



349C

نام  
نام خانوادگی  
محل امضاء

صبح پنجشنبه  
۹۱/۱۱/۱۹



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

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

آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۲

مهندسی مواد (نانو مواد - نانوفناوری) - کد ۱۲۷۳

مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

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

پهمن ماه سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.







**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- He is a woman of ----- who has never abandoned his principles for the sake of making money.  
1) utility                      2) integrity                      3) treaty                      4) acrimony
- 2- The loud sound of the radiator as it released steam became an increasingly annoying -----.  
1) interval                      2) perception                      3) zenith                      4) distraction
- 3- Jackson's poor typing skills were a ----- to finding employment at the nearby office complex.  
1) hindrance                      2) supplement                      3) confirmation                      4) versatility
- 4- The judge dismissed the extraneous evidence because it was not ----- to the trial.  
1) obedient                      2) treacherous                      3) pertinent                      4) vulnerable
- 5- Because biology is such a ----- subject, it is subdivided into separate branches for convenience of study.  
1) deficient                      2) consistent                      3) broad                      4) mutual
- 6- In addition, physicians may have difficulty in deciding that an illness can be ----- the job. Many industrial diseases mimic sickness from other causes.  
1) attributed to                      2) precluded from                      3) refrained from                      4) exposed to
- 7- Mechanics was one of the most highly developed sciences ----- in the Middle Ages.  
1) extracted                      2) persisted                      3) resolved                      4) pursued
- 8- In the absence of death from other causes, all members of a population may exist in their environment until the ----- of senescence, which will cause a decline in the ability of individuals to survive.  
1) ratio                      2) onset                      3) core                      4) output
- 9- Before the invention and diffusion of writing, translation was ----- and oral; persons professionally specializing in such work were called interpreters.  
1) subsequent                      2) unilateral                      3) eventual                      4) instantaneous
- 10- Public attitudes toward business regulation are somewhat -----; most people resent intrusive government rules, yet they expect government to prevent businesses from defrauding or endangering them.  
1) cogent                      2) emotional                      3) ambiguous                      4) indifferent

**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.

The variety of successful dietary strategies (11) ----- by traditionally living populations provides an important perspective on the ongoing debate about how high-protein, low-carbohydrate regimens such as the Atkins diet compare with (12) ----- underscore complex carbohydrates and fat restriction. The fact that both these schemes produce weight loss is not surprising. (13) ----- both help people shed pounds through the same basic mechanism: (14) ----- major sources of calories. When you create an energy deficit—that is, when you consume fewer calories (15) -----—your body begins burning its fat stores and you lose weight.

- 11- 1) employed                      2) are employed                      3) is employed                      4) then employed
- 12- 1) those that                      2) the ones they                      3) that which                      4) they
- 13- 1) in fact                      2) although                      3) likewise                      4) because
- 14- 1) limit                      2) limiting                      3) which limit                      4) with limiting
- 15- 1) are expended                      2) that they are expended                      3) than you expend                      4) to expend





**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:**

A chemical sensing system has been developed to detect vapours released by landmines and other explosive devices at parts-per-trillion concentrations.

The system, created by researchers at the University of Connecticut, USA, consists of a sensing film and a hand-held UV light. 'We can spray the sensing material onto the suspected area and then detect the fluorescent quenching spots that indicate the position of buried explosives: explains lead researcher.

The sensor is based on a fluorescent nanofibrous film that is prepared by electrospinning pyrene and polystyrene then adding an organic salt (tetrabutylammonium hexafluorophosphate). According to the researchers, this results in a highly porous, nanofibrous membrane that absorbs explosive vapours at ultra-trace levels.

The potential  $\pi - \pi$  stacking between pyrene and/or phenyl pendants of polystyrene allows efficient energy migration along the polymer chain, and thus significantly amplifies the sensing signal in the detection of nitroexplosives. An organic salt is added into the pyrene / polystyrene solution to increase the conductivity of the electrospinning solution, which results in nanofibres with good morphology.

**16- How is the sensing signal amplified?**

- 1) By the addition of organic salt.
- 2) By the stacking between pyrene and / or phenyl pendants of polystyrene.
- 3) By the potential  $\pi - \pi$  stacking.
- 4) By the provision of efficient energy migration along the polymer chain.

**17- What is the minimum concentration of explosive vapour that may be detected by the device?**

- 1) trillion
- 2) UV light
- 3)  $10^{-12}$
- 4)  $10^{-9}$

**18- What is the operation mechanism of the device?**

- 1) Fluorescence is detected by UV.
- 2) The sensor absorbs explosive vapours and produces detectible fluorescence.
- 3) The position of landmines may be detected by UV.
- 4) The sensing material is sprayed on the area.

**19- How is the nanofibrous film prepared?**

- 1) By electrospinning pyrene and polystyrene followed by the addition of a salt.
- 2) By electrospinning pyrene and polystyrene and an organic salt.
- 3) By electrospinning polymers and organic salts.
- 4) By preparing a sensitive film.

**20- What is the structure of the film?**

- 1) It is a membrane.
- 2) It is based on a fluorescent nanofibrous film.
- 3) It is an explosive vapour at ultra-trace levels.
- 4) It is nanofibrous with high porosity.





**Passage 2:**

A team of scientists has announced a method of making defect-free patterns of semiconductor nanocrystal films. The development could allow scientists to study a film's fundamental properties. There are two common approaches to patterning films - micro-contact printing and inkjet printing - but neither enables them to be formed with nanoscale precision that is crack-free and electrically conductive. The technique uses electron-beam lithography and a lift-off process to solve those problems.

The method reported by the researchers relates to the preparation of lead sulphide (PbS) nanocrystal films, although the same approach holds for films of other types of nanocrystal. To pattern the films, silicon dioxide was used as a substrate, owing to its prevalence in semiconductor devices.

In the first instance, a 100nm positive resist layer of polymethyl methacrylate (PMMA) is coated onto the substrate and then nanoscale trenches are patterned into it. The nanocrystals are prepared by high-temperature pyrolysis of Pb and S precursors in an oleic acid/octadecene mixture.

The growth solution is then processed to remove remaining salts and byproducts, and to replace the native oleic acid capping molecule with a smaller molecule, n-butylamine - it is this exchange of capping ligand while the nanocrystals are still in solution that is critical for making films with a measurable current that are free of cracks, the researchers say. The PbS nanocrystals are then drop cast into the trenches.

- 21- **Why is the processing of defect free patterns of semiconductor nanocrystal film so important?**
- 1) Because it enables researchers to investigate a film's basic properties.
  - 2) Because it could develop scientists to study fundamental features.
  - 3) Because it would allow scientists.
  - 4) Because it is a new development.
- 22- **What is the advantage of this method over traditional techniques of patterning films?**
- 1) It can print crack-free, electrically conductive films on nanoscale.
  - 2) It can produce films with nanoscale precision.
  - 3) It can produce defect-free, electrically conductive films.
  - 4) It can produce precise, crack-free and electrically conductive films.
- 23- **Why was silicon dioxide used as a substrate?**
- 1) Because it could pattern the films.
  - 2) Because silicon dioxide holds the same approach as lead sulphide.
  - 3) Because of its widespread applications in semiconductor components.
  - 4) Because silicon dioxide owes prevalence in semiconductor devices.
- 24- **Which reaction enables the films to be crack-free and electrically conductive?**
- 1) Exchange of capping ligand.
  - 2) Removal of salts and byproducts.
  - 3) Replacement of the small molecule n-butylamine by native oleic acid capping molecule.
  - 4) Processing of the growth solution.
- 25- **How are the nanocrystals produced?**
- 1) By drop casting PbS nanocrystals into the trenches.
  - 2) By patterning trenches onto PMMA.
  - 3) By an oleic acid / octadecene mixture.
  - 4) By high temperature reaction between lead and sulphur containing precursors.





**Passage 3:**

A superconductor is a material that conducts electric current with virtually no resistance when cooled to very low temperatures. At around  $-200^{\circ}\text{C}$ , the superconducting material is transformed into an almost perfect electrical conductor able to transport 100 times more current than copper. These properties make superconductors very attractive to power cable manufacturers, but progress has been slow since 1911, when Dutch physicist Heike Kamerlingh Onnes discovered that the electrical resistance of a solid mercury wire immersed in liquid helium suddenly vanished at a temperature of  $-269^{\circ}\text{C}$ , close to absolute zero.

Research into superconducting power cables only really got going in the 1960s, but because conventional metallic superconductors required cooling with liquid helium, these cable system designs were too complex and cost-prohibitive. The turning point came in 1986 when researchers Johannes Georg Bednorz and Karl Alexander Müller at IBM's research laboratory in Zurich discovered that the electrical resistance of a material made from lanthanum, barium, copper and oxygen (LaBaCuO) fell abruptly to zero when cooled below a temperature of  $-238^{\circ}\text{C}$ .

Suddenly, the game changed. The discovery won Bednorz and Müller the 1987 Nobel Prize for Physics and, alive to the possibilities of high temperature superconductors (HTS), work quickly began on new materials. A year later a material containing bismuth, strontium, calcium, copper and oxygen (BSCCO) that superconducts at about  $-168^{\circ}\text{C}$  was developed. BSCCO was adopted by American Superconductors (AMSC), which was founded in 1987.

- 26- Which external condition is essential for superconductors?**
- 1) Ability to transport 100 times more current than copper.
  - 2) Perfect electrical conductivity.
  - 3) Very low temperatures.
  - 4) Virtually zero electrical resistance.
- 27- Which break through discovery led scientists to do research on high temperature superconductors?**
- 1) Discovery of superconducting behaviour of mercury.
  - 2) Discovery of "LaBaCuO".
  - 3) Discovery of "BSCCO".
  - 4) Discovery of liquid helium.
- 28- Who is accredited with the discovery of high temperature superconductivity?**
- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1) AMSC.                       | 2) Bednorz and Müller |
| 3) IBM research lab in Zurich. | 4) Kamerlingh Onnes.  |
- 29- Which factor hindered commercialization of superconductive cables in the 1960's?**
- |   |              |
|---|--------------|
| 1) Conventional metallic superconductors. | 2) Costs.    |
| 3) Liquid helium.                         | 4) Research. |
- 30- When was "BSCCO" first prepared?**
- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| 1) 1960 | 2) 1986 | 3) 1987 | 4) 1988 |
|---------|---------|---------|---------|





۳۱- در بسط به سری فوری تابع  $f(x) = \begin{cases} \sin x & -\pi < x < 0 \\ \cos x & 0 < x < \pi \end{cases}$  مقدار  $a_1$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{1}{2}$

(۲)  $\frac{1}{2}$

۳۲- با توجه به اینکه  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$  (با استفاده از سری فوری تابع  $f(x) = x^2$  که به صورت

$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} - 4\left(\cos x - \frac{1}{4}\cos 2x + \frac{1}{9}\cos 3x - \dots\right)$$

مجموع  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(4n-3)^2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(4n-1)^2}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi^2}{32}$

(۲)  $\frac{\pi^2}{24}$

(۳)  $\frac{\pi^2}{16}$

(۴)  $\frac{\pi^2}{8}$

۳۳- اگر  $f(x) = \begin{cases} e^{-x} & 0 < x < 1 \\ 0 & x > 1 \end{cases}$  آنگاه نمایش انتگرال فوری کسینوسی آن به صورت:

$$f(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{1 - e^{-1}(\cos w - w \sin w)}{1 + w^2} \cos wx \, dw$$

می باشد. مقدار  $f(x) = \int_0^{\infty} \frac{e - (\cos w - w \sin w)}{1 + w^2} \cos w \, dw$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{4e}$

