

504

D

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



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



صبح جمعه
۹۳/۱۱/۱۷

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

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۴

مجموعه مهندسی مواد - کد ۱۲۷۲

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۷۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	عنوان مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی	۳۰	۱	۳۰
۲	ریاضی (ریاضی عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، ریاضی مهندسی)	۲۰	۳۱	۵۰
۳	خواص فیزیکی مواد	۲۰	۵۱	۷۰
۴	خواص مکانیکی مواد	۲۰	۷۱	۹۰
۵	شیمی فیزیک و ترمودینامیک	۲۰	۹۱	۱۱۰
۶	خواص مواد مهندسی و بیومتریال‌ها	۲۰	۱۱۱	۱۳۰
۷	شیمی آلی و بیوشیمی	۲۰	۱۳۱	۱۵۰
۸	فیزیولوژی و آناتومی	۲۰	۱۵۱	۱۷۰

مهندسی پزشکی

توضیح: داوطلبان متقاضی رشته مهندسی پزشکی از مجموعه مهندسی مواد می‌توانند به انتخاب خود به جای

دروس ۵ و ۶ و ۷ و ۸ پاسخ دهند.

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

بهمن ماه - سال ۱۳۹۳

حق جاب، 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 متغییرن برابر مقررات رفتار می‌شود.

PART A: Vocabulary

Directions: Choose the word or phrase (1), (2), (3), or (4) that best completes each sentence. Then mark your answer sheet.

- 1- Being an honest person, she was unwilling to ----- Peter in the swindle he had planned.
1) confirm 2) abet 3) jeopardize 4) impede
- 2- The girl is surrounded by so many possessions that testify to her family's -----.
1) opulence 2) activism 3) propensity 4) elitism
- 3- The physician advised the ----- man to lose weight if he wanted to not be afflicted with different medical complications.
1) craven 2) sturdy 3) immense 4) obese
- 4- Enlightened slave owners were willing to ----- their slaves and thus put an end to the evil.
1) initiate 2) emancipate 3) efface 4) reject
- 5- One of the most striking aspects of Indian cultures was the production of ceremonial costumes and ornaments worn during religious -----.
1) rituals 2) subtleties 3) fashions 4) prefaces
- 6- The Clarks' ----- spending habits have put them in debt.
1) extemporaneous 2) divisive 3) extravagant 4) passionate
- 7- The people who had lost their homes in the fire tried to ----- whatever was salvageable from the ruins of that fire.
1) confront 2) extinguish 3) exclude 4) glean
- 8- The new study will test different doses for safety. And scientists should be able to tell if the antibodies ----- some of Alzheimer's devastating mind-robbing symptoms.
1) emerge 2) predict 3) alleviate 4) precede
- 9- Coaches often tell their players that a little nervousness is good because it keeps them on their -----.
1) limbs 2) toes 3) fingers 4) feet
- 10- Without liquids or food, people typically ----- after 10 to 14 days.
1) diminish 2) recede 3) falter 4) perish

PART B: Cloze Passage

Directions: Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark your answer sheet.

Like most people, students tend to be overconfident about newly learned skills. This self-assessment problem can occur because the common educational practice of "massed training" promotes rapid acquisition of a skill—and self-confidence—but (11) ----- retention of that capability. In mass training, instructors teach students in one or a few intense sessions. Students (12) ----- such instruction quickly obtain the relevant knowledge. Yet skills taught in this way tend to decay rapidly, (13) ----- people remain unaware of this fact. (14) ----- more evident than in driver education. Although millions of dollars (15) ----- on such courses, they do not, the data suggest, produce safer drivers.

- 11- 1) not necessary for the 2) necessarily none of the
3) not necessarily the 4) for no necessary
- 12- 1) undergo 2) undergone 3) by undergoing 4) undergoing
- 13- 1) although 2) however 3) so that 4) then

- 14- 1) Nowhere might this problem be
 2) This problem nowhere might be
 3) Nowhere might be this problem
 4) Nowhere this problem might be
 15- 1) spent
 2) are spent
 3) being spent
 4) that are spent

PART C: Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

Passage 1:

Pure metals give up their latent heat of fusion and solidify at a single temperature. During the early stages of solidification, the temperature may fall slightly below the melting point of the metal. This phenomenon is referred to as supercooling or undercooling. During supercooling the freezing process is arrested, because not enough heat of fusion is released from the liquid to sustain a transformation from liquid to solid. When solidification does begin, the temperature recovers to the melting point temperature and remains constant until all of the metal has completed the transformation to the solid state. A slightly different cooling curve can be observed when the molten metal includes some minute solid impurities. These impurities promote solidification by serving as nucleation sites, such that free-moving atoms can anchor themselves onto these impurities. Therefore only some undercooling may occur when the melt includes such impurities.

- 16- **Select the correct expression about latent heat of fusion?**
 1) May increase during solidification.
 2) Increases solidification temperature.
 3) Is released during solidification.
 4) Is the major cause of the anchoring the atoms to impurities.
- 17- **What is the difference between supercooling and undercooling?**
 1) Supercooling and undercooling would increase and decrease the melting point respectively.
 2) Supercooling refers to pure metals but undercooling to metals with slight impurities.
 3) Supercooling and undercooling are the same.
 4) Supercooling is higher than undercooling
- 18- **During undercooling,**
 1) The temperature may rise slightly over the melting point of the metal.
 2) The temperature of the melt is constant.
 3) The liquid to solid transformation continues.
 4) The solidification process is suppressed.
- 19- **Which statement is correct?**
 1) Supercooling in pure melts is more than in impure metals
 2) Impurities result in increasing the supercooling.
 3) Supercooling occurs only in pure metals
 4) Undercooling occurs only in impure metals.
- 20- **What is the role of impurities?**
 1) Postponing solidification
 2) Anchoring the solidification process.
 3) Increasing the undercooling.
 4) Acting as nucleation sites.

Passage 2:

When we refer to primary metal production, we mean metal that is produced from ore found in deposits in the earth's crust. Secondary production indicates material acquired through recycling. Potential recyclable metal waste can be divided into two types of scrap: new scrap and old scrap. New scrap is composed of the leftover materials generated during production. For instance, as circular tops and bottoms from aluminum beverage cans are punched out from an aluminum sheet, there will be leftover material that qualifies as new scrap. Old scrap is metal recovered from recycled consumer products, including the finished beverage cans themselves.

The aluminum can was introduced in the early 1970s, and initially the public treated aluminum cans as a discardable product. However, by the late 1970s recycling of aluminum cans began to take off as the industry and public saw the environmental and economic advantage of recycling.

- 21- What is the difference between primary and secondary metal production?**
 1) Earths crust
 2) Base materials
 3) Purity of the products
 4) Final applications
- 22- New scrap is mainly...**
 1) Surplus materials
 2) The same as old scrap
 3) Circular tops and bottoms from aluminium can.
 4) Aluminum cans
- 23- What is the benefit of aluminum cans recycling?**
 1) It is only a public saw
 2) It has economical profits
 3) It is an old scrap
 4) Public treated aluminium cans
- 24- Which statement is correct?**
 1) New scrap qualifies for leftover materials.
 2) During the production of aluminum cans, the aluminum sheet is discarded completely.
 3) Punching is not a reasonable treatment for producing aluminum cans.
 4) Punching the aluminum sheets for producing aluminum cans would result in new scrap.
- 25- The recycling process of old and new scraps of aluminum:**
 1) Is of economic advantage.
 2) A proverb
 3) Is composed of the leftover materials.
 4) Is generated during the production.

Passage 3:

A cheap and effective water filter has been made from the sapwood of pine tree branches. Researchers found that xylem—the porous transport tissue in plants—filters microbes from water, making it safer to drink.

Lead researcher explains that xylem tissue allows sap to flow through it while preventing the spread of vapour bubbles. Xylem's structure comprises closed end conduits (tubes) arranged in parallel, with membranes connecting adjacent conduits. The porosity of the membranes that trap these bubbles is in the same range required to filter microbes from water—essentially making the xylem tissue a filter material.

Having studied the xylem structures of several species, the team settled on pine conifers, as the conduits are short and constitute most of the sapwood. This makes it easy to isolate the xylem and enables the construction of thinner filters compared to that from other types of plant. The process of creating these filters is straightforward. Simply take a branch of pine, peel off the bark, clamp it onto a tube and flow water through the sapwood using pressure. This is not

recommended as a replacement for certified filters but it does provide a method to make water safer to drink.

The aim, however, is not to provide rustic filters for parched Scouts. The technology performs too well for that. So far, the pine sapwood has been used to filter out about 99.99% of E. coli bacteria from water. The intention is to create low-cost, replaceable xylem filters for portable devices.

- 26- How does xylem make water safer to drink?**
- 1) It lets water pass while blocking the passage of microbes.
 - 2) It prevents the spread of vapour bubbles.
 - 3) It has made a cheap and effective water filter.
 - 4) It is made from the sapwood of pine trees.
- 27- What does the structure of xylem look like?**
- 1) Tissue that allows sap to flow through but prevents bubbles to pass.
 - 2) An array of tightly packed parallel tubes.
 - 3) Tubes connected with membranes.
 - 4) Closed-end conduits.
- 28- Why did the researchers opt for pine conifers?**
- 1) Because they had studied xylem structures of other specimen.
 - 2) Because most of the conduits are constructed from short sapwood.
 - 3) Because thinner filters could be constructed.
 - 4) Because sapwood is short.
- 29- How does the water filtered through sapwood compare with water filtered by commercially available purifiers?**
- 1) The filtrate of commercially available filters is of better quality.
 - 2) Sapwood water will be safe to drink in a few years time.
 - 3) Certified filters do not recommend sapwood water.
 - 4) Sapwood is not suitable for parched Scouts.
- 30- What is the optimal aim of the research team?**
- 1) Provision of cheap and readily available water filters.
 - 2) Construction of portable devices.
 - 3) Filter out all E. coli bacteria from water.
 - 4) Devising a technology that does not perform too well.

ریاضی (ریاضی عمومی ۱ و ۲، معادلات دیفرانسیل، ریاضی مهندسی):

۳۱- فرض کنید $f(x) = e^x p(x)$, $p(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2$. در این صورت $f^{(n)}(0)$ کدام است؟

(۱) $c_0 + c_1 + 2c_2$

(۲) $c_0 + c_1 + c_2$

(۳) $c_0 + nc_1 + 2n(n-1)c_2$

(۴) $c_0 + nc_1 + n(n-1)c_2$

۳۲- اگر n عدد صحیح و مثبتی باشد، آیا می‌توانیم داشته باشیم $\int_0^{\pi} \sin^n t \cdot \cos^n t dt = a \int_0^{\pi} \cos^n t dt$ اگر

پاسخ مثبت است، ثابت a کدام است؟

(۱) بلی، $a = 2^{-n}$

(۲) بلی، $a = 2^{1-n}$

(۳) بلی، $a = 2^{1-n}$

(۴) خیر

۳۳- ریشه‌های معادله مختلط $z^2 - (5+i)z + 8+i = 0$ کدام است؟

(۱) $\begin{cases} 3-2i \\ 2-i \end{cases}$

(۲) $\begin{cases} 3-2i \\ 2+i \end{cases}$

(۳) $\begin{cases} 3+2i \\ 2-i \end{cases}$

(۴) $\begin{cases} 3+2i \\ 2+i \end{cases}$

۳۴- حاصل جمع سری $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{n+1}$ ، کدام است؟

(۱) $|x| < 1, \ln(1-x^2)$

(۲) $|x| \leq 1, \ln(1+x^2)$

(۳) $|x| \leq 1, x \neq 0, \frac{\ln(1+x^2)}{x^2}$

(۴) $x = 0$ و $x \neq 0, 1$ ، $\frac{\ln(1-x^2)}{x^2}$ به ازای

۳۵- فاصله همگرایی سری $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n^2 + 1}$ ، کدام است؟

(۱) $(0, +1)$

(۲) $(-1, 0)$

(۳) $(-1, +1)$

(۴) $[-1, +1]$

۳۶- فرض کنیم $W = f(x, y)$ دارای مشتقات جزئی مرتبه دوم پیوسته و $\begin{cases} x = 2u + v \\ y = u - v \end{cases}$ در این صورت عبارت

برابر با کدام مورد زیر است؟ $5 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$

(۱) $\frac{\partial^2 w}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial v^2}$

(۲) $2 \frac{\partial^2 w}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial v^2}$

(۳) $\frac{\partial^2 w}{\partial u^2} - 2 \frac{\partial^2 w}{\partial v^2}$

(۴) $\frac{\partial^2 w}{\partial u^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2 w}{\partial v^2}$

۳۷- کدام مورد برای تابع $f(x, y) = (x^2 + y^2)e^{-(x^2 + y^2)}$ نادرست است؟

(۱) تابع f در $(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2})$ ماکزیمم مطلق دارد.

