

کد کنترل

535

F



## آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه

۱۴۰۱/۱۲/۱۱



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

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

### مهندسی متالورژی و مواد (کد ۲۳۵۹)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ 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 - روش‌های شناسایی و آنالیز مواد	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول 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 پاسخ نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخ نامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

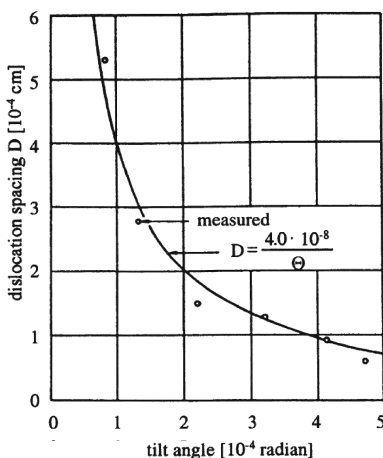
مجموعه دروس تخصصی: (خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد - روش های شناسایی و آنالیز مواد):

- ۱- چرا ساختار کریستالی مکعبی ساده به ندرت در فلزات یافت می شود؟
  - (۱) به دلیل پایین بودن عدد همسایگی
  - (۲) به دلیل کم بودن تعداد اتم های موجود
  - (۳) به دلیل کاهش تعداد الکترون های ظرفیتی
  - (۴) به دلیل تمایل فلزات به تشکیل پیوندهای جهت دار
- ۲- کدام یک از استحاله های آلوتروپیک زیر با انقباض بیشتری همراه است؟
 

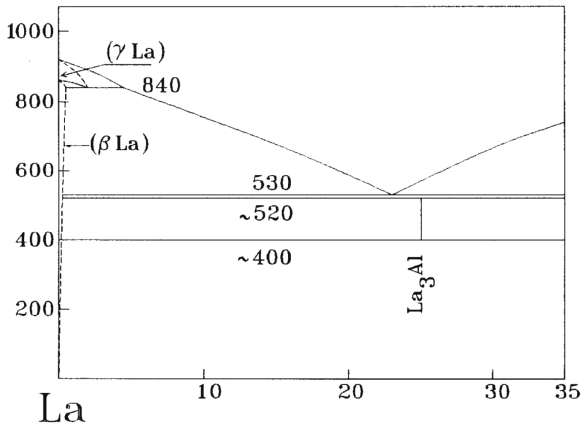
(۱) HCP به SC	(۲) FCC به BCC
(۳) SC به FCC	(۴) BCC به HCP
- ۳- ریزساختار لایه های آلیاژ یوتکتوئیدی  $A-20\text{ wt.}\%B$  متشکل از دو فاز  $\alpha$  و  $\beta$  با ترکیب شیمیایی به ترتیب  $A-10\text{ wt.}\%B$  و  $A-50\text{ wt.}\%B$  است. در صورتی که فاصله بین لایه های (Lamellar spacing) در این آلیاژ ۱۲ میکرون باشد، ضخامت لایه  $\alpha$  چند میکرون است؟ (دانسیته فاز  $\alpha$  و  $\beta$  تقریباً برابر است).
 

(۱) ۴	(۲) ۶
(۳) ۸	(۴) ۹
- ۴- در سیستم آلیاژی  $Cu-Ni$  نیرو محرکه تشکیل محلول جامد کدام است؟
  - (۱) کاهش شدید آنتالپی سیستم
  - (۲) افزایش نظم اتمی در سیستم
  - (۳) افزایش انتروپی سیستم
  - (۴) افزایش آنتالپی سیستم
- ۵- بررسی های EBSD از یک تک کریستال نیکل نشان داده که ریزساختار این ماده حاوی مرزدانه های کج زاویه پایین (Low angle tilt boundary) با زاویه حدود  $2 \times 10^{-4}$  رادیان است. فاصله بین نابه جایی های لبه ای در این مرز کج چند میکرون است؟ (پارامتر شبکه نیکل  $0.35\text{ nm}$  است).
 

(۱) ۰/۸	(۲) ۱/۲
(۳) ۱/۷	(۴) ۱/۵

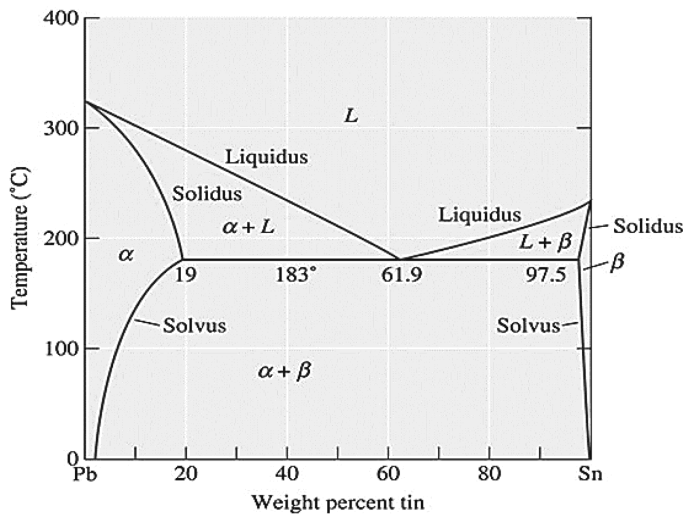


۶- با توجه به دیاگرام فازی La - Al، نوع واکنش سه فازی در دماهای ۸۴۰°C و ۵۲۰°C به ترتیب کدام است؟



- (۱) سینتکتیک - یوتکتوئید
- (۲) پریتکتیک - پریتکتوئید
- (۳) متاتکتیک - پریتکتوئید
- (۴) کاتاتکتیک - مونوتکتوئید

۷- انجماد غیرتعادلی آلیاژ Pb-۱۵wt.%Sn را در نظر بگیرید. ریزساختار این آلیاژ در شرایط غیرتعادلی حاوی یک زمینه متشکل از فاز محلول جامد α به همراه یک جزء یوتکتیکی در مرز دانه‌های فاز α است. در صورتی که ترکیب شیمیایی آخرین فاز جامد α تشکیل شده قبل از واکنش یوتکتیک Pb-۸wt.%Sn باشد، درصد وزنی



