

335F

کد کنترل

335

F

## آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



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

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

### رشته مهندسی متالورژی و مواد (کد ۲۳۵۹)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال‌ها و زمان پاسخ‌گویی

زمان پاسخ‌گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد - روش‌های شناسایی و آنالیز مواد

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

\* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن 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 سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- فرمول یک جامد یونی بلوری به صورت AB و نسبت شعاعی در آن به صورت  $r(A^+)/r(B^-) = 0.40$  است. اگر

$r(B^-) = 1.25 \text{ \AA}$  باشد، در آن صورت چگالی اتمی خطی  $B^-$  در جهت  $[1\ 1\ 0]$  بر حسب  $at / \text{A}^\circ$  چقدر است؟

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| $\frac{\sqrt{6}}{7}$ (۲) | $\frac{\sqrt{5}}{6}$ (۱) |
| $\frac{\sqrt{8}}{9}$ (۴) | $\frac{\sqrt{7}}{8}$ (۳) |

۲- در ترکیب  $A_3B_3$  شعاع کاتیون (A) برابر  $0.23$  آنگستروم و شعاع آنیون (B) برابر  $1.22$  آنگستروم است. کدام گزینه در مورد این ترکیب درست نیست؟

- (۱) نسبت بالای بار کاتیون به آنیون منجر به ناپایداری ساختار کریستالی این ترکیب می‌شود.
- (۲) تشکیل این ترکیب به صورت آمورف محتمل‌تر از تشکیل آن به صورت کریستالی است.
- (۳) عدد همسایگی ساختار کریستالی این ترکیب پایین است.
- (۴) دافعه شدیدی بین مراکز کاتیونی این ترکیب وجود دارد.

۳- مس خالص را در دو حالت (A) اندازه دانه  $20$  میکرون و حالت (B) اندازه دانه  $20$  نانومتر در نظر بگیرید. به ترتیب در کدام حالت ماده مقاومت بیشتری در برابر تندی ناشی از تشعشعات نوترونی و در کدام حالت ماده مقاومت بیشتری در برابر خوردگی دارد؟

- (۱) A مقاوم‌تر در برابر تشعشعات نوترونی و نیز مقاوم‌تر در برابر خوردگی است.
- (۲) B مقاوم‌تر در برابر تشعشعات نوترونی و نیز مقاوم‌تر در برابر خوردگی است.
- (۳) B مقاوم‌تر در برابر تشعشعات نوترونی و A مقاوم‌تر در برابر خوردگی است.
- (۴) A مقاوم‌تر در برابر تشعشعات نوترونی و B مقاوم‌تر در برابر خوردگی است.

۴- فرض کنید در یک دمای مشخص در هر  $5$  سلول واحد NaCl یک عیب شاتکی و یک عیب فرانکل وجود داشته باشد، نسبت دانسیته کریستال در این حالت به دانسیته کریستال کامل NaCl چقدر است؟

- |            |             |
|------------|-------------|
| $0.95$ (۲) | $0.967$ (۱) |
| $0.85$ (۴) | $0.9$ (۳)   |

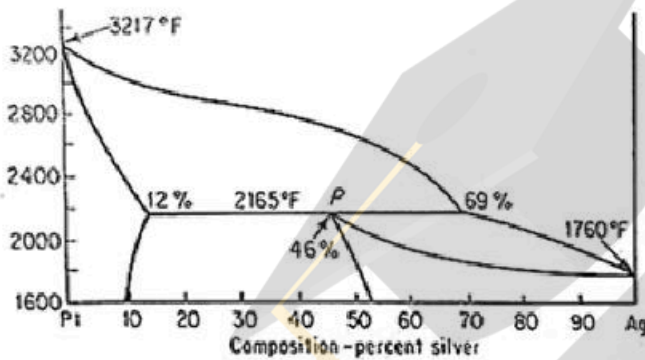
۵- فرض کنید سطح یک کریستال FCC موازی صفحات (۲۲۰) است. انرژی سطحی این کریستال چند برابر نسبت انرژی پیوند به مجذور پارامتر شبکه این کریستال است؟

- |         |           |
|---------|-----------|
| $4$ (۲) | $4.5$ (۱) |
| $3$ (۴) | $3.5$ (۳) |

۶- حین استحاله آلوتروپیک Sn ساختار کریستالی آن از BCT در دمای بالا به مکعبی الماسی (DC) در دمای پایین تبدیل می‌شود. کدام گزینه در مورد این استحاله درست است؟