(۲) تابع f در $(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2})$ نقطه زینی دارد.

(۳) تابع f در $(0, 1)$ ماکزیمم مطلق دارد.

(۴) تابع f در $(0, 0)$ مینیمم مطلق دارد.

۳۸- مساحت بخشی از مخروط $z^2 = x^2 + y^2$ که بین صفحات $z = 0$ و $x + 2z = 3$ واقع شده، کدام است؟

(۱) $\pi\sqrt{3}$

(۲) $\pi\sqrt{6}$

(۳) $2\pi\sqrt{3}$

(۴) $2\pi\sqrt{6}$

۳۹- انتگرال $\int_0^{\frac{\pi}{4}} \int_0^{\sec \theta} f(r \cos \theta, r \sin \theta) r dr d\theta + \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\csc \theta} f(r \cos \theta, r \sin \theta) r dr d\theta$ برابر با کدام

است؟

$$\int_0^1 \int_0^y f(x, y) dx dy \quad (1)$$

$$\int_0^1 \int_0^1 f(x, y) dx dy \quad (2)$$

$$\int_0^1 \int_0^x f(x, y) dy dx \quad (3)$$

$$\int_0^1 \int_x^1 f(x, y) dy dx \quad (4)$$

۴۰- اگر مثلث C با رئوس $(0, 0, 1)$, $(0, 1, 0)$, $(1, 0, 0)$ از نقطه $(1, 1, 1)$ در جهت عقربه ساعت دیده شود، آنگاه

مقدار انتگرال $\oint_C xy dx + yz dy + zxdz$ کدام است؟

$$-\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

$$-\frac{1}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

۴۱- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $(x^2 + 3y^2) dx - 2xy dy = 0$ کدام است؟

$$x^2 + y^2 = cx^2 \quad (1)$$

$$x^2 + y^2 = cx^2 \quad (2)$$

$$x^2 + y^2 = cx^2 \quad (3)$$

$$x^2 + y^2 = cy \quad (4)$$

۴۲- یک فاکتور انتگرال برای معادله دیفرانسیل $(2xy^2 e^y + 2xy^2 + y) dx + (x^2 y^2 e^y - x^2 y^2 - 3x) dy = 0$

کدام است؟ (این فاکتور فقط تابعی از y است)

$$F = \frac{1}{y} \quad (1)$$

$$F = \frac{1}{y^2} \quad (2)$$

$$F = \frac{1}{y^3} \quad (3)$$

$$F = \frac{1}{y^4} \quad (4)$$

۴۳- جواب مسأله مقدار اولیه $\begin{cases} y'' + 4y = g(t) \\ y(0) = 0, y'(0) = 0 \end{cases}$ و $g(t) = \begin{cases} 0, & 0 \leq t \leq 5 \\ \frac{t-5}{5}, & 5 \leq t \leq 10 \\ 1, & t \geq 10 \end{cases}$ کدام است؟

uها در زیر، تابع پله واحداند.

$$y(t) = \frac{1}{5} u_5(t) \left[\frac{1}{4}(t-5) - \frac{1}{8} \sin 2(t-5) \right] - \frac{1}{5} u_{10}(t) \left[\frac{1}{4}(t-10) - \frac{1}{8} \sin 2(t-10) \right] \quad (1)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} u_5(t) \left[\frac{1}{8} \sin 2(t-5) - \frac{1}{4}(t-5) \right] - \frac{1}{5} u_{10}(t) \left[\frac{1}{8} \sin 2(t-10) - \frac{1}{4}(t-10) \right] \quad (2)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} u_5(t) \left[\frac{1}{4}(t-5) - \frac{1}{8} \sin 2(t-5) \right] \quad (3)$$

$$y(t) = \frac{1}{5} [(t-5)u_5(t) - (t-10)u_{10}(t)] \quad (4)$$

۴۴- همه مقادیری از α (حقیقی) که به ازای آنها همه جوابهای معادله دیفرانسیل $x^2 y'' + \alpha xy' + \frac{5}{4}y = 0$

به صفر میل کنند هرگاه (الف) $x \rightarrow 0$ ، (ب) $x \rightarrow \infty$ ، کدام است؟

(الف) $\alpha \leq 1$ (ب) $\alpha > 1$ (۱)

(الف) $\alpha < 1$ (ب) $\alpha > 1$ (۲)

(الف) $\alpha < 1$ (ب) $\alpha \geq 1$ (۳)

(الف) $1 - \sqrt{10} < \alpha < 1 + \sqrt{10}$ (ب) $\alpha > 1 + \sqrt{10}$ یا $\alpha < 1 - \sqrt{10}$ (۴)

۴۵- جواب دستگاه معادلات زیر $\begin{cases} (D-1)x + Dy = 2t+1 \\ (2D+1)x + 2Dy = t \end{cases}$ کدام است؟

$$x = t + \frac{2}{3}, y = \frac{1}{2}t^2 + \frac{4}{3}t + k \quad (1)$$

$$x = t + \frac{2}{3}, y = -\frac{1}{2}t^2 + \frac{4}{3}t + k \quad (2)$$

$$x = -t - \frac{2}{3}, y = \frac{1}{2}t^2 + \frac{4}{3}t + k \quad (3)$$

$$x = -t - \frac{2}{3}, y = -\frac{1}{2}t^2 + \frac{4}{3}t + k \quad (4)$$

۴۶- پاسخ انتگرال $\oint_C \frac{2z+1}{z^2 - iz^2 + 6z} dz$ که در آن C دایره‌ای به مرکز $3i$ و با شعاع $\frac{1}{3}$ می‌باشد، کدام است؟

$$\frac{\pi}{3}(12-2i) \quad (1)$$

$$\frac{\pi}{3}(12+2i) \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{15}(12-2i) \quad (3)$$

$$\frac{\pi}{15}(12+2i) \quad (4)$$

۴۷- معادله $u_{xx} - u_{yy} = 0$ با کدام تغییر متغیرهای زیر به معادله $u_{\xi\eta} = 0$ تبدیل می‌شود؟

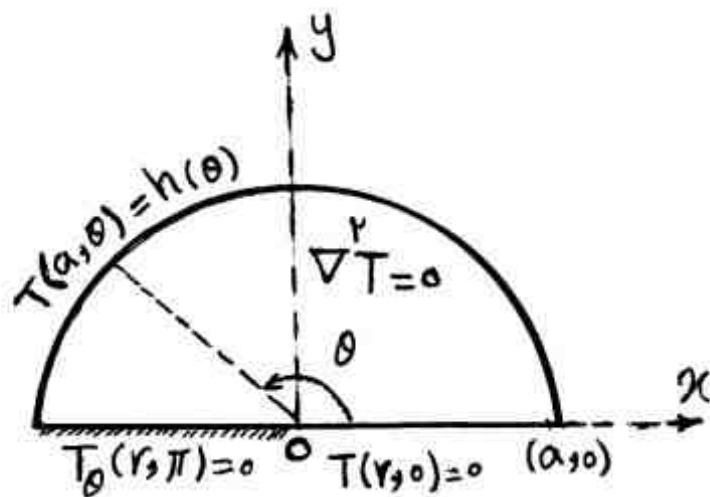
$$\begin{cases} \xi = y - x \\ \eta = y \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \xi = y + x \\ \eta = x \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} \xi = y + x \\ \eta = y - x \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \xi = y - x^2 \\ \eta = y + x^2 \end{cases} \quad (4)$$

۴۸- مسأله مقدار مرزی در داخل یک نیم‌دایره به مرکز 0 و به شعاع a و با یک قطر واقع بر محور x داده شده است. در داخل نیم‌دایره معادله دیفرانسیل لاپلاس است، همراه با شرایط مرزی داده شده، صورت کلی جواب



کدام است؟ $T(r, \theta) = \sum_{k=1}^{\infty} T_k(r, \theta)$

$$\sum_{k=1}^{\infty} B_k r^{k-\frac{1}{2}} \sin(k-\frac{1}{2})\theta \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} B_k r^k \sin(k-\frac{1}{2})\theta \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} B_k r^k \sin(\sqrt{k-1})\theta \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} B_k r^{k-\frac{1}{2}} \sin(\sqrt{k-1})\theta \quad (4)$$

۴۹- جواب‌های معادله $\sin z = a$ وقتی $a > 1$ ثابت باشد، کدام است؟

$$z_m = (\sqrt{m} - \frac{1}{2})\pi + i \ln(a + \sqrt{a^2 - 1}) \quad (1)$$

$$z_m = (\sqrt{m} + \frac{1}{2})\pi + i \ln(a + \sqrt{a^2 - 1}) \quad (2)$$

$$z_m = (\sqrt{m} - \frac{1}{2})\pi \pm i \ln(a + \sqrt{a^2 - 1}) \quad (3)$$

$$z_m = (\sqrt{m} + \frac{1}{2})\pi \pm i \ln(a + \sqrt{a^2 - 1}) \quad (4)$$

۵۰- جواب مسأله مقدار اولیه - مرزی $\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 0, 0 < x < L \\ u(x, 0) = g(x), u_t(x, 0) = h(x) \\ u(0, t) = 0, u_x(L, t) = 0 \end{cases}$ در لحظه $k \in \mathbb{N}, t = 2kL$

(عدد طبیعی)، کدام است؟

- (۱) $-g(x)$
- (۲) $(-1)^k g(x)$
- (۳) $g(x)$
- (۴) ۰

خواص فیزیکی مواد:

۵۱- 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

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

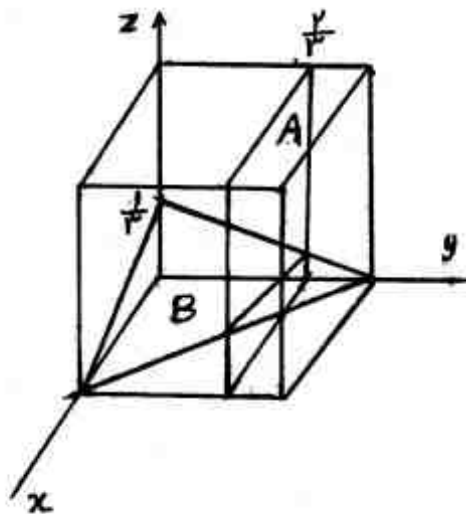
- (۱) ۴
- (۲) ۳
- (۳) ۲
- (۴) ۱

۵۳- در یک شبکه بلوری BCT (تراگونال 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 آنگسترم است، ثابت‌های شبکه a و c این بلور بر حسب آنگستروم چقدر است؟

