

335F

کد کنترل

335

F

## آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های 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 می شود»  
امام خمینی (ره)

رشته مهندسی متالورژی و مواد  
(کد ۲۳۵۹)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال ها و زمان پاسخ گویی

زمان پاسخ گویی	تأ شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - خواص فیزیکی مواد - ترمودینامیک - خواص مکانیکی مواد - روش های شناسایی و آنالیز مواد

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفان برابر مقررات رفتار می شود.

\* 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 پاسخ نامه و دفترچه سؤال ها، نوع و کد کنترل درج شده  
بر روی دفترچه سؤال ها و پایین پاسخ نامه ام را تأیید می نمایم.

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  $at / A^\circ$  چقدر است؟

$$\frac{\sqrt{6}}{7} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{5}}{6} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{8}}{9} \quad (4)$$

$$\frac{\sqrt{7}}{8} \quad (3)$$

۲- در ترکیب  $A_2B_3$  شعاع کاتیون (A) برابر  $0.22$  آنگستروم و شعاع آنیون (B) برابر  $1.22$  آنگستروم است. کدام گزینه در مورد این ترکیب درست نیست؟

(۱) نسبت بالای یار کاتیون به آنیون منجر به ناپایداری ساختار کریستالی این ترکیب می شود.

(۲) تشکیل این ترکیب به صورت آمورف محتمل تر 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 تدری ناشی از تشعشعات نوترونی و در کدام حالت ماده مقاومت بیشتری در برابر خوردگی دارد؟

(۱) A مقاوم تر در برابر تشعشعات نوترونی و نیز مقاوم تر در برابر خوردگی است.

(۲) B مقاوم تر در برابر تشعشعات نوترونی و نیز مقاوم تر در برابر خوردگی است.

(۳) B مقاوم تر در برابر تشعشعات نوترونی و A مقاوم تر در برابر خوردگی است.

(۴) A مقاوم تر در برابر تشعشعات نوترونی و B مقاوم تر 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؟

$$0.95 \quad (2)$$

$$0.967 \quad (1)$$

$$0.85 \quad (4)$$

$$0.9 \quad (3)$$

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؟

$$4 \quad (2)$$

$$4.5 \quad (1)$$

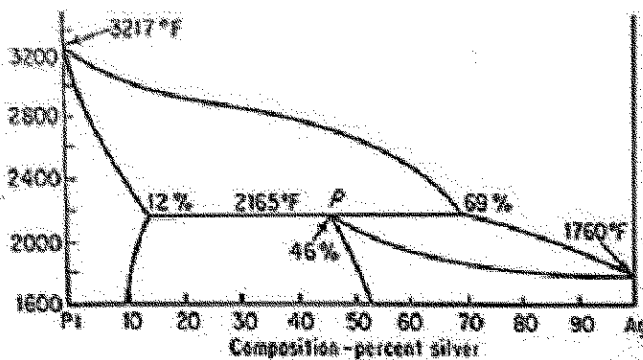
$$3 \quad (4)$$

$$3.5 \quad (3)$$

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

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

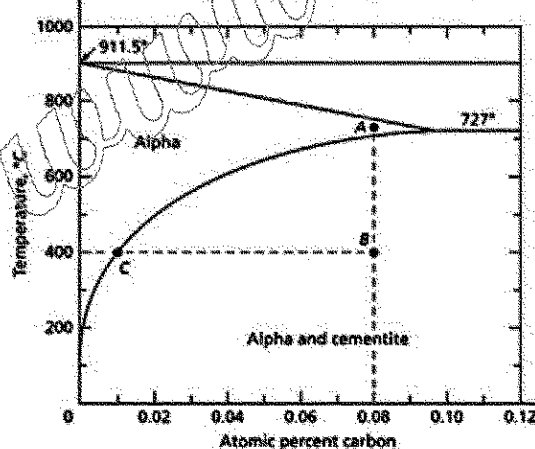
۷- در یک آلیاژ Pt-Ag در دمای  $2165^{\circ}\text{F} + \Delta T$ ، ۸۰٪ انجماد کامل شده است. درصد وزنی تقریبی دو فاز جامد در این آلیاژ در دمای  $1600^{\circ}\text{F}$  چقدر است؟



- (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 ۰.۰۸wt% 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 می شود تا اتم های 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