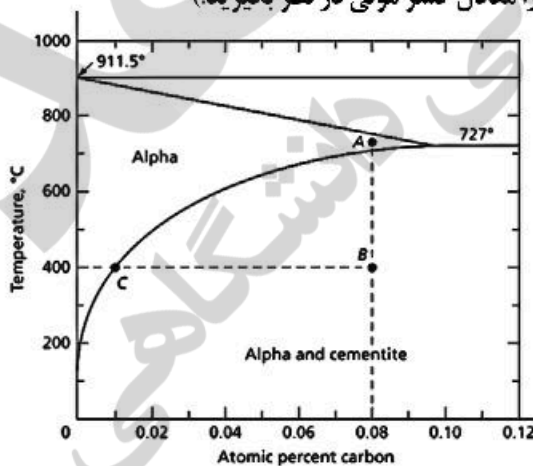
- (۱) انتروپی کریستال به دلیل افزایش فاکتور تراکم اتمی Sn افزایش می‌یابد.
- (۲) انتالپی کریستال به دلیل افزایش فاکتور تراکم اتمی Sn کاهش می‌یابد.
- (۳) انتروپی کریستال به دلیل قدرت پیوندهای بین اتمی Sn افزایش می‌یابد.
- (۴) انتالپی کریستال به دلیل افزایش قدرت پیوندهای بین اتمی Sn کاهش می‌یابد.

۷- در یک آلیاژ Pt-Ag در دمای  $2165^{\circ}\text{F} + \Delta T$ ، ۸۰٪ انجماد کامل شده است. درصد وزنی تقریبی دو فاز جامد در این آلیاژ در دمای  $1600^{\circ}\text{F}$  چقدر است؟



- (۱) ۳۱ و ۶۹
- (۲) ۲۵ و ۷۵
- (۳) ۴۶ و ۵۴
- (۴) ۴۰ و ۶۰

۸- فرض کنید مطابق نمودار فازی زیر آلیاژی از آهن حاوی ۰٫۸at.٪ کربن در درجه حرارت  $727^{\circ}\text{C}$  (نقطه A) به اندازه کافی نگهداری شده تا یک محلول جامد همگن Fe-C به دست آید. سپس این آلیاژ تا دمای  $400^{\circ}\text{C}$  (نقطه B) سریع سرد شده و در آن دما نگهداری می‌شود تا اتم‌های اضافی کربن موجود در زمینه محلول جامد فوق اشباع، به صورت کاربید آهن (سمنتیت  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) در زمینه فریتی رسوب نمایند. اگر رسوب کاربیدی به صورت مسطح بوده و ضخیم شدن آن فقط در یک بعد در جهت عمود بر سطح انجام شود، پس از ۲۵۰۰ ثانیه ضخامت رسوب به حدود چند میکرون خواهد رسید؟ (ضریب نفوذ کربن در فریت در دمای  $400^{\circ}\text{C}$  را معادل  $4 \times 10^{-8} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$  و درصد اتمی را معادل کسر مولی در نظر بگیرید.)



- (۱) ۰٫۱۴
- (۲) ۰٫۱۲
- (۳) ۰٫۲۸
- (۴) ۰٫۵۶

۹- آنالیز تصویری یک میکروگراف از یک آلیاژ چدنی نشان می‌دهد که ریزساختار این آلیاژ شامل ۴ درصد وزنی گرافیت، ۸۰ درصد وزنی پرلیت و مابقی فریت است. درصد وزنی این چدن چقدر است؟

- |         |         |
|---------|---------|
| (۱) ۴٫۸ | (۲) ۴٫۶ |
| (۳) ۴٫۵ | (۴) ۴٫۲ |



۱۰- حضور مقادیر بسیار ناچیزی از بیسموت در مس خالص می‌تواند منجر به ترد شدن شدید مس شود. در صورتی که انرژی مرزدانه‌های مس خالص  $\frac{J}{m^2}$  ۰/۸ باشد، انرژی فصل مشترک بین مس و بیسموت برحسب  $\frac{J}{m^2}$  را چقدر تخمین می‌زنید؟

- (۱) ۰/۶  
(۲) ۰/۴  
(۳) ۰/۵  
(۴) ۱/۶

۱۱- در یک محلول دو تایی A - B، رابطه اکتیویته جزء A برحسب ترکیب شیمیایی به صورت زیر داده شده است. (K عددی ثابت است).

$$\ln a_A = KX_B^\gamma - RT \ln X_A$$

رابطه اکتیویته جزء B کدام گزینه است؟

- (۱)  $-KX_A^\gamma - RT \ln X_B$   
(۲)  $KX_A^\gamma - RT \ln X_B$   
(۳)  $-KX_A^\gamma - RT \ln X_B + \ln X_B$   
(۴)  $KX_A^\gamma - RT \ln X_B - \ln X_B$

۱۲- در محلول دو تایی A - B، انتالپی مولار جزئی انحلال A ( $\Delta \bar{H}_A^M$ ) در دمای ۱۰۰۰ K از رابطه زیر پیروی می‌کند. انتالپی مولار جزئی انحلال B در محلول ۰.۵ B - A چند  $\frac{J}{mol}$  است؟

$$\Delta \bar{H}_A^M = 1000X_A^\gamma - 9/2X_B + 0/07X_A X_B \left(\frac{J}{mol}\right)$$

$$\ln 0/5 = -0/69$$

- (۱) -۳۲۰  
(۲) -۱۷۴  
(۳) +۱۷۴  
(۴) +۳۲۰

۱۳- در دمای ۱۶۰۰°C، انتروپی یک مول آهن مذاب خالص  $\frac{cal}{K}$  ۱۰ و انتروپی یک مول سیلیسیوم مذاب خالص  $\frac{cal}{K}$  ۸ است. اگر مذاب‌های Fe و Si را بتوان با قاعده فرض کرد، انتروپی یک مول مذاب Fe - ۰.۵ Si در دمای فوق برحسب  $\frac{cal}{K}$  چقدر است؟

