

خواص فیزیکی مواد

۱ - یک رسوب درشت (میکرونی) در مرز دانه سوپر آلیاژ نیکل با دو دانه اطرافش، چه نوع مرزی ممکن است بسازد؟

- (۱) نیمه هم‌سیما، غیر هم‌سیما
(۲) نیمه هم‌سیما، نیمه هم‌سیما
(۳) هم‌سیما، غیر هم‌سیما
(۴) نیمه هم‌سیما، هم‌سیما

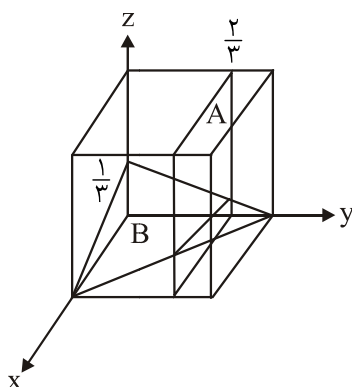
۲ - اگر در یک میلی‌متر مربع از سطح نمونه‌ای ۱۶ دانه وجود داشته باشد، عدد اندازه دانه (ASTM) آن کدام است؟

- (۱) ۴
(۲) ۳
(۳) ۲
(۴) ۱

۳ - در یک شبکه بلوری BCT (تتراگونال مرکز پر) چگالی اتمی خطی در امتداد جهات $[110]$ و $[111]$ به ترتیب برابر $\frac{\sqrt{2}}{4}$ و $\frac{\sqrt{6}}{6}$ اتم بر آنگستروم است، ثابت‌های شبکه a و c این بلور بر حسب آنگستروم چقدر است؟

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

۴ - اندیس خط تقاطع دو صفحه بلوری A و B در شکل زیر، کدام است؟



- (۱) $[3\bar{3}0]$
(۲) $[\bar{3}01]$
(۳) $[\bar{2}10]$
(۴) $[\bar{3}21]$

۵ - در یک جامد یونی فرضی حاوی یون‌های A^{2+} ، B^{2-} و C^{1-} ، یون‌های C^{1-} کل مواضع BCC، یون‌های B^{2-} نصف مواضع بین نشین هشت وجهی و یون‌های A^{2+} معادل $\frac{1}{3}$ مواضع بین نشین چهاروجهی را پر کرده‌اند. فرمول شیمیایی این جامد یونی کدام است؟



۶ - یک فولاد هیپوئوتکتوئید دارای ۲۲ درصد فریت یوتکتوئید در شرایط تعادلی است. درصد کربن این فولاد کدام است؟

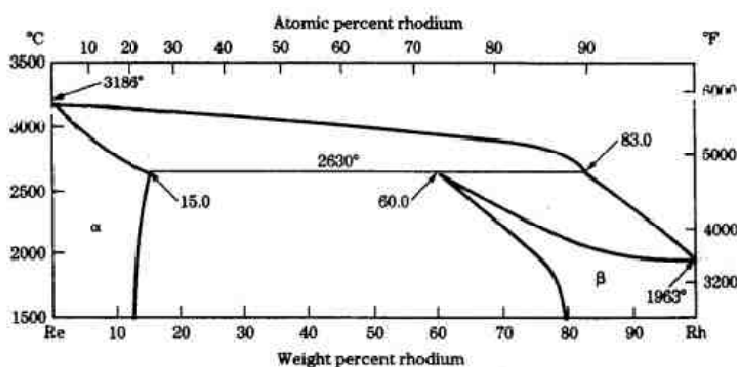
$(\%C)_\alpha = 0$ ، $(\%Fe_3C)_P = 12$ ، $(\%C)_P = 0.8$

(۱) ۰/۱۰ (۲) ۰/۱۵ (۳) ۰/۲۰ (۴) ۰/۲۵

۷ - چدن نشکنی با ۴ درصد کربن و بدون هیچ عنصر آلیاژی اگر تا دمای کمی بالاتر از یوتکتوئید و به مدت کافی گرم شود و سپس به منظور مارتنزیتی شدن به سرعت سرد شود، در دمای اتاق چند درصد گرافیت خواهد داشت؟

(۱) ۱/۹ (۲) ۲/۸ (۳) ۳/۲ (۴) ۳/۸

۸ - یک آلیاژ رنیوم - رودیوم در دمای $\Delta T - 263^\circ C$ دارای ریزساختاری شامل فازهای α و β است که در آن کسر وزنی β چهار برابر α است. ترکیب شیمیایی این آلیاژ کدام است؟



(۱) ۵۰٪Rh-۵۰٪Re (۲) ۵۱٪Rh-۴۹٪Re

(۳) ۵۵٪Rh-۴۵٪Re (۴) ۶۰٪Rh-۴۰٪Re

۹ - در نمودار فازی A-B، واکنش $L(60\%B) \xrightarrow{600^\circ C} \alpha(20\%B) + \beta(80\%B)$ رخ می‌دهد. برای آلیاژ A-۳۰٪B مقدار α مقدار اولیه در دمای $559^\circ C$ چند درصد است؟

(۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۵

۱۰ - در کدام حالت، ضریب نفوذ در هم (\bar{D}) با ضریب نفوذ ذاتی عنصر $(D_B)B$ در یک آلیاژ دوتایی متشکل از دو عنصر A و B برابر خواهد شد؟

(۱) غلظت عنصر B ناچیز باشد. (۲) غلظت عنصر A ناچیز باشد.

(۳) غلظت عنصر B قابل ملاحظه باشد. (۴) عنصر B بتواند به سهولت در A نفوذ کند.

۱۱ - افزایش دما به چه دلیل افزایش ضریب نفوذ در خود عناصر را در پی دارد؟

(۱) افزایش جاهای خالی و فاصله اتمی (۲) افزایش فاصله اتمی و فرکانس ارتعاشات اتمی

(۳) افزایش فرکانس پرش‌های اتمی و جاهای خالی (۴) افزایش فرکانس ارتعاشات اتمی و جاهای اتمی

۱۲ - بازگشت یا باز پخت دوم (Double Tempering) برای فولادهایی لازم است که:

(۱) بازگشت اول در دمای کم انجام شده است.

(۲) بازگشت اول در زمان کم انجام شده است.

(۳) در انتهای بازگشت اول هنوز در آن‌ها آستنیت باقی مانده وجود دارد.

(۴) در انتهای بازگشت اول در آن‌ها مارتنزیت تازه به وجود می‌آید.