(۲)  $\frac{\pi}{2e}$

(۳)  $\frac{\pi}{4}$

(۴)  $\frac{\pi}{2}$

۳۴- اگر  $f(x) = \frac{\pi}{4} |\sin x|$  با چند جمله‌ای مثلثاتی  $f(x) \cong \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \cos 2x$  تقریب شده و  $\pi^2 = 10$  باشد، آنگاه مینیمم مربع خطای حاصل، کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{64}$

(۲)  $\frac{\pi}{72}$

(۳)  $\frac{\pi}{96}$

(۴)  $\frac{\pi}{144}$

۳۵- با استفاده از روش فربری ( $u(x, y) = F(x)G(y)$ ) برای حل معادله دیفرانسیلی با مشتقات جزئی  $Au_{xx} + Bu_{yy} + Cu_y + \gamma Eu = 0$  که در آن ضرایب اعداد ثابت مشخص حقیقی می باشند، معادلات دیفرانسیل معمولی حاصل برای  $F(x)$  و  $G(y)$  کدام است؟ (K ثابت دلخواه است)

$$\begin{cases} AF'' + CF' - (E - K)F = 0 \\ BG'' + DG' + (E + K)G = 0 \end{cases} \quad (۲)$$

$$\begin{cases} AF'' + CF' + (E - K)F = 0 \\ BG'' + DG' - (E + K)G = 0 \end{cases} \quad (۳)$$







۳۶- جواب معادله  $u_{tt} = 4\pi^2 u_{xx}$  با شرایط اولیه  $u(x, 0) = \sin x$  و  $u_t(x, 0) = \frac{1}{1+x^2}$  کدام است؟

(۱)  $u(x, t) = \sin x \cos 2\pi t + \frac{1}{4\pi} [\operatorname{tg}^{-1}(x + 2\pi t) - \operatorname{tg}^{-1}(x - 2\pi t)]$

(۲)  $u(x, t) = \sin x \cos 2\pi t + \frac{1}{2\pi} [\operatorname{tg}^{-1}(x + 2\pi t) - \operatorname{tg}^{-1}(x - 2\pi t)]$

(۳)  $u(x, 0) = \sin 2\pi x \cos t + \frac{1}{4\pi} [\operatorname{tg}^{-1}(x + 2\pi t) - \operatorname{tg}^{-1}(x - 2\pi t)]$

(۴)  $u(x, 0) = \sin 2\pi x \cos t + \frac{1}{2\pi} [\operatorname{tg}^{-1}(x + 2\pi t) - \operatorname{tg}^{-1}(x - 2\pi t)]$

۳۷- فرم جواب معادله دیفرانسیل  $2u_{xx} + \Delta u_{xy} + 2u_{yy} = 0$  کدام است؟ (f و g توابع دلخواه فرض شوند).

(۱)  $u = f(y - 2x) + g(y - \frac{x}{2})$

(۳)  $u = f(2x + y) + g(2x - y)$

۳۸- یک جواب خصوصی از معادله دیفرانسیل  $u_{xx} + u_{yy} = \cos(x + 2y)$  کدام است؟

(۱)  $u(x, y) = -\Delta \cos(x + 2y)$

(۳)  $u(x, y) = -\cos(x + 2y) - 4 \sin(x + 2y)$

۳۹- اگر  $z = x + iy$  باشد، آنگاه در مورد  $A = |e^{(2z+i)} + e^{(iz^2)}|$  کدام گزینه صحیح است؟

(۱)  $A \leq e^{2x} + e^{-2xy}$

(۳)  $A > e^{2x} + e^{-2xy}$

۴۰- اگر  $z = x + iy$  یک عدد مختلط،  $\operatorname{Re} z$  قسمت حقیقی آن و  $\operatorname{Im} z$  قسمت موهومی آن باشد، آنگاه مقدار

$\operatorname{Re} z^{n+1} - (x^2 + y^2) \operatorname{Re} z^n$  کدام است؟

(۱) صفر

(۳)  $\operatorname{Im} z^{n+2}$

۴۱- انتگرال تابع  $f(z) = y - x - i2x^2$ ،  $I = \int_C f(z) dz$  وقتی C پاره خط جهت دار از  $0$  تا  $1+i$  می باشد، کدام است؟

(۱)  $I = -1 - i$

(۳)  $I = -1 + i$

۴۲- اگر  $f(z) = \frac{5}{9(z-2)} - \frac{5}{9(z+1)} + \frac{1}{3(z-2)^2}$  و C دایره  $|z| = \frac{3}{2}$  باشد؛ که در خلاف جهت عقربه های ساعت جهت-

گذاری شده (جهت مثبت) است، آنگاه مقدار  $\oint_C f(z) dz$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{10\pi}{9}i$

(۳)  $\frac{5\pi}{9}i$





۴۳- اگر  $f(z) = \frac{\cosh z - 1}{z^2}$  باشد، کدام گزینه صحیح است؟

(۱)  $Z = 0$  یک صفر ساده تابع است.

(۲)  $Z = 0$  یک قطب ساده تابع است.

(۳) نقطه  $Z = 0$  یک نقطه تکین رفع شدنی تابع است.

(۴)  $Z = 0$  یک نقطه ثابت تابع است.

۴۴- فرض کنیم  $I = \oint_C \frac{\cos z dz}{(z - \frac{\pi}{4})^2}$  و  $C: |z - \frac{\pi}{4}| = 1$  باشد، که در جهت مثبت جهت گذاری شده است. در آن صورت مقدار  $I$  کدام است؟

(۱)  $\sqrt{2}\pi i$

(۲)  $\frac{\pi i}{\sqrt{2}}$

(۳)  $-\sqrt{2}\pi i$

(۴)  $-\frac{\pi i}{\sqrt{2}}$

۴۵- نگاهت خط  $y = c_1$  تحت تابع  $w = \frac{1}{z}$  کدام است؟

(۱)  $u^2 - v^2 - \frac{v}{c_1} = 0$

(۲)  $u^2 + v^2 - \frac{v}{c_1} = 0$

(۳)  $u^2 - v^2 + \frac{v}{c_1} = 0$

(۴)  $u^2 + v^2 + \frac{v}{c_1} = 0$

شیمی کاربردی

(اصول محاسبات شیمی صنعتی ۱ و ۲، شیمی صنعتی ۱ و ۲، اصول تصفیه آب و پساب‌های صنعتی، خوردگی فلزات)

۴۶- برای محاسبه حرارت تبخیر (Heat of Vaporization) یک حلال آلی، از کدام معادله استفاده می‌شود؟

(۱) آنتوان (۲) کلاسیوس - کلاپرون (۳) فنسک (۴) برنولی

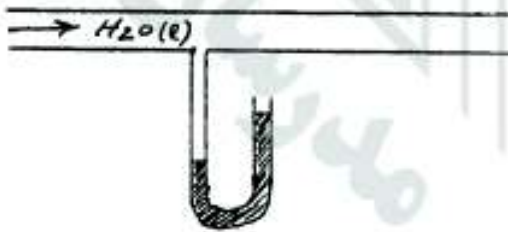
۴۷- مایع مورد استفاده در لوله NA شکل زیر، کدام یک از ترکیبات خالص زیر می‌تواند باشد؟

(۱) الکل اتیلیک

(۲) الکل متیلیک

(۳) بنزن

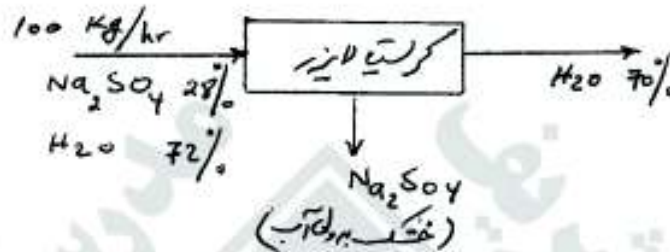
(۴) کربن تتراکلراید







۴۸- یک سیستم کریستالیزاسیون (متبلورسازی)، به شکل زیر، کار می‌کند.



مقدار  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  جامد به دست آمده بر حسب  $\text{kg/hr}$ ، چقدر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۱۲ (۳) ۱۴ (۴) اطلاعات صحیح نمی‌باشد.

۴۹- کدام یک از ترکیبات زیر، حرارت تشکیل استاندارد  $(\Delta H_f^\circ)$  Standard Heat of Formation مثبت دارند، (در زمان تشکیل انرژی جذب می‌کنند).

- (۱) بنزن (۲) بوتن (۳) سولفور کربن (۴) هر سه ترکیب

۵۰- اگر بخار اتر  $[(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}]$ ، در کف یک اطاق تولید شود و درجه حرارت و فشار آن یکسان با درجه حرارت و فشار همان اطاق باشد، کدام یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟

- (۱) عمده بخار اتر، نزدیک به کف اطاق قرار خواهد گرفت. (۲) بخار اتر، نزدیک به سقف اطاق قرار خواهد گرفت. (۳) درجه حرارت اطاق، به مقدار قابل توجه افزایش می‌یابد. (۴) واکنش شیمیایی، بین بخار اتر و هوا انجام می‌گیرد.

۵۱- در حرکت جریان آرام سیالات در داخل لوله‌های مدور، کدام فرمول می‌تواند برای محاسبه ضریب اصطکاک (f)، مورد استفاده قرار گیرد؟

- (۱)  $f = \frac{24}{\text{Re}}$  (۲)  $f = \frac{64}{\text{Re}}$  (۳)  $f = \frac{16}{\text{Re}}$  (۴)  $f = \frac{24}{\text{Re}}$

۵۲- کدام یک از روابط زیر، معادله پیوستگی برای حالت یکنواخت (Steady-State) حرکت سیالات در لوله‌ها را، بیان می‌کند؟ دانسیته  $\rho =$  و سرعت خطی  $U =$  و فشار  $P =$  و ثابت  $C =$

- (۱)  $\frac{UP\rho}{A} = C$  (۲)  $\frac{U\rho}{A} = C$  (۳)  $UA\rho = C$  (۴)  $U\rho PA = C$

۵۳- پره یک بهم‌زن (Mixer)، از نوع لنگری، در چه مواقعی به کار می‌رود؟

- (۱) دوره‌های کم، که انتقال حرارت نیز مطرح باشد. (۲) دوره‌های کم، که دو فاز گازی را با یکدیگر مخلوط می‌کند. (۳) دوره‌های زیاد، که انتقال حرارت نیز مطرح باشد. (۴) دوره‌های زیاد، که دو فاز گازی را با یکدیگر مخلوط می‌نماید.

