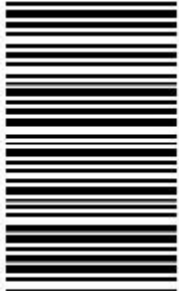


کد کنترل

310

A



310A

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه  
۹۶/۲/۱۸



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

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

نام خانوادگی:  
نام:

**آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپوسته داخل - سال ۱۳۹۶**

**مجموعه مهندسی مواد و متالورژی - کد ۱۲۷۲**

تعداد سؤال: ۱۷۰      مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	عنوان مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	ریاضی (ریاضی عمومی (۱و۲)، 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	فیزیک و آناتومی	۲۰	۱۵۱	۱۷۰

**\*\*تذکره:**

۱- از سوال ۵۱ تا ۱۱۰ مخصوص داوطلبان رشته مهندسی مواد است.  
 ۲- از سوال ۱۱۱ تا ۱۷۰ مخصوص داوطلبان رشته مهندسی پزشکی است.

این آزمون نمره 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.

**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- You might not be thinking about cholesterol yet, but high levels of cholesterol increase your ----- of heart disease, so find out what your level is now.  
1) risk                      2) level                      3) strength                      4) exposure
- 2- With the ----- of the Internet, working from home has become a real phenomenon.  
1) demonstration      2) credibility                      3) advent                      4) dexterity
- 3- The teacher was gratified to see two older students ----- to settle the playground dispute between a number of third and fourth graders.  
1) raise                      2) encourage                      3) promote                      4) intervene
- 4- Even though the unemployment rate continues to -----, voters are still unhappy with the president's economic plan.  
1) restore                      2) abandon                      3) abate                      4) delay
- 5- Her maudlin display of tears at work did not impress her new boss, who felt she should try to control her -----.  
1) emotions                      2) secrets                      3) errors                      4) restrictions
- 6- The heavy rain did not -----, so they cancelled their camping trip.  
1) emerge                      2) evaporate                      3) subside                      4) collapse
- 7- Whitney is ----- about her shoes, arranging them on a shelf in a specific order, each pair evenly spaced.  
1) spectacular                      2) fastidious                      3) conscientious                      4) conventional
- 8- This agreement is very ----- and open to various interpretations.  
1) intentional                      2) diverse                      3) superficial                      4) ambiguous
- 9- Because our instructor was so unclear, I had to continually ask him to ----- and repeat what he was saying.  
1) justify                      2) clarify                      3) emerge                      4) improvise
- 10- Because of the chef's ----- cooking style, his food is easily identified in a taste test.  
1) experimental                      2) flexible                      3) distinct                      4) constant

**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.

Remembering the past is an integral part of human existence. Without a good memory, you would not be able to drive to work, hold a meaningful conversation with your children, (11) ----- a book or prepare a meal.

Memory has fascinated humans since (12) -----; Plato famously compared our memory to a wax tablet that is blank at birth (13) ----- on the impression of the events from our life. Only in the past hundred years, though, (14) ----- systematic objective techniques that have enabled us to study our recollections of the past with scientific accuracy and reproducibility. These range from laboratory tests of our ability to remember verbal and visual materials (15) ----- more recent brain-imaging approaches.

- |     |                                  |                   |                                 |                      |
|-----|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|----------------------|
| 11- | 1) then read                     | 2) reading        | 3) to read                      | 4) read              |
| 12- | 1) ancient times                 | 2) ancient time   | 3) time of ancient              | 4) times of ancient  |
| 13- | 1) slowing taking                | 2) to slowly take | 3) and slowly takes             | 4) that slowly takes |
| 14- | 1) psychologists have developed  |                   | 2) have psychologists developed |                      |
|     | 3) with psychologists developing |                   | 4) for psychologists to develop |                      |
| 15- | 1) with                          | 2) from           | 3) in                           | 4) to                |

**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:**

Please read the passage below about smart energy and answer the following five questions.

The next few decades will see great changes in the way energy is supplied and used. In some major oil producing nations, 'peak oil' has already been reached and there are increasing fears of global warming. Consequently, many countries are focusing on the switch to a low carbon economy. This transition will lead to major changes in the supply demand and use of electricity. Firstly, there will be an increase in overall demand, as consumers switch from oil and gas to electricity to power their homes and vehicles. Secondly, there will be an increase in power generation, not only in terms of how much is generated but also how it is generated as there is growing electricity generation from renewable sources. To meet these challenges, countries are investing in Smart Grid technology. This system aims to provide the electricity industry with a better understanding of power generation and demand, and to use this information to create a more efficient power network.

Smart Grid technology offers benefits to the consumer too. They will be able to collect real-time information on their energy use for each appliance. Varying tariffs throughout the day will give customers the incentive to use appliances at times when supply greatly exceeds demand, leading to great reductions in cost. For example, they may use their washing machines at night. Smart meters can also be connected to the internet or telephone system, allowing customers to switch appliances on or off remotely. Furthermore, if houses are fitted with the apparatus to generate their own power, appliances can be set to run directly from the on-site power source, and any excess can be sold to the grid.

Of course a range of challenges comes with these changes. The first involves managing the supply and demand. Sources of renewable energy, such as wind, wave and solar, are notoriously unpredictable, and nuclear power, which is also set to increase as nations switch to alternative energy sources, is inflexible. With oil and gas, it is relatively simple to increase the supply of energy to match the increasing demand during peak times of the day or year. With alternative sources, this is far more difficult and may lead to blackouts or system collapse. Potential solutions include investigating new and efficient ways to store energy and encouraging consumers to use electricity at off-peak times.

A second problem is the fact that many renewable power generation sources are located in remote areas, such as windy uplands and coastal regions, where there is currently a lack of electrical infrastructure. New infrastructures therefore must be built. Thankfully, with improved smart technology, this can be done more efficiently by reducing the reinforcement or construction costs.

- 16- Which of the following is NOT a benefit of Smart Grid technology to consumers?
- 1) It can reduce their electricity bills.
  - 2) It can tell them how much energy each appliance is using.
  - 3) It can reduce the amount of energy needed to power appliances.
  - 4) It can allow them to turn appliances on and off when they are not at home.
- 17- According to the passage, what is the problem with using renewable sources of power?
- 1) They do not provide much energy.
  - 2) They cannot be used at off-peak times.
  - 3) They often cause system failure and blackouts.
  - 4) They do not supply a continuous flow of energy.
- 18- What can be inferred about cities in the future?
- 1) People in cities will be using cars and buses powered by electricity.
  - 2) More people will be living in cities in the future than nowadays.
  - 3) Smart Grid technology will only be available in cities.
  - 4) All buildings will generate their own electricity.
- 19- What is the advantage of remote areas over cities when using Smart Grid technology?
- 1) New infrastructure must be built.
  - 2) Reinforcement or construction costs are reduced.
  - 3) The efficiency of infrastructure is thankfully better.
  - 4) Renewable energy sources are more accessible in these areas.
- 20- What has happened in some of the oil producing countries?
- 1) The supply of oil is unpredictable.
  - 2) They are unwilling to sell their oil any more.
  - 3) They are not producing as much oil as they used to.
  - 4) Global warming is more severe here than in other countries.

**PASSAGE 2:**

**Bulk Photovoltaic Effect**

Almost 50 years after discovering the 'bulk photovoltaic effect', the inventor of the photocopier is helping an international research team harness, the effect of crystal symmetry on photovoltaic conversion for practical use in nanomaterials.

In 1969, Vladimir M Fridkin and his colleagues observed an unusually high photovoltage in the ferroelectric antimony sulphide iodide, which does not have a junction separating the valence and conduction bands, as semiconductors used for traditional solar cells do. Fridkin posited that crystal symmetry created its remarkable photovoltaic properties.

In a typical solar cell, generating electron-hole pairs at the interface between these two bands requires the sunlight's photons to excite negative charge-carrying electrons enough to cross the band gap. This means that not all of the available solar spectrum

can be converted into power, and for photon energies that are higher than the band gap, the excited electrons lose their excess energy as heat.

Now, researchers have revealed a class of materials that could harness what Fridkin called the bulk photovoltaic effect to extract power from ultraviolet light at a conversion efficiency higher than the theoretical maximum.

Using a barium titanite crystal, they were able to convert sunlight into power more efficiently than the Shockley-Queisser limit dictates for a material that absorbs only ultraviolet light. The bulk photovoltaic effect relies on collecting 'hot' electrons - those carrying additional energy in a photovoltaic material when excited by sunlight before they lose their energy.

There are many exciting reports using nanoscale materials or phenomena for improving solar energy conversion.

Professor Fridkin appreciated decades ago that the bulk photovoltaic effect enables free electrons that are generated by light and have excess energy to travel in a particular direction before they cool or "thermalise", and lose their energy to vibrations of the crystal lattice.

Fridkin explained how, in crystals that lack inversion symmetry, photo-excited electrons acquire asymmetry in their momenta. This, in turn, causes them to move in one direction instead of the opposite direction. Materials that can transport hot electrons in a particular direction without collisions can therefore overcome the theoretical Shockley-Queisser limit, which is based on the assumption that all excess energy is lost as heat.

- 21- **Why is the conversion efficiency of solar cells lower than unity?**
- 1) Because some of the incident photons have higher energies than required
  - 2) Because not all photons can collide with the band gap
  - 3) Because some electrons absorb excess energy as heat
  - 4) Because excited electrons lose all their energies as heat
- 22- **Which property can cause an electron with excess energy to move in a particular direction?**
- 1) Inversion symmetry
  - 2) Movement without collision
  - 3) Asymmetric momentum
  - 4) Absence of Shockley – Queisser limit
- 23- **What happens when high energy electrons thermalise?**
- 1) The material heats up.
  - 2) The electron becomes colder.
  - 3) The crystal lattice loses excess energy of the electron.
  - 4) The excess energy of the electron is lost in the photons.
- 24- **What is bulk photovoltaic effect?**
- 1) The ability of a material to collect electrons that are hot.
  - 2) The ability of a material to absorb all the energy of the incident photons.
  - 3) The ability of a material to convert sunlight into power more efficiently than what the Shockley – Queisser limit dictates.
  - 4) The ability of a material to extract power from ultraviolet light at a conversion efficiency higher than the theoretical maximum.

- 25- Which feature was considered responsible for the unusually high photovoltage observed in the ferroelectric antimony sulphide iodide?
- 1) Crystal symmetry
  - 2) Unusually high voltage
  - 3) Semiconductors used for traditional solar cells.
  - 4) Junction separating the valence and conduction bands.

**PASSAGE 3:**

**Nuclear cooldown**

The Fukushima Daiichi nuclear disaster in 2011 highlighted a number of limitations of Zirconium (Zr) fuel cladding during accident conditions. After the earthquake, operating reactors shut down immediately, yet fission products in the fuel continued to release decay heat, which requires active cooling for many days to avoid high fuel rod temperatures. Despite high corrosion resistance at normal operating temperatures (around 300°C), Zr alloys oxidise very rapidly when exposed to temperatures a few hundred degrees higher. This is an exothermic reaction, which can further accelerate oxidation and, at temperatures beyond 1,000°C, potentially lead to disintegration of the fuel rods. As this reaction happens in a steam-filled environment, it also produces significant amounts of hydrogen. This hydrogen can be vented out of the reactor pressure vessel but could still lead, in an accident scenario, to explosions within the containment building.

