309

E

309E

نام:
نام خانوادگی:
محل امضا:

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

صبح جمعه
۹۵/۰۲/۱۷

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

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی‌ارشد ناپیوستهٔ داخل ــ سال ۱۳۹۵

مجموعهٔ مهندسی مواد و متالورژی ــ کد ۱۲۷۲

تعداد سؤال: ۱۷۰ | مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شمارهٔ سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی(انگلیسی)	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	شیمی‌فیزیک 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 آنالومی	۲۰	۱۵۱	۱۷۰

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، 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 متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

زبان عمومی و تخصصی(انگلیسی):

PART A: Vocabulary
Directions: Choose the word or phrase (1), (2), (3), or (4) that best completes the blank. Then mark the correct choice on your answer sheet.

1- That ---------- car has none of the features, like power windows and steering, that make modern cars so great.
1) antiquated 2) superficial 3) aesthetic 4) hazardous

2- With several agencies regulating the reports, it was difficult for the accused to argue against its ----------.
1) infamy 2) relevance 3) veracity 4) anticipation

3- Since Jack did not want a speeding ticket, he tried to ---------- the police officer by giving her a compliment.
1) convict 2) appease 3) reinforce 4) escape

4- Trudy studied harder, but there was only ---------- improvement in her grades, so she agreed to get a tutor.
1) marginal 2) commonplace 3) monotonous 4) unbearable

5- Living apes—chimpanzees, gorillas, orangutans, gibbons and siamangs—and humans share a constellation of ---------- that set them apart from other primates.
1) demands 2) certainties 3) disciplines 4) traits

6- Have you ever noticed how a coin at the bottom of a swimming pool seems to wobble? This occurs because the water in the pool bends the path of light ---------- from the coin.
1) generated 2) recognized 3) reflected 4) differentiated

7- Publicly available Web services (e.g. Google, InfoSeek, Northernlight and AltaVista) ---------- various techniques to speed up and refine their searches.
1) specify 2) capture 3) determine 4) employ

8- Owing to the protests of the Dominicans and other regulars, the book was prohibited in 1760, but the second part was issued ---------- in 1768.
1) meticulously 2) superstitiously 3) profoundly 4) recklessly

9- While admissions offices do admit many students with similar profiles, a college is still a ---------- and diverse community.
1) mundane 2) controversial 3) anonymous 4) heterogeneous

10- Despite the security, the thief's ability to break into the museum without being caught remains an ---------- to the police.
1) infection 2) enigma 3) illusion 4) authorization

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

Thunder is caused by lightning, which is essentially a stream of electrons flowing between or within clouds or between a cloud and the ground. The air surrounding the electron stream becomes (11) -------- hot—up to 50,000 degrees Fahrenheit— that it forms a resonating tube of partial vacuum (12) ---------- the lightning's path. The nearby air rapidly expands and contracts, (13) ---------- the column vibrate like a tubular drumhead (14) ---------- a tremendous *crack*. As the vibrations gradually die out, the

sound echoes and reverberates, generating the rumbling (15) ---------- thunder. We can hear the booms from great distances, 10 or more miles from the lightning that caused them.

11-	1) very	2) so	3) too	4) enough
12-	1) surrounding	2) surrounds	3) that surround	4) and surround
13-	1) that makes	2) and making	3) making	4) it makes
14-	1) produces	2) is produced by	3) and produce	4) and producing
15-	1) it is called	2) is called	3) we call	4) which called

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.**

PASSAGE1:

A phase diagram in physical chemistry, engineering, mineralogy, and materials science is a type of chart used to show conditions at which thermodynamically distinct phases can occur at equilibrium. Common components of a phase diagram are lines of equilibrium or phase boundaries, which refer to lines that mark conditions under which multiple phases can coexist at equilibrium. Triple points are points on phase diagrams where lines of equilibrium intersect. Triple points mark conditions at which three different phases can coexist. For example, the water phase diagram has a triple point corresponding to the single temperature and pressure at which solid, liquid, and gaseous water can coexist in a stable equilibrium. The solidus is the temperature below which the substance is stable in the solid state. The liquidus is the temperature above which the substance is stable in a liquid state. There may be a gap between the solidus and liquidus; within this gap, the substance consists of a mixture of crystals and liquid. The solid-liquid phase boundary in the phase diagram of most substances has a positive slope; the greater pressure on a given substance, the molecules of the substance are brought closer to each other, which increases the effect of the substance's intermolecular forces. Thus, the substance requires a higher temperature for its molecules to have enough energy to break out the fixed pattern of solid phase and enter the liquid phase. A similar concept applies to liquid-gas phase change. Water, because of its particular properties, is one of the several exceptions to this rule.

16- Solidification can be indicated graphically by cooling ----------.
1) compositions 2) conductions 3) curves 4) radiations

17- Equilibrium diagrams have been developed to ---------- and study changes ----------during the heating-cooling cycles of pure or alloyed metallic materials.
1) gain, occurring 2) obtain, occurred
3) record, occurring 4) understand, occurred

18- The solidification of most alloys is ---------- by appreciable volume ----------
1) accompanied, contraction 2) accommodated, contradiction
3) constrained, counterattraction 4) contemplated, counteraction

19- At a certain stage during solidification the grains form a ---------- network of solid.
1) continuous 2) continuity 3) continue 4) continuousness

20- High temperature ---------- the intermolecular forces resulting in ---------- of atoms.

1) alters, deactivation
2) lingers, mobility
3) promdes, movement
4) reduces, movement

PASSAGE 2:

Coatings that improve the durability of ceramic matrix composites (CMCs), a lighter alternative to nickel alloys being incorporated into jet engines are being developed. CMCs, such as silicon carbide fibre-reinforced silicon carbide, can withstand temperatures 300°C higher than nickel-based alloys, removing the need for high levels of cooling air in turbine components. This, together with their low density compared with conventional metal- based components, leads to weight savings of around 30%, significantly reducing the operational costs. However, CMCs suffer from poor durability, which means that they require costly environmental barrier coatings (EBC_s) to operate under high-velocity combustion. Dr Nasrin Al Nasiri explains, 'In the past 10-15 years, researchers have been working with rare earth disilicate EBCs, containing more silicon oxide than rare earth oxide. Typically, three or four layers of these coatings are applied to prevent cracking, but continuous coatings haven't been mastered and these disilicates often crack under steam, sometimes through all of the layers to the CMC'.

Instead, Al Nasiri examined the properties of single-layered monosilicate EBCs. 'One mole of rare earth oxide and one mole of silicon oxide', she says, 'It hasn't been done before because no one wants to work with monosilicates. They have a high thermal expansion coefficient, which could cause a thermal expansion mismatch when you go from ambient to high temperature'.

However, CMCs are also subject to thermal expansion, so Al Nasiri developed five different monosilicate EBCs to test their compatibility.

21- What function are scientists considering CMCs for?

1) As coating on turbine parts.
2) As a replacement for nickel based alloys.
3) As high temperature thermal barriers in turbines.
4) As a material that can prevent cracking.

22- What is the function of EBCs applied to CMCs?

1) Weight savings of up to 30%.
2) Reducing the density of CMCs.
3) Increasing working temperature of CMCs.
4) Protection from harmful operational environment

23- What can cause disilicate EBCs to crack?

1) Steam
2) Silicon oxide
3) Rare earth oxide
4) Too many layers of coating

24- What problems could high thermal expansion of coatings bring about?

1) The coating will be a mismatch.
2) The coating will lose one of its silicon atoms to from monosilicate
3) The crack will propagate through the coating right up to the substrate.
4) The difference in expansion between substrate and coating will induce stress in the junction layer.

25- Which material is currently used to cool metal and alloy parts in turbines?

1) Air
2) CMCs
3) EBCs
4) Rare earth disilicides

PASSAGE 3:

Bulk metallic glass (BMG) alloy results are due to several factors, including atomic size mismatch, use of a multicomponent system with three or more elements, and occurrence of negative heats of mixing among their elements. These are the three main considerations for achieving glass-forming ability (GFA) in metallic alloys. GFA refers to ease of vitrification of an alloy to form an amorphous structure, and its ability to suppress the nucleation of crystals during the cooling process. Turnbull and co-worker presented a formulation of reduced glass transition temperature, Trg, in 1969. Reduced glass transition temperature is equivalent to the ratio of glass transition temperature to melting (liquidus) temperature of a metal alloy. The highest GFA reported has been Trg = 2/3, at which metallic glass can be formed at a very low cooling rate and a large supercooled liquid region is obtained. The potential of amorphous alloys to be conventionally cast depends on their glass forming ability. In multicomponent Fe-based BMGs, crystal formation is restricted by a high vacuum of at least 10^{-3} Pa and high purity of elements (oxygen content should be less than 400 ppm). Considering that preparing high purity elements is challenging and costly, enhancement of GFA can be enhanced and achieved more cost effectively by removing any impurities via a fluxing agent (e.g., boron oxide in Pd-based glasses to remove oxide particles) and adding multimetalloids, rare earth materials, and pure elements into BMG alloys. High glass-former alloys are more viscous even at higher temperatures; as the temperature decreases, they have limited atomic mobility that hinders crystallization.

By modeling the GFA parameters, BMG alloys can be designed with combinations of elements such as metalloids, transition metals, rare earth materials, and various amounts of standard alloying elements with different atomic sizes. Minor additions to BMGs of alloying elements can provide enhanced thermal stability and mechanical properties. Among the various types of metallic glasses, the Fe-based alloy system contains a high number of components, which indicates the higher degrees of complexity and difficulty that are required to create Fe-based BMGs.

26- To increase thermal stability of BMGs:

1) High amount of alloying elements is required
2) No alloying elements is required
3) low amount of alloying elements is required
4) High amount of multicomponent compounds is required

27- Why are high glass-former alloys more viscous?

1) Because, their atomic mobility is high during crystallization.
2) Because of low atomic mobility that postpones nucleation, when the temperature drops.
3) Because, as the temperature increases, they have limited atomic mobility that hinders crystallization.
4) Because, as the temperature decreases, they have the considerable atomic mobility that hinders crystallization.

