

کد کنترل

708

C



708C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قلّه بود.»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه  
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

مهندسی متالورژی و مواد (کد ۲۳۵۹)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

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

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 با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

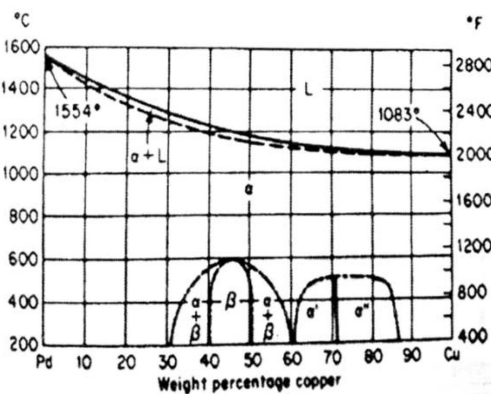
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد:

۱- نمودار تعادلی Pd-Cu، به صورت زیر است. در آلیاژ ۵۵٪Pd-۴۵٪Cu در دمای ۴۰۰°C، تقریباً چند درصد



منظم سازی توأم با تغییر ساختمان بلوری صورت گرفته است؟

- (۱) ۱۷
- (۲) ۴۰
- (۳) ۶۰
- (۴) ۸۳

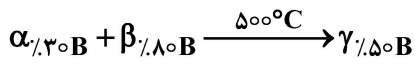
۲- در صورتی که سرعت تشکیل لایه اکسیدی، فقط تابع سرعت نفوذ اتمهای فلزی با ضریب نفوذ D بوده و شرایط پایا (Steady State) در نظر گرفته شود، ضخامت لایه اکسیدی که در زمان t بر روی یک صفحه فلزی تخت با چگالی ρ تشکیل می شود، کدام است؟ (ΔC، اختلاف غلظت یونهای فلزی است).

- (۱)  $\sqrt{\frac{D \cdot \Delta C \cdot t}{2\rho}}$
- (۲)  $\sqrt{2D\rho t \cdot \Delta C}$
- (۳)  $\sqrt{\frac{D \cdot \Delta C \cdot t}{\rho}}$
- (۴)  $\sqrt{\frac{2D \cdot \Delta C \cdot t}{\rho}}$

۳- با فرض ثابت بودن ضریب نفوذ در یک محیط سه بعدی، بر آیند شار ماده در جهت عمود بر یک صفحه تقارن سه بعدی (فرض کنید صفحه تقارن در x = 0 قرار داشته باشد). کدام است؟

- (۱) صفر
- (۲) ۰/۵
- (۳) ۱
- (۴) ۱/۵

۴- استحاله زیر، در دست است.



مقدار و نوع فازی که در اثر استحاله فوق کاملاً مصرف شده و همچنین مقدار و نوع فاز باقی مانده، به ترتیب، برای

۱۰ kg آلیاژ  $A-40\%B$  کدام است؟

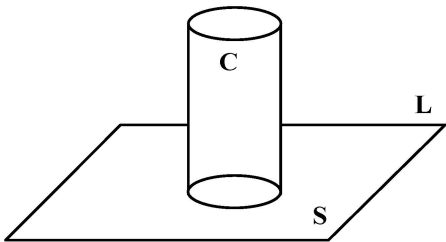
(۱) ۴kg فاز  $\beta$  و ۲kg فاز  $\alpha$

(۲) ۳kg فاز  $\beta$  و ۳kg فاز  $\alpha$

(۳) ۲kg فاز  $\beta$  و ۵kg فاز  $\alpha$

(۴) ۲kg فاز  $\beta$  و ۴kg فاز  $\alpha$

۵- در صورتی که در داخل مذاب (L)، جوانه‌های (C) استوانه‌ای شکل (با شعاع r و ارتفاع 2r) بر روی دیواره قالب (S) تشکیل شوند، شعاع بحرانی کدام است؟ ( $\gamma_{LS} = \gamma_{LC} = 2\gamma_{CS}$ )



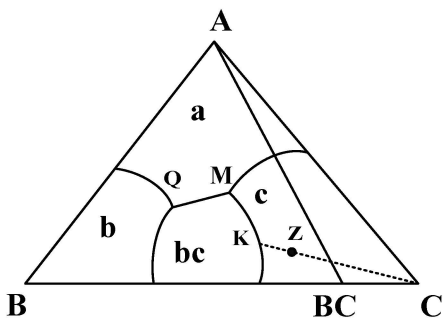
(۱)  $\frac{-15\gamma_{LC}}{4\Delta G_V}$

(۲)  $\frac{-7\gamma_{LC}}{6\Delta G_V}$

(۳)  $\frac{-3\gamma_{LC}}{2\Delta G_V}$

(۴)  $\frac{-5\gamma_{LC}}{6\Delta G_V}$

۶- دیاگرام ۳ تایی A-B-C، به صورت زیر است. کدام مورد در خصوص انجماد آلیاژی با ترکیب Z درست است؟



(۱) فاز C قبل از رسیدن به نقطه M، تمام می‌شود.

