

333E

کد کنترل

333

E

دفترچه شماره (1)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۹**

**رشته مهندسی متالورژی و مواد - 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 مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد - روش‌های شناسایی و آنالیز مواد	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

\* 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 پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- در انجماد یک فلز فرضی با دمای ذوب  $T_m(K)$  با زیر سرمایه  $\Delta T = 0.2T_m$ ، اندازه جوانه بحرانی برحسب

(nm) کدام است؟ انرژی آزاد سطحی آن برابر  $2E_s \left(\frac{J}{cm^2}\right)$  و گرمای نهان انجماد آن برابر  $E_v \left(\frac{J}{cm^3}\right)$  است.  $10^8$

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۲- جوانه زنی همگن  $\beta$  (جامد) در فاز  $\alpha$  (جامد) را در نظر بگیرید. در کدام حالت انرژی فعال سازی جوانه زنی کم تر است؟

۱) شبکه کریستالی دو فاز کاملاً متفاوت باشد.

۲) شبکه کریستالی دو فاز یکسان باشد.

۳) فصل مشترک  $\alpha/\beta$  همبسته باشد.

۴) فصل مشترک  $\alpha/\beta$  ناهمبسته باشد.

۳- ترتیب چینش صفحات  $\{110\}$  در ساختمان fcc کدام است؟

BCBCBCBC... (۲)

AAAAAA... (۱)

BCDABCDABCD... (۴)

CBACBACBA... (۳)

۴- نسبت چگالی اتمی صفحه (۰۰۰۱) به صفحه (۰۱۱۰) در یک بلور HCP آرمانی کدام است؟

۱)  $\frac{4\sqrt{2}}{3}$  (۱) ۲)  $\frac{5\sqrt{3}}{4}$  (۲) ۳)  $\frac{7\sqrt{5}}{6}$  (۳) ۴)  $\frac{9\sqrt{7}}{8}$  (۴)

۵- در صورتی که انرژی فعال سازی نفوذ برابر  $192 \frac{kJ}{mol}$  و ثابت تناسب برابر  $\frac{m^2}{s} \times 10^{-11} \times 1/5$  باشد، ضریب نفوذ

کربن در آهن  $\gamma$  (fcc) در دمای  $1200K$  برحسب  $\frac{m^2}{s}$  کدام است؟ (ثابت گازها را  $8 \frac{J}{mol.K}$  در نظر بگیرید).

۱)  $1.5 \times 10^{-11}$  (۱) ۲)  $3 \times 10^{-11}$  (۲)

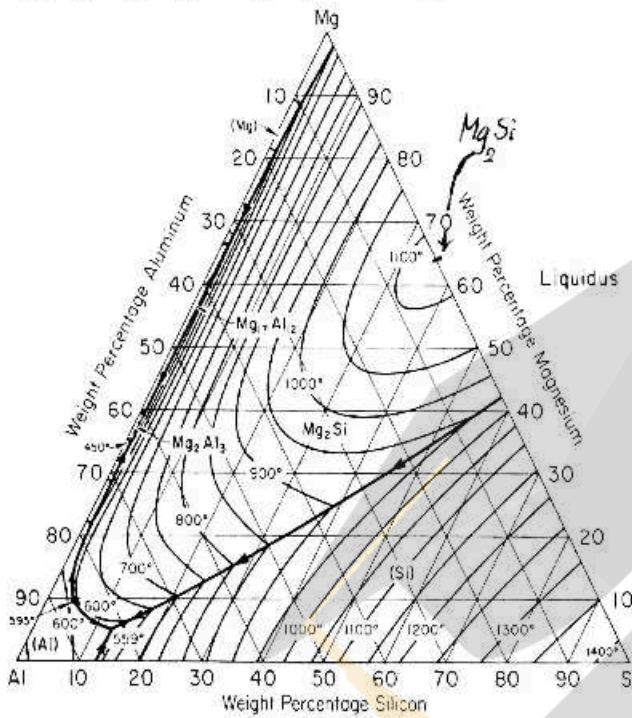
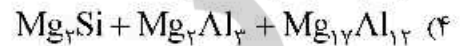
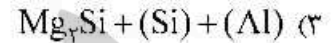
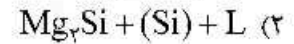
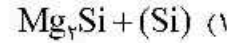
۳)  $3.75 \times 10^{-11}$  (۳) ۴)  $7.5 \times 10^{-11}$  (۴)

