

294

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



294F

صبح جمعه

۹۳/۱۲/۱۵

دفترچه شماره ۱ از ۲



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

## آزمون ورودی

دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴

مهندسی مواد و متالورژی (کد ۲۳۵۹)

مدت پاسخگویی: 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 و ترمودینامیک مواد، خواص مکانیکی مواد - روش‌های شناسایی و آنالیز مواد)	۴۵	۱	۴۵

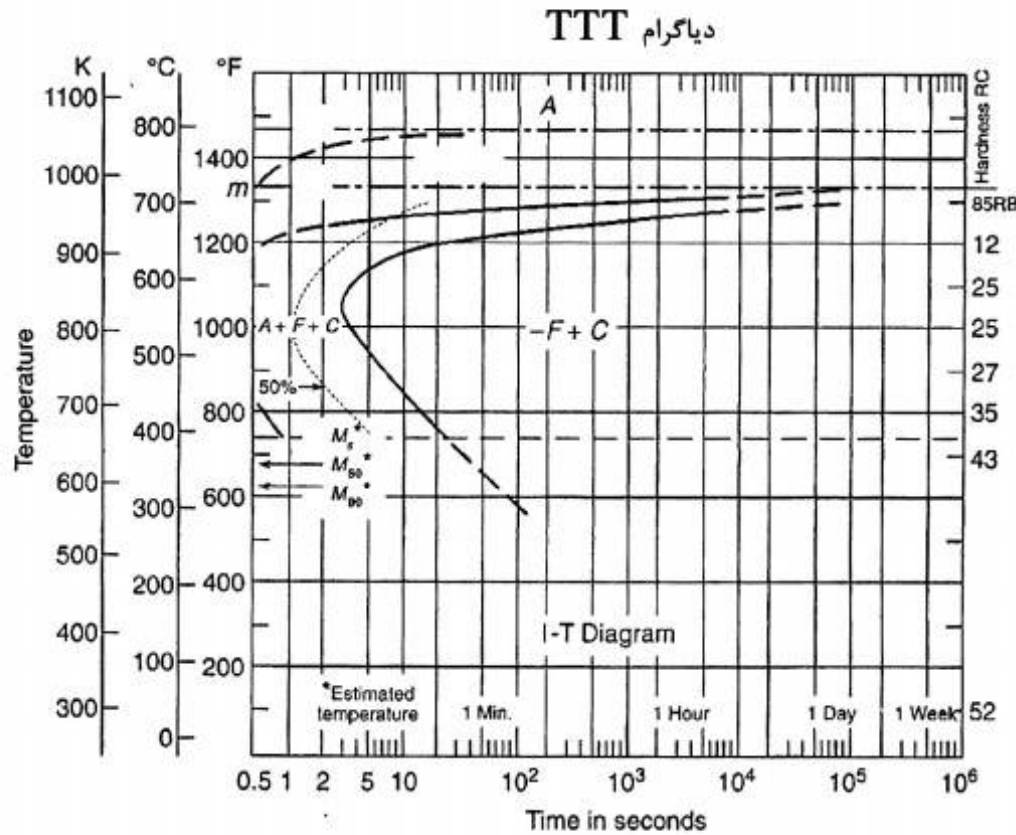
این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

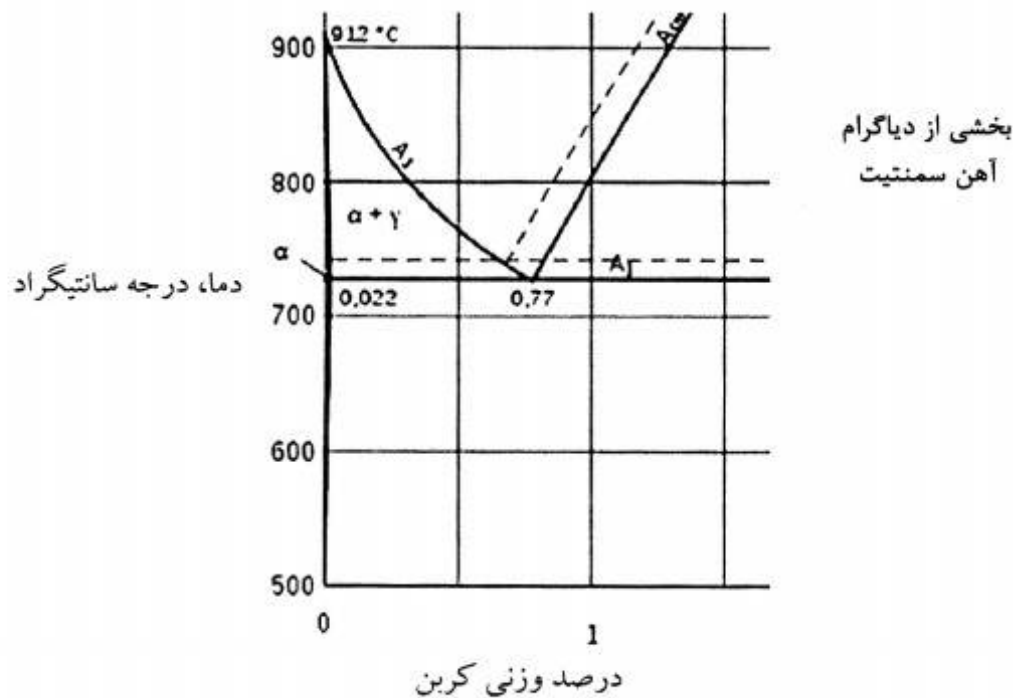
اسفند ماه - سال ۱۳۹۳

حن جاب، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- با توجه به نمودار آهن - سمنتیت ارائه شده، نمودار TTT زیر می‌تواند مربوط به فولاد با چه درصد وزنی کربن باشد؟



