

198F

نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

صبح جمعه

۹۲/۱۲/۱۶

دفترچه شماره (۱)



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

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
سال ۱۳۹۳

مهندسی مواد و متالورژی (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 و ترمودینامیک مواد، خواص مکانیکی مواد ۱ - روش‌های شناسایی و آنالیز مواد)	۴۵	۱	۴۵

اسفندماه سال ۱۳۹۲

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

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 متغلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- در یک ترکیب میانی با فرمول $A_m B_n C_p$ ، درصد وزنی A سه برابر B و درصد وزنی B دو برابر C و جرم اتمی A دو برابر B و جرم اتمی B دو برابر C است. فرمول شیمیایی این ترکیب چیست؟



۲- در یک جامد یونی حاوی Mg^{2+} ، Al^{3+} و O^{2-} ، یون‌های O^{2-} کل مواضع FCC، یون‌های Al^{3+} معادل $\frac{1}{4}$ مواضع بین‌نشین از نوع هشت وجهی

آن و یون‌های Mg^{2+} معادل $\frac{1}{8}$ مواضع بین‌نشین از نوع چهاروجهی آن را

اشغال کرده‌اند. فرمول شیمیایی این جامد یونی چیست؟



۳- در یک جامد بلوری یونی با فرمول XY، نسبت شعاع یونی به صورت

$$\frac{r(X^+)}{r(Y^-)} = \frac{1}{2}$$

است. ضریب تراکم یونی این بلور چقدر است؟

(۱) $\frac{\pi}{5}$

(۲) $\frac{2\pi}{9}$

(۳) $\frac{3\pi}{14}$

(۴) $\frac{5\pi}{22}$

۴- اگر عدد اندازه دانه ASTM فلزی برابر N و تعداد دانه‌ها در 1 in^2 با بزرگنمایی

۱۰۰ در ریزساختار آن ۸ برابر تعداد دانه‌های فلزی دیگر با عدد اندازه دانه N' ،

تحت همان شرایط باشد، N' بر حسب N چقدر است؟

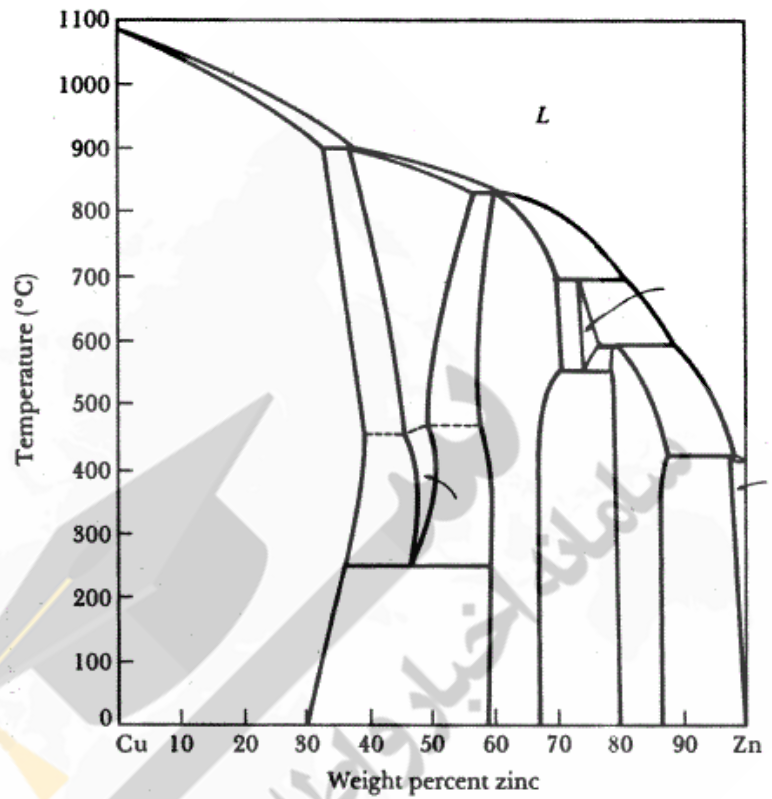
(۱) $N-1$

(۲) $N-2$

(۳) $N-3$

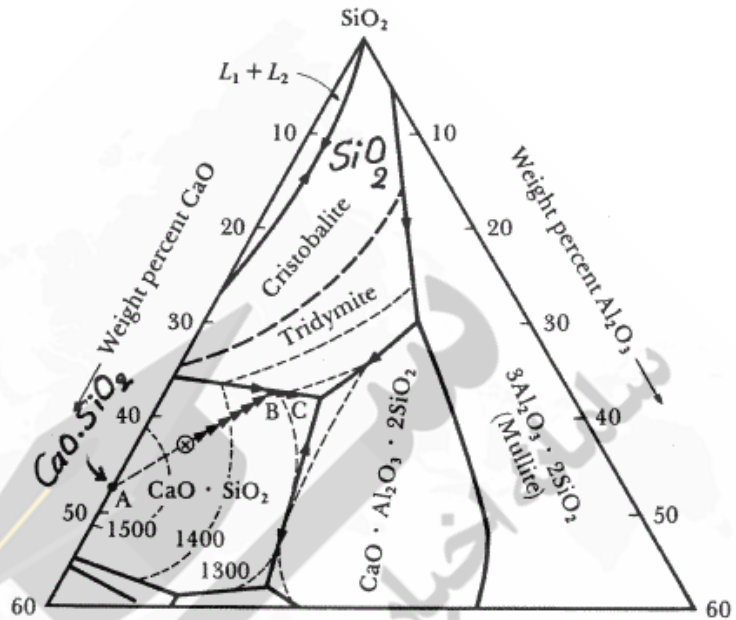
(۴) $N-4$

۵- تعداد و نوع استحالتهای دما ثابت موجود در نمودار تعادلی Cu-Zn نمایش داده شده در شکل زیر کدام است؟



