$  عناصر که در طیف حاضر هستند، در تأیید حضور عناصر مرتبط در نظر گرفته می‌شوند.

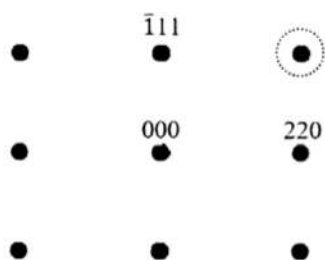
۴) تنها قله‌های با سطح انرژی  $K\alpha$  عناصر که در طیف حاضر هستند، در تأیید حضور عناصر مرتبط در نظر گرفته می‌شوند.

۳۲- در مورد میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و عبوری کدام گزینه درست است؟

- ۱) میکروسکوپ الکترونی روبشی حالت‌های تصویرسازی الکترون ثانویه (SE) برای سطح شکست و سطوح زیر و الکترون برگشتی (BSE) برای سطوح مسطح و مطالعه تغییرات ترکیب شیمیایی دارد.
- میکروسکوپ الکترونی عبوری حالت‌های تصویرسازی پرتو مستقیم برای مطالعه ساختار و اخذ الگوی پراش و پرتو پراش یافته برای دیدن اجزای ساختاری دارد.
- ۲) میکروسکوپ الکترونی روبشی حالت‌های تصویرسازی الکترون ثانویه (SE) برای سطح شکست و تعیین ترکیب شیمیایی عنصری و الکترون برگشتی (BSE) برای سطوح مسطح و بررسی فازی دارد.
- میکروسکوپ الکترونی عبوری حالت‌های تصویرسازی زمینه روشن و زمینه تاریک برای مطالعه ساختار و حالت اخذ الگوی پراش (SAD) از نواحی منتخب شده دارد.
- ۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی حالت‌های تصویرسازی الکترون ثانویه (SE) برای سطح شکست و تعیین ترکیب شیمیایی فازی، و الکترون برگشتی (BSE) برای سطوح مسطح و تعیین ترکیب شیمیایی دارد.
- میکروسکوپ الکترونی عبوری حالت‌های تصویرسازی زمینه تاریک و زمینه روشن برای مطالعه ساختار و اخذ الگوی پراش از نواحی منتخب دارد.
- ۴) میکروسکوپ الکترونی روبشی حالات تصویرسازی الکترون ثانویه (SE) برای سطح شکست و سطوح زیر و الکترون برگشتی (BSE) برای سطوح مسطح و مطالعه تغییرات ترکیب شیمیایی دارد.
- میکروسکوپ الکترونی عبوری حالات تصویرسازی زمینه روشن و زمینه تاریک برای مطالعه ساختار و حالت اخذ الگوی پراش (SAD) از نواحی منتخب شده دارد.

۳۳- الگوی پراش الکترونی نقطه‌ای (Spot electron diffraction pattern) زیر مفروض است. شاخص میلر

(Miller index) نقطه مشخص شده با دایره خط‌چین و محور ناحیه الگو به ترتیب کدام است؟



۱)  $(1\bar{1}0)$  و  $[1\bar{1}2]$

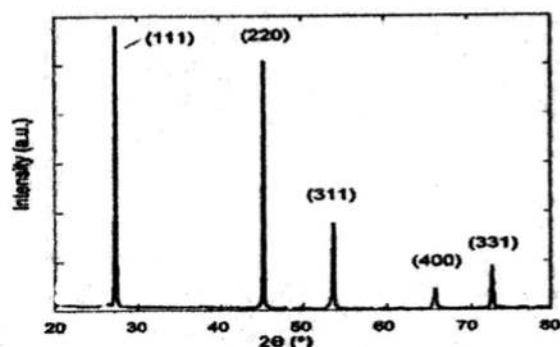
۲)  $(1\bar{1}2)$  و  $(1\bar{1}1)$

۳)  $(1\bar{1}2)$  و  $(1\bar{1}1)$

۴)  $(\bar{2}20)$  و  $[1\bar{1}2]$

۳۴- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌ای از پودر الماس و شدت‌های نسبی نمونه با جهت‌گیری تصادفی (Random) و نمونه دارای بافت (Texture) در جدول داده شده است. قوی‌ترین بافت بلوری کدام است؟

hkl	شدت نمونه با جهت‌گیری تصادفی	شدت نمونه بافت‌دار
۱۱۱	۱۰۰	۱۰۰
۲۲۰	۲۸	۸۵
۳۱۱	۱۰	۳۵
۴۰۰	۴	۱۰