۱۳ - گستره دمایی و مکانیزمی که در آن «تردی بازپختی» رخ می‌دهد، کدام است؟ (بر حسب درجه سانتی‌گراد)

(۱) ۳۷۵-۵۷۵، رسوب فازهای ترد در مرزخانه‌های آستنیت اولیه

(۲) ۳۷۵-۵۷۵، رسوب فازهای ترد در بین لایه‌های مارتنزیت

(۳) ۲۶۰-۳۵۰، رسوب فازهای ترد در مرزخانه‌های آستنیت اولیه

(۴) ۲۶۰-۳۵۰، رسوب فازهای ترد در بین لایه‌های مارتنزیت

(۱) بزرگ‌تر از ضریب نفوذ در خود می‌باشد.
(۲) بزرگ‌تر از ضریب نفوذ در هم می‌باشد.
(۳) کوچک‌تر از ضریب نفوذ در خود می‌باشد.
(۴) کوچک‌تر از ضریب نفوذ در هم می‌باشد.

(۱) دانه‌ها شش ضلعی، و با اضلاع مستقیم باشد.

(۳) ساختار دانه‌ریز و رسوباتی برای جلوگیری از رشد دانه‌ها در ساختار موجود باشد.

۱۶- در هنگام جوانه‌زنی غیرهمگن در حالت جامد، ΔG_d برابر با کاهش انرژی آزاد سیستم در اثر کدام مورد است؟

(۲) تبدیل فصل مشترک کوهیرنت به نیمه کوهیرنت

(۴) شد، سو ب پر، وی فصل، مشترک

The diagram is a line graph with Temperature, °C on the y-axis (600 to 1000) and Weight percent carbon on the x-axis (0 to 1.7). The y-axis has major grid lines every 100 units. The x-axis has major grid lines every 0.2 units. The graph shows several phase regions and reaction lines. A vertical line at 0.02% carbon separates the α phase from the $\alpha + \gamma$ region. A line from 912°C on the y-axis slopes down to a point at 0.77% carbon and 727°C. From this point, a line slopes up to the right, passing through 1.0% carbon and 800°C. Another line slopes down from the 727°C point to the left, passing through 0.4% carbon and 800°C. The region above 912°C and to the left of 0.02% carbon is labeled δ . The region between 0.02% and 0.77% carbon and between 727°C and 912°C is labeled $\alpha + \gamma$. The region below 727°C and to the left of 0.77% carbon is labeled α . The region below 727°C and to the right of 0.77% carbon is labeled $\alpha + \text{carbide}$. The region above 727°C and to the right of 0.77% carbon is labeled γ . The region to the right of 1.7% carbon is labeled Fe_3C .

(۲) مارتنزیت پر کربن با حدود ۲٪ سمنتیت

(۴) مارتنزیت و آستنیت باقی مانده

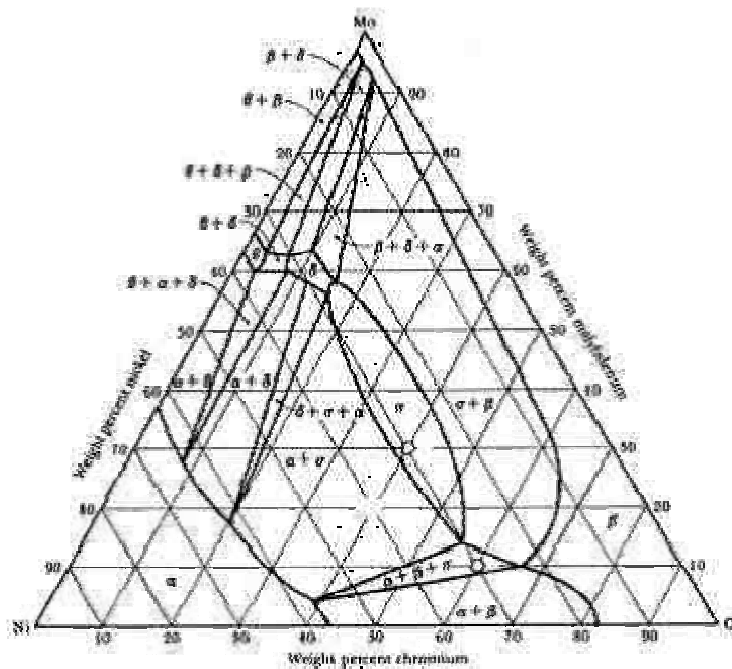
1 (1)

5 (2)

۷ (۳)

11 (F

۱۹- در آلیاژ سه جزیی $60\text{Cr}-20\text{Ni}-20\text{Mo}$ درصد وزنی تقریبی فازهای σ و β در حال تعادل با همدیگر چند درصد است؟



$$\sigma \approx 41/2, \beta \approx 58/8 \quad (1)$$

$$\sigma \approx 50, \beta \approx 50 \quad (2)$$

$$\sigma \approx 34/5, \beta \approx 65/5 \quad (3)$$

$$\sigma \approx 28/2, \beta \approx 78/8 \quad (4)$$

۲۰- در جوانه‌زنی همگن در حالت جامد برای تشکیل رسوبی به شکل یک مکعب به ضلع a ، به شرط عدم وجود انرژی کرنشی

الاستیک، مقدار اندازه بحرانی جوانه (a^*) بر حسب انرژی فصل مشترک γ و انرژی آزاد حجمی ΔG_v چقدر است؟

$$\frac{2\gamma}{3\Delta G_v} \quad (4)$$

$$\frac{4\gamma}{3\Delta G_v} \quad (3)$$

$$\frac{6\gamma}{\Delta G_v} \quad (2)$$

$$\frac{4\gamma}{\Delta G_v} \quad (1)$$

۱ - گزینه ۳ صحیح است.

۲ - گزینه ۴ صحیح است.

$$N = 2^{n-1}$$

$$\frac{16}{1 \text{ mm}^2} \times \frac{(25/4 \text{ mm})^2}{1 \text{ in}^2} \times \frac{1}{100} \approx 1/0.32 \approx 1$$

$$N=1 \Rightarrow 2^{n-1}=1 \Rightarrow \boxed{n=1}$$

۳ - گزینه ۴ صحیح است.

طول پاره خط/تعداد اتم‌های کامل موجود پاره خط = چگالی خطی

$$[110] \Rightarrow \text{چگالی خطی} = \frac{1}{a\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{4} \Rightarrow a=2$$

$$[111] \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{\sqrt{6}}{6} \Rightarrow x^2 = 24$$

$$x^2 = c^2 + (a\sqrt{2})^2 \Rightarrow 24 = c^2 + 8 \Rightarrow c^2 = 16 \Rightarrow c = 4$$

۴ - گزینه ۲ صحیح است.