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

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



- (۱) $[3\bar{3}0]$
- (۲) $[\bar{3}01]$
- (۳) $[\bar{4}\bar{1}0]$
- (۴) $[\bar{3}\bar{2}\bar{1}]$

۵۵- 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 هشت‌وجهی و یون‌های A^{2+} معادل $\frac{1}{3}$ مواضع بین نشین چهاروجهی را

پر کرده‌اند، فرمول شیمیایی این جامد یونی کدام است؟

- (۱) A_2BC_2
- (۲) $A_2B_2C_2$
- (۳) $A_4B_3C_2$
- (۴) $A_5B_3C_4$

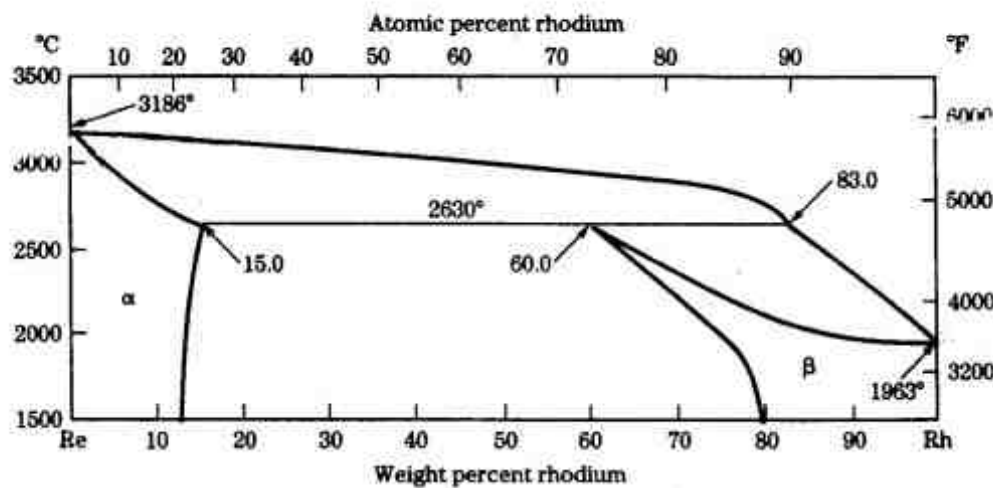
۵۶- یک فولاد هیپویوتکتوئید دارای ۲۲ درصد فریت یوتکتوئید در شرایط تعادلی است. درصد کربن این فولاد کدام است؟ $(\%C)_p = 0.8$, $(\%Fe_3C)_p = 12$, $(\%C)_\alpha = 0$

- (۱) ۰/۱۰
- (۲) ۰/۱۵
- (۳) ۰/۲۰
- (۴) ۰/۲۵

۵۷- 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

۵۸- یک آلیاژ رنیوم - رودیوم در دمای $\Delta T - 2630^\circ C$ دارای ریز ساختاری شامل فازهای α و β است که در آن کسر وزنی β چهار برابر α است. ترکیب شیمیایی این آلیاژ کدام است؟



- (۱) ۵۰٪ Re - ۵۰٪ Rh
- (۲) ۵۱٪ Rh - ۴۹٪ Re
- (۳) ۵۵٪ Re - ۴۵٪ Rh
- (۴) ۶۰٪ Rh - ۴۰٪ Re

۵۹- در نمودار فازی A-B، واکنش $L(60\%B) \xrightarrow{600^\circ C} \alpha(20\%B) + \beta(80\%B)$ رخ می‌دهد. برای آلیاژ $A-30\%B$ مقدار α اولیه در دمای $559^\circ C$ چند درصد است؟

- (۱) ۲۵
- (۲) ۵۰
- (۳) ۶۰
- (۴) ۷۵

۶۰- در کدام حالت، ضریب نفوذ درهم (\bar{D}) با ضریب نفوذ ذاتی عنصر B (D_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.

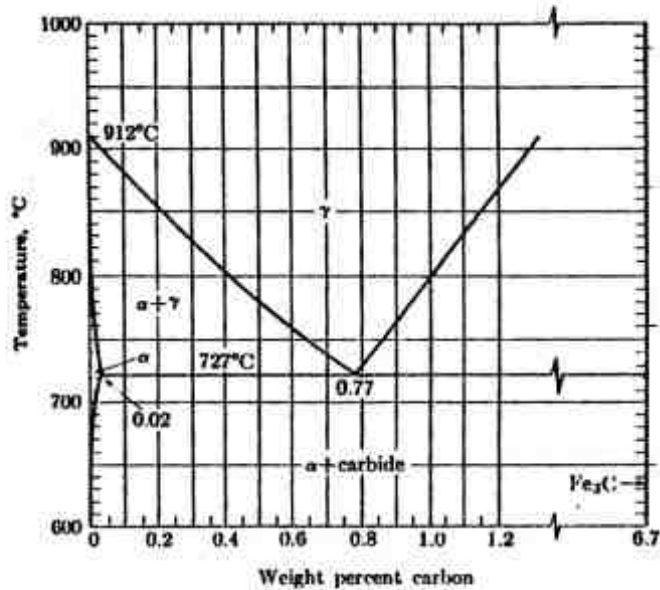
۶۱- افزایش دما به چه دلیل افزایش ضریب نفوذ در خود عناصر را در پی دارد؟

- (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 خالی

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

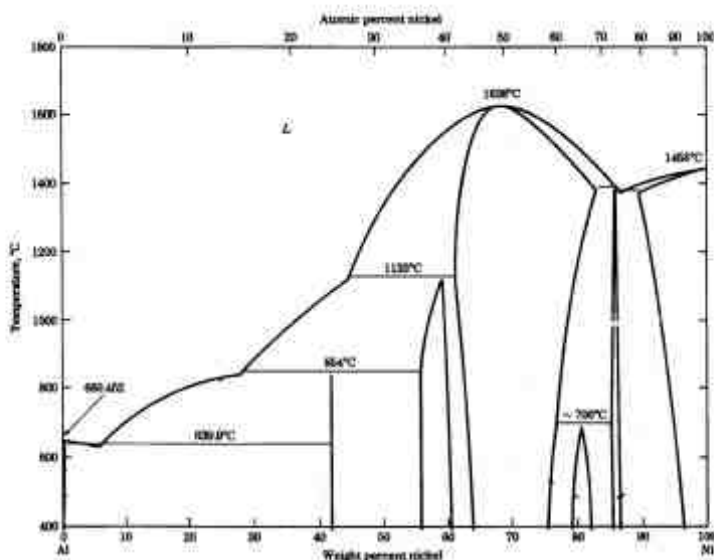
- (۱) بازگشت اول در دمای کم انجام شده است.
- (۲) بازگشت اول در زمان کم انجام شده است.
- (۳) در انتهای بازگشت اول هنوز در آن‌ها آستنیت باقی مانده وجود دارد.
- (۴) در انتهای بازگشت اول در آن‌ها مارتنزیت تازه به وجود می‌آید.

- ۶۳- گستره دمایی و مکانیزی که در آن «تردی بازپختی» رخ می‌دهد، کدام است؟ (بر حسب درجه سانتی‌گراد)
- (۱) ۳۷۵-۵۷۵ ، رسوب فازهای ترد در مرزدانه‌های آستنیت اولیه
 - (۲) ۳۷۵-۵۷۵ ، رسوب فازهای ترد در بین لایه‌های مارتنزیت
 - (۳) ۲۶۰-۳۵۰ ، رسوب فازهای ترد در مرزدانه‌های آستنیت اولیه
 - (۴) ۲۶۰-۳۵۰ ، رسوب فازهای ترد در بین لایه‌های مارتنزیت
- ۶۴- اگر فاکتور ترمودینامیکی بزرگتر از یک باشد، یا به عبارتی انحراف مثبت از حالت ایده‌آل وجود داشته باشد، این بدان معنا می‌باشد که ضریب نفوذ ذاتی:
- (۱) بزرگ‌تر از ضریب نفوذ در خود می‌باشد.
 - (۲) بزرگ‌تر از ضریب نفوذ درهم می‌باشد.
 - (۳) کوچک‌تر از ضریب نفوذ در خود می‌باشد.
 - (۴) کوچک‌تر از ضریب نفوذ درهم می‌باشد.
- ۶۵- در معادله رشد دانه‌ها ($D = kt^n$) در کدام حالت، n به 0.5 نزدیک‌تر است؟
- (۱) دانه‌ها شش ضلعی و با اضلاع مستقیم باشد.
 - (۲) فلز خالص‌تر و دمای آنیل بالاتر باشد.
 - (۳) ساختار دانه‌ریز و رسوباتی برای جلوگیری از رشد دانه‌ها در ساختار موجود باشد.
 - (۴) ساختار دانه درشت و رسوباتی برای جلوگیری از رشد دانه‌ها در ساختار موجود باشد.
- ۶۶- در هنگام جوانه‌زنی غیرهمگن در حالت جامد، ΔG_d برابر با کاهش انرژی آزاد سیستم در اثر کدام مورداست؟
- (۱) تبدیل فصل مشترک کوهیرنت به غیر کوهیرنت
 - (۲) تبدیل فصل مشترک کوهیرنت به نیمه کوهیرنت
 - (۳) حذف نقصی که جوانه بر روی آن تشکیل شده
 - (۴) رشد رسوب بر روی فصل مشترک
- ۶۷- فولادی حاوی ۱٪ کربن پس از نگهداری در دمای ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد به سرعت تا زیر صفر درجه سرد شده است. ساختار این فولاد چیست؟



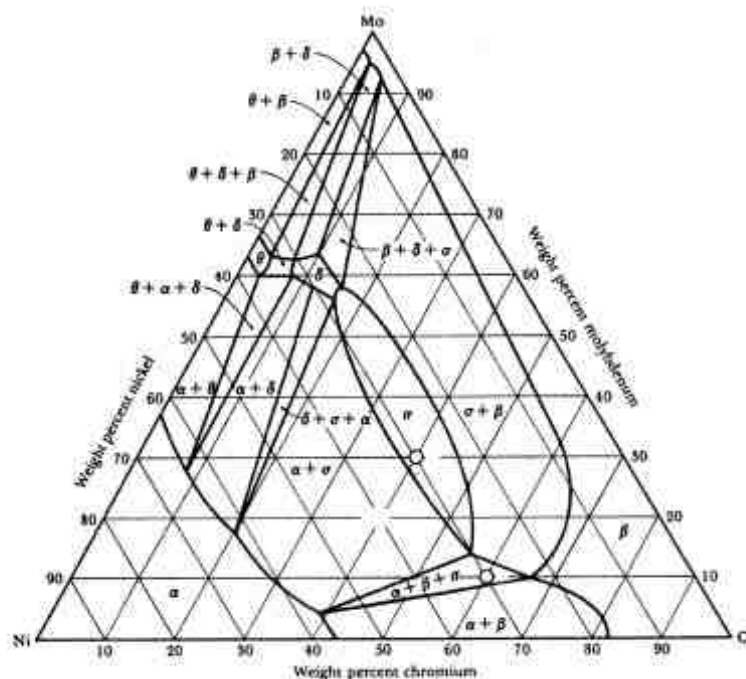
- (۱) مارتنزیت پر کربن با حدود ۰.۲٪ آستنیت
- (۲) مارتنزیت پر کربن با حدود ۰.۲٪ سمنتیت
- (۳) آستنیت با حدود ۰.۲٪ سمنتیت
- (۴) مارتنزیت و آستنیت باقی‌مانده

۶۸- در نمودار تعادلی Al-Ni، چند فاز میانی وجود دارد؟



- (۱) ۱
- (۲) ۵
- (۳) ۷
- (۴) ۱۱

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



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

(۲) $\sigma \approx 50, \beta \approx 50$

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

(۴) $\sigma \approx 28/2, \beta \approx 71/8$

۷۰- 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؟

(۱) $\frac{4\gamma}{\Delta G_V}$

(۲) $\frac{6\gamma}{\Delta G_V}$

(۳) $\frac{4\gamma}{3\Delta G_V}$

(۴) $\frac{2\gamma}{3\Delta G_V}$

خواص مکانیکی مواد:

۷۱- طبق رابطه $\sigma_1 = \frac{K_1}{\sqrt{(2\pi r)}}$ وقتی $r \rightarrow 0$ ، تنش در رأس ترک بی‌نهایت می‌شود. اما در عمل این طور نیست، علت کدام است؟

(۱) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک داشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم در رأس ترک تغییر شکل پلاستیک ایجاد و تنش به بی‌نهایت نمی‌رسد.

