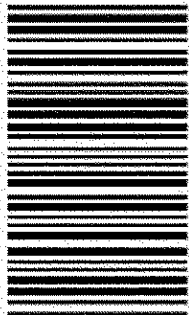


کد کنترل

657

A



657A

# آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۴۰۰

صبح چهارشنبه



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

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

نانو فناوری - نانو مواد - (کد ۱۲۷۳)

مدت پاسخ گویی: ۳۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۶۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	ریاضیات مهندسی	۱۵	۳۱	۴۵
۳	شیمی کاربردی	۲۰	۴۶	۶۵
۴	فیزیک جدید	۲۰	۶۶	۸۵
۵	شیمی فیزیک و ترمودینامیک	۲۰	۸۶	۱۰۵
۶	خواص فیزیکی و مکانیکی مواد	۲۰	۱۰۶	۱۲۵
۷	پدیده های انتقال (انتقال جرم، مکانیک سیالات، انتقال حرارت)	۲۰	۱۲۶	۱۴۵
۸	الکترونیک (۱ و ۲) و الکترومغناطیس مهندسی	۲۰	۱۴۶	۱۶۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را  
با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سوالات، نوع و کد کنترل درج  
شده بر روی دفترچه سوالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

### PART A: Vocabulary

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

- 1- The police only believed me after an eyewitness ----- my account of the accident.  
1) displayed                      2) constituted                      3) corroborated                      4) suspected
- 2- The plan is to our ----- advantage; we will all benefit greatly from it.  
1) concurrent                      2) mutual                      3) devoted                      4) involved
- 3- Our organization is committed to pursuing its aims through peaceful ----- . We totally reject violence as a means of political change.  
1) means                      2) instruments                      3) devices                      4) gadgets
- 4- All parents receive a booklet which ----- the school's aims and objectives before their children start their first term.  
1) clarifies                      2) injects                      3) conducts                      4) notifies
- 5- Increasing the state pension is a ----- aim, but I don't think the country can afford it.  
1) redundant                      2) diverse                      3) flexible                      4) laudable
- 6- The primary aim in sumo wrestling is to knock your ----- right out of the ring!  
1) protagonist                      2) opponent                      3) referee                      4) beneficiary
- 7- The cost of the damage caused by the oil ----- will be around \$200 million.  
1) spill                      2) guilt                      3) demerit                      4) extent
- 8- Most of us ----- when we hear that many children spend more time watching TV than they spend in school. It's a rather scary thought.  
1) withdraw                      2) retreat                      3) recoil                      4) regress
- 9- Even though he isn't enrolled right now, Calvin says he will go to college ----- .  
1) creatively                      2) delicately                      3) sentimentally                      4) eventually
- 10- You should avoid driving during the snowstorm because the icy roads are ----- .  
1) superficial                      2) frigid                      3) perilous                      4) cautious

### PART B: Cloze Test

**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.

When it comes to visually identifying a work of art, there is no single set of values or aesthetic traits. A Baroque painting will not necessarily (11) ----- much with a contemporary performance piece, but they are both considered art.

(12) ----- the seemingly indefinable nature of art, there have always existed certain formal guidelines for its aesthetic judgment and analysis. Formalism is a concept in art theory (13) ----- an artwork's artistic value is determined solely by its form, or the way (14) -----, Formalism evaluates works on a purely visual level. (15) ----- medium and compositional elements as opposed to any reference to realism, context, or content.

- |     |                   |               |                   |                 |
|-----|-------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| 11- | 1) share          | 2) be sharing | 3) have shared    | 4) be shared    |
| 12- | 1) Although       | 2) Despite    | 3) Regardless     | 4) However      |
| 13- | 1) that           | 2) that in it | 3) which          | 4) in which     |
| 14- | 1) of it made     | 2) made       | 3) how it is made | 4) it is made   |
| 15- | 1) are considered | 2) considers  | 3) considering    | 4) and consider |

### 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:

Films made of semiconductor nanocrystals are seen as a promising new material for a wide range of applications. Nanocrystals could be used in electronic or photonic circuits, detectors for biomolecules, or the glowing pixels on high-resolution display screens. They also hold promise for more efficient solar cells.

The size of a semiconductor nanocrystal determines its electrical and optical properties. But it's very hard to control the placement of nanocrystals on a surface in order to make structurally uniform films. Typical nanocrystal films also have cracks that limit their usefulness and make it impossible to measure the fundamental properties of these materials. Now, researchers at MIT say they have found ways of making defect-free patterns of nanocrystal films where the shape and position of the films are controlled with nanoscale resolution, potentially opening up a significant area for research and possible new applications. "We've been trying to understand how electrons move in arrays of these nanocrystals," which has been difficult with limited control over the formation of the arrays, says physicist Marc Kastner, dean of MIT's School of Science.

In the initial phases of the new work, postdoc Tamar Mentzel produced nanoscale patterns that emit invisible infrared light. But working on such systems is tedious, since each fine-tuning has to be checked using time-consuming electron microscopy. So when Mentzel succeeded in getting semiconductor nanocrystal patterns to glow with visible light, making them visible through an optical microscope, it meant that the team could greatly speed the development of the new technology. "Even though the nanoscale patterns are below the resolution limit of the optical microscope, the nanocrystals act as a light source, rendering them visible," Mentzel says.

The electrical conductivity of the researchers' defect-free films is roughly 180 times greater than that of the cracked films made by conventional methods. In addition, the process developed by the MIT team has already made it possible to create patterns on

a silicon surface that are just 30 nanometers across -- about the size of the finest features possible with present manufacturing techniques.

The process is unique in producing such tiny patterns of defect-free films. Mentzel says. "The trick was to get the film to be uniform, and to stick" to the silicon dioxide substrate, Kastner adds. That was achieved by leaving a thin layer of polymer to coat the surface before depositing the layer of nanocrystals on top of it. The researchers conjecture that tiny organic molecules on the surface of the nanocrystals help them bind to the polymer layer.

Such nanocrystal patterns could have many applications. Kastner says. Because these nanocrystals can be tuned not only to emit but also to absorb a wide spectrum of colors of light, they could enable a new kind of broad-spectrum solar cell, he says.

- 16- Which difficulty forced researchers to move towards making defect-free films?
- 1) Size-dependent properties
  - 2) Crack formation on the surface
  - 3) Controlling resolution at nanoscale
  - 4) Problems in positioning nanocrystals on the surface
- 17- According to Marc Kastner, the goal of the research team has been to -----.
- 1) fabricate more efficient solar cells
  - 2) make new semiconductor nanocrystals
  - 3) find new applications for electron microscopes
  - 4) determine the electron movement mechanism in nanocrystals
- 18- Why fabricated patterns were visible despite the fact that their size falls below visible range?
- 1) Because the nanocrystal arrays are defect-free
  - 2) Because the synthesized material is extremely small
  - 3) Because each nanocrystal can act as a light source itself
  - 4) Because the limits of the microscopes disappear by the progress of technology
- 19- Why the fabricated structure shows a large electrical conductivity?
- 1) Because it is defect-free
  - 2) Because of using silicon dioxide as the substrate
  - 3) Because of the presence of organic molecules on the surface
  - 4) Because MIT employed a special technique to deposit small features
- 20- How is the pattern glued to the surface?
- 1) By reducing the pattern size down to 30nm
  - 2) By the development of new optical microscopes
  - 3) By adding an intermediate layer comprised of polymeric material
  - 4) By adapting the process with the existing manufacturing techniques

### PASSAGE 2:

Quantum dots are nano-size crystals that emit light; the wavelength they emit depends on the size of the crystal. Quantum dots are composed of various materials, such as lead sulfide, zinc sulfide, cadmium selenide, and indium phosphide. Quantum dots are useful because, depending on their size and composition, they emit a particular wavelength, or color, of light after an outside source, such as an ultraviolet light, excites the electrons in them. Quantum dots produce light in a way similar to atoms. The ability to tailor the color of light emitted by a group of quantum dots is very useful.

in medical diagnostics. The rules that describe electron orbitals (also called energy levels) — and dictate that electrons are only allowed to be in certain energy levels within an atom — are called *quantum mechanics*. Because electrons in these nano-size crystals behave in a similar way, they are called quantum dots. Quantum dots are useful because when you add energy to their electrons, the electrons act like they're in one big atom — and (as any physicist could tell you) when you add energy to the electrons in any atom, what you get is light. This occurs when an electron moves to a higher energy level and then falls back again to its normal energy level. The same is true for quantum dots — zap them and they glow. One way to add energy to quantum dots is to shine an ultraviolet light on them. It turns out that the smaller the quantum dot, the larger the gap between energy levels — which means more energy is packed into the photon that's emitted when an electron falls from a higher energy level to its normal energy level. A small quantum dot emits higher-energy photons — with a shorter wavelength — than a large Q-dot can. Think of this light in terms of color: A quantum dot of a particular size — a relatively large size, to be exact — emits red light, which is the longest wavelength of visible light; smaller quantum dots produce different colors. If you keep going down smaller and smaller, you'll eventually get to a tiny quantum dot that emits blue light — the shortest wavelength of visible light. If you come up with *really large* quantum dots, you might get them to emit infrared light; incredibly teensy quantum dots might emit ultraviolet light, outside the visible spectrum. So where do you get quantum dots? It turns out that it's possible to grow a large number of quantum dots in a chemical reaction — but the methods used range from simple wet-chemical setups (in which you precipitate zinc sulfide crystals) to complicated methods such as chemical-vapor deposition (which is also used to grow carbon nanotubes). You can control the size of a particular batch of quantum dots — ensuring that they all emit the same wavelength of light — by controlling the length of time you allow the reaction to run.

- 21- Which of the following, according to the passage, is True?
- 1) Only quantum dots emit light.
  - 2) Quantum dots are crystalline.
  - 3) Any quantum dot is composed of various materials.
  - 4) Quantum dots emit crystal size-independent photons after being excited by UV light.
- 22- The main reason for employing quantum dots in medical devices is -----.
- 1) their electrons are excited with UV light
  - 2) quantum dots are composed of various materials
  - 3) the possibility of controlling wavelength emitted by quantum dots
  - 4) when their electrons receive energy, they act like being in a big atom
- 23- According to the passage, light is emitted when -----.
- 1) UV light is shined on quantum dots
  - 2) their band gaps become larger
  - 3) quantum dots get smaller and smaller
  - 4) excited electrons lose energy while returning to original state
- 24- Which of the following happens with increasing the size of quantum dots?
- 1) Emissions of longer wavelength may occur.
  - 2) They stop obeying quantum mechanics rules.
  - 3) The gap between energy states becomes larger.
  - 4) Their excited electrons find difficulties in going back to their normal level.

- 25- With regard to synthesis of quantum dots, which of the following is NOT correct?
- 1) Simple methods are preferred to complicated methods such as chemical vapor deposition.
  - 2) Size control of quantum dots is possible via controlling the processing time.
  - 3) Zinc sulfide quantum dots can be synthesized through precipitation.
  - 4) Large-scale production is possible.

**PASSAGE 3:**

Certain materials — some semiconductors for example — can be stimulated to emit photons. The LED (light-emitting diode) is a common example of this kind of technology, but is not a laser itself. To get the laser effect, you'd most often want to choose a semiconductor-like material — called a gain medium — and place it in an optical cavity. Photons enter the cavity, bounce back and forth, and stimulate the medium to emit more photons. Those extra photons are of the same wavelength as the original ones, so what you get is an amplified version of the original light. (This "light amplification by stimulated emission of radiation" is how a laser gets its name.). To make a nanolaser, a photonic crystal is used to create a cavity that's almost as small as the wavelength of the photons themselves. This cramped space forces the photons to travel in nearly parallel lines, until the intensity of the light reaches the theoretical limit — in effect, all the photons are traveling right on top of each other! The gain medium is essentially part of the crystal itself — but before it can emit photons, a small electric current must be introduced (that's true for most semiconductor lasers anyway). That little zap of extra energy is all the photons need to make a break for it and blast out of the crystal as a laser beam. When supplied with a little electricity and a signal composed of photons, the laser amplifies that signal. Out comes a flow of happy photons, ready to spread information around the world. Korean researchers have developed such a photonic crystal laser, using a semiconducting material (indium gallium arsenide phosphide). Their laser produces detectable amounts of light with as little as 250 millionths of an ampere of electricity. Their design uses a tiny post to conduct electricity and soak up excess heat without disturbing the main portion of the crystal at the top.

