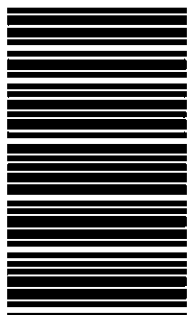


کد کنترل

709A



709A

صبح جمعه  
۱۴۰۴/۱۱/۱۰  
دفترچه شماره ۲ از ۲



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»  
مقام معظم رهبری

**آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵**  
**مهندسی متالورژی و مواد (کد ۲۳۵۹)**

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد	۳۰	۱	۳۰
۲	روش‌های شناسایی و آنالیز مواد	۱۵	۳۱	۴۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات 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.

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

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

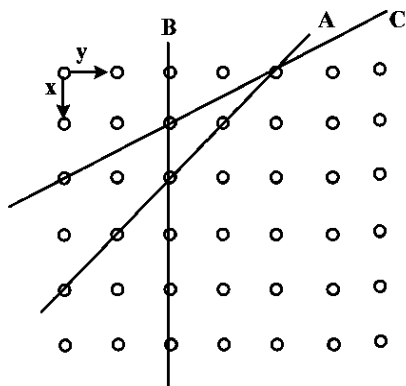
امضا:

خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد:

۱- در یک شبکه کریستالی BCC با پارامتر شبکه  $a$ ، از صفحات (۱۰۰)، (۱۱۰) و (۱۱۱)، به ترتیب، کدام یک پایدارترین و کدام یک ناپایدارترین صفحه است؟

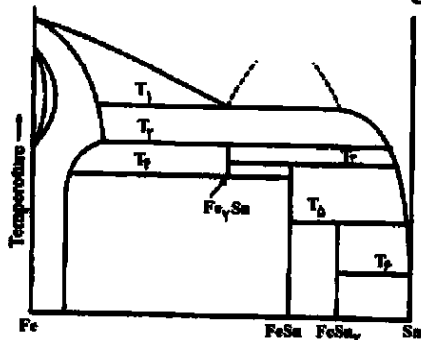
- ۱) (۱۱۱) و (۱۱۰)
- ۲) (۱۱۰) و (۱۱۱)
- ۳) (۱۰۰) و (۱۱۱)
- ۴) (۱۱۱) و (۱۰۰)

۲- نحوه چیدمان اتم‌ها در یک شبکه مکعبی به صورت زیر نشان داده شده است (دایره‌های توخالی نشان‌دهنده اتم‌ها در گوشه‌ها هستند). همچنین خطوط موجود در شکل، نشان‌دهنده صفحات مختلف کریستالی موازی با محور Z هستند. اندیس میلر صفحات A، B و C به ترتیب کدام است؟



- ۱) (۱۱۰)، (۰۱۰) و (۲۱۰)
- ۲) (۱۱۱)، (۰۱۰) و (۱۱۰)
- ۳) (۱۱۰)، (۱۱۰) و (۱۰۰)
- ۴) (۰۱۰)، (۱۰۱) و (۱۲۰)

۳- در دیاگرام Fe-Sn، در دماهای  $T_1$  و  $T_2$ ، به ترتیب، چه دگرگونی‌هایی رخ می‌دهد؟



- ۱) یونکتیک و پری تکتوئید
- ۲) یونکتیک و یونکتوئید
- ۳) مونوکتیک و پری تکتوئید
- ۴) پری تکتیک و یونکتوئید

۴- کدام مورد در خصوص اندرکنش بین اتم حل‌شونده بین‌نشینی و ناهنجاری درست است؟

- ۱) اندرکنش اعوجاج غیرکروی ناشی از انحلال اتم حل‌شونده در شبکه BCC با ناهنجاری بیچی وجود دارد.
- ۲) با حرکت ناهنجاری در اثر لغزش، آرایش اتم‌های حل‌شونده تغییر نمی‌کند.
- ۳) دما در اندرکنش بین اتم‌های حل‌شونده و ناهنجاری نقشی ایفا نمی‌کند.
- ۴) بین ناهنجاری‌های بیچی و اتم حل‌شونده نیروی دافعه وجود دارد.

۵- فولاد Fe-۰/۵ wt% C در دمای  $850^{\circ}\text{C}$  به طور کامل آستنیتی شده و سپس در هوا سرد شده است. در دمای اتاق، ساختار آن شامل ۷۰٪ پرلیت و ۳۰٪ فریت است. کربن موجود در پرلیت این فولاد، تقریباً چند درصد است؟ (فرض کنید درصد کربن در فریت، حدود ۰/۰۲ درصد است).