28- Crystal formation in multicomponent Fe-based BMGs may occur under the conditions of:
1) a vacuum of 10^{3} Pa and oxygen content of 600 ppm
2) a vacuum of 10^{-2} Pa and oxygen content of 500 ppm
3) a vacuum of 10^{-2} Pa and oxygen content of 300 ppm
4) a vacuum of 10^{-5} Pa and oxygen content of 200 ppm

29- What is glass-forming ability?
1) The ability to form crystal and amorphous structure
2) To prohibit the formation of amorphous structure
3) The ability to prevent crystallization during solidification
4) The ability to promote the nucleation of crystals during the cooling process

30- To achieve glass-forming ability (GFA) in metallic alloys:
1) They need a multicomponent system with three or more elements, and positive heats of mixing among these elements
2) They need atomic size matching, normal heats of mixing among elements and Go multicomponent system
3) They need negative heats of mixing among elements and atomic size mismatch
4) They need a multicomponent system and atomic size matching

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

۳۱- بزرگترین جملهٔ دنبالهٔ $a_n = \frac{n^{۲}}{n^{۳}+۲۰۰}$ ، کدام است؟

۱) $a_{۶}$ ۲) $a_{۷}$
۳) $a_{۸}$ ۴) $a_{۹}$

۳۲- اگر $f(x) = ۲x + \cos x$ باشد، مقدار $(f^{-1})'(۱)$ کدام است؟

۱) ۰
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۲-\sin ۱}$
۴) $۲+\cos ۱$

۳۳- حد $\lim_{n\to\infty} \sum_{i=۱}^{n} \frac{\pi}{n} \sin\left(\frac{\pi i}{n}\right)$ در صورت وجود، کدام است؟

۱) ۰ ۲) ۱
۳) ۲ ۴) وجود ندارد

۳۴- مقدار انتگرال $\int_{۰}^{\infty} e^{-x^{۲}} x^{۲m+۱} dx$ ، $(m \in \mathbb{N})$، در صورت وجود، کدام است؟

۱) $\frac{m!}{۲}$ ۲) $m!$
۳) $(۲m)!$ ۴) انتگرال واگرا است.

۳۵- شعاع و بازه همگرایی $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-5)^n}{n+1}$ ، به ترتیب کدام است؟

۱) $[4,6)$, ۱ ۲) $(4,6)$, ۱

۳) $[4,6)$, ۲ ۴) $[4,6]$, ۲

۳۶- جسمی تحت اثر نیروی $\vec{F} = -yz\vec{i} + xz\vec{j} + xy\vec{k}$ روی مارپیچ $\begin{cases} r = \cos t\,\vec{i} + \sin t\,\vec{j} + t\vec{k} \\ 0 \le t \le 2\pi \end{cases}$ به سمت بالا حرکت می‌نماید. کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$، کدام است؟

۱) $\sqrt{\pi}$ ۲) $\sqrt{2\pi}$

۳) 2π ۴) $2\pi^2$

۳۷- انتگرال $\int_0^2 \int_0^x \sqrt{x^2+y^2}\,dy\,dx + \int_2^{2\sqrt{2}} \int_0^{\sqrt{8-x^2}} \sqrt{x^2+y^2}\,dy\,dx$ به صورت یک انتگرال دوگانه در مختصات قطبی کدام است؟

۱) $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{2\sqrt{2}} r^2\,dr\,d\theta$ ۲) $\int_0^{\frac{\pi}{4}} \int_0^{2\sqrt{2}} r^2\,dr\,d\theta$

۳) $\int_0^{\frac{\pi}{4}} \int_{-2\sqrt{2}}^{2\sqrt{2}} r\,dr\,d\theta$ ۴) $\int_0^{\frac{\pi}{4}} \int_0^{2} r^2\,dr\,d\theta$

۳۸- کدام مورد با تعویض ترتیب انتگرال‌گیری معادل انتگرال $\int_{-1}^{1} \int_{x^2}^{1} \int_0^{1-y} f(x,y,z)\,dz\,dy\,dx$ است؟

۱) $\int_0^1 \int_0^{1-z} \int_0^{\sqrt{y}} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz$

۲) $\int_0^1 \int_0^{1-z} \int_{-\sqrt{y}}^{0} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz$

۳) $\int_{-1}^1 \int_0^{1-z} \int_{-\sqrt{y}}^{\sqrt{y}} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz$

۴) $\int_0^1 \int_0^{1-z} \int_{-\sqrt{y}}^{\sqrt{y}} f(x,y,z)\,dx\,dy\,dz$

۳۹- در بین تمام نواحی مستطیلی $0 \le x \le a$ و $0 \le y \le b$، مقدار مینیمم شار برونسوی کل میدان $\vec{F} = (x^2+4xy)\vec{i} - 6y\vec{j}$ گذرنده از چهار ضلع مستطیل کدام است؟

۱) -4 ۲) -2

۳) 0 ۴) 2

۴۰- شار برنسوی میدان برداری $\vec{F} = x^2\vec{i} + xz\vec{j} + 3z\vec{k}$ گذرنده از کرانهٔ ناحیه $x^2+y^2+z^2 \le 4$ کدام است؟

۱) 8π ۲) 16π

۳) 32π ۴) 64π

۴۱- جواب عمومی $\frac{dy}{dx}=\frac{x+y+1}{x-y+3}$ کدام است؟

۱) $\tan^{-1}|x+2|+\ln\left|\frac{y-1}{x+2}\right|=1+\frac{y-1}{x+2}+c$

۲) $\tan^{-1}(x+2)+\ln|x+2|=1+\left(\frac{y-1}{x+2}\right)^2+c$

۳) $\tan^{-1}(1+\frac{y-1}{x+2})^2-\frac{1}{2}\ln\left|\frac{y-1}{x+2}\right|=x+2+c$

۴) $\tan^{-1}(\frac{y-1}{x+2})-\frac{1}{2}\ln\left|1+(\frac{y-1}{x+2})^2\right|=\ln|x+2|+c$

۴۲- جواب عمومی معادله $y''+2y'+2y=8$ ، کدام است؟

۱) $4+e^{-x}(c_1\cos x+c_2\sin x)$ ۲) $4+e^{x}(c_1\cos x+c_2\sin x)$

۳) $4e^{-x}(c_1\cos x+c_2\sin x)$ ۴) $4e^{x}(c_1\cos x+c_2\sin x)$

۴۳- جواب عمومی معادلهٔ $2x^2y''+3xy'-y=0$، کدام است؟

۱) $c_1x^{\frac{1}{2}}+c_2x^{-1}$ ۲) $c_1x^{-\frac{1}{2}}+c_2x$

۳) $c_1x^{-\frac{1}{2}}+c_2x^{-\frac{3}{2}}$ ۴) $c_1x^{\frac{3}{2}}+c_2x^{\frac{1}{2}}$

۴۴- جواب عمومی $y(x)$ معادله دیفرانسیل $y''+2y'+y=e^{-x}$، کدام است؟

۱) $(c_1x^2+c_2x)e^{-x}+\frac{1}{2}e^{-x}$ ۲) $(c_1x+c_2)e^{-x}+\frac{1}{2}x^2e^{-x}$

۳) $(c_1x+c_2)e^{-x}+x^2e^{-x}$ ۴) $(c_1x+c_2)e^{-x}+2x^2e^{-x}$

۴۵- تبدیل لاپلاس تابع $f(x)=[x]$ کدام است؟($[x]$: جزء صحیح x)

۱) $\frac{1}{se^s}$ ۲) $\frac{1}{e^s-1}$

۳) $\frac{1}{s(e^s-1)}$ ۴) $\frac{1}{s(e^s+1)}$

۴۶- اگر $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4k}{(2n-1)\pi}\sin nx$ سری فوریه تابع $f(x)=\begin{cases}-k & -\pi<x<0\\ k & 0<x<\pi\end{cases}$ باشد، حاصل سری

$1-\frac{1}{3}+\frac{1}{5}-\frac{1}{7}+\ldots$، کدام است؟

۱) $\frac{4}{\pi}$ ۲) $\frac{2}{\pi}$

۳) $\frac{\pi}{4}$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

۴۷- اگر $\hat{f}(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-i\omega x}dx$ تبدیل فوریه تابع $f(x)$، $x\in\mathbb{R}$، باشد، تبدیل فوریه تابع $f(x)=\begin{cases}e^{-ax} & x>0\\ 0 & x<0\end{cases}$ با در نظر گرفتن $a>0$ ، کدام است؟

۱) $\frac{i\omega}{\sqrt{2\pi}+a}$

۲) $\frac{\sqrt{2\pi}}{a+i\omega}$

۳) $\frac{a}{\sqrt{2\pi}(i+a\omega)}$

۴) $\frac{1}{(a+i\omega)}$

۴۸- اگر حاصل انتگرال $\oint_{|z|=1} z^n e^{\frac{1}{z}}dz=\frac{\pi i}{60}$ باشد، مقدار n کدام است؟ $\left(i=\sqrt{-1}\right)$

۱) ۳

۲) ۴

۳) ۵

۴) ۶

۴۹- اگر C دایره $|z|=2$ در جهت مثلثاتی باشد، حاصل $\oint_C \tan z\,dz$، کدام است؟

۱) $2\pi i$

۲) $-2\pi i$

۳) $4\pi i$

۴) $-4\pi i$

۵۰- اگر $u(x,y)$ جواب معادله لاپلاس، در ربع اول با شرایط مرزی $u(x,0)=f(x)$ و $\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=0}=0$ موردنظر باشد، شکل کراندار کلی جواب $u(x,y)$ کدام است؟

۱) $\int_0^{\infty} A(k)e^{-ky}\sin kx\,dk$

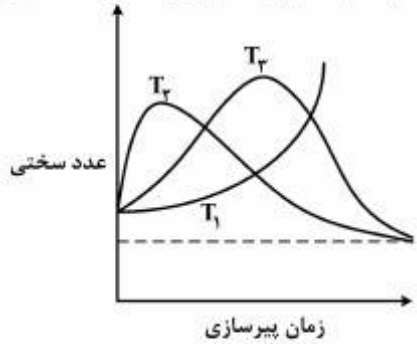
۲) $\int_0^{\infty} A(k)e^{-kx}\cos ky\,dk$

۳) $\int_0^{\infty} A(k)e^{-ky}\cos kx\,dk$

۴) $\int_0^{\infty} \left[A(k)\cos ky+B(k)\sin ky\right]e^{-kx}\,dk$

خواص فیزیکی مواد:

۵۱- 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؟



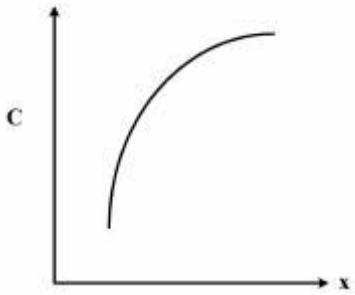
۱) $T_1<T_2<T_3$

۲) $T_1<T_3<T_2$

۳) $T_2<T_1<T_3$

۴) $T_2<T_3<T_1$

۵۲- اگر منحنی غلظت برحسب 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.