جزء یوتکتیکی در این آلیاژ کدام است؟

- (۱) ۸
- (۲) ۱۳
- (۳) ۱۷
- (۴) ۲۰

۸- میکروگراف زیر تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از ریزساختار یک فولاد را نشان می‌دهد. در صورتی که کسر حجمی فاز سفیدرنگ حدود ۱۰ درصد باشد، درصد وزنی کربن در این فولاد را تخمین بزنید؟



- (۱) ۰/۷
- (۲) ۱/۱
- (۳) ۱/۴
- (۴) ۱/۶

۹- ضریب انبساط حرارتی یک فلز تابع کدام فاکتور نیست؟

(۱) اندازه دانه

(۲) انرژی پیوند

(۳) میزان جای خالی در فلز

(۴) تقارن منحنی انرژی پتانسیل بین اتم‌ها برحسب فاصله بین‌اتمی

۱۰- ریزساختار تعادلی یک آلیاژ متشکل از یک زمینه  $\alpha$  به همراه فاز  $\beta$  در مرز دانه‌های فاز  $\alpha$  است. در صورتی که

انرژی مرز دانه‌های فاز  $\alpha$  حدود  $\frac{J}{m^2}$  و انرژی فصل مشترک فاز  $\alpha$  و  $\beta$  حدود  $\frac{J}{m^2}$  باشد. شکل و نحوه

توزیع فاز  $\beta$  چگونه است؟ (انرژی فصل مشترک فاز  $\alpha$  و  $\beta$  انیزوتروپی ندارد.)

(۱) به صورت یک لایه نازک پیوسته در مرز دانه (۲) به صورت ذرات نسبتاً مکعبی مجزا از هم در مرز دانه

(۳) به صورت ذرات بشقابی شکل به هم پیوسته در مرز دانه (۴) به صورت ذرات نسبتاً کروی مجزا از هم در مرز دانه

۱۱- نمودار یک جزئی ماده A به صورت زیر داده شده است. با توجه به این نمودار می‌توان گفت که A جامد در دمای

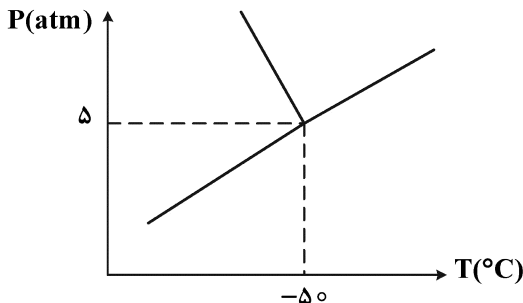
$25^\circ\text{C}$  و فشار یک اتمسفر:

(۱) مستقیماً به بخار تبدیل می‌شود.

(۲) مستقیماً به مایع تبدیل می‌شود.

(۳) به همان صورت جامد باقی می‌ماند.

(۴) ابتدا به مایع و سپس به بخار تبدیل می‌شود.



۱۲- تابع  $\Omega = -A + \mu N$  را در نظر بگیرید که در آن A انرژی آزاد هلمولتز،  $\mu$  پتانسیل شیمیایی و N تعداد ذرات

سیستم باز است. در این شرایط معادله  $d\Omega$  برحسب متغیرهای مستقل ترمودینامیکی کدام است؟

$$d\Omega = -dA + \mu dN + Nd\mu \quad (2) \quad d\Omega = -dA + \mu dN - Nd\mu \quad (1)$$

$$d\Omega = -SdT - PdV + Nd\mu \quad (4) \quad d\Omega = SdT + PdV + Nd\mu \quad (3)$$

۱۳- دو جزء A و B در حالت جامد در یکدیگر نامحلولند، اما دو ترکیب استوکیومتری AB و  $AB_3$  تشکیل می‌دهند.

$$A + B = AB \quad , \quad \Delta G^\circ = -30000 + 6T \quad (\text{J})$$

$$A + 3B = AB_3 \quad , \quad \Delta G^\circ = -28000 - 12T \quad (\text{J})$$

اکتیویته B در محدوده‌ای که سیستم از AB و  $AB_3$  تشکیل شده در دمای  $1000\text{K}$ ، کدام است؟

$$R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \quad e = 2.7$$

$$0.7 \quad (2)$$

$$0.4 \quad (1)$$

$$1 \quad (4)$$

$$0.8 \quad (3)$$

۱۴- در آلیاژ مذاب A-B، ضریب اکتیویته جزء B از رابطه  $\ln \gamma_B = -\frac{5000}{T} + 0.4$  تبعیت می‌کند. تغییر آنتروپی مولار

جزئی B در محلول B-40/A در دمای  $1000\text{K}$  چند کالری بر کلین است؟

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}} \quad , \quad \ln 0.4 = -0.9$$

$$2.5 \quad (2)$$

$$3.5 \quad (1)$$

$$1 \quad (4)$$

$$1.8 \quad (3)$$

۱۵- در دیاگرام دوتایی A-B در دمای ۱۰۰۰K، فاز مذاب حاوی ۳۰ درصد B با جامد α حاوی ۲ درصد B در تعادل است. اگر مذاب، ایدئال بوده و B در جامد α رفتار هنری داشته باشد، اکتیویته A در مذاب در دمای فوق نسبت به حالت جامد و خالص کدام است؟

$$\begin{array}{ll} ۱) & ۰/۹۸ \\ ۲) & ۰/۳ \\ ۳) & ۰/۷ \\ ۴) & ۰/۳ \end{array}$$

۱۶- نقطه ذوب ترکیب M برابر ۲۰۰۰K و گرمای نهان ذوب، ۸۰ کیلوژول بر مول است و نقطه ذوب ترکیب P برابر ۱۰۰۰K و گرمای نهان ذوب آن ۶۰ کیلوژول بر مول است. اگر محلول‌های مذاب و جامد این دو ترکیب، ایدئال فرض شوند، معادله انرژی آزاد مولی کلی محلول جامد ( $\Delta G_S^M$ ) چند کیلوژول بر مول است؟ (فرض کنید دما، ۱۵۰۰K بوده و همچنین اختلاف ظرفیت‌های گرمایی مولی فازهای جامد و مذاب برای ترکیبات M و P تقریباً صفر است.)