فريت در دمای  $400^{\circ}\text{C}$  را معادل  $\frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \times 10^{-8}$  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 می دهد که ریزساختار این آلیاژ شامل ۴ درصد وزنی گرافیت، ۸۰ درصد وزنی پرلیت و مابقی فريت 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 می تواند منجر به ترد شدن شدید مس شود. در صورتی که

انرژی مرزدانه های مس خالص  $\frac{J}{m^2}$  باشد، انرژی فصل مشترک بین مس و بیسموت بر حسب  $\frac{J}{m^2}$  را چقدر

تخمین می زنید؟

- (۱)  $\frac{1}{6}$  (۲)  $\frac{1}{4}$   
(۳)  $\frac{1}{5}$  (۴)  $\frac{1}{6}$

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

$$\ln a_A = KX_B^2 - RT \ln X_A$$

رابطه اکتیویته جزء B کدام گزینه است؟

- (۱)  $-KX_A^2 - RT \ln X_B$  (۲)  $KX_A^2 - RT \ln X_B$   
(۳)  $-KX_A^2 - RT \ln X_B + \ln X_B$  (۴)  $KX_A^2 - RT \ln X_B - \ln X_B$

۱۲- در محلول دوتایی A-B، انتالپی مولار جزئی انحلال A ( $\Delta \bar{H}_A^M$ ) در دمای  $1000^\circ K$  از رابطه زیر پیروی می کند.

انتالپی مولار جزئی انحلال B در محلول  $50\% B - 50\% A$  چند  $\left(\frac{J}{mol}\right)$  است؟

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

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

- (۱)  $-320$  (۲)  $-174$   
(۳)  $+174$  (۴)  $+320$

۱۳- در دمای  $1600^\circ C$ ، انرژی یک مول آهن مذاب خالص  $\frac{cal}{K}$  و انرژی یک مول سیلیسیوم مذاب خالص  $\frac{cal}{K}$  است. اگر مذاب های Fe و Si را بتوان با قاعده فرض کرد، انرژی یک مول مذاب  $50\% Fe - 50\% Si$  در دمای فوق

بر حسب  $\frac{cal}{K}$  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  $20\%$  مولی کروم در دمای  $1910^\circ C$  به صورت مذاب موجود است. اگر یک مول Cr

جامد در دمای  $25^\circ C$  به مقدار زیادی از این محلول اضافه شود، تغییرات انرژی (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  $\left(\frac{J}{mol.K}\right)$  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)  $73$  (۲)  $53$   
(۳)  $33$  (۴)  $13$

- ۱۵- آنتالپی مولی انحلال برای مذاب A-B بر حسب کالری بر مول از رابطه  $\Delta H^M = 400X_A X_B$  به دست می آید. آنتالپی مولار جزئی انحلال A برای محلول حاوی ۲۰ درصد اتمی B در دمای ۱۰۰۰ K بر حسب 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 خلالت B در A در حالت جامد صرف نظر 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 دوجزئی 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 می شود تا واکنش زیر به طور استوکیومتری اتفاق بیفتد.



درجه آزادی این سیستم کدام است؟

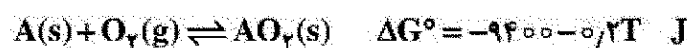
(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

- ۱۹- دو عنصر A و B در حالت جامد به طور نسبی در یکدیگر حل شده و محلول های جامد  $\alpha$  (غنی از A) و  $\beta$  (غنی از B) تشکیل می دهند. در دمای ۵۰۰ K، حد خلالت B در A در حالت جامد، ۰/۷ درصد و حد خلالت A در B در همین دما، ۱/۲ درصد است. در صورتی که رفتار B در فاز  $\alpha$  و همچنین رفتار A در فاز  $\beta$  از قانون هنری تبعیت کند،  $\gamma_A^\circ$  و  $\gamma_B^\circ$  کدام مورد است؟

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

- ۲۰- دو فلز A و B در کوره ای با دمای ۱۰۰۰ کلوین و تحت فشار ۱ اتمسفر قرار دارند. در این شرایط کدام فلز پایدار

$$\left( R = 8 \frac{\text{J}}{\text{K}} \right) \text{ است؟}$$



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 سخت شونده از  $\rho = 10^6 \text{ mm}^{-3}$  در اثر فرایبری به  $\rho = 10^3 \text{ mm}^{-3}$  می رسد. تغییرات تنش تسلیم در صورتی که مکانیزم اوروان فعال باشد، چقدر است؟