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

- (۱)  $9 - \ln 0/25$   
(۲)  $9 - \ln 0/5$   
(۳)  $18 - \ln 0/25$   
(۴)  $18 - \ln 0/5$

۱۴- محلولی از آهن و کروم حاوی ۲۰٪ مولی کروم در دمای ۱۹۱۰°C به صورت مذاب موجود است. اگر یک مول Cr جامد در دمای ۲۵°C به مقدار زیادی از این محلول اضافه شود، تغییرات انتروپی (بر حسب  $\frac{J}{mol.K}$ ) این فرایند چقدر است؟ (فرض کنید آلیاژهای مذاب آهن و کروم ایدئال بوده و ظرفیت گرمایی در فشار ثابت برای کروم جامد و مذاب تقریباً یکسان و برابر  $(5 \frac{J}{mol.K})$  در نظر گرفته شود.)

$$L_f^{Cr} = 21 \frac{kJ}{mol}, T_m^{Cr} = 1900^\circ C$$

$$R = 8/314, \ln 0/2 = -1/6, \ln 7/3 = 2$$

- (۱) ۷۳  
(۲) ۵۳  
(۳) ۳۳  
(۴) ۱۳

۱۵- آنتالپی مولی انحلال برای مذاب A - B برحسب کالری بر مول از رابطه  $\Delta H^M = 400 X_A X_B$  به دست می‌آید. آنتالپی مولار جزئی انحلال A برای محلول حاوی ۲۰ درصد اتمی B در دمای ۱۰۰۰ K برحسب کالری بر مول چقدر است؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۲۵۶ (۳) ۲۰۰ (۴) ۱۶

۱۶- دمای ذوب فلز خالص A، ۱۲۰۰ K و گرمای نهان ذوب A در این دما ۴۸۰۰ کالری است. اگر آلیاژ مذاب A - B حاوی یک درصد مولی B (رقیق از B) سرد شود، دمای شروع انجماد این آلیاژ چند کلوین است؟ (از حلالیت B در A در حالت جامد صرف‌نظر کرده و Cp یک مول A و یک مول B را در دو حالت جامد و مذاب تقریباً یکسان فرض کنید).

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

- (۱) ۱۱۰۰ (۲) ۱۱۵۰ (۳) ۱۱۸۸ (۴) ۱۱۹۴

۱۷- برای یک محلول دو جزئی A و B مقدار  $\Delta \bar{H}_A^M$  برابر کدام است؟

- (۱)  $(1 - X_B)^2 \Omega$  (۲)  $(1 - X_A)^2 \Omega$   
(۳)  $(1 - X_B) \Omega$  (۴)  $(1 - X_A) \Omega$

۱۸- در یک ظرف کلرور آمونیوم خالص قرار دارد. به ظرف حرارت داده می‌شود تا واکنش زیر به‌طور استوکیومتریک اتفاق بیفتد.



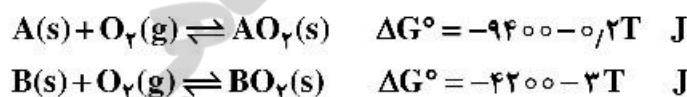
درجه آزادی این سیستم کدام است؟

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۱۹- دو عنصر A و B در حالت جامد به‌طور نسبی در یکدیگر حل شده و محلول‌های جامد  $\alpha$  (غنی از A) و  $\beta$  (غنی از B) تشکیل می‌دهند. در دمای ۵۰۰ K، حد حلالیت B در A در حالت جامد، ۷٪ درصد و حد حلالیت A در B در همین دما، ۲٪ درصد است. در صورتی که رفتار B در فاز  $\alpha$  و همچنین رفتار A در فاز  $\beta$  از قانون هنری تبعیت کند،  $\gamma_B^0$  و  $\gamma_A^0$  کدام مورد است؟

- (۱) با این اطلاعات قابل محاسبه نیست.  $\gamma_A^0 = 70$  ,  $\gamma_B^0 = 120$  (۲)  
 $\gamma_A^0 = 83$  ,  $\gamma_B^0 = 141$  (۳)  
 $\gamma_A^0 = 1$  ,  $\gamma_B^0 = 1$  (۴)

۲۰- دو فلز A و B در کوره‌ای با دمای ۱۰۰۰ کلوین و تحت فشار ۱ اتمسفر قرار دارند. در این شرایط کدام فلز پایدار است؟  $\left( R \approx 8 \frac{\text{J}}{\text{K}} \right)$