$$\Delta G_S^M = X_M \ln X_M + X_P \ln X_P \quad (۱)$$

$$\Delta G_S^M = ۱۲(X_M \ln X_M + X_P \ln X_P) \quad (۲)$$

$$\Delta G_S^M = ۱۲(X_M \ln X_M + X_P \ln X_P) - ۳ \cdot X_P \quad (۳)$$

$$\Delta G_S^M = ۱۲(X_M \ln X_M + X_P \ln X_P) + ۳ \cdot X_P \quad (۴)$$

۱۷- در آزمایشگاه می‌توان  $C_p$ ،  $C_v$ ،  $\alpha$ ،  $\beta$ ، P و V و T را تعیین نمود.

$$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$\beta = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

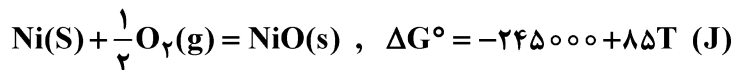
مقدار  $\left( \frac{\partial P}{\partial V} \right)_S$  بر حسب پارامترهای قابل اندازه‌گیری در آزمایشگاه، کدام است؟

$$\frac{C_V \alpha}{T \beta} \quad (۱)$$

$$-\frac{C_P}{\beta C_V V} \quad (۳)$$

۱۸- آلیاژ نیکل - مس در دمای ۱۰۰۰K در فشار هوای  $5 \times 10^{-10}$  اتمسفر با اکسیدهای خود در حال تعادل است. اگر

ثابت هنری  $(\gamma_{Ni}^0)Ni$  برابر ۰/۱ باشد، اکتیویته Ni در آلیاژ نسبت به حالت استاندارد هنری مذاب کدام است؟



$$T_m^{Ni} = 2000 \text{ K}, \quad L_f^{Ni} = 16000 \frac{\text{J}}{\text{mol}}, \quad \exp(20) = 5 \times 10^8$$

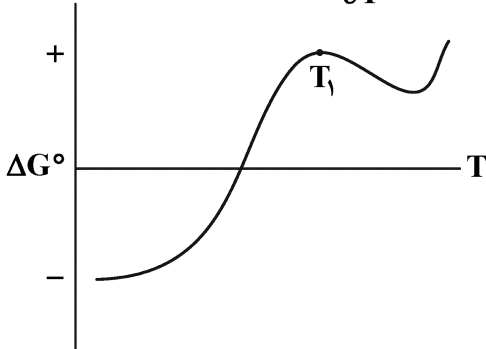
$$8 \times 10^{-4} \quad (۱)$$

$$4 \times 10^{-3} \quad (۳)$$

$$5 \times 10^{-2} \quad (۲)$$

$$0/7 \quad (۴)$$

۱۹- در نمودار زیر تغییرات  $\Delta G^\circ$  بر حسب  $T$  داده شده است. به ترتیب علامت  $\frac{\partial \Delta S^\circ}{\partial T}$  و  $\ln K$  در دمای  $T_1$  کدام خواهد بود؟



- (۱) مثبت و منفی
- (۲) منفی و منفی
- (۳) مثبت و مثبت
- (۴) منفی و مثبت

۲۰- مذاب  $A-40\%B$  را از دمای بالا به آرامی سرد می‌کنیم. در دمای  $500K$  شروع به انجماد کرده و جامد حاصل ۴ درصد  $B$  داشته و  $B$  در جامد رفتار هنری دارد. ضریب اکتیویته  $A$  در مذاب نسبت به حالت استاندارد مذاب و خالص کدام مورد است؟

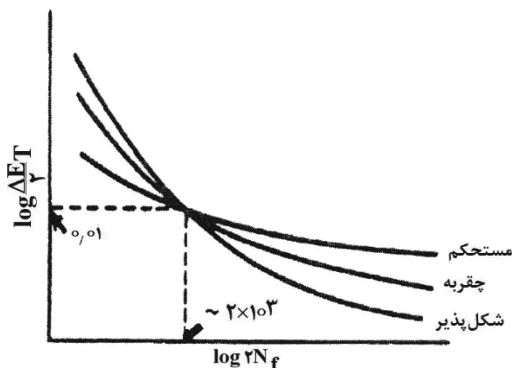
$$T_m^A = 1000K, L_f^A = 12000 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}, \exp(\phi) = 400$$

- (۱) ۰/۰۵
- (۲) ۰/۰۱
- (۳) ۰/۰۰۱
- (۴) ۰/۰۰۴

۲۱- فولادی دارای  $K_{1c} = 110 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  و  $\Delta K_{th} = 5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  (آستانه‌ای) است. اگر ورقی از این ماده که دارای ترکی به طول  $(\frac{5}{\pi})$  سانتی‌متر است تحت بارگذاری تناوبی از صفر تا  $150 \text{ MPa}$  قرار گیرد، حداکثر تنش لازم برای شروع رشد ترک چند  $\text{MPa}$  است؟

- (۱) ۸/۹
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۱۹۶/۴

۲۲- شکل زیر منحنی  $\epsilon - N$  را نشان می‌دهد. کدام مورد در خصوص بارگذاری با  $\epsilon_a < 0/01$  درست است؟



- (۱) مواد مستحکم طول عمر بیشتری دارند، چون کرنش الاستیک کنترل کننده است.
- (۲) مواد مستحکم طول عمر بیشتری دارند، چون کرنش پلاستیک کنترل کننده است.
- (۳) مواد شکل پذیر طول عمر بیشتری دارند، چون کرنش الاستیک کنترل کننده است.
- (۴) مواد شکل پذیر طول عمر کمتری دارند، چون کرنش پلاستیک کنترل کننده است.

۲۳- مؤلفه پیچی بردار برگرز یک نابجایی مخلوط  $\vec{b} = \frac{1}{4}[110]$  و زاویه آن با خط نابجایی اش  $t$  برابر  $\theta = 60^\circ$  است.