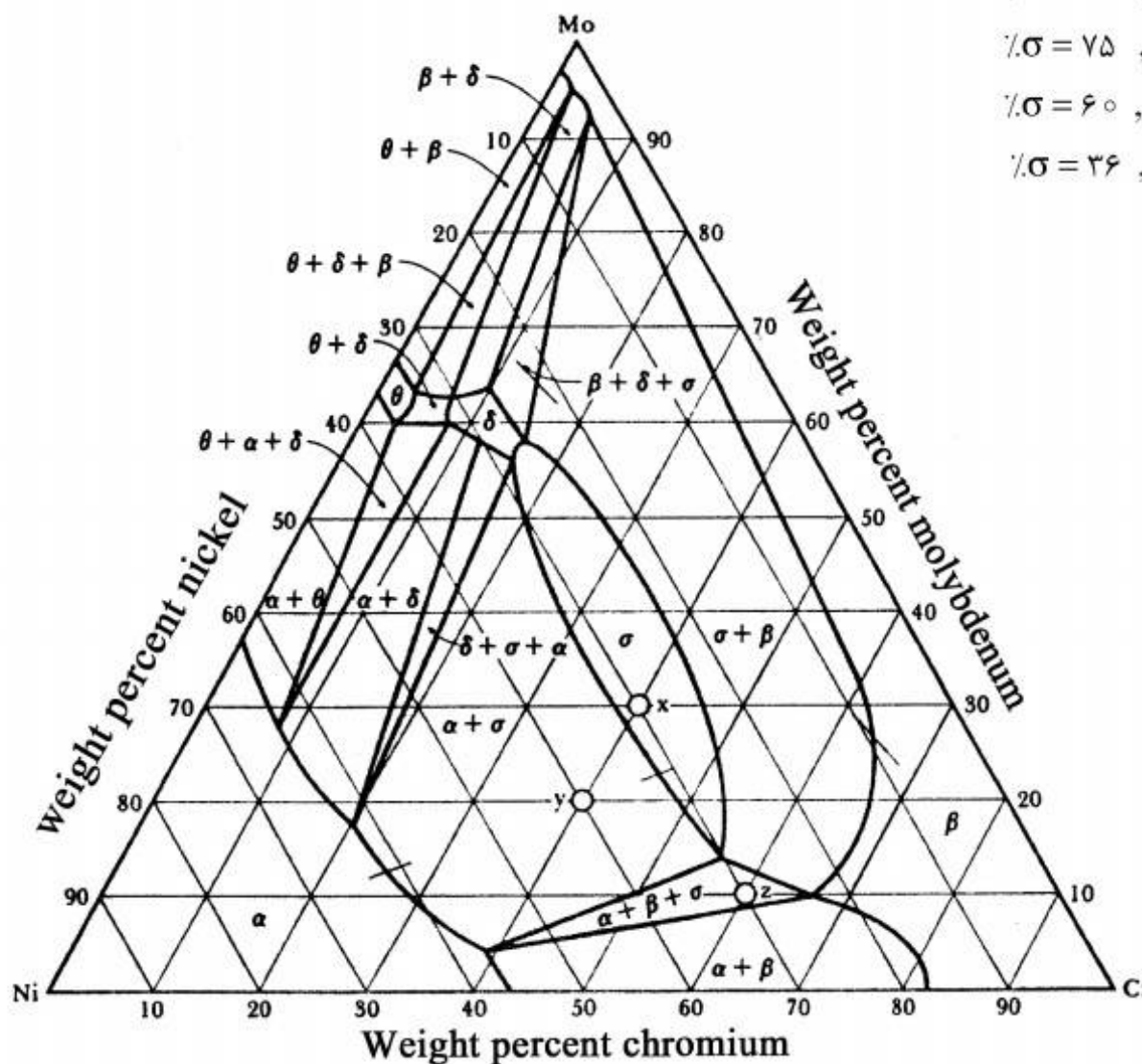
- ۳ (۱)
- ۶ (۲)
- ۸ (۳)
- ۱,۲ (۴)



۲- در یک جامد یونی حاوی A و B، یون‌های B کل مواضع HCP و یون‌های A،  $\frac{2}{3}$  مواضع هشت وجهی آن را اشغال کرده‌اند. فرمول شیمیایی این جامد چیست و کدام عبارت در مورد ویژگی آن صادق است؟

- (۱)  $A_3B_2$ ، بدون هیچ اعواج در شبکه بلوری و با سختی مکانیکی پایین
- (۲)  $A_3B_2$ ، با اندکی اعواج در شبکه بلوری و با سختی مکانیکی بالا
- (۳)  $A_3B_2$ ، بدون هیچ اعواج در شبکه بلوری و با سختی مکانیکی پایین
- (۴)  $A_3B_2$ ، با اندکی اعواج در شبکه بلوری و با سختی مکانیکی بالا

۳- مقطع دما ثابتی از آلیاژ Mo-Cr-Ni در دمای  $1250^{\circ}\text{C}$  در شکل زیر نشان داده شده است. درصد فازهای  $\sigma$  و  $\beta$  در حال تعادل با همدیگر در دمای فوق در آلیاژ  $\text{Mo}-20\% \text{Cr}-20\% \text{Ni}$  کدام است؟



(۱)  $\% \sigma = 88$  ,  $\% \beta = 12$

(۲)  $\% \sigma = 75$  ,  $\% \beta = 25$

(۳)  $\% \sigma = 60$  ,  $\% \beta = 40$

(۴)  $\% \sigma = 36$  ,  $\% \beta = 64$

۴- آلیاژی از Fe-C در اثنای یک سرد کردن تعادلی، از دمای  $723^{\circ}\text{C} + \Delta T$  در آب کوئنچ شده است. آلیاژ تحت این شرایط حاوی  $50\%$  وزنی  $\text{Fe}_3\text{C}$  و  $50\%$  وزنی مارتنزیت می‌باشد. درصد کربن این آلیاژ چقدر

است؟  $(\% \text{C})_{\text{Fe}_3\text{C}} = 6.7$

(۱)  $1.75$

(۲)  $2.75$

(۳)  $3.75$

(۴)  $4.25$

۵- روش ترسیمی - گرافیکی بولتزمن - متانو که برای محاسبه  $\bar{D}$  به کار برده می‌شود نشان‌دهنده چیست؟

(۱)  $\bar{D}$  بستگی به حاصل جمع  $N_B D_B$  و  $N_A D_A$  دارد.

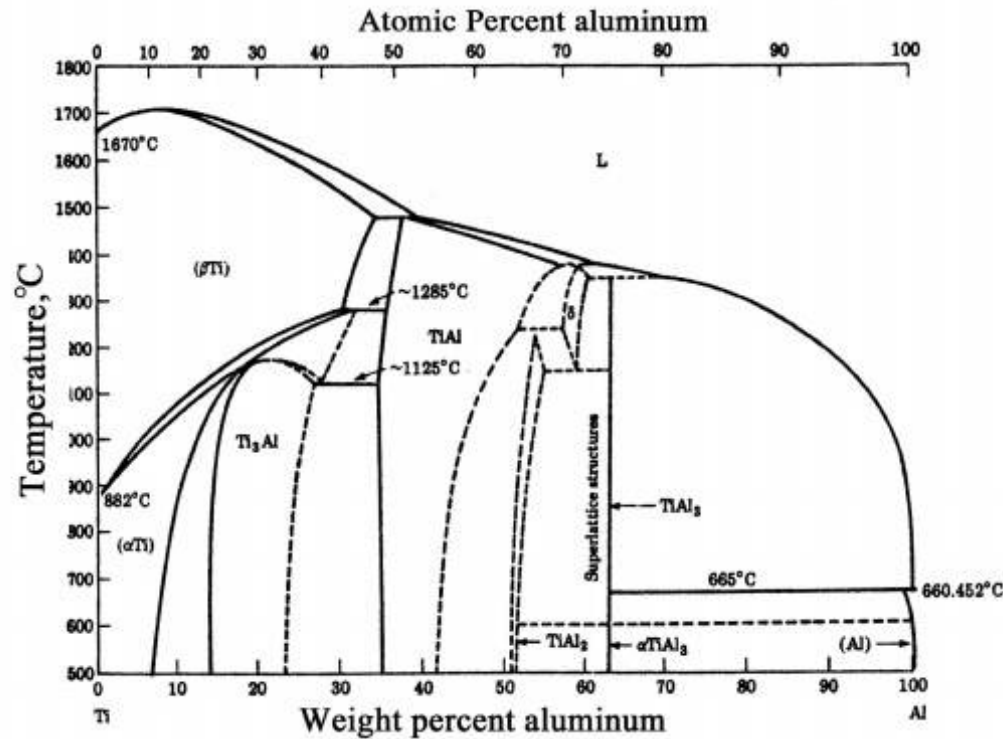
(۲)  $\bar{D}$  بستگی به نوع عنصر نفوذکننده دارد و با استفاده آن می‌توان  $\bar{D}$  را برای هر عنصر محاسبه کرد.

(۳)  $\bar{D}$  بستگی به دما دارد و با استفاده از این روش می‌توان  $D$  را در محدوده دمایی مورد نظر محاسبه کرد.