A صفحه: x y z

$$\infty \frac{2}{3} \infty \Rightarrow A = \begin{pmatrix} 0 & \frac{2}{3} & 0 \end{pmatrix} \xrightarrow{\times 3} \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 \end{pmatrix} A$$

B صفحه: x y z

$$1 \ 1 \ \frac{1}{3} \Rightarrow B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

i j k ضرب خارجی دو صفحه

$$0 \ 3 \ 0 \Rightarrow 9i + 3k \Rightarrow [9 \ 0 \ 3]$$

$$1 \ 1 \ 3 \Rightarrow [3 \ 0 \ 1]$$

$$[3 \ 0 \ 1]$$

۵ - گزینه ۳ صحیح است.

$$\text{BCC فضای اکتاهدرال در وسط هر یال مکعب و مرکز وجوه:} = \left(\frac{1}{4} \times 12 \right) + \left(\frac{1}{2} \times 6 \right) = 6$$

$$\Rightarrow A^{2+} = \frac{1}{3} \times 12 = 4, \quad B^{2-} = \frac{1}{2} \times 6 = 3 \Rightarrow \begin{matrix} ABC \\ 4 \ 3 \ 2 \end{matrix}$$

$$F^{2+} \times \frac{1}{2} = 12, \quad C^{-} = 1 + 8 \times \frac{2}{8} = 2$$

$$\text{BCC فضای تتراهدرال در وسط هر وجه چهار موقعیت:} \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{4} & ? \\ 0 & \frac{1}{4} & ? \end{bmatrix}$$

۶ - گزینه ۳ صحیح است.

فریت پرلایت + فریت بوتکتوئید = فریت

$$\Rightarrow \frac{6/67 - x}{6/67} = \frac{0/8 - x}{0/8} + 0/22 \Rightarrow x = 0/1999... \sim 0/2$$

۷ - گزینه ۳ صحیح است.

راه حل تستی:

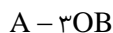
$$4C \Rightarrow 4 - 0/8 = 3/2$$

۸ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\omega_B = 4\omega_\alpha \Rightarrow \alpha = 0/2, \quad \beta = 0/8$$

$$\alpha = \frac{60 - x}{60 - 15} = 0/2 \Rightarrow 60 - x = 9 \Rightarrow x = 51 \Rightarrow \alpha_{Rh} = 51 \Rightarrow \alpha_{Re} = 49$$

۹- گزینه ۴ صحیح است.



$$\% \alpha = \frac{60 - 30}{60 - 20} = \frac{3}{4} = \% 75$$

۱۰- گزینه ۱ صحیح است.

هنگامی که $X_B \cong 0$ و $X_A \cong 1$ باشد. $\tilde{D} = D_B$

۱۱- گزینه ۳ صحیح است.

۱۲- گزینه ۴ صحیح است

۱۳- گزینه ۱ صحیح است.

در دمای $350^{\circ}C$ تا $575^{\circ}C$ تمپر باعث تردی می شود که در اثر تجمع اتم های ناخالصی ها در مرز دانه های آستنیت اولیه در دمای $230^{\circ}C$ تا $370^{\circ}C$ تردی در اثر تشکیل کاربیدهای با شکل صفحه ای خاص است.

۱۴- گزینه ۳ صحیح است.

۱۵- گزینه ۲ صحیح است.

۱۶- گزینه ۳ صحیح است.

اگر تشکیل هسته به از بین رفتن نقض بیانجامد مقدار انرژی آزاد می شود ΔG_{α} که باعث ساده تر شدن آغاز هسته گذاری می شود.

۱۷- گزینه ۲ صحیح است.

در منطقه $\gamma + Fe_3C$ در دمای $750^{\circ}C$ هستیم پس با انجماد سریع مارتنزیت و سمانتیت داریم.

۱۸- گزینه ۲ صحیح است.

۱۹- گزینه ۲ صحیح است.

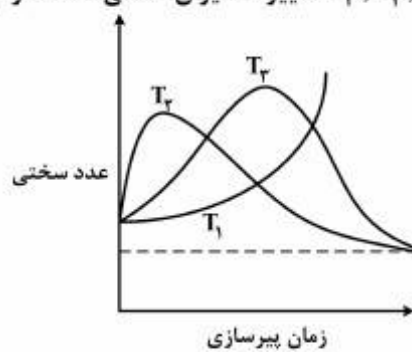
۲۰- گزینه ۴ صحیح است.

$$\Delta G = -V\Delta G_v + \sum A\gamma - \cancel{\Delta G_s^0} = -a^r \Delta G_v + 6a^r \gamma$$

$$\frac{d\Delta G}{da} = 0 \Rightarrow -3a^r \Delta G_v + 12a\gamma = 0 \Rightarrow a^* = \frac{4\gamma}{\Delta G_v}$$

خواص فیزیکی مواد:

- ۱- اگر یک آلیاژ رسوب سخت شونده تحت فرایند پیرسازی در دماهای T_1 , T_2 , T_3 تغییرات میزان سختی مانند نمودار زیر را داشته باشد. کدام گزینه صحیح است؟



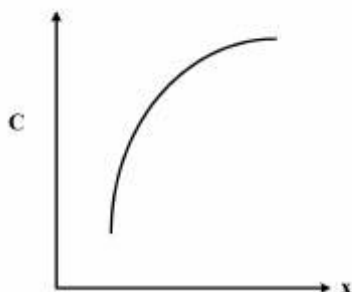
(۱) $T_1 < T_2 < T_3$

(۲) $T_1 < T_3 < T_2$

(۳) $T_2 < T_1 < T_3$

(۴) $T_2 < T_3 < T_1$

- ۲ - اگر منحنی غلظت بر حسب فاصله، با فرض ضریب نفوذ ثابت، به شکل زیر باشد، در آن صورت غلظت با گذشت زمان چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) ثابت می‌ماند.
- (۲) در هر نقطه کاهش می‌یابد.
- (۳) در هر نقطه افزایش می‌یابد.
- (۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

- ۳ - در جوانه‌زنی غیرهمگن در استحاله مذاب - جامد، هر چه خاصیت ترشوندگی سطح قالب بیشتر باشد، به ترتیب $S(\theta), \theta$ چگونه خواهند بود؟

$$S(\theta) = \frac{(\gamma + \cos \theta)(1 - \cos \theta)^2}{4}$$

- (۱) هر دو کمتر
 - (۲) θ کمتر و $S(\theta)$ بیشتر
 - (۳) هر دو بیشتر
 - (۴) θ بیشتر و $S(\theta)$ کمتر
- ۴ - پس از انجام عملیات حرارتی آستمپرینگ در یک فولاد، کدام یک از ساختارهای زیر بدست می‌آید؟

- (۱) مارتنزیت
- (۲) بینیت
- (۳) پرلیت + مارتنزیت
- (۴) پرلیت + بینیت

- ۵ - اعمال یک فشار ایزو استاتیک روی یک دگرگونی مارتنزیتی یک فولاد کربنی ساده چه تأثیر بر دمای M_s آن دارد؟

- (۱) موجب افزایش دمای M_s می‌شود، زیرا فشار باعث افزایش پایداری فاز آستنیت می‌گردد.
- (۲) موجب کاهش دمای M_s می‌شود، زیرا فشار باعث کاهش پایداری فاز آستنیت می‌گردد.
- (۳) موجب افزایش دمای M_s می‌شود، زیرا فشار باعث کاهش پایداری فاز آستنیت می‌گردد.
- (۴) موجب کاهش دمای M_s می‌شود، زیرا فشار باعث افزایش پایداری فاز آستنیت می‌گردد.