(۱) ۱۱۱

(۲) ۲۲۰

(۳) ۳۱۱

(۴) ۴۰۰

۳۵- در مقایسه تعیین ترکیب شیمیایی عنصری (XRF) و تحلیل فازی (XRD) با پرتو ایکس، کدام گزینه درست است؟

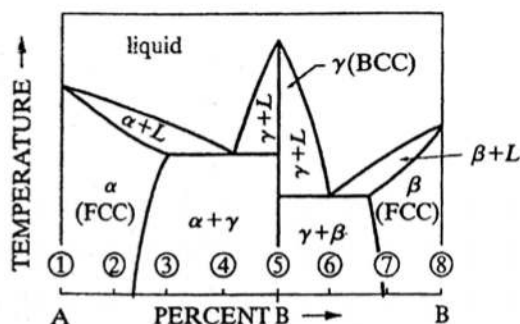
(۱) در XRF که برای مواد بلوری و مواد آمورف قابل استفاده است، برانگیخته شدن عناصر و نشر پرتو ثانویه صورت می‌گیرد، در حالی که XRD تنها بر پدیده پراش استوار است.

(۲) در XRD که برای مواد بلوری قابل استفاده است، برانگیخته شدن عناصر و نشر پرتو ثانویه صورت می‌گیرد، در حالی که XRF تنها بر پدیده پراش از صفحات اتمی استوار است.

(۳) در XRF که تنها برای مواد بلوری قابل استفاده است، برانگیخته شدن عناصر و نشر پرتو ثانویه صورت می‌گیرد، در حالی که XRD علاوه بر نشر پرتو ثانویه بر پدیده پراش استوار است.

(۴) در XRD که برای مواد بلوری و مواد آمورف قابل استفاده است، نشر پرتو ثانویه و پراش آن از صفحات اتمی صورت می‌گیرد، در حالی که XRF تنها بر پراش پرتو اولیه از صفحات اتمی استوار است.

۳۶- در خصوص الگوهای پراش پرتو ایکس از سه آلیاژ ۳ و ۵ و ۶ در نمودار فازی شکل زیر، کدام گزینه صحیح است؟



- (۱) قله‌های پراش فاز ۷ در آلیاژ ۵ بیشترین شدت را دارند و زاویه براگ صفحات  $110^\circ$  برای این فاز در سه آلیاژ یکسان است.
- (۲) قله‌های پراش فاز ۷ در آلیاژ ۵ کمترین شدت را دارند و زاویه براگ صفحات  $110^\circ$  برای این فاز در سه آلیاژ یکسان نیست.
- (۳) قله‌های پراش فاز ۷ در سه آلیاژ شدت مساوی دارند ولی زاویه براگ صفحات  $110^\circ$  برای این فاز در سه آلیاژ یکسان است.
- (۴) قله‌های پراش فاز ۷ در سه آلیاژ شدت مساوی دارند و زاویه براگ صفحات  $110^\circ$  برای این فاز در سه آلیاژ یکسان نیست.