X	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹
lnX	-۲/۳	-۱/۶	-۱/۲	-۰/۹	-۰/۷	-۰/۵	-۰/۳۵	-۰/۲	-۰/۱

- (۱) A (۲) B (۳) A و B (۴) هیچ کدام

۲۱- چگالی رسوبات در یک آلیاژ پیر سخت‌شونده از  $\rho = 10^6 \text{ mm}^{-3}$  در اثر فرآیند پیری به  $\rho = 10^3 \text{ mm}^{-3}$  می‌رسد. تغییرات تنش تسلیم در صورتی که مکانیزم اوروان فعال باشد، چقدر است؟

$$\frac{\tau_1}{\tau_p} = 5 \quad (1) \quad \frac{\tau_1}{\tau_p} = 10 \quad (2) \quad \frac{\tau_1}{\tau_p} = 15 \quad (3) \quad \frac{\tau_1}{\tau_p} = 20 \quad (4)$$

۲۲- ارتباط بین انرژی نقص چیدن  $\gamma$  و  $d$  فاصله تعادلی نابه‌جایی‌های جزئی توسط رابطه  $\frac{1}{d} \propto \alpha$  نشان داده می‌شود.

در صورتی که  $\gamma_A = 200 \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2}$  و  $\gamma_B = 40 \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2}$  باشد، گزینه درست در مورد شکل‌پذیری فلزات A و B با

ساختاری بلوری یکسان کدام است؟

(۱) شکل‌پذیری فلز A بیشتر از فلز B است.

(۲) شکل‌پذیری فلز A کمتر از فلز B است.

(۳) شکل‌پذیری فلز A و B با هم برابر است.

(۴) شکل‌پذیری فلز A می‌تواند بیشتر و یا کمتر از فلز B است.

۲۳- در منطقه گلوبی شدن در آزمایش کشش، تنش حالت سه بعدی پیدا می‌کند. به دلیل این تنش سه بعدی از ضریب

برجمن (K) متوسط  $\sigma = \frac{\sigma}{K}$  حقیقی استفاده می‌شود. گزینه درست در مورد ضریب K کدام است؟

(۱) همواره  $K = 1$

(۲) همواره  $K < 1$

(۴) می‌تواند  $K > 1$  و یا  $K < 1$  باشد.

(۳) همواره  $K > 1$

۲۴- در بلور FCC واکنش نابه‌جایی  $\frac{a}{6}[2\bar{1}\bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{1}\bar{1}\bar{2}] \rightarrow \frac{a}{2}[\bar{1}\bar{1}\bar{2}]$  اتفاق می‌افتد که بردار  $\frac{a}{6}[\bar{1}\bar{1}\bar{2}]$  در این

سیستم بردار دوقلوبی است. دوقلوبی روی چه صفحه‌ای اتفاق می‌افتد؟

(۱)  $(111)$  (۲)  $(11\bar{2})$  (۳)  $(1\bar{2}\bar{2})$  (۴)  $(\bar{3}\bar{2}\bar{1})$

۲۵- در صعود نابه‌جایی‌ها کدام گزینه درست است؟

(۱) با اعمال تنش‌های کششی، تهی‌جای‌ها جذب نابه‌جایی و صعود مثبت رخ می‌دهد.

(۲) با اعمال تنش‌های فشاری، تهی‌جای‌ها جذب نابه‌جایی و صعود منفی رخ می‌دهد.

(۳) با اعمال تنش‌های فشاری، تهی‌جای‌ها جذب نابه‌جایی و صعود مثبت رخ می‌دهد.

(۴) صعود مثبت یا منفی به اعمال نوع تنش بستگی ندارد.

۲۶- کدام گزینه در مورد کرنش ناسازگاری (misfit strain) در آلیاژهای رسوب شده درست است؟

(۱) در کرنش‌های ناسازگاری کم، نابه‌جایی‌ها رسوب‌ها را دور می‌زنند.

(۲) در کرنش‌های ناسازگاری زیاد، نابه‌جایی‌ها رسوب‌ها را برش می‌زنند.

(۳) در کرنش‌های ناسازگاری کم، فصل مشترک رسوب با زمینه ناهمدوس است.

(۴) در کرنش‌های ناسازگاری زیاد، فصل مشترک رسوب با زمینه ناهمدوس است.