۶- کدام استحاله آلوتروپیک همراه با بیشترین افزایش در تعداد صفحات متراکم است؟

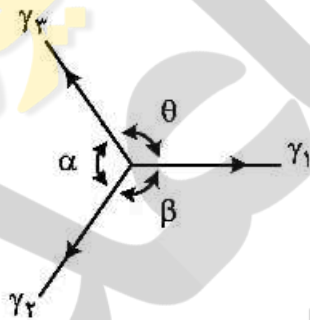
۱)  $se \rightarrow hep$  (۱) ۲)  $bee \rightarrow se$  (۲) ۳)  $bee \rightarrow fcc$  (۳) ۴)  $hep \rightarrow fcc$  (۴)

۷- نمودار سطح مذاب آلیاژ سه جزئی Mg-Si-Al در شکل زیر نشان داده شده است. آلیاژی با درصد وزنی Mg-۴۰Si-۱۰Al را انتخاب و آن را از دمای حدود ۱۰۳۰°C تا دمای ۸۰۰°C به طور تعادلی سرد می کنیم.

چه فازهایی در این دما با همدیگر در حال تعادل هستند؟



۸- در تصویر زیر تلاقی سر مرز دانه در حالت تعادل استاتیکی مشاهده می شود. اگر زاویه  $\beta = \theta$  و  $\gamma_1 > \gamma_2$  و  $\gamma_2 = \gamma_3$  باشد، کدام مورد صحیح است؟



(۱)  $\sin \alpha = \sin \theta$

(۲)  $\sin \alpha < \sin \theta$

(۳)  $\sin \alpha > \sin \theta$

(۴)  $\alpha = \gamma = \beta = 120^\circ$

۹- آلیاژی با ۳۰٪ B را در دمای  $(T_c - \Delta T)$  در شکل زیر نظر بگیرید. در کدام آلیاژ درصد فاز  $\gamma$  برابر درصد فاز  $\gamma$  در این آلیاژ است؟



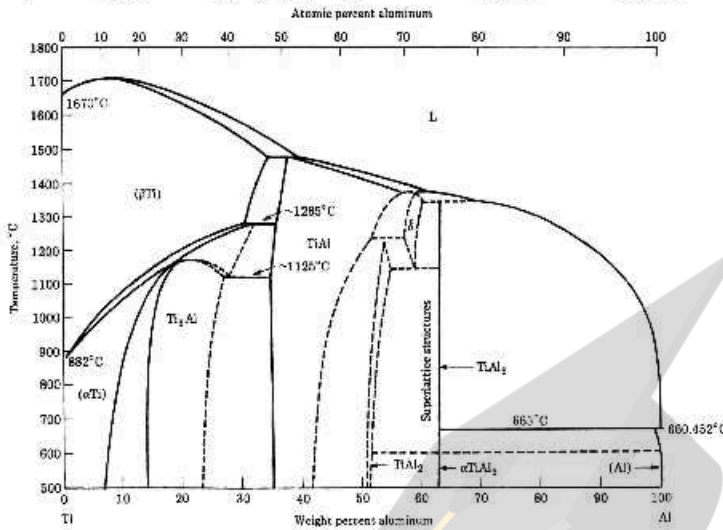
(۱) ۷٪ B

(۲) ۳۵٪ B

(۳) ۶۰٪ B

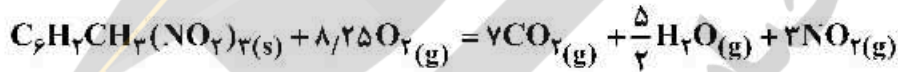
(۴) ۷۰٪ B

۱۰- در نمودار تعادلی Ti-Al نشان داده شده در شکل زیر، تعداد و نوع استحالتهای تغییرناپذیر سه فازی به کدام صورت است؟



- (۱) ۲ پریتکتیک + ۳ پریتکتوئید + ۲ یوکتوئید
- (۲) ۳ پریتکتیک + ۲ پریتکتوئید + ۲ یوکتوئید
- (۳) ۳ پریتکتیک + ۳ پریتکتوئید + ۱ یوکتوئید
- (۴) ۴ پریتکتیک + ۲ پریتکتوئید + ۲ یوکتوئید

۱۱- انفجار TNT از رابطه زیر در دمای ۳۰۰K پیروی می کند.