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

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

۱) هر دو کمتر
۲) θ کمتر و $S(\theta)$ بیشتر
۳) هر دو بیشتر
۴) θ بیشتر و $S(\theta)$ کمتر

۵۴- پس از انجام عملیات حرارتی آستمپرینگ در یک فولاد، کدام‌یک از ساختارهای زیر بدست می‌آید؟

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

۵۵- 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.

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

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

۵۷- **میزان عمق نفوذ عنصر آلیاژی با دو برابر شدن:**

۱) ضریب نفوذ، $\sqrt{۲}$ برابر می‌شود.

۲) ضریب نفوذ، ۴ برابر می‌شود.

۳) زمان نفوذ، ۲ برابر می‌شود.

۴) زمان نفوذ، ۴ برابر می‌شود.

۵۸- **در یک محلول جامد دو جزئی متشکل از دو عنصر A و B، در کدام‌یک از حالت‌های زیر ضریب نفوذ در هم ($\tilde{D}$) با ضریب نفوذ ذاتی جزء B (D_B) تقریباً برابر است؟**

۱) هنگامی‌که محلول جامد ایده‌آل است.

۲) هنگامی‌که محلول جامد غیر ایده‌ال 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.

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

۱) BCC

۲) FCC

۳) HCP

۴) مکعبی الماس

۶۰- **در جوانه‌زنی همگن در انجماد یک مذاب، اگر در یک زیر سرمایش برابر $۰/۲T_m$ (T_m = دمای ذوب) شعاع بحرانی جوانه $r_۱^*$ باشد، در آن صورت در یک زیر سرمایش برابر $۰/۶T_m$، اگر انرژی سطحی ویژه به نصف و گرمای نهان انجماد به $\frac{۱}{۶}$ مقادیر متناظر قبلی تغییر یابند، مقدار $r_۲^*$ برحسب $r_۱^*$ چقدر است؟**

۱) $r_۱^*$

۲) $\frac{r_۱^*}{۲}$

۳) $\frac{r_۱^*}{۶}$

۴) $۲r_۱^*$

۶۱- **۲/۵ کیلوگرم آستنیت شامل ۰/۶۷٪ وزنی کربن به‌طور تعادلی تا زیر دمای یوتکتوئیدی سرد شده است. وزن سمنیتت کل در آن چند کیلوگرم است؟**

$(\%C)_{Fe_۳C} = ۶/۷ \ , \ (\%C)_{\alpha} = ۰$

۱) ۰/۱۵

۲) ۰/۲۵

۳) ۰/۵۰

۴) ۱

۶۲- یک فولاد کربنی ساده دارای ۸/۸ ٪ وزنی فریت یوتکتوئید است. مقدار کربن متوسط این فولاد چقدر است؟
$(\%C)_{Fe_3C} = ۶/۷ \ , \ (\%C)_{\alpha} = ۰$

۱) ۰/۱۲
۲) ۰/۱۰
۳) ۰/۰۸
۴) ۰/۰۶

۶۳- یک قطعه فولاد ساده کربنی با ترکیب ۰/۲ ٪ کربن، پس از آنکه به مدت کافی در دمای کمی بالاتر از دمای یوتکتوئید نگهداری شد، تحت عملیات کوئنچ قرار گرفت. درصد فاز مارتنزیت شکل گرفته و ترکیب شیمیایی کربن آن به ترتیب چقدر است؟ $(\%C)_{\alpha} = ۰$

۱) ۲۵، ۰/۲ ٪
۲) ۲۵، ۰/۸ ٪
۳) ۱۰۰، ۰/۲ ٪
۴) ۷۵، ۰/۲ ٪

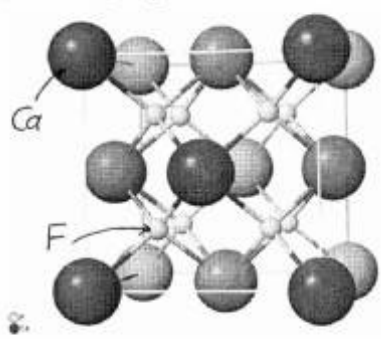
۶۴- در یک بلور HCP آرمانی نسبت $\frac{c}{a} = \frac{۲\sqrt{۲}}{\sqrt{۳}}$ است. نسبت چگالی اتمی صفحه‌ای $\frac{\rho_P(۰۰۰۱)}{\rho_P(۱۰\bar{۱}۰)}$ در این بلور چقدر است؟

۱) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$
۲) $\frac{۳\sqrt{۲}}{۴}$
۳) $\frac{۴\sqrt{۲}}{۳}$
۴) $\frac{۱۶\sqrt{۲}}{۹}$

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

۱) $r = (\sqrt{۳} - \frac{۴}{۵})R$
۲) $r = (\sqrt{۳} - ۱)R$
۳) $r = (\sqrt{۲} - \frac{۲}{۳})R$
۴) $r = (\sqrt{۲} - ۱)R$

۶۶- در ساختمان بلوری از نوع فلوراید کلسیم یا فلوریت کلسیم (CaF_2) (شکل زیر) عدد همسایگی یون F^- کدام است؟



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

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

۱) در هر دو فرایند تبلور مجدد و رشد دانه، مرزدانه به طرف مرکز انحنای مرزدانه حرکت می‌کند.

۲) در هر دو فرایند 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.

۶۸- **در فرایند جوانه‌زنی یک فاز جامد از یک فاز مایع، شعاع بحرانی شکل‌گیری جوانه (r_i^*) در شرایط جوانه‌زنی همگن (r_{hom}^*) و ناهمگن (r_{het}) چه نسبتی با هم دارند؟**

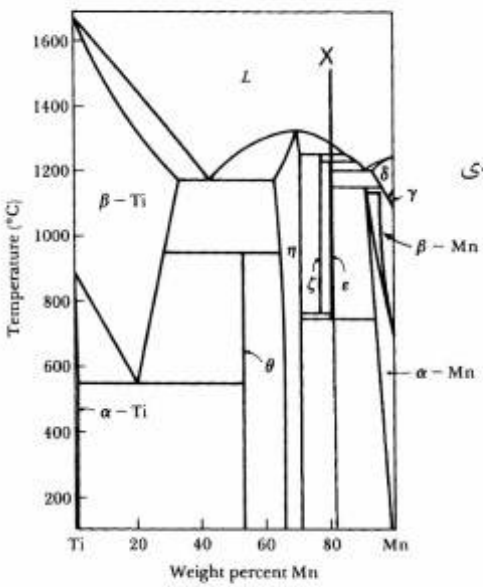
۱) $r_{hom}^* > r_{het}^*$

۲) $r_{hom}^* = r_{het}^*$

۳) $r_{hom}^* < r_{het}^*$

۴) $r_{hom}^* >> r_{het}^*$

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



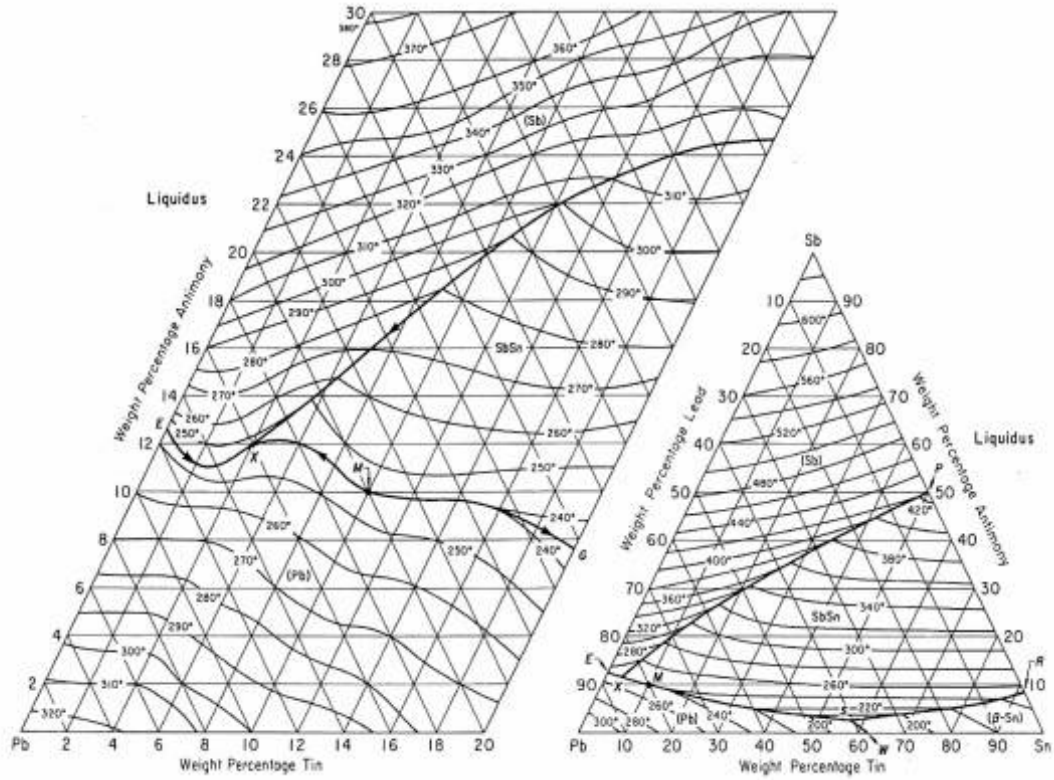
۱) یک پریتکتیکی و یک پریتکتوئیدی

۲) دو پریتکتیکی و یک یوتکتوئیدی

۳) دو پریتکتیکی، یک یوتکتیکی، یک پریتکوئیدی و دو یوتکتوئیدی

۴) سه پریتکتیکی، یک پریتکتوئیدی و دو یوتکتوئیدی

۷۰- مقطع سطح مذاب آلیاژ Pb-Sb-Sn و قسمت بزرگ شده گوشهٔ Pb آن در شکل زیر نشان داده‌اند. مسیر انجماد آلیاژ $Pb-10\%Sb-10\%Sn$ در این نمودار کدام است؟



۱) انجماد با رسوب فازهای (Pb) و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطهٔ X با استحالهٔ یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb)+(Sb)+SbSn$ صورت می‌گیرد.

۲) انجماد با رسوب فازهای (Pb)، $(\beta-Sn)$ و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطهٔ X با استحالهٔ یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb)+(Sb)+SbSn$ صورت می‌گیرد.