(۴)  $\bar{D}$  بستگی به ترکیب شیمیایی دارد و با استفاده از این روش می‌توان  $\bar{D}$  را در ترکیب شیمیایی مورد نظر

محاسبه کرد.

۶- تعداد و نوع استحاله‌های دما ثابت موجود در نمودار تعادلی Ti-Al نشان داده شده در شکل زیر کدام است؟



- (۱) یوتکتیکی + ۳ پریکتوئیدی + ۳ پریکتوئیدی + ۱ یوتکتوئیدی + ۱ آلتروپی  
 (۲) ۳ پریکتوئیدی + ۳ پریکتوئیدی + ۲ یوتکتوئیدی + ۱ آلتروپی  
 (۳) ۴ پریکتوئیدی + ۲ پریکتوئیدی + ۲ یوتکتوئیدی + ۱ آلتروپی  
 (۴) ۴ پریکتوئیدی + ۲ پریکتوئیدی + ۳ یوتکتوئیدی

۷- ضریب نفوذ کربن در آهن BCC در دمای  $T_1$  (K) برابر  $D_1$  ( $\frac{m^2}{s}$ ) و در دمای  $2T_1$  (K) برابر  $8D_1$  ( $\frac{m^2}{s}$ )

است. انرژی فعال‌سازی لازم جهت نفوذ اتم‌های کربن در آهن BCC در محدوده دمایی فوق برحسب  $\frac{J}{mol}$

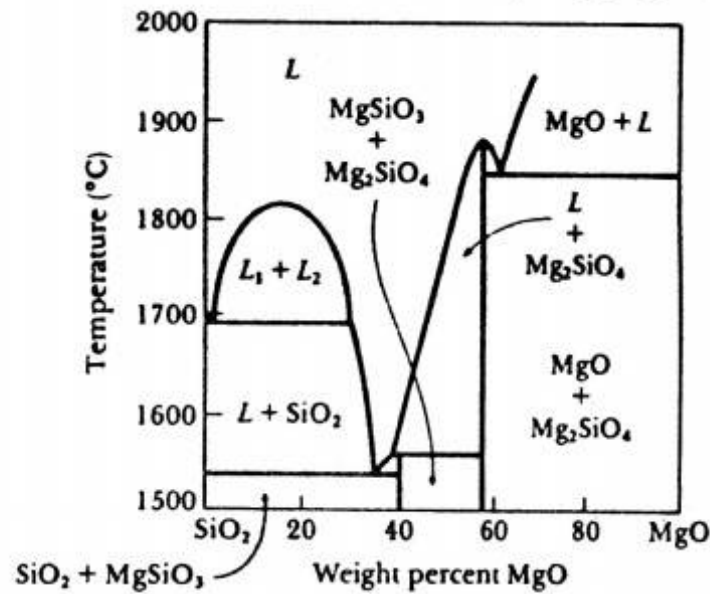
چقدر است؟ ( $\frac{J}{mol K}$ ) (ثابت گازها)  $R$ ،  $\ln 8 = 2$

- (۱)  $8RT_1$   
 (۲)  $4RT_1$   
 (۳)  $2RT_1$   
 (۴)  $RT_1$

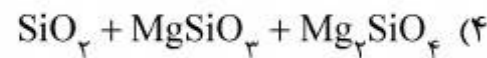
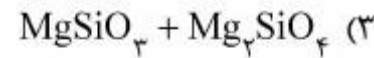
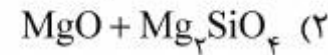
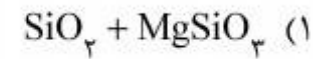
۸- اگر کسینوس زاویه تماس بین فاز جامد  $\alpha$  و سطح اجزای مسطح فاز جامد S معلق در فاز مایع L برابر  $\frac{1}{2}$  باشد، در این صورت نسبت انرژی لازم برای جوانه‌زنی ناهمگن به همگن فاز  $\alpha$  در فاز مایع چقدر است؟

- (۱) ۰٫۲۹  
 (۲) ۰٫۳۵  
 (۳) ۰٫۶۵  
 (۴) ۰٫۷۹

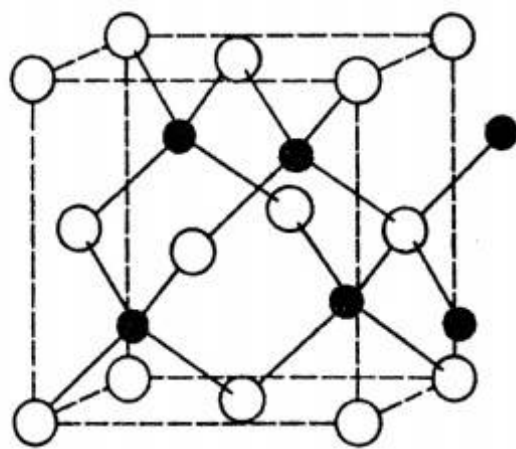
۹- یک ماده سرامیکی با فرمول  $Mg_3(SiO_3)_2(OH)_2$  در دمای  $1520^\circ C$  فرآوری شده است. با توجه به نمودار تعادلی  $SiO_2 - MgO$  نوع فازهای موجود در دمای فوق کدام است؟



$$SiO_2 = 60, MgO = 40$$



۱۰- ساختمان بلوری یک ماده یونی با فرمول AB در شکل زیر نشان داده شده است. اگر شعاع یونی A و B بترتیب برابر  $0.3\sqrt{3}nm$  و  $0.7\sqrt{3}nm$  باشد، حجم سلول واحد این بلور برحسب  $nm^3$  چقدر است؟



$$0.512 \quad (1)$$

$$0.40 \quad (2)$$

$$0.10\sqrt{3} \quad (3)$$

$$0.064 \quad (4)$$

۱۱- اگر در دمای  $500K$ ، از  $0.5$  مول A مذاب خالص و  $0.5$  مول B جامدخالص یک مول محلول مذاب ایده آل ساخته شود، تغییر انرژی آزاد گیبس ( $\Delta G$ ) برحسب cal چقدر خواهد بود؟ می دانیم که در دمای فوق  $\Delta G$  ناشی از ذوب یک مول A،  $-700cal$  و  $\Delta G$  ناشی از ذوب یک مول B،  $+800cal$  است.

$$R = 2 \frac{cal}{mol \cdot K}, \ln 2 = 0.693$$

$$-293 \quad (1)$$

$$+392 \quad (2)$$

$$-742 \quad (3)$$

$$+500 \quad (4)$$

۱۲- برای سیستم A-B گرمای انحلال جزء A ( $\Delta\bar{H}_A^M$ ) از رابطه  $\Delta\bar{H}_A^M = 12000 X_B^2 X_A \frac{\text{J}}{\text{mol}}$  به دست می‌آید. که در این جا  $X_A$  درصد مولی A می‌باشد. گرمای تشکیل یک مول محلول برحسب  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$  کدام است؟

$$(1) \quad 6000 X_A^2 X_B$$

$$(2) \quad -6000 X_A^2 X_B$$

$$(3) \quad 12000 X_A^2 X_B$$

$$(4) \quad -12000 X_A^2 X_B$$

۱۳- اگر  $\mu_i$  پتانسیل شیمیایی جزء i در داخل محلول باشد، انرژی آزاد مولار جزئی هلمهولتز جزء i کدام مورد زیر است؟

$$(1) \quad \mu_i + p \left( \frac{\partial \mu_i}{\partial p} \right)_{T, n_j \neq i}$$

$$(2) \quad \mu_i - p \left( \frac{\partial \mu_i}{\partial p} \right)_{T, n_j \neq i}$$

$$(3) \quad \mu_i + p \left( \frac{\partial \mu_i}{\partial p} \right)_{p, n_j \neq i}$$

$$(4) \quad -\mu_i - T \left( \frac{\partial \mu_i}{\partial p} \right)_{T, n_j \neq i}$$