(۱) ۰/۵

(۲) ۰/۶

(۳) ۰/۷

(۴) ۰/۸

۶- در صورتی که جوانه‌های فاز  $\alpha$  در داخل فاز  $\beta$  به صورت کروی و هم‌سیما (Coherent) تشکیل شوند، شعاع بحرانی ( $r^*$ ) بر حسب آنگستروم چقدر است؟

$$\delta = 0.01$$

$$\gamma = 4 \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$$

$$\mu = 10^6 \text{ N/cm}^2$$

$$\Delta G_v = -10 \text{ J/cm}^3$$

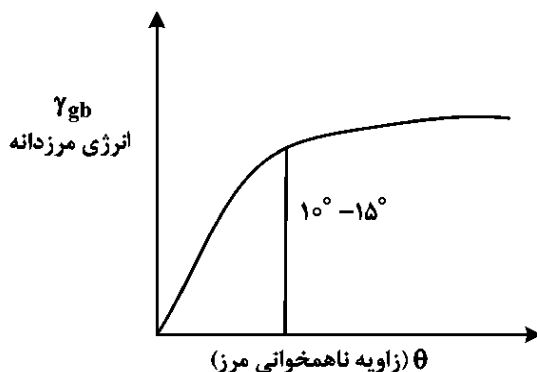
(۱) ۴۰۰

(۲) ۲۰۰

(۳) ۴۰

(۴) ۲۰

۷- مطابق شکل زیر، با افزایش زاویه مرزدانه، انرژی مرز افزایش یافته و سپس تقریباً مستقل از زاویه ناهمخوانی مرز می‌شود. در بعضی سیستم‌های آلیاژی، حتی در زاویه‌های بالای  $50^{\circ}$  نیز مجدداً کاهش شدید انرژی مشاهده می‌شود. دلیل این کاهش انرژی چه عواملی می‌تواند باشد؟



(۱) با افزایش زاویه در مرز، فضای خالی برای نفوذ به وجود می‌آید و جدایش عناصر، انرژی مرز را در زاویه‌های مشخص کاهش می‌دهد.

(۲) خنثی شدن نیم‌صفحه‌های اضافی ناهم‌جایی‌های موجود در مرز در زوایای زیاد طبق تئوری رید - شاکلی

(۳) خنثی شدن میدان‌های کرنشی ناهم‌جایی‌های موجود در مرز طبق تئوری رید - شاکلی

(۴) منطبق شدن صفحه مرزدانه با صفحه دوقلویی و همبسته شدن مرزدانه

۸- کدام مورد در خصوص تشکیل دوقلویی‌ها در فلزات درست است؟

(۱) در صورتی که انرژی نقص چیدن زیاد باشد، دوقلویی مکانیکی تشکیل می‌شود.

(۲) در صورتی که انرژی نقص چیدن زیاد باشد، دوقلویی تابکاری تشکیل می‌شود.

(۳) در صورتی که انرژی نقص چیدن کم باشد، دوقلویی مکانیکی تشکیل می‌شود.

(۴) در صورتی که انرژی نقص چیدن کم باشد، دوقلویی تابکاری تشکیل می‌شود.

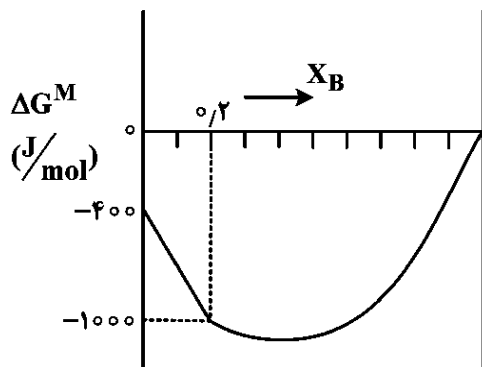
- ۹- کدام مورد در خصوص تجزیه اسپینودال شیمیایی نادرست است؟  
 (۱) فرایند نفوذی بوده و نفوذ از غلظت بالا به غلظت کم انجام می‌شود.  
 (۲) در منطقه ناپایدار منحنی انرژی آزاد - غلظت انجام می‌شود.  
 (۳) سد انرژی اکتیواسیون برای انجام فرایند وجود ندارد.  
 (۴) استحاله همگن می‌باشد.
- ۱۰- کدام یک از عناصر آلیاژی محلول در آستنیت، نمودار زمان - دما - دگرگونی (TTT) فولاد را به سمت چپ منتقل می‌کند؟  
 (۱) کروم  
 (۲) نیکل  
 (۳) تنگستن  
 (۴) کبالت
- ۱۱- معادله ویریا یک گاز حقیقی در دمای ۲۹۸ K، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$PV = RT(1 + 6 \times 10^{-4} P)$$

فیوگاسیته این گاز در فشار ۵۰۰ اتمسفر و دمای ۲۹۸ K، بر حسب اتمسفر چقدر است؟ ( $\exp(0.3) = 1.4$ )