- ۱) ۳ استحاله پریتکتیکی + ۲ استحاله یوتکتیکی + ۲ استحاله یوتکتوئیدی
- ۲) ۵ استحاله پریتکتیکی + ۲ استحاله یوتکتوئیدی + ۱ استحاله آلوتروپی
- ۳) ۴ استحاله پریتکتیکی + ۱ استحاله یوتکتیکی + ۱ استحاله پریتکتوئیدی + ۲ استحاله یوتکتوئیدی
- ۴) ۴ استحاله پریتکتیکی + ۱ استحاله یوتکتیکی + ۲ استحاله یوتکتوئیدی + ۱ استحاله آلوتروپی

۶- مراحل انجماد ترکیب سرامیکی مشخص شده با علامت \otimes در نمودار سه جزیی $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ نشان داده شده در شکل زیر به چه صورت است؟
 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{CS}$, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 = \text{CAS}_2$ $\text{SiO}_2 = \text{S}$



- ۱) نخست از مایع فاز CS و در نقطه B هر دو فاز CS و S جدا می‌شوند و در نقطه C مایع با دو فاز CS و S طبق استتاله پریکتیکی به $\text{CS} + \text{CAS}_2 + \text{S}$ تبدیل می‌شود.
- ۲) نخست از مایع فازهای CS و CAS_2 جدا می‌شوند و در نقطه C مایع به همراه دو فاز CS و CAS_2 طبق استتاله پریکتیکی به $\text{CS} + \text{CAS}_2 + \text{S}$ تبدیل می‌شود.
- ۳) نخست از مایع فاز S و سپس CS جدا می‌شوند و در نقطه C مایع باقیمانده طبق استتاله یوتکتیکی به $\text{CS} + \text{CAS}_2 + \text{S}$ تبدیل می‌شود.
- ۴) نخست از مایع فاز CS و در نقطه B هر دو فاز CS و S جدا می‌شوند و در نقطه C مایع باقیمانده طبق استتاله یوتکتیکی به $\text{CS} + \text{CAS}_2 + \text{S}$ تبدیل می‌شود.

۷- یک فولاد هیپریوتکتوئید با $\text{C} \ 1/84\%$ در شرایط نرمالیزه شده دارای 10% وزنی فاز پرویوتکتوئید است. درصد کربن در پرلیت موجود در این فولاد چقدر است؟

$$(\%C_{\text{Fe}_3\text{C}} = 6/7)$$

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

$$1 \quad (1)$$

$$1/4 \quad (4)$$

$$1/3 \quad (3)$$

۸- پدیده سخت شدن ثانویه (secondary hardening) در فولادها چیست؟
 (۱) در اثر دو بار سخت کردن فولادهای آلیاژی با عناصر آلیاژی کاربیدزا ایجاد می‌شود.
 (۲) در اثر سخت کردن فولادهای آلیاژی با عناصر آلیاژی کاربیدزا در دماهای زیر صفر به وجود می‌آید.
 (۳) در اثر برگشت دادن فولادهای آلیاژی حاوی عناصر آلیاژی محلول در فاز فریت سخت شده، در دماهای نسبتاً بالای برگشت دادن رخ می‌دهد.
 (۴) در اثر برگشت دادن فولادهای آلیاژی حاوی عناصر آلیاژی کاربیدزای سخت شده، در دماهای نسبتاً بالای برگشت دادن رخ می‌دهد.

۹- در زوج نفوذ A - B، زمان لازم جهت نفوذ مقدار معینی از اتم‌های A در عمق ۲ mm از سطح ماتانو به طرف فلز B برابر ۵۰ ساعت در دمای TK است. زمان لازم جهت نفوذ همان مقدار از اتم‌های A در عمق ۱ mm چند ساعت است؟

(۱) ۶/۲۵

(۲) ۱۲/۵

(۳) ۲۵

(۴) ۳۷/۵

۱۰- در جوانه‌زنی ناهمگن فاز α بر روی سطح مسطح اجزای جوانه‌زای S معلق در فاز مایع L، اگر بین انرژی‌های سطح α ، S و L روابط زیر برقرار باشد، در آن صورت

$$\frac{\gamma_{SL}}{\gamma_{\alpha L}} = \sqrt{3} \quad \text{و} \quad \frac{\gamma_{\alpha L}}{\gamma_{\alpha S}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

زاویه تماس θ چند درجه است؟

(۱) 30°

(۲) 45°

(۳) 60°

(۴) 120°

۱۱- آهن مذاب حاوی ۳٪ درصد کربن در دمای 2000°C در یک بوته گرافیتی نگهداشته شده و با آن به تعادل رسیده است. اکتیویته کربن در آهن مذاب نسبت به حالت استاندارد گرافیت در این دما برابر کدام است؟

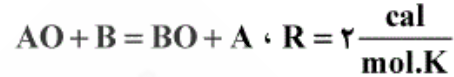
(۱) ۰/۳

(۲) ۰/۶

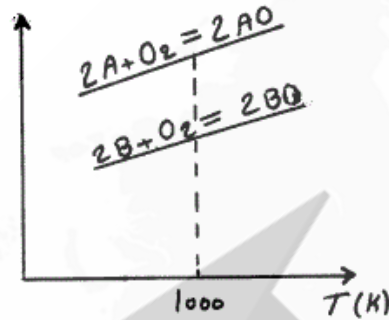
(۳) ۰/۷

(۴) ۱

۱۲- ΔG° اکسیداسیون A و B در شکل زیر آمده است. اگر در دمای 1000 K ، ΔG° اکسیداسیون یک مول A و B بترتیب $500 - 1500 -$ کالری باشد، ثابت تعادل واکنش زیر در دمای 1000 K کدام است.