Fuel assemblies in modern water-cooled nuclear reactors consist of ceramic fuel pellets and a number of metallic structural components that keep the pellets in place, and create a barrier between fuel and water. The most critical structural component in such an assembly is the cladding, which encapsulates the fuel, retains any fission products produced during the nuclear reaction and transfers the heat generated by the fuel to the surrounding water. Despite their limitations, Zr alloys are used to manufacture the clad, spacer grids and control rod guide tubes for water cooled reactors, because of their low neutron capture cross section, excellent corrosion resistance properties during normal operating conditions and proportional strength during off-normal conditions

- 26- Which mechanism has been adopted to stop the buildup of hydrogen in the reactor?
- 1) Steam should be reduced.
  - 2) Hydrogen should be Oxidized.
  - 3) Proper ventilation must be provided.
  - 4) The temperature should be kept low.
- 27- Which type of material is fuel pellets made from?
- 1) Zirconium alloys
  - 2) Ceramic
  - 3) Fuel rods
  - 4) Zirconia
- 28- What happens to the fuel after the nuclear reaction?
- 1) It is transferred to water
  - 2) It encapsulates the cladding
  - 3) It is used to produce atomic bombs
  - 4) It remains in the cladding
- 29- Why did the temperature of fuel rods keep rising after the reactors were shut down?
- 1) Because of the earthquake
  - 2) Because fuel rods were oxidized
  - 3) Because zirconium oxidized water
  - 4) Because they were not cooled properly

30- Which property of zirconium prevents nuclear contamination of surroundings?

- 1) Control rod guide tubes
- 2) Low neutron capture cross section
- 3) Corrosion resistance when conditions operate normal
- 4) Proportional strength during normal conditions that are off

ریاضی (ریاضی عمومی (۲و۱)، معادلات دیفرانسیل، ریاضی مهندسی):

۳۱- معادله خط قائم بر منحنی  $y = x^{2x}$  در نقطه  $(1, 1)$ ، کدام است؟

$$(1) \quad x + 2y - 3 = 0$$

$$(2) \quad 2x + y - 3 = 0$$

$$(3) \quad x + y - 2 = 0$$

$$(4) \quad x = y$$

۳۲- اگر  $z(r, \theta) = \cos(r \sin \theta) e^{r \cos \theta}$  باشد، آنگاه حاصل  $\frac{dz}{dr}$  در نقطه  $(1, 0)$ ، کدام است؟

$$(1) \quad e^{-1}$$

$$(2) \quad e^2$$

$$(3) \quad \text{صفر}$$

$$(4) \quad e$$

۳۳- مقدار انتگرال  $\int_{-1}^1 e^{-x^2} d(x|x|)$ ، کدام است؟

$$(1) \quad 1 + e^{-1}$$

$$(2) \quad 1 - e^{-1}$$

$$(3) \quad 2(1 - e^{-1})$$

$$(4) \quad 2(1 + e^{-1})$$

۳۴- سری مکلورن تابع  $f(x) = \frac{1}{(4-3x)^2}$ ، کدام است؟

$$(1) \quad \frac{1}{12} \sum_{m=0}^{\infty} m \left(\frac{3}{4}\right)^m x^m, |x| < \frac{4}{3}$$

$$(2) \quad \sum_{m=1}^{\infty} \frac{3^m}{4^{m+2}} (m+1) x^m, |x| < \frac{3}{4}$$

$$(3) \quad \sum_{m=0}^{\infty} \frac{3^m}{4^{m+2}} (m+1) x^m, |x| < \frac{4}{3}$$

$$(4) \quad \frac{1}{12} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{3^{m-1}}{4^{m+1}} (m+1) x^{m-1}, |x| < \frac{3}{4}$$

۳۵- کمترین فاصله مبدأ مختصات از سطح S به معادله  $x^2 - z^2 = 2$ ، کدام است؟

(۱)  $\sqrt{3}$

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳) ۱

(۴) ۲

۳۶- فرض کنید  $f(x,y) = \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9}$ ، مقدار مشتق سویی (جهتی) f در نقطه (۴,۳) و در جهت بردار  $\vec{u} = \vec{i} + \vec{j}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{7}{6}$

(۲)  $\frac{6\sqrt{2}}{7}$

(۳)  $\frac{6}{7}$

(۴)  $\frac{7}{6\sqrt{2}}$

۳۷- بردار یک مماسی گذرا بر منحنی حاصل از فصل مشترک رویه‌های  $\frac{x}{y} + z^2x + yz = 1$  و  $x^2y - 3x^2z + y = 2$  در نقطه (۱,۱,۰) کدام است؟

(۱)  $\pm \frac{\vec{i} + 5\vec{j} + 4\vec{k}}{7}$

(۲)  $\pm \frac{\vec{i} + 5\vec{j} - 4\vec{k}}{\sqrt{42}}$

(۳)  $\pm \frac{\vec{i} + 5\vec{j} + 4\vec{k}}{\sqrt{42}}$

(۴)  $\pm \frac{\vec{i} - 5\vec{j} + 4\vec{k}}{\sqrt{42}}$

۳۸- مقدار انتگرال  $\int_0^\pi \int_x^\pi \frac{\sin y}{y} dy dx$ ، کدام است؟

(۱) ۲

(۲) ۱

(۳) -۱

(۴) -۲



۳۹- مساحت ناحیه محدود بین محور  $y$  ها، خط  $x = \frac{\pi}{4}$  می باشد، بالای نمودار  $y = \sin x$  و زیر نمودار  $y = \cos x$  کدام است؟

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

$$(2) \frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

$$(3) \sqrt{2} + 1$$

$$(4) \sqrt{2} - 1$$

۴۰- اگر منحنی  $c$  توسط  $x = t, y = \sin t, z = \cos t$  در فاصله  $[0, \pi]$  پارامتری شده باشد و

آنکاه مقدار  $\int_c \vec{F} \cdot d\vec{r}$  ،  $\vec{F}(x, y, z) = (z, xy, xz)$  کدام است؟

$$(1) 0$$

$$(2) \frac{5}{4}$$

$$(3) \frac{3}{4}$$

$$(4) \frac{1}{4}$$

۴۱- فاکتور انتگرال معادله  $\int (2x^2 \cosh^2 y + \cosh y) dx = 0$   $(2x \sinh y + x^3 \cosh y \sinh y) dy$  کدام است؟

$$(1) \sinh^2 x$$

$$(2) \cosh^2 y$$

$$(3) \tanh^2 x$$

$$(4) \operatorname{sech}^2 y$$

۴۲- جواب معادله دیفرانسیل  $\frac{d^2 y}{dx^2} + 4y = 0$  کدام است؟

$$(1) y = e^{-x}(c_1 \cos x + c_2 \sin x) + e^x(c_3 \cos x + c_4 \sin x)$$

$$(2) y = e^{-2x}(c_1 \cos x + c_2 \sin x) + e^x(c_3 \cos x + c_4 \sin x)$$

$$(3) y = e^{-x}(c_1 \cos 2x + c_2 \sin 2x) + e^x(c_3 \cos x + c_4 \sin x)$$

$$(4) y = e^{-2x}(c_1 \cos 2x + c_2 \sin 2x) + e^{2x}(c_3 \cos 2x + c_4 \sin 2x)$$

۴۳- جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $2x^2 y'' + 10xy' + 8y = 0$  کدام است؟

$$(1) y = c_1 x^{-1} + c_2 x^{-1} \ln x$$

$$(2) y = c_1 x^{-2} + c_2 x^{-2} \ln x$$

$$(3) y = c_1 x + c_2 x \ln x$$

$$(4) y = c_1 x^2 + c_2 x^2 \ln x$$

۴۴- نقاط  $x=0, x=-1$  برای معادله  $(\tan x)y'' + (\sin x)y' + xy = 0$  چه نقاطی هستند؟

(۱) هر دو نقطه عادی (۲) هر دو نقطه منفرد منظم

(۳)  $x=0$  عادی و  $x=-1$  منفرد منظم (۴)  $x=0$  منفرد منظم و  $x=-1$  عادی

۴۵- تبدیل لاپلاس تابع  $f(t) = t \int_0^t x e^x dx$  کدام است؟

$$(1) \frac{3s-1}{s^2(s-1)^2}$$

$$(2) \frac{3s-1}{s^2(s+1)^2}$$

$$(3) \frac{3s+1}{s^2(s-1)^2}$$

$$(4) \frac{3s-1}{s^2(s+1)^2}$$

۴۶- اگر  $F(w) = F\{f(x)\} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-iwx} dx$  باشد، مقدار  $F\{F(x)\}$  به ازای  $w=-3$  و  $f(x) = \begin{cases} 1 & 0 < x < 4 \\ 0 & \text{سایر جاها} \end{cases}$

کدام است؟

$$(1) -2\pi$$

$$(2) 2\pi$$

$$(3) \text{صفر}$$

$$(4) \pi$$

۴۷- مقدار مانده تابع  $f(z) = (z+3)^3 \cos\left(\frac{1}{z+2}\right)$  در  $z=-2$  کدام است؟

$$(1) -\frac{25}{48}$$

$$(2) \frac{25}{48}$$

$$(3) \frac{25}{24}$$

$$(4) -\frac{25}{24}$$

۴۸- اگر  $v(x,y) = e^y \sin x$  مزدوج همساز  $u(x,y) = e^y \sin x$  باشد، تابع تحلیلی متناظر  $f(z)$  کدام است؟

$$(1) e^{iz} + 1$$

$$(2) e^{-iz} + 1$$

$$(3) ie^{-iz} - i$$

$$(4) ie^{iz} - i$$

۴۹- مقدار انتگرال  $I = \oint_C \frac{e^{-z} dz}{(z-1)^4}$  روی دایره C با  $|z|=3$  در جهت مثبت کدام است؟

- (۱)  $\frac{i\pi}{6e}$
- (۲)  $\frac{i\pi}{3e}$
- (۳)  $-\frac{i\pi}{6e}$
- (۴)  $-\frac{i\pi}{3e}$

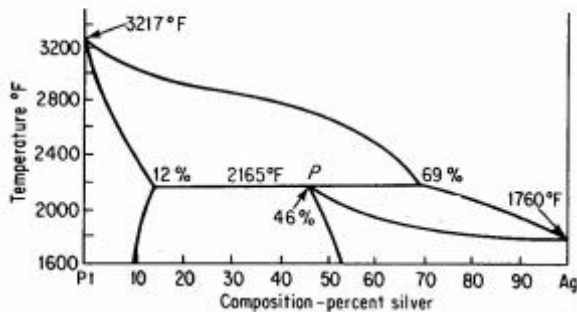
۵۰- سری فوریه سینوسی  $f(x) = x - 1$  در بازه  $(0, 1)$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \cos\left(\frac{n\pi x}{n}\right)$
- (۲)  $-\frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \sin\left(\frac{n\pi x}{n}\right)$
- (۳)  $-\frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(n\pi x)}{n}$
- (۴)  $1 - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n\pi x)}{n}$

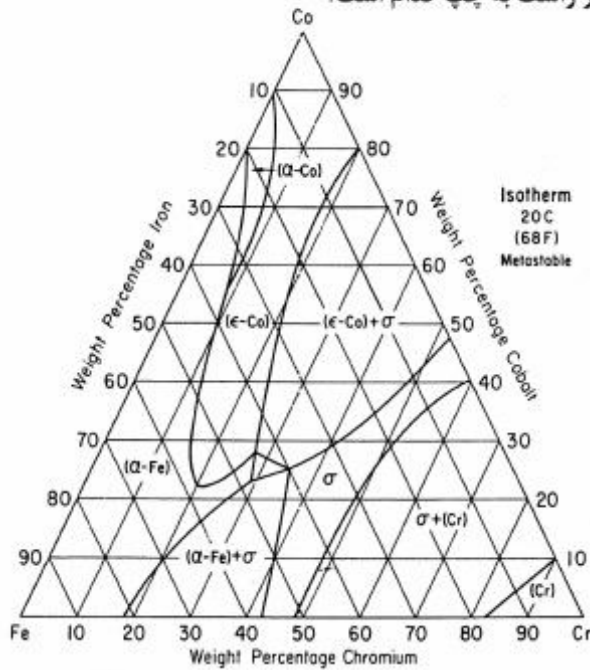
خواص فیزیکی مواد:

۵۱- مطابق شکل یک آلیاژ Pt-Ag در دمای  $2166^\circ\text{F}$ ، ۵۰٪ انجماد صورت گرفته است. درصد وزنی Ag در این آلیاژ

