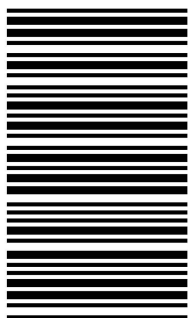


کد کنترل

908

A



908A

عصر پنجشنبه

۱۴۰۳/۱۲/۰۲

دفترچه شماره ۳ از ۳



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

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

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۴
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 ماشین حساب 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.

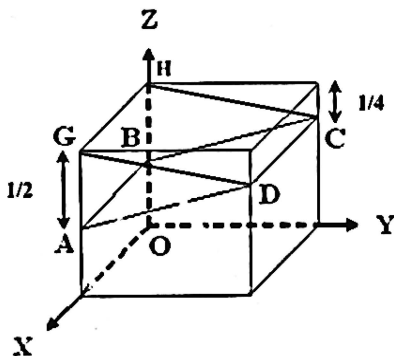
* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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 کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد:

۱- زاویه بین دو صفحه ABCD و CDGH در شبکه مکعبی زیر، چقدر است؟



(۱) $\cos^{-1}\left(\frac{16}{17}\right)$

(۲) $\cos^{-1}\left(\frac{15}{17}\right)$

(۳) $\cos^{-1}\left(\frac{14}{17}\right)$

(۴) $\cos^{-1}\left(\frac{12}{17}\right)$

۲- در شبکه کریستالی AB_۲، اتم‌های A نقاط FCC و اتم‌های B تمام موقعیت‌های تتراهدرال را اشغال کرده‌اند.

وزن مخصوص این ترکیب بر حسب $\frac{gr}{cm^3}$ چقدر است؟ (عدد آووگادرو را 6×10^{23} در نظر بگیرید).

$r_A = \frac{\sqrt{3}}{2} (A^\circ), r_B = \sqrt{3} (A^\circ)$

$M_A = 40 \frac{gr}{mol}, M_B = 25 \frac{gr}{mol}$

(۱) ۴/۸

(۲) ۳/۸

(۳) ۲/۸

(۴) ۱/۸

۳- کدام یک از جهات بلوری زیر، بر صفحه‌ای که دو جهت [۱ ۲ ۵] و [۳ ۲ ۵] در آن واقع هستند، عمود است؟

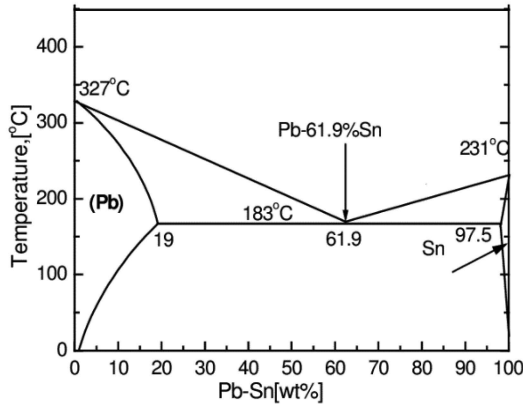
(۱) [۴ ۱۱ ۲]

(۲) [۸ ۱۱ ۴]

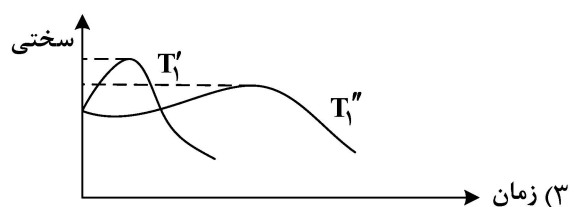
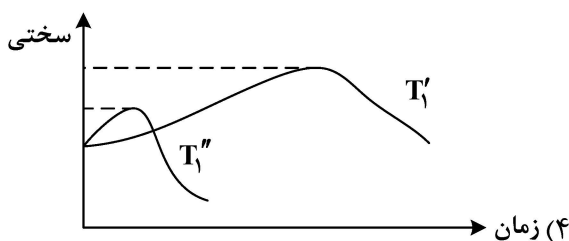
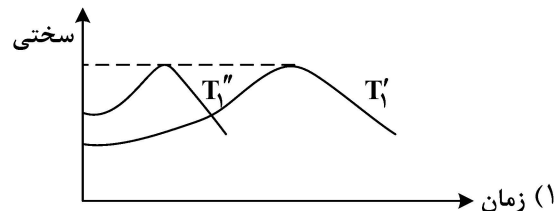
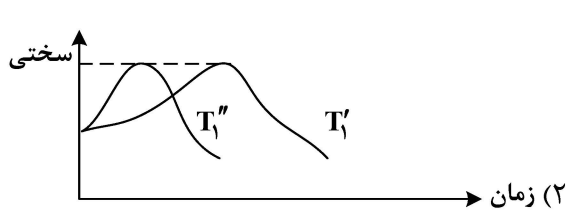
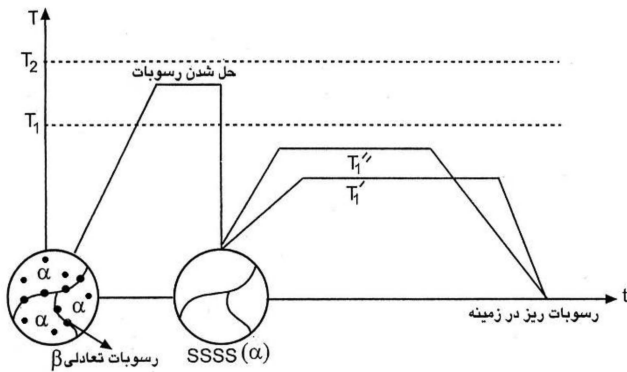
(۳) [۴ ۱۱ ۵]