- ۶ - در یک محلول جامد ایده‌آل، رابطه بین ضریب نفوذ ذاتی (D_A) و ضریب نفوذ در خود (D_A^*) به کدام یک از صورت‌های زیر است؟

- (۱) $D_A > D_A^*$
- (۲) $D_A < D_A^*$
- (۳) $D_A = D_A^*$
- (۴) $D_A = \frac{D_A^*}{2}$

۷ - میزان عمق نفوذ عنصر آلیاژی با دو برابر شدن:

(۱) ضریب نفوذ، $\sqrt{2}$ برابر می‌شود.

(۲) ضریب نفوذ، ۴ برابر می‌شود.

(۳) زمان نفوذ، ۲ برابر می‌شود.

(۴) زمان نفوذ، ۴ برابر می‌شود.

۸ - در یک محلول جامد دو جزئی متشکل از دو عنصر A و B، در کدام یک از حالت‌های زیر ضریب نفوذ در هم

(D) با ضریب نفوذ ذاتی جزء B (D_B) تقریباً برابر است؟

(۱) هنگامی که محلول جامد ایده‌آل است.

(۲) هنگامی که محلول جامد غیر ایده‌آل است.

(۳) در محلول جامد جانشینی که غلظت A در آن ناچیز است.

(۴) در محلول جامد جانشینی که غلظت B در آن ناچیز است.

۹ - چه نوع ساختمان بلوری را برای عنصر سیلیسیم (Si) با عدد اتمی ۱۴ پیش‌بینی می‌کنید؟

(۱) BCC

(۲) FCC

(۳) HCP

(۴) مکعبی الماس

۱۰ - در جوانه‌زنی همگن در انجماد یک مذاب، اگر در یک زیر سرمایش برابر $0.2 T_m$ (دمای ذوب) شعاع بحرانی

جوانه r_1^* باشد، در آن صورت در یک زیر سرمایش برابر $0.6 T_m$ ، اگر انرژی سطحی ویژه به نصف و گرمای نهان

انجماد به $\frac{1}{6}$ مقادیر متناظر قبلی تغییر یابند، مقدار r_2^* بر حسب r_1^* چقدر است؟

(۱) r_1^*

(۲) $\frac{r_1^*}{2}$

(۳) $\frac{r_1^*}{6}$

(۴) $2r_1^*$

۱۱ - ۲/۵ کیلوگرم آستنیت شامل ۰/۶۷٪ وزنی کربن به‌طور تعادلی تا زیر دمای یوتکتوئیدی سرد شده است. وزن

سمنیت کل در آن چند کیلوگرم است؟

$(\%C)_{Fe_3C} = 6.7$, $(\%C)_\alpha = 0$

(۱) ۰/۱۵

(۲) ۰/۲۵

(۳) ۰/۵۰

(۴) ۱

۱۲- یک فولاد کربنی ساده دارای ۰.۸٪ وزنی فریت یوکتوئید است. مقدار کربن متوسط این فولاد چقدر است؟
 $(\%C)_{Fe_3C} = 6.7$, $(\%C)_\alpha = 0$

(۱) ۰.۱۲

(۲) ۰.۱۰

(۳) ۰.۰۸

(۴) ۰.۰۶

۱۳- یک قطعه فولاد ساده کربنی با ترکیب ۰.۲٪ کربن، پس از آنکه به مدت کافی در دمای کمی بالاتر از دمای یوکتوئید نگهداری شد، تحت عملیات کوئنچ قرار گرفت. درصد فاز مارتنزیت شکل گرفته و ترکیب شیمیایی کربن آن به ترتیب چقدر است؟ $(\%C)_\alpha = 0$

(۱) ۰.۲، ۰.۲۵

(۲) ۰.۸، ۰.۲۵

(۳) ۰.۲، ۱.۰۰

(۴) ۰.۲، ۰.۷۵

۱۴- در یک بلور HCP آرمانی نسبت $\frac{c}{a} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ است. نسبت چگالی اتمی صفحه‌ای $\frac{\rho_P(0001)}{\rho_P(10\bar{1}0)}$ در این بلور چقدر است؟

(۱) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$

(۲) $\frac{3\sqrt{2}}{4}$

(۳) $\frac{4\sqrt{2}}{3}$

(۴) $\frac{16\sqrt{2}}{9}$

۱۵- اندازه شعاع یک حفره بین نشین ۸ وجهی در یک ساختمان بلوری FCC دارای اتم‌هایی به شعاع R چقدر است؟

(۱) $r = (\sqrt{3} - \frac{4}{5})R$

(۲) $r = (\sqrt{3} - 1)R$

(۳) $r = (\sqrt{2} - \frac{2}{3})R$

(۴) $r = (\sqrt{2} - 1)R$

۱۶- در ساختمان بلوری از نوع فلورید کلسیم یا فلوریت کلسیم (CaF_2) (شکل زیر) عدد همسایگی یون F^- کدام

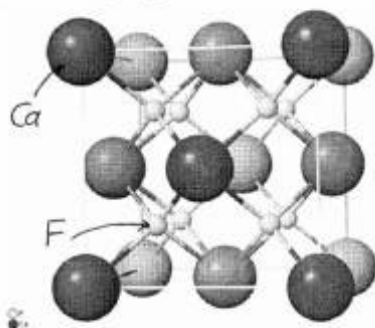
است؟

(۱) ۴

(۲) ۶

(۳) ۸

(۴) ۱۲



۱۷- در دو فرآیند تبلور مجدد و رشد دانه، چه رابطه‌ای میان جهت حرکت مرز دانه و مرکز انحنای مرز دانه وجود دارد؟

- (۱) در هر دو فرآیند تبلور مجدد و رشد دانه، مرز دانه به طرف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند.
- (۲) در هر دو فرآیند تبلور مجدد و رشد دانه، مرز دانه به طرف مخالف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند.
- (۳) در تبلور مجدد مرز دانه به طرف مخالف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند و در رشد دانه مرز دانه به طرف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند.
- (۴) در تبلور مجدد مرز دانه به طرف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند و در رشد دانه مرز دانه به طرف مخالف مرکز انحنای مرز دانه حرکت می‌کند.