$\Delta G^\circ (\text{cal})$



(۱) $K = 1$

(۲) $K = e^{-2}$

(۳) $K = e^{-\frac{1}{2}}$

(۴) ثابت تعادل قابل محاسبه نیست.

۱۳- تغییرات انرژی داخلی ۲ مول آب که در دمای جوش تعادلی تبخیر شده است بر

حسب کدام است؟ (گرمای نهان تبخیر $40,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

(۱) ۷۵

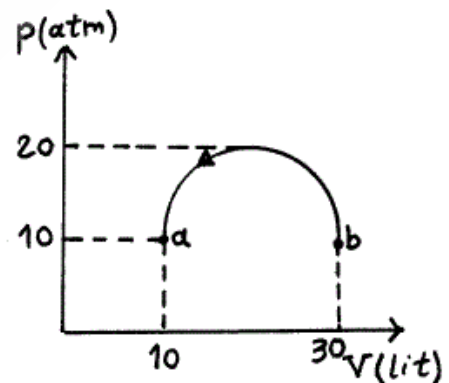
(۲) ۴۵

(۳) $37,5$

(۴) $22,5$

۱۴- ده مول گاز ایده‌آل تک اتمی در یک فرایند تعادلی از نقطه b مطابق مسیر به نقطه a رفته است، مقدار تغییر انرژی داخلی در این فرایند چند (Lit.atm) است؟

$(R = 0,1 \frac{\text{Lit.atm}}{\text{mol.K}})$



(۱) -300

(۲) $+200$

(۳) $-(\pi \times \frac{100}{2} + 200)$

(۴) $(\pi \times \frac{100}{2} + 200)$

۱۵- دمای ذوب ماده A، ۷۰۰K است. اگر یک درصد مولی از ماده B به A اضافه شود دمای انجماد A معادل ۳ درجه کاهش می‌یابد و در صورتی که در A و B در حالت جامد حلالیت نداشته باشند گرمای نهان ذوب A چند کالری خواهد بود؟

$$R = ۲ \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

$$۲۲۵۰ \quad (۱)$$

$$۳۲۵۰ \quad (۲)$$

$$۲۷۰۰ \quad (۳)$$

$$۳۷۰۰ \quad (۴)$$

۱۶- در دمای T، A و B خالص هر دو جامدند. فرض کنید در این دما دو فاز محلول جامد α و β حاوی A و B در تعادلند. فاز α از B رقیق است و کسر مولی B در آن $۰,۰۷$ است. اکتیویته A در فاز β نسبت به حالت استاندارد A جامد و خالص چقدر است؟

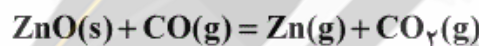
$$۰,۰۷ \quad (۱)$$

$$۰,۹۳ \quad (۲)$$

$$۰,۳۹ \quad (۳)$$

$$۱ \quad (۴)$$

۱۷- در ظرفی که مقداری ZnO(s) (اکسید روی جامد) موجود است، مقداری CO(g) وارد کرده‌ایم. واکنش زیر اتفاق می‌افتد:



درجه آزادی سیستم چقدر می‌باشد؟

$$۱ \quad (۱)$$

$$۲ \quad (۲)$$

$$۳ \quad (۳)$$

$$۴ \quad (۴)$$

۱۸- در یک سیستم، یوتکتیک A و B در حالت جامد حلالیت نداشته و محلول‌های مذاب با رفتار ایده‌آل می‌دهند، اگر:

$$\Delta G_m^B = ۱۷۰۰ - ۳T \text{ cal}, \Delta G_m^A = ۱۰۰۰ - ۲T \text{ cal}, X_B^E = ۰,۸$$

کدام رابطه غلظت با دما برای جسم B صحیح است؟

$$R = ۲ \frac{\text{cal}}{\text{mol.K}}$$

$$\ln X_B^I = ۵ - \frac{۱۰۰}{T} \quad (۲)$$

$$\ln X_B^I = ۸,۵ - \frac{۱۵۰}{T} \quad (۱)$$

$$\ln X_B^I = ۱ + \frac{۵۰۰}{T} \quad (۴)$$

$$\ln X_B^I = ۱,۵ - \frac{۸۵۰}{T} \quad (۳)$$

۱۹- در دمای ۱۶۰۰°C فشار N_2 بالای آهن ۱۲ اتمسفر می‌باشد. در اثر افزودن گوگرد به آهن اکتیویته ازت در داخل آهن چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) کم می‌شود.

(۲) تغییر نمی‌کند.

(۳) زیاد می‌شود.

(۴) با توجه به مقدار گوگرد کم شده و سپس با افزایش گوگرد زیاد می‌شود.