- (۱) ۷۰۰  
 (۲) ۶۰۰  
 (۳) ۴۰۰  
 (۴) ۳۰۰

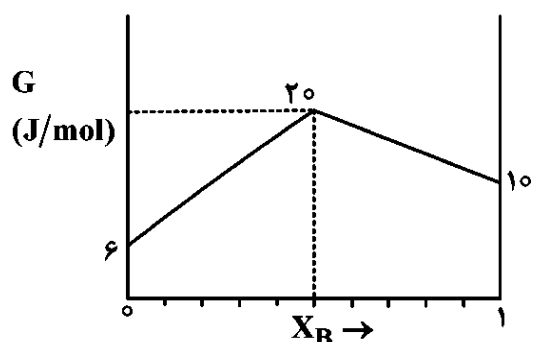
- ۱۲- نمودار تغییرات  $AG^M$  بر حسب  $X_B$  در محلول دوتایی A-B در دمای ۴۰۰ K به صورت زیر داده شده است (نمودار در محدوده  $X_B \leq 0.2$  به صورت خطی است). مقدار  $\ln \frac{a_A}{a_B}$  در این محلول در  $X_B = 0.2$  چقدر است؟



$$(R = 8 \frac{J}{mol.K})$$

- (۱)  $\frac{13}{8}$   
 (۲)  $\frac{13}{16}$   
 (۳)  $\frac{15}{8}$   
 (۴)  $\frac{15}{16}$

- ۱۳- نمودار تغییرات انرژی آزاد ۱ مول محلول A-B بر حسب  $X_B$  به صورت زیر داده شده است. مقدار  $\ln(a_A \cdot a_B)$  بر حسب دما (T) در محلول حاوی ۵۰ درصد مولی B چقدر است؟ ( $R = 8 \frac{J}{mol.K}$ )



- (۱)  $\frac{1}{T}$   
 (۲)  $\frac{2}{T}$   
 (۳)  $\frac{3}{T}$   
 (۴)  $\frac{4}{T}$

۱۴- حاصل عبارت  $(\frac{\partial T}{\partial V})_S$  برای یک مول گاز کامل، برابر کدام مورد است؟

$$\frac{-P}{C_V} \quad (۱)$$

$$\frac{V}{C_P} \quad (۲)$$

$$\frac{C_V}{P} \quad (۳)$$

$$\frac{-C_P}{V} \quad (۴)$$

۱۵- در محلول‌های رقیق، مقدار پارامتر تأثیر متقابل  $(\epsilon_i^j)$  برابر با کدام مورد است؟

$$\epsilon_i^j = \frac{\Delta H_{mix}}{RT} \quad (۱)$$

$$\epsilon_i^j = \log\left(\frac{x_i}{a_i}\right) \quad (۲)$$

$$\epsilon_i^j = \frac{\partial \gamma_i}{\partial x_i} \text{ at } x_i \rightarrow 1 \quad (۳)$$

$$\epsilon_i^j = \frac{\partial \ln \gamma_i}{\partial x_j} \text{ at } x_j \rightarrow 0 \quad (۴)$$

۱۶- نقطه جوش نرمال جیوه  $327^\circ\text{C}$  و گرمای تبخیر آن در این دما  $52400 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  است. با توجه به اینکه ظرفیت

گرمای ویژه جیوه در دو حالت مذاب و بخار، به ترتیب، برابر  $26 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  و  $20 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$  است، معادله تغییرات

فشار بخار جیوه مذاب به چه صورت است؟ ( $R = 8 \text{ J/mol.K}$  و  $\ln(600) = 6.4$ )

$$\ln P = -\frac{V^{\circ\circ\circ}}{T} + 16/5 \quad (۱)$$

$$\ln P = -\frac{V^{\circ\circ\circ}}{T} - 0.75 T \ln T \quad (۲)$$

$$\ln P = -\frac{V^{\circ\circ\circ}}{T} - \frac{0.75}{T^2} + 16/5 \quad (۳)$$

$$\ln P = -\frac{V^{\circ\circ\circ}}{T} - 0.75 \ln T + 16/5 \quad (۴)$$

۱۷- ماده‌ای در دمای ۵۰۰ کلوین و فشار ۱ اتمسفر در حالت تعادل جامد - مایع قرار دارد. آنتالپی ذوب این ماده در دمای ۵۰۰ کلوین برابر ۱۰ کیلوژول بر مول است. ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت برای فاز جامد

$$C_P^S = 20 \frac{J}{mol.K} \text{ و برای فاز مایع } C_P^L = 30 \frac{J}{mol.K} \text{ است. آنتالپی ذوب در دمای } 480 \text{ کلوین بر حسب ژول}$$

بر مول چقدر است؟

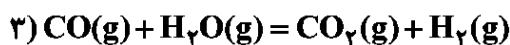
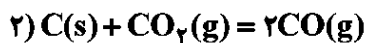
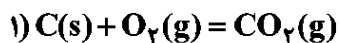
(۱) ۹۸۰۰

(۲) ۶۸۰۰

(۳) ۵۵۰۰

(۴) ۱۴۰۰

۱۸- در یک سیستم تعادل شیمیایی، واکنش‌های مستقل به صورت زیر هستند:



تعداد درجات آزادی (F) براساس قانون فاز گیبس چقدر است؟

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۱۹- در دمای ۶۰۰ کلوین، حد حلالیت B در A برابر ۴ درصد و در دمای ۳۰۰ کلوین، حد حلالیت B در A برابر ۲ درصد است. محلول A-B از B رقیق است و می‌توان رفتار آن را هنری در نظر گرفت. گرمای انحلال یک مول B