۵۴- کدام یک از مخلوط‌های دو ترکیبی زیر، ضریب نفوذ مولکولی بزرگ‌تری در شرایط یکسان P و T دارند؟

- (۱) Air -  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (۲) Air,  $\text{H}_2\text{O}$  (۳)  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  (۴)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$





- ۵۵- از معادله فنسک (Fensk's Equation)، برای محاسبه کدام عامل در برج‌های تقطیر استفاده می‌شود؟  
 (۱) اندازه‌گیری فشار در نقاط مختلف طول برج  
 (۲) تعداد سینی‌های حداقل  
 (۳) تخمین درجه حرارت سینی‌ها  
 (۴) مقدار حداقل نسبت برگشت
- ۵۶- نسبت  $\frac{F}{M} = \frac{\text{خوراک}}{\text{توده زیستی}}$  روی پدیده تنشینی لجن در یک واحد تصفیه بیولوژیکی، چگونه اثر می‌گذارد.  
 (۱) با افزایش  $\frac{F}{M}$ ، مقدار تنشینی افزایش می‌یابد.  
 (۲) با افزایش  $\frac{F}{M}$ ، مقدار تنشینی کاهش می‌یابد.  
 (۳) با پدیده تنشینی رابطه‌ای ندارد.  
 (۴) با کاهش  $\frac{F}{M}$ ، مقدار تنشینی کاهش می‌یابد.
- ۵۷- پدیده اوتروفیکاسیون، در اثر کدام عوامل ایجاد می‌شود؟  
 (۱) افزایش اکسیژن محلول  
 (۲) افزایش دما و افزایش کود نیتروژن و فسفردار  
 (۳) کاهش اکسیژن محلول  
 (۴) کاهش دما و افزایش فسفر
- ۵۸- غلظت  $BOD_5 = 200 \frac{mg}{l}$  یک فاضلاب با ضریب سینتیکی  $K = 0.23 d^{-1}$ ، پس از یک روز، چند میلی‌گرم برلیتر، کاهش می‌یابد.  
 $e^{1/15} = 3.16$  ،  $e^{0.23} = 1.26$   
 (۱) ۶۲٫۲ (۲) ۸۶٫۴ (۳) ۲۹۲ (۴) ۲۳۰٫۲
- ۵۹- با افزایش دمای آب ورودی به فرایند اسمز معکوس، کدام پدیده، اتفاق می‌افتد؟  
 (۱) افزایش دبی آب شیرین (۲) افزایش آلودگی غشا (۳) کاهش خلوص آب شیرین (۴) کاهش فشار اسمزی
- ۶۰- نسبت سدیم — یک نمونه آب، با مقدار ظرفیت رزین، چگونه تغییر می‌کند؟  
 (۱) مقدار ظرفیت، با کاهش این نسبت دو برابر می‌شود.  
 (۲) مقدار ظرفیت، با افزایش این نسبت افزایش می‌یابد.  
 (۳) مقدار ظرفیت، هیچگونه ارتباطی با این نسبت ندارد.  
 (۴) مقدار ظرفیت، با افزایش این نسبت کاهش پیدا می‌کند.
- ۶۱- حفاظت آندی، در مورد کدام یک از فلزات یا آلیاژهای زیر، می‌تواند مؤثر باشد؟  
 (۱) روی (۲) مس (۳) منیزیم (۴) منگ
- ۶۲- در چه محدوده‌ای از pH، می‌توان از آلومینیوم یا ضریب اطمینان بالایی استفاده نمود؟  
 (۱) ۲-۴ (۲) ۴-۶ (۳) ۶-۸ (۴) ۸-۱۰
- ۶۳- در کدام حالت، حفاظت کاتدی به طور کامل انجام می‌گیرد. (  $E_{eq}$  پتانسیل تعادل فلز،  $E_{ap}$  پتانسیل اعمال شده،  $E_{corr}$  پتانسیل خوردگی می‌باشد.)  
 (۱)  $E_{ap} < E_{eq}$  (۲)  $E_{ap} = E_{corr}$  (۳)  $E_{eq} > E_{ap} < E_{corr}$  (۴)  $E_{ap} < E_{corr}$
- ۶۴- کدام یون، سبب تشدید حفره‌دار شدن فولاد زنگ نزن استنیتی، در محیط آبی می‌شود؟  
 (۱)  $F^-$  (۲)  $Cl^-$  (۳)  $SO_4^{2-}$  (۴)  $NO_3^-$
- ۶۵- افزودن کدام عنصر، به آلیاژهای فولاد زنگ نزن، سبب کاهش مقاومت در برابر حفره‌دار شدن می‌شود؟  
 (۱) کروم (۲) گوگرد (۳) مولیبدن (۴) نیکل







۶۶- ذره‌ای در حال سکون دارای طول عمر ۵ میکروثانیه است. این ذره در چارچوب مرجعی که در آن ذره دارای سرعت ثابت  $0.8c$  است چند متر قبل از تلاشی می‌پیماید؟

- (۱) ۸۶۴  
(۲) ۱۴۴۰  
(۳) ۱۸۰۰  
(۴) ۲۴۰۰

۶۷- یک ساعت در راستای محور  $x$  با تندی  $0.6c$  در حرکت است و هنگامی که از جلوی مبدا مختصات عبور می‌کند، زمان صفر را نشان می‌دهد. وقتی که ساعت از جلوی نقطه  $x = 270 \text{ m}$  عبور می‌کند، چه زمانی را بر حسب میکروثانیه نشان می‌دهد؟

- (۱)  $0.96$   
(۲)  $1.2$   
(۳)  $1.5$   
(۴)  $1.875$

۶۸- کشتی فضایی با طول ویژه  $1400$  متر با سرعت نسبی  $0.7$  از جلوی یک ناظر عبور می‌کند. اگر این ناظر مدت زمان عبور کامل کشتی از جلوی خود را یک میکروثانیه اندازه بگیرد، سرعت نسبی  $0.7$  چند برابر سرعت نور در خلأ است؟

- (۱)  $0.15$   
(۲)  $0.4$   
(۳)  $0.6$   
(۴)  $0.8$

۶۹- نوری با طول موج  $200$  نانومتر به یک سطح آلومینیومی می‌تابد. برای کندن یک الکترون از سطح آلومینیوم  $4.2 \text{ eV}$  انرژی لازم است. بیشینه و کمینه انرژی جنبشی الکترون‌هایی که از سطح کنده می‌شوند، چند الکترون ولت است؟

- (۱) ۲.۲ صفر  
(۲)  $0.5$   
(۳)  $2.42$   
(۴)  $0.62$

۷۰- یک لامپ  $400$  واتی با طول موج  $628$  نانومتر در تمام جهات تابش یکنواخت دارد. در چند متری از این لامپ یک برده کاملاً جذب کننده، فوتون‌ها را با آهنگ  $1$  فوتون در سانتی‌متر مربع در یک ثانیه، جذب می‌کند؟

- (۱)  $7 \times 10^6$   
(۲)  $5 \times 10^7$   
(۳)  $7 \times 10^8$   
(۴)  $5 \times 10^9$

۷۱- در پراکندگی کامپتون اشعه ایکس با طول موج  $0.1 \text{ nm}$  از یک الکترون آزاد ساکن، فوتون‌ها تحت زاویه پراکندگی  $180^\circ$  نسبت به راستای اولیه خود پراکنده می‌شوند. انرژی الکترون پس زده شده تقریباً چند کیلو الکترون ولت است؟

- (۱) ۱۳  
(۲) ۲۴  
(۳) ۴۰  
(۴) ۶۳

۷۲- یون‌های سدیم یک بار یونیده، تحت اختلاف پتانسیل  $400$  ولت شتاب می‌گیرند. طول موج دوبروی نهایی این یون‌ها کدام است؟ عدد اتمی سدیم ۱۱، عدد جرمی آن ۲۳ و جرم پروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  است.

- (۱)  $30 \text{ pm}$   
(۲)  $41 \text{ nm}$   
(۳)  $297 \text{ fm}$   
(۴)  $412 \text{ fm}$

۷۳- یک ناظر طول یک کشتی فضایی را  $\frac{1}{3}$  طول سکون آن اندازه‌گیری می‌کند. سرعت این ناظر ... برابر سرعت نور در خلأ است. ساعت کشتی هوایی نسبت به ساعت ناظر مورد اشاره ..... برابر ..... حرکت می‌کند.

- (۱)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ، کندتر  
(۲)  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ ، تندتر  
(۳)  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ ، کندتر  
(۴)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$ ، تندتر

۷۴- ناظر  $S$  اطلاع می‌دهد که حادثه‌ای در چارچوب او در مکان  $x = 5 \times 10^8 \text{ m}$  و در زمان  $t = 3 \text{ s}$  رخ داده است. ناظر  $S'$  و چارچوب او با سرعت  $0.6c$  در راستای  $x$  مثبت در حرکت است. در لحظه  $t = t' = 0$  دو مبدا مختصات بر هم منطبقند ( $x = x' = 0$ ). مختصات مکان و زمان حادثه در چارچوب  $S'$  کدام است؟

- (۱)  $x' = -3.2 \times 10^8 \text{ m}$  و  $t' = 1.6 \text{ s}$   
(۲)  $x' = -5 \times 10^8 \text{ m}$  و  $t' = 2.5 \text{ s}$   
(۳)  $x' = -8.64 \times 10^8 \text{ m}$  و  $t' = 4 \text{ s}$   
(۴)  $x' = 1.5 \times 10^8 \text{ m}$  و  $t' = 6.25 \text{ s}$





۷۵- یک گشتی فضایی با طول سکون  $700$  متر با سرعت  $0.6c$  نسبت به یک چارچوب مرجع معینی در حرکت است. در همان چارچوب ذره‌ای با سرعت  $0.3c$  از مقابل گشتی فضایی در مسیری موازی حرکت گشتی و در خلاف جهت حرکت آن عبور می‌کند. از دید ناظر ساکن در گشتی فضایی تقریباً چند میکروثانیه طول می‌کشد؛ تا ذره به طور کامل از جلوی گشتی بگذرد؟

- (۱)  $2/3$   
(۲)  $3/72$   
(۳)  $7$   
(۴)  $20/5$

۷۶- یک چشمه لامپ سدیم با طول موج ویژه  $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$  بر روی مسیر دایروی افقی با سرعت ثابت  $0.2c$  در حرکت است. اگر  $\lambda$  طول موجی باشد؛ که آشکارساز ساکن بر روی مرکز دایره دریافت می‌کند، مقدار  $\lambda - \lambda_0$  تقریباً چند نانومتر است؟

- (۱)  $-5/89$   
(۲) صفر  
(۳)  $5/89$   
(۴)  $11/78$

۷۷- انرژی جنبشی الکترونی  $2 \text{ MeV}$  است. اندازه تکانه خطی آن تقریباً چند  $\frac{\text{MeV}}{c}$  است؟ جرم سکون الکترون

را  $\frac{\text{MeV}}{c^2}$  در نظر بگیرید.

- (۱)  $1/41$   
(۲)  $1/94$   
(۳)  $2/6$   
(۴)  $2/46$

۷۸- الکترونی در یک چاه بی نهایت یک بعدی به عرض  $2$  نانومتر به دام افتاده است. اگر الکترون در حالت پایه باشد، بزرگ‌ترین طول موج نوری که می‌تواند از طریق جذب یک فوتون از حالت پایه برانگیخته کند، چند نانومتر است؟

- (۱)  $36$   
(۲)  $108$   
(۳)  $1416$   
(۴)  $4250$

۷۹- ذره‌ای در چاه یک بعدی بی نهایت با عرض  $L$  محصور است. دایره‌های چاه در  $x=0$  و  $x=L$  قرار دارد. احتمال آن که ذره در بازه  $x=0$  تا  $x=\frac{L}{4}$  آشکار شود، تقریباً چند درصد است؟

- (۱)  $7$   
(۲)  $9/1$   
(۳)  $15/9$   
(۴)  $25$

۸۰- تابع موج ذره‌ای در سه بعد در مختصات کروی به شکل  $\psi(\vec{r}) = C \left(2 - \frac{r}{a}\right) e^{-\frac{r}{2a}}$  است؛ که در آن  $C$  و  $a$  مقادیر ثابتی هستند. در چه فاصله‌ای از مبدا مختصات احتمال یافتن ذره بیشینه است؟

- (۱)  $r = (2 + \sqrt{5})a$   
(۲)  $r = (2 + \sqrt{3})a$   
(۳)  $r = 4a$   
(۴)  $r = 3a$

۸۱- با عبور جریان الکتریکی از سیمی استوانه‌ای به طول یک متر و شعاع یک میلی‌متر سیم گرم شده و با توان  $1000$  وات تابش می‌کند. اگر سیم جسم سیاه فرض شود و از هرگونه اثرات در انتهای سیم چشم‌پوشی شود، دمای سیم

تقریباً چند درجه سانتی‌گراد است؟ ثابت استفان - بولتزمن را  $5.7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  در نظر بگیرید.

