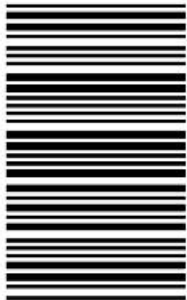


کد کنترل

463

F



463F

عصر پنجشنبه

۱۳۹۹/۵/۲



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

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

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۹

مهندسی پلیمر - کد (۱۲۵۵)

مدت پاسخ‌گویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۵۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	شیمی پلیمر و مهندسی پلیمر یزاسیون	۲۰	۳۱	۵۰
۳	ریاضیات مهندسی	۱۵	۵۱	۶۵
۴	تکنولوژی پلیمر (الاستومر، پلاستیک، کامپوزیت)	۲۵	۶۶	۹۰
۵	شیمی فیزیک پلیمرها و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها	۲۰	۹۱	۱۱۰
۶	پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت، انتقال جرم)	۲۰	۱۱۱	۱۳۰
۷	کنترل فرایندهای پلیمری و مکانیک سیالات	۲۰	۱۴۱	۱۵۰

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حن چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

\* 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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

### PART A: Vocabulary

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

- 1- It had not rained on the prairie for several months. Because of the drought, the climate had become very -----.  
1) unsteady                      2) rigid                              3) intense                              4) arid
- 2- Deserted for six months, the property began to look more like a jungle and less like a residence—weed grew ----- in the front yard.  
1) unchecked                      2) unjustified                      3) complicated                      4) scanty
- 3- Can you please ----- this last part of the lesson for me; I'm not sure I understood.  
1) recapitulate                      2) identify                              3) postulate                              4) recount
- 4- Gerry's dissatisfaction with our work was ----- in his expression, although he never criticized us directly.  
1) vulnerable                      2) bright                              3) implicit                              4) humble
- 5- The world's coal, oil and gas ----- are finite; one day they will run out, so think now about what you can do to consume less.  
1) appliances                      2) deposits                              3) relies                              4) amenities
- 6- You are recommended to use mnemonics to help you ----- important items of information.  
1) enumerate                      2) expose                              3) recall                              4) withdraw
- 7- The lifespan of a mayfly is -----, lasting from a few hours to a couple of days.  
1) imprecise                      2) ephemeral                              3) superficial                              4) swift
- 8- His words to the press were deliberately -----; he didn't deny the reports but neither did he confirm them.  
1) mutual                              2) essential                              3) dogmatic                              4) equivocal
- 9- Hundreds of people had come to see a popular satire, but during the performance a fire started in the theater, and the audience and actors had to ----- the building immediately.  
1) expel                              2) evacuate                              3) disperse                              4) detach
- 10- Computers have helped solve some of the mathematical ----- which have puzzled man for many centuries.  
1) conundrums                      2) caprices                              3) artifacts                              4) chronologies

**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 answer on your answer sheet.

When Newton arrived at Cambridge, the Scientific Revolution of the 17th century was already in full force. The heliocentric view of the universe—theorized by astronomers Nicolaus Copernicus and Johannes Kepler, (11) ----- refined by Galileo—was well known in most European academic circles.

Philosopher René Descartes had begun to formulate a new concept of nature (12) ----- an intricate, impersonal and inert machine. (13) -----, like most universities in Europe, Cambridge was steeped (14) ----- Aristotelian philosophy and a view of nature resting on a geocentric view of the universe, (15) ----- with nature in qualitative rather than quantitative terms.

- |     |                  |              |               |                    |
|-----|------------------|--------------|---------------|--------------------|
| 11- | 1) and was later | 2) and later | 3) later was  | 4) which was later |
| 12- | 1) like          | 2) such as   | 3) as         | 4) the same        |
| 13- | 1) Although      | 2) As though | 3) Because    | 4) Yet             |
| 14- | 1) in            | 2) for       | 3) with       | 4) of              |
| 15- | 1) dealt         | 2) dealing   | 3) by dealing | 4) and was dealt   |

**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:**

Chitosan is a linear polysaccharide composed of randomly distributed  $\beta$ 1–4 linked glucose amine and N-acetyl glucose amine. It is made by treating shrimp and other crustacean shells with sodium hydroxide. Chitosan has a number of commercial and possible biomedical uses. It can be used in agriculture as a seed treatment and biopesticide, helping plants to fight fungal infections. In industry it can be used in a self-healing polyurethane paint coating. In medicine, it may be used in bandages to reduce bleeding and as an anti-bacterial agent. It can also be used to help deliver drugs through the skin.