۱۸- در فرآیند جوانه‌زنی یک فاز جامد از یک فاز مایع، شعاع بحرانی شکل‌گیری جوانه (r_1^*) در شرایط جوانه‌زنی همگن

(r_{het}^*) و ناهمگن (r_{het}^*) چه نسبتی با هم دارند؟

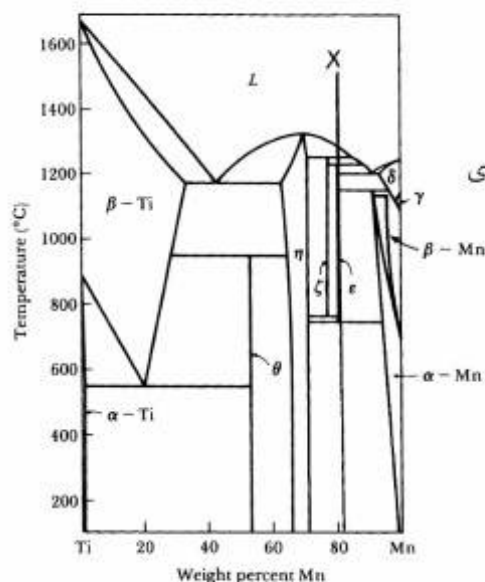
$$r_{hom}^* > r_{het}^* \quad (۱)$$

$$r_{hom}^* = r_{het}^* \quad (۲)$$

$$r_{hom}^* < r_{het}^* \quad (۳)$$

$$r_{hom}^* \gg r_{het}^* \quad (۴)$$

۱۹- در آلیاژ X نشان داده شده در نمودار $Ti-Mn$ ، با کاهش دما به ترتیب چه استحاله‌های دما ثابت رخ می‌دهد؟



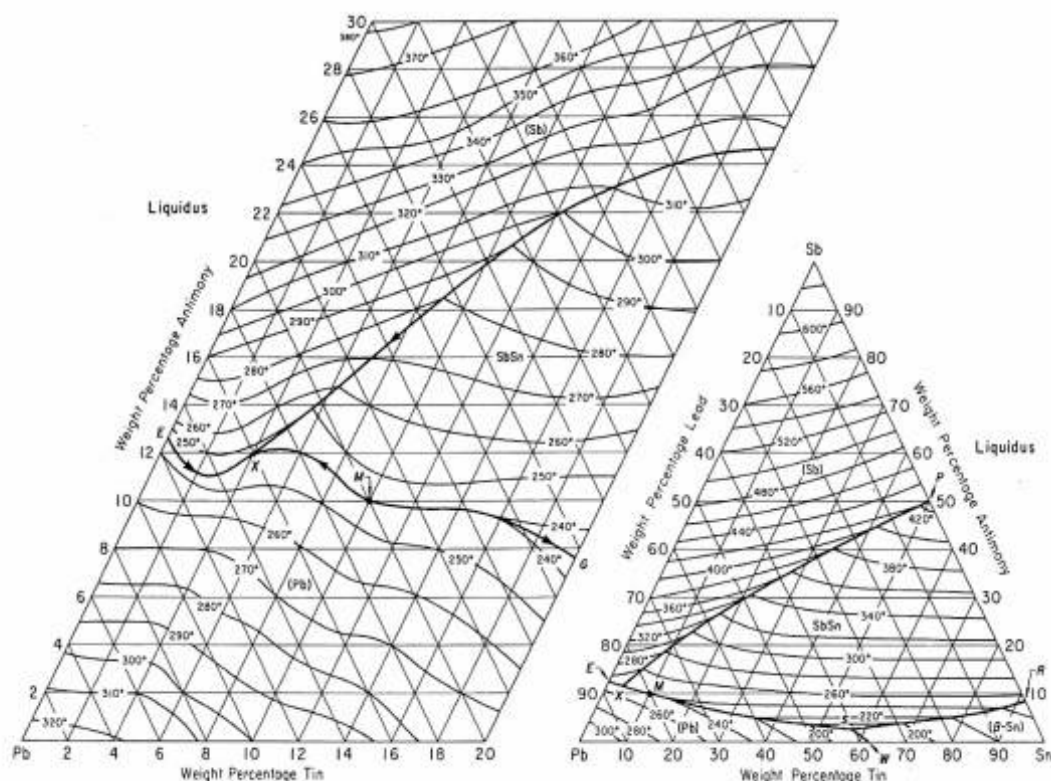
(۱) یک پریتکتیکی و یک پریتکوتیدی

(۲) دو پریتکتیکی و یک یوتکتویدی

(۳) دو پریتکتیکی، یک یوتکتیکی، یک پریتکوتیدی و دو یوتکتویدی

(۴) سه پریتکتیکی، یک پریتکوتیدی و دو یوتکتویدی

۲۰- مقطع سطح مذاب آلیاژ Pb-Sb-Sn و قسمت بزرگ شده گوشه Pb آن در شکل زیر نشان داده‌اند. مسیر انجماد آلیاژ ۱۰٪Sn-۱۰٪Sb-۸۰٪Pb در این نمودار کدام است؟

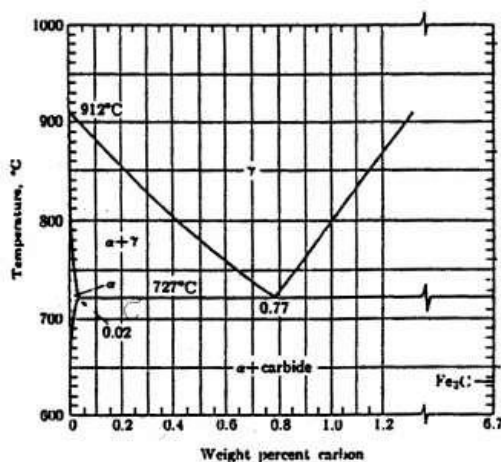


- ۱) انجماد با رسوب فازهای (Pb) و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطه X با استحاله یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb) + (Sb) + SbSn$ صورت می‌گیرد.
- ۲) انجماد با رسوب فازهای (Pb)، (β-Sn)، و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطه X با استحاله یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb) + (Sb) + SbSn$ صورت می‌گیرد.
- ۳) انجماد با رسوب فاز (Pb) شروع و انجماد نهایی آن در نقطه X با استحاله یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Sb) + (Pb) + SbPb$ صورت می‌گیرد.
- ۴) انجماد با رسوب فازهای (Pb) و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطه X با استحاله یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb) + (Sb) + (\beta-Sn) + SbPb$ صورت می‌گیرد.