- (۱)  $1027$   
(۲)  $1300$   
(۳)  $1573$   
(۴)  $2300$

۸۲- شدت بیشینه تابشی از یک حفره سیاه در طول موج  $4 \mu\text{m}$  رخ می‌دهد. اگر دمای حفره چنان بالا رود؛ که شدت تابش حفره  $16$  برابر شود، بیشینه تابش در دمای جدید در چه طول موجی بر حسب میکرون رخ خواهد داد؟

- (۱)  $0.25$   
(۲)  $1$   
(۳)  $2$   
(۴)  $8$

۸۳- الکترونی با سرعت  $0.8c$  با یک پوزیترون ساکن برخوردنابودی می‌کند و دو فوتون به وجود می‌آید. یکی از فوتون‌ها در جهت عمود بر الکترون فرودی حرکت می‌کند. انرژی هر دو فوتون بر حسب مگا الکترون ولت کدام است؟

- (۱)  $0.85, 0.51$   
(۲)  $0.41, 0.41$   
(۳)  $0.68, 0.15$   
(۴)  $0.66, 0.66$







۸۴- تابش هم شدت دو پرتوی ایکس اولی با طول موج  $0.2 \text{ \AA}$  و آنگستروم و ضریب جذب  $2 \text{ mm}^{-1}$  و دومی با طول موج  $0.5 \text{ \AA}$  آنگستروم و ضریب جذب  $7 \text{ mm}^{-1}$  بر یک ماده فرود می‌آیند. ضخامت این ماده چند میلی‌متر باشد، تا در پرتوی خروجی از ماده شدت پرتوهای ایکس از نوع اول دو برابر شدت پرتوهای ایکس از نوع دوم باشد؟

- (۱)  $1/4$   
 (۲)  $1/75$   
 (۳)  $2/47$   
 (۴)  $3/5$

۸۵- الکترون‌هایی با انرژی  $12.2 \text{ eV}$  در یک لامپ تخلیه گاز به سوی اتم‌های هیدروژن شلیک می‌شوند. طول موج‌های خطوطی که می‌تواند به وسیله هیدروژن گسیل شوند بر حسب آنگستروم کدام است؟  $hc = 12.4 \times 10^3 \text{ eV} \cdot \text{A}^\circ$

- (۱)  $1025, 1215, 6563$   
 (۲)  $1367, 1875, 5460$   
 (۳)  $973, 1025, 3645, 6563$   
 (۴)  $973, 1025, 3645, 1875, 6563, 18788$

خواص فیزیکی و مکانیکی مواد

۸۶- نیروی خالص اعمال شده بر یک جفت یون در تشکیل یک پیوند یونی، از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$F = -\frac{z_1 z_2 e^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} - \frac{nb}{a^{n+1}}$$

که در آن  $z_1$  و  $z_2$  مقدار الکترون‌های مبادله شده در اتناهی تشکیل یون‌ها،  $e$  بار الکتریکی

الکترون،  $\epsilon_0$  الکتریسیته فضای آزاد،  $a$  فاصله جدایش بین یون‌ها، و  $n$  و  $b$  اعداد ثابتی هستند. در صورت تشکیل یک پیوند یونی پایدار،  $a$  چقدر خواهد بود؟

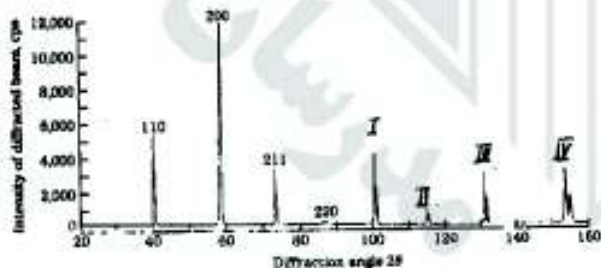
$$a = \left( \frac{-4\pi\epsilon_0 nb}{z_1 z_2 e^2} \right)^{\frac{1}{n+2}} \quad (2)$$

$$a = \left( \frac{-4\pi\epsilon_0 nb}{z_1 z_2 e^2} \right)^{\frac{1}{(n-1)}} \quad (1)$$

$$a = \left( \frac{-\pi\epsilon_0 nb}{4z_1 z_2 e^2} \right)^{\frac{1}{n+2}} \quad (4)$$

$$a = \left( \frac{-\pi\epsilon_0 nb}{4z_1 z_2 e^2} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (3)$$

۸۷- در الگوی پراش اشعه X (شکل زیر)، اندیس بلوری چهار صفحه یک ساختمان بلوری مکعبی ارائه شده است. اندیس بلوری چهار صفحه بعدی، کدام است؟



- (۱) I - (۳۱۰) - II - (۲۲۲) - III - (۳۰۳) - IV - (۴۰۰)  
 (۲) I - (۳۱۰) - II - (۲۰۲) - III - (۳۲۱) - IV - (۴۰۰)  
 (۳) I - (۳۰۱) - II - (۲۲۲) - III - (۳۲۱) - IV - (۴۰۰)  
 (۴) I - (۳۱۰) - II - (۲۲۲) - III - (۳۲۱) - IV - (۴۰۰)





۸۸- نسبت چگالی اتمی خطی  $\frac{\rho_L(111)}{\rho_L(110)}$  در یک بلور FCC، کدام است؟

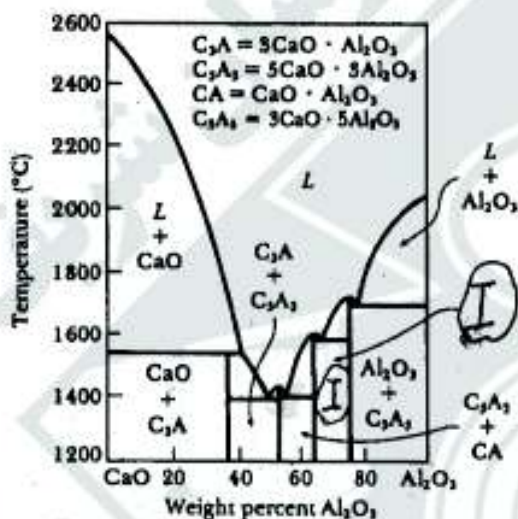
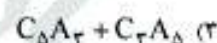
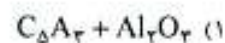
(۱)  $\frac{\sqrt{6}}{6}$

(۲)  $\frac{\sqrt{6}}{3}$

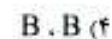
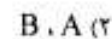
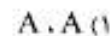
(۳)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$

(۴)  $\sqrt{6}$

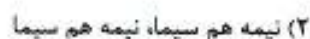
۸۹- در نمودار تعادلی  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$  روبه‌رو، فازهای موجود در ناحیه I، کدام است؟



۹۰- زوج نفوذی متشکل از فلزات A و B (دمای ذوب A،  $200^\circ\text{C}$  کم‌تر از دمای ذوب فلز B است) را در کوره قرار داده و تا  $50^\circ\text{C}$  زیر دمای ذوب فلز A به مدت ۱۰۰ ساعت حرارت می‌دهیم. فصل مشترک به سمت ..... حرکت می‌کند و جاهای خالی در سمت فلز ..... تشکیل می‌شوند.



۹۱- یک رسوب درشت در مرز دو دانه آلیاژ نیکل با دو دانه دو طرفش، چه نوع مرزی را ممکن است داشته باشد؟ با دانه اول ..... و با دانه دوم ..... است.







۹۲- در کدام استحاله، نفوذ با دامنه کوتاه انجام می‌شود؟

- (۱) استحاله یونکتوئید (۲) تبلور مجدد (۳) دوقلوبی شدن (۴) رسوب فریت از استنیت

۹۳- در تغییر حالت  $\alpha \rightarrow \alpha' + \beta$ ، افزایش انرژی فصل مشترک  $\frac{\alpha'}{\beta}$ ، چه تاثیری بر  $\Delta G^*$  (انرژی اکتیواسیون جوانه‌زنی) و  $r^*$

(شعاع بحرانی جوانه) دارد؟

- (۱) کاهش  $\Delta G^*$  و افزایش  $r^*$  (۲) کاهش  $\Delta G^*$  و کاهش  $r^*$   
 (۳) افزایش  $\Delta G^*$  و کاهش  $r^*$  (۴) افزایش  $\Delta G^*$  و افزایش  $r^*$

۹۴- میانگین فاصله بین لایه‌های پرلیت در یک نمونه فولاد هیپوئوتکتوئید آنیل شده حدود ۱ میکرون است. اگر این نمونه تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده و سپس در هوا سرد شود،.....

- (۱) فاصله بین لایه‌های ثابت، استحکام کشش کاهش و درصد فریت اولیه در ریز ساختار افزایش می‌یابد.  
 (۲) فاصله بین لایه‌های کاهش، استحکام کشش افزایش و درصد فریت اولیه در ریز ساختار ثابت می‌ماند.  
 (۳) فاصله بین لایه‌های کاهش، استحکام کشش افزایش و درصد فریت اولیه در ریز ساختار کاهش می‌یابد.  
 (۴) فاصله بین لایه‌های افزایش، استحکام کشش کاهش و درصد فریت اولیه در ریز ساختار ثابت می‌ماند.

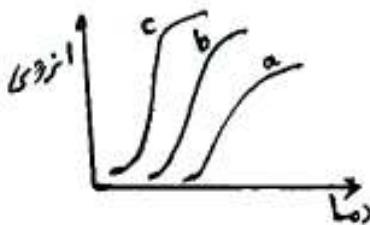
۹۵- نمونه‌ای از فولاد 1020 (حاوی ۰/۲ درصد کربن) در دمای ۸۲۰ درجه سانتی‌گراد آستینته شده و به سرعت در آب سرد شده است. در ساختار نهایی، درصد تقریبی فازها، کدام است؟

- (۱) ۵۰ درصد پرلیت و ۵۰ درصد فریت اولیه (۲) ۵۰ درصد فریت و ۵۰ درصد مارتنزیت  
 (۳) ۷۵ درصد فریت و ۲۵ درصد مارتنزیت (۴) ۲۵ درصد پرلیت و ۷۵ درصد فریت اولیه

۹۶- در مورد چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای ( $K_{Ic}$ ) و چقرمگی شکست تنش صفحه‌ای ( $K_{Ic}$ )، گزینه صحیح کدام است؟

- (۱)  $(K_{Ic})$  فقط به عوامل متالورژیکی، اما  $(K_{Ic})$  هم به عوامل متالورژیکی و هم به ضخامت نمونه بستگی دارد.  
 (۲)  $(K_{Ic})$  فقط به عوامل متالورژیکی، اما  $(K_{Ic})$  هم به عوامل متالورژیکی و هم به ضخامت نمونه بستگی دارد.  
 (۳)  $(K_{Ic})$  و  $(K_{Ic})$  هم به عوامل متالورژیکی و هم به ضخامت نمونه بستگی دارد.  
 (۴)  $(K_{Ic})$  و  $(K_{Ic})$  فقط به عوامل متالورژیکی بستگی دارد.

۹۷- نمودار تست ضربه چارپی، برای سه فولاد کربنی c, b, a آنیل شده، داده شده است. تفاوت این سه نمودار با هم در کدام مورد است؟



- (۱) ابعاد نمونه ها، از فولاد a به سمت فولاد c، بزرگ‌تر می‌شود.  
 (۲) ابعاد دانه در این فولادها، از فولاد a به سمت فولاد c، زیادتر می‌شود.  
 (۳) درصد کربن در این فولادها، به ترتیب از فولاد a به سمت فولاد c، بیش‌تر می‌شود.  
 (۴) درصد کربن در این فولادها، به ترتیب از فولاد a به سمت فولاد c، کم‌تر می‌شود.