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = 5 \quad (1) \quad \frac{\tau_1}{\tau_2} = 10 \quad (2) \quad \frac{\tau_1}{\tau_2} = 15 \quad (3) \quad \frac{\tau_1}{\tau_2} = 20 \quad (4)$$

۲۲- ارتباط بین انرژی نقص چیدن  $\gamma$  و  $d$  فاصله تعادلی نابه جایی های جزئی توسط رابطه  $d \propto \frac{1}{\gamma}$  نشان داده می شود.

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 شکل پذیری فلزات A و B با ساختاری بلوری یکسان کدام است؟

(۱) شکل پذیری فلز A بیشتر از فلز B است.

(۲) شکل پذیری فلز A کمتر از فلز B است.

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

(۴) شکل پذیری فلز A می تواند بیشتر و یا کمتر از فلز B است.

۲۳- در منطقه گلوپی شدن در آزمایش کشش، تنش حالت سه بعدی پیدا می کند. به دلیل این تنش سه بعدی از ضریب بریجمن (K) متوسط  $\sigma = \frac{\sigma_{\text{حقیقی}}}{K}$  استفاده می شود. گزینه درست در مورد ضریب K کدام است؟

(۱) همواره  $K = 1$

(۲) همواره  $K < 1$

(۳) همواره  $K > 1$

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

۲۴- در بلور FCC واکنش نابه جایی  $\frac{a}{2}[1\bar{1}1] \rightarrow \frac{a}{6}[11\bar{2}] + \frac{a}{6}[\bar{2}11]$  اتفاق می افتد که بردار  $\frac{a}{6}[11\bar{2}]$  در این سیستم بردار دوقلوبی است. دوقلوبی روی چه صفحه ای اتفاق می افتد؟

$$(111) \quad (1) \quad (112) \quad (2) \quad (1\bar{1}2) \quad (3) \quad (1\bar{2}2) \quad (4) \quad (2\bar{2}1) \quad (4)$$

۲۵- در صعود نابه جایی ها کدام گزینه درست است؟

(۱) با اعمال تنش های کششی، تهی جای ها جذب نابجایی و صعود مثبت رخ می دهد.

(۲) با اعمال تنش های فشاری، تهی جای ها جذب نابجایی و صعود منفی رخ می دهد.

(۳) با اعمال تنش های فشاری، تهی جای ها جذب نابجایی و صعود مثبت رخ می دهد.

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

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

(۱) در کرنش های ناسازگاری کم، نابجایی ها رسوب ها را دور می زنند.

(۲) در کرنش های ناسازگاری زیاد، نابجایی ها رسوب ها را برش می زنند.

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

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

۲۷- فلزی BCC در جهت  $[100]$  تحت کشش قرار می گیرد. اگر  $\gamma = 6.4 \frac{\text{J}}{\text{m}^2}$ ،  $E(100) = 1600 \text{ GPa}$  و شعاع

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

$$200 \quad (4) \quad 160 \quad (3) \quad 80 \quad (2) \quad 40 \quad (1)$$

۲۸- ارتباط بین چقرمگی شکست و میزان باز شدن دهانه ترک (COD) با  $\delta$  طبق رابطه  $G_c = n\sigma_y\delta$  می باشد. کدام گزینه در مورد  $n$  درست است؟

- (۱) در شرایط تنش صفحه ای  $n = 1$   
(۲) در شرایط کرنش صفحه ای  $n = 1$   
(۳) در شرایط تنش صفحه ای  $n \geq 1/5$   
(۴) گزینه ۱ و ۲ درست است.