۲۰- ضریب ژول با رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_j = \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U$$

ضریب ژول بر حسب متغیرهای قابل اندازه‌گیری در آزمایشگاه از کدام رابطه زیر بدست می‌آید؟

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P, \quad \beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

$$\mu_j = \frac{\beta - T\alpha}{C_V} \quad (۲)$$

$$\mu_j = \frac{P\beta - T\alpha}{C_V\beta} \quad (۱)$$

$$\mu_j = \frac{V\beta - T\alpha}{C_V\beta} \quad (۴)$$

$$\mu_j = \frac{\beta - T\alpha}{C_V\beta} \quad (۳)$$

۲۱- در شکست معروف Cup & Cone در شرایط مناسب آزمایش می‌توان انتظار وجود سه منطقه کاملاً متمایز را در سطح شکست نمونه (طبق شکل) داشت:



(۱) منطقه مرکزی حاصل رشد آرام (پایدار) ترک در اثر تشکیل و به هم پیوستن ریز حفره‌ها بوده و منطقه میانی حاصل رشد پایدار ترک در mode III بوده و شکست برشی نهائی حاصل رشد ناپایدار ترک در مود I می‌باشد.

(۲) منطقه مرکزی حاصل رشد ناپایدار ترک در اثر تشکیل و به هم پیوستن ریز حفره‌ها بوده و منطقه میانی حاصل رشد ناپایدار ترک در mode III بوده و شکست برشی نهائی حاصل رشد ناپایدار ترک در مود I می‌باشد.

(۳) منطقه مرکزی حاصل رشد ناپایدار ترک در اثر تشکیل و به هم پیوستن ریز حفره‌ها بوده و در mode II انجام می‌شود، منطقه میانی حاصل رشد پایدار ترک در mode I بوده و شکست برشی نهائی حاصل رشد ناآرام ترک در مود III می‌باشد.

(۴) منطقه مرکزی حاصل رشد آرام ترک در اثر تشکیل و به هم پیوستن ریز حفره‌ها بوده و منطقه میانی حاصل رشد ناپایدار ترک در mode I بوده و شکست برشی نهائی حاصل رشد ناآرام ترک در مود III می‌باشد.

۲۲- اگر کریستالی F.C.C در جهت [۱ ۲ ۳] با تنش 100 MPa کشیده می‌شود. پارامتر شبکه $a_0 = \frac{\sqrt{3}}{4}$ نانومتر، اگر محتمل ترین سیستم لغزش در این شبکه [۱۰۱][۱۱۱] باشد، مقدار نیروی لازم برای حرکت (لغزش) در این سیستم لغزش (به ازای واحد طول نابجایی) چند نیوتن بر متر است؟

- (۱) $\frac{1}{140}$ (۲) $\frac{1}{70}$
 (۳) $\frac{\sqrt{6}}{70}$ (۴) $\frac{2}{\sqrt{7}}$

۲۳- برای فولادی رابطه گودمن $\sigma_a = 400(1 - \sigma_m / 800)$ می‌باشد. اگر قطعه‌ای از این فولاد تحت بارگذاری خستگی با $\Delta\sigma = 150 \text{ MPa}$ قرار گیرد. حداکثر تنش کششی‌ای که منجر به شکست این قطعه نشود چند MPa است؟

- (۱) ۳۶۰ (۲) ۵۴۰
 (۳) ۷۲۵ (۴) ۸۰۰

۲۴- لوله‌ای به قطر یک متر و ضخامت $(\frac{25}{\pi})$ میلیمتر از فولادی آلیاژی با $K_{at} = 60 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ و تنش تسلیم 600 MPa ساخته می‌شود. حداکثر تنش مجاز برای شرایط نشست قبل از شکست (leak before break) چند MPa است؟

- (۱) $60\sqrt{5}$ (۲) $60\sqrt{10}$
 (۳) $120\sqrt{10}$ (۴) $240\sqrt{5}$

۲۵- برای ماده‌ای $K_{Ic} = 80 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ و ضریب شدت تنش آستانه‌ای $K_{at} = 5/6 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ می‌باشد. اگر قطعه‌ای از این ماده دارای ترکی سطحی به طول $(\frac{25}{\pi}) \text{ cm}$ باشد. میزان تنش لازم برای شروع گسترش ترک خستگی چند MPa است؟

- (۱) $11/2$ (۲) ۱۰
 (۳) $5/6$ (۴) ۲

۲۶- قطعه‌ای از هواپیما $K_{Ic} = 100 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ دارای ترکی داخلی به طول $(\frac{8}{\pi}) \text{ cm}$ می‌باشد. وقتی این قطعه تحت تنش 250 MPa قرار می‌گیرد. شکست ترد رخ می‌دهد. ضریب اصلاح (کالیبراسیون) این ترک چند است؟

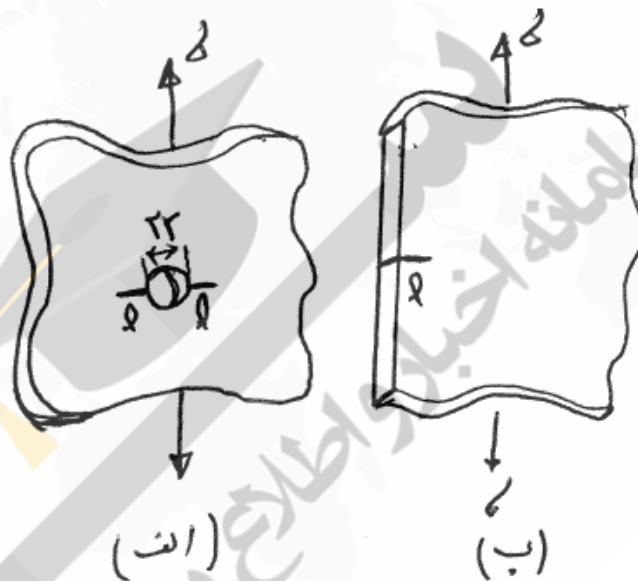
- (۱) ۱ (۲) $1/12$
 (۳) $\sqrt{2}$ (۴) ۲