- 26- An LED is a/an -----.
- 1) member of laser materials
  - 2) semiconductor which emits light
  - 3) semiconductor with amplified emission
  - 4) optical cavity made for laser production
- 27- A "gain medium", according to the passage, is a -----.
- 1) place in the optical cavity
  - 2) semiconductor used to fabricate LEDs
  - 3) material employed to create laser effect
  - 4) cavity in which photons bounce back and forth
- 28- The light is amplified by -----.
- 1) encouraging the medium to emit light at the same wavelength
  - 2) creating extra photons of different wavelengths
  - 3) forcing photons bounce back and forth
  - 4) using light-emitting diodes

- 29- The light is intensified in nanolasers by -----.
- 1) applying electricity
  - 2) varying the wavelength of the emitted light
  - 3) confining their movement inside a sufficiently small cavity
  - 4) making photons move randomly until reaching the intensity limit
- 30- What is the driving force for laser beam to exit the crystal?
- 1) Zapping the system using large amounts of energy
  - 2) The electric current charged into the system
  - 3) The crystal positioned at the top
  - 4) The flow of photons

ریاضیات مهندسی:

۳۱- به کمک سری فوریه سینوسی تابع  $f(x) = \cos x$  در فاصله  $(0, \pi)$  حاصل  $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}(2k-1)}{16k^2 - 16k + 3}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{16}$  (۲)  $\frac{\pi}{8}$  (۳)  $\frac{\sqrt{2}\pi}{8}$  (۴)  $\frac{\sqrt{2}\pi}{16}$

۳۲- با توجه به تبدیل فوریه تابع  $f(x) = \begin{cases} \cos x & ; |x| < \frac{\pi}{2} \\ 0 & ; |x| \geq \frac{\pi}{2} \end{cases}$  مقدار  $\int_0^{\infty} \frac{\cos(\frac{\pi x}{2})}{1-x^2} dx$  کدام است؟

(۱)  $-\pi$  (۲) صفر (۳)  $\frac{\pi}{4}$  (۴)  $\frac{\pi}{2}$

۳۳- تبدیل فوریه معکوس  $H(\omega) = \frac{e^{-i\omega}}{\omega^2 + a^2}$  به ازای عدد حقیقی مثبت  $a$  کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{2a} e^{-a(t-1)}$  (۲)  $\frac{1}{2a} e^{-a|t-1|}$  (۳)  $\frac{1}{2a} e^{a(t-1)}$  (۴)  $\frac{1}{2a} e^{a|t-1|}$

۳۴- در معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی  $e^{2x} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2xe^{x+y} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + e^{2y} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$  کدام گزاره درست است؟

- (۱) به ازای  $x=y$  از نوع سهمی گونه است. (۲) به ازای  $x=y$  از نوع هذلولی گونه است.  
(۳) به ازای  $-1 < x < 1$  از نوع بیضی گونه است. (۴) به ازای  $-1 < x < 1$  از نوع هذلولی گونه است.

۳۵- مسئله  $x u_{xy} - u_y = y + x$  با شرایط  $u(1, y) = -\frac{1}{2} y^2$  و  $u(x, 0) = 0$  را در نظر بگیرید. مقدار  $u(2, 1)$  کدام است؟

(۱)  $\ln 4 - \frac{1}{2}$  (۲)  $\ln 4$  (۳)  $\ln 4 + \frac{1}{2}$  (۴)  $\ln 4 + 2$

۳۶- پتانسیل الکترواستاتیک کران دار  $V$  در نیمه بالایی صفحه مختصات در معادله لاپلاس با شرط کرانه‌ای

$$V(x,0) = \begin{cases} 1; & x > 0 \\ 2; & x \leq 0 \end{cases}$$

صدق می‌کند. حاصل  $V(1, \sqrt{3}) - V(1,1)$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{24}$  (۲)  $\frac{1}{18}$  (۳)  $\frac{1}{12}$  (۴)  $\frac{1}{6}$

۳۷- مسأله موج زیر را در نظر بگیرید. مقدار  $u(1/5, 2)$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} - 2u_{xx} + 4 = 0; & 0 < x < 2, t > 0 \\ u(x,0) = 2x; u_t(x,0) = x^2 & 0 \leq x \leq 2 \\ u_x(0,t) = 0; u_x(2,t) = 4 & t \geq 0 \end{cases}$$

(۱) ۴۳/۵

(۲) ۴۲/۷۵

(۳) ۵/۲۵

(۴) ۴/۷۵

۳۸- در یک میله بسیار نازک دو سر عایق به طول ۲ و با توزیع دمای اولیه

$$u(x,0) = \begin{cases} x & 0 < x < \frac{\pi}{2} \\ \pi - x & \frac{\pi}{2} < x < \pi \end{cases}$$

توزیع دما از حل معادله  $u_t = 9u_{xx}$  کدام است؟

$$u(x,t) = \frac{\pi}{4} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-22(2n+1)^2 t} \cos((4n+2)x) \quad (۱)$$

$$u(x,t) = \frac{\pi}{2} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-22(2n+1)^2 t} \cos((4n+2)x) \quad (۲)$$

$$u(x,t) = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-22n^2 t} \cos(2nx) \quad (۳)$$

$$u(x,t) = \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-22n^2 t} \cos(2nx) \quad (۴)$$

۳۹- مکان هندسی نقاطی از صفحه مختلط که در نامعادله  $\left| \frac{z-1}{z+1} \right| \leq 4$  صدق می‌کنند، کدام است؟

(۱) یک خط راست که از مبدأ مختصات نمی‌گذرد. (۲) نیم‌صفحه فوقانی صفحه مختصات

(۳) بیرون یک دایره که از مبدأ مختصات نمی‌گذرد. (۴) بیرون یک دایره که از مبدأ مختصات نمی‌گذرد.

۴۰- اگر  $e^{x^2-y^2} \cos(2xy)$  قسمت حقیقی تابع مختلط تحلیلی  $f(z)$  باشد، مقدار  $f'(i)$  کدام است؟

(۱)  $-2e$  (۲)  $-4e$

(۳)  $2e$  (۴)  $4e$



۴۱ کدام تساوی درست است؟

(۲)  $|\sin z|^2 = \cos^2 x + \sinh^2 y$

(۱)  $|\sin z|^2 = \sin^2 x + \sinh^2 y$

(۴)  $|\sin z|^2 = \sin^2 x + \cosh^2 y$

(۳)  $|\sin z|^2 = \cos^2 x + \cosh^2 y$

۴۲ مانده تابع  $e^z (z - \frac{1}{z})^2$  در  $z = 0$ ، کدام است؟

(۴)  $\frac{641}{120}$

(۳)  $\frac{129}{44}$

(۲)  $\frac{629}{120}$

(۱)  $\frac{127}{44}$

۴۳ حاصل  $\oint_{|z-2|=2} \frac{15z+9}{z^2-9z} dz$ ، کدام است؟

(۴)  $4\pi i$

(۳)  $2\pi i$

(۲)  $-2\pi i$

(۱)  $-4\pi i$

۴۴ حاصل  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin x + \cos x}{x^2+1} dx$ ، کدام است؟

(۴)  $-\frac{2\pi}{e}$

(۳)  $-\frac{\pi}{e}$

(۲)  $\frac{\pi}{e}$

(۱)  $\frac{2\pi}{e}$

۴۵ ناحیه C نقاط درون و روی دایره‌ای به مرکز مبدأ مختصات و شعاع ۲ واحد است. مساحت ناحیه تبدیل یافته C توسط نگاشت  $\omega = \frac{1}{z^2}$ ، کدام است؟

(۴)  $4\pi$

(۳)  $\pi$

(۲)  $\frac{\pi}{4}$

(۱)  $\frac{\pi}{16}$

### شیمی کاربردی:

۴۶ هدف اصلی از واحد فیلترهای چکنده (Trickling Filter) کاهش کدام شاخص است؟

(۴) NFU

(۳) COD

(۲) BOD

(۱) EC

۴۷ فاضلابی دارای BOD پنج روزه در  $20^\circ\text{C}$  برابر  $210 \frac{\text{mg}}{\text{lit}}$  و BOD نهایی برابر  $350 \frac{\text{mg}}{\text{lit}}$  می‌باشد. BOD پنج روزه در  $25^\circ\text{C}$  چند  $\frac{\text{mg}}{\text{lit}}$  است؟  $(\theta = 1.047)$

(۴)  $229.5$

(۳)  $350$

(۲)  $210$

(۱)  $180$

۴۸ در کدام روش تصفیه آب، TDS بیشترین مقدار است؟

(۲) رزین مختلط

(۱) تقطیر

(۴) مجموعه ستون‌های رزینی (کاتیونی - آنیونی)

(۳) اسمز معکوس

۴۹ بار آلی ورودی به فرایند بیولوژیکی تصفیه فاضلاب  $\frac{\text{gBOD}_5}{\text{L.d}}$ ، حجم واحد هوادهی  $120 \text{ m}^3$  و شدت جریان

حجمی ورودی  $10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  است. در صورتی که راندمان حذف  $\text{BOD}_5$ ،  $80\%$  درصد باشد، غلظت BOD ورودی و

خروجی به ترتیب چند میلی گرم در لیتر است؟

(۳)  $500$  و  $100$

(۱)  $100$  و  $20$

(۴)  $2000$  و  $1600$

(۳)  $1000$  و  $200$

۵۰. نسبت وزنی پذیرفته شده BOD / N / P برای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب خانگی خام و ته نشین شده چگونه با یکدیگر ارتباط دارند؟

(۱) مقدار این نسبت برای فاضلاب خانگی خام همیشه بیشتر از فاضلاب ته نشین شده است.

(۲) مقدار این نسبت برای فاضلاب خانگی ته نشین شده همیشه ثابت است.

(۳) مقدار این نسبت وزنی برای فاضلاب خانگی خام همیشه ثابت است.

(۴) مقدار این نسبت وزنی برای هر دو نوع فاضلاب یکسان است.

۵۱. برای پیش تصفیه آب ورودی به واحد رزین های تعویض یونی کاتیونی، کدام فرایند ممکن است نیاز باشد؟

(۱) گرمایش (۲) فیلتراسیون

(۳) انعقادسازی (۴) واحد رزین مختلط به صورت بستر سیال شده

۵۲. در فرایند آهک زنی برای کاهش سختی آب، مقدار  $\beta = (M - P)$  در آب خام و در آب تصفیه شده چگونه تغییر می کند؟

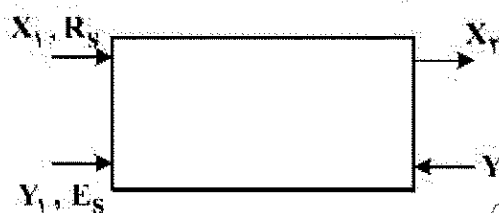
(۱) در آب تصفیه شده می تواند مقدار مثبت یا منفی باشد.

(۲) در آب تصفیه شده مقدار منفی و در آب خام مقدار مثبتی است.

(۳)  $\beta$  در آب تصفیه شده و در آب خام می تواند مقدار مثبت یا منفی باشد.

(۴)  $\beta$  در آب تصفیه شده و در آب خام مقدار مثبتی است ولی مقدار آن در آب خام بیشتر است.

۵۳. در یک فرایند متقابل (Counter current) خط عمل یا کار، برابر کدام مورد است؟



$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{E_s}{R_s} \quad (1)$$

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{R_s}{E_s} \quad (2)$$

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = -\frac{E_s}{R_s} \quad (3)$$

$$\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = -\frac{R_s}{E_s} \quad (4)$$

۵۴. در خصوص یک هوای مرطوب کدام گزینه درست است؟

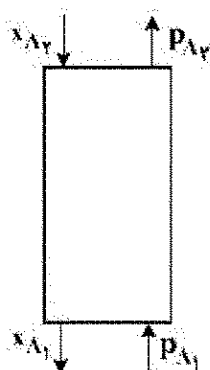
(۱) دمای شبنم برابر دمای اشباع آدیاباتیک است.

(۲) دمای شبنم بیشتر از دمای اشباع آدیاباتیک است.

(۳) دمای شبنم کمتر از دمای اشباع آدیاباتیک است.

(۴) دمای شبنم و دمای اشباع آدیاباتیک کمتر از دمای حباب خشک می باشند.