۳) انجماد با رسوب فاز (Pb) شروع و انجماد نهایی آن در نقطهٔ X با استحالهٔ یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Sb)+(Pb)+SbPb$ صورت می‌گیرد.

۴) انجماد با رسوب فازهای (Pb) و SbPb شروع و انجماد نهایی آن در نقطهٔ X با استحالهٔ یوتکتیکی $L \rightleftharpoons (Pb)+(Sb)+(\beta-Sn)+SbPb$ صورت می‌گیرد.

خواص مکانیکی مواد:

۷۱- تنش برشی لازم برای شروع فعالیت یک منبع فرانک – رید (از نوع پیچی) برابر با [Mpa]۱۲ است. در صورتی‌که اندازه بردار بر گرز نابجائی برابر با $۳/۶\,\mathring{A}$ و مقدار $G = ۶\times۱۰^{۴}$ [Mpa] باشد. اندازه طول منبع فرانک – رید چند $[\mu_m]$ است؟

۱) ۰/۶

۲) ۰/۹

۳) ۱/۸

۴) ۶

۷۲- در شبکه BCC دو نابجایی پیچی و لبه‌ای با بردار $\frac{a}{۲}$[۱۱۱] وجود دارند. کدام گزینه در مورد انرژی کرنشی (بر واحد طول) این دو نابجایی صحیح است؟

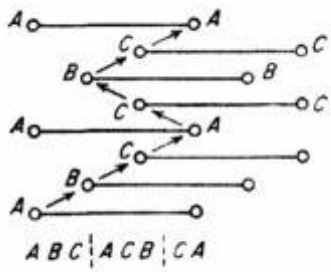
۱) انرژی نابجایی لبه‌ای بیشتر است.

۲) انرژی نابجایی پیچی بیشتر است.

۳) چون بردار دو نابجایی یکی است انرژی یکسان است.

۴) انرژی نابجایی ثابت و به نوع نابجایی بستگی ندارد.

۷۳- در شبکه FCC نحوه چیدن صفحات اتمی به صورت ...ABC می‌باشد. در اثر لغزش نحوه چینش صفحات طبق شکل می‌شود. نقص ایجاد شده کدام نوع است؟



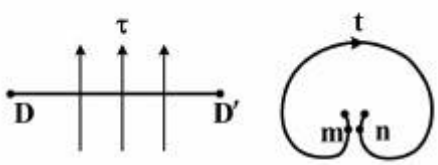
۱) دوقلویی

۲) شبکه BCC

۳) شبکه HCP

۴) نقصی تشکیل نشده

۷۴- اگر منبع تکثیر نابجایی طبق شکل زیر باشد. کدام گزینه صحیح است؟



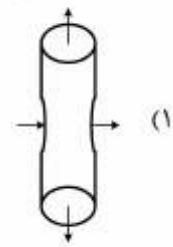
۱) اگر DD′ پیچی، m و n پیچی

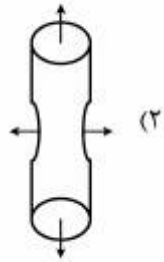
۲) اگر DD′ پیچی، m و n لبه‌ای

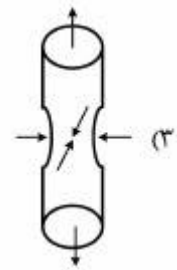
۳) اگر DD′ لبه‌ای، m و n لبه‌ای

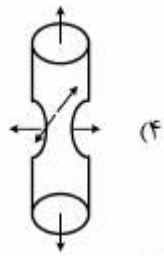
۴) اگر DD′ لبه‌ای یا پیچی باشد، m و n مخلوط

۷۵- در منطقه گلوئی شدن یک نمونه کششی گرد (میلگرد)، حالت تنش کدام‌یک از موارد زیر است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۷۶- مقدار انرژی یک نابجایی لبه‌ای به طول یک میلی‌متر ۳×۱۰^{-۱۲} ژول است. مقدار کششی خطی این نابجایی چقدر است؟

۱) ۳×۱۰^{-۶} نیوتن

۲) ۳×۱۰^{-۶} ژول

۳) ۳×۱۰^{-۹} نیوتن

۴) ۳×۱۰^{-۹} ژول

۷۷- رابطه $\sigma_y = \sigma_۰ + Kd^{-۱/۲}$ اثر اندازه دانه بر تنش تسلیم را نشان می‌دهد. کدام عبارت در مورد مقدار ثابت **K** برای فلزات در رابطه مذکور صحیح است؟

۱) در FCC زیاد است چون تعداد سیستم‌های لغزش زیاد است.

۲) در FCC کم است چون تعداد سیستم‌های لغزش زیاد است.

۳) در HCP کم است چون تعداد سیستم‌های لغزش محدود است.

۴) در BCC کم است چون موانع قوی در مقابل حرکت نابجایی‌ها وجود دارد.

۷۸- کدام گزینه، انرژی پله‌ای (جاگ) به‌طول $b_۲$ بر روی نابجایی لبه‌ای با بردار برگرز $b_۱$ را نشان می‌دهد؟

۱) $U_j = Gb_۱^۲ b_۲$

۲) $U_j = Gb_۲^۲ b_۱$

۳) $U_j = \frac{۱}{۲}Gb_۱^۲ b_۲$

۴) $U_j = \frac{۱}{۲}Gb_۲^۲ b_۱$

۷۹- افزودن عناصر آلیاژی به‌صورت محلول جامد منطقه اول منحنی تنش کرنش برشی تک بلورهای FCC را:

۱) کم می‌کند چون انرژی نقص چیدن را زیاد می‌کند.

۲) کم می‌کند چون انرژی نقص چیدن را کم می‌کند.

۳) زیاد می‌کند چون انرژی نقص چیدن را زیاد می‌کند.

۴) زیاد می‌کند چون انرژی نقص چیدن را کم می‌کند.

۸۰- تنش برشی در یک صفحه لغزشی ۲۵Mpa می‌باشد. چنانچه میزان تنش در نوک یک انباشت نابجایی لبه‌ای واقع در این صفحه لغزشی ۷۵۰ مگا پاسکال باشد، تعداد نابجایی‌های واقع در این انباشت به‌کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

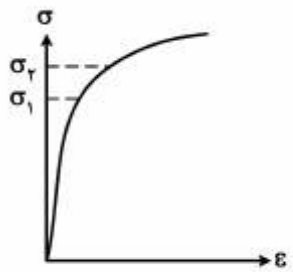
۱) ۲۵

۲) ۳۰

۳) ۷۵

۴) ۹۰

۸۱- در صورتی‌که نسبت کرنش الاستیک تحت اثر تنش σ_2 به σ_1در نمودار کششی حقیقی فلزی برابر ۱/۴ و $\sigma_1 = 300[Mpa]$ باشد، مقدار تنش σ_2 چند [Mpa] است؟



۱) ۳۵۵

۲) ۴۲۰

۳) ۴۸۰

۴) ۵۸۸

۸۲- فاصلهٔ بین دو نابجایی لبه‌ای متوالی در یک مرز کم زاویهٔ ۵° در یک بلور BCC با شعاع اتمی $\frac{\pi}{20}$nm، چند nm است؟

۱) ۰/۹

۲) ۱/۸

۳) ۳/۶

۴) ۷/۲

۸۳- آلیاژی از نیکل در دمای ۱۱۴۰ K درجه کلوین تحت تنش، بعد از صد هزار ساعت (۱۰۰۰۰۰ hr) می‌شکند. تنش اعمالی (σ) چند Mpa است؟

$c = 25$ ، $\sigma = -\frac{25}{1000}P + 1750\,Mpa$ ، P پارامتر لارسون و میلر است.

۱) ۱۲۵۰

۲) ۸۹۵

۳) ۷۵۱

۴) ۴۵۵

۸۴- آلیاژی دمای بالا در شرایط کاری تحت خزش می‌باشد. اگر در این شرایط تبلور مجدد نیز رخ دهد. آهنگ خزش چه تغییری خواهد داشت؟

۱) کم می‌شود چون با تشکیل دانه‌های ریزتر در تبلور مجدد مقاومت به خزش زیاد می‌شود.

۲) کم می‌شود چون اندازه دانه‌ها به هنگام تبلور مجدد زیاد می‌شود.

۳) زیاد می‌شود چون تبلور مجدد باعث ایجاد دانه‌های جدید می‌شود.

۴) تبلور مجدد تأثیری بر آهنگ خزش ندارد.

۸۵- کدام‌یک از واکنش‌های زیر بین اتم‌های محلول و نابجایی‌ها صورت نمی‌گیرد؟

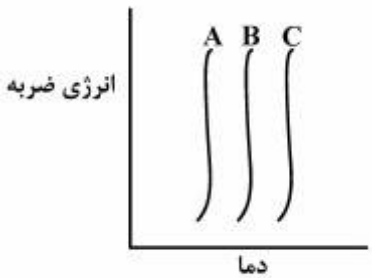
۱) اتم بین‌نشین – نابجایی لبه‌ای

۲) اتم بین‌نشین – نابجایی پیچی

۳) اتم جانشین – نابجایی لبه‌ای

۴) اتم جانشین – نابجایی پیچی

۸۶- منحنی انرژی ضربه سه فولاد A ، B و C در شکل زیر نشان داده شده است. گزینه مناسب کدام است؟



$N = 2^{n-1}$

n = اندازه دانه بر مبنای ASTM است.

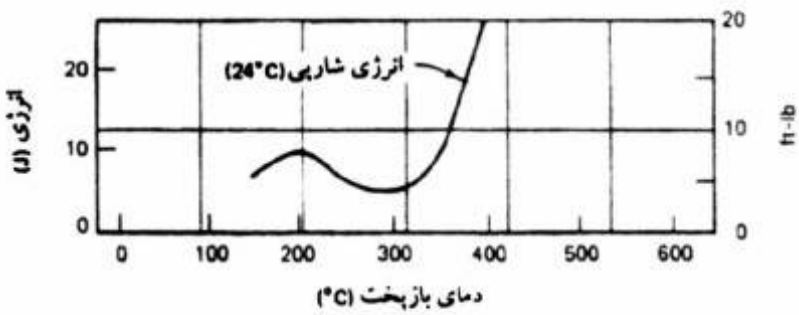
۱) $n_A > n_B > n_C$

۲) $n_A < n_B < n_C$

۳) $n_B > n_A > n_C$

۴) $n_C > n_A > n_B$

۸۷- شکل زیر تغییرات انرژی شکست (آزمایش ضربه) فولاد مارتنزیتی پس از بازپخت (تمپر) در دماهای مختلف را نشان می‌دهد. کاهش انرژی در محدوده دمایی مشخص شده ناشی از رسوب کدام‌یک از موارد زیر است؟



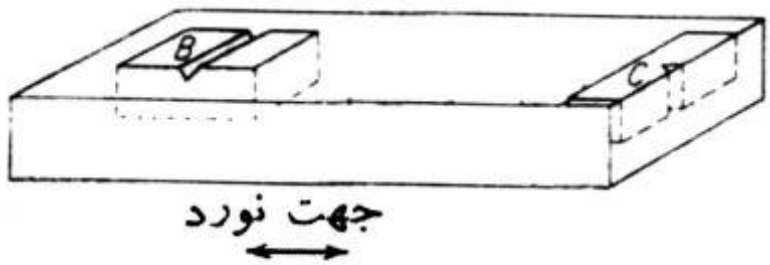
۱) کاربیدهای مرزدانه است که با رسوب عناصری مثل فسفر و گوگرد ترد شده‌اند.