گزینه صحیح	شماره سوال
2	1
2	2
1	3
2	4
4	5
3	6
1	7
4	8
4	9
1	10
2	11
3	12
2	13
3	14
4	15
1	16
3	17
2	18
2	19
1	20

خواص فیزیکی مواد

- ۱- فولادی حاوی ۱/۲ درصد کربن در 800°C آستنیت شده و به سرعت تا دمای زیر صفر سرد شده است. ساختار نهایی شامل چه فازهایی است و درصد هر کدام چقدر است؟



- (۱) مارتنزیت ۱۰۰ درصد
- (۲) مارتنزیت ۹۶ درصد، سمیتیت ۴ درصد
- (۳) پرلیت ۹۳ درصد، سمیتیت ۷ درصد
- (۴) مارتنزیت ۹۶ درصد، آستنیت باقیمانده ۴ درصد

- ۲- دو ریز ساختار نشان داده شده در شکل زیر متعلق به دو فولاد سخت شده در آب هستند. ریز ساختار الف و ریز ساختار ب است.



الف



ب

- (۱) ساختار سورییتی متعلق به یک فولاد یوکتوئید، مارتنزیت پر شکل متعلق به یک فولاد کم کربن
- (۲) ساختار بینیت پایینی متعلق به یک فولاد کم کربن، ساختار بینیت بالایی متعلق به یک فولاد پر کربن
- (۳) پرلیت لایه‌ای متعلق به یک فولاد یوکتوئید، مارتنزیت بشقابی متعلق به یک فولاد پر کربن
- (۴) مارتنزیت پر شکل متعلق به یک فولاد کم کربن، مارتنزیت بشقابی متعلق به یک فولاد پر کربن

- ۳ - آلیاژی از برنج پس از ۴۰٪ کار سرد، حرارت داده شده است. با توجه به تأثیر دما بر خواص این آلیاژ که در جدول زیر دیده می‌شوند، دماهای بازیابی، تبلور مجدد و رشد دانه‌ها با تقریب برحسب °C به ترتیب کدام می‌باشند؟

Annealing Temperature (°C)	Electrical Conductivity ($\times 10^3 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$)	Tensile Strength (psi)	Grain Size (mm)
125	4.5	85,000	0.150
175	4.5	85,000	0.150
225	6.0	85,000	0.150
275	6.1	85,000	0.150
325	6.1	57,000	0.005
375	6.2	54,000	0.007
425	6.2	52,000	0.010
475	6.3	49,000	0.030
525	6.3	47,000	0.050
575	6.4	46,000	0.080
625	6.4	45,000	0.125
700	6.4	44,000	0.200

- (۱) ۶۵۰، ۳۰۰، ۲۰۰
(۲) ۵۲۵، ۲۷۵، ۱۷۵
(۳) ۶۲۵، ۳۲۵، ۲۷۵
(۴) ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰

- ۴ - در هنگام کربوره کردن یک نمونه فولادی در کدام یک از شرایط زیر نمی‌توان از تابع خطا به عنوان حل قانون دوم فیک استفاده کرد؟
(۱) دمای کربوره کردن نمونه بسیار بالا انتخاب شده باشد.
(۲) دمای کربوره کردن نمونه پایین انتخاب شده باشد.
(۳) غلظت کربن در انتهای نمونه تغییر کند.
(۴) غلظت کربن در انتهای نمونه تغییر نکند.

- ۵ - رابطه بین ضریب نفوذ جانشینی (D_A) و ضریب نفوذ جای خالی (D_V) نشان می‌دهد که (X_V^e کسر مولی جاهای خالی تعادلی):

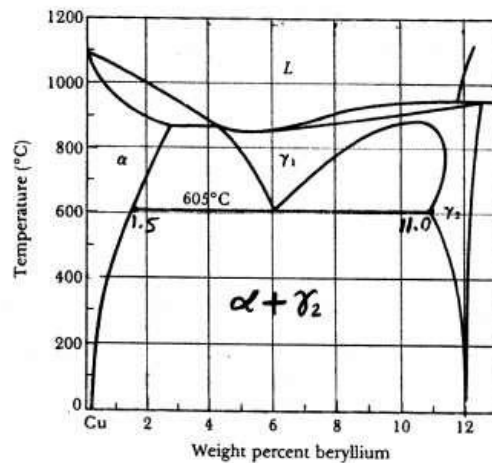
$$D_V = \frac{X_V^e}{D_A} \quad (1) \quad D_V > D_A \text{ است زیرا}$$

$$D_V = \frac{D_A}{X_V^e} \quad (2) \quad D_V > D_A \text{ است زیرا}$$

$$D_V = \frac{D_A}{X_V^e} \quad (3) \quad D_V < D_A \text{ است زیرا}$$

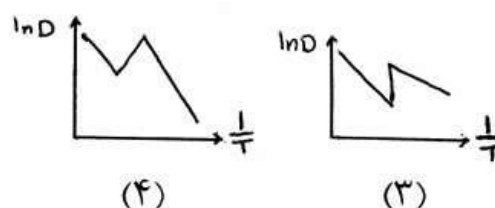
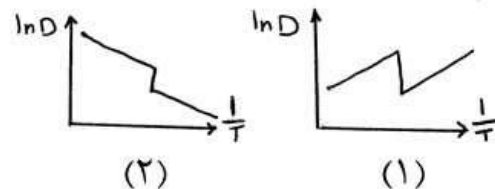
$$D_V = \frac{X_V^e}{D_A} \quad (4) \quad D_V < D_A \text{ است زیرا}$$

- ۶ - آلیاژی از مس با ۲ درصد بریلیم در 800°C آنیل انحلالی شده و به سرعت در آب سرد می‌شود. سپس در دمای 300°C به مدت ۱۰ ساعت تحت عملیات رسوب سختی قرار می‌گیرد. کدام گزینه صحیح است؟



- (۱) این آلیاژ قابلیت رسوب سختی دارد و پس از عملیات فوق، فاز α به صورت ذرات کوهیرنت در زمینه تشکیل می‌شود.
 (۲) این آلیاژ قابلیت رسوب سختی ندارد ولی پس از عملیات فوق ساختار همگنی شامل ۸۵ درصد α و ۱۵ درصد γ_2 تشکیل می‌شوند.
 (۳) این آلیاژ قابلیت رسوب سختی دارد و پس از مرحله سرد شدن در آب به حداکثر سختی می‌رسد.
 (۴) این آلیاژ قابلیت رسوب سختی دارد و پس از عملیات فوق، فاز γ_2 به صورت ذرات کوهیرنت در زمینه تشکیل می‌شوند.