۱۴- برای یک آلیاژ مذاب A-B در دمای T اگر  $P_A^\circ = 12 \text{ mmHg}$  و  $P_B^\circ = 16 \text{ mmHg}$  باشد، کدام مورد برای ترکیب شیمیایی فاز بخار  $X_B$  صحیح است ( $a_A$  و  $a_B$  اکتیویته A و B در آلیاژ مذاب هستند)؟

$$(1) \quad \frac{3a_A + 4a_B}{3a_B}$$

$$(2) \quad \frac{a_A + 3a_B}{4a_B}$$

$$(3) \quad \frac{3a_B}{a_A + 3a_B}$$

$$(4) \quad \frac{4a_B}{3a_A + 4a_B}$$

۱۵- برای محلول دو جزئی A-B،  $\Delta G$  انحلال کلی برای یک مول محلول از معادله  
 $\Delta G^m(\text{cal}) = 2000 X_A X_B + 2T(X_A \ln X_A + X_B \ln X_B)$  پیروی می‌کند. کدام یک از موارد زیر  
 برای آنتالپی اضافی ( $H^{XS}$ ) بر حسب cal و آنتروپی اضافی ( $S^{XS}$ ) بر حسب  $\frac{\text{cal}}{\text{k}}$  یک مول محلول A-B  
 حاوی ۴۰ درصد مولی B صادق است؟

(۱)  $S^{XS} = 0$  ,  $H^{XS} = 0$

(۲)  $S^{XS} = 0$  ,  $H^{XS} = +480$

(۳)  $S^{XS} = -3$  ,  $H^{XS} = -80$

(۴)  $S^{XS} = +46$  ,  $H^{XS} = 1000$

۱۶- نمودار فازی سیستم Ag - Cu یوتکتیک با حلالیت محدود در حالت جامد است. در دمای T کمتر از دمای  
 یوتکتیک محلول جامد  $\alpha$  حاوی ۱۰ درصد مولی مس و محلول جامد  $\beta$  حاوی ۹۲ درصد مولی مس در  
 تعادلند. اگر بتوان رفتار Cu در فاز  $\alpha$  و رفتار Ag در فاز  $\beta$  را هنری فرض کرد، ضریب اکتیویته Cu در فاز  
 $\alpha$  کدام است؟

(۱) ۹/۲

(۲) ۱/۸

(۳) ۱

(۴) ۰/۸

۱۷- اگر ضریب اکتیویته A برای محلول با قاعده A - B معادل  $\exp(-\frac{3800 X_B^2}{RT})$  باشد، رابطه  $\Delta H^M$  برای

آلیاژ کدام است؟  $R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol-k}}$

(۱)  $1900 X_A X_B$

(۲)  $-1900 X_A X_B$

(۳)  $3800 X_A X_B$

(۴)  $-3800 X_A X_B$

۱۸- در اثر تحول در یک سیستم بسته به صورت هم دما از حالت ۱ به ۲، انرژی داخلی سیستم ۲۰۰ cal افزایش  
 یافته و ۵۰ cal نیز کار انجام می‌شود. اگر میزان کار انجام شده برابر کار ماکزیمم و آنتروپی  $\frac{\text{cal}}{\text{k}}$

افزایش یافته باشد، دمای تحول بر حسب کلویین چقدر است؟

(۱) ۳۹۸

(۲) ۵۰۰

(۳) ۶۲۳

(۴) ۷۷۳

۱۹- در محلول با قاعده A - B اگر گرمای حل شدن A و B درهم از رابطه  $\Delta H^M = -13500 X_A X_B$  (cal) پیروی کند. کدام یک از روابط زیر در مورد لگاریتم نپین ضریب اکتیویته جزء B  $(\ln \gamma_B)$  در محلول، در

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol} - \text{k}} \text{ دمای } 1000 \text{ K} \text{ صادق است؟}$$

(۱)  $-X_A^2$

(۲)  $X_B^2$

(۳)  $-6.75(1 - X_B)^2$

(۴)  $+13(1 - X_B)^2$

۲۰- گاز خروجی کوره‌ای ۲۰ درصد CO، ۱۰ درصد CO<sub>۲</sub> و ۷۰ درصد N<sub>۲</sub> دارد. اگر ۱۰ مول از این گاز با مقدار لازم هوا در کوره دیگری در دمای ۶۰۰°C بسوزد، دمای آدیاباتیک شعله برحسب کلون کدام یک از موارد زیر است؟ می‌دانیم که گرمای واکنش یک مول CO با اکسیژن در دمای ۶۰۰°C، -۷۰,۰۰۰ کالری و ظرفیت حرارتی (C<sub>p</sub>) متوسط گازها  $10 \frac{\text{cal}}{\text{mol} - \text{k}}$  است. هوا را مخلوطی از O<sub>۲</sub> و N<sub>۲</sub> به نسبت ۲۰ درصد و ۸۰ درصد در نظر بگیرید.

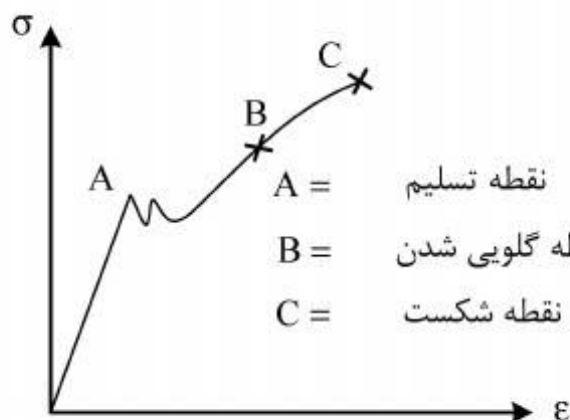
(۱) ۲۷۳۴

(۲) ۱۸۷۳

(۳) ۱۶۰۰

(۴) ۱۵۹۳

۲۱- منحنی تنش - کرنش حقیقی فلزی (اصلاح نشده) به صورت زیر است. کدام عبارت در مورد این منحنی صحیح است؟



- A = نقطه تسلیم
- B = نقطه گلویی شدن
- C = نقطه شکست

- (۱) رفتار سیلان واقعی ماده را تا نقطه A نشان می‌دهد.
- (۲) رفتار سیلان واقعی ماده را تا نقطه C نشان می‌دهد.
- (۳) رفتار سیلان واقعی ماده را تا نقطه B نشان می‌دهد.
- (۴) رفتار سیلان واقعی ماده را نشان می‌دهد.