(۴) [۴ ۱۱ ۲]

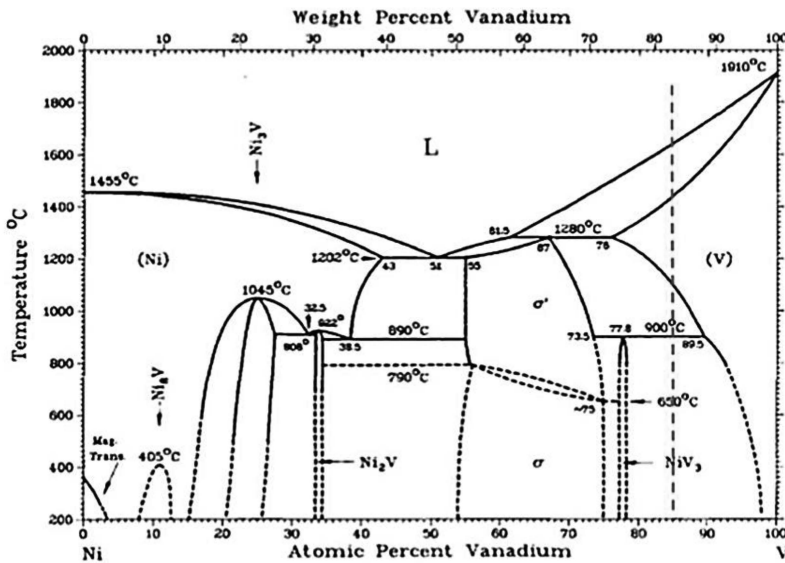
۴- براساس دیاگرام فازی Pb-Sn، علت بالاتر بودن استحکام آلیاژ $Pb-10\%Sn \cdot PbSn$ و $Pb-40\%Sn$ نسبت به فلز سرب خالص، به ترتیب، با کدام یک از مکانیسم‌های استحکام‌دهی مواد توجیه می‌شود؟



- ۱) استحکام‌بخشی محلول جامد - استحکام‌بخشی رسوبات پراکنده - استحکام‌بخشی رسوبات پراکنده
 - ۲) استحکام‌بخشی محلول جامد - استحکام‌بخشی رسوبات پراکنده - استحکام‌بخشی ناشی از مخلوط یوتکتیک
 - ۳) استحکام‌بخشی رسوبات پراکنده - استحکام‌بخشی ناشی از مخلوط یوتکتیک - استحکام‌بخشی ناشی از مخلوط یوتکتیک
 - ۴) استحکام‌بخشی محلول جامد - استحکام‌بخشی ناشی از مخلوط یوتکتیک - استحکام‌بخشی ناشی از مخلوط یوتکتیک
- ۵- مراحل عملیات رسوب سختی یک آلیاژ در نمودار دما - زمان، به صورت زیر رسم شده است. نمودار سختی بر حسب زمان حرارت دادن محلول جامد فوق‌اشباع $SSSS(\alpha)$ در دماهای T_1' و T_1'' کدام است؟



۶- در نمودار تعادلی Ni-V نشان داده شده در شکل زیر، به ترتیب، چند استتال یوتکتیکی، پریکتیکی، یوتکتوئیدی و پریکتوئیدی وجود دارد؟



- (۱) ۱، ۱، ۲ و ۱
- (۲) ۱، ۱، ۲ و ۱
- (۳) ۱، ۱، ۰ و ۳
- (۴) ۲، ۰، ۲ و ۱

۷- نظر به اینکه صفحه ماتانو (Matano) محل تلاقی دو قسمت زوج نفوذ در ابتدای فرایند نفوذ است که نسبت به سطوح جانبی زوج نفوذ تغییر مکان نمی یابد و صفحه کرکندال، محل اتصال دو قسمت زوج نفوذ است که با انجام فرایند نفوذ نسبت به سطوح جانبی زوج نفوذی و صفحه ماتانو تغییر مکان می یابد، کدام مورد درست است؟
 (۱) محاسبه نفوذ نسبت به صفحه ماتانو، با استفاده از ضریب نفوذ درهم ولی نسبت به صفحه کرکندال، با استفاده از ضریب نفوذ ذاتی انجام می شود.

- (۲) صفحه کرکندال، نسبت به فضا ثابت است ولی صفحه ماتانو، نسبت به شبکه کریستالی ثابت است.
- (۳) هر دو صفحه، نشان دهنده فصل مشترک دو قطعه زوج نفوذی هستند.
- (۴) همه موارد

۸- کدام نوع از حالات زیر، اثر بیشتری بر کار سختی فلزات دارد؟

- (۱) تقاطع نابه جایی های لبه ای - لبه ای
- (۲) تقاطع نابه جایی های پیچشی - پیچشی
- (۳) تقاطع نابه جایی های لبه ای - پیچشی
- (۴) حضور نابه جایی ها بدون تقاطع با یکدیگر

۹- در آلودن Si (doping) خالص با اتم های Ga در دمای ۱۱۰۰°C به مدت ۳۶۰۰ ثانیه، در چه عمقی از Si (برحسب