(۲) فاز C در نقطه M، طی یک تحول پری تکتیک تمام می‌شود.

(۳) چون در فازهای نهایی آلیاژ Z، فاز C وجود ندارد، لذا از همان ابتدا C نخواهیم داشت.

(۴) انجماد آلیاژ Z از نقطه K شروع شده، سپس به M رسیده و در نهایت در نقطه Q خاتمه می‌یابد.

۷- در صورتی که عدد اندازه دانه در بزرگنمایی ۲۰۰ برابر با ۲ باشد، قطر متوسط دانه در بزرگنمایی ۱ برحسب اینچ کدام

است؟ ( $\pi = 3$ )

(۱) ۰٫۰۰۱

(۲) ۰٫۰۰۲

(۳) ۰٫۰۰۴

(۴) ۰٫۰۰۵

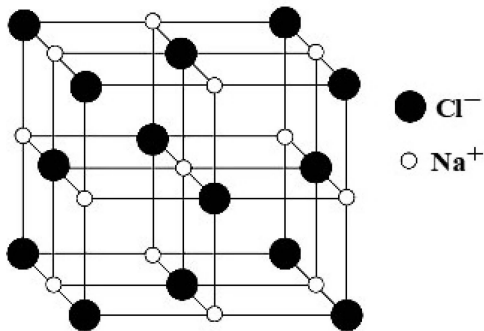
۸- اگر چدن سفیدی با ۳ درصد کربن از دمای بالا به آرامی سرد شود، ساختار آن از چه فاز یا فازهایی تشکیل می‌شود؟

(۱) پرلیت

(۲) لدبوریت و پرلیت

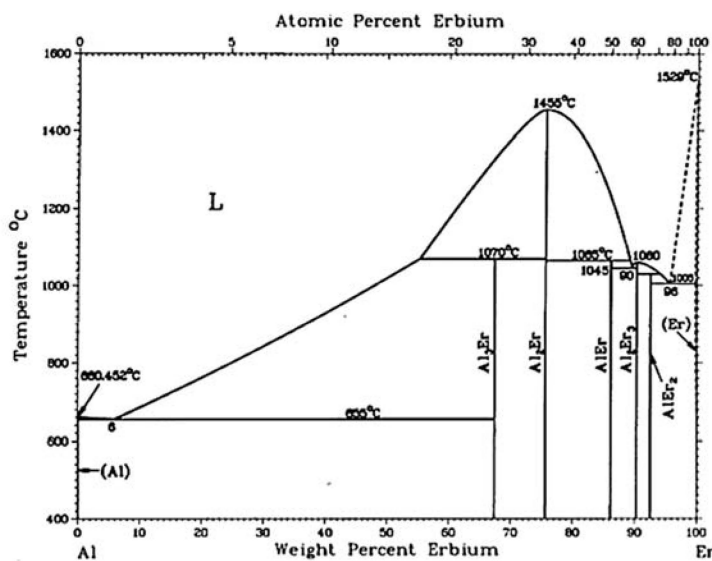
(۳) پرلیت و فریت

۹- در ماده‌ای با ساختمان کریستالی NaCl (که سلول واحد آن در شکل زیر نشان داده شده است)، شعاع آنیون‌ها دو برابر شعاع کاتیون‌ها است. فاکتور تراکم اتمی (نسبت حجم اتم‌ها به حجم سلول واحد) در این ماده تقریباً کدام است؟ ( $\pi = 3$ )



- /۳ (۱)
- /۵ (۲)
- /۷ (۳)
- /۹ (۴)

۱۰- در دیاگرام تعادلی Al-Er، به ترتیب، چند منطقه دوفازی و چند استحاله با درجه آزادی صفر وجود دارد؟



- ۵ و ۱۲ (۱)
- ۶ و ۱۵ (۲)
- ۵ و ۱۳ (۳)
- ۶ و ۱۳ (۴)

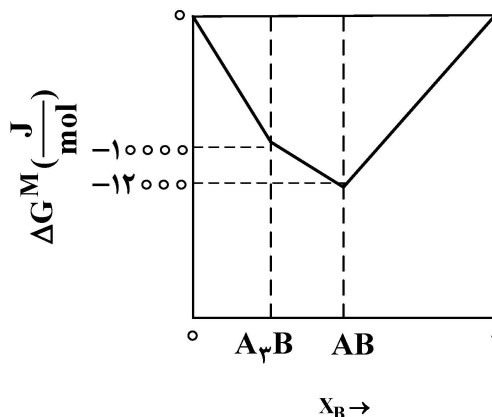
۱۱- در نمودار دوتایی A-B، دو ترکیب استوکیومتری  $A_3B$  و AB وجود داشته و تغییرات  $\Delta G^M$  بر حسب  $X_B$  به صورت زیر است. در دمای ۱۰۰۰ کلوین در محدوده  $0.25 < X_B < 0.5$ ، اکتیویته A به کدام عدد، نزدیک تر است؟ راهنمایی: معادله خطی که از نقطه‌های  $(x_1, y_1)$  و  $(x_2, y_2)$  بگذرد، برابر است با:

$$(y - y_1) = \left( \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right) (x - x_1)$$

$$\Delta \bar{G}_A^M = RT \ln a_A$$

$$e \approx 3$$

$$R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$



- /۱۳ (۱)
- /۲۳ (۲)
- /۳۳ (۳)
- /۴۳ (۴)



۱۲- سیستم دوتایی A و B در حالت جامد، در یکدیگر کاملاً نامحلول هستند. اگر ۴۰ درصد A در B مذاب خالص حل شود و B رفتار ایده آل داشته باشد، نقطه ذوب این آلیاژ، چند درجه کلوین خواهد بود؟ (فرض کنید ظرفیت

گرمایی ویژه در فشار ثابت B مذاب و جامد، تقریباً یکسان باشند). (راهنمایی:  $(\Delta G_f^B = L_f^B(1 - \frac{T}{T_m^B}))$ )

$$T_m^B = 800 \text{ K}, R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}, L_f(B) = 6400 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \quad (1) \quad 633$$

$$\ln 0.6 = -0.5 \quad (2) \quad 533$$

$$(3) \quad 453$$

$$(4) \quad 413$$

۱۳- در دمای ۳۰۰ درجه کلوین در محلول A - B، انتالپی (برحسب کالری) یک مول A از رابطه  $3x_B^2 - 2x_B + 4$  پیروی می کند. انتالپی یک مول B در محلول  $0.3A - B$ ، چقدر است؟  $(\ln 0.3 = -1.2)$

$$\left( \sum_{i=1}^n x_i d \bar{H}_i = 0 \right) \text{ (راهنمایی: رابطه گیبس دهم)}$$

$$(1) \quad 0.27$$

$$(2) \quad -0.27$$

$$(3) \quad 4.53$$

$$(4) \quad -4.53$$

۱۴- چگالی ماده‌ای در حالت جامد و مذاب در نقطه ذوب به ترتیب،  $12/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است. چند اتمسفر فشار به این

ماده اعمال شود تا نقطه ذوب آن،  $20^\circ \text{C}$  افزایش یابد؟ (نقطه ذوب، گرمای نهان ذوب و جرم مولکولی این ماده به ترتیب

$$227^\circ \text{C}, 200 \text{ g}, 50 \text{ (lit.atm)}) \text{ (راهنمایی: } (\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H}{T \Delta V})$$

$$(1) \quad 5/5$$

$$(2) \quad 1/5$$

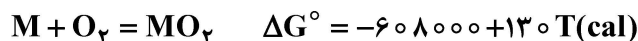
$$(3) \quad 451$$

$$(4) \quad 501$$

۱۵- برای آنکه اکسید خالص  $\text{MO}_2$  در دمای  $1000$  درجه کلوین و در مخلوطی از مونواکسید و دی اکسید کربن به فلز

خالص M و اکسیژن تجزیه شود، فشار مونوکسید کربن باید چند برابر دی اکسید کربن باشد؟ (e، عدد نپر و تقریباً

برابر ۳ و ثابت گازها را تقریباً ۲ کالری بر مول درجه کلوین در نظر بگیرید.)



$$(1) \quad \text{بیش از } 3$$

$$(2) \quad \text{بیش از } 9$$

$$(3) \quad \text{بیش از } 27$$

$$(4) \quad \text{بیش از } 81$$

۱۶- فشار جزئی گاز  $SO_3$  در تعادل با  $CuO$  و  $CuSO_4$  در دماهای  $1500\text{ k}$  و  $900\text{ k}$  به ترتیب  $0.2$  و  $0.01$  اتمسفر است. تغییر انتالپی تجزیه  $CuSO_4$ ، چند کیلوکالری است؟ (راهنمایی:  $\Delta G^\circ = -RT \ln k_p$  و  $\ln 20 = 3$ )

(۱)  $16/5$

(۲)  $13/5$

(۳)  $9/5$

(۴)  $4/5$

۱۷- در نظر بگیرید ۱ مول باریوم  $\beta$  در دمای  $600$  کلوین قرار دارد. ناگهان این مقدار در حالت ایزو ترم، دچار استحاله فازی شده و به باریوم  $\alpha$  تبدیل می شود. تغییرات انتروپی محیط در حین این استحاله، بر حسب ژول بر کلوین، چقدر است؟

