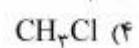
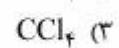
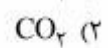
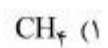
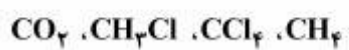


خواص فیزیکی و مکانیکی مواد:

۱ - گشتاور دو قطبی در کدام یک از ترکیبات زیر بالاترین است؟



۲ - چگالی عیوب بلوری خطی در ساختار یک فلز، نیروی محرکه برای وقوع کدام یک از فرآیندهای زیر است؟

(۱) بازایی

(۲) رشد دانه‌ها

(۳) تشکیل رسوب‌های کوهیرنت در ساختار و رشد آنها

(۴) تشکیل رسوب‌های غیر کوهیرنت در ساختار و رشد آنها

۳ - حجم اشغال شده توسط یک اتم در یک بلور HCP با $a = 2 \text{ nm}$, $c = 3 \text{ nm}$ چند nm^3 است؟

(۱) $2\sqrt{2}$

(۲) $2\sqrt{3}$

(۳) $3\sqrt{2}$

(۴) $3\sqrt{3}$

۴ - یک فولاد هیپر یوکتونئید نرمالیزه شده دارای ۹۰٪ پرلیت با ۱/۲٪ کربن است. درصد کربن این فولاد چقدر است؟

$(\%C)_{Fe_3C} = 6/7$

(۱) ۱/۲۵

(۲) ۱/۴۵

(۳) ۱/۷۵

(۴) ۱/۹۰

۵ - کدام یک از ساختارهای زیر دارای کمترین حجم ویژه است؟

(۱) آستنیت

(۲) بینیت

(۳) پرلیت

(۴) مارتنزیت

۶ - در یک استحاله آستنیت به مارتنزیت در یک فولاد کربنی ساده، با افزایش درصد کربن نسبت $\frac{c}{a}$ (تترا گونالیت) و

دماهای M_s و M_f به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

(۱) افزایش، افزایش

(۲) افزایش، کاهش

(۳) کاهش، کاهش

(۴) کاهش، افزایش

۷ - اتمی با بسامد جهش اتمی $12s^{-1}$ در یک شبکه بلوری به طور اتفاقی نفوذ می‌کند. اگر فاصله هر جهش برابر 1\AA باشد، در این صورت کل فاصله طی شده توسط این اتم در مدت $3 \times 10^4 \text{ s}$ بر حسب μm چقدر است؟

(۱) ۳۰

(۲) ۶۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۶۰۰

۸- نوع سه فاز میانی CrN ، FeZn_7 و Mg_3Sn به ترتیب عبارتند از:

- (۱) بین نشینی، الکترونی، بین فلزی
- (۲) بین نشینی، بین فلزی، الکترونی
- (۳) بین فلزی، الکترونی، بین نشینی
- (۴) الکترونی، بین نشینی، بین فلزی

۹- یک چدن کربنی ساده سرد شده تحت شرایط تعادلی شبه پایدار دارای ۴۰٪ وزنی Fe_3C کل در ساختار خود در دمای اتاق است. درصد وزنی کربن آن چقدر است؟

$$(\%C)_{\text{Fe}_3\text{C}} = 6,7 \quad (\%C)_\alpha = 0$$

(۱) ۵,۳۶

(۲) ۴,۳

(۳) ۳,۳۵

(۴) ۲,۶۸

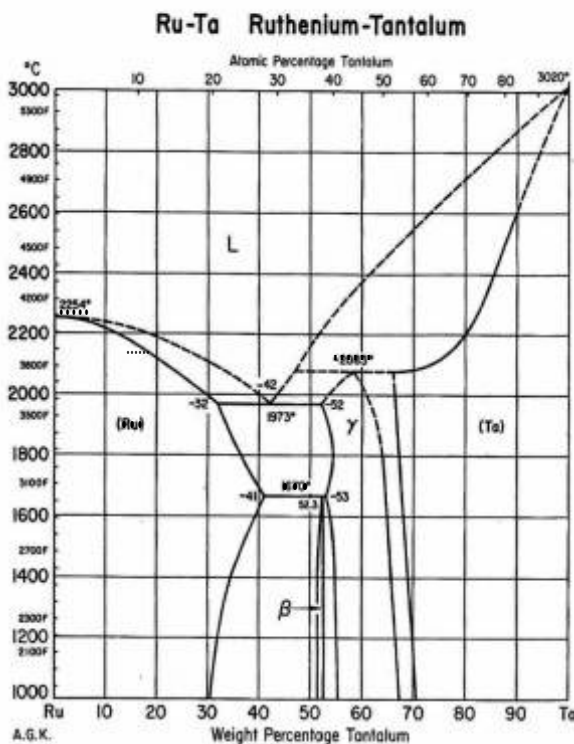
۱۰- در نمودار تعادلی Ru-Ta به ترتیب چند استحال یوتکتیکی، پریکتیکی، یوتکتوئیدی و پریکتوئیدی وجود دارد؟