تفاوت  $\Delta H$  و  $\Delta U$  در این واکنش کدام است؟

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

(۱)  $\Delta H - \Delta U = -4000 \text{ cal}$

(۲)  $\Delta H - \Delta U = -3000 \text{ cal}$

(۳)  $\Delta H - \Delta U = +2550 \text{ cal}$

(۴)  $\Delta H - \Delta U = +4500 \text{ cal}$

۱۲- در یک محلول رقیق از B با رفتار هنری، ضریب اکتیویته B از معادله ۶  $\ln \gamma_B^\circ = -\frac{1200}{T}$  پیروی می نماید.

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

$\Delta \Pi^M$  برای محلول فوق با ۳/۵ مول B و ۷/۱ مول A چند کالری است؟

(۱) -۷۲۰

(۲) -۷۸۰

(۳) +۱۶۰۰

(۴) +۱۸۰۰

۱۳- در دمای ۲۵°C حجم مولی سیالی فرضی با فشار به صورت زیر تغییر می نماید.

$$V = a + bp + cp^2 \quad \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

برای این سیال مقدار کار انجام گرفته در تغییر فشار از  $P_1$  به  $P_2$  اتمسفر در دمای ثابت، برابر کدام مورد است؟

(۲)  $\frac{b}{2}(P_2^2 - P_1^2) + \frac{2}{3}c(P_2^3 - P_1^3)$

(۱)  $-\frac{b}{2}(P_2^2 - P_1^2) + \frac{2}{3}c(P_2^3 - P_1^3)$

(۴)  $\frac{b}{2}(P_2^2 - P_1^2) - \frac{c}{3}(P_2^3 - P_1^3)$

(۳)  $\frac{b}{2}(P_2^2 - P_1^2) + \frac{c}{3}(P_2^3 - P_1^3)$

۱۴- برای یک گاز  $\alpha$  ضریب انبساط پذیری  $\alpha = \frac{V-a}{TV}$  و  $\beta$  ضریب تراکم پذیری  $\beta = \frac{3(V-a)}{4PV}$  است. اگر  $a$  مقداری ثابت باشد، کدام رابطه برای این گاز صحیح است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{P(V-a)^2}{T} &= \text{ثابت} \\ (2) \quad \frac{P(V-a)^4}{T} &= \text{ثابت} \\ (3) \quad \frac{P^2(V-a)}{T} &= \text{ثابت} \\ (4) \quad \frac{P^4(V-a)}{T} &= \text{ثابت} \end{aligned}$$

۱۵- اگر  $\alpha_1 = \frac{\ln \gamma_1}{x_1}$  باشد، مقدار متوسط  $\alpha_1$  در محدوده  $0 \leq x_1 < 1$  کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \ln \gamma_1^\infty & \\ (2) \quad \ln \gamma_1^\infty & \\ (3) \quad x_1 = 0.5 > \ln \gamma_1 & \\ (4) \quad x_1 = 0.5 > \ln \gamma_1 & \end{aligned}$$

۱۶- ثابت تعادل یک واکنش شیمیایی از رابطه  $\ln k_p = -a + \frac{b}{T}$  به دست می آید.  $\Delta H^\circ$  واکنش کدام است؟ (a و b مقادیری ثابت هستند).

$$\begin{aligned} (1) \quad aR & \\ (2) \quad bR & \\ (3) \quad -aR & \\ (4) \quad -bR & \end{aligned}$$

۱۷- اکتیویته کربن در داخل آستنیت  $\text{Fe}(\gamma)$  از رابطه زیر به دست می آید. اکتیویته کربن در آستنیت اشباع شده از کربن نسبت به کربن خالص در دمای  $1000\text{K}$  کدام است؟

$$\log a_c = \log \left( \frac{x_c}{1-2x_c} \right) + \frac{2300}{T} - 0.92 + \frac{3860}{T} \left( \frac{x_c}{1-x_c} \right)$$

$$\begin{aligned} (1) \quad 0.23 & \\ (2) \quad 0.28 & \\ (3) \quad 0.92 & \\ (4) \quad 1 & \end{aligned}$$

۱۸- برای گاز ایدئال عبارت  $\left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_s$  برابر با کدام مورد است؟

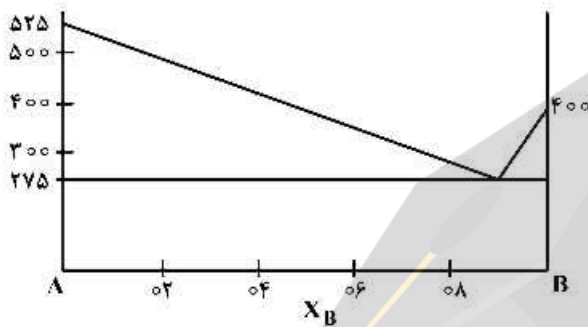
$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{P}{C_V} & \\ (2) \quad \frac{P}{C_P} & \\ (3) \quad \frac{P}{2R} & \\ (4) \quad \frac{V}{R} & \end{aligned}$$