(۱)  $-38$   $Ba(\beta) \rightarrow Ba(\alpha)$   $T_{trans.} = 650\text{ k}$   $\Delta H_{trans.} = -630\text{ (J)}$

(۲)  $25$

(۳)  $C_p(\alpha) = -470 \left( \frac{J}{\text{mol.k}} \right)$   $32$

(۴)  $38$

(۴)  $C_p(\beta) = -5 \left( \frac{J}{\text{mol.k}} \right)$   $38$

۱۸- چهار مول گاز ایده آل تک اتمی درون پیستونی که از نظر حرارتی کاملاً عایق است، در فشار  $65$  اتمسفر و دمای  $320$  کلوین قرار دارد. فشار محفظه ناگهان به  $10$  اتمسفر کاهش یافته و گاز طی یک انبساط بازگشت ناپذیر،  $4800$  ژول کار انجام می دهد. دمای نهایی گاز بر حسب کلوین پس از این انبساط بازگشت ناپذیر، چقدر خواهد شد؟

(۱)  $210$   $(R = 8 \frac{J}{\text{mol.k}})$

(۲)  $220$

(۳)  $290$

(۴)  $310$

۱۹- یک مول گاز ایده آل تک اتمی در دمای صفر درجه سانتی گراد و فشار یک اتمسفر موجود است. طی فرایند هم دما و غیر قابل برگشت پذیر، حجم آن به  $59$  لیتر رسانده شده است، به صورتی که کار انجام شده به وسیله گاز  $100$  کالری است. تغییر انتروپی کل، بر حسب کالری بر مول کلوین، چقدر است؟

(۱)  $-0.37$   $R = 2 \frac{\text{cal.}}{\text{mol.k}} = 0.08 \frac{\text{lit.atm.}}{\text{mol.k}}$

(۲)  $-2.37$

(۳)  $1.63$

(۴)  $2$

۲۰- یک مول آب در فشار یک اتمسفر و دمای  $100^\circ\text{C}$  به یک مول بخار آب در همان فشار تبدیل می شود. تغییر انرژی داخلی این فرایند  $30\text{ KJ}$  است. در صورتی که حجم یک مول آب و بخار به ترتیب  $0.02 \frac{\text{lit}}{\text{mol}}$  و  $30 \frac{\text{lit}}{\text{mol}}$  باشد، تغییر

انتروپی محیط در این فرایند بر حسب  $\frac{J}{\text{mol.k}}$ ، چقدر است؟  $R = 8 \frac{J}{\text{mol.k}} = 0.08 \frac{\text{lit.atm.}}{\text{mol.k}}$

(۱)  $-88$

(۲)  $-98$

(۳)  $-100$

(۴)  $-108$

۲۱- یک پلیمر در دمای  $50^{\circ}\text{C}$ ، پنجاه روز طول می‌کشد که تنش آن رها شود. با فرض اینکه انرژی فعال‌سازی برای

$$\frac{1}{t} = A \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad \text{رهایی تنش } 50 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}} \text{ باشد، زمان رهایی این پلیمر در دمای } 100^{\circ}\text{C} \text{، چند روز است؟}$$

۱ (۱)

۲/۲ (۲)

۸/۲۴ (۳)

۴/۱۲ (۴)

۲۲- برای ماده‌ای، سرعت رشد ترک خستگی طبق رابطه پاریس،  $m = 4$  است. کدام مورد در رابطه با سرعت رشد ترک نمونه‌های زیر، درست است؟

A: طول اولیه ترک  $2 \text{ mm}$  و طول نهایی ترک  $10 \text{ mm}$

B: طول اولیه ترک  $0.5 \text{ mm}$  و طول نهایی ترک  $10 \text{ mm}$

C: طول اولیه ترک  $2 \text{ mm}$  و طول نهایی ترک  $40 \text{ mm}$

$$N_B > N_C > N_A \quad (2)$$

$$N_C > N_A > N_B \quad (1)$$

$$N_B > N_A > N_C \quad (4)$$

$$N_A > N_C > N_B \quad (3)$$

۲۳- قطعه‌ای دارای سوراخی استوانه‌ای به قطر  $2 \text{ cm}$  و تحت تنش  $200 \text{ MPa}$  می‌باشد. اگر این سوراخ به سوراخی بیضی‌شکل به قطر بزرگ  $5 \text{ cm}$  و قطر کوچک  $2 \text{ cm}$  تبدیل و جهت اعمال تنش، عمود بر قطر کوچک بیضی باشد، درصد تغییر ضریب تمرکز تنش، چند است؟ (ابعاد سوراخ در مقایسه با ابعاد قطعه، ناچیز است.)