$(\Delta \bar{H}_B^M)$  چند کالری است؟

$R = 2 \frac{Cal}{mol.K}$  (۱) ۱۳۲۰

$\ln 2 = 0.7$  (۲) ۱۲۰۰

(۳) ۸۴۰

(۴) ۶۰۰

۲۰- از یک منبع حرارتی که دمای آن  $787^\circ C$  است، ۱۰۰۰۰ کالری حرارت به ماشینی که با سیکل کارنو کار می‌کند،

منتقل می‌شود. اگر دمای منبع سرد  $257^\circ C$  باشد، کار انجام شده توسط ماشین بر حسب کالری چقدر است؟

(۱) ۵۰۰

(۲) ۶۰۰

(۳) ۸۰۰

(۴) ۱۰۰۰

۲۱- در خصوص تأثیر کاهش انرژی نقص چیدن (stackin fault) بر توان کارسختی و نوع لغزش، کدام مورد درست است؟

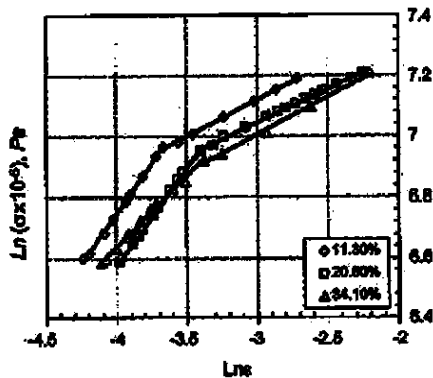
(۱) توان کارسختی افزایش و لغزش از صفحه‌ای به موجی تغییر می‌کند.

(۲) توان کارسختی افزایش و لغزش از موجی به صفحه‌ای تغییر می‌کند.

(۳) توان کارسختی کاهش و لغزش از موجی به صفحه‌ای تغییر می‌کند.

(۴) توان کارسختی کاهش و لغزش فقط از نوع لغزش موجی است.

۲۲- شکل زیر، منحنی تنش کرنش فولادی دوفازی در مقیاس  $\log \sigma - \log \epsilon$  را نشان می‌دهد. علت تغییر در رفتار



کارسختی این فولاد چیست؟

(۱) این رفتار عادی نیست.

(۲) فاز سخت (فاز دوم) در مراحل اولیه تغییر شکل نرم می‌شود.

(۳) کارسختی بیش از حد فاز نرم، باعث این تغییر رفتار می‌شود.

(۴) به علت تغییر شکل فاز سخت (فاز دوم)، رفتار کارسختی عوض می‌شود.

۲۳- اگر ثابت شبکه در فلزات fcc برابر  $a$  باشد، تنش برشی لازم برای لغزش در سیستم  $\{110\} \langle 110 \rangle$  (تک‌بلور

کامل)، برابر کدام است؟

$$\frac{G\sqrt{6}}{4\pi} \quad (۲)$$

$$\frac{G\sqrt{6}}{2\pi} \quad (۱)$$

$$\frac{G\sqrt{3}}{4\pi} \quad (۴)$$

$$\frac{G\sqrt{3}}{\pi} \quad (۳)$$

۲۴- طبق شکل، در ماده چهار ترک به طول‌های  $A = a$  و  $B = b$  وجود دارد. چنانچه در هنگام بارگذاری هر ترک

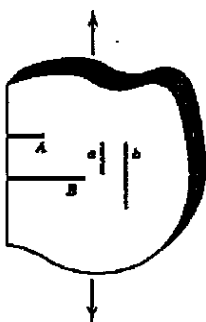
مستقل از سه ترک دیگر عمل کند، احتمال شکست کدام نوع ترک بیشتر است؟

b (۱)

a (۲)

B (۳)

A (۴)



۲۵- ناهنجاری لبه‌ای با بردار برگرز  $a/2[110]$  در صفحه  $(111)^-$  قرار دارد. اگر تنش برشی اعمال شده به این صفحه،

$200 \text{ MPa}$  و ثابت شبکه ۲ آنگستروم باشد، نیروی وارد بر واحد طول ناهنجاری چند نیوتن بر میلی‌متر است؟

$$2\sqrt{2} \times 10^{-4} \quad (۲)$$

$$2\sqrt{2} \times 10^{-5} \quad (۱)$$

$$\sqrt{2} \times 10^{-4} \quad (۴)$$

$$\sqrt{2} \times 10^{-5} \quad (۳)$$

۲۶- سرعت اشاعه ترک در ماده‌ای از رابطه  $\frac{da}{dN} (\text{m/cyc}) = 6.9 \times 10^{-12} (\Delta K)^3 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  پیروی می‌کند. اگر

نمونه‌ای از این ماده که دارای ترک مرکزی اولیه  $\frac{0.5}{\pi} \text{ cm}$  است، تحت تنش خستگی از صفر تا  $200 \text{ MPa}$  قرار