- 16- According to the passage, Chitosan is -----.
- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1) an amino acid based polymer | 2) a liquid based polymer |
| 3) a protein based polymer     | 4) a sugar based polymer  |
- 17- Chitosan is a -----.
- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1) synthetic polymer | 2) synthetic biopolymer |
| 3) hetero biopolymer | 4) homo biopolymer      |
- 18- Which application has not been mentioned for Chitosan in the passage?
- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) In wound bandages                | 2) In skin treatment                |
| 3) In the formulation of pesticides | 4) In the formulation of oral drugs |



**19- Which sentence is correct?**

- 1) Chitosan is obtained from crustacean shells by chemical treatment.
- 2) Chitosan is secreted through crustacean shells.
- 3) Chitosan is a branched polymer.
- 4) Chitosan is a microbial polymer.

**20- Which of the following is true according to the passage?**

- 1) Chitosan monomers are distributed in an orderly manner.
- 2) The sequence of monomers in Chitosan is not defined.
- 3) The sequence of monomers in Chitosan is defined.
- 4) None

**PASSAGE 2:**

The dilemma arises from the fact that hydrocarbon substituents attached directly to boron are, with few exceptions, unstable to oxidation, and the exceptions are thermally unstable, on the other hand, all the alternatives such as alkoxy phenoxy and halogen substituents are unstable to hydrolysis. The problem disappears, however, if the natural tendency of polyvalent inorganic elements to form highly cross-linked network structures is turned to advantage instead of being seen as a difficulty. This depends upon the possibility of developing suitable techniques for forming and processing cross-linked polymers, as well as demanding a much better understanding of the fundamental relationships between structure and properties in such materials.

Recently, the incentive for this has greatly increased because during the last ten years some of the previously accepted defects of organic polymers have come to be regarded as more serious than was originally thought. The most important of these is the inherent flammability of organic plastics. Incidents such as the Summerland disaster in the isle of Man on 2 August, 1973 have caused great concern about the safety of structures in which plastics are used extensively, and in many countries the ensuing legislation is already severely restricting the future use of plastics in public buildings and their furniture. This trend is certain to continue in spite of the development of more effective fire-retardant additives for plastics, which can only postpone the final issue, because no additive can alter the fact that once a fire has started, any organic polymer within range must in the last resort become a source of additional fuel. The use of many of the more effective fire-retardants can even be undesirable because plastics containing them are liable to evolve toxic fumes. A second drawback of organic plastics is their dependence on fossil carbon sources as raw materials.

While traditional materials like sand, cement, bricks and concrete will no doubt continue to be used for a long time to come, even if only because of the conservation of local authorities, the rising cost of the labour needed to process and form them on site will gradually compel the adoption of other, more highly mechanized methods of construction, and there will be an increasing demand for new inorganic structural materials that can be pre-formed like plastics. Factors such as these are going to bring about a renewed interest in processing inorganic polymers, and such an approach to the subject must also take account of existing materials.

For example, Hsieh has distinguished in this way between the polymeric and non-polymeric forms of arsenious oxide: arsenolite, a molecular crystal composed of  $As_4O_4$

units, loses weight at a constant rate while heated in a vacuum at 95°C; whereas claudetite, which is a high polymer made up of layers of  $\text{AsO}_3$  units sharing oxygen atoms, shows a time dependent rate of weight loss under similar conditions. The conclusion that claudetite is polymeric is confirmed in this instance by its high melt viscosity.

- 21- **Inorganic polymers containing organic substituents are -----.**
- 1) thermally stable
  - 2) resistive to oxidation
  - 3) susceptible to hydrolysis
  - 4) easier to produce cross-linked networks
- 22- **Two reasons to consider organic polymer as an inadequate material are -----.**
- 1) their flammability and shortage of oil
  - 2) difficult processing method and higher prices
  - 3) their low resistance to degradation and lower modulus
  - 4) their poor high temperature resistance and weaker properties
- 23- **The reasons which promote the use of inorganic polymers as structural materials are -----.**
- 1) easy processing and lower viscosities
  - 2) conservation of authorities and cost of labor
  - 3) cost of labour and ability of pre-forming them
  - 4) cheaper cost of these materials and their properties
- 24- **Cludetite is supposed to have polymeric structure because -----.**
- 1) it is made of  $\text{AsO}_3$  units
  - 2) it is made of long chains
  - 3) it has As-As links in its molecules
  - 4) it shows time-dependent rate of weight loss and high melt viscosity
- 25- **The use of inorganic polymers will be enhanced if -----.**
- 1) their properties are improved
  - 2) new forming techniques are introduced
  - 3) lowering cost of formation is possible
  - 4) their structural relationships are understood