۲۹- حد خستگی ماده ای در  $R = -1$  برابر  $800 \text{ MPa}$  و استحکام کششی آن  $1600 \text{ MPa}$  می باشد. در طراحی قطعه ای برای کار در شرایط تنش های 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 می شود. 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 استحکام بخشی از طریق محلول جامد نادرست است؟

- (۱) واکنش الکتریکی بین نایجایی ها و اتم های محلول  
(۲) واکنش شیمیایی بین نایجایی ها و اتم های محلول  
(۳) واکنش کشش بین نایجایی ها و اتم های محلول  
(۴) برش اتم های محلول توسط نایجایی ها

۳۱- در متالوگرافی الکترونی نمونه ها (با میکروسکوپ های SEM و TEM) چه اقداماتی را باید انجام داد؟

- (۱) کاهش ولتاژ شتاب دهنده در میکروسکوپ الکترونی روشی جهت نمونه های پلیمری و سرامیکی، و پوشش دهی نمونه های فویل نازک قبل از میکروسکوپ الکترونی عبوری  
(۲) کاهش ولتاژ شتاب دهنده در میکروسکوپ الکترونی روشی جهت نمونه های پلیمری و پوشش دهی نمونه های فویل نازک قبل از میکروسکوپ الکترونی عبوری  
(۳) پوشش دهی نمونه های غیرهادی الکتریکی در میکروسکوپ الکترونی روشی و سرد نمودن نمونه های فویل نازک در میکروسکوپ الکترونی عبوری

(۴) پوشش دهی نمونه های غیرهادی الکتریکی در میکروسکوپ الکترونی روشی و میکروسکوپ الکترونی عبوری

۳۲- پرتو ایکس مشخصه  $K_{\alpha}$  کدام یک از لامپ های زیر قادر به پراش از درجه اول صفحه ۱۲۲ یک ماده با شبکه بلوری مکعبی ساده و ثابت شبکه  $1/5$  آنگستروم می شود؟

- (۱) مولیبدن با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 0.7 \text{ \AA}$  آنگستروم  
(۲) کروم با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 2/3 \text{ \AA}$  آنگستروم  
(۳) مس با طول موج  $\lambda_{K\alpha} = 1/5 \text{ \AA}$  آنگستروم  
(۴) همه موارد درست است.

۳۳- آلیاژی متشکل از ۷۵ درصد آهن و ۲۵ درصد اتمی نیکل، پس از عملیات حرارتی، با دستگاه XRD آنالیز شده است. در الگوی پراش علاوه بر پیک های آهن و نیکل، چند پیک اضافی وجود دارد. کدام گزینه محتمل تر 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 قابلیت های میکروسکوپ الکترونی را در مقایسه با میکروسکوپ نوری مشخص می کند؟

- (۱) عمق میدان (Depth of focus) بیشتر، در حد میکرون برای مشاهده پستی و بلندی ها  
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 میلی متر برای مشاهده پستی و بلندی ها  
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 میلی متر 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 نمونه ای فولادی به روش طیف سنجی نوری در جدول داده شده است. براساس این داده ها کدام گزینه درست است؟

محل آنالیز	%C	%Si	%Mn	%P	%Fe
سطح نمونه	۰/۶۴	۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۰۵	بقیه
مغز نمونه	۰/۶۱	۰/۳۸	۰/۶۸	۰/۰۵	بقیه

- (۱) این نمونه فولاد کربنی است که در خلال عملیات حرارتی، کربن زدایی (Decarburized) شده است.
- (۲) این نمونه فولاد است که تحت عملیات کربن دهی (Carburizing) قرار گرفته است.
- (۳) این نمونه فولاد منگنزدار است که می توان آن را با کد AISI ۱۵۶۰ نشان داد.
- (۴) این نمونه فولاد کربنی است که می توان آن را با کد AISI ۱۰۶۰ نشان داد.

۳۶- عناصر سبک و سنگین در نمونه ای حضور دارند. نتایج طیف تفکیک انرژی پرتو ایکس (Energy Dispersive Spectroscopy, EDS) و مقایسه آن با طیف نمونه های استاندارد، حاکی از جذب پرتوهای ایکس عناصر سبک دارد. چگونه می توان اثر جذب این پرتوها را کاهش داد؟

- (۱) با افزایش زاویه بهره وری
- (۲) با کاهش زاویه بهره وری
- (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  $K_{\alpha}$  ۲/۳ آنگستروم) قرار گرفته است. چند پیک در الگوی پراش ظاهر می شود؟

۶ (۱)

۴ (۲)

۳ (۳)

۲ (۴)

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 می شود، زیرا کنتراست شامل پرتوهای پراش یافته است.

(۲) کنتراست Z با حد تفکیک بالا در تصویر زمینه روشن تشکیل می شود، 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 می شود، زیرا کنتراست حاصل، به علت قرارگیری آشکارساز در مقابل پرتو عبوری، دارای شدت های متفاوت از مناطق مختلف نمونه است.