۲۷- نابجایی لبه‌ای با بردار برگرز $\frac{a}{\sqrt{2}} [110]$ در صفحه (111) قرار دارد. اگر تنش برشی اعمال شده به این صفحه 200 MPa و ثابت شبکه ۲ آنگسترون باشد. نیروی وارد بر واحد طول نابجایی چند نیوتن بر میلی‌متر است؟

(۱) $\sqrt{2} \times 10^{-5}$ (۲) $2\sqrt{2} \times 10^{-5}$

(۳) $\sqrt{2} \times 10^{-4}$ (۴) $2\sqrt{2} \times 10^{-4}$

۲۸- در شکل زیر ($l \ll r$) کدام گزینه در مورد ضریب شدت تنش (k) رأس ترک صحیح است؟



(۱) برای شکل الف ۳ برابر شکل ب است.

(۲) برای شکل الف ۳/۳۶ برابر شکل ب است.

(۳) برای شکل ب ۳ برابر شکل الف است.

(۴) برای شکل الف و ب برابر است.

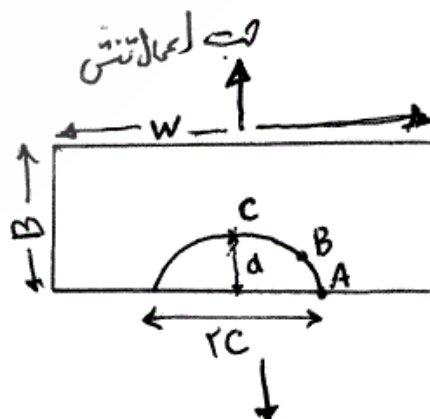
۲۹- برای یک ترک نیمه بیضی شکل سطحی (مطابق شکل زیر) که تحت بارگذاری کششی است، رابطه بین ضریب شدت تنش در نقاط A، B و C عبارتست از:

(۱) $k_A < k_B < k_C$

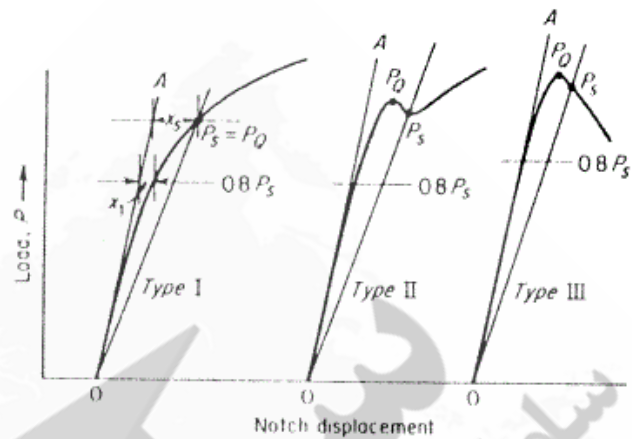
(۲) $k_A > k_B > k_C$

(۳) $k_A = k_B = k_C$

(۴) $k_A = k_C \neq k_B$



منحنی‌های ذیل سه رفتار مختلف مواد (فلزات و آلیاژها) در آزمایش یافتن چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای (k_{Ic}) نشان می‌دهند. هر یک از آنها مبین چه مشخصه‌ای از فلزات و آلیاژها می‌باشند؟



- (۱) نوع I مربوط به ناپایداری کامل در اشاعه ترک یک فلز شکل‌پذیر (ductile) می‌باشد.
- نوع II مربوط به پایداری کامل در اشاعه ترک در فلز ترد می‌باشند.
- نوع III مربوط به نرم شدن کامل در یک فلز چقرمه می‌باشد.
- (۲) نوع I مربوط به اشاعه ترک در یک فلز کاملاً شکل‌پذیر (ductile) می‌باشد.
- نوع II مربوط به اشاعه ترک در اثر پدیده نقطه تسلیم می‌باشد.
- نوع III مربوط به نرم شدن کامل در یک فلز کاملاً چقرمه می‌باشد.
- (۳) نوع I رفتار ترک کاملاً ناپایدار مربوط به یک فلز کاملاً ترد و الاستیک را نشان می‌دهد.
- نوع II مربوط به رفتار فلزات شکل‌پذیر (ductile) که در آنها اشاعه ترک در اثر tearing با افزایش بار رخ می‌دهد.
- نوع III ناپایدار شدن ترک قبل از رسیدن به یک حالت پایدار در یک فلز چقرمه را نشان می‌دهد.
- (۴) نوع I مربوط به رفتار فلزات شکل‌پذیر (ductile) که در آنها اشاعه ترک در اثر tearing با افزایش بار رخ می‌دهد.
- نوع II ناپایدار شدن ترک قبل از رسیدن به یک حالت پایدار در یک فلز چقرمه را نشان می‌دهد.
- نوع III رفتار ترک کاملاً ناپایدار مربوط به یک فلز کاملاً ترد و الاستیک را نشان می‌دهد.