- کدام است؟
- (۱) ۴۰/۵
  - (۲) ۴۶
  - (۳) ۵۷/۵
  - (۴) ۵۹/۵

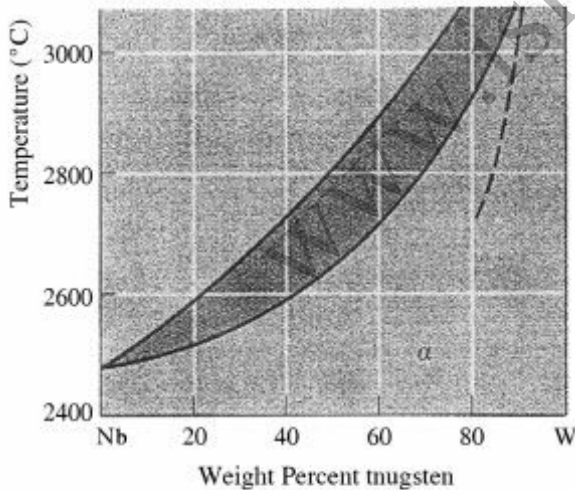


۵۲- شکل زیر مقطع دما ثابت آلیاژ سه تایی Fe-Cr-Co در ۲۰۰ C را نشان داده است. درصد تقریبی فازهای  $\alpha$  و  $\sigma$  در آلیاژ ۳۰Cr-۱۵Co به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



- (۱) ۷۵ ، ۲۵
- (۲) ۵۰ ، ۵۰
- (۳) ۶۰ ، ۴۰
- (۴) ۷۰ ، ۳۰

۵۳- مقدار ۲kg حمام مذاب آلیاژ Nb-۴۰W در دمای ثابت ۲۸۰۰°C نگه داشته شده است. حداقل چند کیلوگرم تنگستن باید به حمام اضافه شود تا تمامی حمام به طور کامل منجمد گردد؟

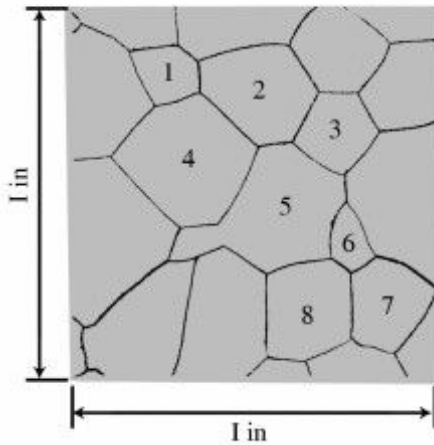


- (۱) ۰٫۶
- (۲) ۱
- (۳) ۱٫۴
- (۴) ۲

۵۴- نمونه‌ای از آلیاژ Fe-C از دمای مذاب تا  $۷۲۳^{\circ}\text{C} + \Delta T$  (دمای یوتکتوئیدی) به طور تعادلی سرد و سپس در آب  $۱۵^{\circ}\text{C}$  - کوئنچ شده است. درصد (مارتنزیت + استنیت باقی مانده) در این نمونه ۵۰٪ برآورد شده است. درصد کربن تقریبی این آلیاژ کدام است؟  $(\%C)_{\alpha[۷۲۳^{\circ}\text{C}]} \approx ۰$  ،  $(\%C)_{\text{Fe}_3\text{C}} = ۶٫۷$  نقطه یوتکتوئیدی

- (۱) ۰٫۲ یا ۴
- (۲) ۰٫۴ یا ۳٫۷۵
- (۳) ۰٫۴ یا ۴
- (۴) ۰٫۶ یا ۳٫۷۵

۵۵- مطابق شکل، ریز ساختار فلز با بزرگنمایی  $200\times$  نشان داده شده است. عدد اندازه دانه ASTM این فلز کدام است؟



- ۵ (۱)
- ۶ (۲)
- ۷ (۳)
- ۸ (۴)

۵۶- کدام ترتیب چینش صفحات متراکم در موارد زیر، معرف نقص چیدمان در ساختمان hcp است؟

- ABABCABCABCA... (۲)
- ABCABABABABA... (۱)
- ABCABCACBCAB... (۴)
- ABCABCBCABCA... (۳)

۵۷- کدام رابطه در موارد زیر برای تعیین  $R+r$  ( شعاع حفره بین نشین و R: شعاع اتمی) در نسبت کمینه  $\frac{r}{R}$  در

مورد یک حفره بین نشین از نوع مکعبی ( $CN=8$ ) درست است؟

- $r\sqrt{2}$  (۱)
- $r\sqrt{3}$  (۲)
- $R\sqrt{2}$  (۳)
- $R\sqrt{3}$  (۴)

۵۸- حلالیت از نوع بین نشین اتم‌های B با جرم اتمی ۲۵g در شبکه اتم‌های A (FCC) با جرم اتمی ۵۰g برابر ۲۰٪ وزنی است. چند اتم B در هر ۱۰۰ سلول واحد این محلول جامد وجود دارد؟

- ۲۵۰ (۱)
- ۲۰۰ (۲)
- ۱۲۵ (۳)
- ۱۰۰ (۴)

۵۹- خطی از نقطه  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{1}{3}$  و صفر به مرکز سلول واحد مجاور واقع در سمت راست سلول واحد اولیه وصل شده است.

کدام مورد، مختصات این جهت بلوری است؟

- $[0\bar{2}1]$  (۲)
- $[00\bar{1}]$  (۴)
- $[001]$  (۳)
- $[0\bar{2}\bar{1}]$  (۱)

۶۰- در کدام یک از استحاله‌های آلوتروپیک، تعداد جهات متراکم کریستال تغییر نمی‌کند؟

- fcc  $\rightarrow$  hcp (۱)
- fcc  $\rightarrow$  fcc (۲)
- sc (مکعب ساده)  $\rightarrow$  hcp (۳)
- sc (مکعب ساده)  $\rightarrow$  bcc (۴)

۶۱- در فرایند جوانه‌زنی غیرهمگن در ارتباط با محل ترجیحی جوانه‌زنی، کدام مورد درست است؟  
 (۱) جوانه‌زنی همواره از مرزدانه‌ها شروع می‌شود.

(۲) جوانه‌زنی ابتدا از فصل مشترک فازها در درون دانه‌ها شروع می‌شود.

(۳) انتخاب محل جوانه‌زنی بستگی به مقدار انرژی فصل مشترک بین فاز و انرژی مرز دانه دارد.

(۴) انتخاب محل جوانه‌زنی مستقل از انرژی فصل مشترک بین فاز بوده و یک پدیده اتفاقی است.

۶۲- حل قانون دوم فیک برای یک حالت نفوذی  $C(x,t) = \frac{M}{\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)$  می‌باشد، در این معادله دیمانسیون M

کدام است؟

$$(۱) \frac{g}{cm} \quad (۲) \frac{g}{cm^2}$$

$$(۳) \frac{g}{cm^3} \quad (۴) \frac{cm^2}{s}$$

۶۳- در یک محلول جامد دوجزئی متشکل از دو جزء A و B، رابطه بین ضریب نفوذذاتی A ( $D_A$ ) و ضریب نفوذ در خود A ( $D_A^*$ ) کدام است؟

$$(۱) \text{فاکتور ترمودینامیکی } D_A^* < D_A \times \quad (۲) \text{فاکتور ترمودینامیکی } D_A^* > D_A \times$$

$$(۳) \text{فاکتور ترمودینامیکی } D_A^* = D_A \times \quad (۴) \text{فاکتور ترمودینامیکی } D_A^* = D_A \times$$

۶۴- اگر  $D_{app}$  ضریب نفوذ ظاهری در یک پلی کریستال،  $D_L$  ضریب نفوذ از داخل دانه یا ضریب نفوذ در یک تک کریستال، d اندازه دانه و  $\delta$  ضخامت مرز دانه باشد، در دماهای بالا ( $T > 0.7T_m$ ) کدام مورد درست است؟

$$(۱) D_{app} \approx D_L$$

$$(۲) D_{app} = D_b \frac{\delta}{d}$$

$$(۳) D_{app} = D_L \times D_b \frac{\delta}{d}$$

$$(۴) D_{app} = D_L - D_b \frac{\delta}{d}$$

۶۵- ضریب نفوذ مس در آلومینیم در دماهای ۵۰۰ و ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برابر با  $\frac{m^2}{s}$   $4.8 \times 10^{-14}$  و  $4.8 \times 10^{-13}$  می‌باشد.

اگر نمونه به مدت ۱۰ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد، برای رسیدن به همان عمق نفوذ (عمق نفوذ یکسان) نمونه چند ساعت باید در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد؟

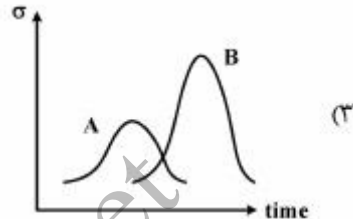
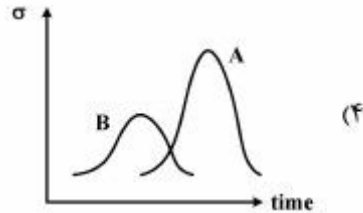
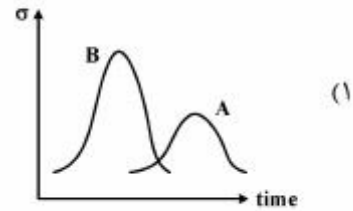
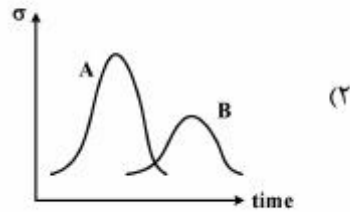
$$(۱) ۲۰$$

$$(۲) ۱۰۰$$

$$(۳) ۱۱۰$$

$$(۴) ۲۰۰$$

۶۶- کدام نمودار، بیانگر تغییرات تنش تسلیم بر حسب زمان و دمای پیرسازی ( $T_A < T_B$ ) است؟



۶۷- رابطه  $\Delta G_E = \frac{2}{3} \mu \Delta^2 f \left( \frac{c}{a} \right)$  در مورد مقدار انرژی کرنشی الاستیکی ( $\Delta G_E$ ) در هنگام ایجاد یک رسوب در یک

زمینه فوق اشباع پیشنهاد شده است. در این رابطه  $f \left( \frac{c}{a} \right)$  تابعی است که تعیین کننده شکل رسوب می باشد. با زیاد

شدن نسبت  $\frac{c}{a}$ ،  $\Delta G_E$  چه تغییری می کند؟

(۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد. (۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد.

(۳) همواره افزایش می یابد. (۴) همواره کاهش می یابد.

۶۸- در اکثر موارد، هنگام ایجاد رسوب از یک زمینه فوق اشباع کدام مورد رخ می دهد؟

(۱) رسوبات، فصل مشترک نیمه هم سیما با زمینه تشکیل خواهند داد و با ادامه رشد این فصل مشترک به هم سیما تبدیل خواهد شد.

(۲) رسوبات ابتدا فصل مشترک غیر هم سیما با زمینه تشکیل می دهند و با ادامه رشد رسوب، این فصل مشترک به هم سیما یا نیمه هم سیما تبدیل خواهد شد.

(۳) رسوبات فصل مشترک هم سیما با زمینه تشکیل می دهند و با ادامه رشد رسوب این فصل مشترک تغییری نخواهد کرد و به صورت هم سیما باقی خواهد ماند.

(۴) رسوبات ابتدا فصل مشترک هم سیما با زمینه تشکیل می دهند و با ادامه رشد رسوب این فصل مشترک هم سیما به نیمه هم سیما و غیر هم سیما تبدیل خواهد شد.