گیرد، تنش لازم برای شروع گسترش ترک چند  $\text{MPa}$  است؟ ( $K_{Ic} = 110 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ ,  $(\Delta K_{th} = 5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}})$ )

$$50\sqrt{2} \quad (۲)$$

$$110\sqrt{2} \quad (۱)$$

$$100 \quad (۴)$$

$$220 \quad (۳)$$

۲۷- سیمی پُراستحکام به طول  $13.5 \text{ cm}$ ، قطر  $1 \text{ cm}$  و مدول یانگ  $216 \text{ GPa}$  و کرنش شکست  $0.02$  است. با این سیم و

رزین پلیمری کامپوزیتی به طول  $13.5 \text{ cm}$  و سطح مقطع  $10\pi \text{ cm}^2$  ساخته می‌شود. پُراستحکام‌ترین کامپوزیتی که با

این سیم و رزین موجود می‌توان ساخت، چند  $\text{MPa}$  است؟ (از سهم رزین در استحکام کامپوزیت صرف‌نظر کنید).

$$1080 \quad (۲)$$

$$2160 \quad (۱)$$

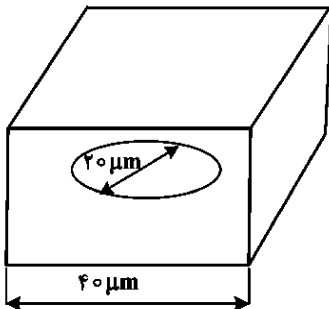
$$160 \quad (۴)$$

$$972 \quad (۳)$$

۲۸- چگالی نابه‌جایی‌ها در ماده‌ای پلی کریستال  $10^8 \frac{\text{cm}}{\text{cm}^3}$  نابه‌جایی تعیین شده است. با فرض استوانه‌ای بودن دانه‌های این ماده و اندازه  $20 \mu\text{m}$  میکرومتری قطر و ارتفاع آن، طول کل نابه‌جایی‌های موجود در این دانه برابر چند سانتی‌متر است؟ (نحوه قرارگیری نابه‌جایی‌ها را منظم و موازی هم لحاظ کنید.)

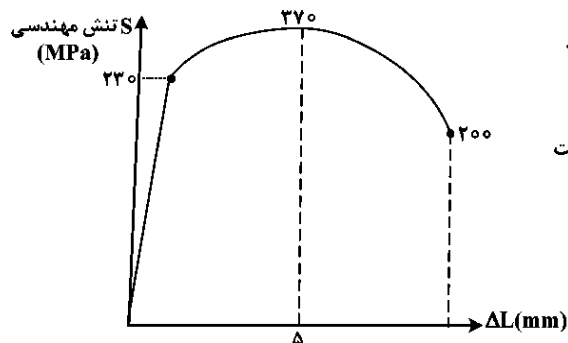
$$\begin{array}{ll} \frac{\pi}{10} \quad (2) & \frac{\pi}{5} \quad (1) \\ \pi \quad (4) & 2\pi \quad (3) \end{array}$$

۲۹- در کریستالی مکعبی به بُعد  $40 \mu\text{m}$  حلقه نابه‌جایی در اثر کارکردن منبع فرانک - رید به وجود آمده و به صورت دایره‌ای به قطر  $20 \mu\text{m}$  توسعه یافته است. اگر قطر اتم‌های سازنده  $4 \text{ \AA}$  باشد، مقدار کرنش برشی ایجاد شده در این کریستال در اثر تولد و توسعه این حلقه، کدام مورد است؟



$$\begin{array}{l} \frac{\pi}{8} \times 10^{-11} \quad (1) \\ \frac{\pi}{8} \times 10^{-8} \quad (2) \\ \frac{\pi}{8} \times 10^{-5} \quad (3) \\ \frac{\pi}{8} \times 10^{-2} \quad (4) \end{array}$$

۳۰- منحنی آزمون کشش به عمل آمده بر روی فلزی مشخص، در شکل نشان داده شده است. با توجه به اطلاعات داده شده، میزان انرژی تغییر شکل الاستیک  $\left(\frac{\text{mJ}}{\text{m}^3}\right)$  و کرنش تسلیم به ترتیب برابر کدام مورد است؟



طول سنجه اولیه = ۲۵ mm

قطر اولیه = ۱۰ mm

قطر مقطع شکست = ۶ mm

جدول الاستیک = ۲۱۰ GPa

$$0,002 \text{ و } 12,6 \quad (1)$$

$$0,001 \text{ و } 0,126 \quad (2)$$

$$0,001 \text{ و } 12,6 \quad (3)$$

$$0,02 \text{ و } 0,126 \quad (4)$$

### روش‌های شناسایی و آنالیز مواد:

۳۱- میانگین اندازه بلوره‌های یک نمونه ورق آلومینیم تغییر شکل شدید داده شده از روی الگوی پراش پرتو ایکس مطابق روش شرر حدود چهل نانومتر تعیین شد. اگر توزیع اندازه بلوره‌ها مدنظر باشد، کدام روش را باید انجام داد؟