۲) کاربیدهای مرزدانه‌ای است که با رسوب عناصری مثل Si و Mn ترد شده‌اند.

۳) کاربیدهای کرم در مرز دانه‌ها است.

۴) سمنتیت در مرز دانه‌ها است.

۸۸- از ورق فولاد نورد گرم شده دو نمونه (B و C) طبق شکل جهت اندازه‌گیری چقرمگی شکست آماده می‌شود. کدام گزینه در مورد چقرمگی شکست دو نمونه صحیح است؟

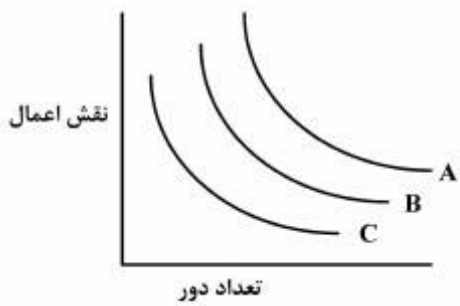


۱) چقرمگی شکست نمونه C بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.
۲) چقرمگی شکست نمونه C بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های کمتری برخورد می‌کند.
۳) چقرمگی شکست نمونه B کمتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.
۴) چقرمگی شکست نمونه B بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.

۸۹- چگالی انرژی کرنش کشسان در یک نمونه فولادی که تا $\frac{۱}{۴}$ حد تسلیم بارگذاری شده برابر $۳۲kJ/m^۳$ است. اگر مدول کشسان آن برابر ۱۰۰GPa باشد، در آن صورت تنش تسلیم این فولاد چند MPa است؟

۱) ۸۰
۲) ۱۶۰
۳) ۳۲۰
۴) ۶۴۰

۹۰- منحنی خستگی فولادی در سه محیط مختلف در زیر آورده شده است. گزینه صحیح برای این منحنی‌های A، B و C کدام است؟



۱) محیط خورنده ضعیف = A محیط خنثی = C محیط خورنده قوی = B
۲) محیط خورنده قوی = A محیط خورنده ضعیف = B محیط خنثی = C
۳) محیط خنثی = A محیط خورنده ضعیف = C محیط خورنده قوی = B
۴) محیط خنثی = A محیط خورنده ضعیف = B محیط خورنده قوی = C

شیمی‌فیزیک و ترمودینامیک:

۹۱- در واکنش زیر $\Delta_r U^\circ_{(583K)} = 8kJ/mol$ به دست آمده است (r: reaction) . اگر انتالپی تشکیل استاندارد C_6H_6 در $600K$ برابر $67kJ/mol$ و گاز رفتار ایده‌آل داشته باشد، انتالپی تشکیل استاندارد $Cr(C_6H_6)_2$ در این دما چند J/mol است؟ $Cr(C_6H_6)_2(s) \Rightarrow Cr(s) + 2C_6H_6(g)$

$$R = 8 \frac{j}{mol\,K}$$

۱) ۱۷۶۹۴

۲) ۱۱۶۴۰۰

۳) ۱۳۳۶۰۰

۴) ۱۷۶۹۴۷

۹۲- یک مول اکسید کروم با دو مول آلومینیم در یک محفظه بی‌درو واکنش می‌دهد دمای نهایی سیستم کدام است؟ دمای مواد اولیه $298K$ می‌باشد(محصولات همگی جامد می‌باشد).

$$2Al + Cr_2O_3 = Al_2O_3 + 2Cr \;,\; C_P^{Al_2O_3} = a \quad C_P^{Cr} = b$$

$$\Delta H^\circ_{298}{}^{AL_2O_3} = C \quad \Delta H^\circ_{298}{}^{Cr_2O_3} = d$$

۱) $298 - \frac{d+c}{a-2b}$

۲) $298 + \frac{d-c}{a-2b}$

۳) $298 - \frac{d+c}{a+b}$

۴) $298 + \frac{d-c}{a+2b}$

۹۳- آلیاژ مذاب A-B در دمای $900K$ محلولی است ایده‌آل. فشار بخار آلیاژ در این دما $40mmHg$ است و کسر مولی B در فاز بخار ۰/۲ . اگر فشار بخار B مذاب خالص در دمای فوق $20mmHg$ باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد کسر مولی B در آلیاژ مذاب (X_B) و فشار بخار A خالص مذاب (P_A°) بر حسب میلی‌متر جیوه به ترتیب صحیح است؟

۱) ۰/۶ ، ۲۰

۲) ۰/۲ ، ۳۰

۳) ۰/۴ ، ۳۲

۴) ۰/۴ ، ۵۳/۳

۹۴- وقتی ماده B با جرم مولکولی $M_B = ۴۰$ در ۱۰۰۰ گرم از ماده A با جرم مولکولی $M_A = ۲۰$ حل شود، رابطه حجم کل سیستم با تعداد مول B حل شده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V = ۹۲۰ + ۲n_B + ۴n_B^۲ (cm^۳)$$

$\bar{V}_B$ در ترکیب $X_B = ۰/۵$ چند سانتی‌متر مکعب بر مول است؟

۱) ۹۵

۲) ۴۰۲

۳) ۴۶۰

۴) ۹۲۰

۹۵- در آلیاژ مذاب A-B رفتار جز B از قانون هنری تبعیت می‌نماید $\ln \gamma_B^\circ = \frac{-۶۰۰۰}{T} + ۰/۰۴$ است. گرمای انحلال آلیاژ (ΔH^M) از کدام رابطه پیروی می‌نماید؟

۱) $\frac{-۶۰۰۰}{RX_A}$

۲) $\frac{-۶۰۰۰}{RX_B}$

۳) $-۶۰۰۰RX_A$

۴) $-۶۰۰۰RX_B$

۹۶- محلول‌های مذاب A-B در دمای T را می‌توان با قاعده (Regular) فرض کرد و برای این محلول‌ها:

$$\Delta H^M = CX_A X_B$$

اگر ΔH^M برای یک مول محلول مذاب A-B حاوی ۴۰ درصد مولی B در دمای فوق $-۶۰۰۰ cal$ باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد انرژی آزاد اضافی یک مول B $(\bar{G}_B^{Ex})$ بر حسب کالری در محلول و آنتروپی اضافی (S^{xs}) یک مول محلول $B ٪۴۰ - A$ بر حسب $\frac{cal}{K}$ صحیح است؟

۱) $-۹۰۰۰ ، ۰$

۲) $-۶۰۰۰ ، +۲$

۳) $+۱۰ ، ۰$

۴) $+۸۰۰۰ ، +۱۴۰$

۹۷- سیستمی شامل $SO_۳(g), Zn(g), SO_۲(g), O_۲(g), ZnO(s), ZnS(s)$ می‌باشد. تعداد درجه آزادی(F) و تعداد واکنش مستقل (R) به ترتیب کدامند؟

۱) ۲ ، ۳

۲) ۲ ، ۱

۳) ۱ ، ۲

۴) ۰ ، ۳

۹۸- در دمای $900K$ فشار بخار آلیاژ مذاب Zn-Cd ، $40mmHg$ است. فشار بخار Zn مذاب خالص در دمای فوق $16mmHg$ و ۲۰ درصد مولی فاز بخار Zn است. اگر پتانسیل شیمیایی Zn در آلیاژ را μ و پتانسیل شیمیایی Zn مذاب خالص را μ° بنامیم، کدام‌یک از گزینه‌ها صحیح است؟ $R = 2\frac{cal}{molK}$

۱) $\mu = \mu^\circ - 1800\ln 2$

۲) $\mu = \mu^\circ + 900\ln 3$

۳) $\mu = \mu^\circ - 1800\ln 4$

۴) $\mu = \mu^\circ \ln\frac{4}{5}$

۹۹- دمای ذوب فلزی در فشار یک اتمسفر $800K$ است. دانسیته این فلز در حالت جامد $6\frac{gr}{cm^3}$ و در حالت مذاب $5\frac{gr}{cm^3}$ است. اگر گرمای نهان ذوب این فلز ۲۰ کالری به‌ازای هر گرم باشد، کدام‌یک از پاسخ‌های زیر در مورد میزان تغییر فشار لازم برای یک درجه افزایش دمای ذوب این فلز بر حسب اتمسفر صحیح است؟

$$R = 2\frac{cal}{molK} \approx 80\frac{cm^3 atm}{molK}$$

۱) افزایش ۳۰۰

۲) کاهش ۱۲۴

۳) کاهش ۱۰۸

۴) افزایش ۳۰

۱۰۰- به مخلوط اولیه گازی شامل یک مول A دو مول B و یک مول D اجازه داده می‌شود تا مطابق واکنش $2A + B = 3C + 2D$ به شرایط تعادل برسند. مخلوط تعادل گازها شامل ۰/۹ مول C می‌باشد. تعداد کل مول‌های گازی در این مخلوط تعادل کدام است؟

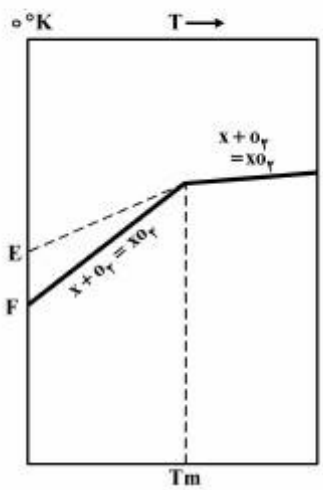
۱) ۴

۲) ۴/۶

۳) ۵/۶

۴) ۶/۴

۱۰۱- با توجه به شکل زیر، کدام‌یک از گزینه‌ها صحیح است؟



۱) T_m دمای ذوب اکسید XO_2 و EF، ΔH° ذوب اکسید.