۱۹- در نمودار فازی داده شده نقطه ذوب  $T_{mA} = 525K$  و نقطه ذوب  $T_{mB} = 400K$  است. در صورتی که رفتار محلول مایع بسامان (منظم) فرض شود، در دمای  $600K$  و  $x_A = 0.2$ ، با توجه به اطلاعات زیر ضریب اکتیویته  $\Lambda$  کدام است؟

$$\Delta H_{mA} = 3300 \text{ cal} \quad , \quad \Delta S_m = 10 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

$$\ln 0.2 = -1.6$$

$$\ln 0.8 = -0.22$$



(۱) ۰/۸۵

(۲) ۰/۷۵

(۳) ۰/۵۵

(۴) ۰/۴۵

۲۰- ضریب تعادل برای واکنش شیمیایی به صورت  $\Delta G^\circ = -RT \ln K$  تعریف می‌گردد، که در این رابطه  $\Delta G^\circ$  تغییرات استاندارد انرژی آزاد است. با فرض ثابت بودن  $\Delta H^\circ$  در یک محدوده تغییرات دمایی کم، مقدار آن از کدام رابطه به دست می‌آید؟ ( $\Delta H^\circ$  تغییرات استاندارد آنتالپی واکنش است.)

$$\Delta H^\circ = \frac{RT_1 T_2 (\ln K_1 + \ln K_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (۱)$$

$$\Delta H^\circ = \frac{RT_1 T_2 (\ln K_2 - \ln K_1)}{T_2 - T_1} \quad (۲)$$

$$\Delta H^\circ = \frac{RT_1 T_2 (\ln K_1 + \ln K_2)}{T_1 - T_2} \quad (۳)$$

$$\Delta H^\circ = \frac{RT_1 T_2 (\ln K_1 - \ln K_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (۴)$$

۲۱- بعضی از مواد در آزمایش کشش هیچ تغییر فرم مومسانی از خود نشان نمی‌دهند، در صورتی که دیده می‌شود در آزمایش پیچش تا اندازه‌ای خاصیت مومسانی از خود بروز می‌دهند. دلیل آن کدام مورد است؟

(۱) اندازه تنش برشی در کشش دو برابر پیچش است و قطعه در پیچش برخلاف کشش زودتر به تنش کششی بحرانی برای شکست می‌رسد.

(۲) اندازه تنش برشی در پیچش دو برابر کشش است و قطعه در کشش برخلاف پیچش زودتر به تنش کششی بحرانی برای شکست می‌رسد.

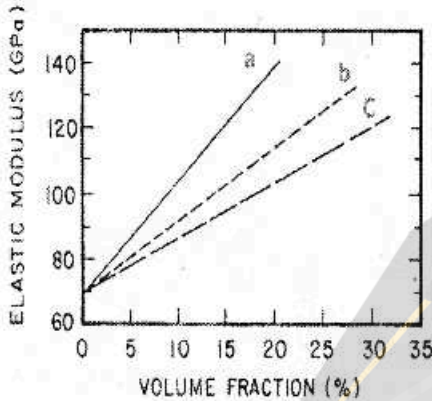
(۳) اندازه تنش برشی در کشش دو برابر پیچش است و قطعه در کشش برخلاف پیچش زودتر به تنش برشی بحرانی برای شکست می‌رسد.

(۴) اندازه تنش برشی در پیچش دو برابر کشش است و قطعه در پیچش برخلاف کشش زودتر به تنش کششی بحرانی برای شکست می‌رسد.