### PASSAGE 3:

In the past, people were taught that plastics (unlike metals) do not conduct electricity. Hence, they can be used only as insulation around the copper/metal wires in household electrical cables.

The first conducting plastics were discovered accidentally at the Plastics Research Laboratory of BASF in Germany. They made polythiophene and polyphenylene and discovered that these polymers showed electrical conductivities of up to  $\sigma/1 \text{ S/cm}^{-1}$ .

Although metals are excellent conductors of electricity and widely available, they are not easy to fabricate into complex shapes at low cost. The opposite is true with thermoplastics: they are easily and inexpensively mouldable or extrudable into many shapes and sizes at low cost. Besides this, the specific weight of industrial standard plastics is about one-third the specific weight of corresponding metal materials. Hence,



plastics that conduct electricity are frequently desired for various applications in which the conductivity of metal is not required. Plastics can be formulated to have specific conductivity characteristics (from very low to very high conductivity) as necessary. Hence, conductive polymers and plastics are suitable for many different applications.

Polymers are highly desirable materials for construction applications. If some transfer of electrical charge is desired, modifications to the polymer must be made to increase conductivity. This has resulted in plastics which can be used in four distinct application categories of increasing conductivity.

- 26- Which of the following best describes the organization of the passage?
- 1) A study is described and its results are interpreted.
  - 2) A certain type of plastics is introduced and its applications are elaborated on.
  - 3) The history of the discovery of plastics is explained and their development is discussed.
  - 4) The past beliefs about conducting electricity are illustrated and then compared with the modern ones.
- 27- It can be inferred from the passage that the Plastics Research Laboratory of BASF-----.
- 1) did not originally intend to discover conductive plastics
  - 2) synthesized certain polymers to be used as insulation
  - 3) managed to increase electrical conductivities of two polymers by  $0.1 \text{ S/cm}^{-1}$
  - 4) employed conducting plastics in household electrical cables for the first time
- 28- According to paragraph 3, metals -----.
- 1) are easily molded into various shapes and sizes
  - 2) are not as good as thermoplastics at conducting electricity
  - 3) normally weigh four times more than thermoplastics
  - 4) are not cost-effective when complex shapes are required
- 29- It is stated in the passage that plastics can be modified to -----.
- 1) lose their fundamental characteristics
  - 2) be used as anti-static materials
  - 3) even have very high conductivity
  - 4) have the weight of metals
- 30- The paragraph following the passage most probably discusses -----.
- 1) polymers used for construction applications
  - 2) the discovery of plastics that conduct electricity
  - 3) application categories of plastics based on their conductivity
  - 4) a comparison between conductivity of plastics and that of metals

شیمی پلیمر و مهندسی پلیمریزاسیون:

- ۳۱- اگر دو ماکرو رادیکال در یک پلیمریزاسیون رادیکالی با هم برخورد کرده و یک زنجیر اشباع و یک زنجیر غیراشباع مرده بدهند، این اختتام چه نام دارد؟
- (۱) تسهیم مجدد (۲) ترکیب مجدد (۳) تسهیم نامتناسب (۴) ترکیب نامتناسب
- ۳۲- از هیدروژناسیون پلی ایزوپرن چه پلیمری حاصل می شود؟
- (۱) پلی پروپیلن (۲) پلی ایزوبوتن (۳) پلی اتیلن شاخه دار (۴) کوپلیمر یک در میان اتیلن، پروپیلن