بردار برگرز نابجایی مخلوط کدام است؟

$$\vec{b} = \frac{1}{3}[110] \quad (1)$$

$$\vec{b} = \frac{1}{6}[110] \quad (2)$$

$$\vec{b} = \frac{1}{8}[110] \quad (3)$$

$$\vec{b} = \frac{1}{2}[110] \quad (4)$$

۲۴- با توجه به رابطه  $\tau = \left(\frac{G}{2\pi}\right)\left(\frac{b}{a}\right)$  تنش برشی نظری برای شبکه BCC در سیستم لغزش  $\langle 111 \rangle$   $\{110\}$  کدام است؟

$$\frac{G\sqrt{6}}{4\pi} \quad (1)$$

$$\frac{G}{2\pi} \quad (2)$$

$$\frac{G\sqrt{6}}{2\pi} \quad (3)$$

$$\frac{G\sqrt{6}}{\pi} \quad (4)$$

۲۵- یک خط لوله از فولادی آلیاژی ( $\sigma_y = 600 \text{ MPa}$ ,  $K_{Ic} = 60 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ ) ساخته می شود. اگر قطر لوله یک متر و ضخامت  $25 \text{ mm}$  باشد، حداکثر فشار برای نشت قبل از شکست چند MPa است؟

$$\frac{60}{\sqrt{2.5\pi}} \quad (1)$$

$$\frac{30}{\sqrt{2.5\pi}} \quad (2)$$

$$\frac{15}{\sqrt{2.5\pi}} \quad (3)$$

$$\frac{7.5}{\sqrt{2.5\pi}} \quad (4)$$

۲۶- نمونه ای فاق دار مطابق شکل زیر مجهز به کرنش سنج است. در نیروی اعمالی  $40 \text{ kN}$  کرنش سنج عدد  $0.002$  را نشان می دهد. کرنش تسلیم این ماده  $0.004$  است. مقدار  $K_t$  برابر کدام است؟

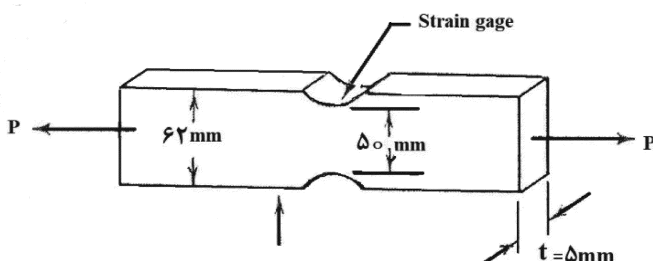
$$(E = 200 \text{ GPa و } \nu = 0.3)$$

$$1 \quad (1)$$

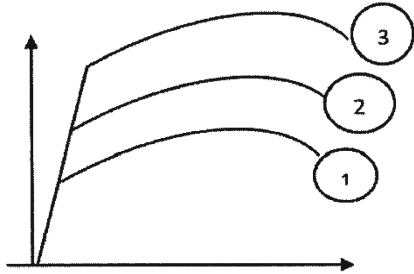
$$2.5 \quad (2)$$

$$4 \quad (3)$$

$$5 \quad (4)$$



۲۷- نمونه‌های ۱، ۲ و ۳ تحت تأثیر تغییر شکل پلاستیک قرار گرفته‌اند. منحنی تنش - کرنش منحنی‌های مورد نظر پس از آزمون کشش استخراج شده است. کدام مورد ارتباط درست را بیان می‌کند؟



(۱)  $k_1 > k_2 > k_3$

(۲)  $k_1 = k_2 = k_3$

(۳)  $k_2 = k_3 > k_1$

(۴)  $k_1 < k_2 < k_3$

۲۸- استحکام تسلیم یک آلیاژ  $Al-5\%Mg$  با مقاومت شبکه  $100\text{ MPa}$  برابر  $200\text{ MPa}$  است. اگر با انجام کار مکانیکی بر روی این آلیاژ دانسیته نابه‌جایی‌ها ۴ برابر شود، استحکام تسلیم این آلیاژ چند  $\text{MPa}$  خواهد بود؟

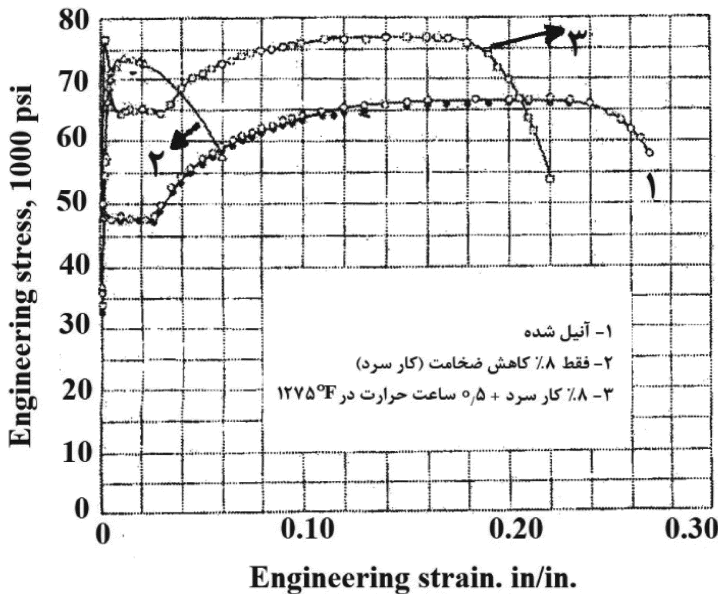
(۱) ۳۰۰

(۲) ۴۰۰

(۳) ۵۰۰

(۴) ۸۰۰

۲۹- شکل زیر منحنی تنش کرنش فولادی کم کربن را در سه حالت مختلف عملیات گرمایی و مکانیکی نشان می‌دهد. بیشتر بودن تنش تسلیم، استحکام کششی و کرنش نمونه‌ای که تحت نورد سرد و سپس عملیات آنیل قرار گرفته نسبت به نمونه نورد سرد شده ناشی از کدام است؟



(۱) پدیده پیرکرنشی استاتیکی است.

(۲) پدیده پیرکرنشی دینامیکی است.

(۳) افزایش چگالی نابه‌جایی‌ها در هنگام عملیات آنیل است.

(۴) ایجاد مرزهای کم‌زاویه (فرعی) در اثر عملیات تابکاری پس از نورد است.