μm) غلظت اتم های Ga به $1.5 \times 10^{21} \frac{\text{atom}}{\text{m}^3}$ می رسد؟ (غلظت سطحی اتم های Ga برابر $10^{22} \frac{\text{atom}}{\text{m}^3}$ است. ضریب

نفوذ اتم های Ga در Si در ۱۱۰۰°C را برابر $4 \times 10^{-16} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ در نظر بگیرید. $\text{erf}(1) = 0.85$

- (۱) ۲/۴
- (۲) ۳/۶
- (۳) ۴/۸
- (۴) ۵/۴

۱۰- در تغییر حالت رسوب گذاری به صورت $\alpha_{x_0} \rightarrow \alpha_{x'} + \beta_{x''}$ ، در کدام حالت، رسوب عدسی شکل می شود؟ (δ انرژی

کرنشی و γ انرژی فصل مشترک است.)

- (۱) δ کم و γ زیاد
- (۲) δ کم و γ کم
- (۳) δ زیاد و γ کم
- (۴) δ زیاد و γ زیاد

۱۱- A و B در حالت مذاب و جامد، انحلال کامل دارند. محلول مذاب، رفتار ایده آل و محلول جامد، رفتار باقاعده دارد. چنانچه منحنی های لیکوئیدوس و سالییدوس در دمای ۳۰۰ K در ترکیب $X_B = 0.4$ یک مینیمم مشترک از خود نشان دهند، مقدار Ω در دمای فوق، برای محلول جامد B ۴۰٪ A کدام است؟ (برحسب کالری)

$$\Delta G_m^A = 2000 - 3T, \Delta G_m^B = 3000 - 4T, T_m^A = 500K, T_m^B = 700K, R = 2 \frac{\text{Cal}}{\text{mol.K}}$$

(۱) ۶۸۰۰ (۲) ۵۷۵۰ (۳) ۴۲۰۰ (۴) ۱۰۰۰

۱۲- تغییر انرژی آزاد گیبس برای تبدیل گرافیت به الماس در دمای ۱۰۰۰ K برابر ۱۶۰۰ cal+ است. دانسیته گرافیت و الماس به ترتیب $2 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $3 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است. اگر فرض کنیم که تغییر حجم ناشی از تبدیل گرافیت به الماس، وابستگی زیادی به دما و فشار نداشته باشد، حداقل فشاری که بتواند در دمای ۱۰۰۰ K، گرافیت را به الماس تبدیل کند، برحسب اتمسفر تقریباً چقدر است؟

$$R = 2 \frac{\text{Cal}}{\text{mol.K}} = 82 \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{atm}}{\text{mol.K}}$$

(۱) ۳۵۰۰۰ (۲) ۳۴۰۰۰ (۳) ۳۳۰۰۰ (۴) ۳۰۰۰۰

۱۳- دمای نقطه سه گانه دی اکسید کربن، $-56^\circ C$ است. فشار بخار دی اکسید کربن جامد، از رابطه زیر به دست می آید:

$$\ln P_{(\text{atm})} = \frac{-3086}{T} + 16$$

اگر گرمای مولار ذوب شدن دی اکسید کربن برابر ۲۰۰۰ cal باشد، گرمای نهان تقطیر دی اکسید کربن برحسب کالری چقدر است؟

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

(۱) -۴۱۷۲ (۲) -۳۰۸۶ (۳) ۴۱۷۲ (۴) -۲۰۰۰

۱۴- اگر آنتروپی تبخیر یک مایع برابر $85 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ و حجم مولی بخار آن برابر ۲۵ لیتر باشد، با افزایش ۰/۳۴ bar در فشار، نقطه جوش چقدر تغییر می کند؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۱۵- مقداری مس مذاب در دمای ۱۰ درجه، زیر نقطه انجماد طبیعی خود قرار دارد. در این شرایط، انجماد تحت شرایط ایزوترم آغاز می شود. در این شرایط، چند درصد از مس منجمد می شود؟

$$L_f = 3100 \frac{\text{Cal}}{\text{mol}}, T_m = 1356 K$$

$$C_p^l = 7.5 \frac{\text{Cal}}{\text{mol.K}}, C_p^s = 5 \frac{\text{Cal}}{\text{mol.K}}$$

(۱) ۲/۵ (۲) ۴/۵ (۳) ۱ (۴) ۳/۵

۱۶- در یک محلول دوتایی A-B در دمای ثابت T، $\ln \frac{a_A}{a_B}$ از رابطه زیر پیروی می‌کند. $\ln \gamma_B$ در محلول A-۰.۵B چقدر است؟

$$\ln \frac{a_A}{a_B} = X_A + \ln \frac{X_A}{X_B}$$

(۱) -۱/۵ (۲) -۰/۵
(۳) -۰/۲۵ (۴) -۰/۱۲۵

۱۷- با توجه به حالت‌های استاندارد رئولتی (R) و هنری (H)، کدام یک از عبارات زیر، در خصوص انرژی آزاد استاندارد یک مول جزء A در محلول A-B (دارای انحراف منفی) درست است؟ ($\bar{G}_A = G_A^\circ + RT \ln a_A$)