۲۷- فلزی BCC در جهت  $[100]$  تحت کشش قرار می‌گیرد. اگر  $\gamma = \frac{J}{m}$ ،  $E(100) = 1600 \text{ GPa}$  و شعاع

اتمی  $2 \times 10^{-8} \text{ cm}$  باشد، استحکام نظری این فلز چند GPa است؟

(۱) ۴۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۶۰ (۴) ۲۰۰



- ۲۸- ارتباط بین چقرمگی شکست و میزان باز شدن دهانه ترک (COD) یا  $\delta$  طبق رابطه  $G_c = n\sigma_y\delta$  می‌باشد. کدام گزینه در مورد  $n$  درست است؟
- (۱) در شرایط تنش صفحه‌ای  $n = 1$   
 (۲) در شرایط کرنش صفحه‌ای  $n = 1$   
 (۳) در شرایط تنش صفحه‌ای  $n \geq 1/5$   
 (۴) گزینه ۱ و ۲ درست است.
- ۲۹- حد خستگی ماده‌ای در  $R = -1$  برابر  $800\text{MPa}$  و استحکام کششی آن  $1600\text{MPa}$  می‌باشد. در طراحی قطعه‌ای برای کار در شرایط تنش‌های تناوبی (با دامنه تنش  $\sigma_a = 250\text{MPa}$  و تنش متوسط  $700\text{MPa}$  و طول عمر  $10^7$  سیکل) از معیار گودمن استفاده می‌شود. ضریب ایمنی در نظر گرفته شده برای این طراحی چقدر است؟
- (۱)  $1/6$   
 (۲)  $1/8$   
 (۳)  $2$   
 (۴)  $2/5$
- ۳۰- کدام گزینه در مورد استحکام‌بخشی از طریق محلول جامد نادرست است؟
- (۱) واکنش الکتریکی بین نایجایی‌ها و اتم‌های محلول  
 (۲) واکنش شیمیایی بین نایجایی‌ها و اتم‌های محلول  
 (۳) واکنش کشسان بین نایجایی‌ها و اتم‌های محلول  
 (۴) برش اتم‌های محلول توسط نایجایی‌ها
- ۳۱- در متالوگرافی الکترونی نمونه‌ها (با میکروسکوپ‌های SEM و TEM) چه اقداماتی را باید انجام داد؟
- (۱) کاهش ولتاژ شتاب‌دهنده در میکروسکوپ الکترونی روبشی جهت نمونه‌های پلیمری و سرامیکی، و پوشش‌دهی نمونه‌های فویل نازک قبل از میکروسکوپ الکترونی عبوری  
 (۲) کاهش ولتاژ شتاب‌دهنده در میکروسکوپ الکترونی روبشی جهت نمونه‌های پلیمری و پوشش‌دهی نمونه‌های فویل نازک قبل از میکروسکوپ الکترونی عبوری  
 (۳) پوشش‌دهی نمونه‌های غیرهادی الکتریکی در میکروسکوپ الکترونی روبشی و سرد نمودن نمونه‌های فویل نازک در میکروسکوپ الکترونی عبوری  
 (۴) پوشش‌دهی نمونه‌های غیرهادی الکتریکی در میکروسکوپ الکترونی روبشی و میکروسکوپ الکترونی عبوری
- ۳۲- پرتو ایکس مشخصه  $K_{\alpha}$  کدام یک از لامپ‌های زیر قادر به پراش از درجه اول صفحه ۱۲۲ یک ماده با شبکه بلوری مکعبی ساده و ثابت شبکه  $1/5$  آنگستروم می‌شود؟
- (۱) مولیبدن با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 0.7$  آنگستروم  
 (۲) کروم با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 2/3$  آنگستروم  
 (۳) مس با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 1/5$  آنگستروم  
 (۴) همه موارد درست است.
- ۳۳- آلیاژی متشکل از ۷۵ درصد اتمی آهن و ۲۵ درصد اتمی نیکل، پس از عملیات حرارتی، با دستگاه XRD آنالیز شده است. در الگوی پراش علاوه بر پیک‌های آهن و نیکل، چند پیک اضافی وجود دارد. کدام گزینه محتمل‌تر است؟
- (۱) این آلیاژ شامل عناصر آهن و نیکل و ترکیب بین فلزی  $\text{Fe}_3\text{Ni}$  است.  
 (۲) این آلیاژ پس از عملیات حرارتی فقط شامل ترکیب بین فلزی  $\text{Fe}_3\text{Ni}$  است.  
 (۳) این آلیاژ پس از عملیات حرارتی فقط شامل محلول جامد آهن و نیکل است.  
 (۴) این آلیاژ شامل عناصر آهن و نیکل است و تغییری در آن اتفاق نیفتاده است.

۳۴- کدام گزینه قابلیت‌های میکروسکوپ الکترونی را در مقایسه با میکروسکوپ نوری مشخص می‌کند؟