۵۵. برای انجام فرایند جذب گازی سازنده A مطابق شکل  $(P_A)$  فشار جزئی A و  $x_A$  : جزء مولی A در مایع، کدام گزینه نتیجه می شود؟



$$P_{A1} > P_{A2} \quad , \quad x_{A1} > x_{A2} \quad (1)$$

$$P_{A1} < P_{A2} \quad , \quad x_{A1} < x_{A2} \quad (2)$$

$$P_{A1} < P_{A2} \quad , \quad x_{A1} > x_{A2} \quad (3)$$

$$P_{A1} > P_{A2} \quad , \quad x_{A1} < x_{A2} \quad (4)$$

- ۵۶- برای یک تقطیر تعریف شده با غلظت محصولات مشخص، کاهش نسبت برگشت باعث کدام مورد می شود؟  
 (۱) کاهش میزان محصول بالای برج  
 (۲) افزایش میزان محصول پایینی برج  
 (۳) کاهش تعداد سینی های لازم در برج تقطیر  
 (۴) افزایش تعداد سینی های لازم در برج تقطیر
- ۵۷- هرگاه یک دیواره مسطح بین دو سیال با ضرایب انتقال گرمای جابه جایی برابر  $250 \frac{W}{m^2 \cdot C}$  و  $500 \frac{W}{m^2 \cdot C}$  قرار گرفته و ضریب کلی انتقال گرما برابر  $160 \frac{W}{m^2 \cdot C}$  باشد، کدام مورد نتیجه می شود؟  
 (۱) ضخامت دیواره ناچیز است.  
 (۲) چنین وضعیتی غیرممکن است.  
 (۳) ضریب انتقال گرمای دیواره ناچیز است.  
 (۴) اختلاف دما در دو طرف دیواره زیاد است.
- ۵۸- کدام وسیله می تواند پروفایل سرعت را در یک مقطع مولد کروی به دست آورد؟  
 (۱) روماتر  
 (۲) ونتوزی  
 (۳) اوریفیس  
 (۴) لوله پیتوت
- ۵۹- انتقال جرم از فاز گاز به مایع در شرایط پایا صورت می گیرد. رابطه تعادلی  $y = x$  است. در صورتی که ضریب انتقال جرم در فاز گاز  $5 \frac{mol}{m^2 \cdot s}$  و در مایع  $25 \frac{mol}{m^2 \cdot s}$  باشد، نسبت مقاومت در فاز گاز به مقاومت کل کدام است؟  
 (۱)  $\frac{1}{5}$   
 (۲)  $\frac{1}{4}$   
 (۳)  $\frac{1}{3}$   
 (۴)  $\frac{1}{2}$
- ۶۰- کدام شرط برای ایجاد خوردگی میکروبی، الزامی نیست؟  
 (۱) دمای زیر  $40^\circ C$   
 (۲) حضور اکسیژن  
 (۳) حضور یک ماده آلی  
 (۴)  $5 < pH < 9$
- ۶۱- اعمال حفاظت کاتدی و حفاظت آندی به معنی انتقال فلز ..... در دیاگرام  $E/pH$  مربوطه است.  
 (۱) به منطقه مصونیت  
 (۲) به منطقه اثرناپذیری  
 (۳) به ترتیب به مناطق مصونیت و اثرناپذیری  
 (۴) به ترتیب به مناطق اثرناپذیری و مصونیت
- ۶۲- با توجه به شکل داده شده، با قراردادن پتانسیل فلز در کدام ناحیه، احتمال جدایش پوشش از سطح وجود دارد؟  
 (۱) منطقه A  
 (۲) منطقه B  
 (۳) منطقه C  
 (۴) منطقه D
- 
- ۶۳- کدام گزینه در مورد خوردگی شکافی درست است؟  
 (۱) در ترک های ایجاد شده در سطح فلز ایجاد می شود.  
 (۲) در شکاف بین دو فلز غیر هم جنس ایجاد می شود.  
 (۳) در شکاف بین فلز و یک غیرفلز ایجاد می شود.  
 (۴) تمام موارد

۶۴. بیشترین اثر محافظتی اکسید فلزی بر سطح یک فلز در مقابل خوردگی در کدام فلز مشاهده می شود؟  
 (۱) مس (۲) روی (۳) آهن (۴) آلومینیوم
۶۵. دو نمونه از فلزی از جنس آهن را با سطوح یکسان در الکترولیت هایی با غلظت های ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ مولار از یون آهن دو ظرفیتی قرار می دهیم و دو الکترولیت را نیز با دیواره های متخلخل از یکدیگر جدا می نمائیم، اختلاف پتانسیل پیل حاصل چند ولت است؟

$$E_{Fe^{2+}/Fe}^{\circ} = -0.44 \text{ ولت}$$

- (۱) ۰/۰۳ (۲) ۰/۰۶ (۳) -۰/۰۳ (۴) -۰/۰۶

### فیزیک جدید:

۶۶. اگر  $\Delta \vec{r}$  فاصله مکانی دو رویداد و  $\Delta t$  فاصله زمانی آن دو در یک دستگاه ماند (اینرسی) باشند، حاصل کدام عبارت در تمام دستگاه های ماند، یکسان است؟

(۱)  $(\Delta \vec{r})^2$  (۲)  $(c\Delta t)^2$  (۳)  $|\Delta \vec{r}| - (c\Delta t)$  (۴)  $(\Delta \vec{r})^2 - (c\Delta t)^2$

۶۷. انرژی جنبشی یک ذره  $250 \text{ MeV}$  و تکانه آن  $400 \text{ MeV}/c$  است. جرم سکون این ذره چند  $\text{MeV}/c^2$  است؟

- (۱) ۷۸ (۲) ۱۹۵ (۳) ۳۵۰ (۴) ۴۴۵

۶۸. فرض کنید ساکن ذره A در مدت زمان  $2 \times 10^{-8} \text{ s}$  به دو ذره B و C تلاشی می یابد. اگر نسبت به ناظر ذره A دارای انرژی جنبشی دو برابر انرژی سکون خود باشد، قبل از تلاشی این ذره تقریباً چند متر نسبت به آن ناظر حرکت می کند؟

- (۱) ۱/۸ (۲) ۵/۷ (۳) ۱۷ (۴) ۶۰

۶۹. فوتونی با انرژی  $E_i$  به الکترون ساکن آزادی برخورد می کند. بیشینه تکانه خطی که در این برخورد به این الکترون منتقل می شود، بر حسب  $E_i$  و  $E_e$  انرژی سکون الکترون، کدام است؟

(۱)  $\frac{2E_i}{2E_i + E_e} \left( \frac{E_i}{c} \right)$

(۲)  $\frac{2(E_i + E_e)}{2E_i + E_e} \left( \frac{E_i}{c} \right)$

(۳)  $\frac{2(E_i - E_e)}{2E_i + E_e} \left( \frac{E_i}{c} \right)$

(۴)  $\frac{2E_i - E_e}{2E_i + E_e} \left( \frac{E_i}{c} \right)$

۷۰- یک سفینه فضایی با تندی  $v = 0.8c$  در حال دور شدن از زمین است. یک چشمه نورانی در پشت این سفینه نوری با طول موج ویژه  $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$  گسیل می‌کند. ناظر ساکن روی زمین، طول موجی که دریافت می‌کند چند نانومتر است؟

- (۱) ۱۰۰۰
- (۲) ۱۵۰۰
- (۳) ۲۵۰۰
- (۴) ۴۵۰۰

۷۱- الکترونی با انرژی کل  $1530 \text{ MeV}$  در زمین دریافت می‌شود. که این الکترون از ستاره‌ای به فاصله  $3.0 \text{ ly}$  از زمین گسیل شده است. طول مسیر از دید ناظر ساکن روی الکترون چند سال نوری است؟ (جرم سکون الکترون  $0.51 \text{ MeV}/c^2$  است.)

- (۱)  $1.8 \times 10^{-4}$
- (۲)  $2 \times 10^{-2}$
- (۳)  $2.8 \times 10^{-1}$
- (۴)  $9.8 \times 10^{-4}$

۷۲- پرتوهای ایکسی با طول موج  $2 \times 10^{-11} \text{ m}$  از یک هدف کربن پراکنده می‌شود و پرتوهای پراکنده شده با راستای پرتو تابشی زاویه  $60^\circ$  می‌سازند. طول موج پرتو پراکنده شده چند متر است؟

- (۱)  $1.64 \times 10^{-11}$
- (۲)  $1.88 \times 10^{-11}$
- (۳)  $2.12 \times 10^{-11}$
- (۴)  $2.36 \times 10^{-11}$

۷۳- در طیف نور دریافتی از یک ستاره، فرکانس  $2 \times 10^{14} \text{ Hz}$  داری بیشینه شدت است. اگر ستاره جسم سیاه فرض شود، دمای سطح آن چند درجه سانتی‌گراد است؟ (ثابت وین برابر  $2.9 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{K}$  است.)

- (۱) ۱۶۶۰
- (۲) ۱۹۳۳
- (۳) ۵۵۲۷
- (۴) ۵۸۰۰

۷۴- یک چشمه نور نقطه‌ای با توان  $5 \text{ W}$  امواجی با طول موج  $600 \text{ nm}$  گسیل می‌کند. یک صفحه فلزی با مساحت  $30 \text{ mm}^2$  در فاصله  $2 \text{ m}$  از این چشمه قرار دارد. در مدت زمان ۳ دقیقه، تقریباً چند فوتون به این صفحه

می‌رسد؟ ( $hc = 2 \times 10^{-25} \text{ J} \cdot \text{m}$ )

- (۱)  $1.6 \times 10^{15}$
- (۲)  $2.7 \times 10^{13}$
- (۳)  $2.2 \times 10^{15}$
- (۴)  $5.4 \times 10^{13}$

۷۵- پتانسیل متوقف کننده فوتوالکترون های گسیل یافته از سطح فلزی که نوری با طول موج  $500\text{ nm}$  به آن تابیده برابر  $0.8\text{ V}$  است. اکنون طول موج تابشی تغییر می کند و پتانسیل متوقف کننده برابر  $1.7\text{ V}$  می شود. طول موج جدید تقریباً چند نانومتر است؟

(۱)  $1390$

(۲)  $781$

(۳)  $367$

(۴)  $250$

۷۶- چه ولتاژ شتاب دهنده ای برای الکترون های درون میکروسکوپ الکترونی مورد نیاز است، تا همان توان تفکیکی به دست آید که از میکروسکوپ پرتو گاما با استفاده از پرتو گامای  $0.24\text{ MeV}$  حاصل می شود؟

(۱)  $1.2\text{ kV}$

(۲)  $60\text{ kV}$

(۳)  $0.6\text{ MV}$

(۴)  $1.2\text{ MV}$

۷۷- انرژی جنبشی یک نوترون حرارتی برابر انرژی جنبشی متوسط یک ذره در دمای اتاق  $T = 300\text{ K}$  است. طول موج دوبروی این نوترون تقریباً چند متر است؟ (جرم نوترون  $940\text{ MeV}/c^2$  و ثابت بولتزمن  $1.4 \times 10^{-23}\text{ J/K}$  است.)

(۱)  $1.8 \times 10^{-6}$

(۲)  $1.4 \times 10^{-10}$

(۳)  $1.0 \times 10^{-12}$

(۴)  $5.8 \times 10^{-15}$

۷۸- اتم پوزیترونیم حالت مقیدی از یک الکترون و یک پوزیترون است. انرژی و شعاع مدار حالت پایه این اتم بر حسب  $E_0$  انرژی و  $a_0$  شعاع مدار حالت پایه اتم هیدروژن به ترتیب کدام اند؟

(۱)  $E_0/2$  و  $a_0/2$

(۲)  $2E_0$  و  $a_0/2$

(۳)  $E_0/2$  و  $2a_0$

(۴)  $2E_0$  و  $2a_0$

۷۹- نماد طیف نگاری یک اتم به شکل  ${}^F_{5/2}$  است. ممونوم مداری ( $\ell$ )، اسپین ( $s$ ) و ممونوم زاویه ای کل ( $j$ ) این اتم کدام اند؟

(۱)  $\ell = 3$  ،  $s = 5/2$  ،  $j = 6$

(۲)  $\ell = 4$  ،  $s = 4$  ،  $j = 5/2$

(۳)  $\ell = 4$  ،  $s = 3/2$  ،  $j = 3$

(۴)  $\ell = 3$  ،  $s = 3/2$  ،  $j = 5/2$

۸۰- در اتم کادمیوم یک خط طیفی مربوط به گذار  ${}^1D_2 \rightarrow {}^1P_1$  است. اگر این اتم در یک میدان مغناطیسی ثابت  $\vec{B}$  قرار گیرد، این خط طیفی به چند خط تجزیه (یا شکافته) می شود؟ (قانون انتخاب در گذارهای مجاز  $\Delta m = 0, \pm 1$  است که  $m$  مؤلفه سوم ممونوم زاویه ای کل است.)