۲۲- یک نابه‌جایی لبه‌ای خالص با بردار برگرز  $b_1$  به فاصله  $d$  و موازی با یک نابه‌جایی پیچی خالص با بردار برگرز  $b_2$  است. نیروی وارد از نابه‌جایی پیچی برابر کدام مورد است؟

- (۱)  $Gb_1b_2/2\pi d$  (۲)  $\tau b_1b_2$  (۳)  $\tau b_2$  (۴) صفر

۲۳- شکل زیر تأثیر کسر حجمی فاز تقویت‌کننده بر مدول کشسان کامپوزیتی را نشان می‌دهد. به نظر شما خطوط  $a$ ،  $b$  و  $c$  که مربوط به شکل فاز تقویت‌کننده است، به ترتیب از راست به چپ مشخص‌کننده کدام مورد است؟

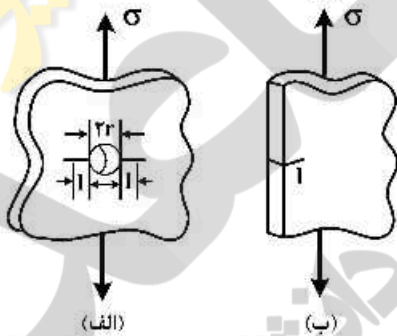


- (۱) الیاف کوتاه، ذره و الیاف پیوسته  
 (۲) الیاف پیوسته، ذره و الیاف کوتاه  
 (۳) الیاف پیوسته، الیاف کوتاه و ذرات  
 (۴) ذرات، الیاف کوتاه و الیاف پیوسته

۲۴- انرژی نقص چیدن (stacking fault energy) چه تأثیری بر مرحله نرم یا سخت شدن در خستگی دارد؟

- (۱) مواد با انرژی نقص چیدن زیاد سریع‌تر نرم یا سخت می‌شوند.  
 (۲) مواد با انرژی نقص چیدن زیاد دیرتر نرم یا سخت می‌شوند.  
 (۳) مواد با انرژی نقص چیدن کم سریع‌تر نرم یا سخت می‌شوند.  
 (۴) انرژی نقص چیدن بر نرم یا سخت شدن تأثیر ندارد.

۲۵- در شکل زیر (I ≤ r) کدام گزینه در مورد ضریب شدت تنش (k) راس ترک صحیح است؟



- (۱) برای شکل الف ۳ برابر شکل ب است.  
 (۲) برای شکل ب ۳ برابر شکل الف است.  
 (۳) برای شکل الف ۳/۳۶ برابر شکل ب است.  
 (۴) برای شکل الف و ب برابر است.

۲۶- بردار برگرز یک نابه‌جایی مخلوط  $\bar{b} = \frac{1}{\sqrt{2}}[110]$  و خط نابه‌جایی  $\bar{t} = [112]$  است. اندازه مؤلفه پیچی بردار برگرز این نابه‌جایی کدام است؟

- (۱)  $|\bar{b}_s| = \frac{1}{2}$  (۲)  $|\bar{b}_s| = \frac{1}{\sqrt{2}}$   
 (۳)  $|\bar{b}_s| = \frac{1}{\sqrt{3}}$  (۴)  $|\bar{b}_s| = \frac{1}{\sqrt{6}}$

۲۷- سیمی فولادی به شعاع ۱mm دارای پوشش نازک آلومینیومی می‌باشد، به طوری که قطر میله مرکب ۲mm است. مدول کشسان (E) سیم مرکب در کشش چند GPa است؟

$E_s = 200 \text{ GPa}$

$E_{Ap} = 70 \text{ GPa}$

- (۱) ۱۰۲/۵ (۲) ۱۳۵ (۳) ۱۴۵ (۴) ۱۵۲/۵

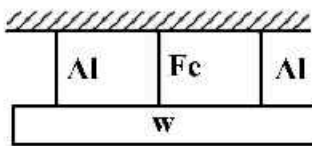
۲۸- برای فولادی رابطه گودمن  $\sigma_a = 400(1 - \sigma_m/800)$  می باشد. اگر به قطعه‌ای از این فولاد بارگذاری خستگی با  $\Delta\sigma = 150 \text{ MPa}$  اعمال شود، حداکثر تنش کششی که منجر به شکست این قطعه نشود، چند MPa است؟

- (۱) ۳۶۰ (۲) ۵۴۰ (۳) ۷۲۵ (۴) ۸۰۰

۲۹- جسمی به وزن  $w$  مطابق شکل توسط سه میله از سقف آویزان شده است. اگر سطح مقطع سه میله برابر باشند، چه کسری از وزن  $w$  توسط میله فولادی تحمل می‌شود؟

$$E_{Fe} = 30 \times 10^6 \text{ psi}$$

$$E_{Al} = 10 \times 10^6 \text{ psi}$$



- (۱) ۳۳٪  
(۲) ۴۰٪  
(۳) ۵۰٪  
(۴) ۶۰٪

۳۰- منحنی تنش و کرنش ماده‌ایی از رابطه  $\sigma = k\epsilon^{0.5}$  پیروی می‌کند. چنانچه استحکام کششی آن  $\sigma_u = 500\sqrt{10}$  باشد، تنش تسلیم آن چند MPa است؟