۳۰- طول عمر قطعه‌ای در دمای  $800^\circ\text{C}$  برابر  $100$  ساعت است. مطابق با رابطه لارسون-میلر انرژی محرکه خزش

چند کیلوکالری بر مول است؟ (  $C = 20, R = 1/987 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$  )

(۱)  $140.7$

(۲)  $93.8$

(۳)  $46.9$

(۴)  $23.4$



۳۱- در آنالیز WDS یک نمونه مجهول، از تک کریستال مس برای پراش پرتو ثانویه استفاده شده (صفحه ۲۰۰ با فاصله  $d = 1/8$  آنگستروم) و پیک  $K\alpha_1$  در زاویه  $\theta = 50/6$  درجه ظاهر شده است. با توجه به اطلاعات داده شده، این نمونه مجهول کدام عنصر است؟

Wavelengths (in Å\* units) and Energies (in keV) of Some Characteristic Emission Lines and Absorption Edges

Element	E(K $\alpha$ ) (keV)	K $\alpha_2$ strong	K $\alpha_1$ very strong	K $\beta_1$ weak	K edge	L $\alpha_1$	L $\beta_{III}$ edge
1 H							
2 He							
3 Li	0.05	228			226.5		
4 Be	0.11	114			111		
5 B	0.18	67.6					
6 C	0.28	44.7			43.88		
7 N	0.39	31.8			30.99		
8 O	0.52	23.62			23.32		
9 F	0.68	18.32					
10 Ne	0.85	14.810		14.452	14.3018		
11 Na	1.04	11.9101		11.575	11.569		406
12 Mg	1.25	9.8900		9.521	9.5122		260.7
13 Al	1.49	8.34173	8.33934	7.960	7.94813		170.4
14 Si	1.74	7.12791	7.12542	6.753	6.738		123
15 P	2.01	6.160	6.157	5.796	5.784		84
16 S	2.31	5.37486	5.37216	5.0316	5.0185		
17 Cl	2.62	4.7307	4.7278	4.4034	4.3971		
18 A	2.86	4.19474	4.19180	3.8860	3.87090		
19 K	3.31	3.7445	3.7414	3.4539	3.4365		42.1
20 Ca	3.69	3.35166	3.35839	3.0897	3.0703	36.33	35.49
21 Sc	4.09	3.0342	3.0309	2.7796	2.782	31.35	
22 Ti	4.51	2.75216	2.74851	2.51391	2.49734	27.42	27.28
23 V	4.95	2.50738	2.50356	2.28440	2.2691	24.25	
24 Cr	5.41	2.293806	2.28970	2.08487	2.07020	21.64	20.7
25 Mn	5.90	2.10578	2.101820	1.91021	1.89643	19.45	
26 Fe	6.40	1.939980	1.936042	1.76661	1.74346	17.59	17.525
27 Co	6.83	1.792860	1.788965	1.62078	1.60815	15.972	15.915
28 Ni	7.47	1.661747	1.657910	1.500135	1.48807	14.561	14.525
29 Cu	8.04	1.544390	1.540562	1.392218	1.38059	13.336	13.288
30 Zn	8.63	1.439000	1.435155	1.28525	1.2834	12.254	12.131

- Cu (۱)
- Ni (۲)
- Sc (۳)
- Ti (۴)

۳۲- کدام گزینه در مورد روش تعیین ترکیب شیمیایی به کمک طیف نگاری اتلاف انرژی الکترونی (Electron Energy Loss Spectroscopy, EELS) در میکروسکوپی الکترونی عبوری درست است؟

- (۱) ایجاد فلورسانس در نمونه فویل نازک به شدت بر طیف EELS اثر می‌گذارد.
- (۲) جهت تعیین عناصر حاضر از ناحیه اتلاف انرژی زیاد طیف EELS استفاده می‌شود.
- (۳) روش EELS به ردیابی عناصر سنگین حساس‌تر است زیرا که نسبت سیگنال به نویز بیشتری دارند.
- (۴) جهت تعیین ترکیب شیمیایی با EELS، نواحی با ضخامت یکصد نانومتری نمونه فویل نازک مناسب هستند.

۳۳- «قله فرار» (Scape peak) در طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس روش Energy Dispersive Spectroscopy در کدام یک از حالات زیر امکان ظهور دارد؟

- (۱) در میزان تفاضل انرژی‌های قله یک عنصر و قله  $K\alpha$  سیلیسیوم
- (۲) در میزان جمع انرژی‌های قله یک عنصر و قله  $K\alpha$  سیلیسیوم
- (۳) در میزان انرژی قله  $K\alpha$  سیلیسیوم
- (۴) موارد ۱ و ۲

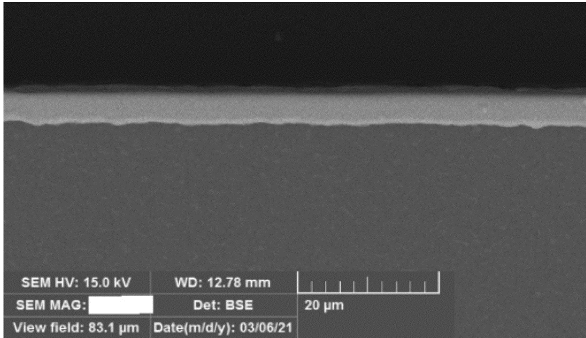
۳۴- برای مطالعه جهت‌های ترجیحی یا بافت (Preferred orientation, Texture) مواد، کدام گزینه روش‌های مناسب را نشان می‌دهد؟

- (a) مقایسه شدت خطوط پراش پرتو ایکس با یک نمونه راندوم (مرجع)
  - (b) تعیین ناهمسانگردی قائم با محاسبه نسبت کرنش‌ها (R-value) در آزمون کشش
  - (c) استفاده از تصاویر قطبی برای محاسبه ODF (Orientation Distribution Function)
  - (d) محاسبه بافت براساس نقشه توزیع عناصر با آنالیز EDS در میکروسکوپ الکترونی روبشی
- (a) تعیین ناهمسانگردی صفحه‌ای با محاسبه نسبت کرنش‌ها (R-value) در آزمون کشش
  - (b) مقایسه شدت پیک‌ها در طیف EDS با یک نمونه راندوم (مرجع)
  - (c) محاسبه بافت بر اساس نقشه توزیع عناصر با آنالیز EDS در میکروسکوپ الکترونی روبشی
  - (d) اندازه‌گیری پهنای پیک‌ها در الگوی پراش پرتو ایکس و استفاده از رابطه شرر
- (a) مقایسه شدت پیک‌ها در طیف EDS با یک نمونه راندوم (مرجع)
  - (b) تعیین جهت‌گیری دانه‌ها با اطلاعات پراش الکترون برگشتی (EBSD) در میکروسکوپ الکترونی
  - (c) استفاده از رابطه شرر و اندازه‌گیری پهنای پیک‌های پراش پرتو ایکس
  - (d) محاسبه ضریب بافت براساس شدت پراش از صفحات کریستالی
- (a) مقایسه شدت خطوط پراش پرتو ایکس با یک نمونه راندوم (مرجع)
  - (b) محاسبه ضریب بافت بر اساس شدت پراش از صفحات کریستالی
  - (c) استفاده از تصاویر قطبی برای محاسبه ODF (Orientation Distribution Function)
  - (d) تعیین جهت‌گیری دانه‌ها با اطلاعات پراش الکترون برگشتی (EBSD) در میکروسکوپ الکترونی