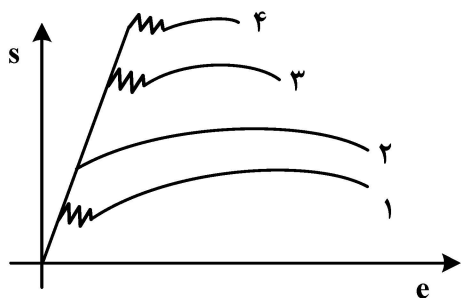
۴۰ (۱)

۵۳ (۲)

۲۵ (۳)

۱۷ (۴)

۲۴- منحنی تنش - کرنش مهندسی چند ماده، در شکل زیر، نشان داده شده است. کدام ماده، برای تولید فنر مناسب‌تر است؟



۴ (۱)

۳ (۲)

۲ (۳)

۱ (۴)

۲۵- ماکزیمم تنش برشی در مورد حالت تنشی  $\sigma_1 = -\sigma_3$  و  $\sigma_2 = 0$ ، چقدر است؟

$$\frac{\sigma_1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{\sigma_3}{2} \quad (2)$$

$$\sigma_1 \quad (3)$$

$$2\sigma_1 \quad (4)$$

۲۶- شعاع منطقه تغییر فرم پلاستیک در نوک ترک، در یک قطعه ضخیم کمتر از یک قطعه نازک است. دلیل این اختلاف شعاع، کدام مورد است؟

- (۱) در قطعه نازک، شرایط تنش کششی سه بعدی به وجود می آید.
- (۲) در قطعه ضخیم، شرایط تنش فشاری سه بعدی به وجود می آید.
- (۳) در قطعه نازک، شرایط تنش فشاری سه بعدی به وجود می آید.
- (۴) در قطعه ضخیم، شرایط تنش کششی سه بعدی به وجود می آید.

۲۷- اگر قطعه فولادی در دمای کاری  $890^{\circ}\text{C}$  به ازای هر  $500$  ساعت کار، نیم درصد کرنش داشته باشد، در صورتی که ضریب اطمینان در طراحی ۲ باشد و رابطه بین تنش اعمالی و نرخ کرنش به صورت زیر باشد، تنش مجاز برای این قطعه، چند مگاپاسکال است؟

$$\sigma = 10^5 \varepsilon^{0.5} + 100$$

(۱) ۱۰۱

(۲) ۷۳/۲

(۳) ۵۰/۵

(۴) ۲۵/۲۵

۲۸- رابطه  $V = A\tau^m$ ، ارتباط سرعت حرکت نابهجایی‌ها با تنش را نشان می‌دهد. کدام مورد در خصوص نسبت تنش تسلیم بالا به تنش تسلیم پایین یک ماده، درست است؟

- (۱) با کاهش  $m$ ، این نسبت زیاد می‌شود.
- (۲) با افزایش  $m$ ، این نسبت زیاد می‌شود.
- (۳) با کاهش  $m$ ، این نسبت کم می‌شود.
- (۴) این نسبت، به  $m$  بستگی ندارد.

۲۹- نقص شاتکی در سرامیک‌ها شامل کدام مورد است؟

- (۱) دو تهیجای (vacancy) مثبت
  - (۲) یک تهیجای (vacancy) مثبت و یک تهیجای منفی
  - (۳) یک تهیجای (vacancy) منفی و یک یون منفی به صورت بین نشین
  - (۴) یک تهیجای (vacancy) مثبت و یک یون مثبت به صورت بین نشین
- ۳۰- بردار خط نابهجایی پیچی  $\vec{t} = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2$  است. صفحه لغزش این نابهجایی، کدام است؟

(۱) صفحه عمود بر  $\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2$

(۲) صفحه عمود بر  $\vec{e}_1 \times \vec{e}_2$

(۳) صفحه شامل  $\vec{t} \times (\vec{e}_1 - \vec{e}_2)$

(۴) صفحه شامل بردار  $\vec{t} = (\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2)$

### روش‌های شناسایی و آنالیز مواد:

۳۱- بررسی تقارن داخلی (Internal Symmetry) ساختمان بلوری یک ماده در میکروسکوپی الکترونی عبوری، با استفاده از کدام مورد استنتاج می‌شود؟

- (۱) تصویر زمینه‌روشن (Bright Field Image)
- (۲) تصویر زمینه‌تاریک (Dark Field Image)
- (۳) الگوی پراش الکترونی نقطه‌ای (Spot Electron Diffraction Pattern)
- (۴) الگوی پراش الکترونی پرتوهای همگرا (Convergent Beam Electron Diffraction Pattern)