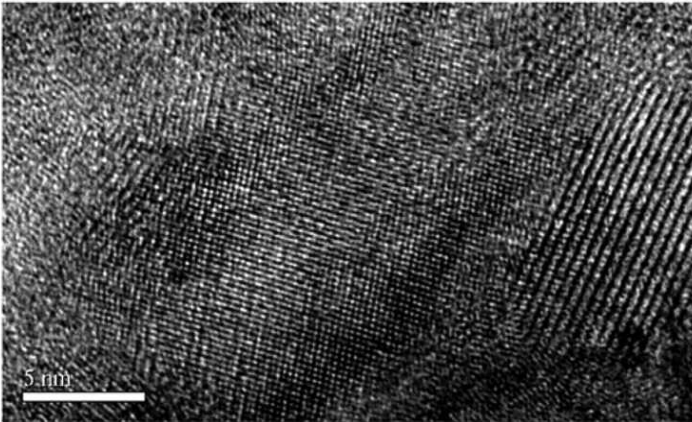
(۱) روش ریتولد جهت تحلیل الگوی پراش پرتو ایکس

(۲) روش ویلیامسون - هال جهت تحلیل الگوی پراش پرتو ایکس

(۳) تحلیل الگوی پراش الکترونی همگرا در میکروسکوپ الکترونی عبوری

(۴) به‌کارگیری آشکارساز پراش الکترون‌های برگشتی در میکروسکوپ الکترونی روبشی

۳۲- تصویر میکروسکوپی الکترونی مطابق کدام مورد است؟ (مقیاس قیدشده روی تصویر، پنج نانومتر است.)



(۱) فریزهای موآر (Moiré Fringes) در یک نمونه تک‌بلوری

(۲) الگوهای کانالی (Channelling Pattern) در یک نمونه تک‌بلوری

(۳) فریزهای ضخامت (Thickness Fringes) در یک نمونه چندبلوری

(۴) کنتراست تصویر شبکه‌ای (Lattice Imaging) یک ماده چندبلوری

۳۳- از روش تفکیک انرژی پرتو ایکس در میکروسکوپ الکترونی روبشی برای تعیین ترکیب شیمیایی یک ابر آلیاژ پایه نیکلی دارای عناصر متعدد استفاده شده است. چالش تعیین عناصر سبک (دارای عدد اتمی کمتر از ده)، مطابق کدام مورد است؟

(۱) برخی قله‌های پرتوهای ایکس گروه‌های L و M عناصر سنگین، با گروه K عناصر سبک هم‌پوشانی دارند.

(۲) برخی قله‌های پرتوهای ایکس گروه K عناصر سنگین، با گروه K عناصر سبک هم‌پوشانی دارند.

(۳) برخی قله‌های پرتوهای ایکس گروه L عناصر سبک، با یکدیگر هم‌پوشانی دارند.

(۴) قله‌های K عناصر سبک، با یکدیگر هم‌پوشانی دارند.

۳۴- در تصویر زمینه تاریک (Dark Field) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، صفحات بلوری قسمت‌های روشن چگونه قرار گرفته‌اند؟

(۱) موازی با صفحه تصویر و موازی با بردار g

(۲) موازی با صفحه تصویر و عمود بر بردار g

(۳) عمود بر صفحه تصویر و عمود بر بردار g

(۴) عمود بر صفحه تصویر و موازی با بردار g

۳۵- بررسی منطقه متأثر از تغییر شکل و حرارت یک قطعه جوشکاری همزن اصطکاکی شده مدنظر است. ضخامت این ناحیه، حسب بررسی با میکروسکوپ الکترونی روبشی در حدود هفتاد میکرومتر است. از آنجا که میکروسکوپ الکترونی روبشی قادر به تفکیک و نمایان ساختن ریزساختار منطقه مربوطه نمی‌باشد، لازم است که نمونه فویل نازک برای بررسی با میکروسکوپ الکترونی عبوری تهیه شود. کدام مورد روش مناسب تهیه فویل نازک برای این منظور است؟

(۱) پرتو یونی متمرکز (Focused Ion Beam) متصل به یک میکروسکوپ الکترونی روبشی

(۲) روش Ion Milling با استفاده از سایش نمونه از بالا و پایین توسط دو تفنگ یونی

(۳) روش شیمیایی Window Technique و استفاده از یک محلول خورنده مناسب

(۴) روش Jet Electropolisher و استفاده از یک محلول خورنده مناسب

۳۶- بررسی رسوبات نانومتری در میکروسکوپ الکترونی روبشی مدنظر است. راهبرد جمعی کدام مورد باید انتخاب شود؟

(۱) فاصله کاری زیاد - سرعت روبش کم - ولتاژ شتاب‌دهنده زیاد

(۲) فاصله کاری زیاد - سرعت روبش زیاد - ولتاژ شتاب‌دهنده کم

(۳) فاصله کاری کم - سرعت روبش زیاد - ولتاژ شتاب‌دهنده زیاد

(۴) فاصله کاری کم - سرعت روبش کم - ولتاژ شتاب‌دهنده کم

- ۳۷- نحوه تهیه نمونه در روش **Induced Coupled plasma (ICP)** و **X-Ray Fluorescence (XRF)** چیست؟
- (۱) در روش ICP، الکترون‌ها از مدار داخلی بیرون انداخته می‌شوند و در XRF، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند.
- (۲) در روش ICP، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند و در XRF، الکترون‌ها از مدار داخلی بیرون انداخته می‌شوند.
- (۳) در هر دو روش، الکترون‌ها از مدار داخلی بیرون انداخته می‌شوند.
- (۴) در هر دو روش، الکترون‌ها به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند.