(۲) ۹

(۱) ۳

(۴) ۱۵

(۳) ۱۲

- ۸۱- در جگونگی تولید و ویژگی های پرتوهای X تولید شده در یک لامپ پرتو X، کدام عبارت نادرست است؟  
(۱) در نمودار شدت بر حسب طول موج پرتوی X تولید شده در لامپ پرتو X، یک طول موج کمینه وجود دارد که در طول موج های کوچکتر از آن شدت پرتو X صفر است.  
(۲) طیف پرتو X تولید شده در یک لامپ پرتو X، طیفی پیوسته است و بیشینه های آن از مشخصه های فلز هدف به شمار می آیند.  
(۳) الکترون های پرتوی به هدف فلزی مانند تنگستن برخورد کرده و در برخورد با آن متوقف شده و پرتو X تولید می شود.  
(۴) تولید پرتو X ناشی از برهم کنش کولنی میان الکترون های تابشی و الکترون های موجود در هدف فلزی است.
- ۸۲- نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۱۰۰ روز است. این ماده که ذرات  $\beta$  با انرژی  $5 \times 10^{-7} \text{ erg}$  گسیل می کند، برای راه اندازی یک سلول ترموالکتریک استفاده می شود. اگر بازده سلول ۱۰ درصد باشد، تقریباً چند مول ماده رادیواکتیو لازم است تا این سلول  $5W$  الکتریسیته تولید کند؟ ( $\ln 2 = 0.7$ )  
(۱)  $2.0 \times 10^{-4}$   
(۲)  $4.0 \times 10^{-3}$   
(۳)  $2.2 \times 10^{-7}$   
(۴)  $2.0 \times 10^{-9}$
- ۸۳- انرژی بستگی (binding) عنصر  $^{62}_{25}\text{Eu}$  چند MeV است؟ جرم اتمی عنصر  $^{62}_{25}\text{Eu}$  برابر  $151.92 \text{ u}$ ، جرم اتم هیدروژن  $1.008 \text{ u}$  و جرم نوترون  $1.009 \text{ u}$  و  $1 \text{ u} = 931 \text{ MeV}/c^2$  است.  
(۱) ۷۱۶۶۴  
(۲) ۵۱۱۹۷  
(۳) ۲۰۷۳۰  
(۴) ۱۰۶۷۰
- ۸۴- تعداد هشت الکترون در یک جعبه مکعبی شکل به ضلع L محبوس هستند. انرژی حالت پایه این مجموعه چند برابر  $(h^2 / (8m_e L^2))$  است؟ (از برهم کنش میان الکترون ها چشم پوشی شود و اسپین آن ها در نظر گرفته شود).  
(۱) ۲۱  
(۲) ۴۲  
(۳) ۴۷  
(۴) ۹۴
- ۸۵- کدام عبارت درباره سیستم های کوانتومی نادرست است؟  
(۱) انرژی یک سیستم کوانتومی نامعیند (با انرژی کل مثبت) کوانتیده نیست.  
(۲) اصل عدم قطعیت فقط مربوط به مختصات مکان و تکانه مزدوج آن ها است و شامل دیگر کمیت های فیزیکی نمی شود.  
(۳) در حد اعداد کوانتومی بزرگ، تفسیر و توجیه رفتار سیستم براساس مکانیک کوانتومی و فیزیک کلاسیک با هم تطابق دارند.  
(۴) تابع موج یک سیستم کوانتومی کمیتی مختلط است که قدرمطلق آن به توان دو، چگالی احتمال یافتن ذره را در مکان و زمان معین می دهد.

شیمی فیزیک و ترمودینامیک:

۸۶- فشار بخار منگنز در دمای ۱۶۰۰ درجه سانتی گراد بر حسب اتمسفر کدام است؟ (گرمای نهان تبخیر منگنز ۵۳/۷ کیلوکالری بر مول و نقطه جوش آن ۲۰۹۵ درجه سانتی گراد است.)

(۱) ۰/۰۴۹

(۲) ۰/۷۸

(۳) ۱۱/۲

۸۷- در یک تحول، یک مول آب در دمای ۳۰۰K مقداری حرارت از محیط گرفته و با سرعت بسیار پائین به بخار تبدیل شده است. تغییرات آنتروپی سیستم، محیط و کل چگونه است؟

(۱) تغییر آنتروپی سیستم کاهش، تغییر آنتروپی محیط افزایش و تغییر آنتروپی کل صفر است.

(۲) تغییر آنتروپی سیستم افزایش، تغییر آنتروپی محیط کاهش و تغییر آنتروپی کل صفر است.

(۳) تغییر آنتروپی سیستم افزایش، تغییر آنتروپی محیط کاهش و تغییر آنتروپی کل مثبت است.

(۴) تغییر آنتروپی سیستم کاهش، تغییر آنتروپی محیط افزایش و تغییر آنتروپی کل مثبت است.

۸۸- در سیستم C (جامد)، CO (گاز)، CO<sub>2</sub> (گاز)، Mo (جامد)، M (جامد)، اگر سه فاز در تعادل باشند، درجه آزادی کدام است؟

(۱) ۰

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۸۹- یک کیلوگرم مذاب فلز A با دمای ۱۰۰۰ کلوین و یک کیلوگرم مذاب فلز A با دمای ۸۰۰ کلوین را مخلوط می کنیم. اگر ظرفیت حرارتی مذاب فلز A در فشار ثابت، ۲۰۰ ژول بر کیلوگرم باشد، تغییرات آنتروپی ناشی از اختلاط حدوداً چند ژول است؟

$$\ln 1/1 = 0/12$$

$$\ln 0/9 = -0/11$$

(۱) ۰

(۲) ۲

(۳) ۵/۵

(۴) ۸/۸

۹۰- معادله حالت یک گاز به صورت زیر داده شده است:

$$p(v-b) = RT + \frac{ap^2}{T}$$

که در آن a و b پارامترهای ثابت هستند. برای این گاز ضریب فوگاسیته برابر کدام گزینه است؟

$$\phi = \exp\left(-\frac{ap^2}{RT^2} + \frac{bp}{RT}\right) \quad (1)$$

$$\phi = \exp\left(-\frac{ap^2}{2RT^2} + \frac{bp}{RT}\right) \quad (2)$$

$$\phi = \exp\left(\frac{ap^2}{RT^2} + \frac{bp}{RT}\right) \quad (3)$$

$$\phi = \exp\left(\frac{ap^2}{2RT^2} + \frac{bp}{RT}\right) \quad (4)$$



۹۱- تغییرات  $G$  بر حسب  $T$  و  $H$  (میدان مغناطیسی) به صورت رابطه  $dG = -SdT - MdH$  داده شده است. کدام یک از روابط زیر نادرست است؟

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_H = -S \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial G}{\partial H}\right)_T = -M \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H = \left(\frac{\partial S}{\partial H}\right)_T \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_M = \left(\frac{\partial S}{\partial M}\right)_T \quad (۳)$$

۹۲- سیستم آلیاژ سه تایی  $Fe - Ag - Si$  را در نظر بگیرید. در این سیستم در دمای  $1693$  کلوین،  $Si$  بین فازهای غنی از آهن ( $X_{Si}^{Fe-rich} = 0.355$ ) و فازهای غنی از نقره ( $X_{Si}^{Ag-rich} = 0.08$ ) توزیع شده است. اگر  $(\gamma_{Si}^{Ag-rich} = 0.1)$  باشد، ضریب اکتیویته  $Si$  در فاز غنی از آهن کدام است؟ (در هر دو محلول  $Si$  خالص را به عنوان حالت استاندارد در نظر بگیرید).

$$0.026 \quad (۲)$$

$$0.375 \quad (۴)$$

$$0.026 \quad (۱)$$

$$0.375 \quad (۳)$$

۹۳- در صورتی که انرژی آزاد گازی از رابطه  $G = -3/5 nRT \ln T + nRT \ln P - 12/73 nRT + nbP - naP/RT$  به دست آید، آنگاه رابطه  $C_p$  برای گاز مذکور معادل کدام گزینه است؟ (می دانیم در رابطه فوق،  $P$  فشار،  $a$  و  $b$  دو عدد ثابت،  $T$  دما و  $V$  حجم گاز هستند).

$$-3/5 nRT + 2 naP/RT \quad (۱)$$

$$-3/5 nR - 2 naP/RT^2 \quad (۲)$$

$$+3/5 nRT + 2 naP/RT \quad (۳)$$

$$+3/5 nR + 2 naP/RT^2 \quad (۴)$$

۹۴- تغییر آنتالپی یک مول  $NH_3$  گازی در دمای  $298K$  برابر  $-46 kJ$  است. تغییر انرژی داخلی در دمای  $298K$  برای واکنش زیر چند کیلوژول است؟



$$-10 kJ \quad (۱)$$

$$-87 kJ \quad (۲)$$

$$100 kJ \quad (۳)$$

$$-120 kJ \quad (۴)$$

۹۵- اگر یک مول گاز تک اتمی در فشار  $100 kPa$  به طور آدیاباتیکی و بازگشت پذیر به دو برابر حجم اولیه اش منبسط شود، فشار نهایی و میزان کار به ترتیب کدام است؟

$$(۲)^{1/67} = 3/17$$

$$35 kJ, 20 kPa \quad (۱)$$

$$20 kJ, 40 kPa \quad (۲)$$

$$-100 kJ, 25 kPa \quad (۳)$$

$$-55/5 kJ, 31/5 kPa \quad (۴)$$

- ۹۶- اگر در آلیاژ دوتایی A-B مذاب در حالت استاندارد، مقدار ثابت هنری برای عنصر B برابر ۰/۵ باشد ( $\gamma_B^0 = 0.5$ )، مقدار اکتیویته B نسبت به استاندارد هنری در حالت جامد در صورتی که این آلیاژ با اکسیدهای BO و AO در فشار اکسیژن  $10^2$  اتمسفر و در دمای  $1000\text{ K}$  در تعادل باشد، کدام است؟

$$e^{\gamma} = \gamma_{\gamma}$$



$$\Delta G^0 = -4000\text{ cal}$$

$$0.05 \quad (2)$$

$$0.027 \quad (1)$$

$$0.85 \quad (4)$$

$$0.5 \quad (3)$$

- ۹۷- پنج مول گاز در دمای ثابت  $600\text{ K}$  به صورت بازگشتناپذیر منبسط شده و حجم آن دو برابر می شود. مقدار کار انجام شده توسط سیستم برابر کدام گزینه است؟

$$W = 1800R \quad (2)$$

$$W = 1200R \quad (1)$$

$$W = 2500R \quad (4)$$

$$W = 1500R \quad (3)$$

- ۹۸- در دمای  $T = 194^\circ\text{C}$  مقدار  $\Delta G^0$  واکنش  $4Ag(s) + O_2(g) = 2Ag_2O(s)$  برابر با صفر می شود. نقره خالص در این دما و در هوا.....

(۲) اکسید نمی شود.

(۱) اکسید می شود.

(۴) در این شرایط نمی شود قضاوت نمود.

(۳) با اکسید نقره در حال تعادل است.

- ۹۹- براساس اصل صفرم ترمودینامیک، کدام عبارت نادرست است؟

(۱) دما معیار تعادل حرارتی است.

(۲) اگر دو جسم در تعادل حرارتی باشند دمای یکسان دارند.

(۳) تبادل گرما و کار در قالب انرژی داخلی بیان می شود.

- (۴) اگر جسم A و جسم B در تعادل حرارتی باشند و جسم B با جسم C در تعادل حرارتی باشد، آنگاه جسم A و جسم C در تعادل حرارتی هستند.