۶۹- در یک فصل مشترک نیمه هم سیما، هر چه اختلاف بین پارامتر شبکه دوفاز  $\alpha$  و  $\beta$  بیشتر باشد، تعداد نابجایی های

عدم انطباق و فاصله بین آنها به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۱) کمتر - کمتر (۲) بیشتر - کمتر

(۳) کمتر - بیشتر (۴) بیشتر - بیشتر

۷۰- در هنگام تشکیل رسوبات  $\beta$  بر روی مرز  $\alpha/\alpha$  اگر  $\theta$  زاویه تماس و  $S(\theta)$  فاکتور شکل باشد در کدام حالت،

جوانه زنی یا سهولت بیشتری انجام خواهد شد؟

(۱) هرچه  $\theta$  کمتر و  $S(\theta)$  بیشتر (۲) هرچه  $\theta$  بیشتر و  $S(\theta)$  کمتر

(۳) هرچه  $\theta$  کمتر و  $S(\theta)$  کمتر (۴) هرچه  $\theta$  بیشتر و  $S(\theta)$  بیشتر

## خواص مکانیکی مواد:

۷۱- در یک شبکه BCC بردار برگرز یک نابجایی عمود بر صفحات  $\{222\}$  و طول آن برابر فاصله بین این صفحات می باشد. اگر ثابت شبکه  $a_0 = 4\text{Å}$  باشد. جهت بردار برگرز و طول آن (به °A) به ترتیب کدام است؟

(۱)  $1/15, [111]$

(۲)  $2, [111]$

(۳)  $2\sqrt{3}, [222]$

(۴)  $2/15, [222]$

۷۲- عرض منطقه نقص در چیده شدن در فلز A دو برابر فلز B می باشد. کدام مورد درست است؟

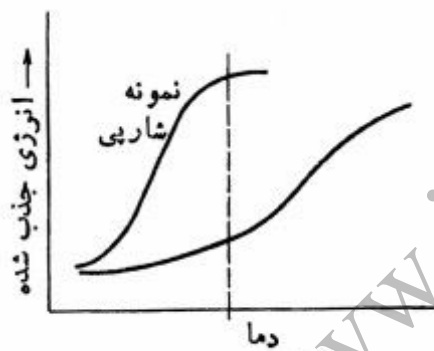
(۱) انرژی نقص در چیده شدن در فلز A بیشتر از فلز B است.

(۲) لغزش تقاطعی در فلز A راحت تر از فلز B است.

(۳) بازیابی دینامیکی در فلز B بیشتر از فلز A است.

(۴) شبکه A، FCC و شبکه B، BCC است.

۷۳- شکل زیر تغییرات انرژی شکست یک نمونه فولادی را نسبت به نمونه استاندارد شارپی (charpy) از همان فولاد



نشان می دهد. دلیل این تغییرات کدام است؟

(۱) دانه بندی نمونه فولادی ریز شده است.

(۲) درصد کربن نمونه فولادی کم شده است.

(۳) تنش تسلیم نمونه فولادی کاهش یافته است.

(۴) ضخامت نمونه نسبت به نمونه شارپی زیاد شده است.

۷۴- آهنگ رشد ترک در صفحه ای فولادی از رابطه  $\Delta K^m = 4 \times 10^{-37} da/dN$  پیروی می کند. آزمایشات تجربی

نشان می دهد که m متناسب با مربع اندازه منطقه مومسان تغییر می کند. مقدار m کدام است؟

(۱) ۴

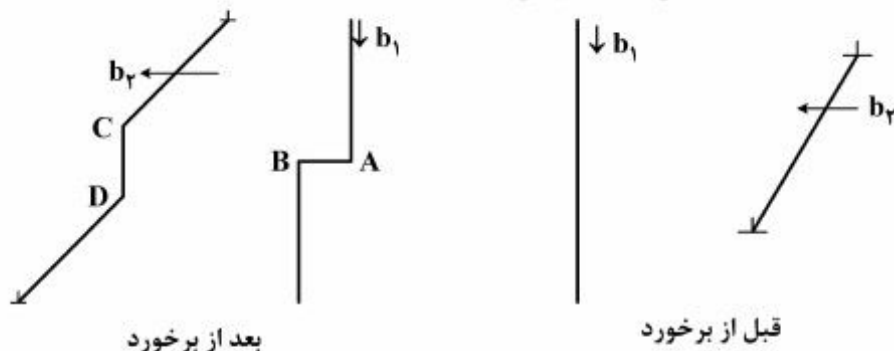
(۲) ۳

(۳) ۲

(۴) ۱



۷۵- با توجه به شکل زیر که برخورد نابجایی‌ها را نشان می‌دهد، کدام مورد درست است؟



(۱) جاک AB لبه‌ای و مانع حرکت نابجایی  $b_1$  می‌شود.

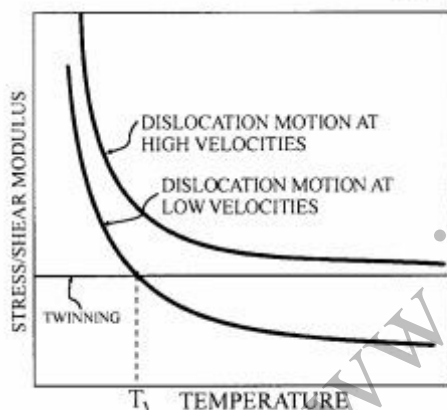
(۲) جاک CD پیچی است و مانع حرکت نابجایی  $b_2$  می‌شود.

(۳) جاک AB پیچی است و مانع حرکت نابجایی  $b_1$  می‌شود.

(۴) جاک CD لبه‌ای است و مانع حرکت نابجایی  $b_2$  می‌شود.

۷۶- شکل زیر تغییرات تنش با دما را برای لغزش (توسط حرکت نابجایی) و دو قلوبی نشان می‌دهد. در آهنگ‌های

تغییر شکل زیاد کدام گزینه در مورد مکانیسم تغییر شکل درست است؟



(۱) به علت افزایش تنش برشی بحرانی برای لغزش، تغییر شکل مومسان با لغزش انجام می‌شود.

(۲) به علت کاهش تنش برشی بحرانی برای لغزش، تغییر شکل مومسان با دوقلوبی انجام می‌شود.

(۳) به علت کاهش تنش برشی بحرانی برای لغزش، تغییر شکل مومسان با لغزش انجام می‌شود.

(۴) به علت افزایش تنش برشی بحرانی برای لغزش، تغییر شکل مومسان با دوقلوبی انجام می‌شود.

۷۷- میله‌ای سرامیکی به طول ۲۰ سانتی‌متر از دو طرف به صورت صلب مهار می‌شود. اگر این میله از دمای  $T$  تا دمای

اتاق سریع سرد شود، حداقل دمای لازم ( $T$ ) برای شکست میله چند درجه کلوین است؟

( $E = 400 \text{ GPa}$ ,  $\alpha = 7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  و استحکام کششی  $280 \text{ MPA}$ )

۱۰۰ (۱)

۱۲۵ (۲)

۳۷۳ (۳)

۳۹۸ (۴)

۷۸- از فولادی آلیاژی با مشخصات زیر قطعه‌ای ساخته می‌شود که تحت بارگذاری خستگی با  $\Delta\sigma = 50 \text{ MPa}$  خواهد بود. اگر هنگام ساخت قطعه ترکی داخلی و به طول  $(\lambda/\pi) \text{ cm}$  بوجود آید. میزان  $\Delta\sigma$  لازم برای گسترش این ترک چند MPa است؟

$$(\Delta k_{th} = 4 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} \cdot k_{Ic} = 50 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} \cdot \sigma_{uts} = 1000 \text{ Mpa})$$

(۱) ۲۰

(۲)  $20\sqrt{2}$ 

(۳) ۵۰

(۴) ۲۵۰

۷۹- در خزش نفوذی (ناپارو هرینگ) در خصوص نفوذ تهی‌جای‌ها (vacancy)، کدام مورد درست است؟

(۱) در امتداد مرزخانه‌ها است

(۲) خزش ناپارو هرینگ از نوع خزش نابجایی است.

(۳) از مرزهای عمود بر محور تنش به مرزهای موازی با محور تنش است.

(۴) از مرزهای موازی با محور تنش به مرزهای عمود بر محور تنش است.

۸۰- اگر مدول الاستیسیته فلز A سه برابر مدول الاستیسیته فلز B باشد در یک نیروی کششی مساوی سطح مقطع

فلز A به B، چه نسبتی باید داشته باشند تا کرنش مساوی در هر دو صورت گیرد؟

(۱)  $\frac{2}{3}$ (۲)  $\frac{1}{3}$ (۳)  $\sqrt{3}$ 

(۴) ۳

۸۱- رفتار یک ماده در ناحیه مومسان از رابطه  $\sigma = 500 \varepsilon^{0.5}$  و در ناحیه کشسان از رابطه  $\sigma = 2.5 \times 10^5 \varepsilon$  پیروی

می‌کند. کرنش تسلیم این ماده کدام است؟

(۱)  $1.25 \times 10^{-8}$ (۲)  $2 \times 10^{-3}$ (۳)  $4 \times 10^{-6}$ (۴)  $5 \times 10^{-5}$ 

۸۲- تعداد نابجایی‌هایی که از یک منبع فرانک - رید واقع در یک تک بلور fcc تولید شده و پس از خارج شدن پله‌ای

به عرض  $2(\mu\text{m})$  در سطح خارجی آن ایجاد نموده، کدام است؟ (شعاع اتم فلز برابر با  $1.25 \text{ \AA}$  است)

(۱) ۱۶۰۰۰

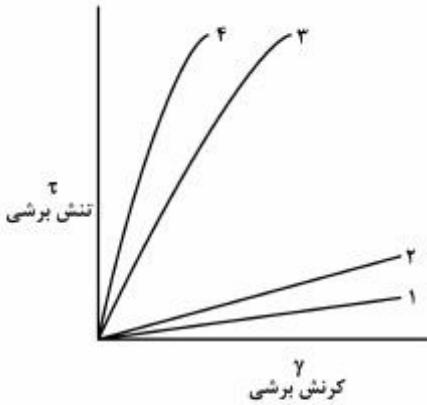
(۲) ۸۰۰۰

(۳) ۴۰۰۰

(۴) ۸۰۰

۸۳- منحنی تنش - کرنش برشی چهار تک بلور A, B, C, D در ذیل آمده است. A و B دو تک بلور با ساختار HCP و

به ترتیب با  $\frac{c}{a} = 1/58$  و  $\frac{c}{a} = 1/75$  بوده و C و D دو تک بلور Fcc به ترتیب با انرژی نقص چیدمان  $\gamma_C > \gamma_D$  می‌باشند. کدام مورد برای این بلور درست است؟



نوع بلور	گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴
A	۱	۲	۲	۴
B	۲	۱	۱	۲
C	۳	۳	۴	۴
D	۴	۴	۳	۳

- (۱) گزینه ۱
- (۲) گزینه ۲
- (۳) گزینه ۳
- (۴) گزینه ۴

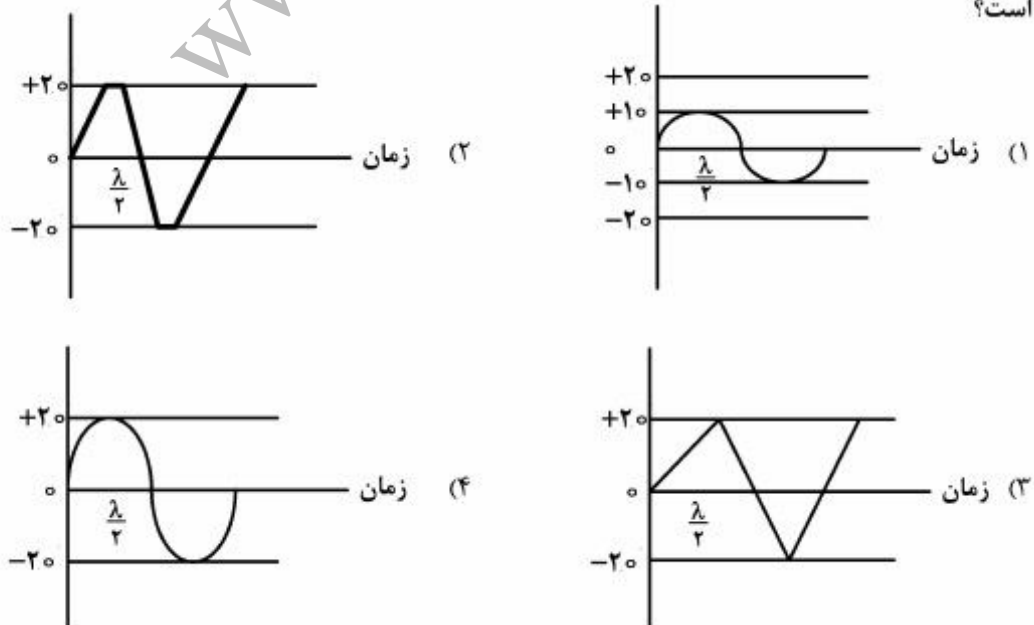
۸۴- خطوط لغزش معرف تغییر فرم مومسان در فلزات است. کدام شکل معرف تغییر فرم در یک بلور با ذرات پیر