۲۲- در اثر برخورد یک نابجایی پیچی و یک نابجایی لبه‌ای کدام یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟

- (۱) ایجاد یک جاگ لبه‌ای در نابجایی لبه‌ای و یک کینک لبه‌ای در نابجایی پیچی
- (۲) ایجاد یک کینک لبه‌ای در نابجایی لبه‌ای و یک کینک پیچی در نابجایی پیچی
- (۳) ایجاد یک جاگ لبه‌ای در نابجایی لبه‌ای و یک کینک پیچی در نابجایی پیچی
- (۴) ایجاد یک کینک لبه‌ای در نابجایی لبه‌ای و یک جاگ پیچی در نابجایی پیچی



۲۳- در یک شبکه BCC در روی یک صفحه (۱۱۰) سه منبع فرانک - رید موازی با طول  $L_1 > L_2 > L_3$  موجود است. اگر در این صفحه تنش برشی فرآیند، عمود بر این سه منبع اعمال شود، کدام یک از این منابع زودتر آغاز به فعالیت می‌کند؟

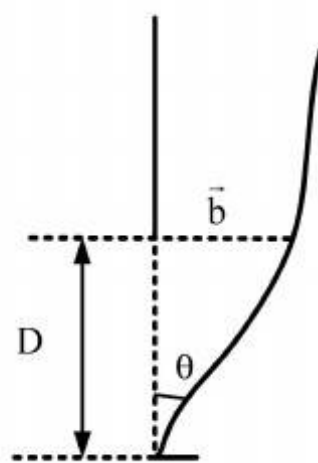
(۱) منبع با طول  $L_1$

(۲) منبع با طول  $L_2$

(۳) منبع با طول  $L_3$

(۴) طول منبع اثری بر زود یا دیرتر فعال شدن منبع ندارد.

۲۴- با توجه به شکل زیر اندازه زاویه مرزهای فرعی (کم زاویه) از رابطه  $\theta = \frac{b}{D}$  برحسب رادیان به دست می‌آید.



با توجه به شکل اندیس تقریبی صفحه مرزهای فرعی در سیستم FCC کدام است؟

(۱)  $\{100\}$

(۲)  $\{110\}$

(۳)  $\{111\}$

(۴)  $\{1\bar{1}1\}$

۲۵- تنش برشی نظری از رابطه  $\tau_{th} = \left(\frac{G}{2\pi}\right) \cdot \frac{b}{a}$  به دست می‌آید. برای لغزش در صفحات  $\{111\}$  فلزات FCC

میزان تنش برشی کدام است؟

(۱)  $\left(\frac{\sqrt{2}}{2\pi}\right) \cdot G$

(۲)  $\left(\frac{\sqrt{2}}{4\pi}\right) \cdot G$

(۳)  $\left(\frac{\sqrt{6}}{2\pi}\right) \cdot G$

(۴)  $\left(\frac{\sqrt{6}}{4\pi}\right) \cdot G$

۲۶- استوانه هیدرولیکی به قطر داخلی ۸ سانتی‌متر و ضخامت (t) از آلیاژی با  $K_{Ic} = 22 \text{MPa}\sqrt{\text{m}}$  ساخته می‌شود. اگر در سطح داخلی استوانه ترکی سطحی به عمق ۲ میلی‌متر وجود داشته باشد و تنش کاری این استوانه ۱۱۵MPa باشد. حداکثر ضخامت لازم برای این که استوانه نشت قبل از شکست (leak before break) داشته باشد چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۰٫۱

(۲) ۰٫۲

(۳)  $\frac{1}{\pi}$

(۴)  $\frac{4}{\pi}$

۲۷- یک مخزن تحت فشار جدار نازک به ضخامت ۲۵mm و قطر داخلی ۵۰۰ میلیمتر دارای ترک سطحی به عمق  $\frac{4}{\pi}$  میلیمتر در سطح داخلی می‌باشد. اگر مخزن از ماده‌ای با تنش تسلیم و چقرمگی شکست  $1200 \text{ MPa}$  و  $110 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  ساخته شده باشد، ماکزیمم فشار قابل تحمل برحسب MPa چقدر است؟

$$\sigma_r \approx 0, \quad \sigma_\theta = \frac{Pr}{t}, \quad \sigma_L = \frac{Pr}{2t}$$

(۱)  $25\sqrt{10}$

(۲)  $50\sqrt{10}$

(۳) ۲۵

(۴) ۵۰

۲۸- بلوک مکعب مستطیل نشان داده شده در شکل به ابعاد  $80 \times 80 \times 20 \text{ mm}$  داخل حفره‌ای با همان ابعاد از یک ورق صلب به ضخامت ۲۰mm قرار گرفته است. تحت تنش نرمال  $10 \text{ MPa}$  و با فرض بدون اصطکاک بودن سطوح تماس، تنش اعمالی برحسب MPa از طرف بلوک به دیواره A کدام است؟

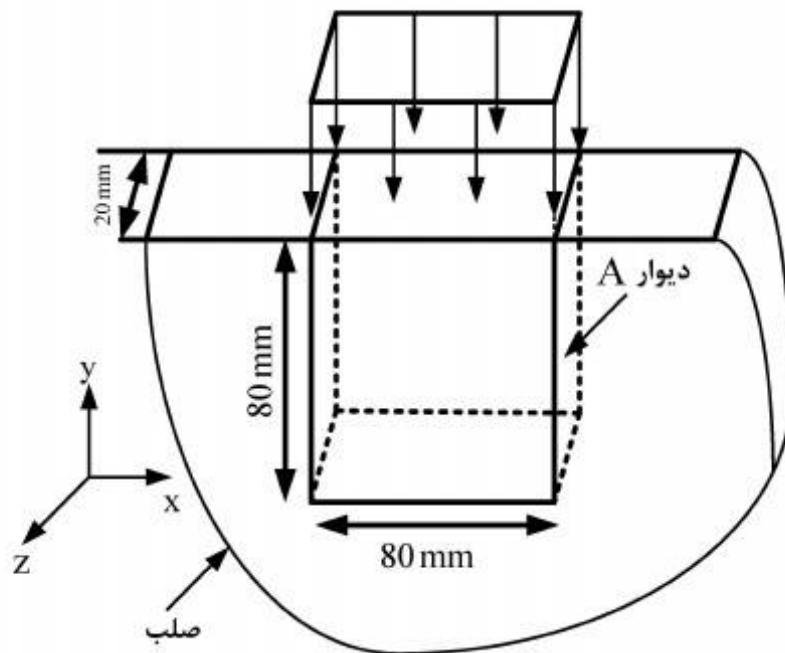
$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad \text{و} \quad \begin{cases} E = 40 \text{ GPa} \\ G = 15 \text{ GPa} \end{cases}$$

(۱) ۳,۳۳

(۲) ۶,۶۶

(۳) -۳,۳۳

(۴) -۶,۶۶



۲۹- کدام یک از موارد زیر در خصوص تأثیر افزایش دما بر رفتار تغییر شکل فلزات نا درست است؟

(۱) پدیده صعود افزایش می‌یابد.

(۲) حساسیت فلزات به تغییرات نرخ کرنش کاهش می‌یابد.

(۳) موجب وقوع پدیده پیرکرنشی دینامیک در حین آزمون کشش مواد مستعد می‌گردد.

(۴) تعداد سیستم‌های لغزش افزایش می‌یابد اما تنش لازم برای تغییر شکل کاهش می‌یابد.

۳۰- دو نابجایی لبه‌ای با بردار برگرز  $\frac{a}{4}[1\bar{1}0]$  و  $\frac{a}{4}[011]$  بر روی صفحات به ترتیب (۱۱۱) و  $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$  در حرکت

هستند. اگر این دو نابجائی با یکدیگر برخورد کرده ترکیب شوند، صفحه لغزش نابجائی جدید کدام است؟

(۱) (۰۱۰)

(۲) (۱۱۰)

(۳) (۱۰۰)

(۴) (۱۱۲)

۳۱- در مورد روش XRD کدام عبارت صحیح است؟

(۱) بر مبنای پراش پرتو ایکس از صفحات کریستالی استوار است. صفحات کریستالی در مواد بلوری شدت پراش بیشتر و در مواد آمورف شدت پراش ضعیف‌تری پدید می‌آورند.