- ۱۰۰- آلیاژ راندوم Fe-X حاوی ۵۰ درصد اتمی X دارای ساختار bcc است. اگر اسپین اتم های آهن هر راندوم باشد و اتم های X اسپین نداشته باشند، آنتروپی اسپین این آلیاژ کدام است؟

$$\frac{1}{2}R \ln 2 \quad (4)$$

$$R \ln \frac{1}{2} \quad (3)$$

$$2R \ln 2 \quad (2)$$

$$R \ln 2 \quad (1)$$

- ۱۰۱- جریان الکتریکی  $0.5\text{ A}$  از منبع تغذیه ۱۲ ولت به مدت ۳۰۰۰ s از هیتز عبور کرده و ۱/۸ گرم آب تبخیر شده است. تغییر آنتالپی مولی فرایند تبخیر کدام است؟  $1\text{ AVS} = 1\text{ J}$

(۴) صفر

(۳) ۱۸ kJ

(۲) ۳۵ kJ

(۱) ۱۲۰ kJ

- ۱۰۲- با توجه به اطلاعات زیر، رفتار محلول مورد نظر چگونه است؟

$a_B$	۰/۰۵۵	۰/۱۲۵	۰/۲۰۹	۰/۳۰۷	۰/۴۱۶
$x_B$	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
$\Delta \bar{s}_B^M \left( \frac{\text{cal}}{\text{K}} \right)$	۴/۵۷۵	۳/۱۹۸	۲/۳۹۲	۱/۸۲۱	۱/۳۷۷

(۲) ایدئال

(۱) هنری

(۴) غیرایدئال یا انحراف مثبت

(۳) باقاعده

۱۰۳- در دمای  $T = 872K$  و فشار جزئی  $(N_2)$  معادل  $P_2 = 0.1 \text{ atm}$  است. انحلال پذیری نیتروژن در Co (کیالت) معادل ۰.۰۶٪ است. اگر در همین دما، فشار جزئی نیتروژن  $P_2 = 0.5 \text{ atm}$  باشد و غلظت آن در Co (کیالت) برابر با ۰.۵٪ شود. آنگاه کدام عبارت صحیح است؟  $(N_2 = 2[N])$

- (۱) در این شرایط نیتروژن از کیالت خارج می شود و تغییرات انرژی آزاد واکنش عبارتست از  $RT \ln 1/3$
- (۲) در این شرایط نیتروژن از کیالت خارج نمی شود و تغییرات انرژی آزاد واکنش عبارتست از  $-RT \ln 1/3$
- (۳) در این شرایط نرخ ورود و خروج نیتروژن به کیالت یکسان و به تعادل رسیده است و تغییرات انرژی آزاد واکنش صفر است.

(۴) با اطلاعات موجود نمی توان در خصوص رفتار نیتروژن نتیجه گیری نمود.

۱۰۴- فشار بخار جزء A در محلول دوتایی A-B در دمای  $1000K$  طبق جدول زیر به دست آمده است. اکتیویته جزء B در ترکیب شیمیایی  $X_B = 0.7$  کدام است؟

$X_A$	۱	۰.۹	۰.۸	۰.۷	۰.۶	۰.۵	۰.۴	۰.۳	۰.۲	۰.۱
$P_A \times 10^{-6}$	۵	۴.۴	۳.۷۵	۲.۹	۱.۸	۱.۱	۰.۸	۰.۶	۰.۴	۰.۲

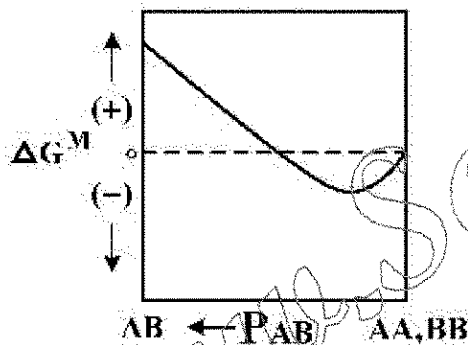
(۲) ۰.۷

(۱) ۰.۶

(۴) فشار بخار استاندارد مورد نیاز است.

(۳)  $2.9 \times 10^{-6}$

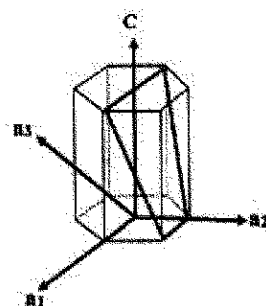
۱۰۵- نمودار  $\Delta G^M$  بر حسب تعداد باندهای AB ( $P_{AB}$ ) برای یک محلول به صورت زیر رسم شده است. در خصوص این محلول کدام مورد درست است؟



- (۱) محلول گرمازا بوده و افزایش دمای محلول تأثیری در تولید پیوندهای AA و BB ندارد.
- (۲) محلول گرماگیر بوده و با افزایش دمای محلول، محلول به سمت تولید پیوندهای AB پیش می رود.
- (۳) محلول گرمازا بوده و با افزایش دمای محلول، محلول به سمت تولید پیوندهای AA و BB پیش می رود.
- (۴) محلول گرماگیر بوده و با افزایش دمای محلول، محلول به سمت تولید پیوندهای AA و BB پیش می رود.

خواص فیزیکی و مکانیکی مواد:

۱۰۶- اندیس میلر - براوه صفحه بلوری نشان داده شده در شکل کدام است؟



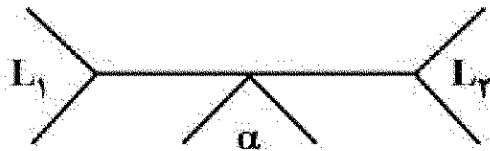
(۱)  $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} 1)$

(۲)  $(1 \frac{1}{2} \frac{1}{2})$

(۳)  $(\frac{1}{2} 1 \frac{1}{2})$

(۴)  $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} 1)$

۱۰۷- تحول هم دمای انجمادی زیر که در آن دو مایع در حین سرد شدن به یک جامد تبدیل می شوند، چه نام دارد؟



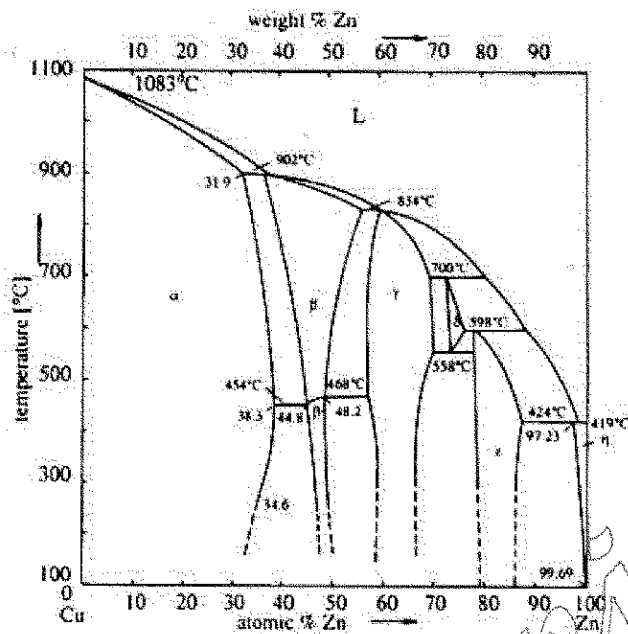
(۱) پری تکتوئید

(۲) مونوتکتیک

(۳) سیتکتیک

(۴) کانگروئنت

۱۰۸- در دیاگرام فازی آلیاژ مس - روی، چند فاز بین فلزی پایدار در دمای اتاق حضور دارد؟



(۱) ۰

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۱۰۹- در سیستم آلیاژی A-B یک واکنش یوتکتیک  $L_{۱۳\%B} \rightarrow \alpha_{۵\%B} + \beta_{۴۸\%B}$  رخ می دهد. برای آلیاژ  $A-۸\%B$

چند درصد فاز جامد در نتیجه انجماد یوتکتیکی تشکیل می شود؟

(۱) ۹

(۲) ۳۷.۵

(۳) ۶۲.۵

(۴) ۸۱

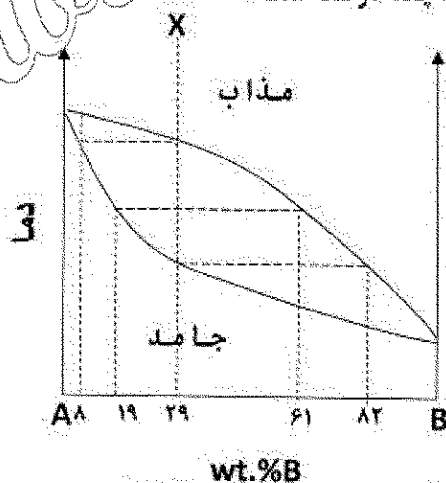
۱۱۰- غلظت اتم A در اولین جوانه های تشکیل شده در حین انجماد آلیاژ X چند درصد است؟

(۱) ۸٪

(۲) ۲۹٪

(۳) ۸۱٪

(۴) ۹۲٪



۱۱۱- کدام عبارت در خصوص فرایند آنیل صحیح است؟

- (۱) تبلور مجدد یک پدیده ناهمگن است.
- (۲) سرعت بازبانی تابع صعودی از زمان آنیل است.
- (۳) سرعت تبلور مجدد همواره با زمان افزایش می یابد.
- (۴) تغییر ساختار نابجایی ها در حین بازبانی تأثیر محسوسی بر مقاومت الکتریکی ندارد.

۱۱۲- کدام گزینه از اثرات افزایش دمای آستنیتیزه کردن فولاد نیست؟

- (۱) افزایش سختی
  - (۲) افزایش سختی پذیری
  - (۳) افزایش اندازه بسته های مارتنزیت
  - (۴) همگن تر شدن ترکیب شیمیایی آستنیت
- ۱۱۳- در فرایند رسوب سختی، در صورتی که تشکیل جوانه ها به صورت همگن اتفاق بیفتد، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) کاهش دمای رسوب سختی سبب افزایش انرژی آزاد جوانه تشکیل شده می شود.
- (۲) کاهش دمای رسوب سختی سبب کاهش شعاع بحرانی تشکیل جوانه می گردد.
- (۳) کاهش دمای رسوب سختی سبب افزایش شعاع بحرانی تشکیل جوانه می گردد.
- (۴) کاهش دمای رسوب سختی تأثیری روی شعاع بحرانی تشکیل جوانه ندارد.

۱۱۴- رابطه ضریب نفوذ بین نشینی و جانشینی بر حسب ثابت شبکه (a) و فرکانس پرش (Γ) در یک شبکه FCC به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$$\begin{aligned} (1) \quad D &= \frac{1}{12} \Gamma a^2, D = \frac{1}{24} \Gamma a^2 \quad (2) \quad D = \frac{1}{6} \Gamma a^2, D = \frac{1}{12} \Gamma a^2 \\ (3) \quad D &= \frac{1}{12} \Gamma a^2, D = \frac{1}{24} \Gamma a^2 \quad (4) \quad D = \frac{1}{6} \Gamma a^2, D = \frac{1}{12} \Gamma a^2 \end{aligned}$$

۱۱۵- کدام گزینه در مورد تحولات فازی نادرست است؟

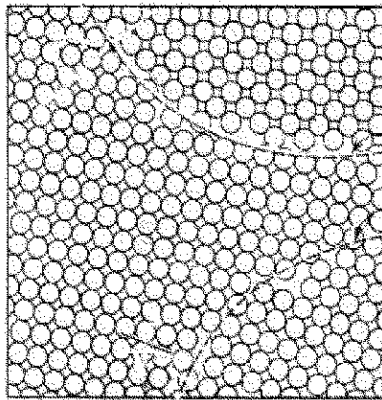
- (۱) تشکیل دوقلوبی یک تحول فازی نیست.
- (۲) تشکیل مارتنزیت یک تحول فازی همراه با جوانه زنی است.
- (۳) در تجزیه اسپینودال، نفوذ در راستای افزایش شیب غلظتی انجام می شود.
- (۴) تحولات فازی پیوسته در محلول هایی اتفاق می افتد که دیگرام انرژی آزاد آن ها دارای تغییر همبست است.

۱۱۶- کدام گزینه در مورد دمای تبدیل ثردی به نرمی (NDT) درست است؟

- (۱) دمایی که شکست ۵۰٪ ترد باشد.
- (۲) دمایی که انرژی شکست ۱۵ft-lb باشد.
- (۳) ریز شدن دانه ها این دما را کاهش می دهد.
- (۴) ریز شدن دانه ها این دما را افزایش می دهد.

۱۱۷- در مورد واکنش بین اتم های جانشینی و بین نشین با میدان تنش ناهنجاری ها (و در نتیجه تأثیر بر تنش تسلیم) کدام گزینه درست است؟

- (۱) میدان تنش اتم های بین نشین، فقط با میدان تنش ناهنجاری پیچی واکنش انجام می دهد.
- (۲) میدان تنش اتم های جانشینی، فقط با میدان تنش ناهنجاری پیچی واکنش انجام می دهد.
- (۳) میدان تنش اتم های جانشینی، با میدان تنش ناهنجاری پیچی و لبه ای واکنش انجام می دهد.
- (۴) میدان تنش اتم های بین نشین، با میدان تنش ناهنجاری پیچی و لبه ای واکنش انجام می دهد.