۳۸- اگر در الگوی پراش پرتوی ایکس یک ماده با ساختار مکعبی  $\frac{\sin^2 \theta_2}{\sin^2 \theta_1} = \frac{4}{3}$ ،  $\theta_1$  زاویه براگ قله اول و  $\theta_2$  زاویه

برآگ قله دوم باشد، اندیس قله سوم پراش چیست؟

(۱) ۱۱۱

(۲) ۲۰۰

(۳) ۲۱۱

(۴) ۲۲۰

- ۳۹- با استفاده از کدام روش آنالیز عنصری می‌توان نیم‌رخ یا تغییرات غلظت از سطح به عمق نمونه را در مقیاس دویست میکرومتر تعیین کرد؟

(۱) X-Ray Fluorescence (XRF)

(۲) Optical Emission Spectroscopy (OES)

(۳) Glow Discharge spectroscopy (GDS)

(۴) هیچ کدام

- ۴۰- در میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، روزه شیء در کجا قرار دارد و وظیفه‌اش چیست؟

(۱) در صفحه کانونی پشتی - حذف پرتوهای انحراف یافته

(۲) در صفحه تصویر میانی - حذف پرتوهای انحراف یافته

(۳) در صفحه کانونی پشتی - انتخاب ناحیه موردنظر برای پراش

(۴) در پایین صفحه کانونی پشتی - انتخاب ناحیه موردنظر برای پراش

- ۴۱- برای محاسبه دقیق فواصل صفحات (**d-spacings**) شبکه بلوری یک آلیاژ، کدام روش ترجیح دارد؟

(۱) تصاویر شبکه‌ای (lattice imaging) در میکروسکوپ الکترونی عبوری

(۲) پراش سنجی پرتو ایکس (x-ray diffractometry) تحت گام (step size) کم

(۳) پراش سنجی پرتو ایکس (x-ray diffractometry) تحت سرعت روبش (scanning speed) زیاد

(۴) الگوی پراش الکترونی نقطه‌ای (spot electron diffraction pattern) در میکروسکوپ الکترونی عبوری

- ۴۲- کاهش اثر سایه‌دار شدن (**shadowing effect**) در بررسی سطح شکست یک ماده به کمک میکروسکوپ

الکترونی روبشی مدنظر است. جهت ردیابی سطح شکست، کدام آشکارساز و کدام سیگنال باید انتخاب شود؟

(۱) Everhard-Thornley - در حالت اعمال بایاس مثبت بر قفس فاراده

(۲) Everhard-Thornley - در حالت اعمال بایاس منفی بر قفس فاراده

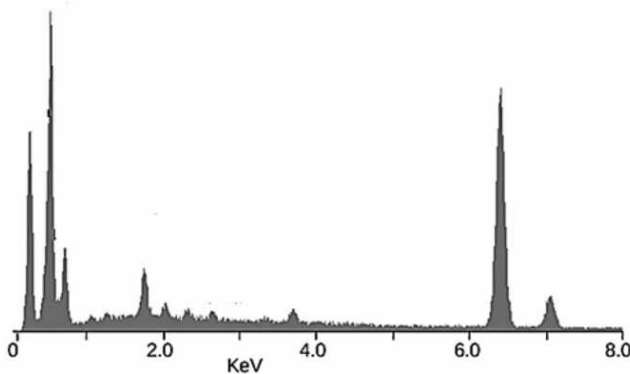
(۳) دو ویفری حالت جامد الکترون‌برگشتی - در حالت جمع کردن دو سیگنال

(۴) دو ویفری حالت جامد الکترون‌برگشتی - در حالت کسر کردن دو سیگنال

۴۳- عناصر عمده حاضر در طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس (Energy Dispersive Spectroscopy) مربوط به یک ماده کدامند؟

### Chracteristic X-ray energies (keV)

Element	K $\alpha$	K $\beta$	L $\alpha$	L $\beta$	K $_{edge}$
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



(۲) منگنز - اکسیژن - آلومینیم - نیتروژن

(۴) منگنز - کبالت - کربن - سیلیسیم

(۱) آهن - کبالت - اکسیژن - سیلیسیم

(۳) آهن - اکسیژن - کربن - سیلیسیم

۴۴- کدام مورد در خصوص روش‌های تعیین ترکیب شیمیایی (EDS) Energy Dispersive Spectroscopy و Wavelength Dispersive Spectroscopy (WDS) درست است؟