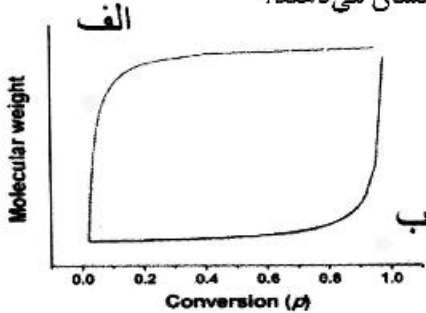
- ۳۳- در پلیمریزاسیون کئوردیناسیونی محل انجام واکنش کجاست؟  
 (۱) در محیط مونومر  
 (۲) روی سطح کاتالیست  
 (۳) سایت فعال مستقر روی سطح کاتالیست  
 (۴) رادیکال آزاد مستقر روی سطح کاتالیست
- ۳۴- در فرایند تولید کدام پلیمر تراکمی از یک باز جهت خروج محصول جانبی و رسیدن به وزن مولکولی بالا می‌توان استفاده کرد؟  
 (۱) پلی آمید  
 (۲) پلی استال  
 (۳) پلی یورتان  
 (۴) پلی سولفاید
- ۳۵- شرایط واکنش پلیمریزاسیون کاتیونی پلی ایزوبوتن کدام است؟  

$$\text{BF}_3\text{OH}^\ominus, \text{H}^\oplus + \text{CH}_2 = \text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{حلال}} \text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \oplus \text{BF}_3\text{OH}^\ominus$$
  
 (۱) محیط گاز خنثی و دمای  $-110^\circ\text{C}$   
 (۲) فشار متعارف و دمای  $120^\circ\text{C}$   
 (۳) دمای متعارف و فشار ۹ اتمسفر  
 (۴) دمای  $110^\circ\text{C}$  و فشار متعارف
- ۳۶- در پلیمریزاسیون آنیونی  $\alpha$ - متیل استایرن در حلال قطبی شرایط واکنش چگونه است؟  
 (۱) در دمای محیط به راحتی پلیمریزه می‌شود.  
 (۲) تحت خلاء و دمای محیط پلیمریزه می‌شود.  
 (۳) فقط در دمای بالا و فشار ۱۰ اتمسفر پلیمریزه می‌شود.  
 (۴) پلیمریزاسیون تعادلی است و فقط در دمای  $30^\circ\text{C}$  انجام می‌شود.
- ۳۷- روش‌های رایج شروع پلیمریزاسیون آنیونی مونومرهای حاوی پیوند دوگانه کدام است؟  
 (۱) استفاده از اسید لوئیس و هالوژن‌ها  
 (۲) استفاده از اسید پروتون دهنده و اسید لوئیس  
 (۳) استفاده از شروع‌کننده‌های هسته دوست و اسید پروتون دهنده  
 (۴) استفاده از شروع‌کننده‌های هسته دوست و مکانیسم انتقال الکترون
- ۳۸- برای تهیه پلیمری با انتهای حاوی گروه عاملی کربوکسیل کدام روش را پیشنهاد می‌کنید؟  
 (۱) استفاده از پلیمریزاسیون آنیونی و سپس واکنش با اکسید اتیلن  
 (۲) استفاده از پلیمریزاسیون آنیونی و سپس واکنش با دی اکسید کربن  
 (۳) استفاده از پلیمریزاسیون کاتیونی و سپس واکنش با دی اکسید کربن  
 (۴) استفاده از پلیمریزاسیون کاتیونی و سپس واکنش با دی اکسید اتیلن
- ۳۹- کدام عبارت در مورد پلیمریزاسیون‌های زنده درست است؟  
 (۱) رابطه درصد تبدیل با زمان خطی است و امکان تهیه کوپلیمر قطعه‌ای فراهم است.  
 (۲) رابطه وزن مولکولی با درصد تبدیل خطی است و امکان تهیه کوپلیمر قطعه‌ای فراهم است.  
 (۳) رابطه درصد تبدیل با زمان خطی است و امکان تهیه پلیمر با شاخص پراکندگی پایین فراهم است.  
 (۴) رابطه وزن مولکولی با زمان خطی است و امکان تهیه پلیمر با شاخص پراکندگی پایین فراهم است.
- ۴۰- برای انجام پلیمریزاسیون مرحله‌ای، در شرایط صنعتی، کدام گزینه صحیح است؟  
 (۱) پلیمریزاسیون در دمای بسیار بالا انجام شود.  
 (۲) وزن مولکولی پلیمر حاصل حداقل  $20 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  باشد.  
 (۳) وزن مولکولی پلیمر به اندازه‌ای باشد که پلیمر در محلول واکنش رسوب کند.  
 (۴) وزن مولکولی پلیمر حاصل باید حداقل بین  $50 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  الی  $100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  باشد.