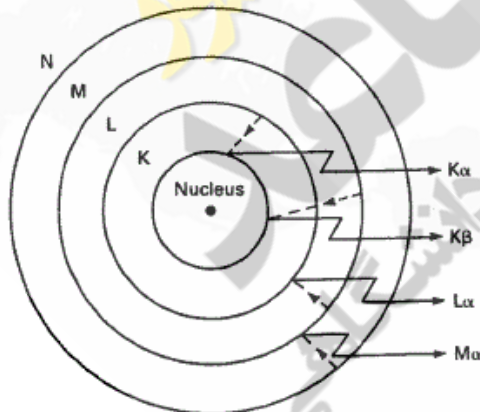
۳۱- تفاوت کاربرد روش‌های XRF (فلورسانس پرتو ایکس) و XRD (پراش پرتو ایکس) کدام است؟
 (۱) روش XRF برای آنالیز عنصری مواد و روش XRD برای آنالیز فازی مواد کریستالی است.
 (۲) آنالیز XRF براساس پرتو ثانویه از عناصر و آنالیز XRD براساس پرتو ثانویه از فازهای کریستالی است.
 (۳) روش XRD برای آنالیز ترکیبات کریستالی و مواد آمورف و روش XRF برای آنالیز عنصری مواد کریستالی است.
 (۴) آنالیز XRD مبتنی بر شناسایی طول موج پرتو ثانویه عناصر و آنالیز XRF مبتنی بر شناسایی فواصل بین صفحه‌ای فازهای کریستالی است.

۳۲- مزیت‌های عمده میکروسکوپ الکترونی روبشی نسبت به میکروسکوپ نوری کدام است؟
 (۱) بزرگنمایی بیشتر، کنتراست بالاتر، قابلیت تصویر رنگی (۲) کنتراست بالاتر، قدرت تفکیک بیشتر، روشنایی تصویر
 (۳) قدرت تفکیک بالاتر، بزرگنمایی بیشتر، عمق وضوح تصویر (۴) عمق وضوح بیشتر، قابلیت تصویر رنگی، روشنایی تصویر

۳۳- ماده‌ای متشکل از ۷۵ درصد اتمی آلومینیوم و ۲۵ درصد اتمی نیکل پس از عملیات حرارتی توسط دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD) آنالیز شده است. در الگوی پراش علاوه بر پیک‌های آلومینیوم و نیکل، چند پیک اضافی ظاهر شده است. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) این ماده شامل عناصر Al و Ni است.
- (۲) این ماده شامل ترکیب بین فازی Al_3Ni است.
- (۳) این ماده شامل عناصر Al و Ni و محلول جامد نیکل در آلومینیوم است.
- (۴) این ماده شامل عناصر Al و Ni و ترکیب بین فازی Al_3Ni است.

۳۴- در تولید پرتو ایکس طبق مدل اتمی نشان داده شده کدام گزینه در مورد خطوط مشخصه صحیح است؟



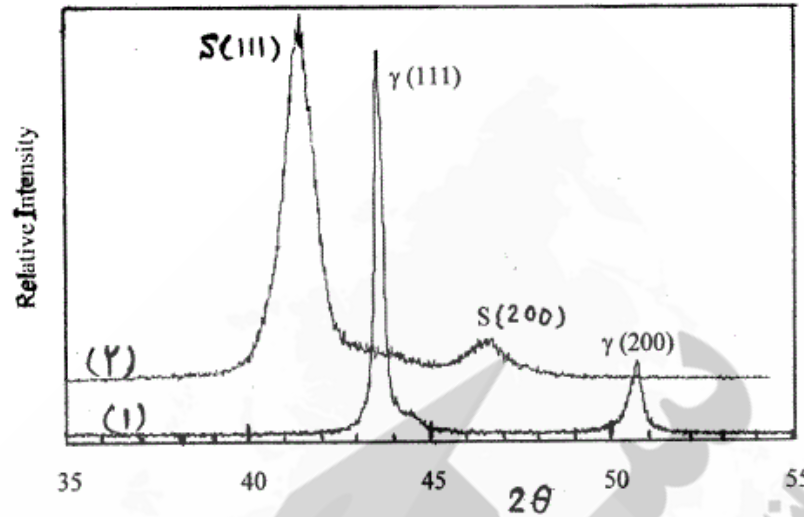
- (۱) سطح انرژی فوتون: $k_{\beta} > k_{\alpha} > L_{\alpha}$
- شدت پرتو ایکس: $k_{\alpha} > k_{\beta} > L_{\alpha}$
- (۲) سطح انرژی فوتون: $k_{\beta} > k_{\alpha} > L_{\alpha}$
- شدت پرتو ایکس: $L_{\alpha} > k_{\beta} > k_{\alpha}$
- (۳) سطح انرژی فوتون: $k_{\alpha} > L_{\alpha} > k_{\beta}$
- شدت پرتو ایکس: $k_{\alpha} > k_{\beta} > L_{\alpha}$
- (۴) سطح انرژی فوتون: $L_{\alpha} > k_{\alpha} > k_{\beta}$
- شدت پرتو ایکس: $k_{\beta} > L_{\alpha} > k_{\alpha}$