(۲) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک نداشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم در رأس ترک تغییر شکل پلاستیک ایجاد می‌شود.

(۳) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک داشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم شکست رخ می‌دهد.

(۴) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک نداشته باشد، تنش افزایش نمی‌یابد.

۷۲- در یک سیستم رسوب سختی، کدام گزینه در مورد شیب منحنی تغییرات استحکام تسلیم با زمان پیری

$$\left(\frac{\partial \sigma}{\partial t}\right) \text{ صادق است؟}$$

- (۱) ابتدا مثبت و سپس در زمان‌های طولانی منفی می‌شود.
- (۲) ابتدا منفی و سپس در زمان‌های طولانی مثبت می‌شود.
- (۳) شیب همواره مثبت است.
- (۴) شیب همواره منفی است.

۷۳- انرژی نقص چیدن (SFE) برای Al از فولاد زنگ نزن بیشتر است. در مورد توان کارسختی این دو فلز کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) توان کار سختی به انرژی نقص چیدن بستگی ندارد.
- (۲) توان کار سختی فولاد زنگ نزن بیشتر است.
- (۳) توان کارسختی Al بیشتر است.
- (۴) توان کار سختی دو فلز برابر است.

۷۴- در شبکه F.C.C نابه‌جایی‌ها با بردار برگزهای $\frac{a}{2}[110]$ ، $\frac{a}{2}[111]$ ، $\frac{a}{2}[100]$ و $\frac{a}{6}[211]$ وجود دارند. در اثر حرکت کدام نابجایی، منطقه نقص به وجود می‌آید؟

$$(1) \frac{a}{2}[110] \quad (2) \frac{a}{2}[111] \quad (3) \frac{a}{6}[211] \quad (4) \frac{a}{2}[100]$$

۷۵- نمونه‌هایی از یک فلز غیر آهنی تحت تنش‌های خستگی (MPa) زیر قرار می‌گیرد. در کدام مورد عمر خستگی بیشتر است؟

$$(1) 300, -300 \quad (2) 450, -150 \quad (3) 500, -200 \quad (4) 600, 0$$

۷۶- حداکثر طول ترک مجاز داخلی برای یک قطعه فولادی با چقرمگی شکست $25 \text{ MPam}^{3/2}$ تحت تنش 600 MPa ، چند میلیمتر است؟ (تأثیر هندسه ترک را یک فرض کنید).

$$(1) 0.55 \quad (2) 1/1 \quad (3) 1/5 \quad (4) 2/2$$

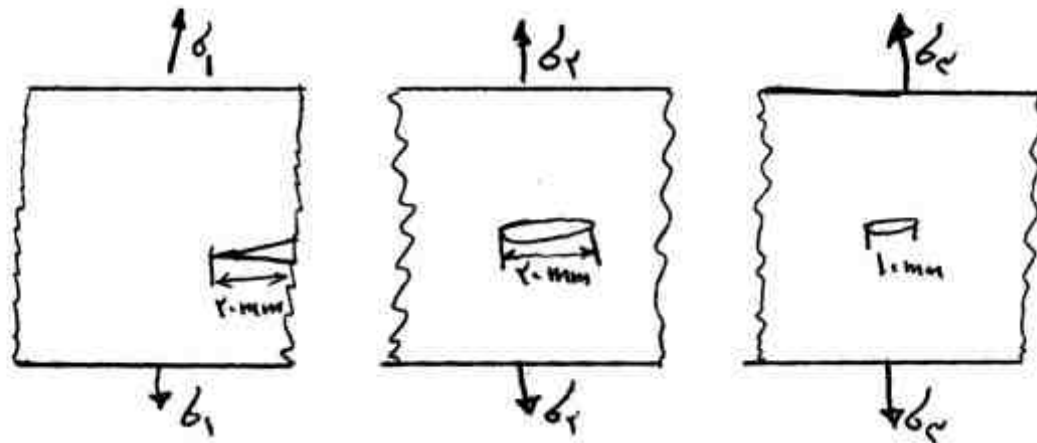
۷۷- زمان لازم برای شروع گلویی شدن در نمونه‌ای که منحنی تنش - کرنش آن از رابطه $\sigma = k\epsilon^{0.5}$ پیروی می‌کند، معادل 5000 ثانیه است. در این حالت نمونه تحت چه نرخ کرنشی کشیده شده است؟ (با فرض ثابت بودن نرخ کرنش)

$$(1) \frac{1}{s} 10^{-5} \quad (2) \frac{1}{s} 10^{-4} \quad (3) \frac{1}{s} 10^{-3} \quad (4) \frac{1}{s} 10^{-2}$$

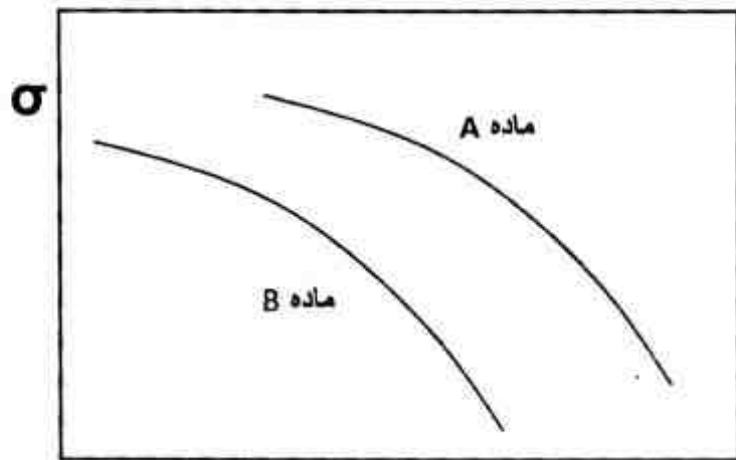
۷۸- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) لغزش و صعود نابه‌جایی در اثر تنش برشی صورت می‌گیرد.
- (۲) لغزش و صعود نابه‌جایی در اثر تنش عمودی صورت می‌گیرد.
- (۳) لغزش در اثر تنش عمودی و صعود در اثر تنش برشی صورت می‌گیرد.
- (۴) لغزش در اثر تنش برشی و صعود در اثر تنش عمودی صورت می‌گیرد.

۷۹- سه صفحه با عرض زیاد از جنس فولادی که دارای $K_{IC} = 120 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ (مطابق شکل زیر) موجود است. ترتیب تنش لازم برای شروع اشاعه ترک کدام است؟



۸۰- مقاومت به خزش در کدام ماده بیشتر است؟
 (۱) $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$ (۲) $\sigma_1 = \sigma_3 > \sigma_2$ (۳) $\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$ (۴) $\sigma_3 > \sigma_2 = \sigma_1$



Larson-Miller parameter

(۱) با این مقدار اطلاعات نمی‌توان گفت مقاومت خزشی کدام بیشتر است. بستگی به نوع ماده و ریز ساختار دارد.
 (۲) مقاومت خزشی B از A بیشتر است. چون در یک تنش ثابت ماده در زمان‌های مختلف می‌شکند.
 (۳) مقاومت خزشی B از A بیشتر است. چون تنش بیشتری را تحمل می‌کند.
 (۴) مقاومت خزشی A از B بیشتر است. چون زمان شکست A از B بیشتر است.
 ۸۱- دو میله از یک جنس و با طول و سطح مقطع به ترتیب (A_1, L_1) و (A_2, L_2) برای اینکه در کشش درصد ازدیاد طول یکسانی را نشان دهند، کدام رابطه باید برقرار باشد؟

۸۲- نمونه‌ای ترک‌دار تحت شرایط تنشی زیر قرار گرفته است:

$$\frac{\sqrt{A_1}}{L_2} = \frac{\sqrt{A_2}}{L_1} \quad (۴) \quad \frac{\sqrt{A_1}}{L_1} = \frac{\sqrt{A_2}}{L_2} \quad (۳) \quad \frac{A_1}{L_1} = \frac{A_2}{L_2} \quad (۲) \quad \frac{A_1}{L_2} = \frac{A_2}{L_1} \quad (۱)$$

$$\Delta k = k_{\max} - k_{\min} \cdot \frac{da}{dN} = 10^{-9} (\Delta k)^3 \cdot \begin{cases} \sigma_{\max} = 25 \text{ MPa} \\ R = -1 \end{cases}$$

کدام گزینه در مورد رشد ترک در این نمونه صحیح است؟

$$\frac{da}{dN} = 10^{-9} [12/\Delta\sqrt{\pi a}]^3 \quad (۲) \quad \frac{da}{dN} = 10^{-9} [25/\Delta\sqrt{\pi a}]^3 \quad (۴)$$

$$\frac{da}{dN} = 10^{-9} [12/\Delta\sqrt{\pi a}]^3 \quad (۱) \quad \frac{da}{dN} = 10^{-9} [25/\Delta\sqrt{\pi a}]^3 \quad (۳)$$

۸۳- چگالی ناهنجاریها در یک بلور آلومینیوم $\rho = 10^9 \text{ m}^{-2}$ است. در صورتی که مدول برشی آلومینیوم

$G = 50 \text{ GPa}$ باشد، مقدار انرژی ذخیره شده در هر متر مکعب بلور چند $\frac{\text{J}}{\text{m}^3}$ است؟ ($a = 4^\circ \text{A}$)

- (۱) $E = 2$ (۲) $E = 20\sqrt{2}$ (۳) $E = 100$ (۴) $E = 200$

۸۴- در صورتی که طول مفید منبع فرانک رید به یک چهارم کاهش پیدا کند، میزان تنش برشی مورد نیاز برای فعال شدن منبع به چه میزان تغییر می کند؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

۸۵- اگر رفتار تنش - کرنش حقیقی با رابطه $\sigma = k\epsilon^n$ توصیف شود، مقدار استحکام کششی، کدام است؟

- (۱) $k\left(\frac{n}{e}\right)^n$ (۲) kn^n (۳) $k\left(\frac{n}{1+e_u}\right)^n$ (۴) $k(en)^n$