۳۵- نسبت شدت قله به زمینه (Peak / Background ratio) الگوی پراش پرتو ایکس با کدام دسته از موارد زیر کاهش می‌یابد؟

- (۱) میانگین عدد اتمی کم نمونه، مدول الاستیک کم نمونه، کاهش دمای آزمایش، افزایش نقایص بلوری
- (۲) میانگین عدد اتمی زیاد نمونه، مدول الاستیک زیاد نمونه، افزایش دمای آزمایش، افزایش نقایص بلوری
- (۳) میانگین عدد اتمی کم نمونه، مدول الاستیک کم نمونه، افزایش دمای آزمایش، افزایش نقایص بلوری
- (۴) میانگین عدد اتمی زیاد نمونه، مدول الاستیک زیاد نمونه، افزایش دمای آزمایش، کاهش نقایص بلوری

۳۶- در مورد ریزساختار یک نمونه پوشش‌دار در تصویر زیر که با میکروسکوپ الکترونی روبشی گرفته شده، کدام گزینه درست است؟ (پوشش به رنگ روشن‌تر ظاهر شده و طول خط اندازه ۲ سانتیمتر است.)

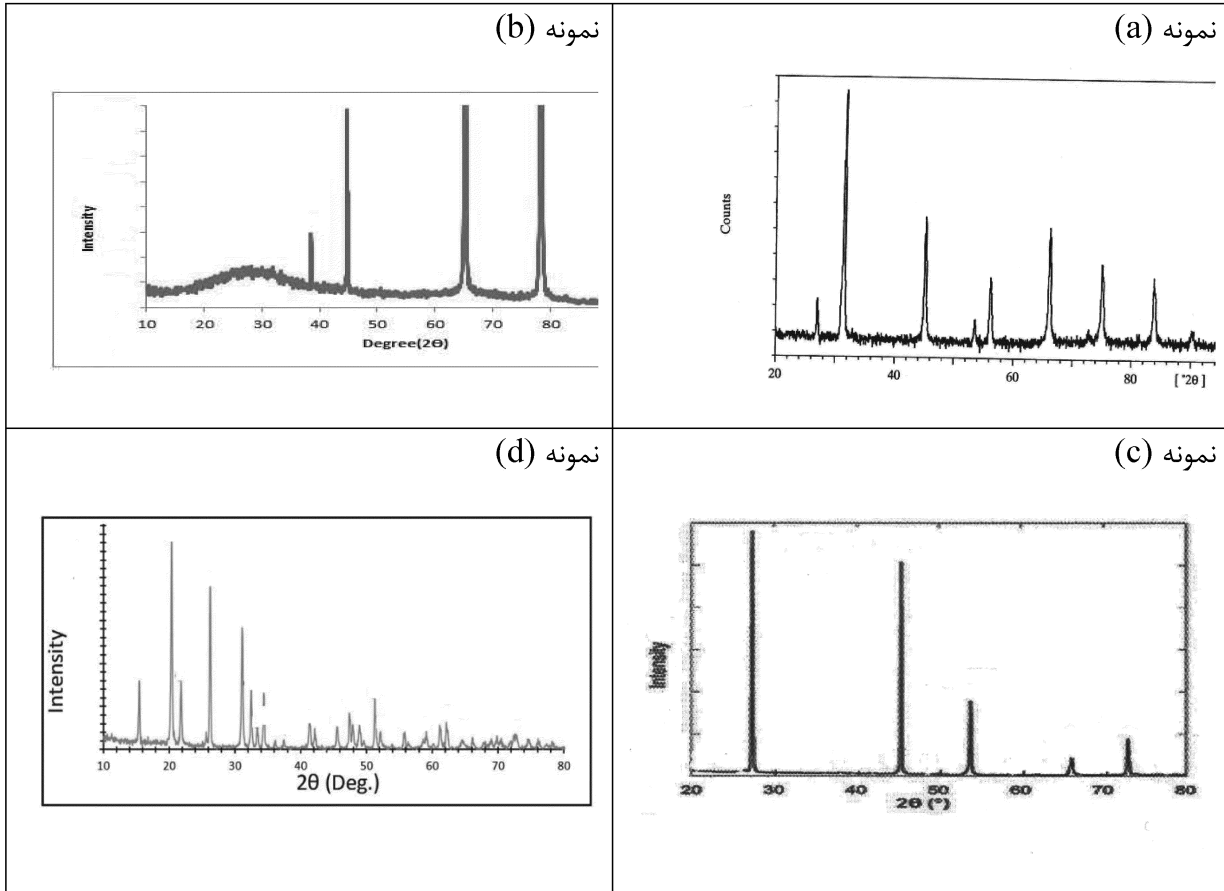


- ۱) لایه پوشش با ضخامت ۴۰۰ نانومتر، زبری بیشتری نسبت به زیرلایه دارد زیرا سیگنال الکترون برگشتی به توپوگرافی سطح حساس است. بزرگنمایی تصویر حدود  $\times 10000$  است.
- ۲) لایه پوشش با ضخامت ۴ میکرومتر، زبری کمتری نسبت به زیرلایه دارد زیرا سیگنال الکترون برگشتی به توپوگرافی سطح حساس است. بزرگنمایی تصویر حدود  $\times 1000$  است.
- ۳) لایه پوشش با ضخامت ۴۰۰ نانومتر، میانگین عدد اتمی کوچکتری نسبت به آلیاژ زیرلایه دارد زیرا سیگنال الکترون برگشتی به ترکیب شیمیایی حساس است. بزرگنمایی تصویر حدود  $\times 10000$  است.
- ۴) لایه پوشش با ضخامت ۴ میکرومتر، میانگین عدد اتمی بزرگتری نسبت به آلیاژ زیرلایه دارد زیرا سیگنال الکترون برگشتی به ترکیب شیمیایی حساس است. بزرگنمایی تصویر حدود  $\times 1000$  است.