۴۱- در یک واکنش پلیمریزاسیون مرحله‌ای اگر ثابت سرعت در غیاب کاتالیزور خارجی  $0.1 \text{ lit}(\text{min} \cdot \text{mol})^{-1}$  باشد و درجه تبدیل بعد از گذشت  $100 \text{ min}$  در شرایط استوکیومتری  $0.5$  باشد، میزان غلظت اولیه گروه‌های عاملی A کدام بوده است؟

- (۱)  $\sqrt{1/5}$  (۲)  $\sqrt{\frac{2}{3}}$  (۳)  $1/5$  (۴)  $\frac{2}{3}$

۴۲- در منحنی زیر نمودار (الف) و (ب) به ترتیب روند تشکیل کدام پلیمرها را نشان می‌دهند؟

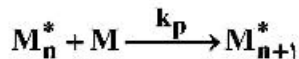
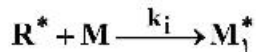
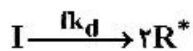


- (۱) کولار - کولار  
 (۲) کولار - متیل متاکریلات  
 (۳) متیل متاکریلات - کولار  
 (۴) متیل متاکریلات - متیل متاکریلات

۴۳- همان دوم نرمال نسبت به متوسط وزنی، وزن مولکولی در پلیمری با تابع توزیع لگاریتم نرمال، نسبت به متوسط Z وزن مولکولی حداکثر مرتبه چند است؟

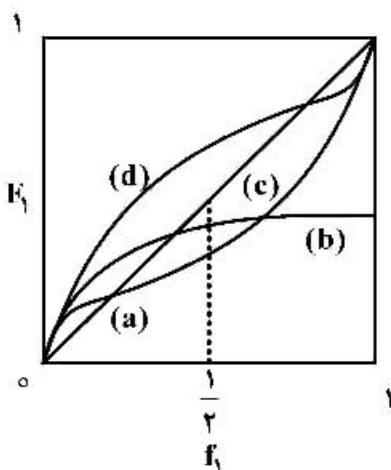
- (۱) نیم (۲) اول (۳) یک و نیم (۴) دوم

۴۴- اگر مکانیسم واکنش پلیمریزاسیون رادیکالی یک مونومر به صورت زیر باشد، در حالتی که شرایط شبه پایا حاکم است، غلظت رادیکال‌های آزاد کدام است؟



- (۱)  $\frac{2fk_d[I]}{k_t}$  (۲)  $\frac{2fk_d[I]}{k_{deact.}}$   
 (۳)  $\left(\frac{2fk_d[I]}{k_{deact.}}\right)^{\frac{1}{2}}$  (۴)  $\left(\frac{2fk_d[I]}{k_t}\right)^{\frac{1}{2}}$

۴۵- با توجه به منحنی‌های  $(f_1 - F_1)$  نشان داده شده، در یک واکنش کوپلیمریزاسیون زنجیره‌ای اگر در ابتدای واکنش نسبت مونومرها برابر باشد، در کدام حالت در انتهای واکنش تشکیل هموپلیمرهایی از مونومر اول را خواهیم داشت؟



- (۱) d  
 (۲) c  
 (۳) b  
 (۴) a



۴۶- در یک واکنش کوپلیمریزاسیون در صورتی که پایداری نسبی رزونانسی دو مونومر با هم برابر و قطبیت (e) مونومر اول ۲ برابر مونومر دوم باشد، حاصلضرب  $r_1 r_2$  کدام است؟

- (۱)  $\exp(-2e_1^2)$  (۲)  $\exp(-2e_2^2)$   
 (۳)  $\exp(-c_1^2)$  (۴)  $\exp(-c_2^2)$

۴۷- در یک واکنش پلیمریزاسیون مرحله‌ای در حضور مونومرهای چند عاملی و در شرایط استوکیومتری، اگر درجه تبدیل برابر ۵/۰ و عاملیت متوسط برابر ۳ باشد، مقدار شاخص پراکندگی پلیمر حاصل کدام است؟