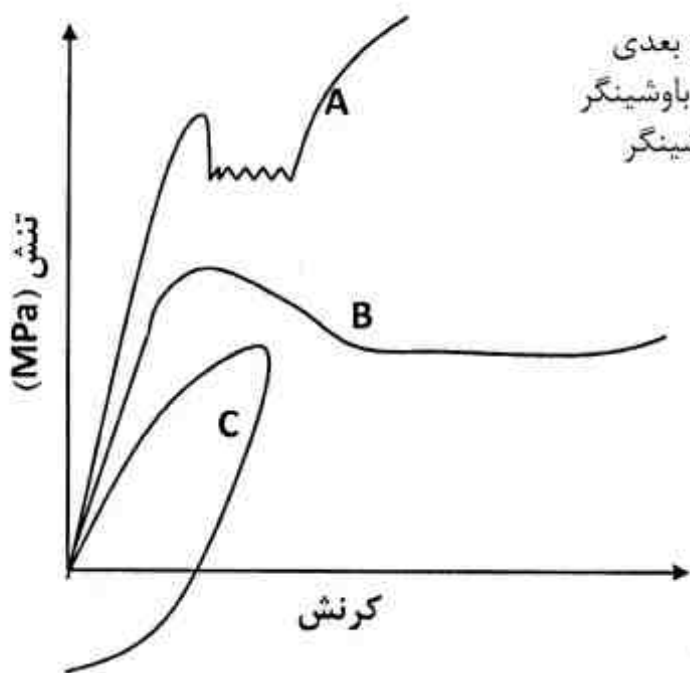
۸۶- کدام گزینه استحکام برشی تئوریک بلور کامل را نشان می دهد؟ (بفرض $a = b$)

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \nu = \frac{1}{3}$$

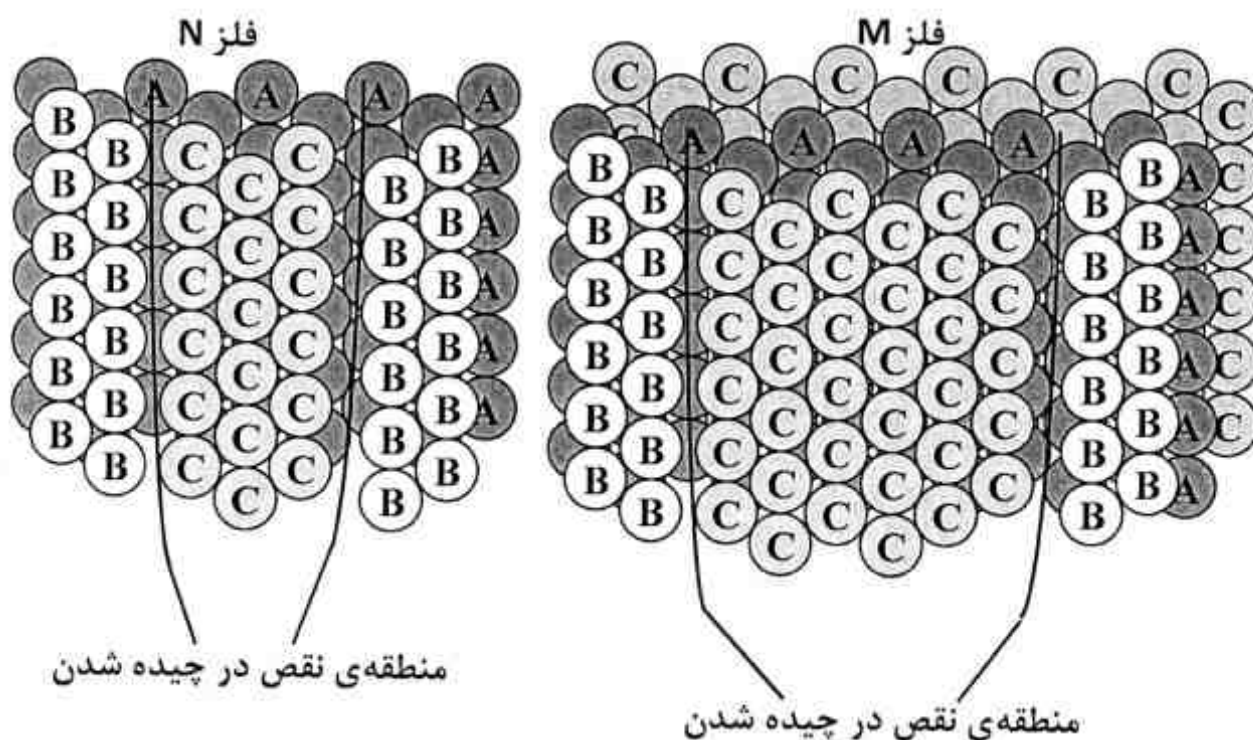
- (۱) $\tau = \frac{G}{4\pi}$ (۲) $\tau = \frac{G}{8\pi}$ (۳) $\tau = \frac{2E}{8\pi}$ (۴) $\tau = \frac{2E}{16\pi}$

۸۷- در شکل زیر نمودارهای A، B و C به ترتیب چه پدیده‌های را نشان می دهند؟

- (۱) رفتار دندانه‌ای، تغییر شکل در دمای بالا، اثر هال پیچ
 (۲) رفتار دندانه‌ای، تغییر شکل در دمای بالا، بارگذاری دو بعدی
 (۳) پدیده نقطه تسلیم، تغییر شکل یک ماده پلیمری، اثر باوشینگر
 (۴) پدیده نقطه تسلیم، رفتار پیرکرنشی دینامیک، اثر باوشینگر



۸۸- مشخصات چیدمان لایه‌های اتمی و منطقه نقص در چیده شدن برای دو فلز M و N در شکل زیر داده شده است. شبکه بلوری فلز M لغزش متقاطع در دشوارتر و کار سختی از بیشتر است.



- (۱) FCC، فلز M، این فلز نیز
- (۲) FCC، فلز M، فلز N
- (۳) HCP، فلز N، این فلز نیز
- (۴) HCP، فلز M، این فلز نیز

۸۹- دو قلوئی‌های مکانیکی معمولاً در دمای و نرخ کرنش تشکیل می‌شوند. ایجاد دو قلوئی‌های مکانیکی سبب می‌گردد.

- (۱) بالا - بالا - چرخش دانه و تسهیل وقوع لغزش
 - (۲) پایین - بالا - چرخش دانه و تسهیل وقوع لغزش
 - (۳) بالا - پایین - تغییر جهت شبکه بلوری
 - (۴) پایین - پایین - تغییر جهت شبکه بلوری
- ۹۰- تنش تسلیم فولاد فریتی با اندازه دانه متوسط $200\mu\text{m}$ برابر با 250MPa است. اگر با انجام عملیات حرارتی ترمومکانیکال اندازه دانه به $36\mu\text{m}$ کاهش یابد، میزان تنش تسلیم چند مگاپاسکال است؟ (تنش اصطکاکی 200MPa در نظر گرفته شود).
- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (۱) ۲۵۰ | (۲) ۳۵۸ | (۳) ۴۴۴ | (۴) ۳۱۷ |
|---------|---------|---------|---------|

شیمی فیزیک و ترمودینامیک:

۹۱- مقداری گاز با فشار اولیه ۳ اتمسفر روی مسیری به معادله $P = 5 - 2V$ منبسط شده و حجم آن تا ۲ لیتر افزایش می‌یابد. در اثر این تحول چقدر کار بر حسب lit-atm انجام شده است؟

- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۲/۵
- (۴) ۳

۹۲- فشار بخار فلزی در دو حالت جامد و مذاب از روابط زیر پیروی می‌کند.

$$\ln P(\text{atm}) = -\frac{34000}{T} - 2 \ln T + 34 \quad \text{در حالت جامد}$$

$$\ln P(\text{atm}) = -\frac{31000}{T} - 3 \ln T + 35 \quad \text{در حالت مذاب}$$

تغییر آنتالپی ناشی از ذوب یک مول از این فلز در دمای ۱۰۰۰ K به کدام مورد بر حسب cal نزدیکتر است؟

(۱) ۳۲۰۰

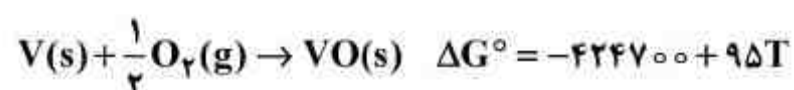
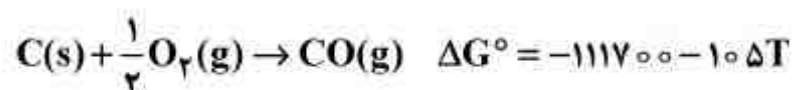
(۲) ۴۰۰۰

(۳) ۶۰۰۰

(۴) ۸۰۰۰

۹۳- ΔG° اکسیداسیون کربن و وانادیم داده شده است. در چه دمایی بر حسب کلوین (K) کربن می‌تواند

اکسید وانادیم را احیا کرده و گاز CO با فشار ۱ atm تولید کند؟



(۱) ۱۵۴۴

(۲) ۱۵۶۵

(۳) ۱۹۵۰

(۴) ۱۹۸۸

۹۴- برای واکنش $\text{FeO(s)} + \text{H}_2(\text{g}) = \text{Fe(s)} + \text{H}_2\text{O(g)}$ ضریب تعادل در دمای ۱۰۰۰ K برابر $k = 0.23$

می‌باشد. اگر ترکیب گاز N_2 ۴۰٪، H_2 ۴۰٪ و H_2O ۲۰٪ باشد، واکنش فوق چگونه تغییر می‌کند؟

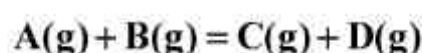
(۱) به سمت تولید Fe(s) می‌رود.

(۲) به سمت تولید FeO(s) می‌رود.

(۳) واکنش از ابتدا در تعادل است.

(۴) با توجه به وجود N_2 در گاز با اطلاعات داده شده نمی‌توان پیش‌بینی نمود.

۹۵- در دمای ۷۰۰ K ثابت تعادل واکنش شیمیایی گازی زیر معادل ۰/۰۶۲۵ است.



اگر در دمای فوق ۰/۵ مول A و ۰/۵ B در محفظه‌ای به حجم ۵ لیتر وارد واکنش شوند، پس از برقراری

تعادل مقدار D بر حسب مول چقدر است؟

(۱) ۰/۰۲

(۲) ۰/۲۵

(۳) ۰/۱

(۴) ۰/۵

- ۹۶- سیستمی به طور خودبخود از حالت تعادل اول خود به حالت تعادل دوم از دو طریق برگشت پذیر (ریورسیبل) و غیر برگشت پذیر (ایرورسیبل) تحویل یافته است. تغییر آنتروپی برای محیط چگونه است؟
- (۱) در فرایند برگشت پذیر کمتر از فرایند برگشت ناپذیر است.
 - (۲) در فرایند برگشت پذیر بیشتر از فرایند برگشت ناپذیر است.
 - (۳) باید دمای محیط را داشت تا بتوان اظهار نظر کرد.
 - (۴) در دو فرایند تفاوتی ندارد.
- ۹۷- اگر ضریب انبساط حجمی را α و ضریب تراکم را β بنامیم، کدام یک از موارد در خصوص یک سیستم بسته با کار انبساطی صحیح است؟

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = \alpha\beta \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = -\frac{\alpha}{\beta} \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = \frac{\alpha}{\beta} \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = -\frac{\beta}{\alpha} \quad (4)$$

- ۹۸- واکنش احیای اکسید کرم (Cr_2O_3) با آلومینیم به صورت زیر است.