۳۷- با استفاده از کدام آشکارساز می‌توان اثر سایه‌دار شدن (**shadowing effect**) را در بررسی سطح شکست یک ماده به کمک میکروسکوپی الکترونی روبشی به حداقل رساند؟

- ۱) آشکارساز Everhard Thornley در حالت اعمال بایاس منفی بر قفس فاراده
- ۲) آشکارساز دو ویفری حالت جامد الکترون برگشتی در حالت کسر کردن دو سیگنال
- ۳) آشکارساز دو ویفری حالت جامد الکترون برگشتی در حالت جمع کردن دو سیگنال
- ۴) آشکارساز Everhard Thornley در حالت اعمال بایاس مثبت بر قفس فاراده

۳۸- الگوهای پراش پرتو ایکس از چهار نمونه (آلومینیوم، اکسید وانادیم، کربن، نمک طعام) داده شده است. با توجه به مشخصه‌های الگوهای پراش، کدام مورد درست است؟



- ۱) نمونه (a):  $V_2O_5$  با شبکه کریستالی اورتورومبیک  
 نمونه (b): Al دارای ۵ میکرومتر لایه سطحی اکسید آمورف  
 نمونه (c): C با شبکه کریستالی مکعب الماسی  
 نمونه (d): NaCl دارای شبکه کریستالی مکعب با وجوه مرکزدار
- ۲) نمونه (a): C با شبکه کریستالی مکعب الماسی  
 نمونه (b): Al دارای ۵ میکرومتر لایه سطحی اکسید آمورف  
 نمونه (c): NaCl دارای شبکه کریستالی مکعب با وجوه مرکزدار  
 نمونه (d):  $V_2O_5$  با شبکه کریستالی اورتورومبیک
- ۳) نمونه (a): NaCl دارای شبکه کریستالی مکعب با وجوه مرکزدار  
 نمونه (b): Al دارای ۵ میکرومتر لایه سطحی اکسید آمورف  
 نمونه (c): C با شبکه کریستالی مکعب الماسی  
 نمونه (d):  $V_2O_5$  با شبکه کریستالی اورتورومبیک
- ۴) نمونه (a): NaCl دارای شبکه کریستالی مکعب با وجوه مرکزدار  
 نمونه (b): Al دارای ۵ میکرومتر لایه سطحی اکسید آمورف  
 نمونه (c):  $V_2O_5$  با شبکه کریستالی اورتورومبیک  
 نمونه (d): C با شبکه کریستالی مکعب الماسی

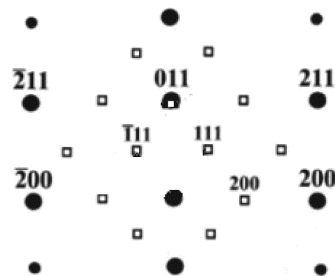
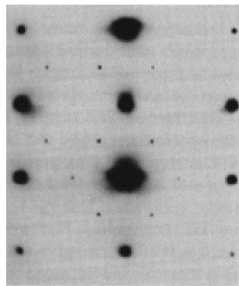
۳۹- شرایط اخذ کنتراست ولتاژ در میکروسکوپی الکترونی روبشی کدام است؟

- ۱) استفاده از آشکارساز حالت جامد الکترون برگشتی
- ۲) استفاده از آشکارساز Everhard Thornley با اعمال ولتاژ بایاس منفی به قفس فارادی
- ۳) اعمال ولتاژ بایاس مثبت به نمونه و استفاده از آشکارساز Everhard Thornley با اعمال ولتاژ بایاس مثبت به قفس فارادی
- ۴) اعمال ولتاژ بایاس منفی به نمونه و استفاده از آشکارساز Everhard Thornley با اعمال ولتاژ بایاس مثبت به قفس فارادی

۴۰- در آزمون پراش سنجی پرتو ایکس از سطح آهن زنگ زده، در محدوده  $2\theta$  از  $20^\circ$  تا  $100^\circ$  درجه، یک بار از لامپ مس (طول موج  $1/5$  آنگستروم) و بار دیگر از لامپ مولیبدن (طول موج  $0/7$  آنگستروم) استفاده شده است. اگر ضخامت لایه زنگ زده حدود  $3$  میکرومتر باشد، کدام مورد درست است؟

- ۱) با لامپ مس، عمق اثر پرتو بیشتر، پهنای پیکها کمتر، تعداد پیکها کمتر و شدت زمینه (Background) بیشتر است.
- ۲) با لامپ مس، عمق اثر پرتو کمتر، پهنای پیکها بیشتر، تعداد پیکها زیادتر و شدت زمینه (Background) کمتر است.
- ۳) با لامپ مولیبدن، شدت خطوط پراش لایه زنگ ضعیفتر، عمق اثر پرتو بیشتر، تعداد پیکها زیادتر و هم پوشانی خطوط پراش بیشتر است.
- ۴) با لامپ مولیبدن، شدت خطوط پراش لایه زنگ قوی تر، عمق اثر پرتو بیشتر، تعداد پیکها کمتر و هم پوشانی خطوط پراش بیشتر است.

۴۱- الگوی پراش الکترونی از ناحیه منتخب، مشتمل بر دو فاز بلوری ارائه شده است. نقاط پراش آنها در کلید شاخص گذاری شده با نمادهای دواير توپر مشکی بزرگ و مربع های کوچک توخالی تفکیک شده اند. کدام مورد درست است؟



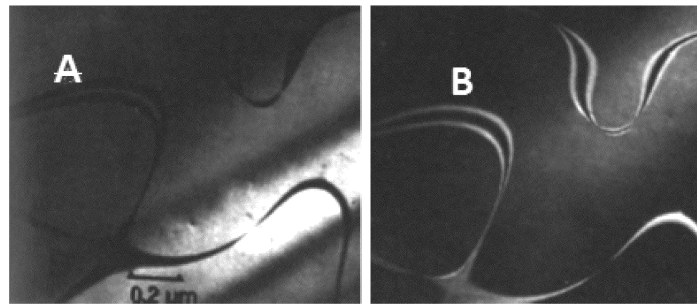
کلید الگو پراش الکترونی      الگوی پراش الکترونی