- ۱) عمق میدان (Depth of focus) بیشتر، در حد میکرون برای مشاهده پستی و بلندی‌ها میکروآنالیز (Microanalysis)، امکان آنالیز عنصری در یک نقطه یا ناحیه قدرت تفکیک (Resolution) بالاتر، برای متمایز کردن دو نقطه با فاصله نانومتری بزرگ‌نمایی (Magnification) بسیار زیاد، حدود یک میلیون برابر میکروسکوپ نوری
- ۲) عمق میدان (Depth of focus) بیشتر، در حد میلی‌متر برای مشاهده پستی و بلندی‌ها میکروآنالیز (Microanalysis)، امکان آنالیز عنصری در یک نقطه یا ناحیه قدرت تفکیک (Resolution) بالاتر، برای متمایز کردن دو نقطه با فاصله نانومتری بزرگ‌نمایی (Magnification) بسیار بالا، حدود هزار برابر میکروسکوپ نوری
- ۳) عمق میدان (Depth of focus) بیشتر، در حد میکرون برای مشاهده سطح شکست میکروآنالیز (Microanalysis)، امکان آنالیز فازها در یک نقطه یا ناحیه قدرت تفکیک (Resolution) بالاتر، برای متمایز کردن دو نقطه با فاصله میکرونی بزرگ‌نمایی (Magnification) بسیار بالا، حدود هزار برابر میکروسکوپ نوری
- ۴) عمق میدان (Depth of focus) بیشتر، در حد میلی‌متر برای مشاهده سطح شکست میکروآنالیز (Microanalysis)، امکان آنالیز فازها در یک نقطه یا ناحیه قدرت تفکیک (Resolution) بالاتر، برای متمایز کردن دو نقطه با فاصله میکرونی بزرگ‌نمایی (Magnification) بسیار زیاد، حدود یک میلیون برابر میکروسکوپ نوری

۳۵- نتایج آنالیز نمونه‌ای فولادی به روش طیف‌سنجی نوری در جدول داده شده است. براساس این داده‌ها کدام گزینه

درست است؟

محل آنالیز	%C	%Si	%Mn	%P	%Fe
سطح نمونه	۰/۶۴	۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۰	بقیه
مغز نمونه	۰/۶۱	۰/۳۸	۰/۶۸	۰/۰	بقیه

۱) این نمونه فولاد کربنی است که در خلال عملیات حرارتی، کربن‌زدایی (Decarburized) شده است.

۲) این نمونه فولاد است که تحت عملیات کربن‌دهی (Carburizing) قرار گرفته است.

۳) این نمونه فولاد منگنزدار است که می‌توان آن را با کد AISI ۱۵۶۰ نشان داد.

۴) این نمونه فولاد کربنی است که می‌توان آن را با کد AISI ۱۰۶۰ نشان داد.

۳۶- عناصر سبک و سنگین در نمونه‌ای حضور دارند. نتایج طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس

(Energy Dispersive Spectroscopy, EDS) و مقایسه آن با طیف نمونه‌های استاندارد، حاکی از جذب

پرتوهای ایکس عناصر سبک دارد. چگونه می‌توان اثر جذب این پرتوها را کاهش داد؟

۱) با افزایش زاویه بهره‌وری

۲) با کاهش زاویه بهره‌وری

۳) با دور کردن آشکارساز EDS در راستای خود از نمونه

۴) با نزدیک کردن آشکارساز EDS در راستای خود به نمونه



۳۷- وانادیم با شبکه کریستالی bcc و ثابت شبکه ۳ آنگستروم تحت پراش پرتو ایکس با لامپ کروم (طول موج مشخصه  $K_{\alpha}^{Cr}$  ۲/۳ آنگستروم) قرار گرفته است. چند پیک در الگوی پراش ظاهر می‌شود؟

(۱) ۶

(۲) ۴

(۳) ۳

(۴) ۲

۳۸- ویژگی کنتراست Z با حد تفکیک بالا و علت ایجاد آن در میکروسکوپی الکترونی عبوری روبشی چیست؟  
(۱) کنتراست عدد اتمی با حد تفکیک بالا در تصویر زمینه تاریک تشکیل می‌شود، زیرا کنتراست شامل پرتوهای پراش یافته است.

(۲) کنتراست Z با حد تفکیک بالا در تصویر زمینه روشن تشکیل می‌شود، زیرا کنتراست حاصل، به علت قرارگیری آشکارساز در مقابل پرتو عبوری، عاری از پرتوهای پراش یافته است.

(۳) کنتراست Z با حد تفکیک بالا در تصویر زمینه روشن تشکیل می‌شود، زیرا کنتراست حاصل، به علت قرارگیری آشکارساز در مقابل پرتو عبوری، دارای شدت‌های متفاوت از مناطق مختلف نمونه است.

(۴) کنتراست Z با حد تفکیک بالا در تصویر زمینه تاریک تشکیل می‌شود، زیرا کنتراست حاصل، به علت قرارگیری آشکارساز تحت زاویه بیشتر از زوایای پراش صفحات، عاری از پرتوهای پراش یافته است.