(۲) بر مبنای پراش پرتو ایکس از اتم‌های موجود در شبکه کریستالی است. اگر جهات ترجیحی داشته باشند شدت پراش بیشتر و اگر بدون جهات ترجیحی باشند شدت پراش ضعیف‌تری ایجاد می‌کنند.

(۳) بر مبنای پراش پرتو ایکس از اتم‌های موجود در شبکه کریستالی است. اگر شبکه کریستالی ساده باشد تعداد خطوط پراش کمتر و اگر شبکه مرکزدار یا وجوه مرکزدار باشد تعداد خطوط پراش بیشتر می‌شود.

(۴) بر مبنای پراش پرتو ایکس از صفحات کریستالی استوار است. اگر پرتوهای پراش یافته هم فاز باشند پراش سازنده و در غیر این صورت پراش مخرب اتفاق می‌افتد.

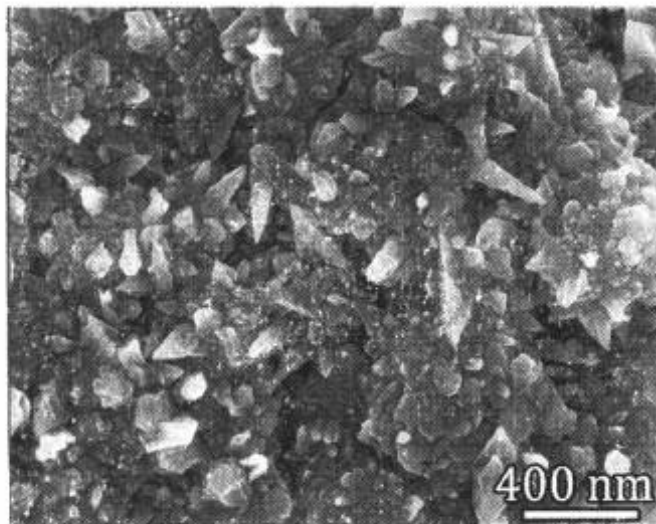
۳۲- اگر طول خط اندازه در ریز ساختار داده شده  $1/2$  سانتی‌متر باشد، بزرگنمایی این تصویر چند برابر است؟

(۱) ۱۰۰۰۰

(۲) ۲۰۰۰۰

(۳) ۳۰۰۰۰

(۴) ۴۰۰۰۰



۳۳- در میکروسکوپ الکترونی روبشی، با کدام آشکارساز می‌توان وضوح بهتری از سطح خارجی نمونه مشاهده کرد؟

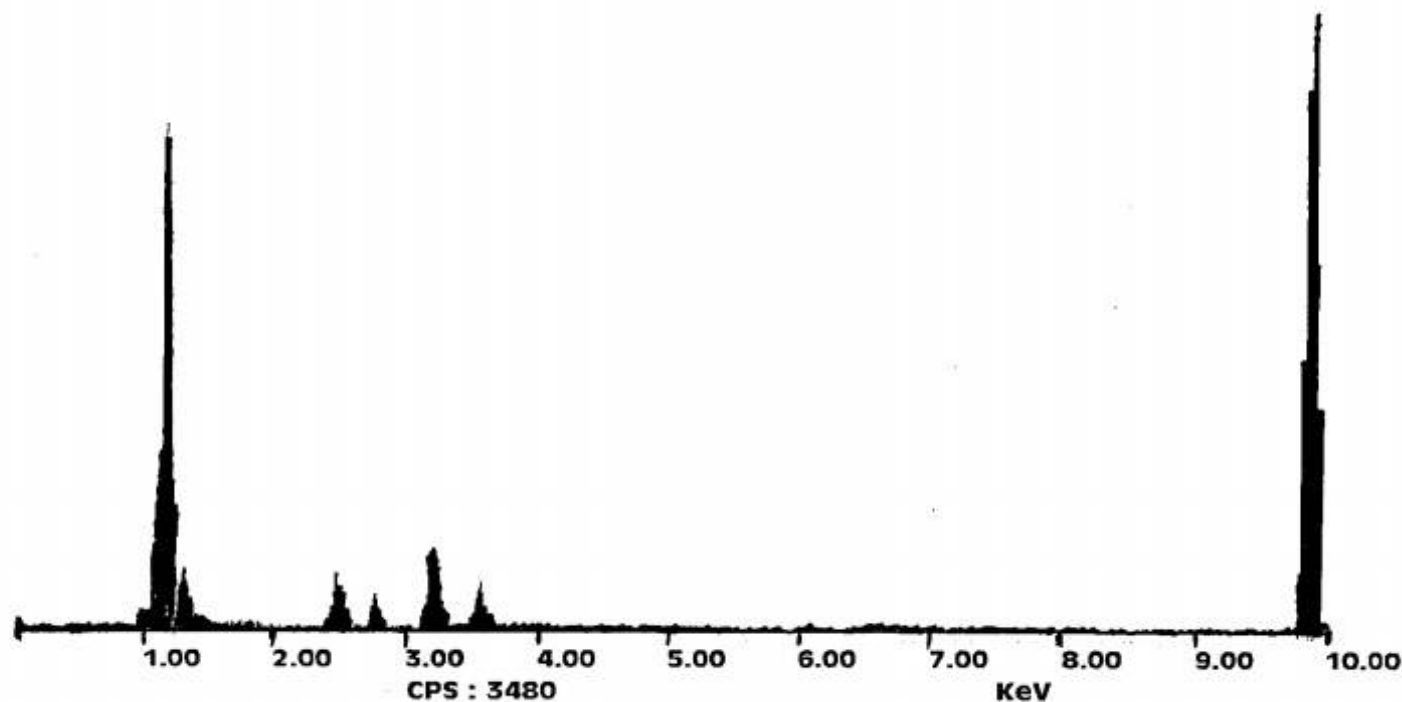
(۱) آشکارساز الکترون‌های برگشتی (BSE) که الکترون‌های کم انرژی را دریافت می‌کند و تصویری با عمق وضوح کم می‌سازد.

(۲) آشکارساز الکترون‌های ثانویه (SE) که الکترون‌های پر انرژی را دریافت می‌کند و تصویری با عمق وضوح زیاد می‌سازد.

(۳) آشکارساز الکترون‌های ثانویه (SE) که تمام الکترون‌ها را از عمق اثر دیده همزمان دریافت نمی‌کند و در نتیجه پراکندگی کمی دارد.

(۴) آشکارساز الکترون‌های برگشتی (BSE) که تمام الکترون‌ها را همزمان دریافت می‌کند و تصویری از کل عمق اثر دیده می‌سازد که پراکندگی زیادی دارد.