- ۷ - کدام گزینه تغییرات ضریب نفوذ (D) بر حسب دما (T) را برای آهن خالص نشان می‌دهد؟



۸ - اعمال فشار هیدرواستاتیکی بر روی یک فلز در دمای بالا

- (۱) تأثیری بر غلظت جاهای خالی و سرعت نفوذ نخواهد داشت.
- (۲) باعث کاهش حجم جزیی در فلز خواهد شد ولی بر نفوذ تأثیری نخواهد داشت.
- (۳) باعث کاهش غلظت جاهای خالی و در نتیجه کند شدن آهنگ نفوذ خواهد شد.
- (۴) باعث افزایش غلظت جاهای خالی و در نتیجه تسریع آهنگ نفوذ خواهد شد.

۹ - فرمول یک جامد بلوری یونی به صورت AB و نسبت شعاع یونی در آن به صورت

$$\frac{r(A^+)}{r(B^-)} = 1 \text{ است. ضریب تراکم یونی این بلور چقدر است؟}$$

$$\frac{\pi\sqrt{3}}{8} \quad (۲) \quad \frac{\pi\sqrt{2}}{6} \quad (۱)$$

$$\frac{\pi\sqrt{3}}{7} \quad (۴) \quad \frac{\pi\sqrt{2}}{5} \quad (۳)$$

۱۰ - در یک ساختمان بلوری، Ti^{4+} موضع بین نشین هشت وجهی واقع در مرکز

یک سلول واحد FCC، Ca^{2+} گوشه‌های سلول واحد و O^{2-} مرکز وجوه آن

را پر کرده‌اند. فرمول شیمیایی این ترکیب چیست؟



۱۱ - نسبت چگالی اتمی صفحه‌ای $\frac{\rho_p(111)}{\rho_p(110)}$ در یک بلور FCC چقدر است؟

$$\frac{3\sqrt{6}}{2} \quad (۲) \quad \frac{2\sqrt{6}}{3} \quad (۱)$$

$$\frac{3\sqrt{2}}{2} \quad (۴) \quad \frac{2\sqrt{3}}{3} \quad (۳)$$

۱۲ - در انجماد هتروژن یک فلز خالص اگر زاویه خیس شونده‌ی مذاب بر روی ذره

خارجی 90° باشد، نسبت Γ_{het}^* به Γ_{hom}^* در این حالت چقدر است؟

(۱) $\frac{1}{2}$ (۲)

(۳) $\frac{1}{4}$ (۴) $\frac{1}{8}$

۱۳ - اگر مقدار فوق تبرید در هنگام انجماد یک مذاب فلزی ۳ برابر شود، نسبت

$$\frac{\Gamma_{hom}^*}{\Gamma_{het}^*}$$

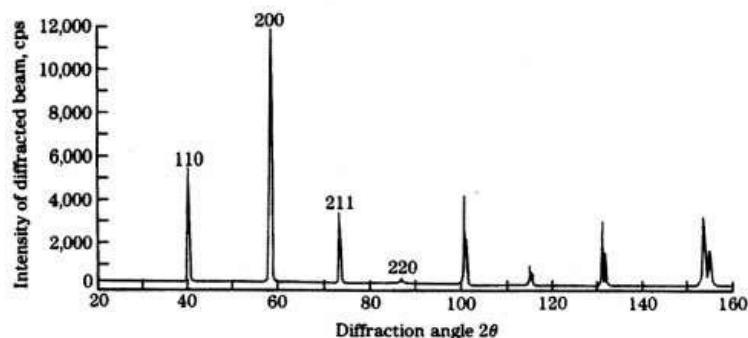
(۱) یک نهم می‌شود. (۲) تغییر نمی‌کند.

(۳) سه برابر می‌شود. (۴) یک سوم می‌شود.

۱۴ - در الگوی پراش اشعه X نشان داده شده در شکل زیر، اندیس بلوری چهار صفحه

ارائه شده است. با توجه به این اندیس‌ها، اندیس بلوری چهار صفحه بعدی به

ترتیب چیست؟

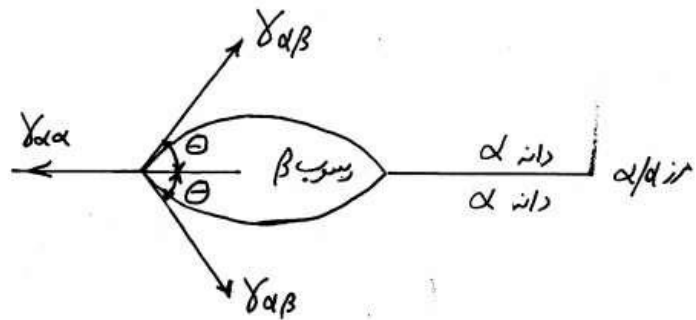


(۱) $400, 303, 222, 310$ و 411 (۲) $411, 312, 222, 301$

(۳) $400, 321, 222, 310$ (۴) $402, 321, 222, 310$

۱۵ - در هنگام جوانه‌زنی رسوب β در مرز دانه α/α ، توانایی مرز α/α در کاهش

میزان ΔG^* بستگی به مقدار ΔG_{het}^* کمتر است.



(۱) زاویه θ دارد. هرچه θ بزرگتر باشد،

(۲) $\frac{\gamma_{\alpha\alpha}}{\gamma_{\alpha\beta}}$ دارد. هرچه این نسبت بزرگتر باشد،

(۳) $\frac{\gamma_{\alpha\alpha}}{\gamma_{\alpha\beta}}$ دارد. هرچه این نسبت کوچکتر باشد،

(۴) $S(\theta)$ دارد. هرچه $S(\theta)$ زیادتر باشد،

۱۶ - در هنگام جوانه‌زنی در حالت جامد، اثر تنش ناشی از تغییر حجم باعث خواهد

شد که

(۱) r^* بدون تغییر باقی بماند، در حالی که ΔG^* کاهش خواهد یافت.

(۲) r^* بدون تغییر باقی بماند، در حالی که ΔG^* افزایش خواهد یافت.

(۳) r^* و ΔG^* هر دو کاهش یابند.