(۱) $G_{A(R)}^\circ < G_{A(H)}^\circ$ (۲) $G_{A(H)}^\circ < G_{A(R)}^\circ$
(۳) $G_{A(R)}^\circ = G_{A(H)}^\circ$ (۴) $G_{A(R)}^\circ + G_{A(H)}^\circ = 0$

۱۸- محلول A-B با قاعده است. در دمای ۸۰۰ کلوین، اکتیویته A در محلولی با $X_B = 0.4$ برابر با ۰/۳۶ است. نسبت اکتیویته A در این حالت، چند برابر اکتیویته A در محلولی با $X_A = 0.8$ و دمای ۱۰۰۰ کلوین است؟ ($R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$)

X	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
ln(X)	-2/3	-1/6	-1/2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.35	-0.2	-0.1	0

(۱) 1 (۲) 0.9
(۳) 2 (۴) 0.5

۱۹- در آلیاژ مذاب A-B، جزء A از قانون هنری تبعیت می‌کند و ضریب اکتیویته آن به صورت رابطه زیر به دست می‌آید. گرمای انحلال محلول، کدام عبارت است؟ ($\gamma_A^\circ = \exp(-\frac{800}{T} + 1/237)$)

(۱) $-800RX_B$ (۲) $\frac{-8000}{RX_B}$
(۳) $-800RX_A$ (۴) $-\frac{8000}{RX_A}$

۲۰- سیستم آلیاژی AB تا ۳ درصد وزنی از قانون هنری پیروی کرده و شیب خط هنری در ۱۰۰۰ K برابر ۰/۱۶ (نسبت به B خالص) است. با اکسیداسیون آلیاژ مذاب حاوی ۱/۵ درصد وزنی B در ۱۰۰۰ K، لایه اکسیدی جامد روی سطح مذاب به صورت BO_۲ خالص تشکیل می‌شود. تغییر انرژی آزاد استاندارد اکسیداسیون B خالص برابر ۲۰- کیلوکالری بر مول در ۱۰۰۰ K است. B خالص در ۱۰۲۵ K با گرمای نهان $10250 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$ ذوب می‌شود. اگر وزن اتمی A و B به ترتیب ۱۰۰ و ۲۴ باشد، تغییر انرژی آزاد استاندارد اکسیداسیون B در آلیاژ ۱/۵ درصد وزنی B در دمای ۱۰۰۰ K نسبت به حالت استاندارد درصد وزنی بی‌نهایت رقیق بر حسب کیلوکالری بر مول، تقریباً چقدر است؟

(۱) -۱۱ (۲) -۲۰
(۳) -۳۰ (۴) -۴۰

۲۱- کدام مورد در خصوص حساسیت آهنگ رشد ترک خستگی به ساختار، درست است؟

(۱) آهنگ رشد ترک، به اندازه دانه بستگی ندارد.

(۲) اندازه منطقه مومسان، تأثیری بر حساسیت ندارد.

(۳) وقتی حساس است که منطقه مومسان رأس ترک، از اندازه دانه کوچک تر باشد.

(۴) وقتی حساس است که منطقه مومسان رأس ترک، از اندازه دانه بزرگ تر باشد.

۲۲- نتایج تجربی روی یک فولاد آلیاژی نشان می‌دهد که

$$\sigma_{ts} = 1000 \text{ MPa}, K_{1c} = 50 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}, \Delta k_{th} = 4 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$$

ترک‌های بزرگ تر از یک میلی‌متر) مشخص کرد که در این فولاد هیچ نقص و یا ریزترکی نیست. به نظر شما اگر

این فولاد تحت بارگذاری سیکلی با $R = 0.1$ و $\Delta\sigma = 200 \text{ MPa}$ قرار گیرد، آیا شکست خستگی ممکن است یا

خیر؟ چرا؟

(۱) خیر، چون $\sigma_{\text{max}} < \sigma_{ts}$

(۲) خیر، چون $\Delta k < \Delta k_{th}$

(۳) خیر، چون $k < k_{1c}$

(۴) بله، چون $\Delta k > \Delta k_{th}$

۲۳- قطعه‌ای تحت تنش تکراری صفر تا 300 MPa قرار می‌گیرد. بررسی سطح شکست نشان می‌دهد که در طول ترک

2 mm ، آهنگ رشد ترک 0.2 mm و در طول ترک 10 mm ، آهنگ رشد ترک 0.1 mm است. اگر آهنگ رشد ترک

از رابطه پاریس پیروی کند، توان رابطه پاریس کدام است؟

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۳/۵

(۴) ۴

۲۴- برای تعیین چقرمگی شکست آلیاژی از آلومینیم با مشخصات طبق جدول زیر، نمونه‌های CTS با ضخامت 1 cm و طول

ترک 4 cm آماده می‌شود. کدام مورد در خصوص اعتبار چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای درست است؟ چرا؟

شماره آلیاژ	شرایط	$k_{1c} \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$	$\sigma_{ys} \text{ MPa}$
۱	۷۱۷۸T۶۵۱	۲۴	۵۷۰
۲	۷۱۷۸T۷۶۵۱	۳۲	۴۸۰

(۱) آلیاژ ۱ نامعتبر است، چون ضخامت با شرایط سازگار نیست.

(۲) آلیاژ ۲ معتبر است چون ضخامت و طول ترک با شرایط سازگار است.

(۳) آلیاژ ۱ معتبر است چون ضخامت و طول ترک با شرایط سازگار است.