۳۴- نمونه‌ای از ژرمانیوم با سیستم طیف‌سنج توزیع انرژی (EDS) آنالیز شده و طیف زیر حاصل شده است. چه ناخالصی‌هایی در ژرمانیوم وجود دارد؟



Characteristic x-ray line energies (keV)

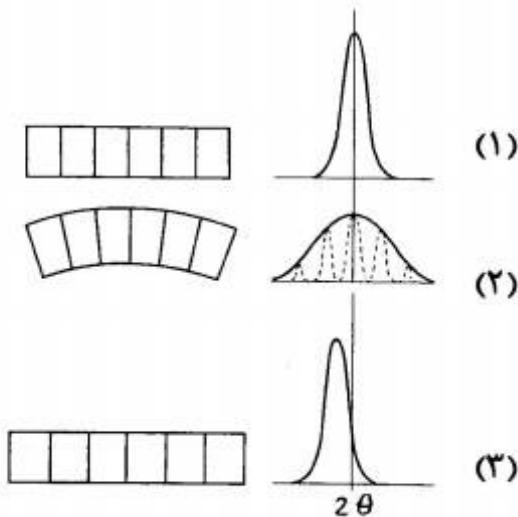
Element	K $\alpha$	K $\beta$	L $\alpha$	L $\beta$	K <sub>edge</sub>
C	0.277				0.282
Mg	1.25	1.30			1.31
Al	1.48	1.56			1.56
Si	1.74	1.84			1.84
Ti	4.51	4.93	0.452	0.458	4.96
V	4.95	5.43	0.511	0.585	5.46
Cr	5.41	5.95	0.573	0.654	5.98
Mn	5.90	6.49	0.637	0.721	6.54
Fe	6.40	7.06	0.705	0.792	7.11
Co	6.93	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
Ge	9.86	10.97	1.19	1.29	11.1
Mo	17.42	19.60	2.29	2.46	20.0
Ru	19.3	21.6	2.55	2.75	22.1
Ag	22.16	24.92	2.98	3.22	25.5
In	24.1	27.3	3.28	3.55	27.9
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

- (۱) روتنیوم و ایندیم
- (۲) روی و روتنیوم
- (۳) نقره و روی
- (۴) منیزیم و ایندیم

۳۵- FESEM چیست و چه مزیتی نسبت به SEM دارد؟

- (۱) میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به تفکیک نشر میدانی است که وضوح بالایی در بزرگنمایی‌های زیاد دارد. مزیت اصلی این میکروسکوپ قابلیت آنالیز کیفی و کمی عناصر موجود در نمونه‌های فلزی است.
- (۲) میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به تفکیک نشر میدانی است که وضوح بالایی در بزرگنمایی‌های کم دارد. مزیت اصلی این میکروسکوپ عمر زیاد منبع تولید الکترون آن است که در خلاء متوسط کار می‌کند.
- (۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی با قدرت تفکیک زیاد که در آن از انتشار سرد برای تولید الکترون استفاده شده است. مزیت اصلی این میکروسکوپ خلاء بالا و ولتاژ زیاد برای تشکیل تصویر است.
- (۴) میکروسکوپ الکترونی روبشی با قدرت تفکیک زیاد که در آن از انتشار سرد برای تولید الکترون استفاده شده است. مزیت اصلی این میکروسکوپ وضوح عالی در بزرگنمایی بالا با ولتاژ کم است.

۳۶- هر کدام از الگوهای پراش در شکل زیر (تصاویر ۱ تا ۳) نمایانگر چه حالتی از تنش در شبکه کریستالی است؟



- (۱) ۱- بدون تنش ، ۲- تنش غیر یکنواخت ، ۳- تنش یکنواخت
- (۲) ۱- تنش یکنواخت ، ۲- تنش کششی ، ۳- تنش فشاری
- (۳) ۱- بدون تنش ، ۲- تنش الاستیک ، ۳- تنش پلاستیک
- (۴) ۱- تنش یکنواخت ، ۲- تنش فشاری ، ۳- تنش کششی

۳۷- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) صحیح است؟

- (۱) اطلاعات تصویری و ترکیب شیمیایی از حجم بسیار کوچکی به عمق حدود ۱ نانومتر ایجاد می‌کند، تصاویر آن به صورت الکترون ثانویه یا الکترون برگشتی ظاهر می‌شود، نابجایی و نقص‌های کریستالی را با آن می‌توان بررسی کرد زیرا شدت پراش الکترون‌ها در منطقه نقص قوی‌تر است.
- (۲) اطلاعات تصویری و ترکیب شیمیایی از حجم بسیار کوچکی به عمق حدود ۱ نانومتر ایجاد می‌کند، تصاویر آن به صورت زمینه روشن یا زمینه تاریک ظاهر می‌شود، نابجایی و نقص‌های کریستالی را با آن می‌توان بررسی کرد زیرا شدت پراش الکترون‌ها در منطقه نقص ضعیف‌تر است.
- (۳) اطلاعات تصویری و پراش از حجم بسیار کوچکی به عمق حدود ۱ میکرون ایجاد می‌کند، تصاویر آن به صورت الکترون ثانویه یا الکترون برگشتی ظاهر می‌شود، نابجایی و نقص‌های کریستالی را با آن می‌توان بررسی کرد زیرا شدت پراش الکترون‌ها در منطقه نقص قوی‌تر است.
- (۴) اطلاعات تصویری و پراش از حجم بسیار کوچکی به عمق حدود ۱ میکرون ایجاد می‌کند، تصاویر آن به صورت زمینه روشن یا زمینه تاریک ظاهر می‌شود، نابجایی و نقص‌های کریستالی را با آن می‌توان بررسی کرد زیرا شدت پراش الکترون‌ها در منطقه نقص ضعیف‌تر است.

۳۸- نمونه‌ای فلزی با شبکه مکعبی تحت پراش پرتو ایکس قرار گرفته و مقادیر  $\sin^2 \theta$  برای شش خط اول، محاسبه شده است. شبکه کریستالی این نمونه کدام است؟

خط	$\sin^2 \theta$
۱	۰٫۱۴۰
۲	۰٫۱۸۵
۳	۰٫۳۶۹
۴	۰٫۵۰۳
۵	۰٫۵۴۸
۶	۰٫۷۲۶

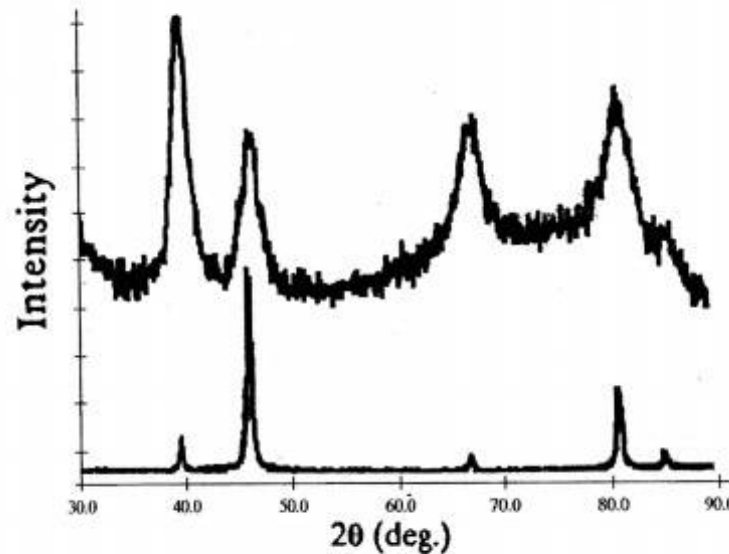
- (۱) SC
- (۲) FCC
- (۳) DC
- (۴) BCC

۳۹- الگوهای پراش پرتو ایکس از یک نمونه پودری قبل و بعد از نانوساختار شدن در شکل دیده می‌شود. بر

مبنای رابطه شرر ( $t = \frac{0.9\lambda}{B \cos \theta_B}$ ) اندازه کریستالی ناشی از نانوساختار شدن به طور تقریبی چند نانومتر

است؟ طول موج پرتو ایکس ۱٫۵ آنگستروم.