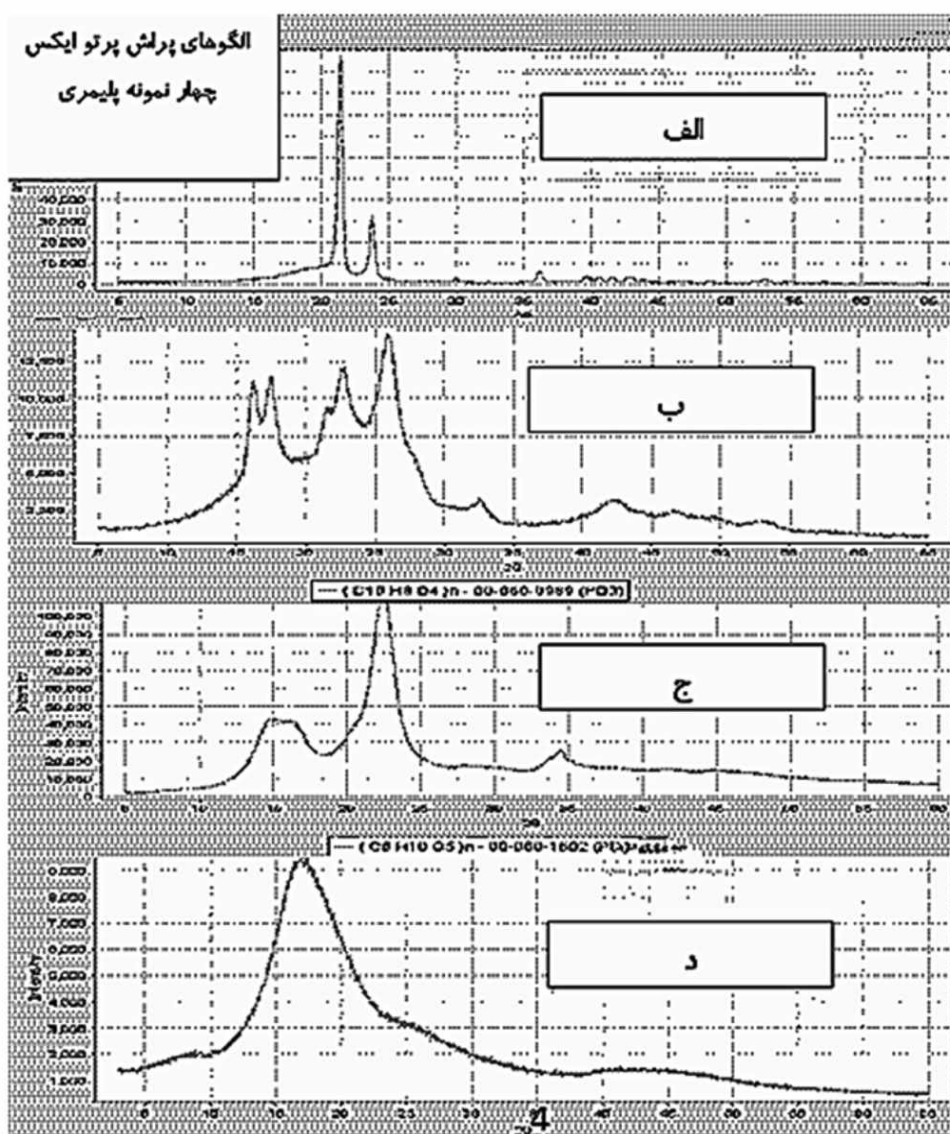
(۱) در هر دو روش EDS و WDS، پرتوهای ایکس مشخصه ایجادشده، پراش یافته و به ترتیب مورد سنجش انرژی و طول موج قرار می‌گیرند.

(۲) در EDS، انرژی پرتوهای ایکس مشخصه اندازه‌گیری می‌شوند اما در WDS، پرتوهای ایکس بعد از پراش مورد سنجش طول موج قرار می‌گیرند.

(۳) حد تفکیک روش WDS از روش EDS بیشتر است، اما سرعت عمل روش WDS بیشتر از روش EDS است.

(۴) حد تفکیک روش EDS از روش WDS بیشتر است، اما سرعت عمل روش WDS کمتر از روش EDS است.

۴۵- چهار الگوی پراش پرتو ایکس ارائه‌شده مربوط به چهار نمونه پلیمری با جنس‌های مختلف است. این چهار الگوی پراش پرتو ایکس به ترتیب منطبق بر کدام مورد هستند؟



(۱) احتمالاً نانوبلوری - نیمه‌بلوری و نیمه‌آمورف - کاملاً بلوری - آمورف

(۲) کاملاً بلوری - احتمالاً نانوبلوری - آمورف - نیمه‌بلوری و نیمه‌آمورف

(۳) کاملاً بلوری - نیمه‌بلوری و نیمه‌آمورف - احتمالاً نانوبلوری - آمورف

(۴) کاملاً بلوری - نیمه‌بلوری و نیمه‌آمورف - آمورف - احتمالاً نانوبلوری