(۱) ۱، ۰، ۰، ۰، ۲

(۲) ۱، ۱، ۰، ۱

(۳) ۱، ۰، ۱، ۱

(۴) ۰، ۱، ۱، ۱



۱۱- در خزش دیفیوژیونی (coble) در صورت کاهش اندازه دانه‌ها به میزان $\frac{1}{10}$ سرعت خزش آن چند برابر می‌شود؟

(۱) $\frac{1}{100}$

(۲) $\frac{1}{100}$

(۳) $\frac{1}{1000}$

(۴) $\frac{1}{1000}$

۱۲- استحکام برشی نظری برای فلزات از رابطه $\tau_{th} = \frac{Gb}{(2\pi d)}$ به دست می‌آید (d فاصله صفحات لغزش و b بردار برگرز می‌باشد). میزان تنش برشی نظری در فلزات FCC برابر کدام یک از موارد زیر است؟

(۱) $G / (2\pi)$

(۲) $G\sqrt{3} / (2\pi)$

(۳) $G\sqrt{6} / (2\pi)$

(۴) $G\sqrt{6} / (4\pi)$

۱۳- یک تک بلور BCC در صورت اعمال یک تنش کششی برابر σ در جهت $[100]$ تسلیم می‌شود. مؤلفه تنش برشی بحرانی آن در سیستم لغزش $[111](110)$ چقدر است؟

(۱) $\frac{\sigma\sqrt{2}}{2}$

(۲) $\frac{\sigma\sqrt{3}}{3}$

(۳) $\frac{\sigma\sqrt{6}}{6}$

(۴) $\frac{\sigma}{6}$

۱۴- نیرو در جهت x بین دو نابجایی لبه‌ای موازی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$F_x = \frac{Gb^2x(x^2 - y^2)}{2\pi(1 - \nu)(x^2 + y^2)^2}$$

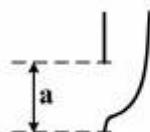
کدام گزینه نیروی بین دو نابجایی به شکل زیر را نشان می‌دهد؟

(۱) \circ

(۲) $\frac{-Gb^2}{2\pi(1 - \nu)a}$

(۳) $\frac{Gb^2}{2\pi(1 - \nu)a}$

(۴) ∞



۱۵- کدام گزینه در مورد نیروی بین دو نابجایی صادق است؟

(۱) نیروی بین دو نابجایی پیچی همیشه جاذبه است.

(۲) نیروی بین دو نابجایی پیچی همیشه دافعه است.

(۳) نیروی بین دو نابجایی لبه‌ای همیشه دافعه است.

(۴) بین دو نابجایی لبه‌ای و پیچی نیرویی وجود ندارد.

۱۶- واکنش ترکیب یک نابجایی در شبکه BCC به صورت زیر است:

$$\frac{a}{4}[\bar{1}h1] + \frac{a}{4}[k\bar{1}1] \rightarrow a[00\ell]$$

مقدار h, k, ℓ به ترتیب کدام است؟

(۱) ۱, ۱, ۱

(۲) ۱, ۱, $\bar{1}$

(۳) ۱, $\bar{1}$, ۱

(۴) $\bar{1}$, $\bar{1}$, ۱

۱۷- واکنش نابجایی زیر معرف کدام یک از گزینه‌های زیر است؟

$$\frac{a_0}{4}[\bar{1}\bar{1}1] + \frac{a_0}{4}[111] \rightarrow a_0[001]$$

(۱) این واکنش در شبکه BCC اتفاق می‌افتد و معرف یکی از مکانیزم‌های رشد ترک است.

(۲) این واکنش در شبکه BCC اتفاق می‌افتد و معرف یکی از مکانیزم‌های جوانه‌زنی ترک است.

(۳) این واکنش در شبکه FCC اتفاق می‌افتد و معرف یکی از مکانیزم‌های رشد ترک است.

(۴) این واکنش در شبکه FCC اتفاق می‌افتد و معرف یکی از مکانیزم‌های جوانه‌زنی ترک است.