(۴) آلیاژ ۲ نامعتبر است چون ضخامت و طول ترک با شرایط سازگار نیست.

۲۵- ورق فولادی دارای استحکام کششی 2000 MPa است. اگر قطعه‌ای از این ورق دارای ترکی داخلی به طول $\frac{16}{\pi} \text{ mm}$ و

تحت تنش کششی عمود بر ترک قرار گیرد، درصد کاهش استحکام کدام است؟

$$(E = 200 \text{ GPa}, G = 10^4 \text{ J/m}^2)$$

(۱) ۷۵

(۲) ۶۰

(۳) ۵۳

(۴) ۲۵

۲۶- فلز A با سیستم لغزش $\langle 110 \rangle \{111\}$ و فلز B با سیستم لغزش $\langle 111 \rangle \{110\}$ با مدول برشی یکسان را در نظر

بگیرید. کدام مورد در خصوص حداکثر استحکام برشی نظری (تئوری) درست است؟

(۱) $\tau_{\text{max A}} < \tau_{\text{max B}}$

(۲) $\tau_{\text{max A}} = \tau_{\text{max B}}$

(۳) $\tau_{\text{max A}} > \tau_{\text{max B}}$

(۴) $\tau_{\text{max A}} = 0.5 \tau_{\text{max B}}$

۲۷- پارامتر شبکه Ni و Ni₃Al به ترتیب ۰/۳۵۲ nm و ۰/۳۵۶۷ nm است. افزودن ۵۰٪ اتمی کروم به سوپر آلیاژ Ni-Ni₃Al پارامتر شبکه نیکل را به ۰/۳۵۲۵ nm تغییر می‌دهد. با افزودن کروم، استحکام آلیاژ به چند درصد استحکام آلیاژ اولیه می‌رسد؟ (فرض کنید سایر پارامترها تغییر نمی‌کند و تغییرات استحکام فقط ناشی از کرنش ناسازگاری باشد و $\epsilon \approx \tau$ را در نظر بگیرید.)

- (۱) ۱۰۰
(۲) ۹۰
(۳) ۸۰
(۴) ۷۰

۲۸- اطلاعات خزشی یک فولاد زنگ‌نزن شامل آهنگ خزش در دماهای مختلف و در تنش ۱۰۰ MPa به صورت زیر

دما (°C)	آهنگ خزش ($\frac{1}{\text{sec}}$)
۶۲۷	10^{-8}
۷۲۷	10^{-5}

ارائه شده است. انرژی فعال‌سازی خزش در تنش اشاره شده، چند $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ است؟

- (۱) $-249 \ln 10$
(۲) $-124.5 \ln 10$
(۳) $124.5 \ln 10$
(۴) $249 \ln 10$

۲۹- اگر استحکام تسلیم فولاد به کاررفته در ساخت مخزن تحت فشار استوانه‌ای جدار نازک ۲۰۰ MPa و قطر خارجی مخزن ۲۱۰ mm و ضخامت جداره ۵ mm باشد، مقدار فشار داخلی که سبب تسلیم مخزن (بر طبق معیار تسلیم فون میزز) می‌شود، چند MPa است؟

- (۱) $\frac{20}{\sqrt{3}}$
(۲) $\frac{10}{\sqrt{3}}$
(۳) $\frac{9.5}{\sqrt{3}}$
(۴) $\frac{5}{\sqrt{3}}$

۳۰- قطعه‌ای از جنس فولاد داریم. تنش وارد بر این قطعه، نصف استحکام کششی فولاد موردنظر است. با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول زیر، برای اینکه بتوانیم استحکام کششی قطعه مزبور را از ۱۸۰۰ MPa به ۲۰۰۰ MPa افزایش دهیم، حد تشخیص عیوب در روش آزمون غیرمخرب که برای بازرسی قطعات به کار می‌رود، بیش از چند میلی‌متر باید باشد؟ ($\pi = 3$)

UTS (MPa)	$K_{1c} (\text{MPa}\sqrt{\text{m}})$
۱۸۰۰	۹۰
۲۰۰۰	۴۰

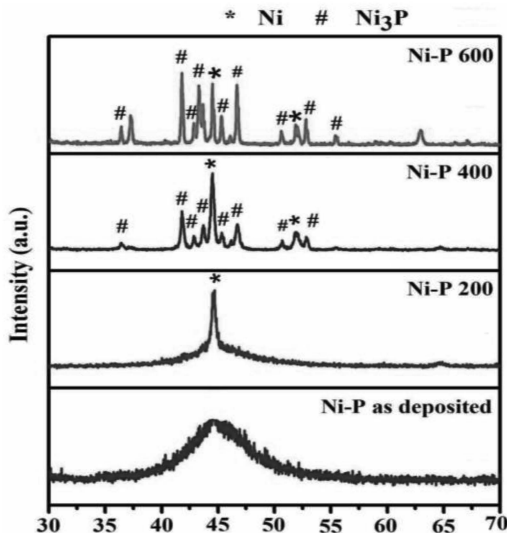
- (۱) ۲
(۲) ۱/۵
(۳) ۱
(۴) ۰/۵

روش‌های شناسایی و آنالیز مواد:

۳۱- اثر درجه حرارت نمونه بر الگوی پراش پرتو ایکس، مطابق با کدام مورد است؟

- (۱) کاهش شدت قله‌های پراش - افزایش میزان زمینه الگو - کاهش بیشتر شدت قله‌ها با افزایش زاویه پراش
(۲) افزایش شدت قله‌های پراش - افزایش میزان زمینه الگو - کاهش کمتر شدت قله‌ها با افزایش زاویه پراش
(۳) کاهش شدت قله‌های پراش - کاهش میزان زمینه الگو - کاهش بیشتر شدت قله‌ها با افزایش زاویه پراش
(۴) کاهش شدت قله‌های پراش - افزایش میزان زمینه الگو - کاهش کمتر شدت قله‌ها با افزایش زاویه پراش

۳۲- پوشش نیکل-فسفر در شرایط بعد از تشکیل رسوب آن و نیز بعد از عملیات حرارتی در ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد، تحت آزمون پراش‌سنجی پرتو ایکس با لامپ مس قرار گرفته است. با توجه به الگوهای پراش پرتو ایکس، کدام مورد درست است؟



- (۱) پوشش در ابتدا آمورف است و پرتو ایکس را پراش نمی‌دهد. در دماهای پایین‌تر، میزان بلورینگی پوشش کمتر است. با بالا رفتن دمای آنیل، تنش پسماند کاهش یافته و پهنای قله‌های پراش بیشتر می‌شود. شبکه بلوری نیکل، مکعبی و فسفید نیکل، غیرمکعبی است.
- (۲) پوشش در ابتدا آمورف است و هیچ خط پراش ندارد. هرچه دمای آنیل بالاتر باشد، میزان بلورینگی پوشش کمتر می‌شود. در دماهای پایین‌تر، پهنای قله‌های پراش به دلیل تنش پسماند بیشتر است. شبکه بلوری نیکل، bcc و فسفید نیکل، fcc است.
- (۳) پوشش در ابتدا آمورف است و خطوط پراش مشخص ندارد. هرچه دمای آنیل بالاتر باشد، میزان بلورینگی پوشش بیشتر می‌شود. در دماهای پایین‌تر، پهنای قله‌های پراش به دلیل نانوساختاری بیشتر است. شبکه بلوری نیکل، مکعبی و فسفید نیکل، غیرمکعبی است.
- (۴) پوشش در ابتدا آمورف است و پرتو ایکس را پراش نمی‌دهد. در دماهای پایین‌تر، میزان بلورینگی پوشش کمتر است. در دماهای پایین‌تر، پهنای قله‌های پراش به دلیل تنش پسماند بیشتر است. شبکه بلوری نیکل، bcc و فسفید نیکل، fcc است.

۳۳- مقدار بیشینه طول موج پرتو ایکس مشخصه یک لامپ که بتواند پراش از درجه دوم ماده‌ای با ساختمان بلوری مکعبی ساده با ثابت شبکه $1/7$ آنگستروم را تأمین نماید، چند آنگستروم است؟ (ساختمان بلوری به گونه‌ای است که تمام صفحات، شدت پراش دارند.)

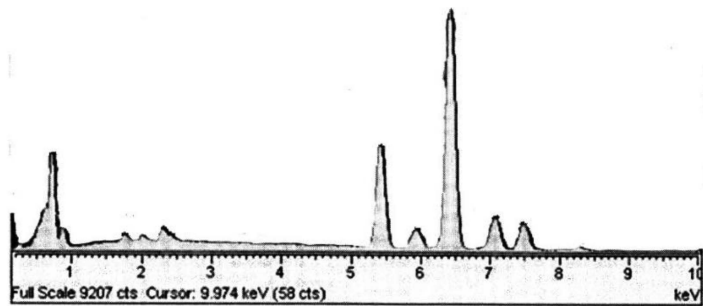
- | | |
|------------|-------------|
| (۱) $3/4$ | (۲) $1/7$ |
| (۳) $0/85$ | (۴) $0/425$ |

۳۴- حضور تنش کششی پسماند یکنواخت (uniform) بر یک صفحه بلوری، چه تأثیر بارزی بر قله پراش آن در روش پراش‌سنجی پرتو ایکس دارد؟

- (۱) جابه‌جایی قله پراش صفحه به سمت زاویه پراش بیشتر
- (۲) افزایش زمینه الگو و افزایش شدت قله پراش صفحه
- (۳) افزایش شدت قله پراش صفحه، بدون تأثیر بر زمینه الگو
- (۴) جابه‌جایی قله پراش صفحه به سمت زاویه پراش کمتر

۳۵- طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس (Energy Dispersive Spectroscopy)، مربوط به کدام ماده است؟

Element	K α	K β	L α	L β	K ϵ_{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) فولاد زنگ‌نزن

(۱) ترکیب بین فلزی FeTi

(۴) چدن خاکستری

(۳) فولاد ساده کربنی

۳۶- سطح شکست ترد یک آلیاژ، شامل چه جلوه‌ای است و توسط کدام سیگنال و آشکارساز به تصویر کشانده می‌شوند؟

(۱) دیمپل (حفرات) - الکترون ثانویه - داخل عدسی (In - lense)

(۲) الگوی رودخانه‌ای - الکترون ثانویه - داخل عدسی (In - lense)