- ۳۷- سطح کنتراست ضخامت - جرم مناطق در تصویر زمینه روشن یک نمونه فویل نازک در میکروسکوپ الکترونی عبوری، کم جلوه کرده است، به کارگیری کدام سخت افزار می تواند به افزایش سطح کنتراست کمک کند؟
- (۱) استفاده از روزنه پراش ناحیه منتخب (Selected Area Diffraction Aperture) کوچک تر
  - (۲) استفاده از روزنه پراش ناحیه منتخب (Selected Area Diffraction Aperture) بزرگ تر
  - (۳) استفاده از روزنه کندانسور (Condenser Aperture) بزرگ تر
  - (۴) استفاده از روزنه شیئی (Objective Aperture) کوچک تر
- ۳۸- ذرات در مقیاس نانومتری در یک ماده مرکب (Composite Material) حضور دارند. تمهیدات لازم جهت استفاده از یک میکروسکوپ الکترونی روبشی برای تصویرگیری از آن ها شامل چه مواردی است؟
- (۱) سرعت روبش کم، فاصله کاری کم و روزنه شیئی کوچک
  - (۲) سرعت روبش کم، فاصله کاری زیاد و روزنه شیئی بزرگ
  - (۳) سرعت روبش زیاد، فاصله کاری کم و روزنه شیئی بزرگ
  - (۴) سرعت روبش زیاد، فاصله کاری زیاد و روزنه شیئی بزرگ
- ۳۹- چگونه می توان درصد کربن را در چدن نشکن (حاوی گرافیت کروی درشت) توسط طیف سنج نوری با دقت بالایی اندازه گرفت؟
- (۱) قبل از انجام آزمون، نمونه را باید ذوب و به آرامی سرد کرد تا ساختار تعادلی به دست آید.
  - (۲) قبل از انجام آزمون، نمونه را باید ذوب و به سرعت سرد کرد تا ساختار چدن سفید به دست آید.
  - (۳) قبل از انجام آزمون، نمونه را باید به نحوی پولیش کرد که گرافیت های درشت از سطح آن زدوده شوند.
  - (۴) قبل از انجام آزمون، نمونه را باید به نحوی حکاکی (اچ) کرد که گرافیت های درشت در سطح آن باقی بمانند.
- ۴۰- تعیین ترکیب شیمیایی یک فولاد به کمک روش سنجش طول موج پرتو ایکس (Wavelength dispersive spectrometry) صورت گرفت. در میزان زاویه پراش طول موج پرتو ایکس مشخصه K عنصر کربن، دو پالس ظاهر شد. تعیین مقدار کمی عنصر کربن منوط به رعایت کدام مورد است؟
- (۱) باید زاویه پراش پرتو ایکس مشخصه L کربن در نظر گرفته شود.
  - (۲) محدوده ولتاژ تحلیل گر تک کاناله (Single channel analyzer) شامل هر دو پالس شود.
  - (۳) محدوده ولتاژ تحلیل گر تک کاناله (Single channel analyzer) به پالس با سطح ولتاژ کمتر محدود گردد.
  - (۴) محدوده ولتاژ تحلیل گر تک کاناله (Single channel analyzer) به پالس با سطح ولتاژ بیشتر محدود گردد.
- ۴۱- یک پراش سنج پرتو ایکس با هندسه براگ - برنتانو و یک پراش سنج پرتو ایکس با هندسه پرتوهای موازی جهت نمونه ای مسطح به کار گرفته شده اند. اگر در تنظیم ارتفاع نمونه روی جایگاه آن خطا صورت پذیرد و سطح نمونه بالاتر از مرکز دایره پراش سنج قرار گیرد، اثر آن بر الگوهای پراش پرتو ایکس اخذ شده از هر کدام از پراش سنج ها به ترتیب کدام است؟
- (۱) در هر دو، قله ها نسبت به زاویه پراششان جابه جا می شوند.
  - (۲) در هر دو، شدت قله ها کم و قله ها در محل زاویه پراششان ظاهر می شوند.
  - (۳) قله ها در محل زاویه پراششان ظاهر و قله ها نسبت به زاویه پراششان جابه جا می شوند.
  - (۴) قله ها نسبت به زاویه پراششان جابه جا و قله ها در محل زاویه پراششان ظاهر می شوند.

۴۲- سیگنال الکترون برگشتی (Back scattered electron) جهت بررسی مقطع یک نمونه در میکروسکوپی الکترونی روبشی استفاده شد. دو لایه، روی یک زیرلایه مشاهده می شود که به ترتیب لایه رویی با کنتراست روشن، لایه میانی با کنتراست روشنایی کمتر و زیرلایه با کنتراست تیره جلوه می کند. بررسی ترکیب شیمیایی با استفاده از دستگاه تفکیک انرژی پرتو ایکس (Energy Dispersive Spectrometry) نشان داد که لایه میانی از جنس نقره با عدد اتمی ۴۷ است. لایه رویی و زیرلایه به ترتیب کدام یک از موارد زیر می توانند باشند؟