۳۵- محدودیت‌های روش طیف‌سنجی نوری (کوانتومتر) برای آنالیز مواد کدام است؟

- (۱) فقط نمونه‌های فلزی و خالص، دقت اندازه‌گیری کمتر از ۱٪
- (۲) فقط نمونه‌های فلزی و همگن، عمق زیاد اثر جرقه (حدود ۱/۱ میلی‌متر)
- (۳) فقط آلیاژهای آهنی (فولاد و چدن)، عمق زیاد جرقه (حدود ۱/۱ میلی‌متر)
- (۴) فقط آلیاژهای آهنی (فولاد و چدن)، دقت اندازه‌گیری کمتر از ۱٪

۳۶- قسمتی از الگوی پراش فولاد زنگ نزن قبل از نیتروژن دهی در نمودار (۱) و بعد از عملیات نیتروژن دهی در نمودار (۲) داده شده است. حل شدن نیتروژن در آستنیت ثابت شبکه آن را به طور تقریب چند درصد تغییر داده است؟

$\sin \theta$	θ درجه
۰٫۳۴۲	۲۰٫۰
۰٫۳۵۰	۲۰٫۵
۰٫۳۵۸	۲۱٫۰
۰٫۳۶۶	۲۱٫۵
۰٫۳۷۵	۲۲٫۰
۰٫۳۸۲	۲۲٫۵
۰٫۳۹۱	۲۳٫۰
۰٫۶۴۲	۴۰٫۰
۰٫۶۵۶	۴۱٫۰
۰٫۶۶۹	۴۲٫۰
۰٫۶۸۲	۴۳٫۰
۰٫۶۹۵	۴۴٫۰
۰٫۷۰۷	۴۵٫۰
۰٫۷۱۹	۴۶٫۰



- ۰٫۵ (۱)
۱ (۲)
۳ (۳)
۵ (۴)

۳۷- هر یک از محورهای الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) به کدام مشخصه ماده مربوط می‌شود؟

- (۱) محور افقی: زاویه پراش از صفحات کریستالی
- محور عمودی: انرژی پیوند بین اتم‌های موجود در ماده
- (۲) محور افقی: طول موج پرتو پراش یافته از صفحات کریستالی
- محور عمودی: شدت نسبی فازهای موجود در ماده
- (۳) محور افقی: فاصله بین صفحات کریستالی عناصر موجود
- محور عمودی: مقدار نسبی (درصد) عناصر موجود در ماده
- (۴) محور افقی: فاصله بین صفحات کریستالی فاز(های) موجود
- محور عمودی: مقدار نسبی (درصد) فازهای موجود در ماده

-۳۸

طیف‌سنجی فتوالکترون پرتو ایکس (XPS)

(۱) از روش‌های آنالیز مواد است که براساس انرژی لایه‌های الکترونی استوار است. دقت این روش در حد ۱٪ است و به خلاء فوق بالا نیاز دارد.

(۲) از روش‌های آنالیز مواد است که علاوه بر تعیین عناصر، فازهای موجود را نیز شناسایی می‌کند. عمق قابل آنالیز حدود ۱۰ میکرومتر است و به خلاء نیاز ندارد.

(۳) روشی دقیق برای آنالیز سطح تا عمق حدود ۱۰ نانومتر است که براساس انرژی جنبشی الکترون‌های انتشار یافته از سطح استوار است. دقت این روش تا حد ppm می‌رسد اما به خلاء فوق بالا نیاز دارد.

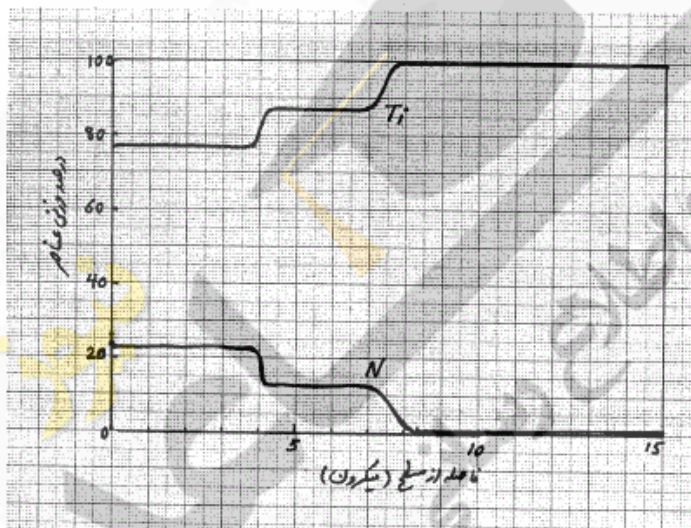
(۴) روشی دقیق برای آنالیز سطح است که علاوه بر تعیین عناصر، حالت شیمیایی و الکترونی را نیز شناسایی می‌کند. عمق قابل آنالیز در این روش حدود ۱ میکرومتر است و به خلاء نیاز ندارد.

-۳۹

سطح تیتانیوم پس از عملیات نیتروژن‌دهی به وسیله طیف‌سنجی تخلیه نورانی (GDOS) آنالیز شده است. ترکیب لایه میانی

چیست و ضخامت آن چقدر است؟

جرم اتمی تیتانیوم ۴۸ و جرم اتمی نیتروژن ۱۴ است.



(۱) TiN به ضخامت ۳ میکرون که روی آن لایه Ti_3N_2 قرار گرفته است.

(۲) Ti_3N_2 به ضخامت ۳ میکرون که منطقه نفوذ نیتروژن به عمق یک میکرون زیر آن قرار گرفته است.