در محفظه‌ای دو مول Al و سه مول Cr_2O_3 در دمای ۲۹۸k وارد واکنش می‌شوند. با فرض آنکه تغییر فازی در مواد داخل محفظه رخ ندهد، در شرایط آدیاباتیک دمای مواد داخل محفظه تا چه دمایی بر حسب سانتی‌گراد (C) افزایش خواهد یافت؟ میدانیم که Cp یک مول Al و یک مول Cr، $5 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$ و Cp یک مول

Al_2O_3 و یک مول Cr_2O_3 ، $30 \frac{\text{cal}}{\text{K}}$ است.

$$1750 \quad (1)$$

$$1620 \quad (2)$$

$$1525 \quad (3)$$

$$1100 \quad (4)$$

- ۹۹- رفتار گازی مطابق معادله $PV = RT + BP$ می‌باشد. اگر این گاز در دمای ثابت T به طور برگشت پذیر از شرایط اولیه V_1 و P_1 به V_2 و P_2 متحول شود، تغییر انرژی آزاد گیبس کدام است؟

$$RT \ln \frac{P_2}{P_1} + B(P_2 - P_1) \quad (1)$$

$$RT \ln \frac{V_2}{V_1} + B(V_2 - V_1) \quad (2)$$

$$RT \ln \frac{P_1}{P_2} - B(P_2 + P_1) \quad (3)$$

$$RT \ln \frac{P_2}{P_1} + B(V_2 + V_1) \quad (4)$$

۱۰۰- در دمای ثابت فشار روی گاز ایده‌آل ده برابر شده است. تغییرات آنتالپی و انرژی آزاد گیبس برای این گاز چگونه هست؟

- (۱) آنتالپی تغییری نمی‌کند ولی انرژی آزاد گیبس زیاد می‌شود.
- (۲) آنتالپی زیاد شده ولی انرژی آزاد گیبس تغییری نمی‌کند.
- (۳) آنتالپی تغییر نکرده و انرژی آزاد گیبس کم می‌شود.
- (۴) آنتالپی و انرژی آزاد گیبس برای گاز ایده‌آل تغییر نمی‌کند.

۱۰۱- در دمای 700°C مس با اکسید مس (Cu_2O) و سولفید مس (Cu_2S) و گازهای O_2 و SO_2 به تعادل رسیده است. درجه آزادی و تعداد واکنش‌های مستقل به ترتیب کدام است؟

- (۱) دو - دو
- (۲) یک - یک
- (۳) صفر - یک
- (۴) صفر - دو

۱۰۲- ثابت تعادل یک واکنش شیمیایی در دمای 1000K برابر ۱ و در دمای 800K برابر ۱۰ است. چنانچه تغییر آنتالپی این واکنش مستقل از دما باشد. گرمای آزاد شده در اثر واکنش تقریباً چند کالری است؟

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

- (۱) $+8000$
- (۲) -7000
- (۳) $+15400$
- (۴) -18400

۱۰۳- مقداری گاز ایده‌آل در محفظه صلب حبس شده است. در صورتی که به گاز گرما داده شود تا آنتالپی آن 150 کالری افزایش یابد، تغییر آنتروپی محیط در اثر این تحول بر حسب $\frac{\text{cal}}{\text{K}}$ چقدر است؟

- (۱) -0.3
- (۲) -0.5
- (۳) صفر
- (۴) $+0.5$

۱۰۴- نقطه ذوب نفتالین 127°C و گرمای نهان ذوب آن 4000cal می‌باشد. حد حلالیت ایده‌آل نفتالین در

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mol-K}} \text{ کدام است؟ } 27^{\circ}\text{C}$$

- (۱) $x_{\ell} = \frac{10}{6}$
- (۲) $x_{\ell} = e^{\frac{10}{6}}$
- (۳) $x_{\ell} = \frac{1}{e^6}$
- (۴) $x_{\ell} = e^{-6}$

۱۰۵- برای محلول غیر ایده‌ال و غیر بسامان رابطه زیر برقرار است:

$$\Delta \bar{G}_i^M = RT \ln a_i$$

که a_i اکتیویته و $\Delta \bar{G}_i^M$ تغییرات انرژی آزاد گیبس ناشی از حل شدن یک مول i می‌باشد. تغییرات آنتروپی حل شدن یک مول i مطابق کدام رابطه زیر است؟

$$\Delta S_i^{-M} = R \ln a_i \quad (1)$$

$$\Delta S_i^{-M} = -R \ln a_i \quad (2)$$

$$\Delta S_i^{-M} = -R \ln \gamma_i - R \ln x_i \quad (3)$$

$$\Delta S_i^{-M} = -R \ln \gamma_i - R \ln x_i - RT \left(\frac{\partial \ln \gamma_i}{\partial T} \right)_{p,c} \quad (4)$$

۱۰۶- نمودار فازی سیستم دو جزئی A-B نشان می‌دهد که در دمای 1500K ، مذاب لیکوئیدوس با ۵۰ درصد مولی B با جامد سالییدوس حاوی ۶ درصد مولی B در تعادل است. اگر فاز مذاب را بتوان محلول ایده‌آل فرض کرد، اکتیویته B در فاز جامد نسبت به حالت استاندارد B مذاب خالص کدام مورد است؟

$$a_B = 0.06 \quad (1)$$

$$a_B = 0.5 \quad (2)$$

$$a_B = 0.68 \quad (3)$$

$$a_B = 1 \quad (4)$$

۱۰۷- در دمای 1200K چنانچه A و B به نسبت ۲۵ درصد و ۷۵ درصد مولی در هم حل شوند، 2400 کالری گرما آزاد می‌شود. اگر محلول‌های A و B را بتوان با قاعده فرض کرد. گرمای ناشی از انحلال یک مول A و یک مول B در دمای فوق بر حسب کالری چقدر است؟

$$-6400 \quad (1)$$

$$-3200 \quad (2)$$

$$+2400 \quad (3)$$

$$+1000 \quad (4)$$

۱۰۸- فشار بخار محلول دو جزئی A-B حاوی ۴۰ درصد مولی B در دمای T، 100 mmHg است. اگر ۲۰ درصد مولی فاز بخار از اتم‌های B تشکیل شده و فشار بخار B خالص در دمای فوق 40 mmHg باشد، ضریب اکتیویته B در محلول فوق کدام یک از موارد زیر است؟

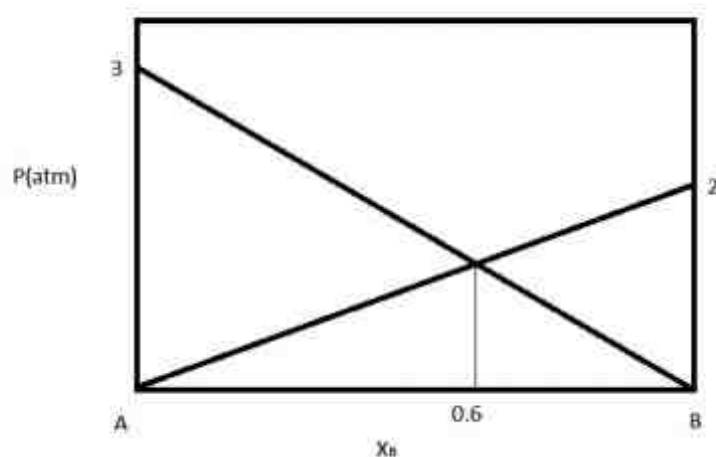
$$0.3 \quad (1)$$

$$0.5 \quad (2)$$

$$1/25 \quad (3)$$

$$1/5 \quad (4)$$

۱۰۹- با توجه به نمودار فشار بر حسب ترکیب شیمیایی، فشار کل بخار محلول در ترکیب $x_B = 0.6$ بر حسب اتمسفر (atm) کدام است؟



- (۱) ۱/۲
(۲) ۱/۸
(۳) ۲/۴
(۴) ۲/۶

۱۱۰- در سیستم دوتایی A-B، ضریب اکتیویته جزء B بر حسب ترکیب شیمیایی x_B به صورت زیر اندازه‌گیری شده است. ضریب اکتیویته جزء A در ترکیب شیمیایی $x_B = 0.018$ کدام است؟

ضریب اکتیویته جزء B	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
ترکیب شیمیایی جزء B	0.01	0.025	0.03	0.05	0.06

- (۱) 2.9×10^{-6}
(۲) 0.6
(۳) 0.7
(۴) یک

خواص مواد مهندسی و بیومتریال‌ها:

- ۱۱۱- پلیمر بزا سیون پلی استایرین (polystyrene) و پلی اتیلن (polyethylene) به ترتیب از چه نوع است؟
(۱) اضافی - اضافی (۲) تراکمی - اضافی (۳) تراکمی - اضافی (۴) تراکمی - تراکمی
- ۱۱۲- کدام یک از عناصر زیر نمی‌تواند در آهن، به عنوان اتم بین نشین قرار گیرد؟
(۱) هیدروژن (۲) اکسیژن (۳) کربن (۴) نیکل
- ۱۱۳- در فرآیند کربن دهی به فولاد در دمای 830°C درجه سانتی‌گراد، اگر زمان عملیات کربن دهی را دو برابر نماییم، عمق نفوذ کربن چند برابر می‌شود؟
(۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲) $\sqrt{2}$ (۳) ۲ (۴) $2\sqrt{2}$
- ۱۱۴- شعاع اتمی آهن (Fe) برابر 0.1241 نانومتر می‌باشد. در دمای محیط، دانسیته صفحه (۱۰۰) بر حسب اتم بر نانومتر مربع $\left(\frac{\text{atom}}{\text{nm}^2}\right)$ به کدام مقدار زیر نزدیک‌تر است؟
(۱) $6/8$ (۲) $8/3$ (۳) $12/1$ (۴) $14/8$
- ۱۱۵- در یک فضای اکتاهدرال (Octahedral) در ساختار کریستالی سرامیک‌ها کمترین مقدار نسبت شعاع کاتیون به آنیون $\left(\frac{r_{\text{cation}}}{r_{\text{anion}}}\right)$ چقدر است؟
(۱) 0.155 (۲) 0.225 (۳) 0.414 (۴) 0.732
- ۱۱۶- در صورتی که الکترونگاتیویته کربن و سیلیسیم به ترتیب ۲/۵ و ۱/۸ باشد، پیوند SiC تقریباً چند درصد خاصیت کووالانسی دارد؟
(۱) ۱۱ (۲) ۲۱ (۳) ۷۹ (۴) ۸۹