۱۱۸- کدام گزینه در مورد دو مرز A و B در شکل زیر درست است؟

- (۱) مرز پر زاویه و B مرز کم زاویه است.
- (۲) A مرز کم زاویه و B مرز پر زاویه است.
- (۳) A و B هر دو کم زاویه اند.
- (۴) A و B هر دو پر زاویه اند.

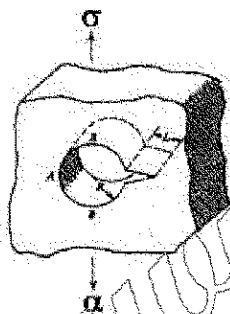
۱۱۹- افزایش انرژی نقص چیدگی در مواد دارای ساختار FCC چه تأثیری بر فاصله نابه‌جایی‌های جزئی شاکلی دارد؟

- (۱) فاصله بین نابه‌جایی جزئی شاکلی را کم می‌کند.
- (۲) فاصله بین نابه‌جایی جزئی شاکلی را زیاد می‌کند.
- (۳) بر فاصله بین نابه‌جایی‌های جزئی تأثیری ندارد.
- (۴) متناسب با شرایط می‌تواند فاصله نابه‌جایی‌های شاکلی را کم یا زیاد کند.

۱۲۰- کدام گزینه درست است؟

- (۱) سرعت تغییر شکل دوقلویی شدن کمتر از لغزش است.
- (۲) در مکانیزم تغییر شکل دوقلویی همه صفحات آن منطقه درگیر هستند.
- (۳) جهت‌گیری کریستال‌ها با فاصله گرفتن از صفحه دوقلویی شدن تغییر نمی‌کند.
- (۴) همه موارد.

۱۲۱- ترک L از سوراخ به شعاع R طبق شکل زیر خوانده می‌رود، با توجه به طول ترک L نسبت به R حد بالای ضریب شدت تنش از کدام رابطه پیروی می‌کند؟

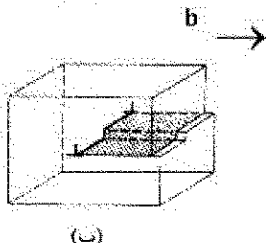
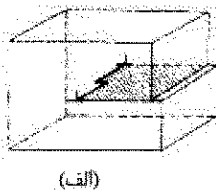


- (۱)  $K \approx 1.12 \sigma \sqrt{(\pi L)}$
- (۲)  $K \approx 1.12 (2\sigma) \sqrt{(\pi L)}$
- (۳)  $K \approx 1.12 \sigma \sqrt{(\pi(L+R))}$
- (۴)  $K \approx 1.12 (3\sigma) \sqrt{(\pi L/2)}$

۱۲۲- آهنگ خزش ماده‌ای با تنش و دما از رابطه  $\dot{\epsilon}_s = B \sigma^n e^{-\Delta H_c/RT}$  پیروی می‌کند. نتایج تجربی در شرایط معینی برای این ماده  $n=1$  و  $\Delta H_c = \Delta H_{sh}$  را نشان می‌دهد. مکانیسم کنترل‌کننده خزش برای این ماده کدام است؟

- (۱) خزش نفوذی کوبل
- (۲) خزش نابه‌جایی دمای کم
- (۳) خزش نابه‌جایی دمای زیاد
- (۴) خزش نفوذی نابارو - هرینگ

۱۲۳- پله ایجاد شده روی خط نابه‌جایی شکل‌های زیر چه نام دارد؟



- (۱) هر دو شکل جاگ
- (۲) هر دو شکل کینک
- (۳) شکل الف کینک، شکل ب جاگ
- (۴) شکل الف جاگ، شکل ب کینک

۱۲۴- کدام مورد، در آزمایش کشش فلز نرم، بین نقطه تسلیم تا شروع گلوپی شدن درست است؟

- (۱) آهنگ کارسختی ثابت می ماند.
  - (۲) آهنگ کارسختی افزایش و در شروع گلوپی شدن مقدار آن با تنش برابر است.
  - (۳) آهنگ کارسختی کاهش و در شروع گلوپی شدن مقدار آن با تنش برابر است.
  - (۴) آهنگ کارسختی افزایش و در شروع گلوپی شدن مقدار آن از تنش بیشتر است.
- ۱۲۵- کدام گزینه در مورد خستگی پلیمرها درست است؟

- (۱) مقاومت به رشد ترک پلیمرهای نیمه بلورین کمتر از پلیمرهای بی شکل است.
- (۲) مقاومت به رشد ترک پلیمرهای نیمه بلورین بیشتر از پلیمرهای بی شکل است.
- (۳) با افزایش وزن مولکولی، سرعت رشد ترک افزایش می یابد.
- (۴) با افزایش وزن مولکولی، استحکام خستگی کاهش می یابد.

پدیده های انتقال (انتقال جرم، مکانیک سیالات، انتقال حرارت):

۱۲۶- منحنی تعادل یک سیستم در شرایط مشخص به صورت  $y = (1+m)x$  داده شده است. نسبت شیب منحنی

تعادل بر حسب  $Y$  به شیب منحنی تعادل بر حسب  $y$  در  $x = 0.5$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{(1+m)^2}$
- (۲)  $\frac{1-m}{1+m}$
- (۳)  $\frac{1+m}{1-m}$
- (۴)  $\frac{1}{(1-m)^2}$

۱۲۷- در یک مخلوط گازی ایدئال (A, B) به فاصله  $\Delta z = 1 \text{ cm}$  از  $y_{A1} = 0.2$  به  $y_{A2} = 0.1$  نفوذ با شدت مولی

یکسان صورت می گیرد ( $D_{AB} = 0.2 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$ ). سرعت نفوذی مولکول A در انتهای مسیر نفوذ چند  $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$  است؟

- (۱) ۲
- (۲)  $\frac{2}{3}$
- (۳)  $\frac{1}{2}$
- (۴) ۱

۱۲۸- زمان اقامت مایع در یک برج سینی دار غربالی در داخل ناودان (downcomer) در چه محدوده ای است؟

- (۱) ۲۰ تا ۲۵ ثانیه
- (۲) ۳ تا ۸ ثانیه
- (۳) ۸ تا ۱۶ ثانیه
- (۴) ۱۶ تا ۲۰ ثانیه

۱۲۹- اگر در یک سیستم دو جزئی رابطه  $N_A = \frac{C_1 D_{AB}}{x_B} \frac{dx_B}{dz}$  برقرار باشد، سرعت متوسط مولی مخلوط ( $u^*$ ) کدام است؟

- (۱)  $\frac{D_{AB}}{x_A} \frac{dx_A}{dz}$
- (۲)  $\frac{D_{AB}}{x_A} \frac{dc_A}{dz}$
- (۳)  $\frac{D_{AB}}{x_B} \frac{dx_B}{dz}$
- (۴)  $\frac{D_{AB}}{x_B} \frac{dc_B}{dz}$

۱۳۰- اگر  $y_1$  نشان دهنده غلظت حل شونده در فاز حلال و  $x_1$  نشان دهنده غلظت حل شونده در فاز آبی باشد به گونه ای که رابطه تعادلی  $y_1 = mx_1$  باشد، کدام یک از گزینه های زیر درست است؟

- (۱) مقاومت انتقال جرم به III بستگی ندارد.
- (۲) اگر  $m$  بزرگ باشد، مقاومت انتقال جرم در فاز حلال است.
- (۳) اگر  $m$  کوچک باشد، مقاومت انتقال جرم در فاز حلال است.
- (۴) اگر  $m$  کوچک باشد، مقاومت انتقال جرم در فاز آبی است.

۱۳۱- گاز پروپان طبق واکنش زیر در یک واکنش کاتالیزوری تجزیه می شود. کدام رابطه برای بیان شار مولی پروپان



$$N_A = \frac{F}{4} \ln \frac{1+4y_{A2}}{1+4y_{A1}} \quad (1)$$

$$N_A = \frac{-F}{6} \ln \frac{1+6y_{A2}}{1+6y_{A1}} \quad (2)$$

$$N_A = \frac{-F}{3} \ln \frac{1+3y_{A2}}{1+3y_{A1}} \quad (3)$$

$$N_A = \frac{+F}{3} \ln \frac{1-3y_{A2}}{1-3y_{A1}} \quad (4)$$

۱۳۲- در طراحی برج های سیلی دار غریابی، افزایش کشش سطحی مایع به شرطی که سایر پارامترها ثابت بمانند چه اثری بر سرعت طغیان و قطر برج دارد؟

- (۱) باعث افزایش سرعت طغیان و افزایش قطر برج می شود.
- (۲) باعث افزایش سرعت طغیان و کاهش قطر برج می شود.
- (۳) باعث کاهش سرعت طغیان و کاهش قطر برج می شود.
- (۴) باعث کاهش سرعت طغیان و افزایش قطر برج می شود.

۱۳۳- یک قطعه سنگ که در هوا جرم آن  $140 \text{ kg}$  است با دانسیته  $2000 \text{ kg/m}^3$  به درون استخری از آب انداخته می شود.

شخصی به درون آب رفته و تلاش می کند تا سنگ را بالا بیاورد. (دانسیته آب  $1000 \text{ kg/m}^3$  و  $g = 10 \text{ m/s}^2$  است.) مقدار نیروی مورد نیاز شخص برای بالا بردن سنگ از کف استخر چند نیوتن است؟

- (۱) ۵۰۰ (۲) ۷۰۰ (۳) ۱۳۰۰ (۴) ۱۴۰۰

۱۳۴- در یک لوله که برای انتقال آب با دبی جرمی  $10 \text{ cm}^3$  به  $20 \text{ cm}^3$  افزایش می یابد. اگر ضریب انبساط جرمی در

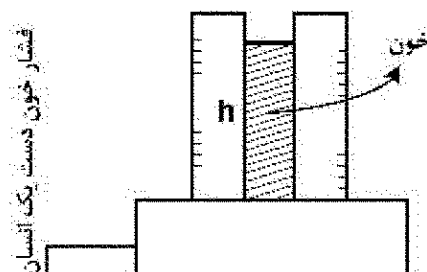
انبساط ناگهانی لوله  $0.5$  باشد، میزان افت فشار چند  $\text{kPa}$  است؟ ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۱۶

۱۳۵- حداکثر فشار خون یک انسان سالم (فشار Systolic) در حدود  $120 \text{ mmHg}$  می باشد. یک لوله عمودی از یک

طرف به اتمسفر و از طرف دیگر به رگ خون یک فرد متصل می شود. ارتفاعی که خون در این لوله عمودی بالا می

رود (دانسیته خون  $1000 \text{ kg/m}^3$  و دانسیته جیوه  $13600 \text{ kg/m}^3$ ) چند متر است؟



- (۱) ۳/۶  
(۲) ۸/۵  
(۳) ۲/۴  
(۴) ۱/۶



۱۳۶- یک پمپ گریز از مرکز در بالای یک مخزن ذخیره بزرگ سربار قرار دارد و آب موجود در مخزن را با نرخ حجمی

$220 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$  (معادل NPSH مجاز ۱۵ فوت) انتقال می دهد. مقدار کل افت انرژی بین سطح سیال مخزن و ورودی

پمپ برابر ۶ فوت است. بیشترین میزان ارتفاعی که پمپ می تواند بالاتر از سطح سیال مخزن فرار گیرد تا بدون مواجه شدن با Cavitation به کار خود ادامه دهد، بر حسب فوت کدام است؟ ( $P_{II}$  فشار سطح سیال در مخزن

است.) ( $\rho = 62 \frac{\text{lbm}}{\text{ft}^3}$  و ( $P_{II} = 1.7 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$  (فشار مطلق)

۳/۸ (۴)

۵/۸ (۳)

۶/۸ (۲)

۷/۸ (۱)

۱۳۷- یک لوله موئینه با سطح مقطع مربع به ضلع  $a$  داخل یک مایع فرو برده می شود. اگر زاویه تماس مایع و لوله

موئینه  $\phi$  باشد، افزایش ارتفاع مایع داخل لوله موئینه کدام یک از گزینه های زیر است؟

$h = \frac{\sigma_s \cos \phi}{\rho g a}$  (۱)

$h = \frac{4\sigma_s \cos \phi}{\rho g a}$  (۲)