سختی است؟



۸۵- فولادی در دمای  $700^\circ\text{C}$  تحت سیکل‌های بارگذاری ذیل قرار گرفته است. خزش در کدام سیکل بارگذاری بیشتر

است؟



۸۶- انرژی کرنشی (بر واحد حجم) در فلزی که تا  $\frac{1}{4}$  حد تسلیم خود بارگذاری شده است، برابر  $32 \text{ kJ/m}^3$  و مدول

کشسانی آن برابر  $100 \text{ GPa}$  است. استحکام تسلیم این فلز چند  $\text{MPa}$  است؟

(۱) ۴۰۰

(۲) ۳۲۰

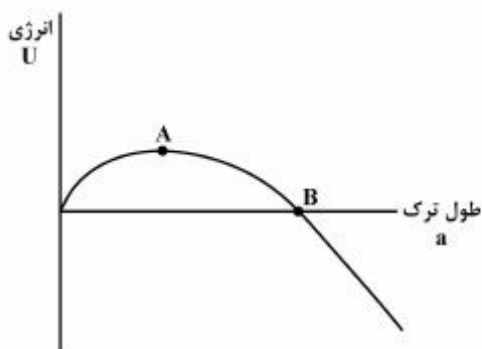
(۳) ۲۴۰

(۴) ۱۶۰

۸۷- تغییرات انرژی برحسب طول ترک به صورت  $U = \gamma a t \sigma - \frac{\pi a^2 t \sigma^2}{E}$  می‌باشد که در شکل زیر نشان داده شده

است. طول بحرانی ترک که منجر به اشاعه آن می‌گردد، کدام نقطه می‌باشد و مقدار آن کدام است؟

( $\sigma$  تنش،  $t$  ضخامت،  $\gamma$  انرژی سطحی و  $E$  مدول الاستیک)



(۱)  $\frac{2E\gamma}{\pi\sigma^2}$ , A

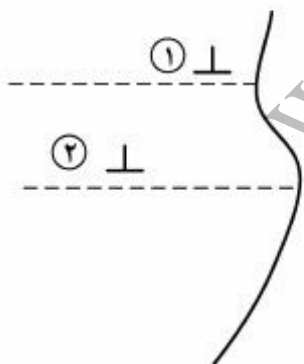
(۲)  $\frac{4E\gamma}{\pi\sigma^2}$ , A

(۳)  $\frac{2E\gamma}{\pi\sigma^2}$ , B

(۴)  $\frac{4E\gamma}{\pi\sigma^2}$ , B

۸۸- دو نابجایی لبه‌ای مطابق شکل تحت تأثیر سطح آزاد بلور قرار دارند. کدام گزینه در مورد وضعیت نابجایی‌ها

درست است؟ (با فرض اینکه هر دو نابجایی تحت تأثیر سطح آزاد قرار دارند)



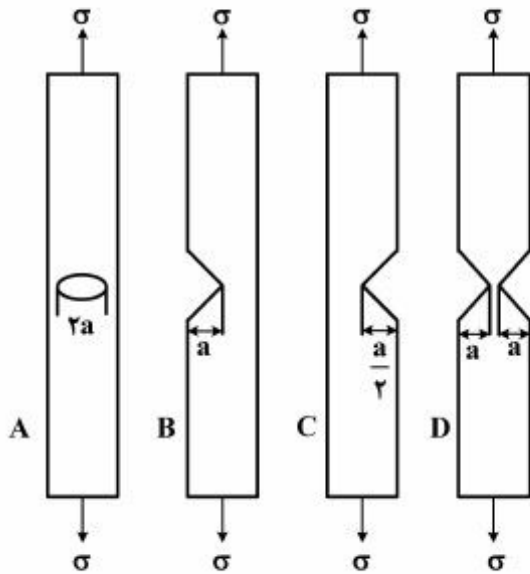
(۱) نابجایی ۱ و ۲ جذب یکدیگر می‌گردند.

(۲) نابجایی ۲ جذب سطح آزاد می‌شود و انرژی الاستیک آن آزاد می‌شود.

(۳) تنش‌های پیرلز - نابارو به کمک سطح آزاد باعث جذب هر دو نابجایی به سطح آزاد می‌شود.

(۴) نابجایی شماره ۱ به کمک جاذبه سطح آزاد و نیروی دافعه نابجایی ۲ در صورت غلبه بر نیروی پیرلز - نابارو به سطح آزاد می‌رسد.

۸۹- چهار نمونه با پهنا و طول یکسان (پهنای نمونه در مقایسه با عمق فاق زیاد است) ولی با شکاف‌های مختلف از یک فولاد تهیه شده (شکل زیر) و تحت تنش یکسانی قرار گرفته‌اند. کدام مورد درست است؟



- (۱)  $k_{IB} = k_{ID} > k_{IA} \geq k_{IC}$   
 (۲)  $k_{IB} > k_{ID} > k_{IA} > k_{IC}$   
 (۳)  $k_{IA} = k_{ID} = k_{IC} > k_{IB}$   
 (۴)  $k_{IA} = k_{ID} > k_{IB} > k_{IC}$

۹۰- در یک فلز BCC لغزش در سیستم  $\langle 111 \rangle$  رخ می‌دهد. استحکام نظری (تیوری) این فلز چند G (مدول برشی) است؟

- (۱)  $\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$  (۲)  $\frac{\sqrt{3}}{4\pi}$  (۳)  $\frac{\sqrt{6}}{2\pi}$  (۴)  $\frac{\sqrt{6}}{4\pi}$

شیمی فیزیک و ترمودینامیک:

۹۱- دو قطعه فلز با جرم‌های یکسان m و ظرفیت حرارتی c را به‌صورت یک سیستم ایزوله در نظر بگیرید. اگر  $T_f = 2T_i$  باشد، تغییر آنروپی مجموعه  $\Delta S_{total}$  پس از برقراری تعادل، کدام است؟

- (۱)  $m \ln \frac{\lambda}{9}$  (۲)  $m \ln \frac{9}{\lambda}$  (۳)  $m \ln \frac{3}{2}$  (۴)  $m \ln 2$

۹۲- حاصل انتگرال  $\int_{x_1=1}^{x_2} x_1 d \ln \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$  ، کدام است؟

- (۱)  $-\ln \gamma_2$  (۲)  $\ln \gamma_2$  (۳)  $-\ln \gamma_1$  (۴)  $\ln \gamma_1$

۹۳- ۲/۵ مول گاز تک اتمی با  $C_v = 1/2 R$  (در تمام دماها) را در نظر بگیرید. تغییر آنروپی گاز در اثر تحول:

$(P_1 = 1/5 \text{ atm}, V_1 = 400 \text{ lit}) \rightarrow (P_2 = 15 \text{ atm}, V_2 = 40 \text{ lit})$ ، چند  $\frac{\text{cal}}{\text{K}}$  است؟

- (K)  $\ln 5 = 1/6$  و  $\ln 3 = 1/10$ ،  $\ln 2 = 0/70$ ،  $R = 2 \text{ cal / mole.K}$   
 (۱)  $+0/94$  (۲)  $+2/35$  (۳)  $-1/5$  (۴)  $-4$

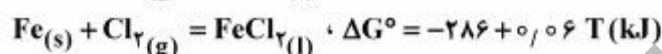
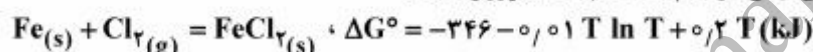
۹۴- سیستمی شامل یک مول گاز تک اتمی ایدئال، فرایند انبساط ایزوترم برگشت پذیر را طی می کند که در حین آن حجمش دو برابر شده و مقدار  $15000 \text{ J}$  کار انجام می دهد و آنتروپی آن به مقدار  $5 \frac{\text{J}}{\text{K}}$  افزایش می یابد. دمایی که در آن انبساط رخ داده است، چند کلون است؟

- (۱) ۲۷۳  
(۲) ۳۰۰  
(۳) ۳۳۰  
(۴) ۳۵۰

۹۵-  $\Delta G$  واکنش اکسید شدن کادمیم ( $\text{Cd} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CdO}$ ) در دمای  $500 \text{ K}$  و در محیطی که فشار جزئی اکسیژن در آن  $10^{-6} \text{ atm}$  است،  $-4600$  کالری می باشد. فشار اکسیژن تعادلی در این دما، تقریباً چند اتمسفر است؟

- (۱)  $10^{-7}$   
(۲)  $10^{-8}$   
(۳)  $10^{-10}$   
(۴)  $10^{-12}$

۹۶- با توجه به واکنش های زیر، گرمای نهان ذوب  $\text{FeCl}_2$  چند کیلوژول است؟



- (۱)  $65 + 0.1 T$   
(۲)  $60 - 0.01 T$   
(۳)  $65 - 0.01 T$   
(۴)  $28.6 + 0.05 T$

۹۷- اگر  $\Delta H^M = -3000 X_A X_B \text{ (cal)}$  باشد، نوع محلول و  $\Delta \overline{H}_B$  (برحسب کالری) برای آلیاژ  $X_B = 0.2$ ، کدام است؟

- (۱) انحراف منفی،  $-1920$   
(۲) انحراف مثبت و  $-8300$   
(۳) انحراف منفی،  $+1920$   
(۴) انحراف مثبت و  $+8300$

۹۸- در محلول دو جزئی A-B که از جزء B رقیق است، ضریب اکتیویته B از رابطه:  $\ln \gamma_B = \frac{-1200}{T} - 6$  پیروی می کند.  $\Delta \overline{H}_B$  و  $\Delta \overline{H}_A$  برحسب کالری (به ترتیب از راست به چپ) کدام است؟

- (۱)  $3400$  و  $-2200$   
(۲)  $1800$  و  $-1200$   
(۳)  $0$  و  $4300$   
(۴)  $-2400$  و  $0$

۹۹- دمای ذوب فلز خالص A،  $1200 \text{ K}$  و گرمای نهان ذوب A در این دما  $4800$  کالری به ازای هر مول است. آلیاژ مذاب A-B حاوی یک درصد مولی B (رقیق از B) در دمای T شروع به انجماد می کند. اگر از حلالیت B در A در حالت جامد صرف نظر شود و cp فلز A در دو حالت جامد و مذاب تقریباً یکسان فرض شود، دمای T برحسب کلون کدام است؟

- (۱) ۱۱۰۰  
(۲) ۱۲۸۰  
(۳) ۱۱۵۲  
(۴) ۱۱۹۴

۱۰۰- اطلاعات زیر در مورد دو فلز A و B موجود می‌باشد. اگر A و B محلول جامد ایدئال و محلول مایع با قاعده با

$\Omega_1 = -20000 \text{ J/mol}$  تشکیل دهند در  $1000 \text{ K}$  با توجه به رفرنس  $G^\circ_{A\ell} = G^\circ_{B_s} = 0$ ، فرمول  $\Delta G_m^{m,\ell}$

(تغییرات انرژی آزاد تشکیل یک مول مایع) کدام است؟

(تغییرات انرژی آزاد استاندارد ذوب A)  $\Delta G^\circ_{MA} = 8000 - 10T \text{ (J)}$  ، نقطه ذوب A:  $800 \text{ K}$

(تغییرات انرژی آزاد استاندارد ذوب B)  $\Delta G^\circ_{MB} = 12000 - 10T \text{ (J)}$  ، نقطه ذوب B:  $1200 \text{ K}$

$$(1) \quad RT(x_{A\ell} \ln x_{A\ell} + x_{B\ell} \ln x_{B\ell})$$

$$(2) \quad RT(x_{A\ell} \ln x_{A\ell} + x_{B\ell} \ln x_{B\ell}) + \Omega_\ell x_{A\ell} x_{B\ell}$$

$$(3) \quad RT(x_{A\ell} \ln x_{A\ell} + x_{B\ell} \ln x_{B\ell}) + x_{A\ell} \Delta G^\circ_{mA}$$

$$(4) \quad x_{B\ell} \Delta G^\circ_{mB} + RT(x_{A\ell} \ln x_{A\ell} + x_{B\ell} \ln x_{B\ell}) + \Omega_\ell x_{A\ell} x_{B\ell}$$

۱۰۱- مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه در تعادل می‌باشند. اگر فشار حاکم بر مخلوط افزایش یابد، کدام تحول رخ می‌دهد؟

(۱) پتانسیل شیمیایی هر دو جزء کاهش می‌یابد.