- ۱۱۷- کدام جمله، در مورد کریستال‌ها (بلورها) صحیح است؟
 (۱) پلی کریستال‌ها ناهمسانگرد می‌باشند.
 (۲) تک کریستال‌ها ناهمسانگرد می‌باشند.
 (۳) تک کریستال‌ها همسانگرد می‌باشند.
 (۴) ویژگی همسانگردی با ساختار کریستالی ارتباط مستقیم ندارد.
- ۱۱۸- کدام عبارت در مورد پیوند یونی و پیوند کووالانسی صحیح است؟
 (۱) پیوند یونی غیر جهت‌دار و پیوند کووالانسی جهت‌دار است.
 (۲) پیوند یونی جهت‌دار و پیوند کووالانسی غیر جهت‌دار است.
 (۳) هر دو پیوند یونی و کووالانسی غیر جهت‌دار هستند.
 (۴) هر دو پیوند یونی و کووالانسی جهت‌دار هستند.
- ۱۱۹- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) صحیح است؟
 (۱) انرژی الکترون‌های بازگشتی بیشتر از انرژی الکترون‌های ثانویه است.
 (۲) انرژی الکترون‌های بازگشتی برابر با انرژی الکترون‌های ثانویه است.
 (۳) انرژی الکترون‌های بازگشتی کمتر از انرژی الکترون‌های ثانویه است.
 (۴) انرژی هر دو نوع الکترون با هم برابر است.
- ۱۲۰- کدام عبارت در مورد خط نابه‌جایی و بردار برگرز نابجایی صحیح است؟
 (۱) در نابجایی لبه‌ای با هم موازی هستند و در نابجایی پیچی بر هم عمودند.
 (۲) در نابجایی لبه‌ای بر هم عمودند و در نابجایی پیچی با هم موازی هستند.
 (۳) در هر دو نابجایی با هم موازی هستند.
 (۴) در هر دو نابجایی بر هم عمودند.
- ۱۲۱- رسوب پروتئین‌ها بر روی یک بیومتریال در یک محلول پروتئینی در کدام pH بیشتر است؟
 (۱) در نقطه ایزوالکتریک پروتئین
 (۲) در pH اسیدی
 (۳) در pH بازی
 (۴) بستگی به pH ندارد.
- ۱۲۲- کدام یک از پلیمرهای ذکر شده در هنگام واکنش با آب (هیدرولیز) به سادگی تخریب می‌شود؟
 (۱) پلی آنیدرید
 (۲) پلی پروپیلن (PP)
 (۳) پلی اتیلن (HDPE)
 (۴) پلی وینیل کلراید (PVC)
- ۱۲۳- فرآیند ایجاد ترک در شرایط درون تن بر روی ساختار پلیمر در چند مرحله انجام می‌شود؟
 (۱) در یک مرحله صورت می‌گیرد. اکسیداسیون سطحی باعث تشکیل ترک‌های بسیار ریز و شکننده می‌شود.
 (۲) در یک مرحله صورت می‌گیرد. فعالیت ترکیبات خاصی از سیالات درون بدن منجر به ایجاد ترک و افزایش عمق آن می‌گردد.
 (۳) در دو مرحله صورت می‌گیرد. اکسیداسیون در توده ماده، منجر به ترک می‌شود و فعالیت ترکیبات خاصی از سیالات درون بدن منجر به افزایش عمق ترک می‌گردد.
 (۴) در دو مرحله صورت می‌گیرد. مرحله اول اکسیداسیون سطحی باعث تشکیل ترک‌های ریز و شکننده می‌شود و در مرحله دوم فعالیت ترکیبات خاصی از سیالات درون بدن منجر به افزایش عمق و طول آن بدون تأثیر شیمیایی بر روی توده ماده می‌شود.
- ۱۲۴- چه عاملی در تشدید خستگی و شکست‌های متعاقب آن در کاشتنی‌های شکسته‌بندی نقش مهم‌تری دارد؟
 (۱) بارگذاری غیر جهت‌دار عضو
 (۲) خوردگی محیط اسیدی داخل بدن
 (۳) بارگذاری ناگهانی و سیکلی عضو
 (۴) خوردگی محیط نمکی داخل بدن
- ۱۲۵- چه عاملی سبب افزایش نرخ هیدرولیز در پلیمرها می‌شود؟
 (۱) نسبت زیاد سطح به حجم
 (۲) افزایش بلورینگی
 (۳) کاهش آبدوستی
 (۴) افزایش شاخه‌ها
- ۱۲۶- کدام بیوپلیمر آنالوگ گیرنده‌های غشاء سلولی است؟
 (۱) ژلاتین
 (۲) کلاژن
 (۳) کیتوسان
 (۴) هیالورونیک اسید

۱۲۷- برای ساخت دریچه قلب مصنوعی کودکان، استفاده از کدام نوع بیومواد زیر بیشترین و عمده‌ترین مزیت را دارد؟

- (۱) زیست پایدار
(۲) زیست تخریب پذیر
(۳) کامپوزیتی
(۴) فلزی

۱۲۸- در ملقمه‌های دندان‌ی (آمالگام) کدام عنصر بیشترین مقدار را دارد؟

- (۱) روی
(۲) نقره
(۳) جیوه
(۴) تیتانیوم

۱۲۹- مهم‌ترین کاربرد کربن تفکافت به عنوان یک ماده زیستی در کجا است؟

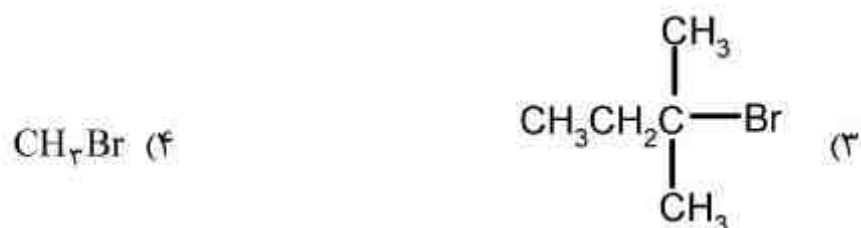
- (۱) به عنوان جزء ثانویه در ترکیب کامپوزیت‌های زیستی
(۲) به عنوان پوشش داربست‌های غضروفی
(۳) رسوب بر روی سطوح رگ‌های پلیمری
(۴) رسوب بر روی ایمپلنت‌های استخوانی

۱۳۰- در مهندسی بافت، کدام رفتار در تنظیم جمعیت سلولی، تأثیر مستقیم کمتری دارد؟

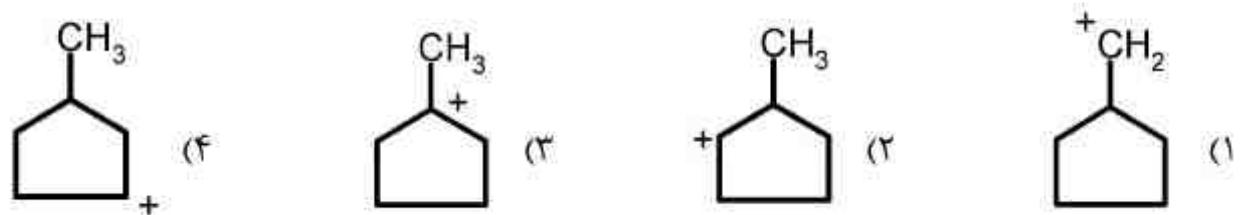
- (۱) آپوپتوز
(۲) تکثیر
(۳) تمایز
(۴) چسبندگی

شیمی آلی و بیوشیمی:

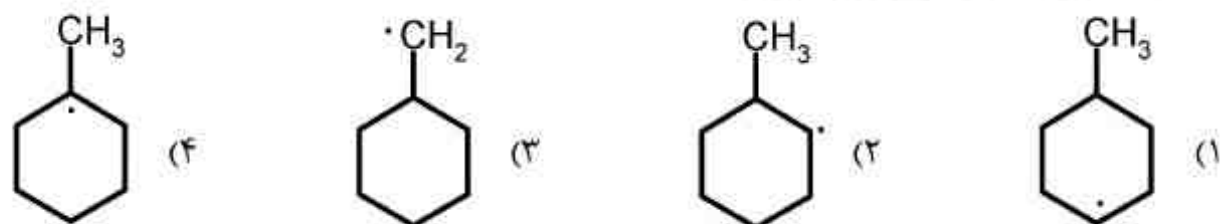
۱۳۱- کدام یک از آلکیل هالیدهای زیر از طریق مکانیسم S_N1 سریعتر واکنش می‌دهد؟



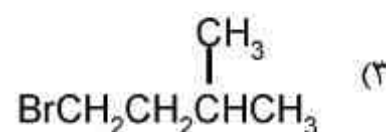
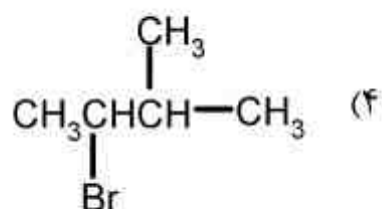
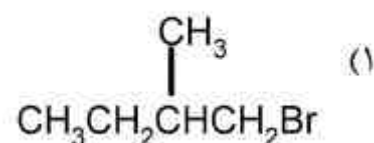
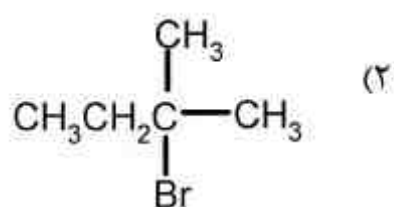
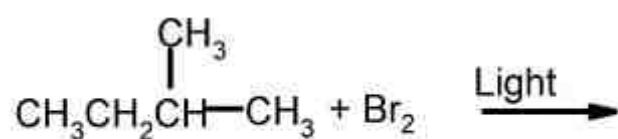
۱۳۲- کدام یک از کربوکاتیون‌های زیر سطح انرژی بالاتری دارد؟



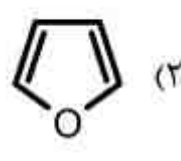
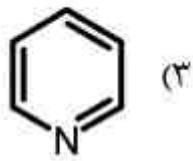
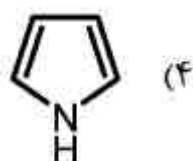
۱۳۳- کدام یک از رادیکال‌های زیر پایدارتر است؟



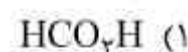
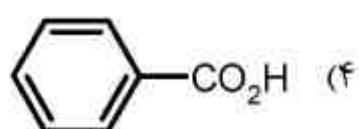
۱۳۴- محصول اصلی واکنش زیر کدام است؟



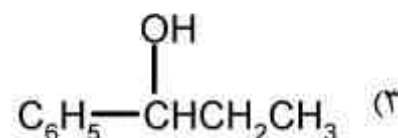
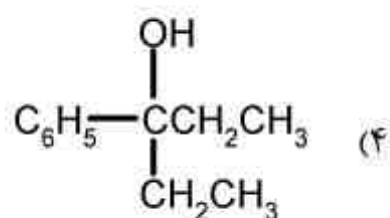
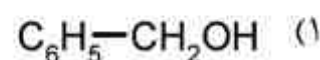
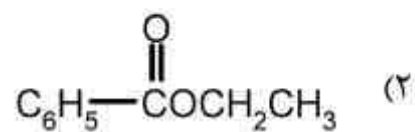
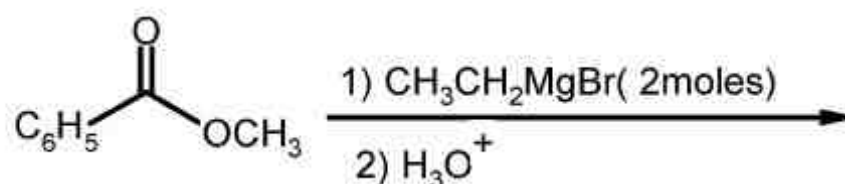
۱۳۵- کدام یک از ساختارهای زیر قدرت بازی بالاتری دارد؟



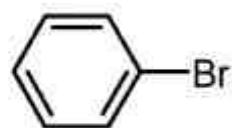
۱۳۶- کدام یک از ساختارهای زیر قدرت اسیدی بالاتری دارد؟