۳۹- از کدام موارد می‌توان برای افزایش قدرت تفکیک میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده نمود؟

(۱) کاهش طول روبش، کاهش اندازه روزنه شیئی، کاهش فاصله کاری نمونه و کاهش سرعت روبش

(۲) افزایش طول روبش، افزایش اندازه روزنه شیئی، افزایش فاصله کاری نمونه و کاهش سرعت روبش

(۳) افزایش طول روبش، افزایش اندازه روزنه شیئی، کاهش فاصله کاری نمونه و افزایش سرعت روبش

(۴) کاهش طول روبش، افزایش اندازه روزنه شیئی، افزایش فاصله کاری نمونه و افزایش سرعت روبش

۴۰- کدام گزینه در مورد میکروسکوپ الکترونی روبشی تحت خلاء کم (Low Vacuum SEM) نسبت به میکروسکوپ الکترونی روبشی (نوع مرسوم) درست است؟

(۱) امکان ردیابی الکترون‌های برگشتی وجود دارد ولی نیازی به آماده‌سازی نمونه‌های غیرهادی به جهت پوشش‌دهی نیست.

(۲) حد تفکیک کاهش می‌یابد ولیکن نیازی به آماده‌سازی نمونه‌های غیرهادی به جهت پوشش‌دهی نیست.

(۳) امکان ردیابی الکترون‌های برگشتی وجود ندارد ولی نمونه‌های غیرهادی باید پوشش داده شوند.

(۴) حد تفکیک کاهش می‌یابد و نمونه‌های غیرهادی باید مورد پوشش‌دهی قرار گیرند.

۴۱- چه اطلاعاتی از روش‌های XRF، XRD و XPS به دست می‌آید؟

(۱) تعیین عناصر از XRF، تعیین فرمول شیمیایی فازهای بلوری از XRD، تعیین عناصر و فرمول شیمیایی از XPS

(۲) تعیین عناصر از XRD، تعیین فرمول شیمیایی فازهای بلوری از XRF، تعیین عناصر و فرمول شیمیایی از XPS

(۳) تعیین عناصر از XPS، تعیین فرمول شیمیایی فازهای بلوری از XRF، تعیین عناصر و فرمول شیمیایی از XRD

(۴) تعیین عناصر از XRF، تعیین فرمول شیمیایی فازهای بلوری از XPS، تعیین عناصر و فرمول شیمیایی از XRD

۴۲- چه تفاوتی در مکانیزم تصویرسازی بین دو میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (Field Emission (FESEM)) وجود دارد؟

(۱) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی المنت تنگستن در خلاء بالاتری کار می‌کند تا الکترون‌دهی بیشتری داشته باشد و تصویری با وضوح بسیار عالی در بزرگ‌نمایی‌های بالا ایجاد کند.

(۲) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی المنت تنگستن در دمای بالاتری کار می‌کند تا الکترون‌دهی بیشتری داشته باشد و تصویری با وضوح بسیار عالی در بزرگ‌نمایی‌های بالا ایجاد کند.

(۳) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی به‌جای المنت تنگستن از انتشار سرد (cold field emission) برای تولید الکترون استفاده می‌شود. مزیت اصلی این میکروسکوپ امکان به‌کارگیری ولتاژهای بالاتر برای دستیابی به وضوح بیشتر تصویر است.

(۴) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی به‌جای المنت تنگستن از انتشار سرد (cold field emission) برای تولید الکترون استفاده می‌شود. مزیت اصلی این میکروسکوپ وضوح بسیار عالی در بزرگ‌نمایی‌های بالا با ولتاژ کم است.

۴۳- آیا برای آنالیز عنصری یک نمونه سرامیکی، به‌جای روش XRF می‌توان از طیف‌سنج نوری (کوانتومتر) استفاده کرد و دلیل آن کدام است؟

(۱) خیر - دقت آنالیز برای عناصر سبک موجود در مواد سرامیکی در این روش بسیار کم است.

(۲) خیر - این روش فقط برای نمونه‌های فلزی که هادی جریان الکتریسیته باشند، قابل استفاده است.

(۳) بله - سرعت بیشتری دارد، اما فقط عناصر موجود را شناسایی می‌کند و آنالیز کمی امکان‌پذیر نیست.

(۴) بله - سرعت بیشتری دارد، اما فقط عناصر فلزی را شناسایی می‌کند و قابلیت شناسایی عناصر غیرفلزی را ندارد.

۴۴- در تعیین ترکیب شیمیایی یک فولاد به روش XRF مشخص گردید که عناصر Fe، Co، Cr و Ni حاضر هستند. در محاسبه کمی عناصر کدام مورد محتمل است؟ مقدار انرژی پرتوهای ایکس  $K\alpha$  عناصر به‌صورت زیر است.

Co: ۶/۹۳keV

Cr: ۵/۴۱ keV

Ni: ۷/۴۸keV

Fe: ۶/۴۰ keV

(۱) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Cr - K\alpha$  روی می‌دهد و Cr بیشتر از حد جلوه می‌کند.

(۲) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Ni - K\alpha$  روی می‌دهد و Ni کمتر از حد جلوه می‌کند.

(۳) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Cr - K\alpha$  روی می‌دهد و Cr کمتر از حد جلوه می‌کند.

(۴) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Ni - K\alpha$  روی می‌دهد و Ni بیشتر از حد جلوه می‌کند.