۱۸- در صورتی که نرخ کار سختی در پلی کریستال ۹ برابر نرخ کار سختی در تک کریستال ماده‌ای باشد، مقدار فاکتور

اشمید کدام است؟

(۱) ۳

(۲) ۹

(۳) $\frac{1}{3}$

(۴) $\frac{1}{9}$

۱۹- در یک بارگذاری خستگی $\sigma_{\max} = 300 \text{ MPa}$, $\sigma_{\min} = -300 \text{ MPa}$

شرایط تنش به $\sigma_{\max} = 400 \text{ MPa}$, $\sigma_{\min} = -400 \text{ MPa}$ تغییر می‌کند. کدام گزینه در مورد طول عمر نمونه

صحیح است؟

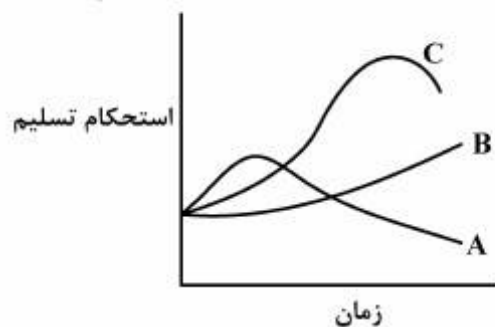
(۱) زیاد می‌شود چون دامنه تنش زیاد شده است.

(۲) کاهش می‌یابد چون دامنه تنش زیاد شده است.

(۳) زیاد می‌شود چون تنش مینیمم کم شده است.

(۴) تغییر نمی‌کند چون تنش متوسط صفر است.

۲۰- منحنی پیر سختی آلیاژی از آلومینیم به صورت زیر داده شده است. کدام گزینه دمای درست منحنی‌ها را نشان می‌دهد؟



(۱) $T_A > T_c > T_B$

(۲) $T_A < T_c < T_B$

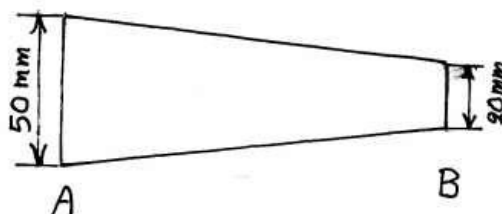
(۳) $T_B > T_A > T_C$

(۴) $T_C > T_A > T_B$

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

خواص فیزیکی و مکانیکی مواد

- ۱- یک قطعه گوه‌ای شکل از آلومینیم خالص (شکل زیر) تحت نور سرد قرار گرفته است تا ضخامت همه جای آن به ۱ cm برسد. سپس در دمای 400°C به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شده و در نهایت در هوا سرد شده است. کدام گزینه در مورد اندازه دانه‌های دو نقطه A و B صحیح است؟ دانه‌های



- (۱) منطقه A از B ریزتر هستند.
 (۲) منطقه A از B درشت‌تر هستند.
 (۳) هر دو منطقه مساوی و درشت هستند.
 (۴) هر دو منطقه مساوی و ریز هستند.
- ۲- فرمول یک جامد یونی بلوری به صورت AB و نسبت شعاع یونی در آن به صورت $\frac{r(A^+)}{r(B^-)} = 0.25$ است. اگر $r(B^-) = 1 \text{ \AA}$ باشد، در آن صورت چگالی اتمی خطی B^- در جهت $[110]$ چقدر است؟

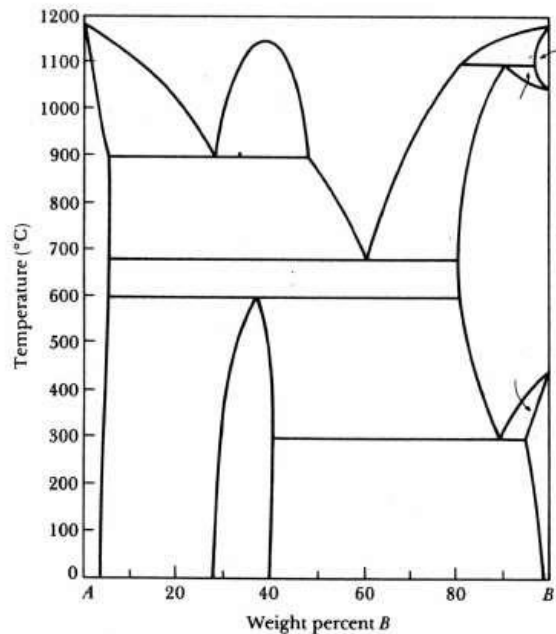
$$\begin{array}{ll} \frac{2\sqrt{5}}{11} & (2) \\ \frac{3\sqrt{2}}{8} & (4) \end{array} \quad \begin{array}{ll} \frac{2\sqrt{5}}{9} & (1) \\ \frac{2\sqrt{2}}{5} & (3) \end{array}$$