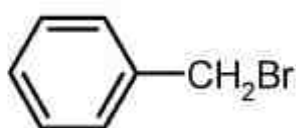
۱۳۷- محصول واکنش زیر کدام است؟



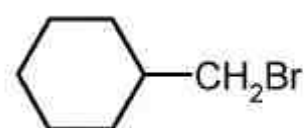
۱۳۸- ترتیب واکنش پذیری ترکیبات زیر با سدیم یداید در استون کدام است؟



(I)



(II)



(III)

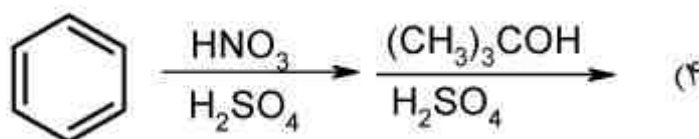
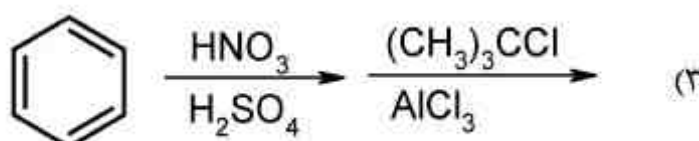
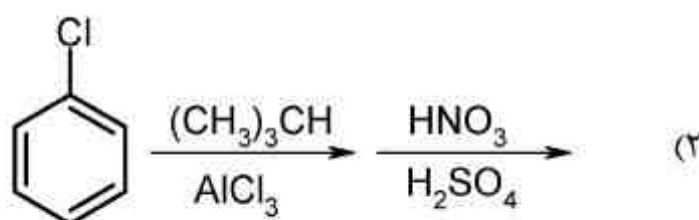
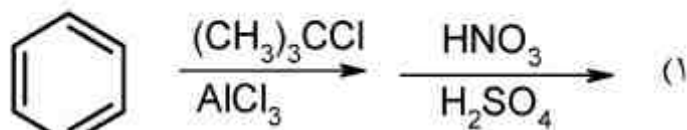
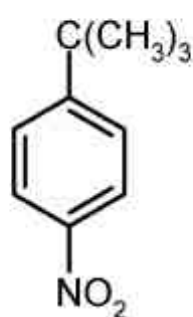
(۴) مساوی هستند.

(۳) II > III > I

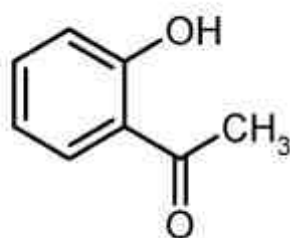
(۲) II > I > III

(۱) I > II > III

۱۳۹- کدام یک از روش های زیر بهترین روش برای سنتز ترکیب زیر است؟



۱۴۰- در ساختار زیر، باند هیدروژنی در جذب مادون قرمز کدام گروه مؤثر است؟



(۱) حلقه آروماتیک (bending)

(۲) حلقه آروماتیک (stretching)

(۳) گروه متیل (stretching)

(۴) گروه هیدروکسیل (stretching)

۱۴۱- کدام مورد، همگی مونوساکارید هستند؟

(۱) گالاکتوز، سوکروز، گلوکز

(۳) گلیکوژن، گالاکتوز، گلوکز

(۲) گالاکتوز، فروکتوز، گلوکز

(۴) مالتوز، سوکروز، لاکتوز

۱۴۲- ساختار نوکلئوتیدها شامل چه اجزایی است؟

(۱) آدنین، سیتوسین، گوانین

(۳) شکر، فسفات، باز نیتروژنی

(۲) آمینوآسید، لیپید، کربوهیدرات

(۴) گلیسرول، لیپید، تری گلیسیرید

۱۴۳- در ساختار کدام دو اسید آمینه گوگرد وجود دارد؟

(۱) متیونین، سیستین

(۲) متیونین، والین

(۳) والین، سیستین

(۴) والین، سرین

۱۴۴- آنزیمها کاتالیز هستند، آنها سرعت انجام واکنش را به چه طریقی افزایش می دهند؟

(۱) افزایش موقتی دما

(۳) افزایش انرژی اکتیواسیون

(۲) پایدار کردن حالت حد واسط

(۴) تشکیل پیوند کوالانسی با جزء مورد عمل

- ۱۴۵- بسیاری از آنزیم‌ها برای عمل نیاز به کوآنزیم دارند، بسیاری از این کوآنزیم‌ها ویتامین هستند. کدام بیان در این مورد صحیح نیست؟
 (۱) ویتامین‌ها درون بدن اصلاح می‌شوند تا کوآنزیم‌ها را تشکیل دهند.
 (۲) Fe, Zn, Ca, Mg, Mn, Ni, Mo در دسته ویتامین‌ها قرار می‌گیرند.
 (۳) دودسته ویتامین وجود دارد: محلول در آب و محلول در چربی
 (۴) بدن انسان توانایی سنتز ویتامین را ندارد.
- ۱۴۶- با چه تفاوتی، ریبوزوم‌ها همانند آنزیم‌ها عمل می‌کنند؟
 (۱) به کوفاکتور نیاز ندارند.
 (۲) ساختار سوم ندارند.
 (۳) تنها روی نوکلئوتیدها عمل می‌کنند.
 (۴) تعداد Substrate آن‌ها کمتر از آنزیم‌ها است.
- ۱۴۷- پاسخ سیستم ایمنی اولیه و ثانویه به ترتیب با تولید کدام مولکول‌ها در بدن رخ می‌دهد؟
 (۱) ایمینوگلوبولین (lg A)A و ایمینوگلوبولین (lg D)D
 (۲) ایمینوگلوبولین (lg D)D و ایمینوگلوبولین (lg M)M
 (۳) ایمینوگلوبولین (lg M)M و ایمینوگلوبولین (lg G)G
 (۴) ایمینوگلوبولین (lg G)G و ایمینوگلوبولین (lg A)A
- ۱۴۸- کدام موارد شامل سه کلاس اصلی لیپیدهای غشا هستند؟
 (۱) گلیسرول، استرول، تریپن
 (۲) گلیسرولفسفولیپیدها، گلیسرول، استرول
 (۳) گلیسرول، اسفنگولیپیدها، تری گلیسرید
 (۴) گلیسرولفسفولیپیدها، اسفنگولیپیدها، استرول
- ۱۴۹- برای تبدیل کدهای DNA به پروتئین، مولکول واسطه کدام است؟
 (۱) mRNA
 (۲) rRNA
 (۳) tRNA
 (۴) هر سه
- ۱۵۰- در موجودات بزرگ چند سلولی، دو مولکول هموگلوبین و میوگلوبین در کدام مورد دارای تفاوت اساسی هستند؟
 (۱) نقش عملکردی
 (۲) حضور یون Fe^{2+}
 (۳) نوع ساختار مولکولی
 (۴) اتصال O_2 به پلی‌پپتید

فیزیولوژی و آناتومی:

- ۱۵۱- در کدام استخوان زاویه گردن با تنه کمتر است؟
 (۱) فمور (ران)
 (۲) تالوس (قاپ)
 (۳) رادیوس (زند زبرین)
 (۴) ماندیبول (فک تحتانی)
- ۱۵۲- کدام نوع مفصل سینوویال مصنوعی، بیشترین کاربرد را دارد؟
 (۱) بیضی
 (۲) زینی
 (۳) محوری
 (۴) کوندیلی
- ۱۵۳- کدام یک از موارد زیر از دیافراگم عبور نمی‌کند؟
 (۱) مری
 (۲) آنورت صعودی
 (۳) ورید مزانتریک تحتانی
 (۴) زوج دهم از اعصاب مغزی
- ۱۵۴- خون وریدی کدام عضو به کبد وارد نمی‌شود؟
 (۱) روده
 (۲) طحال
 (۳) کلیه
 (۴) لوزالمعده
- ۱۵۵- در بافت کدام دستگاه غضروف بیشتری وجود دارد؟
 (۱) ادراری
 (۲) تنفسی
 (۳) گوارشی
 (۴) قلب و عروق
- ۱۵۶- هیپوتالاموس نزدیک کدام بطن است؟
 (۱) اول
 (۲) دوم
 (۳) سوم
 (۴) چهارم
- ۱۵۷- نور بر حرکت کدام جزء چشم تأثیر بیشتری دارد؟
 (۱) جسم مژگانی
 (۲) شبکیه
 (۳) عنیه
 (۴) قرنیه
- ۱۵۸- با کدام اندامک سلولی، RNA بیشتر ارتباط دارد؟
 (۱) لیزوزوم
 (۲) میتوکندری
 (۳) دستگاه گلژی
 (۴) شبکه آندوپلاسمی
- ۱۵۹- کدام یون نقش کمتری در انقباض عضله دارد؟
 (۱) پتاسیم
 (۲) سدیم
 (۳) کلسیم
 (۴) منیزیم

- ۱۶۰- در پتانسیل عمل، کدام کانال مرحله هیپرپولاریزاسیون را به حد استراحت بر می گرداند؟
 (۱) نشستی پتاسیم (۲) نشستی سدیم (۳) ولتاژی پتاسیم (۴) ولتاژی سدیم
- ۱۶۱- موج QRS در کدام اشتقاق قلبی، مجموعاً مثبت تر است؟
 (۱) V_۱ (۲) V_۲ (۳) V_۴ (۴) V_۶
- ۱۶۲- با فرض ثابت بودن مشخصات مربوط به خون و سرعت آن، احتمال جریان خون گردابی در کدام شریان بیشتر است؟
 (۱) تیپال (۲) رادیال (۳) براکیال (۴) فمورال
- ۱۶۳- کدام سلول خونی، در خون سازگاری نقش کمتری دارد؟
 (۱) اریتروسیت (۲) پلاکت (۳) لنفوسیت (۴) نوتروفیل
- ۱۶۴- سورفاکتانت مربوط به چه عضوی است؟
 (۱) ریه (۲) قلب (۳) کلیه (۴) روده
- ۱۶۵- کلیه‌ها در جذب کدام یون از دستگاه گوارش نقش دارند؟
 (۱) پتاسیم (۲) سدیم (۳) کلسیم (۴) منیزیم
- ۱۶۶- میسل‌ها از تولیدات کدام عضو تشکیل می‌شوند؟
 (۱) ریه (۲) کبد (۳) کلیه (۴) لوزالمعده
- ۱۶۷- کدام هورمون هیپوفیز به‌طور غیر مستقیم در سیستم ایمنی نقش بیشتر می‌دارد؟
 (۱) رشد (۲) پرولاکتین (۳) تیروتروپین (۴) کورتیکوتروپین
- ۱۶۸- پارکینسون از اختلال در کدام قسمت دستگاه عصبی ایجاد می‌شود؟
 (۱) عقده قاعده‌ای (۲) قشر مغز (۳) مخچه (۴) نخاع
- ۱۶۹- کدام یک از استخوان‌های زیر زائده نیزه‌ای ندارد؟
 (۱) آهیانه (پاریتال) (۲) گیجگاه (تمپورال) (۳) زندزبرین (رادیوس) (۴) زندزبرین (اولنا)
- ۱۷۰- کدام یک از عملکردهای عضلات در گوش میانی نیست؟
 (۱) حفاظت حلزون در اصوات بلند
 (۲) پوشاندن اصوات با فرکانس پایین
 (۳) حفاظت استخوانچه‌ها در اصوات با فرکانس بالا
 (۴) کاهش حساسیت شنوایی نسبت به صحبت خود فرد