- (۱) ۷۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۴۰ (۴)  $250\sqrt{2}$

۳۱- در آزمون پراش پرتو ایکس یک نمونه آلومینیومی، اگر به جای لامپ مسی ( $\lambda_{K\alpha} = 1/5 \text{ \AA}$ ) از لامپ مولیبدن ( $\lambda_{K\alpha} = 0.7 \text{ \AA}$ ) استفاده شود، میزان جذب چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) حدود ۱۰ برابر کم می‌شود.  
(۲) حدود ۱۰ برابر زیاد می‌شود.  
(۳) حدود ۲ برابر کم می‌شود.  
(۴) حدود ۲ برابر زیاد می‌شود.

۳۲- بهترین روش برای تعیین اندازه دانه‌های در مقیاس نانومتری حاصل شده از آلیاژسازی مکانیکی (یک روش تغییر شکل پلاستیک شدید) کدام است؟

- (۱) شرر  
(۲) ویلیامسون - هال  
(۳) میکروسکوپی با نیروی اتمی  
(۴) میکروسکوپی الکترونی روبشی با حد تفکیک بالا

۳۳- کدام گزینه مهم‌ترین مزایای میکروسکوپ الکترونی روبشی نسبت به میکروسکوپ نوری است؟

- (۱) عمق میدان، قدرت تفکیک، بزرگ‌نمایی، امکان میکروآنالیز  
(۲) امکان شکست‌نگاری، بزرگ‌نمایی، قدرت تفکیک، قابلیت بررسی نمونه عایق  
(۳) ریزساختار رنگی، قابلیت بررسی نمونه عایق، عمق میدان، امکان شکست‌نگاری  
(۴) بزرگ‌نمایی، امکان میکروآنالیز، ریزساختار رنگی، قابلیت بررسی نمونه نازک و ضخیم

۳۴- در نانو کامپوزیت Al/SiC متشکل از ذرات SiC در مقیاس نانومتری (حدوداً ۲۰ نانومتر) که به‌طور یکنواخت در زمینه آلومینیومی توزیع شده‌اند، برای تأیید ایجاد یک ناحیه ۱ میلی‌متری کدام یک از کنتراست‌ها و میکروسکوپ‌ها را باید به کار گرفت؟

- (۱) کنتراست زمینه روشن در میکروسکوپی الکترونی عبوری  
(۲) کنتراست الکترون کانالی در میکروسکوپی الکترونی روبشی  
(۳) کنتراست الکترون برگشتی در میکروسکوپی الکترونی روبشی مجهز به تفنگ الکترونی با نشر میدانی  
(۴) کنتراست الکترون ثانویه در میکروسکوپی الکترونی روبشی مجهز به تفنگ الکترونی با نشر میدانی



۳۵- قطعه‌ای از یک سوپراآلیاز پوشش‌دار به روش طیف‌سنجی توزیع انرژی (EDS) آنالیز شده است. چه عناصری در

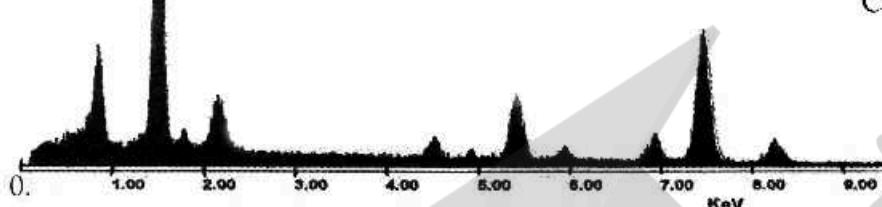
طیف داده شده قابل شناسایی است؟ (جدول انرژی عناصر در انتهای دفترچه داده شده است.)

Al, Mn, Co, Fe, Ti (۱)

Cr, Co, Ni, Ti, Al (۲)

Al, Cr, Co, Ni, Ti, Mo (۳)

Cr, Mn, Co, Ni, Mo, Al (۴)



۳۶- بهترین روش برای آنالیز عنصری دقیق (تا حد ppb) نمونه‌های حاوی عناصر متنوع کدام است؟

(۱) Inductively Coupled Plasma (ICP)

(۲) Optical Emission Spectroscopy (کوانتومتر)

(۳) Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

(۴) X-Ray Fluorescence (XRF)

۳۷- چنانچه محدوده نوسان پرتو الکترونی روی هر یک از دانه‌های آلومینیوم کوچک‌تر از  $\pm\theta$  براگ صفحات باشد، با

استفاده از آشکارساز حالت جامد، کدام کنتراست قابل تشکیل است؟

(۱) کنتراست ناهمواری سطح برحسب تعداد الکترون‌های ثانویه تشکیل می‌شود.