$h = \frac{2\sigma_s \cos \phi}{\rho g a}$  (۳)

$h = \frac{\sigma_s \cos \phi}{4\rho g a}$  (۴)

۱۳۸- با توجه به شکل زیر اگر وزن مخصوص نسبی روغن  $\rho$  باشد، ارتفاع  $h$  چه مقدار باید باشد تا نیروی افقی وارد

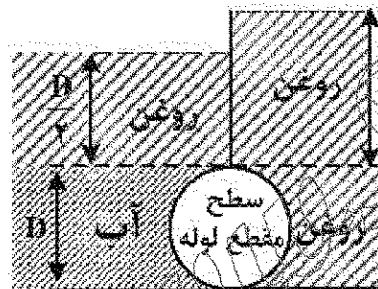
بر لوله استوانه ای شکل به قطر  $D$  صفر گردد؟

$h = \frac{3}{4} D$  (۱)

$h = \frac{D}{2}$  (۲)

$h = \frac{5}{8} D$  (۳)

$h = \frac{5}{4} D$  (۴)



۱۳۹- جریان سیال تراکم ناپذیر همانند شکل زیر به دو شاخه تقسیم می شود. اگر مساحت سطح مقطع لوله اصلی برابر

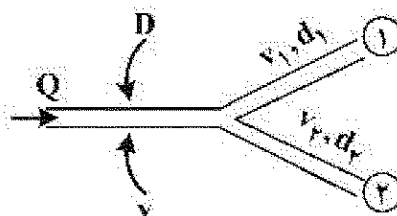
با مجموع مساحت های سطوح مقاطع دو شاخه باشد و  $v_1 = 2v_2$ ،  $d_2 = d_1\sqrt{2}$  باشد، نسبت  $\frac{v_1}{v_2}$  کدام است؟

$\frac{2}{3}$  (۱)

$\frac{1}{2}$  (۲)

$\frac{1}{\sqrt{2}}$  (۳)

$\frac{1}{3}$  (۴)



۱۴۰- در انتقال حرارت ناپایا در دیواره‌ای به ضخامت  $2L$ ، متغیر بی‌بعد درجه حرارت در دیواره جسم، در هر لحظه تقریباً برابر ۱ است، با توجه به رابطه زیر کدام گزینه صحیح است؟

$$\theta\left(\frac{x}{L}=1\right) = \frac{T\left(\frac{x}{L}=1\right) - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}}$$

(۱) درجه حرارت در این دیواره تابعی از زمان و مکان است.

(۲) درجه حرارت در این دیواره تابعی خطی از زمان است.

(۳) درجه حرارت در این دیواره تابعی سینوسی از زمان است.

(۴) فرمولاسیون Lumped برای دیواره قابل استفاده می‌باشد.

۱۴۱- در انتقال حرارت بین دو لوله هم‌محور برای محاسبه قطر معادل حرارتی در فضای بین دو خداره، محیط خیس شده حرارتی کدام است؟

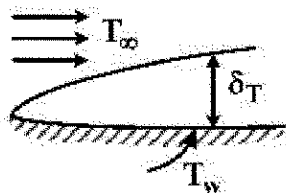
(۱) محیط داخلی لوله خارجی

(۲) محیط خارجی لوله داخلی

(۳) مجموع محیط خارجی لوله داخلی و محیط خارجی لوله خارجی

(۴) مجموع محیط خارجی لوله داخلی و محیط داخلی لوله خارجی

۱۴۲- کدام مورد در ارتباط با انتقال حرارت جابه‌جایی اجباری صحیح است؟



(۱) با حرکت سیال روی صفحه و رشد لایه مرزی حرارتی، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی موضعی و متوسط کم شده و انتقال حرارت کلی زیاد می‌شود.

(۲) رشد لایه مرزی حرارتی بستگی به عدد پرانتل داشته و با حرکت روی صفحه و رشد لایه مرزی می‌تواند کم یا زیاد شود ولی در هر حالت ضریب انتقال حرارت موضعی، متوسط و انتقال حرارت زیاد می‌شود.

(۳) با حرکت سیال روی صفحه و رشد لایه مرزی حرارتی ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی موضعی، متوسط و مقدار انتقال حرارت کلی کم می‌شوند.

(۴) با حرکت سیال روی صفحه و رشد لایه مرزی حرارتی ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی موضعی کم شده ولی مقدار ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی متوسط و مقدار انتقال حرارت زیاد می‌شود.

۱۴۳- کندانسور یک واحد تولید بخار براساس میعان بخار آب  $40^{\circ}\text{C}$  روی سطح لوله‌ها کار می‌کند. در این کندانسور، سیال سرد در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  وارد لوله‌ها شده و در دمای  $32^{\circ}\text{C}$  از لوله‌ها خارج می‌شود. (سطح کلی انتقال حرارت برابر

$40\text{ m}^2$ ، ضریب کلی انتقال حرارت (U) برابر  $2000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$  و ظرفیت گرمایی سیال سرد برابر  $4800 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$  است.)

دبی جرمی آب سرد (برحسب  $\frac{\text{kg}}{\text{s}}$ ) به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (عدد نبر (e) را برابر ۲/۵ در نظر بگیرید.)

(۲) ۱۶/۵

(۱) ۱۲

(۴) ۱۴/۵

(۳) ۱۵

۱۴۴- دو صفحه موازی خیلی بزرگ با ضرایب انتشار برابر  $\epsilon = 0.1$  وجود دارد. صفحه اول در دمای  $800K$  و صفحه دوم در دمای  $400K$  است. پنج صفحه مشابه با ضرایب انتشار مساوی  $\epsilon = 0.1$  در هر دو طرف، بین این دو صفحه موازی قرار داده می شود. مقدار خالص نرخ حرارت انتقال یافته به ازای واحد سطح صفحات برای این سیستم

(بر حسب  $\frac{W}{m^2}$ ) کدام است؟

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

(۱) ۱۶۸

(۲) ۱۷۴

(۳) ۱۸۰

(۴) ۱۹۰

۱۴۵- در محاسبات یک مبدل زوج لوله ناهمسو، چرا از LMTD استفاده می شود؟

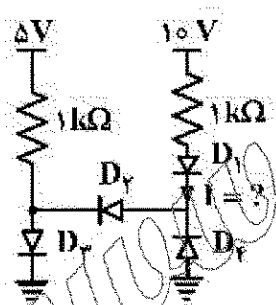
(۱) چون گرادیان حرارتی در طول مبدل مقدار ثابتی نیست.

(۲) چون متوسط حسابی گرادیان در طول مبدل مقدار ثابتی است.

(۳) چون تفاضل دما در طول مبدل به صورت خطی تغییر می کند.

(۴) چون بتوان تفاضل دما در طول مبدل را به صورت متوسط هندسی تعریف کرد.

الکترونیک (۳ و ۱) و الکترومغناطیس مهندسی:



۱۴۶- در مدار زیر با فرض ایدئال بودن دیودها، مقدار جریان  $I$ ، چند میلی آمپر است؟

(۱) صفر

(۲) ۵

(۳) ۱۰

(۴) ۱۵

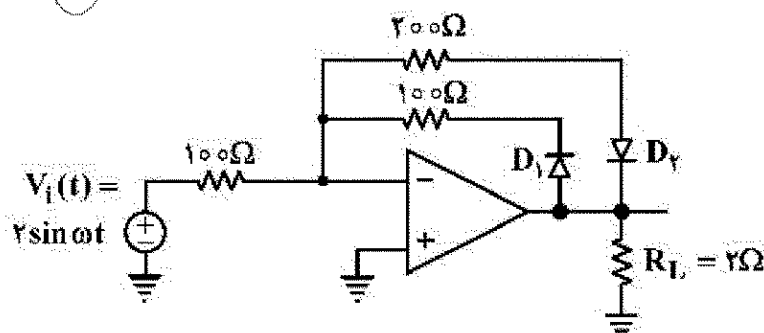
۱۴۷- در مدار زیر با فرض ایدئال بودن دیودها و آپ امپ، توان متوسط انتقالی به مقاومت بار  $R_L$ ، چند وات است؟

(۱) ۱

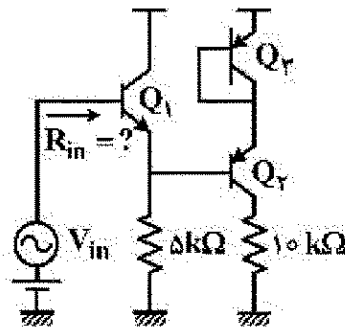
(۲) ۲.۵

(۳) ۴

(۴) ۵.۵

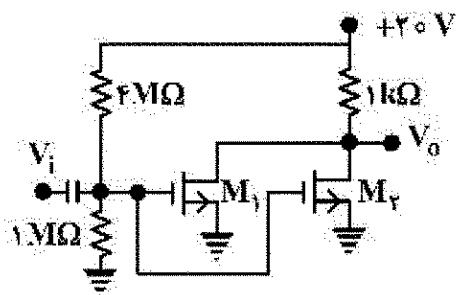


۱۴۸- با فرض  $V_A = \infty$  و  $\beta = 100$ ،  $I_{C1} = 0.5 \text{ mA}$ ،  $I_{C2} = 1 \text{ mA}$ ، مقاومت ورودی ( $R_{in}$ ) در مدار زیر، تقریباً چند کیلو اهم است؟



- (۱) ۱۸  
(۲) ۲۵۵  
(۳) ۲۵۰  
(۴) ۵۲۰

۱۴۹- بهره ولتاژ مدار زیر، کدام است؟

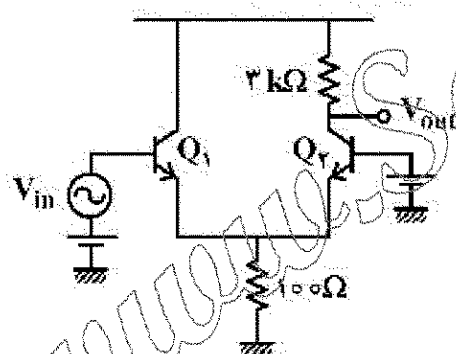


$$V_{T1} = 2 \text{ V}, \mu_n C_{ox} \left( \frac{W}{L} \right)_1 = \frac{2 \text{ mA}}{V^2}$$

$$V_{T2} = 2 \text{ V}, \mu_n C_{ox} \left( \frac{W}{L} \right)_2 = \frac{2 \text{ mA}}{V^2}$$

- (۱) -۴  
(۲) -۱۲  
(۳) -۱۶  
(۴) -۸

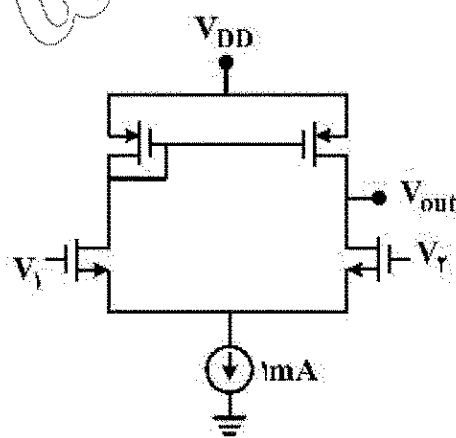
۱۵۰- با فرض اینکه جریان بایاس هر دو ترانزیستور در مدار زیر،  $0.25 \text{ mA}$  است، بهره ولتاژ کدام است؟



(فرض کنید:  $V_A = \infty$  و  $\beta = \infty$  است.)