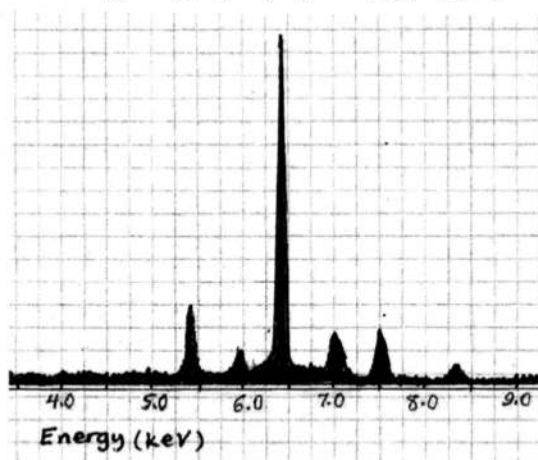
(۱) سرب (۸۲) - طلا (۷۹)

(۲) طلا (۷۹) - سرب (۸۲)

(۳) طلا (۷۹) - مس (۲۹)

(۴) مس (۲۹) - طلا (۷۹)

۴۳- طیف توزیع انرژی (EDS) در شکل زیر متعلق به کدام آلیاژ است؟ (جدول انرژی عناصر در انتهای دفترچه داده شده است.)



(۱) آلیاژ آهن - کروم - مس

(۲) فولاد زنگ زن فریتی

(۳) فولاد زنگ زن آستنیتی

(۴) آلیاژ کروم - نیکل - منگنز

۴۴- روش متداول برای موارد زیر، در کدام گزینه به درستی اشاره شده است؟

الف - تعیین ترکیب شیمیایی عنصری سنگ معدن

ب - تعیین ترکیب شیمیایی فیلم اکسید سطح آلومینیوم

ج - تعیین ترکیب شیمیایی کمی فولاد آلیاژی

د - شناسایی فازهای خاک نسوز

هـ - تعیین ترکیب شیمیایی ذرات میکروسکوپی در ریزساختار یک آلیاژ

(۱) (الف) XRF، (ب) AES، (ج) OES، (د) XRD، (ه) EDS

(۲) (الف) OES، (ب) XRD، (ج) EDS، (د) XRF، (ه) AES

(۳) (الف) XRF، (ب) OES، (ج) XRD، (د) EDS، (ه) AES

(۴) (الف) EDS، (ب) AES، (ج) OES، (د) XRD، (ه) XRF

۴۵- مطالعه ساختمان بلوری یک آخال در مقیاس نانومتری که به مقدار کم و پراکنده در نمونه فویل نازک حضور دارد، مد نظر است. جهت تهیه الگوی پراش الکترونی، کوچکترین روزنه پراش جهت منتخب نمودن رسوب در داخل ستون الکترون - اپتیک قرار داده شد، لیکن ناحیه منتخب شده بسیار بزرگ تر از آخال است. کدام یک از تمهیدات زیر جهت اخذ الگوی پراش الکترونی باید به کار گرفته شود؟

(۱) پراش پرتوهای موازی

(۲) پراش پرتوهای همگرا

(۳) کاهش ولتاژ شتاب دهنده پرتو الکترونی

(۴) وارد نمودن روزنه شیئی در ستون الکترون - اپتیک

## Characteristic X-ray energies (keV)

Element	K $\alpha$	K $\beta$	L $\alpha$	L $\beta$	K <sub>edge</sub>
C	0.27				0.28
N	0.39				0.40
O	0.52				0.53
F	0.67				0.69
Mg	1.25	1.30			1.31
Al	1.48	1.56			1.56
Si	1.74	1.84			1.84
P	2.01	2.14			2.14
Ca	3.69	4.01			4.34
Ti	4.51	4.93	0.452	0.458	4.96
V	4.95	5.43	0.511	0.585	5.46
Cr	5.41	5.95	0.573	0.654	5.98
Mn	5.90	6.49	0.637	0.721	6.54
Fe	6.40	7.06	0.705	0.792	7.11
Co	6.93	7.65	0.776	0.870	7.71
Ni	7.47	8.26	0.852	0.941	8.34
Cu	8.04	8.90	0.930	1.02	8.99
Zn	8.63	9.57	1.01	1.10	9.67
Zr	15.7	17.64	2.29	2.46	18.0
Mo	17.42	19.60	2.04	2.12	20.0
Ag	22.16	24.92	2.98	3.22	25.5
Ba	32.01	36.82	4.46	4.83	37.4
W	58.65	67.09	8.36	9.67	69.5
Au	67.89	77.78	9.66	11.40	80.7
Pb	73.88	84.70	10.50	12.54	88.0
U	96.55	110.9	13.52	17.02	115.6