(۲) کنتراست کانالی شامل نوارهای صفحات هر یک از دانه‌ها تشکیل می‌شود.

(۳) کنتراست بلوری برحسب جهت‌گیری صفحات هر دانه تشکیل می‌شود.

(۴) عدد اتمی دانه‌ها یکسان است و اساساً کنتراستی تشکیل نمی‌شود.

۳۸- با توجه به اینکه از پرتوی ایکس در روش‌های XRF, XRD و XPS استفاده می‌شود، در این خصوص کدام گزینه

صحیح است؟

(۱) در XRF، سیگنال پرتوی ایکس ثانویه برای تعیین عناصر موجود در نمونه استفاده می‌شود ولی در XRD و

XPS این پرتوها به‌وجود نمی‌آیند.

(۲) در XRF، سیگنال پرتوی ایکس ثانویه برای تعیین عناصر موجود در نمونه استفاده می‌شود ولی در XRD و

XPS از آشکارساز انرژی الکترون استفاده می‌شود.

(۳) در XRF، سیگنال پرتوی ایکس ثانویه برای تعیین عناصر موجود در نمونه استفاده می‌شود ولی در XRD و

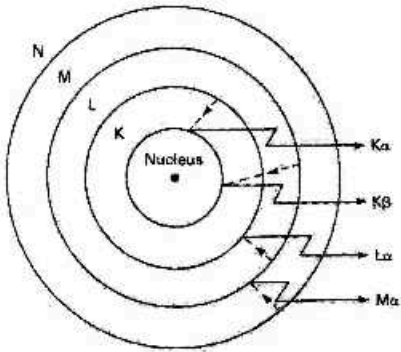
XPS این پرتوها حذف شده و فقط به پرتوی پراش کرده اجازه ورود به آشکارساز داده می‌شود.

(۴) در XRF، سیگنال پرتوی ایکس ثانویه برای تعیین عناصر موجود در نمونه استفاده می‌شود ولی در XRD این

پرتوها حذف شده و فقط به پرتوی پراش کرده اجازه ورود به آشکارساز داده می‌شود، در XPS از آشکارساز انرژی

الکترونی استفاده می‌شود.

۳۹- در مدل اتمی داده شده کدام گزینه در مورد سطوح انرژی و شدت نسبی صحیح است؟



- (۱) سطح انرژی:  $K_\beta > K_\alpha > L > M$  ، شدت نسبی:  $M < L < K_\alpha < k_\beta$
- (۲) سطح انرژی:  $K_\alpha > K_\beta > L > M$  ، شدت نسبی:  $M < L < K_\alpha < k_\beta$
- (۳) سطح انرژی:  $K_\alpha > K_\beta > L > M$  ، شدت نسبی:  $L < M < K_\beta < k_\alpha$
- (۴) سطح انرژی:  $K_\beta > K_\alpha > L > M$  ، شدت نسبی:  $L < M < K_\beta < k_\alpha$

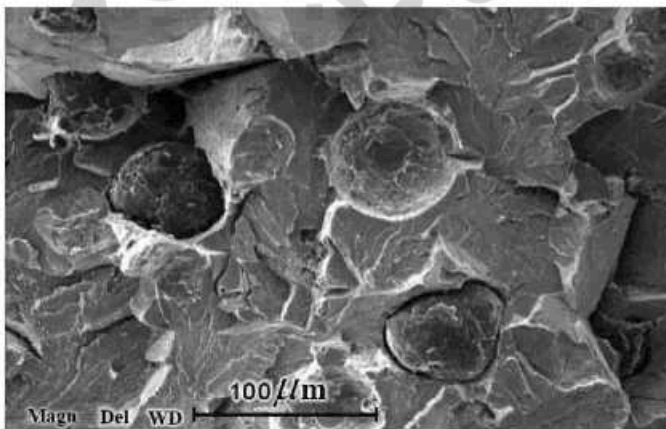
۴۰- اگر خطوط تیره‌ای در تصویر میدان روشن TEM مشاهده شود، به کدام روش «نابه‌جایی لبه‌ای» (edge dislocation) تشخیص داده می‌شود؟

- (۱) اگر به صورت خطوط موازی بود، نابه‌جایی لبه‌ای است.
- (۲) اگر به صورت خطوط متقاطع باشد، نابه‌جایی لبه‌ای است.
- (۳) اگر با شیب‌دار کردن (tilt) نمونه، خطوط حرکت کرد، نابه‌جایی لبه‌ای است.
- (۴) اگر با شیب‌دار کردن (tilt) نمونه، کنتراست خطوط کم و زیاد شد، نابه‌جایی لبه‌ای است.