۲) T_m دمای ذوب اکسید XO_2 است و EF، ΔH° ذوب فلز X.

۳) T_m دمای ذوب فلز X است و EF، ΔH° ذوب اکسید.

۴) T_m دمای ذوب فلز X است EF، ΔH° ذوب فلز X.

۱۰۲- فشار جزئی SO_2 در آتمسفر کوره‌ای در دمای $1000\,K$ ، $0/01\,atm$ است. اگر تغییر انرژی آزاد استاندارد برای تشکیل سولفات سرب از PbO و SO_2 در دمای فوق -24600 کالری بازای هر مول باشد، کدام‌یک از گزینه‌ها در مورد ΔG تشکیل سولفات سرب از PbO و SO_2 بر حسب کالری صحیح است؟

$$R = 2\frac{cal}{mol\,K}$$

۱) $+12300$

۲) $+14500$

۳) -15400

۴) -24600

۱۰۳- مخلوطی از گازهای CO و CO_2 با اکسید M و MO در فشار کل یک اتمسفر در تعادل می‌باشند، فشار CO_2 تعادلی چقدر است؟ $M + CO_2 = MO + CO\ ,\ \ln k = -1/8$

۱) $\frac{-1}{\exp(-1/8)}$

۲) $1+\exp(-2/4)$

۳) $\frac{1}{1+\exp(-1/8)}$

۴) $\frac{1}{\exp(-1/8)}$

۱۰۴- رابطه $(\frac{\partial P}{\partial V})_S$ بر حسب کمیت‌های قابل اندازه‌گیری در آزمایشگاه برابر است با:

۱) $-\frac{C_P\alpha}{V\beta}$

۲) $\frac{C_P\alpha}{V\beta}$

۳) $-\frac{C_P}{V\beta C_V}$

۴) $\frac{C_P\beta}{VC_V}$

۱۰۵- جرم ویژه آب $1\frac{g}{cm^3}$ و یخ $0/90\frac{g}{cm^3}$ می‌باشد. در صورتی‌که فشار روی یخ از یک اتمسفر به ۹ اتمسفر افزایش یابد، نقطه ذوب آن $0/08$ درجه سانتی‌گراد می‌شود. تغییر انتروپی ذوب شدن یخ چند $\frac{j}{mol\,K}$ است؟

$$R = 8\frac{j}{mol\,K} = 0/08\frac{lit\ atm}{mol\,K}$$

۱) $1/8$

۲) $2/1$

۳) $8/4$

۴) 18

۱۰۶- ظرفیت حرارتی (C_P) یک مول فلزی در حالت مذاب $۲\frac{cal}{K}$ از ظرفیت حرارتی آن در حالت بخار بیشتر است. دمای جوش این فلز در فشار یک اتمسفر $۱۰۰۰K$ و گرمای نهان تبخیر آن در این دما ۸۲۰۰۰ کالری بازای هر مول است. کدام‌یک از روابط زیر فشار بخار این فلز را در حالت مذاب بیان می‌کند؟

$R = ۲\frac{cal}{mol\,K}$

$\ln x = ۲/۳ \log x$

۱) $\ln p(atm) = -\frac{۴۲۰۰۰}{T} - \ln T + C$

۲) $\ln p(atm) = -\frac{۴۱۰۰۰}{T} + C$

۳) $\ln p(atm) = -\frac{۴۰۰۰۰}{T} + ۲\ln T + C$

۴) $\ln p(atm) = \frac{۴۶۰۰۰}{T} - \ln T + C$

۱۰۷- برای یک ماده با $\Delta H_m = ۶۰۰۰\frac{j}{mol}$ و $T_m = ۳۰۰K$ و $C_{P_l} = C_{P_s}$ تغییرات انتروپی خلق شده در حال انجماد یک مول از آن در دمای $۲۵۰K$ بر حسب $\frac{j}{K}$ چقدر است؟

۱) -۴

۲) -۲۰

۳) ۴

۴) ۲۰

۱۰۸- گرمای تشکیل ماده‌ای به صورت $\Delta H°_T = -۷۵۰۰۰۰ + ۱۰T$ می‌باشد تغییرات انتروپی به عنوان تابعی از دما برای این ماده کدام است؟

۱) $-۱۰\ln T + C$

۲) $۱۰T\ln T + C$

۳) $+۱۰\ln T + C$

۴) $-۱۰T\ln T + C$

۱۰۹- چهار مول از یک گاز ایده‌آل تک اتمی در فشار ثابت در معرض یک انبساط برگشت‌پذیر قرار می‌گیرد. در طی این فرایند آنتروپی گاز به میزان ۸۰ ژول بر کلوین افزایش می‌یابد. با توجه به داده‌های مذکور کدام گزینه صحیح است؟

$R = ۸\frac{j}{mol\,K}$

۱) $T_۲ = \frac{۱}{۲}T_۱$

۲) $T_۲ = eT_۱$

۳) $T_۲ = ۲T_۱$

۴) $T_۲ = e^۲T_۱$

۱۱۰- در یک فرایند غیر بازگشت‌پذیر گاز آرگون از دمای $۳۰۰K$ به دمای $۶۰۰K$ با قرار دادن کپسول گاز آرگون (در کوره‌ای که دمای آن $۱۰۰۰K$) رسانده شده است. اگر فشار گاز آرگون از $۱۵atm$ به $۳۰atm$ در این فرایند رسیده باشد، تغییر انتروپی برای گاز آرگون چقدر است؟ $R = ۲\frac{cal}{mol\,K}$

۱) $-۳/۵R\ln ۲$

۲) $۱/۵R\ln ۲$

۳) $۳/۵R\ln ۲$

۴) چون فرایند غیر بازگشت‌پذیر است قابل محاسبه نیست.

خواص مواد مهندسی و بیومتریال‌ها:

۱۱۱- طبق رابطه براگ در تفرق اشعه ایکس (XRD)، مقدار زاویه تابش اشعه به سطح نمونه (θ) کدام‌یک از معادله زیر است؟

θ: زاویه تابش ، λ : طول موج تابش ایکس ،

d: فاصله صفحات کریستالی، θ : مرتبه بازتاب (تعداد صفحات کریستالی)

۱) $\theta = \sin^{-۱}(\frac{n\lambda}{۲d})$

۲) $\theta = \sin^{-۱}(\frac{nd}{۲\lambda})$

۳) $\theta = \sin^{-۱}(\frac{۲n}{d\lambda})$

۴) $\theta = \cos^{-۱}(\frac{n\lambda}{۲d})$

۱۱۲- بردار برگرز در نابجایی لبه‌ای ..... خط نابجایی و در نابجایی پیچی ..... خط نابجایی است.

۱) موازی با ـ عمود بر

۲) موازی با ـ موازی با

۳) عمود بر ـ موازی با

۴) عمود بر ـ عمود بر

۱۱۳- کدام‌یک نیمه هادی غیرذاتی نوع P است؟

۱) سیلیکون آلاییده با آلومینیم

۲) سیلیکون آلاییده با آرسنیک

۳) ژرمانیم آلاییده با آنتیموان

۴) ژرمانیم آلاییده با فسفر

۱۱۴- **اگر در ساختار بلور اکسید آهن دو ظرفیتی (FeO) تعدادی از یون‌های Fe^{2+} با Fe^{3+} تعویض شود، چه نوع عیب نقطه‌ای به وجود می‌آید؟**

۱) بین‌نشینی آنیون

۲) جای خالی آنیون

۳) بین‌نشینی کاتیون

۴) جای خالی کاتیون

۱۱۵- **کدام‌یک از عبارات زیر در مورد خواص حرارتی مواد صحیح است؟**

۱) انبساط حرارتی مواد سرامیکی از مواد پلیمری بیشتر و از فلزات کمتر است.

۲) هدایت حرارتی یک فولاد ساده کربنی کمتر از هدایت حرارتی مولا زنگ نزن می‌باشد.

۳) نامتقارن بودن منحنی انرژی چاه پتانسیل منشاء اصلی انبساط حرارتی در مواد جامد باشد.

۴) هدایت حرارتی یک نمونه تک کریستال سرامیکی اندکی کمتر از هدایت حرارتی یک نمونه پلی‌کریستال آن است.

۱۱۶- **یک قطعه نرم مغناطیس در مقایسه با یک قطعه سخت مغناطیس با ابعاد و شکل یکسان عموماً دارای میدان انیزوتروپی مغناطیس کریستالی (Magnetocrystaline anisotropy field) ..... و میدان پسماند زدایی مغناطیسی (coercive field) ..... است.**

۱) کمتر، بیشتر

۲) کمتر، کمتر

۳) بیشتر، کمتر

۴) بیشتر، بیشتر

۱۱۷- **شکست ناشی از خستگی در فلزات به دلیل ایجاد و رشد ترک‌های ..... است.**

۱) داخلی در اثر تنش‌های سیکلی

۲) داخلی در اثر تنش‌های دینامیکی

۳) سطحی در اثر تنش‌های سیکلی

۴) سطحی در اثر تنش‌های دینامیکی

۱۱۸- **کدام‌یک از واکنش‌های زیر بیانگر واکنش یوتکتوید است؟**

۱) $\ell_1 + \ell_2 \rightleftarrows \ell$

۲) $\ell \rightleftarrows S_1 + S_2$

۳) $\ell + S_2 \rightleftarrows S_3$

۴) $S_2 \rightleftarrows S_1 + S_3$

۱۱۹- **مقدار دانسیته اتمی سطحی کدام‌یک از صفحات زیر در ساختار مربوطه بیشتر است؟**

۱) $\{111\}_{FCC}$

۲) $\{110\}_{BCC}$

۳) $\{110\}_{SC}$

۴) $\{100\}_{FCC}$

۱۲۰- در مواد سرامیکی با عدد همسایگی ۳، کمترین نسبت شعاع کاتیون به آنیون کدام است؟

۱) ۰/۰۷۷۵

۲) ۰/۱۵۵

۳) ۰/۲۲۵

۴) ۰/۴۱۴

۱۲۱- چرا برای ساخت لنزهای تماسی، در ترکیب با هیدروژل‌ها از سیلیکون استفاده می‌شود؟

۱) پایداری حرارتی سیلیکون ۲) خون سازگار بودن سیلیکون

۳) آب گریز بودن سیلیکون ۴) به گذردهی بالای اکسیژن در سیلیکون

۱۲۲- دلیل آب‌دوستی بالاتر کیتین نسبت به کیتوسان چیست؟

۱) استیل‌زدایی از کیتین ۲) کم بودن وزن ملکولی کیتین

۳) وجود گروه‌های کربوکسیل در کیتوسان ۴) وجود گروه‌های هیدروکسیل در کیتوسان

۱۲۳- ویژگی اصلی زیست موادی که در رهایش هدفمند دارو به‌کار می‌روند چیست؟

۱) آبدوستی بسیار زیاد سطح ۲) سرعت تخریب کنترل شده

۳) خون سازگاری بسیار خوب ۴) نفوذپذیری در مقابل مایعات بیولوژیک

۱۲۴- کدام‌یک از روش‌های زیر برای تولید داربستی متخلخل با تخلخل‌های زیاد و پیوسته از پلیمرها مناسب‌تر است؟

۱) اسفنج سازگاری گازی ۲) اکستروژن ۳) الکتروریسی ۴) ریخته‌گری حلال

۱۲۵- در مورد تخریب پلی گلی کولیک اسید و پلی لاکتیک اسید به‌عنوان داربست سلولی کدام گزینه نادرست است؟

۱) پلی‌گلی‌کولیک اسید به‌دلیل جذب آب بالاتر سرعت تخریب بالاتری دارد.