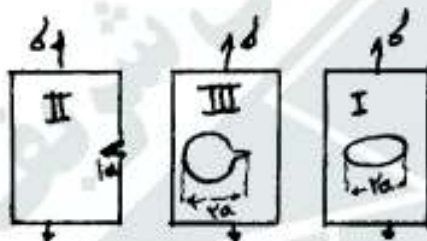
۹۸- طبق نظریه کوبل (Coble)، خزش ناشی از:

- ۱) نفوذ اتمی، در مرزدانه‌ها است.
- ۲) نفوذ اتمی، در داخل دانه‌ها است.
- ۳) نفوذ اتمی از مرزدانه‌های تحت کشش، به مرز دانه‌های تحت فشار است.
- ۴) نفوذ تهی‌جای‌ها (Vacancies)، از مرزدانه‌های تحت فشار به مرزدانه‌های تحت کشش است.

۹۹- حد خستگی فولادی در تنش‌های  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  به ترتیب  $10^4, 10^5$  و  $2 \times 10^5$  چرخه است. اگر قطعه‌ای از این فولاد در تنش  $\sigma_1$ ،  $50000$  چرخه، در تنش  $\sigma_2$ ،  $100000$  چرخه و در تنش  $\sigma_3$ ،  $200000$  چرخه تحمل کند، عمر باقیمانده تا شکست با ادامه اعمال تنش  $\sigma_3$ ، کدام است؟

- ۱)  $200000$
- ۲)  $400000$
- ۳)  $600000$
- ۴)  $800000$

۱۰۰- در مورد  $K_{I1}$  نمونه‌های روبه‌رو، تحت تنش یکسان گزینه صحیح، کدام است؟



- ۱)  $K_{I1(II)} > K_{I1(I)} > K_{I1(III)}$
- ۲)  $K_{I1(I)} > K_{I1(II)} > K_{I1(III)}$
- ۳)  $K_{I1(III)} > K_{I1(I)} > K_{I1(II)}$
- ۴)  $K_{I1(III)} > K_{I1(II)} > K_{I1(I)}$

۱۰۱- دو نمونه مشابه فاق دار (Notch) از یک ماده، تحت تنش خستگی قرار می‌گیرند. کدام گزینه در مورد اثر شعاع رأس فاق بر عمر جوانه‌زنی و یا گسترش ترک خستگی صادق است؟

- ۱) در شعاع‌های بیش‌تر فاق، بیش‌تر عمر خستگی صرف گسترش ترک خستگی می‌شود.
- ۲) عمر جوانه‌زنی ترک خستگی، با افزایش شعاع رأس فاق، کاهش می‌یابد.
- ۳) عمر جوانه‌زنی ترک خستگی، با کاهش شعاع رأس فاق، کاهش می‌یابد.
- ۴) عمر جوانه‌زنی ترک خستگی، به شعاع رأس فاق بستگی ندارد.

۱۰۲- کدام منحنی، بیانگر نقش اندازه دانه، در کرنش شکست ماده‌ای مانند فولاد کم کربن است؟ (d = اندازه دانه)

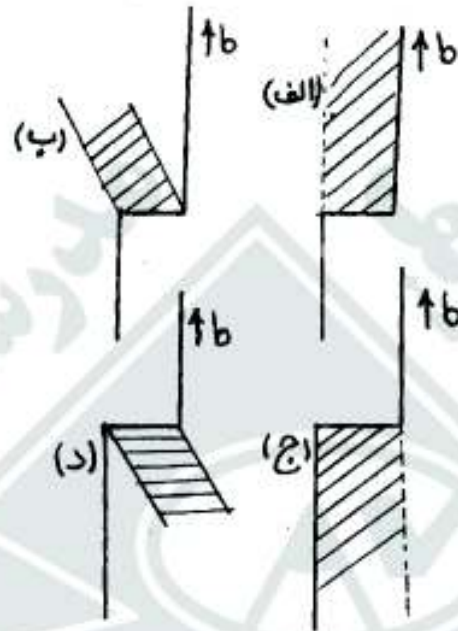


- ۱) ۱
- ۲) ۲
- ۳) ۳ و ۲
- ۴) ۲ و ۱





۱۰۳- کدام گزینه، صفحه لغزش پلّه نابه جایی را معرفی می کند؟



(۱) الف - ب  
(۳) ب - د

(۲) الف - ج  
(۴) ج - د

۱۰۴- یک ماده ترد دارای تنش شکست برابر  $\sigma_c$  است. اگر انرژی سطحی این ماده را  $400$  برابر افزایش و طول بزرگ‌ترین ترک

داخلی در آن را به  $\frac{1}{4}$  طول ترک قبلی کاهش دهیم، تنش شکست  $\sigma_c'$  چند برابر تنش شکست  $\sigma_c$  خواهد شد؟

(۱) ۱  
(۲) ۱۰  
(۳) ۲۰  
(۴) ۴۰

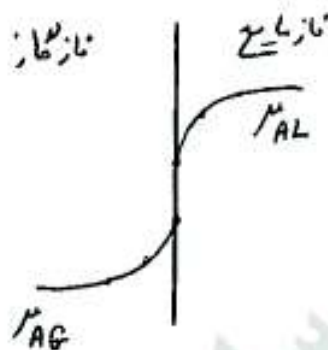
۱۰۵- شکل روبه‌رو، نشان دهنده چه نوع شکستی است؟



- (۱) برشی در تک کریستال‌های چکش‌خوار
- (۲) ترد در تک کریستال‌ها و پلی کریستال‌ها
- (۳) کاملاً چکش‌خوار در پلی کریستال‌ها
- (۴) نسبتاً چکش‌خوار در پلی کریستال‌ها



۱۰۶- شکل زیر نتایج آزمایش‌های دانشجویی که تغییرات پتانسیل شیمیایی  $\mu$  در اطراف فصل مشترک فاز گاز و فاز مایعی که در حال انتقال جرم هستند را نشان می‌دهد. کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟



- (۱) انتقال جرم از فاز گاز به فاز مایع انجام می‌شود.
- (۲) شکل غلط است چون پتانسیل شیمیایی در هر فاز نمی‌تواند تغییر کند.
- (۳) شکل غلط است چون توزیع پتانسیل شیمیایی در دو فاز نمی‌تواند ناپیوسته باشد.
- (۴) شکل غلط است چون نمی‌توان پتانسیل شیمیایی دو فاز مختلف را با هم مقایسه کرد.

۱۰۷- انتقال جرم در خارج قطعه کروی به صورت  $Sh = Sh_0 + 0.747(Re.Sc)^{1/4}$  ،

$$Sh_0 = 2 + 0.747(Gr.Sc)^{1/4}, Sc^{1/3}$$

- (۱) نشان می‌دهد، که انتقال جرم در خارج کره، در اثر نفوذ مولکولی بوده و لذا عدد ۲ در رابطه دیده می‌شود.
  - (۲) رابطه جامعی است، که کل انتقال جرم ناشی از نفوذ مولکولی، حرکت توده‌ای طبیعی، و حرکت توده‌ای اجباری را در برمی‌گیرد.
  - (۳) رابطه جامعی است که انتقال جرم در اثر حرکت توده‌ای، و جریان‌های متلاطم را که از نفوذ مولکولی بسیار بیش‌تر است، در برمی‌گیرد.
  - (۴) هر چند عدد ۲ در خارج کره را نشان می‌دهد، لیکن فقط انتقال جرم در اثر حرکت توده و نشتی از جایابی طبیعی است.
- ۱۰۸- دامنه تغییرات  $C \times D$  که  $C$  غلظت کل گاز و  $D$  ضریب نفوذ رطوبت در فاز گاز است، و در یک واحد عملیاتی رطوبت افزایی، در چه محدوده‌ای است؟

(مقادیر در سیستم SI، فشار کل  $\frac{N}{m^2}$ ،  $10^5$ ،  $R = 8000 \frac{N/m^2 \cdot m^3}{kmol \cdot K}$ ،  $T = 250 K$  فرض می‌شود.)

$$(1) (0.15 - 2.5) \times 10^{-6} \quad (2) (0.3 - 5) \times 10^{-5}$$

$$(3) (0.3 - 5) \times 10^{-6} \quad (4) (0.15 - 2.5) \times 10^{-5}$$

۱۰۹- حل شدن کریستال سولفات مس  $\Delta H_f^\circ$ ،  $CuSO_4$ ، در تانک بزرگی از آب خالص را در نظر بگیرید. اگر کسر مولی اشباع

سولفات مس ( $CuSO_4$ ) در آب  $x_A^*$  بگیریم. رابطه ضریب انتقال جرم  $F_L$  و  $k_c$  با بعد  $\frac{m}{s}$ ، کدام است؟

$$(1) F_L = \frac{6k_c \cdot x_{B,M}}{\ln(1 - x_A^*)} \quad (2) F_L = k_c \cdot x_A^*$$

$$(3) F_L = 6k_c C_L x_A^* \ln[1 - 6x_A^*] \quad (4) F = 6k_c \ln(1 - x_A^*)$$







۱۱۰- محلول ۱۱ ppm کلر در آب در تماس با کربن فعال تازه (C)، کلرزدايي شده و ميزان کلر آن به ۱ ppm کاهش می‌یابد. اگر

$$\text{ضریب توزیع تعادلی کلر بین مایع - جامد} = m = 1 \frac{\left(\frac{\text{kgCl}_2}{\text{m}^3 \text{ مایع}}\right)}{\left(\frac{\text{kgCl}_2}{\text{kgC}}\right)}$$

باشد. حداقل جرم کربن فعال به ازای یک مترمکعب مایع برای

این عملیات جداسازی در یک ظرف همزده، که به صورت بی‌دررو (batch) کار می‌کند، چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۸  
(۲) ۹  
(۳) ۱۰  
(۴) ۱۱

۱۱۱- برای جریان مغشوش هوای داخل لولهٔ عدور از جنس مس با  $Re = 2 \times 10^5$ ، ضریب اصطکاک مودی (Moody)  $f = 0.004$  اندازه‌گیری شده است. اگر هوا در لوله‌ای با همان ابعاد از جنس نفتالین جریان یابد، عدد بدون بُعد  $J_D$  به کدام نزدیک‌تر

است؟ (ضریب اصطکاک  $f_f$ ، ضریب اصطکاک مودی است.)