(۳) الگوی رودخانه‌ای - الکترون ثانویه - (Everhard - Thornley) ET تحت بایاس منفی

(۴) الگوی رودخانه‌ای - الکترون برگشتی - (Everhard - Thornley) ET تحت بایاس مثبت

۳۷- تصویر میکروسکوپی نمونه‌ای، با لایه سطحی ترک خورده، در شکل دیده می‌شود. اگر طول خط اندازه روی تصویر

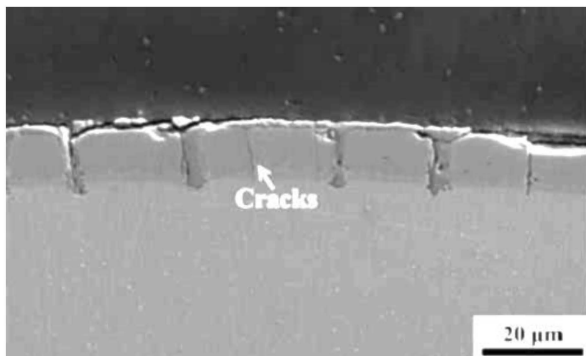
۲ سانتی‌متر باشد، بزرگ‌نمایی تصویر و میانگین چگالی ترک به ترتیب کدام است؟

(۱) ۱۰۰۰۰، ۶۰ ترک بر میلی‌متر

(۲) ۱۰۰۰۰۰، ۶۰ ترک بر میلی‌متر

(۳) ۱۰۰۰۰، ۱۰۰ ترک بر سانتی‌متر

(۴) ۱۰۰۰۰۰، ۲۰۰ ترک بر سانتی‌متر



۳۸- در میکروسکوپ الکترونی روبشی، کدام مورد درست است؟

(۱) کنتراست مغناطیسی نمونه‌ای که بردار میدان مغناطیسی آن به لحاظ تقارن بالای ساختمان بلوری در داخل ماده بسته می‌شود، توسط سیگنال الکترون ثانویه حاصل می‌شود.

(۲) کنتراست مغناطیسی نمونه‌ای که بردار میدان مغناطیسی آن به خارج از سطح ماده نشت دارد، به کمک سیگنال الکترون برگشتی حاصل می‌شود.

(۳) با افزایش ولتاژ میکروسکوپ الکترونی، کنتراست کاتدولومینسانس در یک آلیاژ فلزی دوفازی افزایش می‌یابد.

(۴) کرنش‌های باقی‌مانده در نمونه، موجب انحنای جفت خطوط الگوی کانالی الکترونی می‌شود.

۳۹- برای متالوگرافی و بررسی میکروسکوپی بعضی از فلزات، از الکتروپولیش (Electropolishing) و الکترواچ (Electroetching) استفاده می‌شود. کدام مورد در خصوص این روش‌ها درست است؟

- ۱) الکتروپولیش یک فرایند الکتروشیمی است که شامل کاتد، آند و الکتrolیت است. ماده را فقط از میکروقله‌ها بر می‌دارد و زبری را کاهش می‌دهد. الکترواچ مشابه الکتروپولیش است که در شرایطی متفاوتی انجام می‌شود، لایه نازکی از کل سطح فلز برمی‌دارد و مشاهده اجزای ساختاری را ممکن می‌سازد.
- ۲) الکتروپولیش عکس فرایند آبکاری الکتریکی است که شامل کاتد، آند و الکتrolیت است. ماده را از میکروقله‌ها برمی‌دارد و زبری را کاهش می‌دهد. الکترواچ مشابه آبکاری الکتریکی است که در محلول اسیدی انجام می‌شود. لایه نازکی از کل سطح فلز برمی‌دارد و مشاهده اجزای ساختاری را ممکن می‌سازد.
- ۳) الکتروپولیش یک فرایند الکتروشیمی است که شامل کاتد، آند و الکتrolیت است. ماده را از کل سطح فلز برمی‌دارد و با صاف کردن میکروقله‌ها، زبری را کاهش می‌دهد. الکترواچ مشابه الکتروپولیش است. که در الکتrolیت متفاوتی انجام می‌شود. ماده را به‌طور انتخابی از سطح فلز بر می‌دارد و مشاهده اجزای ساختاری را ممکن می‌سازد.
- ۴) الکتروپولیش مانند فرایند آبکاری الکتریکی است که شامل کاتد، آند و الکتrolیت است. ماده را از میکروقله‌ها برداشته و در فرورفتگی‌ها رسوب می‌کند و زبری را کاهش می‌دهد. الکترواچ عکس آبکاری الکتریکی است که در محلول اسیدی انجام می‌شود. لایه نازکی از کل سطح فلز برمی‌دارد و مشاهده اجزای ساختاری را ممکن می‌سازد.