۴۵- آلیاژی از آلومینیوم در حالت آنیل شده با طیف‌سنج نوری آنالیز شده و درصد عناصر به صورت زیر به دست آمده است. کد آلیاژ کدام است؟

عنصر	Si	Fe	Mg	Mn	Zn	Cr	Ti	Cu	Al
درصد وزنی	۰/۳۸	۰/۵۳	۲/۷۰	۰/۲۸	۵/۴۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۲/۲۰	بقیه

«ترکیب شیمیایی آلیاژهای آلومینیوم عملیات حرارتی پذیر»

IADS designation	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Other
2011	0.40	0.7	5.0-8.0			0.30			0.2-0.6Bi, 0.2-0.6Pb
2014	0.50-1.2	0.7	3.9-5.0	0.40-1.2	0.20-0.8	0.25	0.10	0.15	0.2Zr + Ti
2017	0.2-0.8	0.7	3.5-4.5	0.4-1.0	0.4-0.8	0.25	0.10	0.15	0.2Zr + Ti
2618	0.10-0.25	0.9-1.3	1.9-2.7		1.3-1.8	0.10		0.04-0.10	0.9-1.2Ni
2219	0.20	0.30	5.8-8.8	0.20-0.40	0.02	0.10		0.02-0.10	0.06-0.15V, 0.10-0.25Zr
2021	0.20	0.30	5.8-8.8	0.20-0.40	0.02	0.10		0.02-0.10	0.10-0.25Zr, 0.05-0.20Cd
2024	0.50	0.50	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.25	0.10	0.15	0.20Zr + Ti
2124	0.20	0.30	3.8-4.9	0.30-0.9	1.2-1.8	0.25	0.10	0.15	0.20Zr + Ti
2025	0.50-1.2	1.0	3.9-5.0	0.40-1.2	0.05	0.25	0.10	0.15	
2036	0.50	0.50	2.2-3.0	0.10-0.40	0.30-0.8	0.25	0.10	0.15	
2048	0.15	0.20	2.8-3.8	0.20-0.8	1.2-1.8	0.25		0.10	
2020	0.40	0.40	4.0-5.0	0.30-0.8	0.03	0.25		0.10	0.9-1.7Li, 0.10-0.25Cd
6063	0.20-0.8	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10	0.10	0.10	
6463	0.20-0.8	0.15	0.20	0.05	0.45-0.9	0.05			
6061	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.25	0.04-0.35	0.15	
6151	0.8-1.2	1.0	0.35	0.20	0.45-0.8	0.25	0.15-0.35	0.15	
6351	0.7-1.3	0.50	0.10	0.40-0.8	0.40-0.8	0.20		0.20	
6262	0.40-0.8	0.7	0.15-0.40	0.15	0.8-1.2	0.25	0.04-0.14	0.15	0.40-0.7Bi, 0.40-0.7Pb
6009	0.6-1.6	0.50	0.15-0.8	0.2-0.8	0.40-0.8	0.25	0.1	0.10	
6010	0.8-1.2	0.50	0.15-0.8	0.2-0.8	0.6-1.0	0.25	0.1	0.10	
7001	0.35	0.040	1.6-2.6	0.20	2.6-3.4	6.8-8.0	0.18-0.35	0.20	
7004	0.25	0.35	0.05	0.20-0.7	1.0-2.0	3.8-4.6	0.05	0.05	0.10-0.20Zr
7005	0.35	0.40	0.10	0.20-0.7	1.0-1.8	4.0-5.0	0.06-0.20	0.01-0.06	0.08-0.20Zr
7009	0.20	0.20	0.6-1.3	0.10	2.1-2.9	5.5-6.5	0.10-0.25	0.20	0.25-0.40Ag
7010	0.10	0.15	1.6-2.0	0.30	2.2-2.7	5.7-6.7	0.05		0.11-0.17Zr
7039	0.30	0.40	0.10	0.10-0.40	2.3-3.3	3.5-4.5	0.15-0.25	0.10	
7049	0.25	0.35	1.2-1.9	0.20	2.0-2.9	7.2-8.2	0.10-0.22	0.10	
7050	0.12	0.15	2.0-2.6	0.10	1.9-2.6	6.7-6.7	0.04	0.06	0.08-0.15Zr
7076	0.40	0.50	1.2-2.0	0.30	2.1-2.8	5.1-6.1	0.18-0.28	0.20	0.25Zr + Ti
7476	0.10	0.12	1.2-1.9	0.06	1.9-2.6	6.2-6.2	0.18-0.25	0.06	
7178	0.40	0.60	1.6-2.4	0.30	2.4-3.1	6.3-7.3	0.18-0.35	0.20	
7079	0.30	0.40	0.40-0.8	0.10-0.30	2.9-3.7	3.8-4.8	0.10-0.25	0.10	

Compositions are in % maximum by weight unless shown as a range

۷۱۷۸-T۶ (۴)

۷۱۷۸-O (۳)

۷۰۷۵-T۶ (۲)

۷۰۷۵-O (۱)