(۲) پتانسیل شیمیایی هر دو جزء افزایش می‌یابد.

(۳) پتانسیل شیمیایی یخ افزایش و برای آب کاهش می‌یابد.

(۴) پتانسیل شیمیایی یخ کاهش و برای آب افزایش می‌یابد.

۱۰۲- نقطه جوش  $\text{NaF}$ ،  $2000 \text{ K}$  می‌باشد. در صورتی که رابطه فشار بخار و دما برای  $\text{NaF(l)}$  از رابطه

$$\ln P = \frac{-30,000}{T} - 3 \ln T + 25$$

(۱) ۴۲

(۲) ۴۴

(۳) ۴۸

(۴) ۶۰

۱۰۳- در فشار یک اتمسفر، نقطه ذوب سدیم  $87^\circ \text{C}$  و گرمای نهان ذوب سدیم  $690$  کالری بر مول می‌باشد. افزایش

حجم مخصوص در اثر ذوب برای سدیم حدود  $0.3 \frac{\text{cc}}{\text{g}}$  می‌باشد. تغییر نقطه ذوب سدیم در فشار یازده اتمسفر

چند (K) است؟  $(M_{\text{Na}} = 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}})$

(۱)  $0.009$

(۲)  $-0.1$

(۳)  $0.09$

(۴)  $+0.1$

۱۰۴- ذوب شدن فلز و اکسید آن در واکنش:  $M(s) + O_2(g) \rightarrow MO_2(s)$ ، به ترتیب چگونه بر شیب منحنی الینگهام

اثر می‌گذارند؟

(۲) افزایش و افزایش

(۱) افزایش و کاهش

(۴) کاهش و افزایش

(۳) کاهش و کاهش

۱۰۵- فشار جزئی اکسیژن در تعادل با روی و اکسید روی در  $850^{\circ}\text{C}$  معادل  $4 \times 10^{-9}$  اتمسفر می‌باشد. اگر اکسید آهن به اکسید روی اضافه شود و اکتیویته اکسید روی در این شرایط  $0.5$  باشد، فشار جزئی اکسیژن در حالت جدید، چند اتمسفر است؟

$$(1) 10^{-9}$$

$$(2) 1.7 \times 10^{-9}$$

$$(3) 9.1 \times 10^{-9}$$

$$(4) 10^{-7}$$

۱۰۶- برای واکنش  $\text{CO(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$ ، اثر افزایش دما و فشار روی ضریب تعادل کدام است؟

(۱) افزایش دما و فشار هر دو ضریب تعادل را افزایش می‌دهد.

(۲) افزایش دما ضریب تعادل را کاهش می‌دهد و افزایش فشار روی ضریب تعادل اثری ندارد.

(۳) افزایش دما ضریب تعادل را کاهش و افزایش فشار ضریب تعادل را افزایش می‌دهد.

(۴) افزایش دما ضریب تعادل را افزایش و افزایش فشار ضریب تعادل را افزایش می‌دهد.

۱۰۷- درجه آزادی و تعداد واکنش مستقل برای سیستم  $\text{FeO} \cdot \text{Fe} \cdot \text{C} \cdot \text{CO} \cdot \text{CO}_2$  (به ترتیب از راست به چپ) کدام است؟

$$(1) 2, 1 \quad (2) 1, 1 \quad (3) 2, 0 \quad (4) 3, 0$$

۱۰۸- اختلاف ظرفیت حرارتی محصولات و مواد اولیه برحسب  $\frac{\text{J}}{\text{mol}}$  در واکنشی با  $(\Delta G^{\circ} = -95600 + 8T \ln T - 235T \text{ (J)})$ ، کدام است؟

$$(1) 0$$

$$(2) -R$$

$$(3) -8T$$

$$(4) -8R$$

۱۰۹- یک موتور حرارتی برگشت‌پذیر که به صورت چرخه‌ای و در حالت پایا کار می‌کند، مقداری گرما از منبع گرم دریافت می‌کند (که سبب کاهش دمای آن می‌شود) و کار  $W$  را انجام می‌دهد و باقی‌گرمایی که از منبع گرم گرفته به منبع سرد می‌دهد (که باعث افزایش دمای آن می‌شود). با فرض اینکه دمای اولیه مخازن گرم و سرد به ترتیب  $T_1$ ،  $T_2$  و ظرفیت‌های ثابت حرارتی آن‌ها  $C_1$ ،  $C_2$  باشد، دمای نهایی سیستم کدام است؟

$$(1) \frac{C_1}{(T_1 T_2)} \quad (2) \frac{1}{(T_1^{C_1} + T_2^{C_2})^{C_1 C_2}}$$

$$(3) \frac{1}{(T_1^{C_1} + T_2^{C_2})^{C_1 + C_2}} \quad (4) \frac{1}{(T_1^{C_1} T_2^{C_2})^{C_1 + C_2}}$$

۱۱۰- واکنش گازی:  $(A + 2B \rightarrow D)$  در ظرفی به حجم  $V$  انجام می‌گیرد. اگر مخلوط اولیه شامل یک مول  $A$  و  $5$  مول  $B$  باشد و پس از انجام واکنش فشار و دمای تعادلی محفظه به ترتیب به  $2 \text{ atm}$  و  $300 \text{ K}$  و مقدار  $D$  به یک مول

برسد، حجم ظرف چند لیتر است؟  $(R = 0.082 \frac{\text{lit. atm}}{\text{mol.K}})$

$$(1) 15 \quad (2) 20$$

$$(3) 24 \quad (4) 27$$



## خواص مواد مهندسی و بیومتریال‌ها:

۱۱۱- کدام جمله صحیح نیست؟

- (۱) اندازه نواحی مغناطیسی همواره از اندازه دانه‌ها کوچکتر است.
- (۲) دمای کوری یک ماده فرومغناطیس از خواص ذاتی آن ماده است.
- (۳) عموماً سرامیک‌های مغناطیسی، مغناطش کمتری نسبت به فلزات مغناطیسی دارند.
- (۴) مهندسی رفتار مغناطیسی با استفاده از سرامیک‌های مغناطیسی به مراتب آسانتر از فلزات مغناطیسی است.

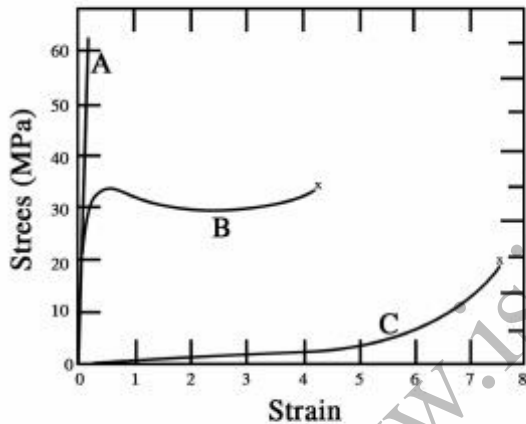
۱۱۲- در یک ماده با ساختار کریستالی FCC خط نابجایی لبه‌ای در راستای کدام جهت کریستالی است؟

- (۱)  $\langle 100 \rangle$
- (۲)  $\langle 110 \rangle$
- (۳)  $\langle 111 \rangle$
- (۴)  $\langle 112 \rangle$

۱۱۳- با عمیق‌تر شدن چاه پتانسیل پیوند شیمیایی بین اتم‌ها در یک ماده جامد، کدام مورد درست است؟

- (۱) مقدار دمای ذوب ماده کاهش می‌یابد.
- (۲) انرژی پیوند کاهش می‌یابد.
- (۳) مقدار مدول الاستیک ماده افزایش می‌یابد.
- (۴) مقدار ضریب انبساط حرارتی ماده افزایش می‌یابد.

۱۱۴- در شکل زیر منحنی تنش - کرنش سه ماده پلیمری آمده است. هر یک از منحنی‌های A، B و C به



ترتیب مربوط به کدام ماده است؟

- (۱) ترموپلاستیک - الاستومر - ترموست
- (۲) ترموست - ترموپلاستیک - الاستومر
- (۳) ترموست - الاستومر - ترموپلاستیک
- (۴) ترموپلاستیک - ترموست - الاستومر

۱۱۵- در چه حالتی رفتار فزنی یا برجهنگی (Resilience) برای یک ماده بیشتر است؟

- (۱) حد تسلیم بالا - مدول الاستیک کم
- (۲) حد تسلیم بالا - مدول الاستیک زیاد
- (۳) حد تسلیم پایین - مدول الاستیک کم
- (۴) حد تسلیم پایین - مدول الاستیک زیاد

۱۱۶- کدام مورد معنی چند ریختی (پلی مرفیسم) است؟

- (۱) مواد غیر کریستالی و آمورف را می‌گویند.
- (۲) یک کریستال می‌تواند به چند کریستال تقسیم شود.
- (۳) یک کریستال می‌تواند به ساختار آمورف تبدیل شود.
- (۴) اتم‌های یکسان می‌توانند بیش از یک ساختار کریستالی داشته باشند.

۱۱۷- ترتیب چیدمان صفحات اتمی و اندیس این صفحات در ساختار کریستال FCC کدام است؟

- (۱) ABAB (۱۱۱)
- (۲) ABCABC (۱۱۱)
- (۳) ABCABC (۱۱۰)
- (۴) ABAB (۱۱۰)

۱۱۸- نیم‌رسانای نوع ..... با افزودن مقدار اندکی ناخالصی از جنس یک اتم ..... ظرفیتی به نیم‌رسانای

..... به وجود می‌آید.