- ۱) فاصله بین صفحه های  $(200)$  فاز با نماد مربع تو خالی حدوداً دو برابر فاصله بین صفحه های  $(200)$  فاز با نماد دواير توپراست و این دو فاز دارای رابطه بلوری مربع تو خالی  $[0\bar{1}1]$  || دایره توپر  $[0\bar{1}1]$  هستند.
- ۲) فاصله بین صفحه های  $(200)$  فاز با نماد دواير توپر حدوداً دو برابر فاصله بین صفحه های  $(200)$  فاز با نماد مربع تو خالی است و این دو فاز دارای رابطه بلوری مربع تو خالی  $[0\bar{1}1]$  || دایره توپر  $[0\bar{1}1]$  هستند.
- ۳) فاصله بین صفحه های  $(011)$  فاز با نماد مربع تو خالی حدوداً برابر فاصله بین صفحه های  $(011)$  فاز با نماد دواير توپر است و این دو فاز دارای رابطه بلوری مربع تو خالی  $[0\bar{1}2]$  || دایره توپر  $[0\bar{1}2]$  هستند.
- ۴) فاصله بین صفحه های  $(011)$  فاز با نماد مربع تو خالی حدوداً برابر فاصله بین صفحه های  $(011)$  فاز با نماد دواير توپر است و این دو فاز دارای رابطه بلوری مربع تو خالی  $[1\bar{1}1]$  || دایره توپر بزرگ  $[1\bar{1}1]$  هستند.

۴۲- کدام مورد، در محاسبات بلوری یک ماده درست است؟

- ۱) برای تعیین ثابت شبکه اورتورومبیک یک ماده از روش ترسیمی استفاده می‌شود.
- ۲) برای محاسبه ثابت یک شبکه مکعبی، میانگین مقادیر ثابت شبکه محاسبه شده از تمام قله‌های پراش دقت بیشتری دارد.
- ۳) در تعیین ساختمان بلوری یک ماده با شبکه مکعبی مرکزپر باید حداقل هفت قله اول الگوی پراش پرتو ایکس پودری آن مورد محاسبه قرار گیرد و همه آنها در تطابق با رابطه ریاضی این شبکه بلوری باشند.
- ۴) روش تحلیلی ریتولد با استفاده از رابطه ریاضی حداقل مربعات متغیرهای یک ساختمان بلوری مفروض، الگوی پراش پرتو ایکس را محاسبه می‌نماید و با تغییر متغیرهای ساختمان بلوری، الگوی حاصل بهینه می‌شود به نحوی که تنها تطبیق قله با بیشینه شدت محاسبه شده بر همان قله در الگوی تجربی ماده حاصل شود.

۴۳- تصاویر زمینه روشن (A) و زمینه تاریک (B)، اخذ شده از یک دانه در بررسی میکروسکوپی الکترونی عبوری چه جلوه‌ای را نشانگر است؟



۱) نابه‌جایی پیچشی (Screw Dislocation)

۲) مرزهای ضد فازی (Anti phase Boundaries)

۳) نقص در چیده شدن اتمی (Atomic Stacking Fault)

۴) نابه‌جایی لبه‌ای (Edge Dislocation)

۴۴- میانگین اندازه نانوذرات یک نمونه پودری با استفاده از میکروسکوپی الکترونی ۵۵ نانومتر گزارش شده و براساس پراش‌سنجی پرتو ایکس و استفاده از رابطه شرر (Scherrer Equation) عدد ۱۲ نانومتر به دست آمده است. در مورد اندازه واقعی ذرات پودر کدام مورد درست است؟

- ۱) اندازه واقعی نانو ذرات حدود ۱۲ نانومتر است زیرا تصاویر میکروسکوپی اندازه ذرات را نشان می‌دهد و رابطه شرر اندازه تقریبی کریستالیت‌ها را مشخص می‌سازد.
- ۲) اندازه واقعی نانو ذرات حدود ۵۵ نانومتر است زیرا رابطه شرر اندازه ذرات را نشان می‌دهد و تصاویر میکروسکوپی اندازه تقریبی کریستالیت‌ها را مشخص می‌سازد.
- ۳) اندازه ذرات حدود ۱۲ نانومتر است که از نانوکریستال‌هایی به ابعاد حدود ۵۵ نانومتر تشکیل یافته‌اند. رابطه شرر بر مبنای پهنای پیک پراش پرتو ایکس استوار است و با استفاده از زاویه براگ اندازه ذرات را با دقت بالایی تعیین می‌کند.
- ۴) اندازه ذرات حدود ۵۵ نانومتر است که از نانوکریستال‌هایی به ابعاد حدود ۱۲ نانومتر تشکیل یافته‌اند. رابطه شرر بر مبنای پهنای پیک پراش پرتو ایکس استوار است و با توجه به پهنای ناشی از خطای دستگاهی دقت بالایی ندارد.

۴۵- شدت نظری پراش پرتو ایکس (۱۱۱) ساختمان بلوری ترکیب کلرور سزیوم شامل دو یون کلر و سزیوم که یکی در گوشه و دیگری در مرکز ساختمان بلوری مکعبی قرار گرفته، به‌طور نسبی چه مقدار است؟

- ۱) صفر
- ۲) شدت بیشینه پراش
- ۳) نسبتاً زیاد در مقایسه با صفحه‌ای با بیشینه شدت پراش
- ۴) نسبتاً کم در مقایسه با صفحه‌ای با بیشینه شدت پراش







## مشاهده کلید اولیه سوالات آزمون دکتری 1402

تری سال 1402

به اطلاع می‌رساند، کلید اولیه سوالات که در این سایت قرار گرفته است، غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظران کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1401/12/24 با مراجعه به سامانه پاسخگویی اینترنتی (request.sanjesh.org) نسبت به تکمیل فرم "اعتراض به کلید سوالات" / "آزمون دکتری سال 1402" اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط تا تاریخ مذکور و از طریق فرم ذکر شده دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر (نامه مکتوب یا فرم عمومی در سامانه پاسخگویی و ...) یا پس از تاریخ اعلام شده رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
مهندسی متالورژی و مواد	F	1	مهندسی و فنی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	1	31	1
2	3	32	2
3	4	33	1
4	3	34	4
5	2	35	3
6	3	36	4
7	2	37	2
8	3	38	3
9	1	39	4
10	4	40	3
11	1	41	1
12	3	42	3
13	1	43	2
14	4	44	4
15	2	45	4
16	4		
17	3		
18	1		
19	1		
20	4		
21	3		
22	1		
23	4		
24	1		
25	2		
26	2		
27	4		
28	1		
29	4		
30	3		

خروج