- (۱) ۳۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۱۵  
(۴) ۱۰

۱۵۱- در مدار زیر، بهره ولتاژ  $A_v = \frac{V_{out}}{V_i - V_r}$  کدام است؟



$$\lambda_n = 0.1 \text{ V}^{-1}$$

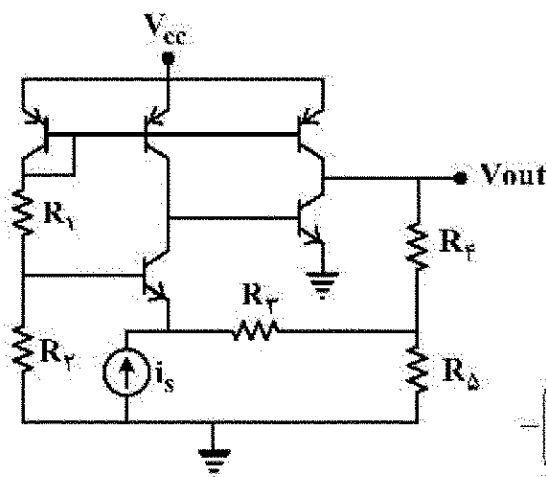
$$\lambda_p = 0.2 \text{ V}^{-1}$$

$$g_{mp} = 6 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$g_{mp} = 2 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

- (۲) ۴۰  
(۴) ۱۰۰

- (۱) ۲۰  
(۳) ۸۰



۱۵۲- در مدار زیر، مقدار تقریبی بهره  $A = \frac{V_{out}}{i_s}$ ، کدام است؟

(فرض کنید:  $\beta = \infty$  و  $V_A = \infty$ )

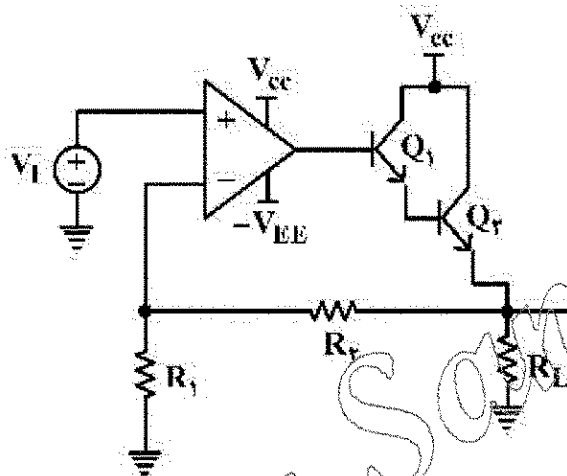
(۱)  $-(R_f + R_f + \frac{R_f R_D}{R_D})$

(۲)  $-(R_f + R_D + \frac{R_f R_D}{R_f})$

(۳)  $-(R_f + R_f + (R_1 \parallel R_f) + \frac{\{R_f + (R_1 \parallel R_f)\} R_f}{R_D})$

(۴)  $-(R_f + R_D + \frac{R_f R_D}{R_f + (R_1 \parallel R_f)})$

۱۵۳- در مدار زیر، مقدار  $V_o$  بر حسب  $V_i$ ، کدام است؟



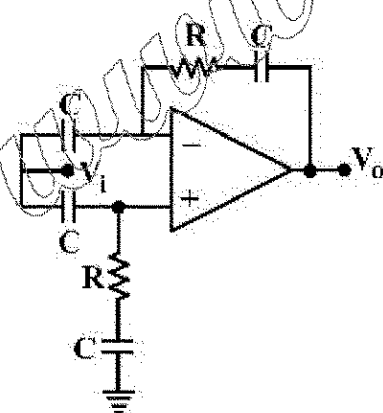
(۱)  $V_o = V_i (1 - \frac{R_f}{R_1})$

(۲)  $V_o = -\frac{R_f}{R_1} V_i$

(۳)  $V_o = V_i (1 + \frac{R_f}{R_1})$

(۴)  $V_o = -\frac{R_1}{R_f} V_i$

۱۵۴- با فرض ایدئال بودن OP-AMP، بهره  $\frac{V_o}{V_i}$ ، کدام است؟



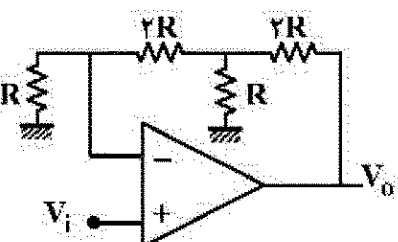
(۱)  $-RCs$

(۲)  $1 + RCs$

(۳)  $\frac{RCs + 1}{RCs + 1}$

(۴) صفر

۱۵۵- بهره مدار زیر، کدام است؟



(۱) ۵

(۲) ۷

(۳) ۹

(۴) ۱۱

۱۵۶- پتانسیل در فاصله  $r$  از یک سیم طویل به شعاع  $a$  که با  $q$  را در واحد طول حمل می‌کند ( $\frac{C}{m}$ ) برابر است با:

$$\frac{q}{2\pi} \ln \frac{1}{r} + \text{const}$$

این سیم تحت فاصله  $a \gg b$  از یک صفحه طویل فلزی که پتانسیل آن صفر است، قرار دارد. ظرفیت در واحد طول این سیستم کدام است؟

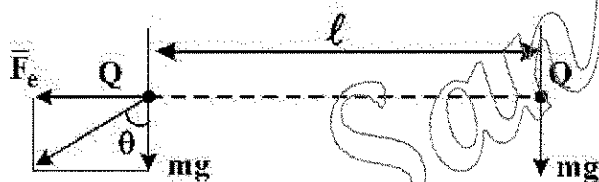
$$C = \frac{\pi}{\ln \frac{2b}{a}} \quad (1)$$

$$C = \frac{2\pi}{\ln \frac{b}{a}} \quad (2)$$

$$C = \frac{\pi}{2 \ln \frac{b}{a}} \quad (3)$$

$$C = \frac{2\pi}{\ln \frac{b}{a}} \quad (4)$$

۱۵۷- دوبار با جرم‌های  $m$  به فاصله  $\ell$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند. نیروی دافعه بین دو بار  $\vec{F}_e$  و نیروی ثقل زمین  $mg$  در یک صفحه قرار دارند. با در نظر گرفتن شکل زیر، زاویه  $\theta$  بین نیروی دافعه و نیروی ثقل زمین برابر کدام مورد است؟



$$\theta = \tan^{-1} \frac{Q^2}{4\epsilon_0 \ell^2 mg} \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 \ell^2 mg} \quad (2)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Q^2}{2\epsilon_0 \ell^2 mg} \quad (3)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Q^2}{2\pi\epsilon_0 \ell^2 mg} \quad (4)$$

۱۵۸- یک سیم پیچ استوانه‌ای یکنواخت در خلاء دارای شعاع  $r_1$ ، طول  $\ell_1$  و  $N_1$  دور سیم است. هم‌محور و در مرکز این سیم پیچ، سیم پیچ کوچکتری با شعاع  $r_2$  و طول  $\ell_2$  و  $N_2$  دور سیم ( $N_2 < N_1$ ) قرار گرفته است. اگر  $r_1 \gg r_2$  و  $\ell_2 \ll \ell_1$  بوده و جریان عبوری از سیم پیچ خارجی  $I_1$  باشد، اندوکتانس متقابل این دو سیم پیچ کدام است؟

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{\ell_1} \pi r_1^2 \quad (1)$$

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{\ell_2} \pi r_1^2 \quad (2)$$

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{\ell_1} \pi r_2^2 \quad (3)$$

$$M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{\ell_2} \pi r_2^2 \quad (4)$$

۱۵۹- یک کره هادی که دارای بار  $Q$  است را به دو نیم کرده ایم. چه نیروی لازم است تا این دو نیمه را بهم متصل سازد؟  
(شعاع کره را  $R$  فرض نمائید).

$$F = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad (۱)$$

$$F = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 R^2} \quad (۲)$$

$$F = \frac{Q^2}{32\pi\epsilon_0 R^2} \quad (۳)$$

$$F = \frac{Q^2}{64\pi\epsilon_0 R^2} \quad (۴)$$

۱۶۰- یک کابل هم محور به شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b$  از ماده ای به ثابت دی الکتریک  $\epsilon$  و هدایت  $\sigma$  پر شده است. اگر طول کابل  $\ell \gg b$  باشد، ظرفیت بین استوانه داخلی و خارجی کابل کدام است؟

$$C = \frac{\pi\epsilon\ell}{\ln \frac{b}{a}} \quad (۱)$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon\ell}{\ln \frac{b}{a}} \quad (۲)$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon\ell}{\ln \frac{b}{a}} \quad (۳)$$

$$C = \frac{8\pi\epsilon\ell}{\ln \frac{b}{a}} \quad (۴)$$

۱۶۱- یک خازن از سه پوسته نازک کروی هم مرکز با شعاع های  $a$ ،  $b$  و  $d$  ( $a < b < d$ ) تشکیل شده است. کره های خارجی و داخلی با سیم نازک عایق داری از درون سوراخ کوچکی که در کره وسطی تعبیه شده، به یکدیگر متصل شده اند. ظرفیت سیستم برابر کدام گزینه است؟ (از اثرات سوراخ صرف نظر می شود).

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 ad}{d-a} \quad (۲)$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{d-a} \quad (۱)$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 ad}{d-a} \quad (۴)$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{d-a} \quad (۳)$$

۱۶۲- دو کره فلزی هم مرکز به شعاع های  $a$  و  $b$  ( $b > a$ ) توسط موادی با ثابت دی الکتریک  $\epsilon$  و هدایت  $\sigma$  از یکدیگر جدا شده اند. در لحظه  $t = 0$ ، بر روی کره داخلی بار الکتریکی  $Q$  به یکباره قرار داده می شود. کدام گزینه جریان عبوری از ماده را بر حسب زمان به درستی نشان می دهد؟

$$I(t) = \frac{\sigma Q}{\epsilon} e^{\frac{-\sigma t}{\epsilon}} \quad (۲)$$

$$I(t) = \frac{\sigma Q}{\epsilon} e^{\frac{-\sigma t}{\epsilon}} \quad (۱)$$

$$I(t) = \frac{\sigma Q}{2\epsilon} e^{\frac{-\sigma t}{\epsilon}} \quad (۴)$$

$$I(t) = \frac{\sigma Q}{2\epsilon} e^{\frac{-\sigma t}{\epsilon}} \quad (۳)$$

۱۶۳- دو بار  $+Q$  و  $-Q$  در نقاط  $(x, y, z) = (a, 0, a), (-a, 0, a)$  بالای سطح هادی زمین شده  $z = 0$  قرار دارند. کل نیروی وارده بر بار  $+Q$  برابر کدام مورد است؟

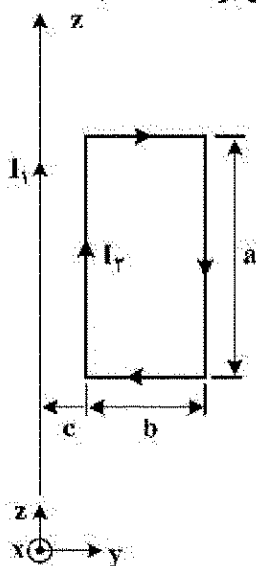
$$F = \frac{(\sqrt{2}-1)Q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2} \quad (2)$$

$$F = \frac{\sqrt{2}Q^2}{16\pi\epsilon_0 a^2} \quad (1)$$

$$F = \frac{(\sqrt{2}-1)Q^2}{22\pi\epsilon_0 a^2} \quad (4)$$

$$F = \frac{\sqrt{2}Q^2}{22\pi\epsilon_0 a^2} \quad (3)$$

۱۶۴- سیم طولی با جریان  $I_1$  بر روی محور  $Z$  ها مفروض است. حلقه مستطیلی با اضلاع نشان داده شده در شکل با جریان  $I_2$  بر روی صفحه  $x = 0$  و به فاصله  $c$  از سیم طولی  $I_1$  و با اضلاع  $a$  و  $b$  مطابق شکل مفروض است. با در نظر گرفتن نیروی وارد بر اضلاع حلقه مستطیل شکل، نیروی وارده از سیم طولی بر حلقه کدام است؟



$$\vec{F} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi b(a+b)} \vec{a}_y \quad (1)$$

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi b(b+c)} \vec{a}_y \quad (2)$$

$$\vec{F} = \frac{-\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi c(a+b)} \vec{a}_y \quad (3)$$

$$\vec{F} = \frac{-\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi c(b+c)} \vec{a}_y \quad (4)$$

۱۶۵- یک دیپل با ممان  $\vec{P}_1 = P_1 \vec{a}_1$  در مبدأ مختصات قرار دارد. دیپل دیگری با  $\vec{P}_2 = P_2 \vec{a}_2$  در روی محور  $+y$  ها و تحت فاصله  $r$  از مبدأ واقع شده است. میزان نیرویی که در جهت  $\vec{a}_2$  بر دیپل  $\vec{P}_2$  توسط دیپل  $\vec{P}_1$  اثر می کند، در کدام گزینه صحیح است؟

$$F_r = \frac{2P_1 P_2}{2\pi\epsilon_0 r^2} \quad (1)$$

$$F_r = \frac{2P_1 P_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (2)$$

$$F_r = \frac{2P_1 P_2}{4\pi\epsilon_0 r^4} \quad (3)$$

$$F_r = \frac{2P_1 P_2}{2\pi\epsilon_0 r^4} \quad (4)$$