- (۱) n، ۳، غیرذاتی
- (۲) p، ۳، ذاتی
- (۳) n، ۵، ذاتی
- (۴) p، ۵، غیرذاتی

۱۱۹- اگر مقداری یون آهن سه ظرفیتی ( $Fe^{3+}$ ) به شبکه اکسید آهن دو ظرفیتی ( $FeO$ ) وارد شود، چه نوع عیب نقطه‌ای ایجاد می‌شود؟

- (۱) جای خالی آنیونی  
(۲) جای خالی کاتیونی  
(۳) بین نشینی آنیون  
(۴) بین نشینی کاتیون

۱۲۰- کدام ویژگی ناشی از پیوندهای ثانویه است؟

- (۱) مدول یانگ  
(۲) هدایت حرارتی  
(۳) نقطه ذوب  
(۴) ترشوندگی

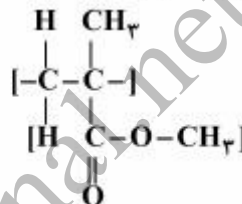
۱۲۱- مزیت آلیاژهای آهنی زیست تخریب پذیر بر آلیاژهای منیزی می‌کدام است؟

- (۱) استحکام بالاتر  
(۲) سرعت تخریب بالاتر  
(۳) زیست فعالی بهتر  
(۴) زیست سازگاری بهتر

۱۲۲- مزیت زیرکونیا نسبت به سایر بیوسرامیک‌ها، در کاربردهای پزشکی کدام است؟

- (۱) زیست فعالی  
(۲) زیست سازگاری  
(۳) مقاومت به سایش و سختی  
(۴) تلفیق مناسب چقرمگی و استحکام

۱۲۳- واحد تکرار شونده مربوط به کدام پلیمر است و چه ویژگی منحصر به فردی دارد؟



- (۱) پلی کربنات - نرمی  
(۲) پلی کربنات - شفافیت  
(۳) پلی متیل متاکریلات - نرمی  
(۴) پلی متیل متاکریلات - شفافیت
- ۱۲۴- اولین فازی که پس از قرارگیری یک ایمپلنت با پوشش زیست فعال در بدن، بر روی سطح تشکیل می‌شود، کدام است؟
- (۱) هیدروکسی آپاتیت کربناته  
(۲) هیدروکسی آپاتیت  
(۳) تری کلسیم فسفات  
(۴) سدیم سیلیکات

۱۲۵- حضور کدام یون در لخته شدن خون نقش اساسی دارد؟

- (۱) پتاسیم  
(۲) کلسیم  
(۳) منیزیم  
(۴) سدیم

۱۲۶- حضور کدام عنصر در فولاد ۳۱۶L مقاومت به خوردگی حفره‌ای این فولاد را افزایش می‌دهد و آن را مناسب برای کاشتن در بدن می‌کند؟

- (۱) نیکل  
(۲) کروم  
(۳) کربن  
(۴) مولیبدن

۱۲۷- کدام عامل در بررسی زیست سازگاری مواد الزاماً مورد بررسی قرار نمی‌گیرد؟

- (۱) حساسیت‌زایی  
(۲) سمیت سلولی  
(۳) سرطان‌زایی  
(۴) تحریک سیستم ایمنی

۱۲۸- در سامانه‌های ره‌ایش دارو بر مبنای هیدروکسیدهای دوگانه لایه‌ای ( $LDHs$ ) برای بارگذاری دارو از کدام تکنیک استفاده می‌شود؟

- (۱) چرخه pH  
(۲) تیخیر - چگالش  
(۳) امولسیون دوگانه  
(۴) استفاده از سورفکتانت‌های آلی

۱۲۹- کدام مورد در فرایند رگزایی در مهندسی بافت نقش ندارد؟

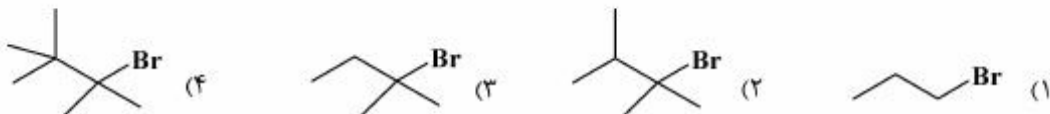
- (۱) واکنش‌های التهابی بافت  
(۲) خواص فیزیکی داربست  
(۳) شکل هندسی داربست  
(۴) استفاده از آر دی جی

۱۳۰- کدام مشخصه در مطالعه رفتار سلولی با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار می‌گیرد؟

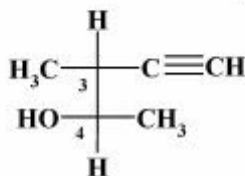
- (۱) میزان زنده‌مانی  
(۲) مورفولوژی سلول  
(۳) پروتئین‌های ECM  
(۴) عملکرد ارگانل‌های درون سلول

شیمی آلی و بیوشیمی:

۱۳۱- در واکنش زیر، کدام یک از آلکیل هالیدها با مکانیسم  $S_N2$  واکنش می‌دهد؟



۱۳۲- آرایش فضایی مطلق کربن‌های ۳ و ۴ کدام است؟



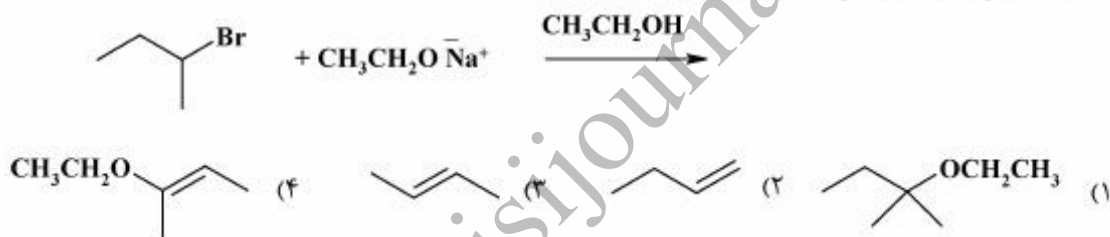
۴S, ۳R (۴)

۴R, ۳R (۳)

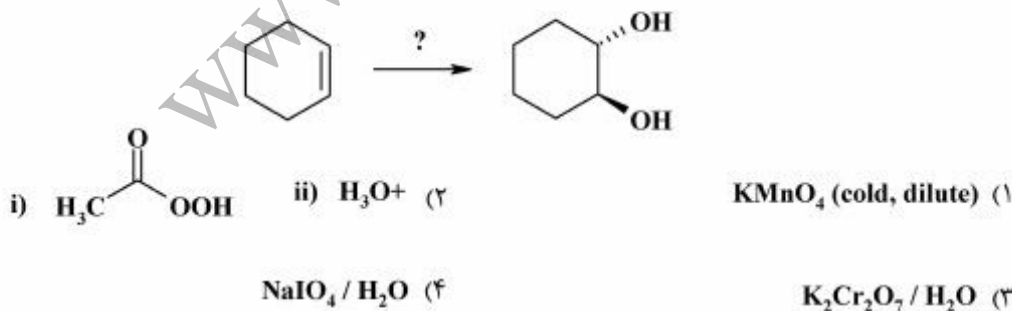
۴R, ۳S (۲)

۴S, ۳S (۱)

۱۳۳- محصول اصلی واکنش حذفی زیر کدام است؟



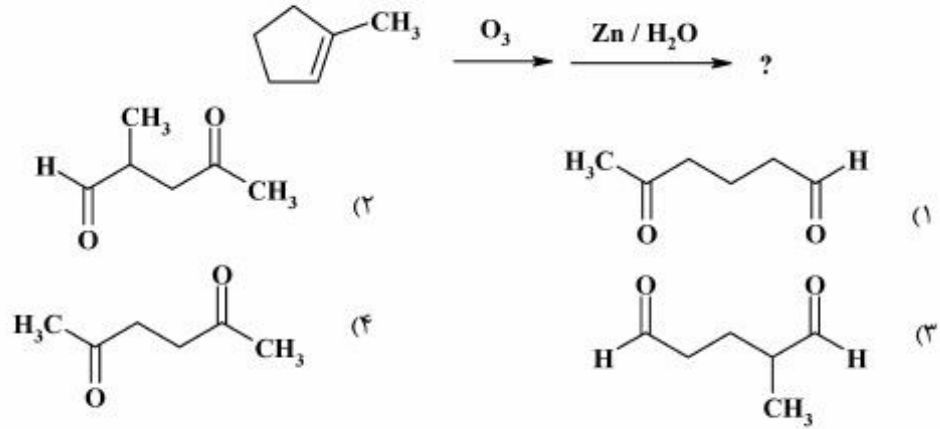
۱۳۴- واکنشگر مناسب برای سنتز محصول زیر، کدام است؟



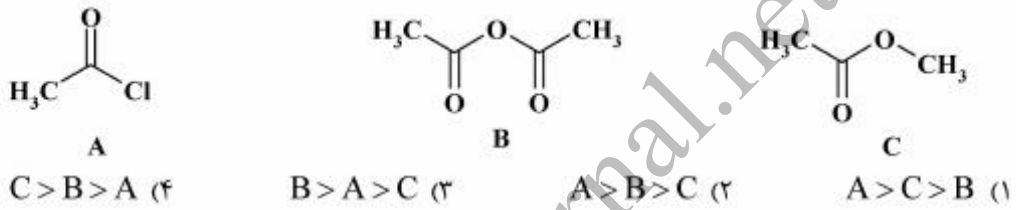
۱۳۵- کدام یک از ترکیب‌های زیر، اسید قوی تری است؟



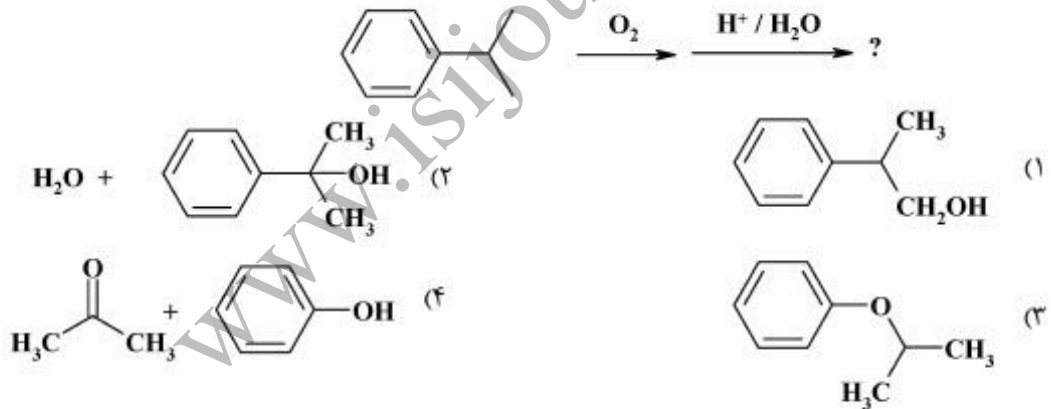
۱۳۶- کدام مورد، محصول ازنولیز (ازون کافت) ترکیب زیر است؟



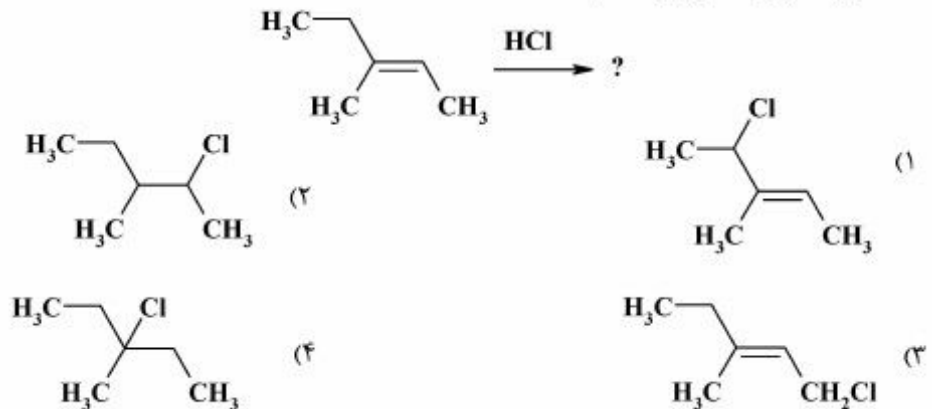
۱۳۷- ترتیب افزایش سرعت واکنش ترکیب‌های زیر با آب، کدام است؟



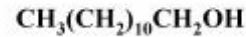
۱۳۸- محصول(های) سری واکنش‌های زیر، کدام است؟



۱۳۹- محصول اصلی واکنش زیر، کدام است؟



۱۴۰- نام ساختارهای A، B و C کدامند؟



C

B

A

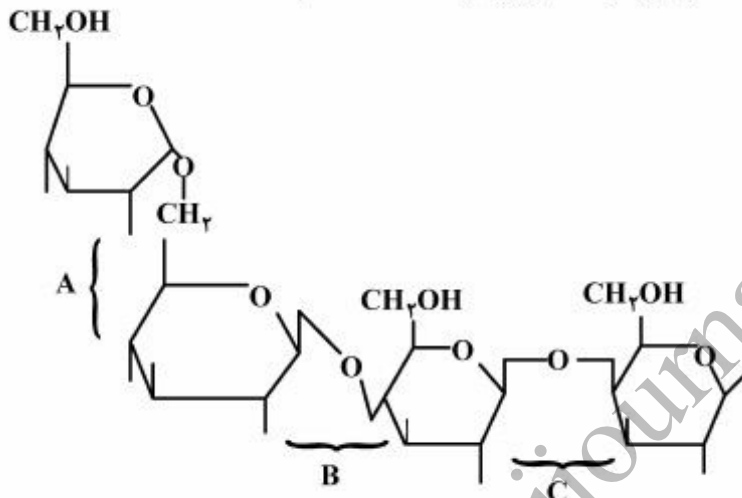
(۱) A: دودکانول ، B: تری اکتیل آمین ، C: بوتانال