- ۳- یک فولاد هیپر یوتکتوئید نرمالیزه شده دارای ۰.۵٪ فاز پرویوتکتوئید است. اگر درصد کربن در مخلوط یوتکتوئیدی این فولاد ۱٪ باشد، در آن صورت درصد C این فولاد چقدر است؟ ($C_{Fe_3C} = 6.7\%$)

$$\begin{array}{ll} 1/29 & (2) \\ 1/75 & (4) \end{array} \quad \begin{array}{ll} 1/09 & (1) \\ 1/45 & (3) \end{array}$$

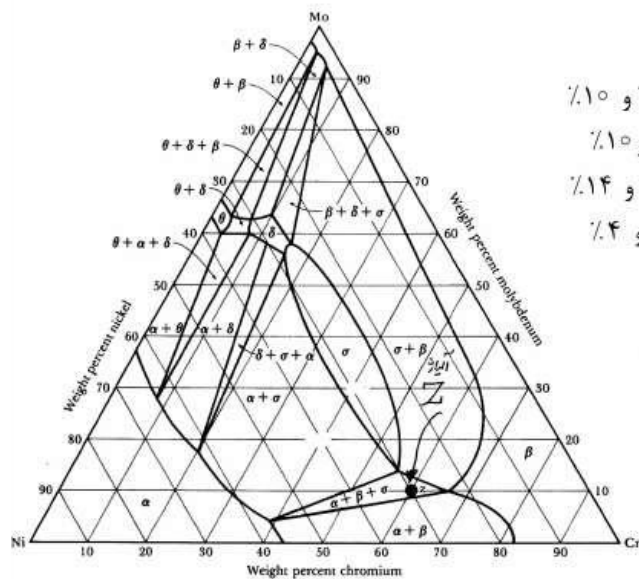
- ۴- کدام گزینه در استحاله مذاب - جامد و استحاله جامد - جامد صحیح است؟
- (۱) r^* و ΔG^* در استحاله جامد - جامد بزرگتر از r^* و ΔG^* در استحاله مذاب - جامد است.
- (۲) r^* و ΔG^* در استحاله جامد - جامد کوچکتر از r^* و ΔG^* در استحاله مذاب - جامد است.
- (۳) r^* و ΔG^* در استحاله جامد - جامد مساوی r^* و ΔG^* در استحاله مذاب - جامد است.
- (۴) r^* در هر دو استحاله مساوی است، اما ΔG^* استحاله مذاب جامد کوچکتر از استحاله جامد - جامد است.

- ۵ - نمودار دو جزئی A-B نشان داده شده در شکل، به ترتیب کاهش دما دارای چه استحاله‌های دما ثابتی است؟



- (۱) پریتکتیکی - مونوتکتیکی - یوکتیکی - پریتکتوئیدی - یوکتیکی
 (۲) پریتکتیکی - یوکتیکی - یوکتیکی - پریتکتوئیدی - یوکتوئیدی
 (۳) پریتکتیکی - مونوتکتیکی - یوکتیکی - پریتکتیکی - یوکتوئیدی
 (۴) پریتکتیکی - مونوتکتیکی - یوکتیکی - پریتکتوئیدی - یوکتوئیدی

- ۶ - ترکیب شیمیایی تقریبی فاز β را در آلیاژ Z نشان داده شده در نمودار سه جزئی Ni-Cr-Mo به ترتیب برای Ni، Cr و Mo از راست به چپ چند درصد است؟



- (۱) ۳۰٪، ۶۰٪ و ۱۰٪
 (۲) ۲۴٪، ۶۶٪ و ۱۰٪
 (۳) ۳۰٪، ۵۶٪ و ۱۴٪
 (۴) ۵۷٪، ۳۹٪ و ۴٪

- ۷ - حجم اشغال شده توسط یک اتم در یک ساختمان بلوری HCP ایده آل با ثابت‌های شبکه a و c بر حسب a چقدر است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \frac{3a^2\sqrt{2}}{2} & (2) \quad \frac{a^2\sqrt{3}}{3} \\ (3) \quad \frac{a^2\sqrt{2}}{2} & (4) \quad \frac{2a^2\sqrt{2}}{3} \end{array}$$

- ۸ - اگر معادله مربوط به ضریب نفوذ جانشینی را با معادله مربوط به ضریب نفوذ بین نشینی مقایسه کنیم، ملاحظه می‌شود که معادله ضریب نفوذ جانشینی نسبت به ضریب نفوذ بین نشینی دارای دو جمله اضافی می‌باشد.