- (۱) ۰.۰۰۰۵  
(۲) ۰.۰۰۲  
(۳) ۲۰۰  
(۴) ۸۰۰

۱۱۲-  $R_1$  کیلوگرم در ثانیه مادهٔ جاذب رطوبت در تماس با  $E_1 = R_1$  کیلوگرم در ثانیه هوا؛ که جزء وزنی رطوبت در آن  $y_1$  است. قرار می‌گیرد. جاذب اولیه تهی از رطوبت است. رابطهٔ تعادلی  $y = x$  داده شده است. حداقل رطوبت در هوا، پس از تماس کامل دو فاز، برابر کدام است؟

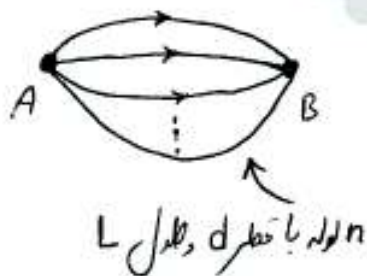
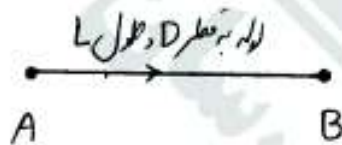
$$y_2 = \frac{2y_1}{3-y_1} \quad (۱)$$

$$y_2 = \frac{y_1}{3-y_1} \quad (۲)$$

$$y_2 = y_1 \quad (۳)$$

$$y_2 = \frac{y_1}{2-y_1} \quad (۴)$$

۱۱۳- در شکل زیر، لوله بین دو نقطه‌ی A و B با قطر D و طول L و ضریب اصطکاک f، دبی Q را منتقل می‌نماید. اگر به جای این لوله از n لوله‌ی هم‌اندازه با طول L و قطر d و با همان ضریب اصطکاک، به صورت موازی استفاده نماییم؛ به طوری که مجموع لوله‌های موازی همان میزان دبی Q را داشته باشد، قطر لوله‌های موازی (d) برابر کدام است؟

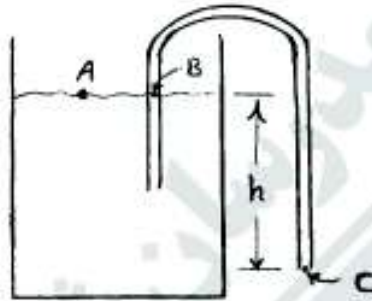


- (۱)  $\frac{D}{n^2}$   
(۲)  $\frac{D}{n^2}$   
(۳)  $\frac{D}{n}$   
(۴)  $\frac{D}{\sqrt{n}}$





۱۱۴- برای تخلیه‌ی تانک از یک لوله مطابق شکل زیر استفاده می‌شود. (قطر لوله نسبت به قطر تانک خیلی کوچک است) در زمان  $t$  اگر ارتفاع سطح تانک نسبت به ارتفاع خروجی لوله  $h$  باشد، در این صورت سرعت و فشار در نقطه‌ی B (داخل لوله) چقدر است؟



$$V_B = \sqrt{2gh} \quad (1)$$

$$P_B = P_{atm}$$

$$V_B = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

$$P_B = P_{atm} - \rho gh$$

$$V_B = \sqrt{gh} \quad (3)$$

$$P_B = P_{atm}$$

$$V_B = \sqrt{2gh} \quad (4)$$

$$P_B = P_{atm} + \rho gh$$

۱۱۵- در یک میدان جریان دو بعدی، اگر سرعت در جهت  $x$  برای یک سیال غیرقابل تراکم  $v_x = x^2 - y^2$  باشد، توزیع سرعت جریان در جهت  $y$  برابر کدام است؟

$$v_y = 2xy \quad (4)$$

$$v_y = y^2 - x^2 \quad (3)$$

$$v_y = xy - y^2 \quad (2)$$

$$v_y = -2xy \quad (1)$$

۱۱۶- آب توسط پمپ مطابق شکل، از مخزن A به مخزن B انتقال می‌یابد. در صورتی که:

$$h_p = 20 - 9Q^2 \quad \text{منحنی مشخصه پمپ:}$$

$$h_s = 10 + Q^2 \quad \text{و منحنی سیستم:}$$

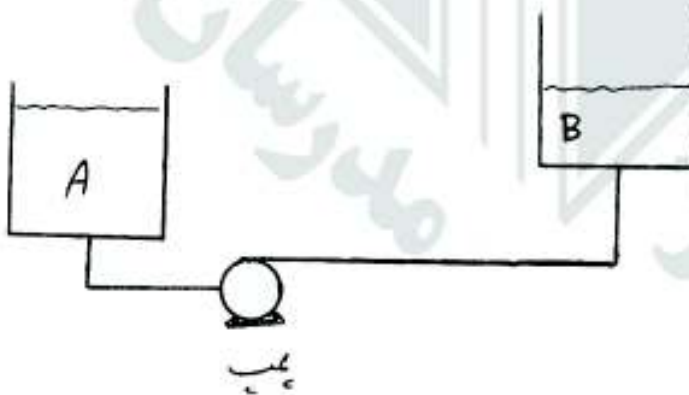
باشد، هد استاتیک و هد پمپ در نقطه‌ی عملکرد به ترتیب چند متر است؟

(۱) ۱۰ و ۱۰

(۲) ۱۱ و ۱۰

(۳) ۲۰ و ۱۱

(۴) ۱۰ و ۲۰

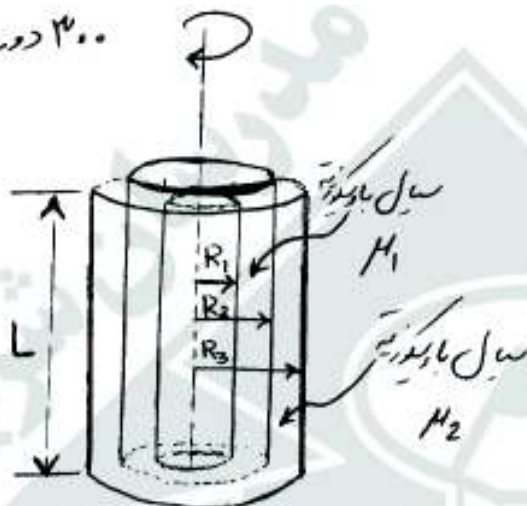






۱۱۷- سه استوانه متحدالمرکز به شعاع‌های  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  مطابق شکل زیر، ( $R_2 - R_1 \ll 1$  و  $R_3 - R_2 \ll 1$ ) قرار دارند. اگر فضای بین استوانه‌ی داخلی (به شعاع  $R_1$ ) و استوانه‌ی میانی (به شعاع  $R_2$ ) مایعی با ویسکوزیته‌ی  $\mu_1$  و فضای بین استوانه میانی (به شعاع  $R_2$ ) و استوانه خارجی (به شعاع  $R_3$ ) از مایعی با ویسکوزیته‌ی  $\mu_2$  پر شده باشد. گشتاور موردنیاز برای چرخش استوانه‌ی میانی (به شعاع  $R_2$ ) با سرعت  $300$  دور در دقیقه کدام است.

۳۰۰ دور در دقیقه



$$\tau \circ \pi^2 R_2^2 L \left[ \frac{\mu_2}{R_2 - R_1} + \frac{\mu_1}{R_2 - R_2} \right] \quad (1)$$

$$600 \pi^2 R_2^2 L \left[ \frac{\mu_2 - \mu_1}{R_2 - R_1} + \frac{2\mu_1 - \mu_2}{R_2 - R_2} \right] \quad (2)$$

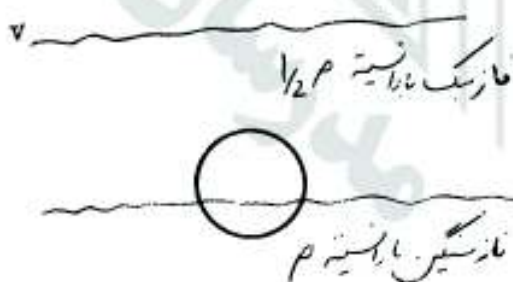
$$\tau \circ \pi^2 R_2^2 L \left[ \frac{\mu_1}{R_2 - R_1} + \frac{\mu_2}{R_2 - R_2} \right] \quad (3)$$

$$600 \pi^2 R_2^2 L \left[ \frac{\mu_2 - \mu_1}{R_2 - R_1} + \frac{2\mu_2 - \mu_1}{R_2 - R_2} \right] \quad (4)$$

۱۱۸- روغن با دبی  $Q$  درون یک میکروکانال یا سطح مقطع مربع با قطر هیدرولیکی  $250$  میکرومتر جریان دارد. اگر دبی روغن دو برابر شود، افت فشار به ازاء واحد طول میکروکانال چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) برابر می‌شود. (۲)  $2^{5/8}$  برابر می‌شود. (۳) چهار برابر می‌شود. (۴) دو برابر می‌شود.

۱۱۹- یک جسم جامد کروی مطابق شکل در فصل مشترک بین دو سیال غیر قابل امتزاج شناور شده است. اگر  $\frac{1}{3}$  حجم آن در فاز پایین و بقیه در فاز بالایی باشد. با فرض اینکه دانسیته‌ی سیال پایین  $\rho$  و دانسیته‌ی سیال بالا  $\frac{\rho}{4}$  باشد. دانسیته‌ی جسم جامد کروی برابر کدام است؟



$$\frac{2}{3} \rho \quad (1)$$

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

$$\frac{2}{3} \rho \quad (3)$$

$$\frac{\rho}{2} \quad (4)$$

۱۲۰- گلوله‌ی گرمی از جنس طلا را در مجاورت هوای اتاق سرد می‌کنیم. کدام گزینه نشان دهنده‌ی نسبت  $Bi/Nu$  است؟

- (۱) بزرگ‌تر از یک (۲) خیلی بزرگ‌تر از یک (۳) غیر قابل تخمین (۴) خیلی کم‌تر از یک





۱۲۱- سطح یک صفحه نیمه بیتهایت که در ابتدا دمای تمامی نقاط آن  $10^\circ$  درجه سانتی‌گراد است را تا  $100^\circ$  درجه سانتی‌گراد گرم می‌کنیم. شار حرارت هدایتی ورودی به این دیواره:

(۱) با جذر زمان، نسبت مستقیم دارد. (۲) با جذر زمان، نسبت معکوس دارد.

(۳) با زمان، نسبت معکوس دارد. (۴) با زمان، نسبت مستقیم دارد.

۱۲۲- در یک پره دراز، اگر همه عوامل ثابت بمانند و فقط ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی افزایش پیدا کند، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) افت دما بسته به طول پره، کم یا زیاد می‌شود. (۲) افت دما در طول پره، تغییر نمی‌کند.

(۳) افت دما در طول پره، زیاد می‌شود. (۴) افت دما در طول پره، کم خواهد شد.

۱۲۳- در جریان آرام داخل لوله، کدام گزینه در مورد عدد ناسلت صحیح است؟

(۱) در نقاطی از طول لوله که جریان کاملاً توسعه یافته است، کم‌تر از ابتدای لوله است.

(۲) در نقاطی از طول لوله که جریان کاملاً توسعه یافته است، می‌تواند بیش‌تر از عدد ناسلت در ورودی لوله می‌باشد.

(۳) در جریان آرام، مربوط به یک لوله کوتاه، عدد ناسلت در طول لوله همواره ثابت است.

(۴) عدد ناسلت برای لوله‌ای با دمای دیواره ثابت، بیش‌تر از لوله‌ای با فلاکس حرارتی ثابت است.