- ۳۲- اطلاعات الگوی پراش مواد بلوری فلزی در آزمون پراش سنجی پرتو ایکس، از چه عمق تقریبی حاصل می شود؟  
 (۱) یک نانومتر (۲) ده نانومتر (۳) ده میکرومتر (۴) یک میلی متر
- ۳۳- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه ای از آلومینیم خالص برای تعیین ثابت شبکه مورد استفاده قرار گرفت. میانگین مقدار ثابت شبکه با استفاده از تمام قله های پراش  $47.01^\circ$  آنگستروم به دست آمد، اما براساس فقط دو قله آخر (زاویه براگ نزدیک  $90^\circ$  درجه)  $47.05^\circ$  آنگستروم حاصل شد. کدام مورد، درست است؟ (شبکه بلوری آلومینیم fcc و شعاع اتمی آن  $142.8$  آنگستروم است).  
 (۱) ثابت شبکه به  $47.05^\circ$  نزدیک تر است، زیرا با نزدیک شدن زاویه  $\theta$  به  $90^\circ$  درجه،  $\cot \theta$  به سمت صفر میل می کند و خطای اندازه گیری ثابت شبکه بیشتر می شود.  
 (۲) ثابت شبکه به  $47.01^\circ$  نزدیک تر است، زیرا با نزدیک شدن زاویه  $\theta$  به  $90^\circ$  درجه،  $\cot \theta$  به سمت صفر میل می کند و خطای اندازه گیری ثابت شبکه کمتر می شود.  
 (۳) ثابت شبکه به  $47.01^\circ$  نزدیک تر است، زیرا تغییر مقدار  $\sin \theta$  با زاویه  $\theta$  برای قله هایی که در همسایگی  $90^\circ$  درجه هستند بسیار کم است و محاسبه ثابت شبکه از این قله ها دقت بالاتری دارد.  
 (۴) ثابت شبکه به  $47.05^\circ$  نزدیک تر است، زیرا تغییر مقدار  $\sin \theta$  با زاویه  $\theta$  برای قله هایی که در همسایگی  $90^\circ$  درجه هستند بسیار کم است و محاسبه ثابت شبکه از این قله ها دقت بالاتری دارد.
- ۳۴- کدام مورد، با روش پراش سنجی پرتو ایکس با پرتوهای موازی (Parallel Beam X-ray Diffractometry) جهت بررسی لایه های نازک مطابقت دارد؟  
 (۱) پراش برخی از صفحات دانه هایی که نسبت به سطح نمونه چندبلوری مایل هستند، ردیابی می شود و تغییرات ارتفاع نمونه، تأثیر محسوسی بر محل قله های پراش ندارد.  
 (۲) پراش صفحاتی از دانه ها که موازی سطح نمونه چندبلوری هستند، ردیابی می شود و تغییر ارتفاع نمونه بر محل قله های پراش اثر می گذارد.  
 (۳) پراش صفحاتی از دانه ها که عمود بر سطح نمونه چندبلوری هستند، ردیابی می شود و تغییر ارتفاع نمونه بر محل قله های پراش اثر می گذارد.  
 (۴) پراش همه صفحات دانه های نمونه چندبلوری ردیابی می شود و تغییر ارتفاع نمونه بر محل قله های پراش اثر می گذارد.
- ۳۵- قرار است از لامپ مس مولد پرتو ایکس  $k\alpha$  با طول موج  $1.54$  آنگستروم، جهت تهیه الگوی پراش یک نمونه فولادی (لبه جذب  $k$  آهن  $1.74$  آنگستروم) در یک پراش سنج پرتو ایکس با هندسه براگ - برنتانو استفاده شود. استفاده از کدام سخت افزار الزامی است؟  
 (۱) تک فام ساز بلوری در سمت لامپ پرتو ایکس (۲) تک فام ساز بلوری در سمت آشکارساز پرتو ایکس  
 (۳) فیلتر فویل فلزی در سمت لامپ پرتو ایکس (۴) فیلتر فویل فلزی در سمت آشکارساز پرتو ایکس
- ۳۶- کدام مورد، قدرت تفکیک را در میکروسکوپ الکترونی روبشی افزایش می دهد؟  
 (۱) فاصله کاری زیاد، میانگین عدد اتمی کم نمونه و قطر باریکه الکترونی زیاد  
 (۲) فاصله کاری زیاد، میانگین عدد اتمی زیاد نمونه و قطر باریکه الکترونی زیاد  
 (۳) فاصله کاری کم، میانگین عدد اتمی زیاد نمونه و قطر باریکه الکترونی کم  
 (۴) فاصله کاری کم، میانگین عدد اتمی کم نمونه و قطر باریکه الکترونی کم
- ۳۷- نمونه سرمایی باید مورد پوشش دهی قرار گیرد تا در جایگاه نمونه میکروسکوپ الکترونی روبشی نسبت به زمین هادی شود، در این صورت، پدیده شارژ نمونه کاهش می یابد. از آن جا که تعیین ترکیب شیمیایی نمونه نیز باید توسط دستگاه تفکیک انرژی پرتو ایکس (EDS) در میکروسکوپ صورت گیرد، کدام مورد جهت پوشش دهی نمونه، انتخاب مناسب تری است؟  
 (۱) کربن (۲) طلا (۳) کروم (۴) آلیاژ طلا - پالادیوم



۳۸- نمونه سنگ معدن در یک آزمایشگاه XRF تجزیه شده و نتیجه به صورت مجموعه اکسیدی شامل  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{FeO}$ ،  $\text{MnO}$  و  $\text{SiO}_2$  گزارش شده است. کدام مورد در خصوص نتیجه این آزمایش، درست است؟

(۱) طیف XRF، درصد عناصر آهن، منگنز و سیلیسیم و اکسیژن را شناسایی کرده و نرم افزار دستگاه ترکیبات اکسیدی را پیشنهاد داده است. ترکیبات اعلام شده ممکن است دقیق نباشد.