(۲) A: بوتانول ، B: اکتیل آمین ، C: بوتانون

(۳) A: دکان دی‌ال ، B: تری هپتیل آمین ، C: بوتانول

(۴) A: ۱- متیل دکانول ، B: متیل تری هگزیل آمین ، C: بوتان دی‌ال

۱۴۱- در ترکیب قندی زیر، نوع اتصال را از سمت چپ به راست در مواضع A، B، C کدام است؟



(۱)  $\beta(1,4)$  ،  $\beta(1,4)$  ،  $\alpha(1,6)$

(۲)  $\beta(1,1)$  ،  $\alpha(1,4)$  ،  $\alpha(1,6)$

(۳)  $\beta(1,4)$  ،  $\beta(1,4)$  ،  $\beta(1,6)$

(۴)  $\beta(1,1)$  ،  $\alpha(1,4)$  ،  $\beta(1,6)$

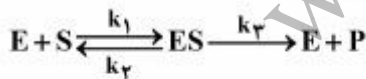
۱۴۲- در اثر شکسته شدن چرخه کربس چه ماده مهمی در یاخته انباشته می‌شود؟

(۱) اسید استواسیتیک (۲) اسید سالسیلیک (۳) اسید سیتریک (۴) اسید مالیک

۱۴۳- در شرایط هوازی، پیرووات به کدام ماده، تبدیل می‌شود؟

(۱) آب (۲) اتانول (۳) لاکتات (۴) استیل کوآنزیم A

۱۴۴- در واکنش آنزیمی زیر، ثابت میکائلیس - منتن ( $k_m$ ) به چه صورت تعریف می‌شود؟



$$\frac{k_2 + k_3}{k_1} \quad (۲)$$

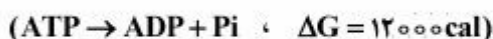
$$\frac{k_1 + k_2}{k_3} \quad (۱)$$

$$\frac{k_1}{k_2 + k_3} \quad (۴)$$

$$\frac{k_3}{k_2 + k_1} \quad (۳)$$

۱۴۵- در یک واکنش بیولوژیکی هرگاه اختلاف پتانسیل  $\Delta E = 0.26 \text{ volt}$  و عدد ثابت فارادی برابر

$23080 \frac{\text{cal}}{\text{volt} \cdot \text{gr mole}}$  باشد، مقدار انرژی تولیدی معادل هیدرولیز، حداقل چند مول ATP است؟



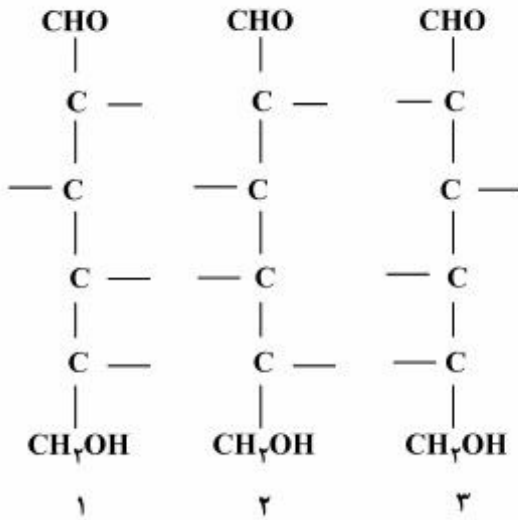
۱/۵ (۲)

۱ (۱)

۳ (۴)

۲ (۳)

۱۴۶- کدام عبارت در خصوص قندهای ۱، ۲ و ۳ درست است؟



- (۱) ۱ و ۲ ایزومر D و ۲ و ۳ تصویر آینه‌ای  
 (۲) ۱ و ۲ اپیمر و ۱ و ۳ تصویر آینه‌ای  
 (۳) ۲ و ۳ اپیمر و ۱ و ۲ تصویر آینه‌ای  
 (۴) ۱ و ۳ اپیمر و ۱ و ۲ اپیمر

۱۴۷- کدام واکنش در حضور کوآنزیم  $\frac{NADH_2}{NAD}$  انجام می‌شود؟

- (الف) استالدهید به اتانل  
 (ب) اسید پیرویک به استالدهید  
 (ج) سوکسینیک اسید به فوماریک اسید  
 (د) ۱) ج ۲) ب و ج ۳) الف و ب ۴) الف

۱۴۸- انرژی مفید مورد استفاده موجودات زنده چه نام دارد و مهم‌ترین منبع انرژی برای همه اشکال زیستی کدام است؟

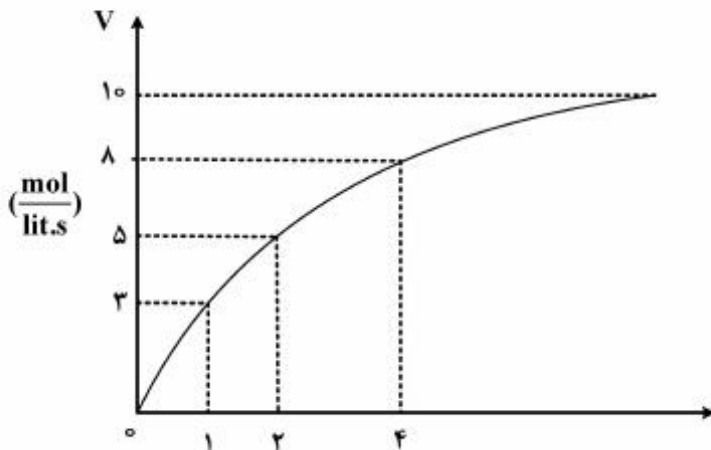
- (۱) آنتروپی - ADP  
 (۲) آتالیپی - ATP  
 (۳) انرژی آزاد - ATP  
 (۴) آنتروپی - NADP

۱۴۹- در تبدیل نشاسته به محصولات هیدرولیز نظیر فروکتوز، کدام دسته آنزیم‌ها دخالت دارند؟

- (۱) آلفا آمیلاز - اینورتاز  
 (۲) آلفا آمیلاز - گلوکوایزومراز  
 (۳) آلفا آمیلاز - گلوکز آمیلاز - گلوکز ایزومراز  
 (۴) گلوکو آمیلاز - گلوکز اکسیداز - گلوکز ایزومراز

۱۵۰- با توجه به نمودار به دست آمده از یک واکنش آنزیمی، مقدار ثابت میکائلیس - منتن ( $k_m$ ) این واکنش کدام است؟

- (۱) ۲  
 (۲) ۳  
 (۳) ۵  
 (۴) ۸



## فیزیولوژی و آناتومی:

- ۱۵۱- کدام مزه بر کانال‌های سدیمی گیرنده‌های چشایی تأثیر می‌گذارد؟  
 (۱) شوری (۲) شیرینی (۳) تلخی (۴) ترشی
- ۱۵۲- آدرنالین بر کدام سیستم اثر مهاری دارد؟  
 (۱) قلبی (۲) گوارشی (۳) تنفسی (۴) عروقی
- ۱۵۳- فعال شدن کدام سیستم تنظیم فشار خون، نشان‌دهنده خطر جدی تری است؟  
 (۱) کلیوی (۲) عضلانی عروقی (۳) عصبی مرکزی (۴) گیرنده‌های فشار محیطی
- ۱۵۴- در دوره استراحت ایزوولمیک، کدام شرایط وجود دارد؟  
 (۱) ثابت ماندن فشار بطن و کاهش حجم خون (۲) ثابت ماندن فشار بطن و افزایش حجم خون  
 (۳) ثابت ماندن حجم خون بطن و افزایش فشار (۴) ثابت ماندن حجم خون بطن و کاهش فشار
- ۱۵۵- نقش عضلات سینه در کدام فرایند کمتر است؟  
 (۱) بازدم عادی (۲) دم عادی (۳) دم عمیق (۴) بازدم عمیق
- ۱۵۶- کدام مورد، پتانسیل استراحت غشاء فزیدیک تر به صفر دارد؟  
 (۱) عضله قلبی (۲) گره دهلیزی بطنی (۳) گره سینوسی دهلیزی (۴) ایفای هیس و پورکنز
- ۱۵۷- کدام مورد به عنوان انتقال دهنده اطلاعات از خارج سلول به داخل، نقش مهم تری دارد؟  
 (۱) چربی (۲) پروتئین (۳) یون (۴) کربوهیدرات
- ۱۵۸- برای تهیه خون مصنوعی از هموگلوبین گلبول‌های فردی با گروه خون A استفاده کرده‌ایم. کدام گروه خونی می‌تواند از این خون مصنوعی استفاده کند؟  
 (۱) A (۲) B (۳) O (۴) همه موارد
- ۱۵۹- کدام عملکرد کلیه با تنفس ارتباط بیشتری دارد؟  
 (۱) تنظیم تعادل اسید و باز (۲) تنظیم تعادل مایعات  
 (۳) تنظیم تعادل الکترولیت‌ها (۴) تنظیم فشار خون شریانی
- ۱۶۰- در کدام حالت پلی‌سیتمی کمتر مشاهده می‌شود؟  
 (۱) بیماری ریوی (۲) بیماری قلبی (۳) اسپهال (۴) آلودگی هوا
- ۱۶۱- کدام کانال در زمان موج P الکتروکاردیوگرام، باز است؟  
 (۱) ولتاژی پتاسیم در سلول‌های بطنی (۲) ولتاژی پتاسیم در سلول‌های دهلیزی  
 (۳) ولتاژی سدیم در سلول‌های دهلیزی (۴) ولتاژی سدیم در سلول‌های بطنی
- ۱۶۲- کدام یون در جذب مواد غذایی نقش مهم تری دارد؟  
 (۱) بی‌کربنات (۲) کلسیم (۳) پتاسیم (۴) سدیم
- ۱۶۳- هستک با کدام اندامک داخل سلولی ارتباط عملکردی بیشتری دارد؟  
 (۱) لیزوزوم (۲) میتوکندری (۳) شبکه آندوپلاسمی صاف (۴) شبکه آندوپلاسمی خشن
- ۱۶۴- کدام سیگنال می‌تواند کانال‌های سدیمی را در گیرنده مربوطه ببندد؟  
 (۱) الکترومغناطیسی (۲) الکتریکی (۳) شیمیایی (۴) فیزیکی

- ۱۶۵- ارتباط کدام هورمون هیپوفیزی با سیستم ایمنی، بیشتر است؟  
 (۱) TSH (۲) ACTH (۳) رشد (۴) پرولاکتین
- ۱۶۶- کدام مورد در ساختار مسیر نخاع دخالتی ندارد؟  
 (۱) تیغه مهره (۲) جسم مهره (۳) زائده خاری (۴) زائده عرضی
- ۱۶۷- کدام حس ویژه از یک زوج مغزی عصب نمی‌گیرد؟  
 (۱) چشایی (۲) بویایی (۳) شنوایی (۴) بینایی
- ۱۶۸- کدام غده فوقانی تر است؟  
 (۱) کبد (۲) تیموس (۳) فوق کلیه (۴) لوزالمعده
- ۱۶۹- کدام قسمت از کلیه در بخش مرکزی، بیشتر است؟  
 (۱) کیسول بومن (۲) لوله‌های جمع کننده (۳) لوله‌های درهم پیچیده دور (۴) لوله‌های درهم پیچیده نزدیک
- ۱۷۰- کدام ورید به باب نمی‌ریزد؟  
 (۱) لوزالمعده‌ای (۲) معده‌ای (۳) طحالی (۴) کلیوی

www.isijournal.net