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \Delta H_m \text{ و } \Delta H_v & (2) \quad \Delta G_m \text{ و } \Delta H_v \\ (3) \quad \Delta H_m \text{ و } \Delta S_m & (4) \quad \Delta H_v \text{ و } \Delta S_v \end{array}$$

- ۹ - در دمای ثابت، سرعت تشکیل آستینت از کدام یک از ساختارهای میکروسکوپی زیر بیشتر است؟

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \text{بینیت} & (2) \quad \text{پرلیت ظریف} \\ (3) \quad \text{سمنتیت کروی} & (4) \quad \text{پرلیت خشن} \end{array}$$

- ۱۰ - به هنگام آنیل یک زوج نفوذی متشکل از فلزات روی و مس در مجاورت فصل مشترک و در سمت روی، تنش و در سمت مس، تنش وجود دارد.

$$\begin{array}{ll} (1) \quad \text{کششی - کششی} & (2) \quad \text{فشاری، فشاری} \\ (3) \quad \text{کششی - فشاری} & (4) \quad \text{فشاری، کششی} \end{array}$$

۱۱- کدام یک از جملات زیر در رابطه با ضریب حساسیت به نرخ کرنش یک فلز (m) صحیح است؟

- (۱) با افزایش دما، مقدار m افزایش می‌یابد.
- (۲) با افزایش دما، مقدار m کاهش می‌یابد.
- (۳) با افزایش دما تا T_m ، m کاهش و در دمای بالاتر m افزایش می‌یابد.
- (۴) با افزایش دما تا T_m ، m افزایش و در دماهای بالاتر m کاهش می‌یابد.

۱۲- انرژی نقص چینش (γ) برای سه آلیاژ و فلز در جدول داده شده است. با توجه به تجزیه نابجایی در بلور

$$FCC: \frac{a}{6}[11\bar{1}] + \frac{a}{6}[2\bar{1}\bar{1}] \rightarrow \frac{a}{2}[10\bar{1}]$$

فلز / آلیاژ	$\gamma, \text{erg/cm}^2$	G, Psi
Al	۲۰۰	3.7×10^6
Cu	۴۰	5.2×10^6
Cu + ۷٪ Al	4	5×10^6

- (۱) Cu
- (۲) Al
- (۳) Cu - ۷٪ Al
- (۴) هر دو Al و Cu بخاطر γ و G بزرگتر

۱۳- پدیده نقطه تسلیم در کریستال فلزات و آلیاژهایی مشهودتر است که تعداد نابجایی‌های متحرک اولیه، امکان بالقوه

تکثیر نابجایی‌ها، ضریب حساسیت سرعت نابجایی‌ها به تنش (m) باشد.

- (۱) اندک، پایین
- (۲) اندک، بالا
- (۳) زیاد، پایین
- (۴) زیاد، بالا

۱۴- در خصوص میدان‌های تنشی اطراف نابجایی‌ها کدام مورد صادق است؟

- (۱) میدان تنشی اطراف نابجایی پیچشی متقارن نیست.
- (۲) اتم‌های جانشینی فقط با میدان تنشی نابجایی پیچی اندرکنش می‌دهند.
- (۳) اتم‌های بین نشین با میدان تنشی هر دو نابجایی لبه‌ای و پیچی اندرکنش می‌دهند.
- (۴) میدان تنشی اعمالی کاملاً محوری میدان تنشی نابجایی لبه‌ای را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

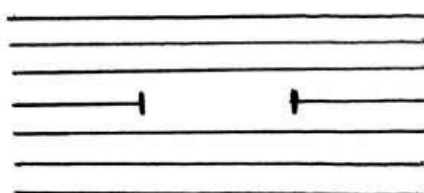
۱۵- کدام گزینه در مورد واکنش زیر در شبکه FCC صحیح است؟ $\frac{a}{2}[11\bar{0}] \rightarrow \frac{a}{6}[2\bar{1}\bar{1}] + \frac{a}{6}[1\bar{2}\bar{1}]$

- (۱) واکنش انجام‌پذیر نیست چون از نظر برداری صحیح و انرژی کاهش می‌یابد.
- (۲) واکنش انجام‌پذیر است چون هم از نظر برداری و هم از نظر کاهش انرژی صحیح است.
- (۳) واکنش انجام‌پذیر نیست چون از نظر برداری صحیح نیست و انرژی افزایش می‌یابد.
- (۴) واکنش انجام‌پذیر نیست چون از نظر برداری صحیح نیست و در جهت کاهش انرژی است.