(۲) طیف XRF، الگوی پراش اکسیدهای آهن، منگنز و سیلیسیم را ثبت کرده و قله های عناصر با روش هاناوالت شناسایی شده اند. ترکیبات اعلام شده دقیق و قطعی است.

(۳) طیف XRF، قله های پرتو ایکس عناصر آهن، منگنز، سیلیسیم و اکسیژن را ثبت کرده و سپس این قله ها با روش هاناوالت شناسایی شده اند. ترکیبات اعلام شده ممکن است دقیق نباشد.

(۴) طیف XRF، درصد عناصر آهن، منگنز، سیلیسیم و اکسیژن را شناسایی کرده و نرم افزار دستگاه ترکیبات اکسیدی را پیشنهاد داده است. ترکیبات اعلام شده دقیق و قطعی است.

۳۹- برای مطالعه تصویری نانومیله هایی از جنس مس و طلا با میکروسکوپ الکترونی روبشی، کدام سیگنال آشکارساز را انتخاب می کنید و به چه دلیل؟

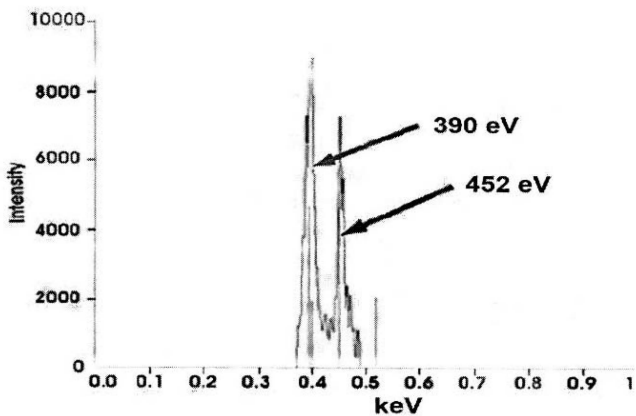
(۱) سیگنال الکترون ثانویه، زیرا نواحی غنی از مس را به دلیل اتم سبک تر آن، روشن تر نشان می دهد.

(۲) سیگنال الکترون برگشتی، زیرا نواحی غنی از طلا را به دلیل اتم سنگین تر آن، روشن تر نشان می دهد.

(۳) سیگنال الکترون برگشتی، زیرا قدرت تفکیک (Resolution) آن، حدود ده برابر سیگنال الکترون ثانویه است.

(۴) سیگنال الکترون ثانویه، زیرا قدرت وضوح (Composition contrast) آن، حدود ده برابر سیگنال الکترون برگشتی است.

۴۰- نمونه ای تحت تعیین ترکیب شیمیایی با پرتو ایکس قرار گرفته است. با توجه به طیف به دست آمده، کدام مورد در خصوص نوع روش و ترکیب شیمیایی این نمونه، درست است؟



Characteristic X-ray energies (keV)

Element	K $\alpha$	K $\beta$	La	L $\beta$	K $\beta$ edge
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

(۱) از روش EDS استفاده شده و نمونه، متشکل از عناصر Ti و N است.

(۲) از روش WDS استفاده شده و نمونه، نیتريد کروم است.

(۳) از روش EDS استفاده شده و نمونه، نیتريد کروم است.

(۴) از روش WDS استفاده شده و نمونه، متشکل از عناصر Ti و N است.