(۴) r^* و ΔG^* هر دو افزایش یابند.

۱۷ - یک چدن نشکن تحت شرایط نیمه تعادلی سرد شده است، در دمای اتاق ریز

ساختار آن شامل ۳/۵٪ وزنی گرافیت در زمینه‌ای شامل ۵۰٪ فریت و ۵۰٪

پرلیت است. درصد کربن کل این چدن به طور تقریب چقدر است؟

(۱) ۳/۶ (۲) ۳/۹

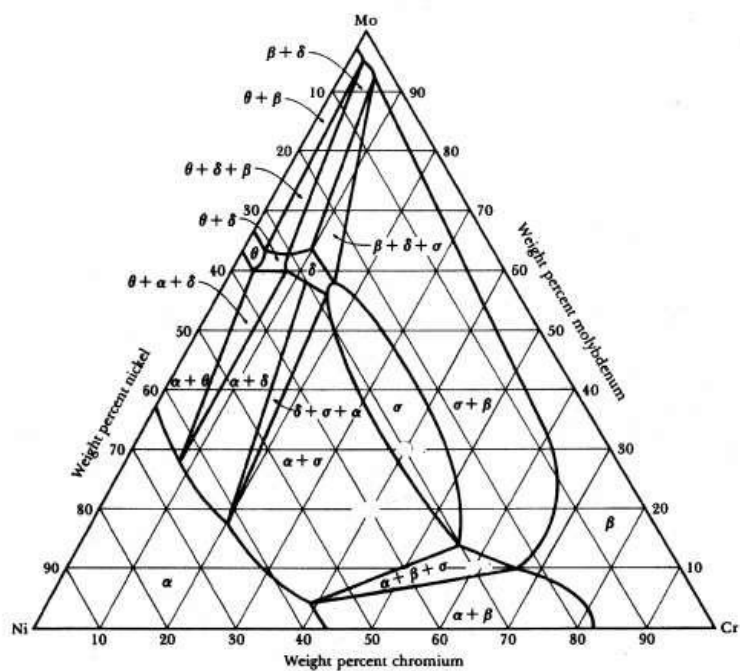
(۳) ۴/۲ (۴) ۵/۱

۱۸- فولادی با ۴٪ کربن در 910°C به مدت کافی آستنیت شده و سپس در هوای فشرده سرد شده است. در دمای اتاق ساختار آن از ۸۰٪ پرلیت ظریف و ۲۰٪ فریت تشکیل شده است. در پرلیت این آلیاژ چند درصد کربن وجود دارد؟

(۱) ۸٪ (۲) ۷٪

(۳) ۶٪ (۴) ۵٪

۱۹- درصد تقریبی فازهای α و σ در حال تعادل با همدیگر در آلیاژ ۵۰٪ Ni - ۳۰٪ Cr - ۲۰٪ Mo با استفاده از نمودار سه جزئی Ni - Cr - Mo به ترتیب چقدر است؟

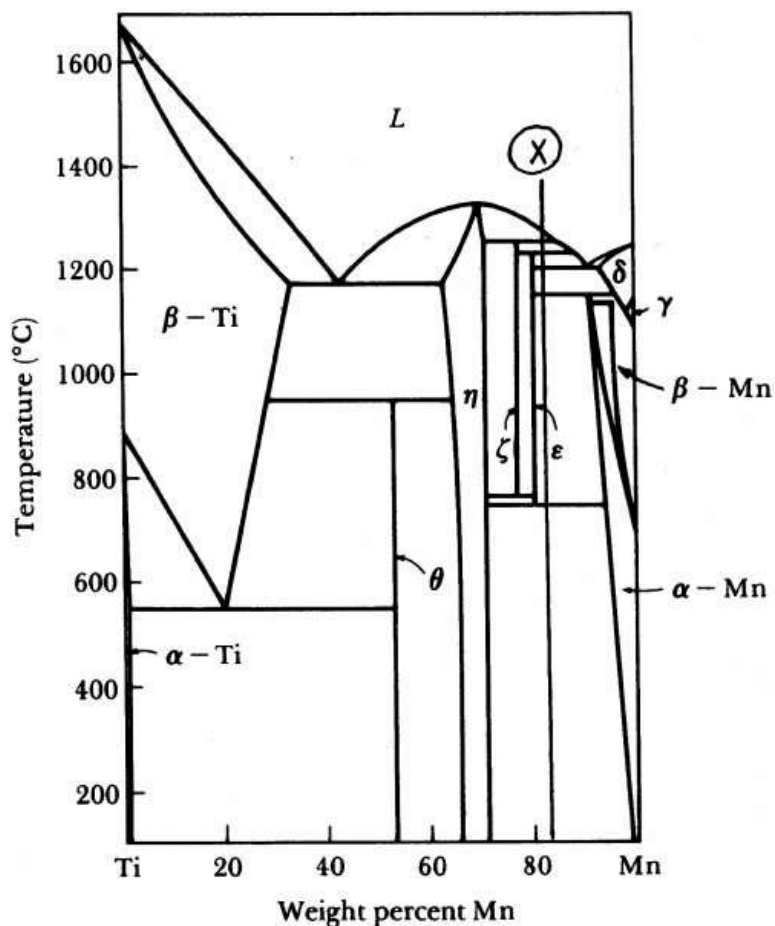


(۱) ۶۰ و ۴۰ (۲) ۵۰ و ۵۰

(۳) ۷۵ و ۲۵ (۴) ۳۵ و ۶۵

۲۰- در آلیاژ X نشان داده شده در نمودار تعادلی Ti - Mn، به هنگام سرد کردن

تعادلی آلیاژ از ناحیه مایع تا دمای اطاق، چه استحاله‌هایی به وقوع می‌پیوندند؟



(۱) یک استحاله پریتکتیکی - دو استحاله یوتکتیکی - یک استحاله پرتکتوئیدی -

یک استحاله یوتکتوئیدی

(۲) دو استحاله مونونکتیکی - یک استحاله یوتکتیکی - یک استحاله پریتکتیکی -

یک استحاله یوتکتوئیدی

(۳) دو استحاله پریتکتیکی - یک استحاله یوتکتیکی - یک استحاله پرتکتوئیدی -

یک استحاله یوتکتوئیدی

(۴) دو استحاله پریتکتیکی - دو استحاله یوتکتیکی - یک استحاله یوتکتوئیدی

شماره سوال	گزینه صحیح
1	2
2	4
3	1
4	3
5	2
6	4
7	3
8	3
9	2
10	4
11	1
12	1
13	2
14	3
15	2
16	4
17	2
18	4
19	1
20	3