(۳) Ti_3N_2 به ضخامت ۴ میکرون که زیر آن لایه TiN قرار گرفته است.

(۴) Ti_3N_2 به ضخامت ۴ میکرون که روی زیرلایه تیتانیومی قرار گرفته است.

-۴۰

در میکروسکوپ الکترونی روبشی، ضریب تولید الکترون‌های برگشتی (BSE) از نمونه به بستگی دارد به طوری

که عناصر سنگین‌تر در ریزاختار به صورت نواحی ظاهر می‌شوند.

(۱) عدد اتمی، روشن‌تر (۲) عدد اتمی، تیره‌تر (۳) انرژی لایه‌ها، روشن‌تر (۴) انرژی لایه‌ها، تیره‌تر

-۴۱

قابلیت(های) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) چیست؟

(۱) مطالعه توپوگرافی و آنالیز سطح در مقیاس اتمی

(۲) مطالعه توپوگرافی و آنالیز سطح در مقیاس نانومتری

(۳) مطالعه توپوگرافی سطح به صورت سه بعدی در مقیاس اتمی

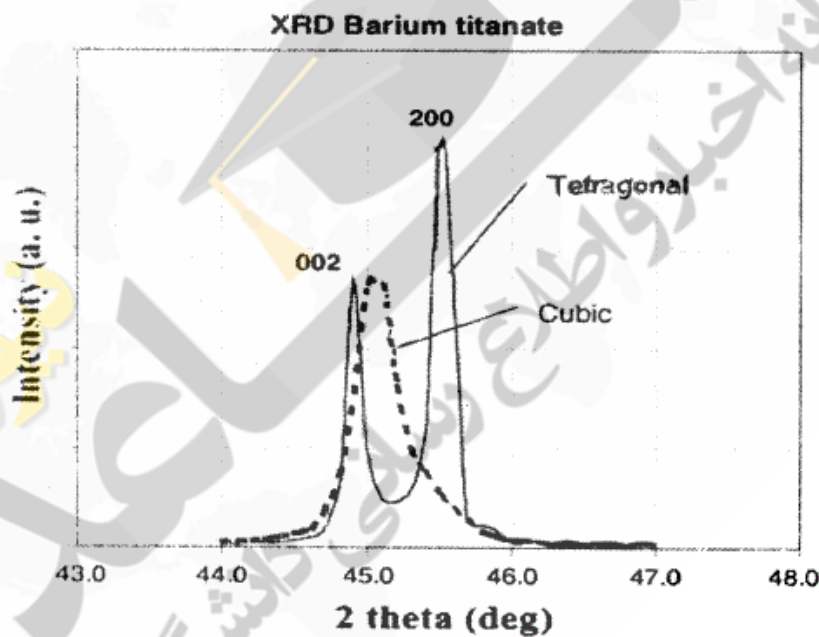
(۴) مطالعه توپوگرافی سطح به صورت سه بعدی در مقیاس نانومتری

۴۲- نتایج میکروآنالیز نمونه‌ای فولادی به روش طیفسنجی توزیع انرژی (EDS) در جدول داده شده است. این نمونه:

Fe	P	Mn	Si	C	درصد عناصر
بقیه	۰/۰	۰/۷۰	۰/۳۶	۰/۶۴	سطح نمونه
بقیه	۰/۰	۰/۶۵	۰/۳۸	۰/۶۰	مغز نمونه

- ۱) فولادی است منگن‌دار که می‌توان آن را با کد AISI 1560 نشان داد.
- ۲) فولاد کربنی است که می‌توان آن را با کد AISI 1060 نشان داد.
- ۳) فولاد کربنی است که سطح آن کربن‌زدایی (Decarburized) شده است.
- ۴) فولادی است که تحت عملیات کربن‌دهی (Carburizing) قرار گرفته است.

۴۳- اگر ثابت شبکه تیتانات باریم مکعبی ۴ آنگستروم باشد، هنگام تبدیل ساختار کریستالی به تتراگونال کدام حالت رخ می‌دهد؟



- ۱) مقادیر c و a به یک نسبت تغییر کرده و تتراگونالیته کوچکتر از یک می‌شود.
- ۲) مقادیر c و a به یک نسبت تغییر کرده و تتراگونالیته بزرگتر از یک می‌شود.
- ۳) مقدار c تغییر اندکی دارد ولی مقدار a کمتر از ۴ آنگستروم شده و تتراگونالیته بزرگتر از یک می‌شود.
- ۴) مقدار a تغییر چندانی ندارد ولی مقدار c کوچکتر از ۴ آنگستروم شده و تتراگونالیته کوچکتر از یک می‌شود.

۴۴- در میکروسکوپ الکترونی روبشی قدرت تفکیک الکترون‌های ثانویه (SE) و قدرت تفکیک الکترون‌های برگشتی (BSE)

برای عناصر با جرم اتمی متوسط به ترتیب حدود و نانومتر است.

۱) ۱، ۱۰۰

۱) ۱، ۱

۲) ۱۰۰، ۱۰۰

۳) ۱، ۱۰۰

۴۵- عمق اثر پرتو ایکس ($\text{Cu K}\alpha$) در آلومینا به طور تقریبی چند برابر عمق اثر آن در آهن است؟

ضریب جذب جرمی آلومینا $30 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$ و چگالی آلومینا $4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

ضریب جذب جرمی آهن $300 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$ و چگالی آهن $8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

۱) ۲۰

۲) ۱۰

۴) ۲

۳) ۵