- ۴۱- در تحلیل طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس حاصل از روش EDS، کدام مورد راهبرد درست را نشان می‌دهد؟
- ۱) ابتدا پرتوهای ایکس  $k\alpha$  عناصر و سپس  $L\alpha$  عناصر شناسایی می‌شود.
  - ۲) ابتدا پرتوهای ایکس  $L\alpha$  عناصر سنگین و سپس  $k\alpha$  های آن عناصر و نیز  $k\alpha$  های عناصر سبک شناسایی می‌شود.
  - ۳) ابتدا پرتوهای ایکس  $k\alpha$  عناصر سبک شناسایی و سپس  $k\alpha$  های عناصر سنگین شناسایی می‌شود.
  - ۴) ابتدا خانواده پرتوهای ایکس مشخصه عناصر سنگین شناسایی و سپس قله‌های باقی‌مانده و تعلق آنها به  $k\alpha$  عناصر سبک شناسایی می‌شود.
- ۴۲- کدام مورد در خصوص روش‌های تفکیک طول موج پرتو ایکس WDS و تفکیک انرژی پرتو ایکس EDS، درست است؟
- ۱) قدرت تفکیک روش WDS از روش EDS بیشتر است، اما ترکیب کمی دقیق‌تر توسط روش EDS حاصل می‌شود.
  - ۲) روش EDS از سرعت عمل بیشتری نسبت به روش WDS برخوردار است و ترکیب کمی دقیق‌تری را ارائه می‌کند.
  - ۳) قدرت تفکیک روش WDS از روش EDS بیشتر است، اما امکان پراش از مرتبه بالای پرتو مشخصه یک عنصر سنگین روی زاویه پراش یک عنصر سبک وجود دارد.
  - ۴) روش WDS دارای نسبت قله به زمینه بیشتری نسبت به روش EDS است، اما روش EDS قدرت تفکیک بیشتری نسبت به روش WDS دارد.
- ۴۳- برای تعیین ترکیب شیمیایی از سطح تا عمق حدود یک میلی‌متر (Depth profile) با دقت یک‌صدم درصد، از کدام روش‌های طیف‌سنجی ذکر شده در زیر باید استفاده کرد و چگونه؟

Secondary ion mass spectroscopy (SIMS)

Glow discharge optical spectroscopy (GDOS)

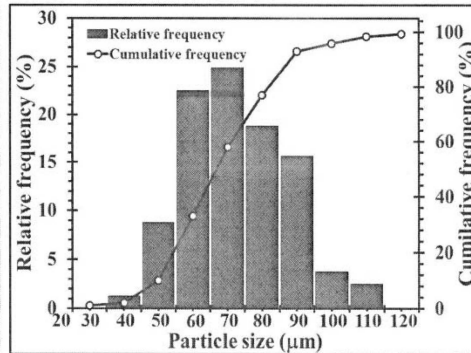
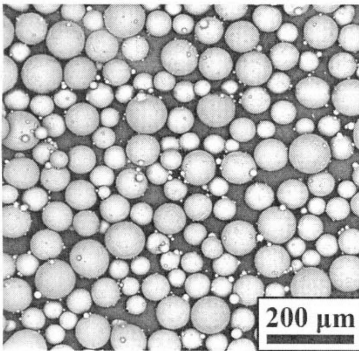
Auger electron spectroscopy (AES)

X – ray photoelectron spectroscopy

- ۱) آنالیز نقطه‌ای روی سطح مقطع با XPS یا لایه‌برداری یونی از سطح با SIMS
  - ۲) آنالیز نقطه‌ای روی سطح مقطع با GDOS یا لایه‌برداری یونی از سطح با AES
  - ۳) آنالیز نقطه‌ای روی سطح مقطع با SIMS یا لایه‌برداری یونی از سطح با GDOS
  - ۴) آنالیز نقطه‌ای روی سطح مقطع با AES یا لایه‌برداری یونی از سطح با XPS
- ۴۴- قطعه‌ای فلزی با طیف‌سنجی نوری (کوانتومتر) تجزیه شده و ترکیب فولاد با  $20\%$  کروم را نشان داده است. روش EDS روی این قطعه، حدود  $90\%$  کروم و  $10\%$  آهن را ثبت کرده است. کدام مورد در خصوص این قطعه، درست است؟
- ۱) قطعه به‌صورت یکپارچه از فولاد زنگ‌نزن فریتی (حاوی تقریباً  $20\%$  کروم) ساخته شده است.
  - ۲) قطعه به‌صورت یکپارچه از سوپر آلیاژ پایه آهن (حاوی تقریباً  $20\%$  کروم) ساخته شده است.
  - ۳) قطعه از فولاد کم‌کربن ساخته شده و سطح آن، با لایه ضخیمی از کروم (بیش از  $10\ \mu\text{m}$  میکرومتر) پوشش‌دهی شده است.
  - ۴) قطعه از فولاد کم‌کربن ساخته شده و سطح آن، با لایه نازکی از کروم (کمتر از یک میکرومتر) پوشش‌دهی شده است.



۴۵- تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی و توزیع اندازه ذرات کروی یک نمونه پودر، در شکل داده شده است. به ترتیب بزرگنمایی تصویر چند برابر است و میانگین قطر ذرات، چند میکرومتر می‌باشد؟ (طول خط اندازه روی شکل، برابر ۱۵ میلی‌متر است).



میلی‌متر است).

(۱) ۶۰ و ۷۵

(۲) ۷۵ و حدود ۷۳

(۳) ۷۵ و حدود ۷۳

(۴) ۷۵ و ۷۵