۱۲۴- درون کره‌ای با قطر  $10$  سانتی‌متر، انرژی با شدت  $\left(\frac{W}{m^2}\right) 6 \times 10^3$  تولید می‌شود. این کره در معرض محیط جابه‌جایی با

ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی برابر  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} 10$  و دمای  $20^\circ$  درجه سانتی‌گراد قرار دارد. دمای سطح این کره در شرایط

پایا چند درجه سانتی‌گراد است؟

(۱)  $15$  (۲)  $30$

(۳)  $40$  (۴)  $50$

۱۲۵- توزیع دمای یک بعدی در دیواره‌ای با منبع تولید  $\dot{q}$ ، به صورت  $T = -200x^2 + 50x + 100$  است. اگر مقدار تولید انرژی

در این دیواره برابر با  $\frac{W}{m^3} 80000$  باشد، ضریب انتقال حرارت هدایتی این دیواره، چند  $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$  است؟

(۱)  $50$  (۲)  $100$

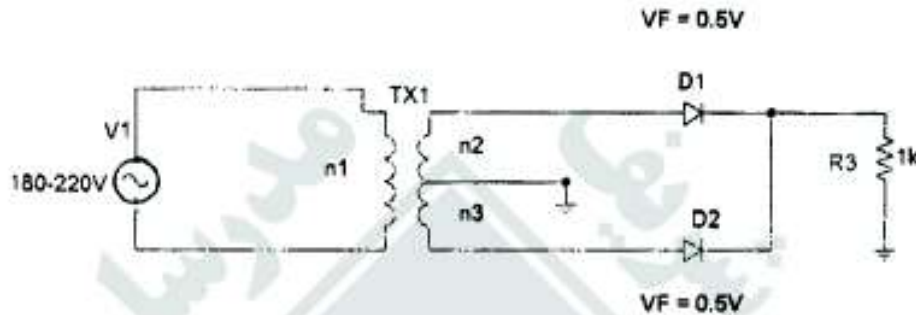
(۳)  $200$  (۴)  $400$



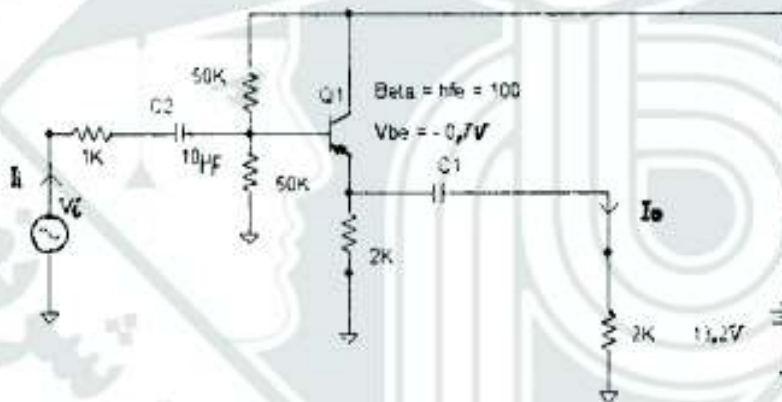




۱۲۶- در مدار زیر، چنانچه جهت تعداد دورهای ترانسفرمر کاهنده برق شهر روابط  $\frac{n_2}{n_1} = 0.1$  و  $n_3 = 2n_1$  برقرار باشد، گزینه صحیح کدام است؟

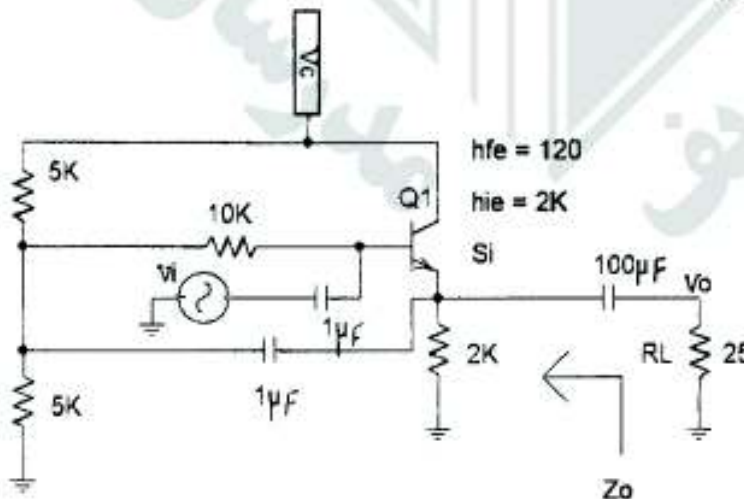


- ۱) حداقل PIV مورد نیاز برای دیودها، یکسان و برابر ۴۶/۲۷ می‌باشد.  
 ۲) حداقل PIV مورد نیاز برای دیودها، یکسان و برابر ۳۲/۵۷ می‌باشد.  
 ۳) حداقل PIV مورد نیاز برای دیودها،  $D_1$  و  $D_2$  به ترتیب ۲۱/۵۷ و ۱۰/۵۷ می‌باشد.  
 ۴) حداقل PIV مورد نیاز برای دیودها،  $D_1$  و  $D_2$  به ترتیب ۳۰/۶۷ و ۱۵/۱۷ می‌باشد.
- ۱۲۷- بهره جریانی  $I_o / I_i$  در مدار شکل زیر، کدام است؟



- ۱۰ (۱)  
 ۱۲ (۲)  
 ۱۵ (۳)  
 ۱۸ (۴)

۱۲۸- امپدانس خروجی  $Z_o$  در مدار زیر، کدام است؟

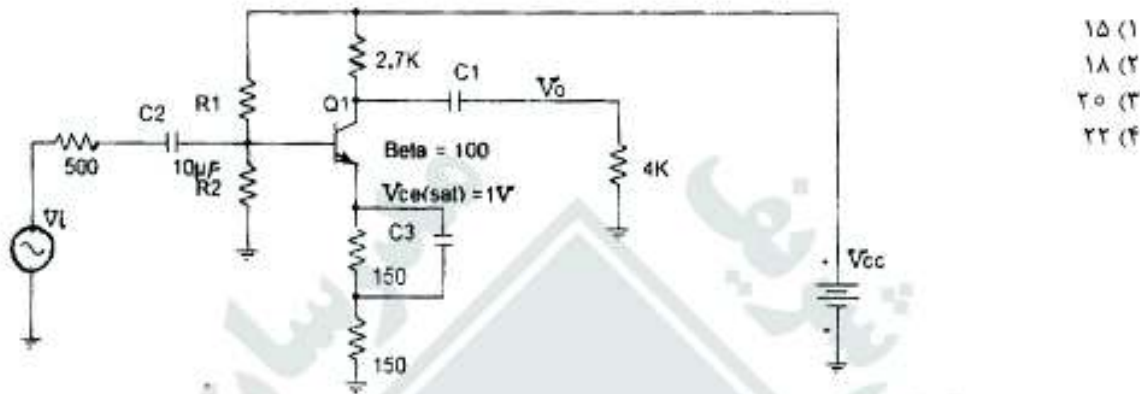


- ۲۳/۳ (۱)  
 ۲۰/۳ (۲)  
 ۱۷/۳ (۳)  
 ۱۶/۳ (۴)





۱۲۹- در مدار زیر، مقادیر  $R_1$ ،  $R_2$  و  $V_{cc}$  به شکلی انتخاب می‌شوند؛ که مدار توانایی ایجاد ولتاژ سینوسی حداکثر با دامنه  $6/44V$  در خروجی را داشته باشد، مقدار  $V_{cc}$  برابر چند ولت است؟ خازن‌ها دارای امپدانس کم می‌باشند.



- ۱۵ (۱)
- ۱۸ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۲۲ (۴)

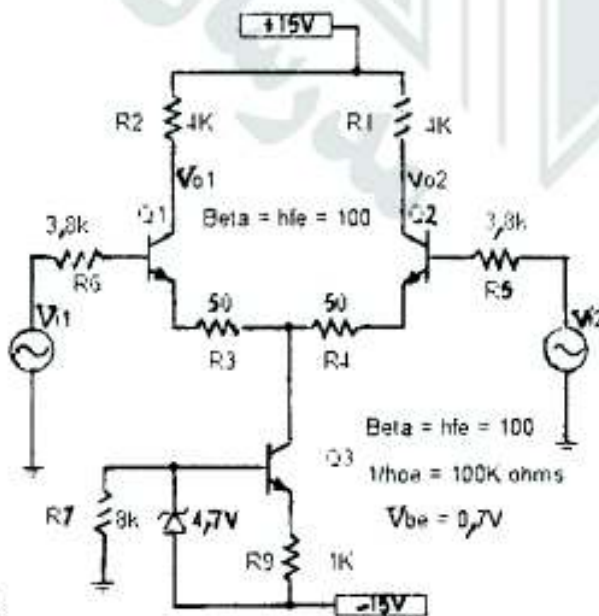
۱۳۰- یک آمپلی فایر با قدرت کلاس B (پوش پول) که با یک منبع تغذیه می‌شود؛ یک موج سینوسی را تقویت نموده و حداکثر توان که در مقاومت بار  $4\Omega$  می‌تواند ایجاد نماید،  $25W$  است. چنانچه بازده این آمپلی فایر تحت شرایطی  $70\%$  باشد. توانی که در هر ترانزیستور در این حالت تلف می‌شود، چند وات است؟

- ۴ (۱)
- ۴/۵ (۳)
- ۴/۲۵ (۲)
- ۵ (۴)

۱۳۱- چهار ترانزیستور با قدرت مشابه بر روی یک خنک کننده نصب شده‌اند؛ و توان‌های مصرفی آن‌ها:  $15W$ ،  $10W$ ،  $5W$  و  $20W$  می‌باشد. مقاومت گرمایی بین پیوند و محفظه هر ترانزیستور  $\theta_{jc} = 1/5^\circ C/W$  و مقاومت گرمایی بین محفظه ترانزیستور و خنک کننده  $\theta_{cs} = 0/5^\circ C/W$  می‌باشد. حداکثر دمای اتصال ترانزیستور  $T_{j(max)} = 200^\circ C$  است. چنانچه درجه حرارت محیط  $60^\circ C$  باشد، مقاومت گرمایی محیط و خنک کننده  $\theta_{sg}$  چند  $^\circ C/W$  است؟

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

۱۳۲- بهره حالت مشترک (Common mode gain) برای هر یک از خروجی‌های نامتقارن آمپلی فایر تفاضلی شکل زیر، کدام است؟



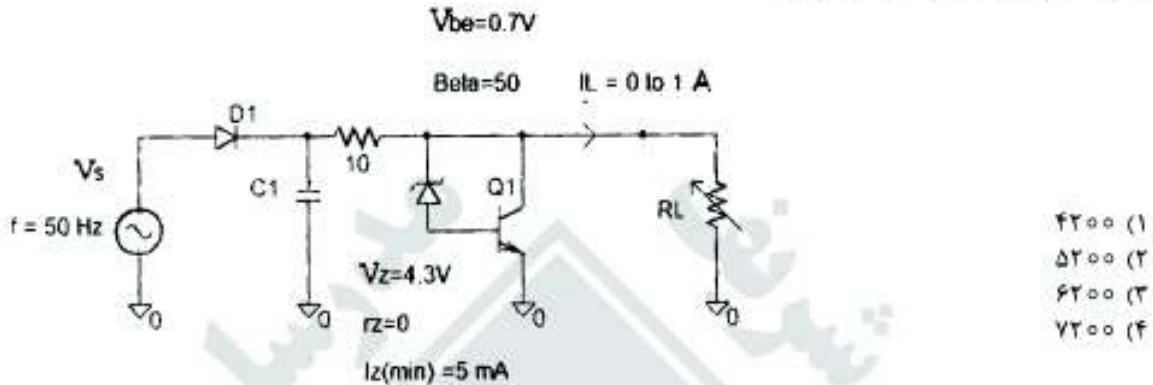
- ۰/۰۰۰۲۲ (۱)
- ۰/۰۰۰۳۲ (۲)
- ۰/۰۰۰۴۲ (۳)
- ۰/۰۰۰۵۲ (۴)