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

۳۹- از کدام موارد می توان 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 الکترون های برگشتی وجود دارد ولی نیازی به آماده سازی نمونه های غیرهادی به جهت پوشش دهی نیست.

(۲) حد تفکیک کاهش می یابد ولیکن نیازی به آماده سازی نمونه های غیرهادی به جهت پوشش دهی نیست.

(۳) امکان ردیابی الکترون های برگشتی وجود ندارد ولی نمونه های غیرهادی باید پوشش داده شوند.

(۴) حد تفکیک کاهش می یابد و نمونه های غیرهادی باید مورد پوشش دهی قرار گیرند.

۴۱- چه اطلاعاتی از روش های XRD و XPS به دست می آید؟

(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 می کند تا الکترون دهی بیشتری داشته باشد و تصویری با وضوح بسیار عالی در بزرگنمایی های بالا ایجاد کند.
- (۲) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی المنت تنگستن در دمای بالاتری کار می کند تا الکترون دهی بیشتری داشته باشد و تصویری با وضوح بسیار عالی در بزرگنمایی های بالا ایجاد کند.
- (۳) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی به جای المنت تنگستن از انتشار سرد (cold field emission) برای تولید الکترون استفاده می شود. مزیت اصلی این میکروسکوپ امکان به کارگیری ولتاژهای بالاتر برای دستیابی به وضوح بیشتر تصویر است.

(۴) در میکروسکوپ الکترونی نشر میدانی به جای المنت تنگستن از انتشار سرد (cold field emission) برای تولید الکترون استفاده می شود. مزیت اصلی این میکروسکوپ وضوح بسیار عالی در بزرگنمایی های بالا با ولتاژ کم است.

۴۳- آیا برای آنالیز عنصری یک نمونه سرامیکی، به جای روش XRF می توان از طیف سنج 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 نمونه های فلزی که هادی جریان الکتریسیته باشند، قابل استفاده است.
  - (۳) بله - سرعت بیشتری دارد، اما فقط عناصر موجود را شناسایی می کند و آنالیز کمی امکان پذیر نیست.
  - (۴) بله - سرعت بیشتری دارد، اما فقط عناصر فلزی را شناسایی می کند 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  $K\alpha$  عناصر به صورت زیر است.

Co: ۶/۹۳ keV

Cr: ۵/۴۱ keV

Ni: ۷/۴۸ keV

Fe: ۶/۴۰ keV

- (۱) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Cr - K\alpha$  روی می دهد و Cr بیشتر از حد جلوه می کند.
- (۲) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Ni - K\alpha$  روی می دهد و Ni کمتر از حد جلوه می کند.
- (۳) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Cr - K\alpha$  روی می دهد و Cr کمتر از حد جلوه می کند.
- (۴) فلورسانس سایر عناصر نسبت به پرتو  $Ni - K\alpha$  روی می دهد و Ni بیشتر از حد جلوه می کند.

۴۵- آلیاژی از آلومینیوم در حالت آنیل شده با طیف سنج 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»

IAOS designation	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Other
2011	0.40	0.7	5.0-8.0			0.30			0.2-0.68Zr, 0.2-0.6Pb
2014	0.50-1.2	0.7	3.8-5.0	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
2018	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	0.08-0.15V, 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, 0.08-0.20Cd
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	3.8-5.0	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	0.30-0.6	0.25	0.10	0.15	
2048	0.15	0.20	2.8-3.8	0.20-0.6	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	0.9-1.2Zr, 0.10-0.25Cd
6083	0.20-0.6	0.35	0.10	0.10	0.45-0.9	0.10	0.10	0.10	
6483	0.20-0.6	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	0.15-0.45	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	0.40-0.78Zr, 0.40-0.7Pb
6009	0.6-1.6	0.50	0.15-0.6	0.2-0.8	0.40-0.8	0.25	0.1	0.10	
6010	0.8-1.2	0.50	0.15-0.6	0.2-0.8	0.6-1.0	0.25	0.1	0.10	
7001	0.35	0.040	1.6-2.8	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	3.6-4.6	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
7475	0.10	0.12	1.4-1.9	0.05	1.8-2.6	6.2-6.2	0.18-0.25	0.05	
7178	0.40	0.50	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)