۴۱- کدام مورد در خصوص روش پراش سنجی با استفاده از پرتوهای موازی (Parallel Beam X-ray Diffraction) برقرار است؟

- (۱) با خارج بودن سطح نمونه از مرکز دایره پراش سنج، مواضع زاویه‌ای پراش تغییر نمی‌کند.
- (۲) با خارج بودن سطح نمونه از مرکز دایره پراش سنج، شدت پرتوهای پراشیده افزایش می‌یابد.
- (۳) با خارج بودن سطح نمونه از مرکز دایره پراش سنج به سمت پایین، مواضع زاویه‌ای پراش به سمت زوایای کمتر جابه‌جا می‌شود.
- (۴) با خارج بودن سطح نمونه از مرکز دایره پراش سنج به سمت بالا، مواضع زاویه‌ای پراش به سمت زوایای زیادتر جابه‌جا می‌شود.

۴۲- در ساختار میکروسکوپی زیر اگر طول خط اندازه ۲۵ میلی‌متر باشد، بزرگ‌نمایی تصویر و میانگین قطر کره‌های



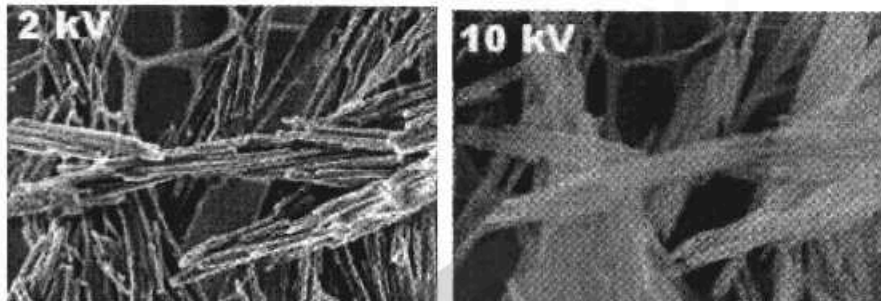
گرافیت به ترتیب در کدام مورد اشاره شده است؟

- (۱) ۲۵۰ برابر، ۳۰ میکرون
- (۲) ۲۵۰ برابر، ۶۰ میکرون
- (۳) ۲۵۰۰ برابر، ۳۰ میکرون
- (۴) ۲۵۰۰ برابر، ۶۰ میکرون

۴۳- نمونه‌ای از آهن fcc (ثابت شبکه  $\frac{3}{65}$  آنگستروم) با لامپ مسی تحت پراش پرتو ایکس قرار گرفته است. در الگوی پراش چند خط ظاهر می‌شود؟ (طول موج  $\frac{1}{54}$  آنگستروم)

(۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۰

۴۴- مقایسه تصاویر زیر نشان می‌دهد که در میکروسکوپ الکترونی روبشی، با افزایش ولتاژ شتاب‌دهنده کدام مورد رخ می‌دهد؟



- (۱) قطر باریکه الکترونی افزایش یافته و کنتراست تصویر زیاد می‌شود.
- (۲) عمق میدان پرتو الکترونی کم شده و قدرت تفکیک تصویر کاهش می‌یابد.
- (۳) سیگنال الکترون ثانویه ضعیف شده و وضوح جزئیات تصویر کم می‌شود.
- (۴) احتمال شارژ شدن سطح نمونه کاهش یافته و کنتراست تصویر کم می‌شود.

۴۵- صفحه‌های بلوری که در تشکیل الگوی پراش الکترونی نقطه‌ای (Spot Electron Diffraction Pattern) حضور دارند، چه رابطه‌ای با هم دارند؟

- (۱) دسته صفحه‌های موازی هستند.
- (۲) چگالی صفحه‌ای یکسانی دارند.
- (۳) هم خانواده هستند.
- (۴) هم منطقه هستند.

### 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	1.30			0.69
Mg	1.25	1.56			1.31
Al	1.48	1.84			1.56
Si	1.74	1.83			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