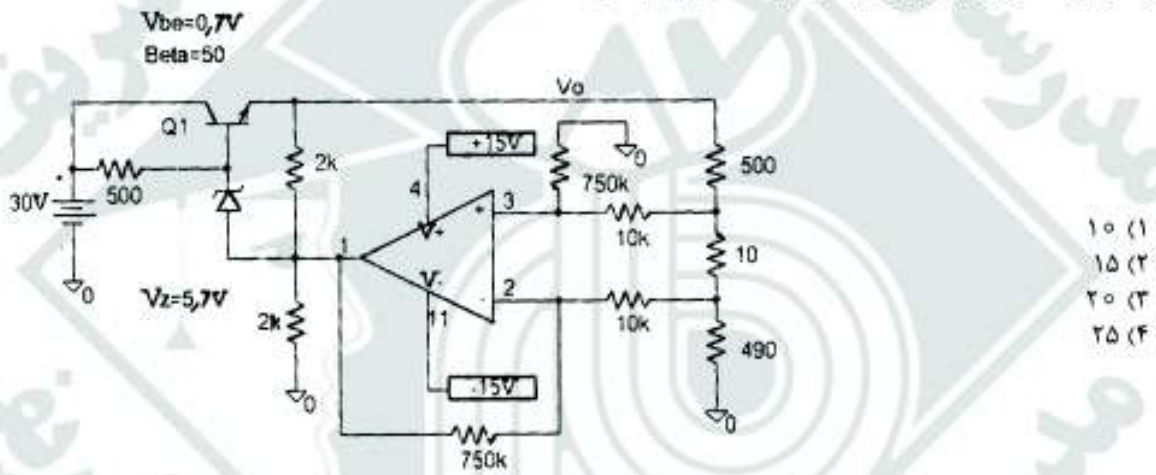




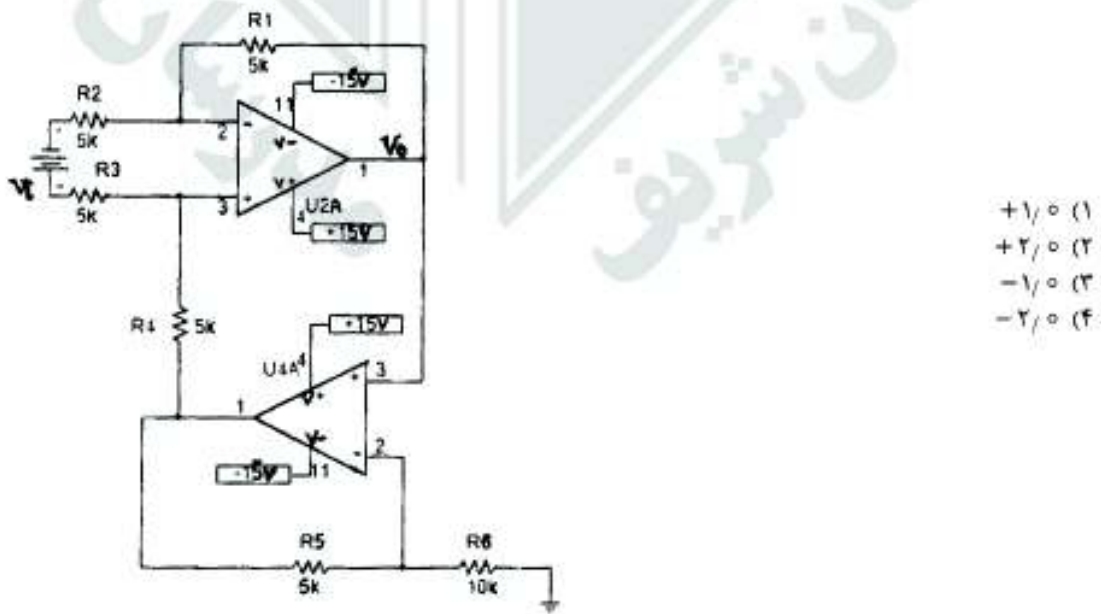
۱۳۳- در مدار زیر، جریان در دیود زیر حداکثر به  $3 \text{ mA}$  می‌رسد. حداقل مقدار خازن  $C_1$  برای آنکه رگولانور ولتاژ خروجی را تثبیت نماید، چند میکروفاراد باید باشد؟



۱۳۴- ولتاژ بین کالکتور و امیتور ترانزیستور  $Q_1$  شکل زیر، چند ولت است؟

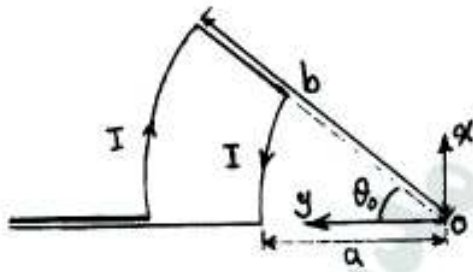


۱۳۵- در مدار زیر ولتاژ خروجی  $V_O$  چند ولت است؟ مقدار ولتاژ تفاضلی ورودی  $V_i$  یک ولت می‌باشد.





۱۳۶- در شکل زیر، جریان ثابت  $I$  از حلقه عبور می کند و مرکز دایره ها بر مبدأ مختصات منطبق است. میدان مغناطیسی  $\vec{H}$  در نقطه  $O$  به ازای  $b = 2a$ ،  $\theta_0 = \frac{\pi}{4}$ ، کدام است؟



(۱)  $\vec{H} = \frac{I}{4\pi a} \hat{a}_z$

(۲)  $\vec{H} = \frac{I}{32\pi a} \hat{a}_z$

(۳)  $\vec{H} = \frac{I}{4\pi a} \hat{a}_z$

(۴)  $\vec{H} = \frac{I}{8\pi a} \hat{a}_z$

۱۳۷- یک کره به شعاع  $R$  دارای بار الکتریکی  $Q$  می باشد، که به طور یکنواخت در حجم آن توزیع شده است. نسبت انرژی الکتریکی ذخیره شده در بیرون کره به انرژی الکتریکی ذخیره شده در درون آن، کدام است؟

(۲)  $\frac{\Delta}{R^2}$

(۱)  $\frac{\Delta}{R^4}$

(۴)  $\Delta$

(۳)  $\frac{\Delta}{R}$

۱۳۸- بار  $Q > 0$  در مبدأ مختصات واقع است. در چه نقطه ای بر روی خط  $x = 1$ ،  $z = 3$  و در فضای  $y > 0$  میزان  $E_y$  به حداکثر خود خواهد رسید؟

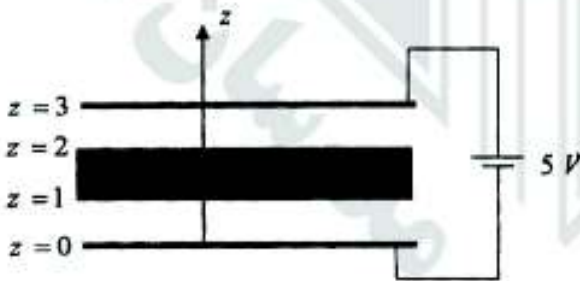
(۲)  $y = \sqrt{5}$

(۱)  $y = \sqrt{3}$

(۴)  $y = \sqrt{10}$

(۳)  $y = \sqrt{7}$

۱۳۹- صفحه های  $z = 0$ ،  $z = 3$  را صفحات هادی یا مساحت  $S$  (مساحت بسیار بزرگ) پوشانده است. ناحیه  $1 < z < 2$  را دی الکتریک همگن پر کرده است. اگر مطابق شکل زیر این دو صفحه به ولتاژ  $\Delta$  ولت متصل شوند، بردار قطبی شدگی در ناحیه دی الکتریک به صورت  $\vec{P} = -\hat{a}_z C$  خواهد بود. رابطه  $\frac{C}{\epsilon_0 S}$  ( ظرفیت الکتریکی) برابر کدام است؟



(۱)  $0/25$

(۲)  $0/4$

(۳)  $0/5$

(۴)  $1$

۱۴۰- کار انجام شده در حرکت  $Q$  (بر حسب کولمب) از نقطه  $(2, 2, 2)$  به نقطه  $(3, 2, 1)$  در امتداد هذلولی  $z = \frac{2}{x-1}$  در میدان

الکتریکی  $\vec{E} = x^2 \hat{a}_x + z^2 \hat{a}_z$ ، کدام است؟

(۲)  $W = 4Q$

(۱)  $W = 8Q$

(۴)  $W = -8Q$

(۳)  $W = -4Q$







۱۴۱- در مختصات استوانه‌ای،  $V = \frac{V_0 z \rho (\cos \varphi + \sin \varphi)}{a^2}$  داده شده است. بردار واحد شدت میدان الکتریکی در نقطه

$$(\nabla V = \frac{\partial V}{\partial \rho} \hat{a}_\rho + \frac{1}{\rho} \frac{\partial V}{\partial \varphi} \hat{a}_\varphi + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{a}_z) \text{ کدام است؟ } (\rho = a, \varphi = 0, z = a)$$

$$\bar{a}_E = \frac{1}{\sqrt{3}} (\hat{a}_x + \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (2) \qquad \bar{a}_E = -\frac{1}{\sqrt{3}} (\hat{a}_x + \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (1)$$

$$\bar{a}_E = \frac{1}{\sqrt{3}} (\hat{a}_x - \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (3) \qquad \bar{a}_E = -\frac{1}{\sqrt{3}} (\hat{a}_x - \hat{a}_y + \hat{a}_z) \quad (4)$$

۱۴۲- حلقه جریانی در صفحه  $z=0$  در نقاط  $(1, 2, 0), (1, 0, 0), (0, 0, 0), (0, 2, 0)$  قرار گرفته است. جریان  $A$  در جهت

$\hat{a}_x$  بر روی محور  $x$  برقرار است. اگر چگالی شار مغناطیسی  $\vec{B} = 2z\hat{a}_x + 2x\hat{a}_z \left(\frac{Wb}{m}\right)$  در این محیط واقع شود، بردار

نیرونی که بر این حلقه وارد می‌شود، چند نیوتن است؟

$$\vec{F} = 10 \hat{a}_x \quad (2) \qquad \vec{F} = 20 \hat{a}_x \quad (1)$$

$$\vec{F} = -10 \hat{a}_x \quad (4) \qquad \vec{F} = -20 \hat{a}_x \quad (3)$$

۱۴۳- بار غیر یکنواختی با چگالی بار  $\rho_v = \rho_0 \rho^{-2} \left(\frac{C}{m}\right)$  در ناحیه  $a \geq \rho \geq b$  یک پوسته استوانه‌ای به طول بی‌نهایت قرار

گرفته است. پوسته در مختصات استوانه‌ای به شعاع داخلی  $a$  و شعاع خارجی  $b$  مفروض است. چه چگالی بار خطی برحسب

$\frac{C}{m}$  در  $\rho=0$  باید قرار گیرد تا شدت میدان الکتریکی را در ناحیه  $\rho < b$  برابر با صفر نماید؟

$$\rho_L = 4\pi\rho_0 \frac{b-a}{ab} \quad (2) \qquad \rho_L = 4\pi\rho_0 \frac{b-a}{ab} \quad (1)$$

$$\rho_L = 2\pi\rho_0 \frac{b-a}{ab} \quad (4) \qquad \rho_L = 2\pi\rho_0 \frac{a-b}{ab} \quad (3)$$

۱۴۴- پوسته کروی هادی به شعاع  $7m$  و به مرکز  $(3, 0, 0)$  مفروض است. در فضای سه بعدی، شدت میدان مغناطیسی

$\vec{H} = 2\rho\hat{a}_\phi \left(\frac{A}{m}\right)$  در مختصات استوانه‌ای داده شده است. جریانی که از سطح  $S_1$ ، قسمتی از سطح کره در  $z > 0$  عبور

می‌کند، چند آمپر است؟

$$12\pi \quad (2) \qquad 18\pi \quad (1)$$

$$28\pi \quad (4) \qquad 6\pi \quad (3)$$

۱۴۵- در یک کره عایق به شعاع  $a$  و با چگالی حجمی بارهای پلاریزه  $\rho_b = \rho_0 r$  ( $\rho_0$  مقدار ثابت) می‌باشد، به طوری که مرکز کره

واقع بر مبدأ مختصات و شعاع دستگاه کروی است. بردار پلاریزاسیون  $\vec{P}$ ، داخل کره کدام است؟

$$\frac{-\rho_0 a^2}{2r^2} \hat{a}_r \quad (2) \qquad \frac{-\rho_0 a^2}{2r} \hat{a}_r \quad (1)$$

$$\frac{-\rho_0 a^2}{4r} \hat{a}_r \quad (4) \qquad \frac{-\rho_0 a^2}{4r^2} \hat{a}_r \quad (3)$$