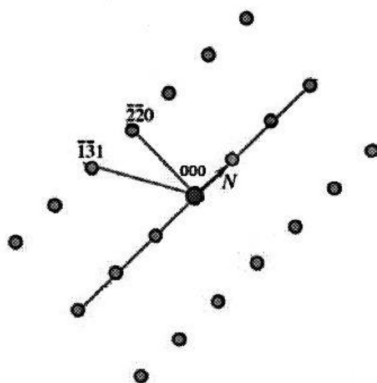
۴۰- کدام مورد، در خصوص میکروسکوپی الکترونی عبوری درست است؟

- ۱) کنتراست زمینه تاریک (Dark field) یک فاز، بعد از اخذ کنتراست زمینه روشن و خارج کردن روزنه شیء و روزنه ناحیه منتخب و شیء با تغییر فاصله کانونی عدسی شیء بر صفحه فلورسانس تشکیل می‌شود.
- ۲) کنتراست زمینه تاریک (Dark field) یک فاز، بعد از اخذ الگوی پراش الکترونی آن و خارج کردن روزنه‌های ناحیه منتخب و شیء بدون تغییر فاصله کانونی عدسی شیء بر صفحه فلورسانس تشکیل می‌شود.
- ۳) کنتراست زمینه تاریک (Dark field) یک فاز، بعد از اخذ کنتراست زمینه روشن و وارد کردن روزنه ناحیه منتخب بر آن، بدون تغییر فاصله کانونی عدسی شیء بر صفحه فلورسانس تشکیل می‌شود.
- ۴) کنتراست زمینه تاریک (Dark field) یک فاز، بعد از اخذ الگوی پراش الکترونی آن و وارد کردن و تنظیم روزنه شیء بر یکی از نقاط الگوی پراش و سپس با تغییر فاصله کانونی عدسی شیء بر صفحه فلورسانس تشکیل می‌شود.

۴۱- به‌منظور بررسی یک نمونه سرامیکی با میکروسکوپ الکترونی روبشی و تعیین ترکیب شیمیایی با دستگاه EDS لازم است نمونه پوشش‌دهی شود تا پدیده شارژ نمونه کاهش یابد. کدام نوع پوشش ترجیح داده می‌شود؟

- ۱) کربن
- ۲) کروم
- ۳) طلا
- ۴) نقره

۴۲- شاخص (Miller Index) صفحه N و محور ناحیه (Zone Axis) الگوی پراش الکترونی (Spot Electron Diffraction Pattern) ارائه‌شده یک ساختمان بلوری مکعبی به ترتیب، کدام است؟



۱) $(11\bar{1})$ و $[11\bar{2}]$

۲) $(\bar{1}11)$ و $[130]$

۳) $(\bar{1}1\bar{1})$ و $[1\bar{1}\bar{2}]$

۴) $(3\bar{1}\bar{1})$ و $[\bar{2}\bar{1}\bar{1}]$

۴۳- قطعه‌ای از آلیاژ آلومینیم سیلیسیم دچار سایش شده و سطح آن خراش برداشته است. برای مطالعه توزیع ذرات ناخالصی‌ها در کف خراش و مقایسه آنها با سطح سالم، کدام روش و به چه دلیل قابل استفاده است؟

۱) نقشه‌برداری پرتو ایکس (X-ray mapping) - تمرکز عناصر موجود را با رنگ‌های مختلف تا عمق یک میکرومتر نشان می‌دهد.

۲) طیف‌سنجی رامان (Raman spectroscopy) - عمق اثر چندمیکرومتری دارد و حالت شیمیایی اتم‌های ناخالصی را آشکار می‌سازد.

۳) نقشه‌برداری پرتو ایکس (X-ray mapping) - تمرکز عناصر موجود را با رنگ‌های مختلف تا عمق چند آنگستروم نشان می‌دهد.

۴) طیف‌سنجی رامان (Raman spectroscopy) - عمق اثر بسیار کمی دارد و پیوند بین مولکول‌ها را آشکار می‌سازد.

۴۴- نمونه‌ای از فولاد زنگ‌نزن آستنیتی در فرایند نیتروژن‌دهی قرار گرفته و لایه پیوسته‌ای به ضخامت حدود نیم میکرومتر روی آن تشکیل شده است. برای شناسایی این لایه روی سطح نمونه، آزمون EDS انجام شد و ترکیب شیمیایی طبق جدول زیر به دست آمد. محتمل‌ترین ماده تشکیل‌شده روی سطح چیست؟

Element	Weight %	Atomic %
C	۰/۱	۰/۳
Cr	۴۰/۰	۳۲/۲
Ni	۸/۴	۶/۰
N	۱۰/۲	۳۰/۶
Fe	۴۱/۳	۳۰/۹

۱) Fe_۴N

۲) CrN

۳) محلول جامد فوق‌اشباع نیتروژن در آهن

۴) محلول جامدی با ترکیب شیمیایی مشابه فولاد زنگ‌نزن

۴۵- کدام مورد، در خصوص دستگاه‌های تعیین ترکیب شیمیایی درست است؟

۱) تعیین ترکیب شیمیایی همه مواد جامد، می‌تواند توسط روش طیف‌سنجی انتشار نور (OES) انجام شود.

۲) دقت تعیین مقدار عناصر در روش طیف‌سنجی پلاسما جفت القایی (ICP)، می‌تواند در حد یک‌صدم درصد وزنی باشد.

۳) تعیین ترکیب شیمیایی تمامی عناصر مواد جامد بلوری و آمورف در روش طیف‌نگار پرتو ایکس فلورسانس (XRF)، با برانگیخته شدن پرتو ایکس ثانویه آنها صورت می‌گیرد.

۴) در روش طیف‌سنجی جرمی یون ثانویه (SIMS)، ترکیب شیمیایی عنصری سطوح و لایه‌های نازک مواد بلوری و غیربلوری از طریق بمباردمان سطح با یون اولیه و اندازه‌گیری یون‌های ثانویه حاصل توسط آشکارساز تعیین می‌شود. مقادیر عناصر می‌توانند بسیار اندک باشند.