$\cos \theta$	$\theta$ (درجه)
۰٫۹۸	۱۰
۰٫۹۴	۲۰
۰٫۸۷	۳۰
۰٫۷۷	۴۰
۰٫۶۴	۵۰
۰٫۵۰	۶۰
۰٫۳۴	۷۰
۰٫۱۷	۸۰



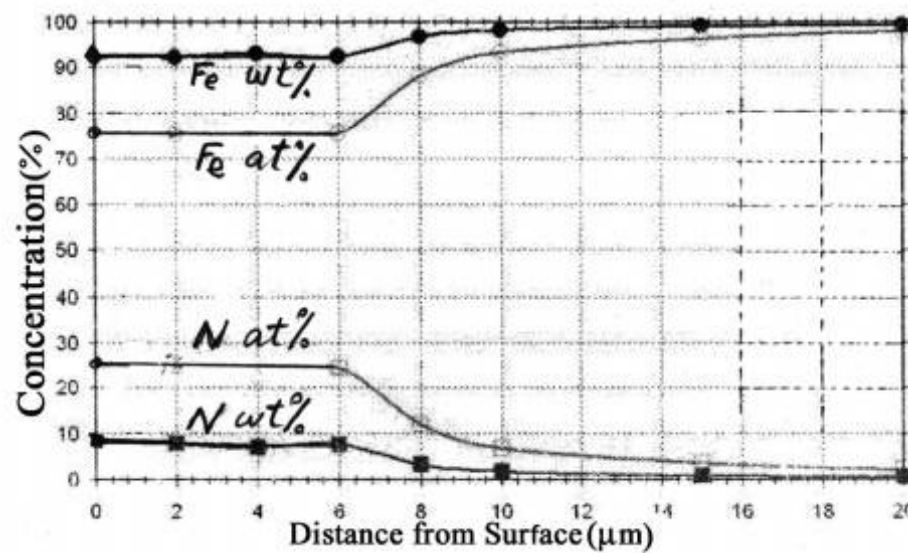
۰٫۰۵ (۱)

۰٫۵ (۲)

۳ (۳)

۳۰ (۴)

۴۰- قطعه‌ای فلزی که سطح آن نیتروژن دهی شده است، با طیف‌سنج تخلیه نورانی (GDOS) آنالیز شده و پروفیل غلظت عناصر به دست آمده است. کدام گزینه شرایط این نمونه را دقیق‌تر توصیف می‌کند؟



(۱) نفوذ غیر یکنواخت نیتروژن از سطح آهن تا عمق ۲۰ میکرون بطور پیوسته

(۲) نفوذ یکنواخت نیتروژن از سطح آهن تا عمق ۲۰ میکرون بطور پیوسته

(۳) یک لایه نیتریدی  $Fe_3N$  به ضخامت شش میکرون روی سطح و نفوذ نیتروژن تا عمق بیش از ۲۰ میکرون در آهن

(۴) یک لایه نیتریدی  $Fe-N$  به ضخامت حدود هشت میکرون روی سطح و ۲۰ میکرون عمق نفوذ نیتروژن در آهن

۴۱- تفاوت عمده دو روش میکرو آنالیز EDS (طیف سنج توزیع انرژی) و WDS (طیف سنج توزیع طول موج) از نظر کاربرد آن‌ها چه است؟

- (۱) در EDS طیف انرژی عناصر یک به یک دریافت می‌شود و دقت اندازه‌گیری بیشتر است. در WDS طول موج عناصر همزمان دریافت می‌شود و دقت اندازه‌گیری تک تک عناصر کم است.
- (۲) در WDS طول موج عناصر یک به یک دریافت می‌شود، پیک‌ها تیزترند و دقت اندازه‌گیری بیشتر است. در EDS طیف انرژی عناصر همزمان دریافت می‌شود و دقت اندازه‌گیری تک تک عناصر کم است.
- (۳) در EDS نمونه باید مسطح باشد، طیف انرژی دریافت می‌شود و دقت اندازه‌گیری کمتر است. در WDS مسطح بودن نمونه لزومی ندارد، طیف طول موج دریافت می‌شود و دقت اندازه‌گیری بیشتر است.
- (۴) در EDS نسبت سیگنال به نویز بالاتر است و دقت اندازه‌گیری تک تک عناصر بیشتر است. در WDS نسبت سیگنال به نویز کمتر است و دقت اندازه‌گیری تک تک عناصر کمتر است.

۴۲- برای آنالیز چدن نشکن حاوی گرافیت کروی درشت با استفاده از طیف‌سنج نوری (کوانتومتر)، چگونه می‌توان درصد کربن را با دقت بیشتری اندازه‌گیری نمود؟

- (۱) نمونه مورد نظر را باید قبل از آنالیز در کوره ذوب مجدد و به آرامی سرد نمود تا ساختار تعادلی به دست آید.
- (۲) نمونه مورد نظر را باید قبل از آنالیز در کوره ذوب مجدد و به سرعت منجمد نمود تا چدن سفید به دست آید.
- (۳) نمونه چدن نشکن را باید به نحوی پولیش و اچ کرد که گرافیت‌ها در سطح برجسته باقی بمانند.
- (۴) نمونه چدن نشکن را باید به نحوی پولیش و اچ کرد که گرافیت‌های درشت از سطح آن زدوده شوند.

۴۳- برای آنالیز عنصری با پرتو ایکس (XRF) نمونه‌ای از فولاد آلیاژی حاوی Fe, Cr, Ni, Mn و Mo چه لامپی را باید استفاده نمود؟

عنصر	طول موج $K\alpha$	طول موج $K_{edge}$
Cr	۲٫۲۹	۲٫۰۷
Mn	۲٫۱۰	۱٫۸۹
Fe	۱٫۹۳	۱٫۷۴
Ni	۱٫۶۶	۱٫۴۹
Cu	۱٫۵۴	۱٫۳۸
Mo	۰٫۷۱	۰٫۶۲
W	۰٫۲۱	۰٫۱۸
Pt	۰٫۱۸	۰٫۱۶

- (۱) Cr یا Cu
- (۲) Fe یا Cu
- (۳) Mo یا W
- (۴) Pt یا W

۴۴- سطح آلومینیوم آندایز شده است و لایه‌ای نازک از  $Al_2O_3$  (ضخامت حدود نیم میکرون) روی آن تشکیل یافته است. آنالیز سطح این نمونه با روش طیف‌سنجی الکترونی اوزه چه پیک‌هایی را نشان خواهد داد؟

- (۱) آلومینیوم
- (۲)  $Al_2O_3$
- (۳) آلومینیوم و اکسیژن
- (۴)  $Al_2O_3$  و آلومینیوم

- ۴۵- شباهت‌ها و تفاوت‌های میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) چه است؟
- (۱) AFM در حد تفکیک نانومتری و STM در حد تفکیک اتمی است، در AFM فاصله بین نوک پروب و سطح به عنوان سیگنال عمل می‌کند و در STM جریان الکترونی تونلی سیگنال را پدید می‌آورد، ولی هر دو میکروسکوپ پروبی روبشی هستند.
- (۲) AFM میکروسکوپ پروبی روبشی و STM میکروسکوپ الکترونی روبشی است، قدرت تفکیک AFM بیشتر از STM است، ولی هر دو برای مطالعه سطوح زبر فلزی و غیر فلزی قابل استفاده هستند.
- (۳) AFM میکروسکوپ پروبی روبشی و STM میکروسکوپ الکترونی روبشی است، قدرت تفکیک STM بیشتر از AFM است، ولی هر دو برای مطالعه سطوح زبر فلزی قابل استفاده هستند.
- (۴) AFM در مقیاس نانومتری و STM در مقیاس اتمی است، AFM جریان الکترونی خطی و STM جریان الکترونی تونلی دارد، ولی هر دو میکروسکوپ پروبی روبشی هستند.