۱۶- برجهندگی یا رفتار فنری (Resilience) برای یک ماده با تنش تسلیم و مدول الاستیک، بیشتر است.

- (۱) پایین - کم
- (۲) پایین - زیاد
- (۳) بالا - زیاد
- (۴) بالا - کم

۱۷- کدام گزینه زیر در مورد نابجایی فرانک، مطابق شکل روبه‌رو صحیح است؟



- (۱) یک نابجایی لبه‌ای جزیی و ساکن است.
- (۲) یک نابجایی لبه‌ای جزیی و متحرک است.
- (۳) یک نابجایی لبه‌ای کامل و ساکن است.
- (۴) یک نابجایی لبه‌ای کامل و متحرک است.

۱۸ - برای تولید قطعه‌ای از جنس برنج با استحکام کششی 420 MPa و قطر 5 mm لازم است که روی قطعه 20% تغییر فرم پلاستیک سرد انجام شود، قطر میله قبل از تغییر فرم باید چند میلی‌متر باشد؟

$$7/2 \quad (2)$$

$$8/2 \quad (1)$$

$$5/6 \quad (4)$$

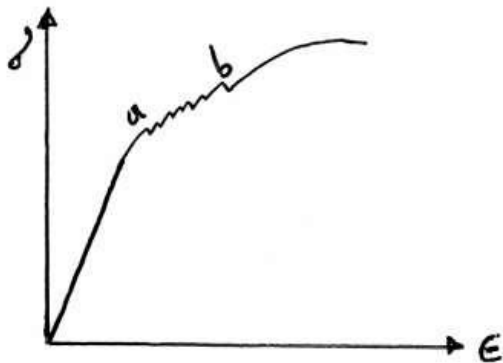
$$6/6 \quad (3)$$

$$19 - \begin{cases} \sigma_1 = -\sigma_3 \\ \sigma_2 = 0 \end{cases} \text{ و در آزمایش پیچش شرایط تنشی بصورت: } \begin{cases} \sigma_1 = \sigma_{\max} \\ \sigma_2 = \sigma_3 = 0 \end{cases} \text{ در آزمایش کشش شرایط تنشی به صورت:}$$

است، با توجه به اطلاعات داده شده برای یک σ_{\max} معین گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) مقدار تغییر فرم پلاستیک بستگی به نوع آزمایش ندارد.
- (۲) مقدار تغییر فرم پلاستیک در آزمایش پیچشی زیادتر از آزمایش کششی است.
- (۳) مقدار تغییر فرم پلاستیک در آزمایش کششی زیادتر از آزمایش پیچشی است.
- (۴) مقدار تغییر فرم پلاستیک به نوع ماده بستگی داشته و برای هر دو آزمایش یکسان است.

۲۰ - نمودار تست کشش یک فلز با ساختار هگزاگونال بصورت زیر بدست آمده است. در منطقه تغییر شکل یکنواخت (a-b)، تغییر شکل بصورت زیگزاک و دندانه‌ای دیده شده است. این پدیده به چه علت ایجاد شده است؟



- (۱) فعال شدن سیستم‌های لغزشی جدید با ادامه کشش و افزایش کار سختی
- (۲) عبور ناپجایی‌ها از قفل‌های ایجاد شده (Cottrell Lock) توسط عناصر محلول در آلیاژ
- (۳) پدیده لودر (Lüder Band) که لغزش از یک سمت شروع شده و بسمت دیگر نمونه به پیش می‌رود.
- (۴) تغییر شکل دوقلوبی (microtwin) و لغزش همزمان، با پیش‌دستی تغییر شکل دو قلوبی به‌منظور قرار دادن سیستم لغزشی فعال هگزاگونال

شماره سوال	گزینه صحیح
۱	1
۲	3
۳	2
۴	1
۵	4
۶	2
۷	3
۸	4
۹	1
۱۰	3
۱۱	1
۱۲	3
۱۳	1
۱۴	3
۱۵	2
۱۶	4
۱۷	1
۱۸	4
۱۹	2
۲۰	4