۲) مکانیزم غالب در تخریب هر دو پلیمر «تخریب توده» است.

۳) پلی‌لاکتیک اسید به‌دلیل امکان بلورینگی بیشتر سرعت تخریب کمتری دارد.

۴) هر دو پلیمر از خانواده α - هیدروکسی اسیدها هستند.

۱۲۶- مهم‌ترین نقطه ضعف فلزات در کاربردهای ارتوپدی چیست؟

۱) زیست فعالی پایین ۲) مدول الاستیک زیاد

۳) مقاومت خوردگی و زیست سازگاری پایین ۴) سرعت خوردگی و زیست تخریبی بالا

۱۲۷- بیو مواد زیست فعالی که در ترمیم بافت‌های استخوانی به‌کار می‌روند:

۱) تخریب‌پذیر نیستند.

۲) با بافت زنده تشکیل پیوند می‌دهند.

۳) هیچ برهمکنش مثبتی با بافت زنده نشان نمی‌دهند.

۴) تنها واکنش بدن در برابر آنها تشکیل لایه فیبروز در سطح کاشتنی است.

۱۲۸- واحد تکرار شونده $\left[-CH_2-CHC\right]_n$ مربوط به کدام بسپار است و چه کاربردی در پزشکی دارد؟

۱) پلی اتیلن، لنز چشمی ۲) پلی وینیل کلراید، لنز چشمی

۳) پلی اتیلن، کیسه نگهداری خون ۴) پلی وینیل کلراید، کیسه نگهداری خون

۱۲۹- کدام ماده در دمای بدن دیرتر انحلال می‌یابد؟

۱) تری کلسیم فسفات ۲) دی‌کلسیم فسفات ۳) مونو کلسیم فسفات ۴) هیدروکسی آپاتایت

۱۳۰- تخریب‌پذیری بیوگلاس ۴۵S۵ در تماس با سیال شبیه‌سازی شده منجر به کدام‌یک از فرآیندهای زیر نمی‌شود؟

۱) شکست پیوندهای $Si-O-Si$

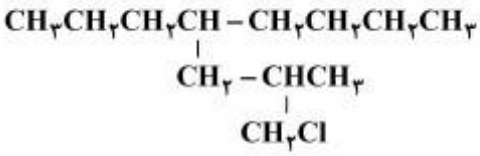
۲) جذب Ca^{2+} و تشکیل هیدروژل $Si(OH)_4$

۳) تبادل یونی $Si-O-Na^+$ با H^+ یا H_3O^+ موجود در محیط

۴) پلیمریزاسیون $Si-OH+Si-OH$ و تشکیل لایه SiO_2

شیمی آلی و بیوشیمی:

۱۳۱- مجموع همهٔ اعدادی که در نام **IUPAC** ترکیب زیر وجود دارد، کدام است؟



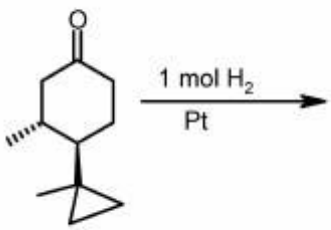
۱) ۷

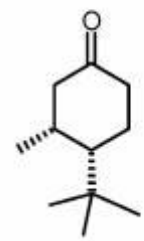
۲) ۸

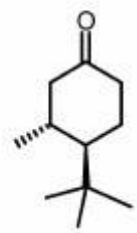
۳) ۹

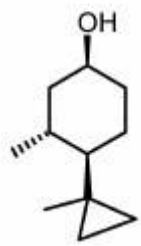
۴) ۱۰

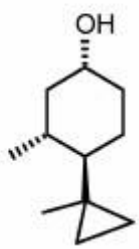
۱۳۲- محصول واکنش روبه‌رو کدام است؟



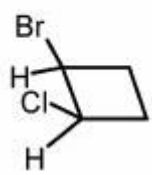
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۳۳- آرایش فضایی ترکیب زیر کدام است؟



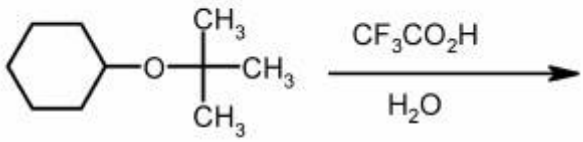
۱) ۱S, ۲S

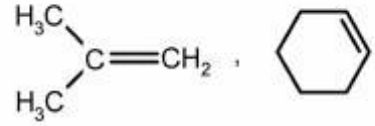
۲) ۱S, ۲R

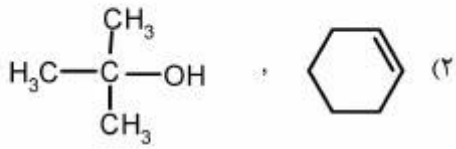
۳) ۱R, ۲S

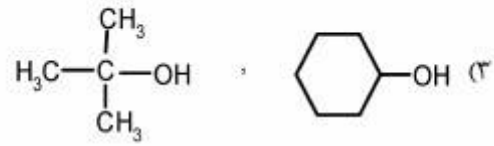
۴) ۱R, ۲R

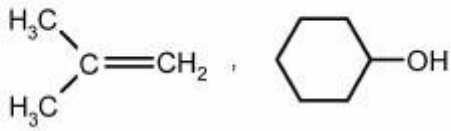
۱۳۴- فراورده عمدهٔ واکنش زیر، کدام است؟



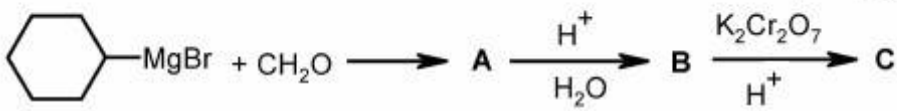
۱) 

۲) 

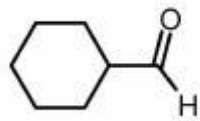
۳) 

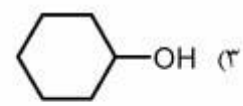
۴) 

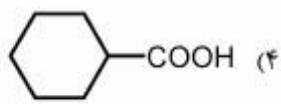
۱۳۵- محصول نهایی واکنش زیر، کدام است؟



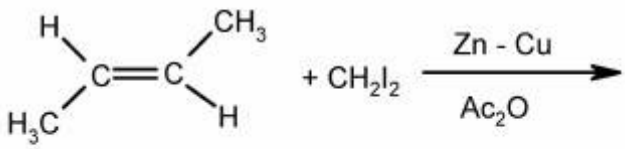
۱)

۲) 

۳) 

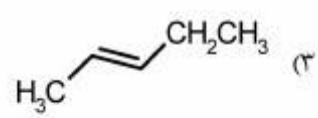
۴) 

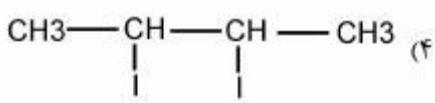
۱۳۶- محصول واکنش زیر، کدام است؟



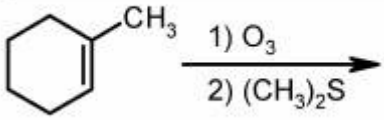
۱)

۲)

۳) 

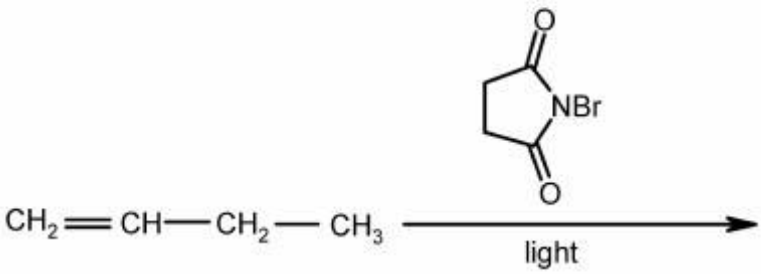
۴) 

۱۳۷- **فراورده واکنش زیر، دارای کدام ویژگی است؟**



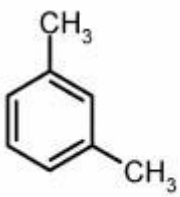
۱) یک ترکیب حلقوی اکسیژن‌دار است.
۲) در اثر کاهش کامل، الکل نوع سوم ایجاد می‌کند.
۳) با نقره نیترات آمونیاکی واکنش می‌دهد.
۴) پیوند هیدروژنی می‌تواند ایجاد کند.

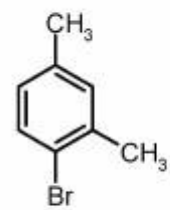
۱۳۸- **فراوردهٔ اصلی واکنش زیر، کدام است؟**

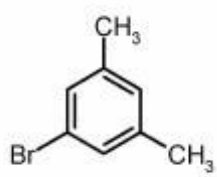


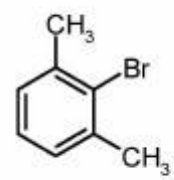
۱) $Br-CH_2-CH=CH-CH_3$
۲) $CH_2Br-CHBr-CH_2-CH_3$
۳) $Br-CH=CH-CH_2CH_3$
۴) $CH_3-CH=CH-CH_3$

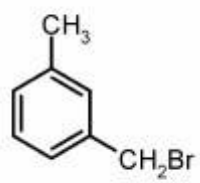
۱۳۹- **محصول اصلی واکنش زیر کدام است؟**



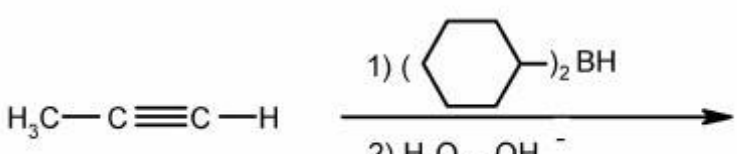
۱)


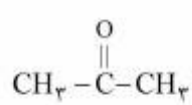
۲)


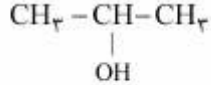
۳)


۴)


۱۴۰- **فرآوردهٔ واکنش زیر کدام است؟**



۱)


۲)


۳) CH_3-CH_2-CHO
۴) $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

۱۴۱- کدام‌یک از موارد زیر در مورد نشاسته صحیح است؟

۱) یک زنجیره خطی از $\alpha-D$glucose است.

۲) یک زنجیره خطی از $\beta-D$glucose است.

۳) نشاسته از نوع آمیلو پکتین محلول ید را ارغوانی رنگ می‌کند.

۴) با هیدرولیز آن توسط آنزیم α-آمیلاز مالتوز تولید می‌شود.

۱۴۲- رابطه $\mu_s = \dfrac{\mu_m s}{\left[\dfrac{k_s}{(1+\frac{1}{k_I})} + s\right](1+\frac{1}{x_I})}$ مربوط به کدام حالت بازدارندگی در آنزیم‌ها است؟

۱) رقابتی ۲) غیر رقابتی

۳) نارقابتی ۴) گزینه ۱ و ۲

۱۴۳- کدام یک از پیوندهای شیمیایی زیر ساختمان دوم پروتئین را به وجود آورده و عامل تشکیل مارپیچ α(αHelix) است و کدام نیروی بین‌مولکولی می‌باشد؟

۱) پیوند دی سولفید ، پیوندهای واندروالسی ۲) پیوند پپتیدی ، پیوندهای هیدروفوبیک

۳) پیوند هیدروژنی ، پیوندهای واندروالسی ۴) پیوند هیدروژنی و پپتیدی ، پیوندهای هیدروژنی

۱۴۴- کدام عبارت زیر در مورد ATP نادرست است؟

۱) حفظ مولکول‌های ATP در سلول‌های زنده بیش از چند دقیقه نیست.

۲) ATP انرژی غیرقابل انتقال در سلول‌های زنده می‌باشد.

۳) مولکول‌های ATP ما بین سلول جابه‌جا نمی‌شود.

۴) ATP نظیر یک باتری عمل می‌نمایند.

۱۴۵- در واکنش آنزیمی زیر، ثابت میکائلیس ـ منتن (K_m) به چه صورتی تعریف می‌شود؟

$$E+S \underset{K_2}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{K_3} E+P$$

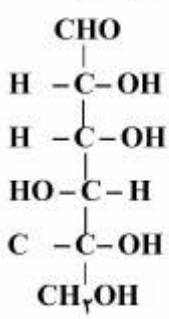
۱) $\dfrac{K_1}{K_2+K_3}$

۲) $\dfrac{K_2}{K_1+K_3}$

۳) $\dfrac{K_3}{K_1+K_2}$

۴) $\dfrac{K_2+K_3}{K_1}$

۱۴۶- قندهای پنج کربنه در کدام مسیر تولید می‌شوند و در قند زیر نوع ایزومری و تعداد کربن‌های نامتقارن کدام است؟



۱) هگزوزمنوفسفات HMP ، D ـ ۴

۲) گلیکولیز EMP ، D ـ ۴

۳) گلیکولیز EMP ، L ـ ۵

۴) دوره کربس Krebs، L ـ ۴

۱۴۷- از پروتئین‌های زیر کدام ساختمان کروی دارند؟

هموگلوبین ـ کراتین ـ میوگلوبین ـ β گالاکتوزیداز و ابریشم

۱) هموگلوبین ـ میوگلوبین ـ β گالاکتوزیداز ۲) هموگلوبین و β گالاکتوزیداز

۳) کراتین ـ β گالاکتوزیداز و ابریشم ۴) β گالاکتوزیداز

۱۴۸- فرمول عمومی کربوهیدرات‌ها چیست و در سلول چه نقشی را دارا نمی‌باشند؟

۱) $(CHO)_n$، جزئی از ساختمان اسیدهای نوکلئیک

۲) $(CH_2)_nO$، ترکیبات واسطه متابولیکی

۳) $(CH_2O)_n$، ایجاد مقاومت در برابر آسیب‌های سلولی

۴) $(CH_2O)_n$، ذخایر انرژی کوتاه مدت سلول

۱۴۹- کدام عبارت در مورد نقش میوگلوبین و آلبومین در بدن صحیح است؟

۱) دی‌اکسید کربن را از بافت‌ها به ریه منتقل می‌کند ، از دو زنجیره پلی‌پپتیدی ساخته شده است.

۲) در پلاسمای خون با هموگلوبین در جذب اکسیژن رقابت می‌کند ، نقش در فشار اسمزی ندارد.

۳) عامل تأمین اکسیژن در عضلات است ، به صورت اختصاصی در خون، پلاسما و مایع میان بافتی یافت می‌شود.

۴) کار مبادله اکسیژن را در ریه انجام می‌دهد، مقدار غیرطبیعی آن در ادار نشانه بیماری است.

۱۵۰- با توجه به برقراری قوانین ترمودینامیکی برای واکنش‌های زیستی در سلول‌های زنده کدام عبارت زیر صحیح است؟

۱) در تعریف تغییرات انرژی آزاد یک واکنش زیستی آنابولیکی و ضمن صرف‌نظر نمودن از تغییرات انرژی داخلی با افزایش انتروپی انجام خود به خود واکنش را به دنبال دارد.

۲) در تعریف تغییرات انرژی آزاد یک واکنش زیستی و ضمن صرف‌نظر نمودن از تغییرات انرژی داخلی، افزایش انتروپی انجام خود به خود واکنش را به دنبال دارد.

۳) در تعریف تغییرات انرژی آزاد یک واکنش زیستی و ضمن صرف‌نظر نمودن از تغییرات انرژی داخلی، کاهش انتروپی انجام خود به خود واکنش را به دنبال دارد.

۴) تغییرات انرژی آزاد برای واکنش‌های احیایی با کاهش قابل ملاحظه‌ای همراه است.

فیزیولوژی و آناتومی:

۱۵۱- در کدام عضو، به‌طور مستقیم تخلیه‌های متوالی منجر به فعالیت ریتمی نمی‌شود؟

۱) ریه ۲) قلب ۳) عصب ۴) روده

۱۵۲- کدام هورمون از غشاء هسته می‌گذرد؟

۱) انسولین ۲) تیروکسین ۳) رشد ۴) کورتیزول

۱۵۳- برای تشکیل قوس شریانی دست و پا از آئورت، کدام مورد زیر انشعاب کمتری را دارد؟

۱) دست راست ۲) دست چپ ۳) پای راست ۴) پای چپ

۱۵۴- در اسهال ترشحات کدام غده افزایش می‌یابد؟

۱) پاراتیروئید ۲) تیروئید ۳) کبد ۴) هیپوفیز

۱۵۵- در کدام اشتقاق، موج الکتروکاردیوگرام سطح مثبت بیشتری دارد؟

۱) V_1 ۲) V_2 ۳) V_3 ۴) V_4

۱۵۶- تمایز در طی کدام رفتار سلولی بیشتر تأثیرپذیر است؟
۱) تکثیر ۲) چسبندگی ۳) آندوسیتوز ۴) مهاجرت

۱۵۷- کدام اندامک داخل سلولی در سم‌زدایی دخالت بیشتری دارد؟
۱) شبکه آندوپلاسمیک صاف ۲) شبکه آندوپلاسمیک خشن
۳) پراکسیزوم ۴) میتوکندری

۱۵۸- کدام عضله تنوع حرکات بیشتری در بازو ایجاد می‌کند؟
۱) بازویی ۲) دلتوئید ۳) سینه‌ای بزرگ ۴) سینه‌ای کوچک

۱۵۹- تولیدات کدام عضو در هضم چربی‌ها اثر کمتری دارد؟
۱) روده ۲) کبد ۳) لوزالمعده ۴) غدد بزاقی

۱۶۰- کدام دستگاه در تعادل اسید و باز به کلیه‌ها کمک می‌کند؟
۱) قلب ۲) گوارش ۳) عصب ۴) تنفس

۱۶۱- سورفاکتانت از نظر ساختاری به کدام جزء سلول شباهت بیشتری دارد؟
۱) اکتوپلاسم ۲) آندوپلاسم ۳) غشاء ۴) هسته

۱۶۲- تشکیلات لنفاوی در کدام قسمت دستگاه گوارش بیشتر است؟
۱) مری ۲) معده ۳) رودهٔ بزرگ ۴) رودهٔ کوچک

۱۶۳- کلسیم در کدام یک تأثیر کمتری دارد؟
۱) انقباض عضله ۲) انعقاد خون ۳) انتقال حس ۴) ترشح تیروئید

۱۶۴- حرکات کلیشه‌ای بیشتر مربوط به چه عضوی است؟
۱) مخچه ۲) نخاع ۳) قشر مغز ۴) عقده قاعده‌ای

۱۶۵- برای احساس درد چه جایگاهی کمتر دخالت دارد؟
۱) نخاع ۲) تالاموس ۳) بصل النخاع ۴) قشر مغز

۱۶۶- بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء در کدام حالت است؟
۱) استراحت ۲) رپولاریزاسیون ۳) دپولاریزاسیون ۴) هیپرپولاریزاسیون

۱۶۷- افزایش کدام ماده جریان خون موضعی بافت را مشابه با آلکالوز تغییر می‌دهد؟
۱) گلوکز ۲) کراتینین ۳) دی‌اکسیدکربن ۴) اوره

۱۶۸- رنگ چشم مربوط به کدام عضو است؟
۱) عدسی ۲) عنبیه ۳) شبکیه ۴) قرنیه

۱۶۹- کدام گروه از سلول‌های ایمنی اختصاصی‌تر عمل می‌کنند؟
۱) ائوزینوفیل‌ها ۲) لنفوسیت‌ها ۳) منوسیت‌ها ۴) نوتروفیل‌ها

۱۷۰- سطح مفصل استخوان اولنا با کدام استخوان وسیع‌تر است؟
۱) بازو ۲) رادیوس ۳) نخودی ۴) هرمی