- (۱) ۱/۳۷۵ (۲) ۱/۵ (۳) ۱/۶۲۵ (۴) ۲

۴۸- پلیمری با توزیع وزن مولکولی  $w_i = i^m \exp(-\alpha i)$  را در نظر بگیرید، در صورتی که  $\alpha$  عددی ثابت باشد و درجه پلیمریزاسیون به صورت پیوسته برای زنجیره‌ها تغییر کند، شاخص پراکندگی آن کدام است؟

- (۱) ۱/۵ (۲) ۲ (۳)  $\frac{m(m+1)}{\alpha^2}$  (۴)  $\frac{(m+1)!(m-1)!}{\alpha^{2(m-1)}}$

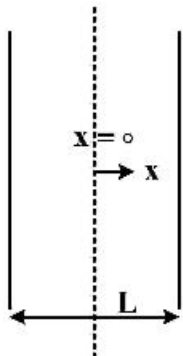
۴۹- متاکریلیک اسید و ۲-وینیل پیریدین در دمای  $70^\circ\text{C}$  کوپلیمریزه می‌شوند. مقادیر  $r_1, r_2$  به ترتیب ۵/۸ و ۱/۵۵ گزارش شده است. در محصولی که در مراحل اولیه تشکیل می‌شود، کدام مورد بیش تر است؟

- (۱) متاکریلیک اسید (۲) وینیل پیریدین  
 (۳) ترکیب درصد یکسان است. (۴) کوپلیمر اتفاقی است لذا نمی‌توان عبارت دقیقی بیان کرد.  
 ۵۰- در یک واکنش پلیمریزاسیون رادیکالی بدون حضور واکنش‌های انتقال، اگر  $\bar{X}_n = 1/47$  باشد، (v: طول زنجیره سنیتیکی)، چه درصدی از اختتام با واکنش‌های تسهیم انجام می‌شود؟

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۶ (۴) ۰/۸

ریاضیات مهندسی:

۵۱- یک صفحه به ضخامت L که در مقابل دو بعد دیگر کوچک است، در دمای اولیه  $T_i$  قرار دارد. سپس در محیطی قرار داده می‌شود که با محیطی با دما  $T_\infty$  و ضریب حرارت جابه‌جایی h تبادل گرمایی دارد. تابع مشخصه آن در حل با روش تفکیک متغیرها کدام است؟



- (۱)  $\cos \lambda_n x$   
 (۲)  $\cos \frac{n\pi x}{L}$   
 (۳)  $e^{-\lambda_n^2 t}$   
 (۴)  $\cos \frac{(2n+1)\pi x}{L}$

۵۲- دترمینان ماتریس  $\begin{bmatrix} A & 0 & 0 \\ 0 & A-1 & 0 \\ -1 & 3 & A+1 \end{bmatrix}$  برابر  $A^3 - 3$  است. مقدار A کدام است؟

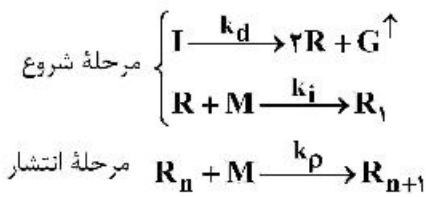
- (۱) -۳ (۲) ۱  
 (۳) ۲ (۴) ۳

۵۳- معادله دیفرانسیل بیان کننده توزیع دما در یک میله بلند کامپوزیت پلیمری گرما سخت (ترموست)، در حین فرایند پخت کدام است؟

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \dot{Q} \quad (2) \qquad \rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (1)$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) = 0 \quad (4) \qquad \rho c \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \dot{Q} = 0 \quad (3)$$

۵۴- موازنه ماده برای مونومر در پلیمریزاسیون رادیکال آزاد، با فرض ایزوترمال و حجم ثابت کدام مورد است؟ (سرعت تولید  $R_1$  مقدار ثابت  $a$  است.)



$$\frac{dM}{dt} = +a - k_p MR_n \quad (2) \qquad \frac{dM}{dt} = -a - k_p MR_n \quad (1)$$

$$\frac{dM}{dt} = +a - k_p M \sum_{n=1}^{\infty} R_n \quad (4) \qquad \frac{dM}{dt} = -a - k_p M \sum_{n=1}^{\infty} R_n \quad (3)$$

۵۵- معادله دیفرانسیل بیان کننده توزیع سرعت طولی در یک دای اکسترودر با فرض مستقل بودن تغییرات سرعت از جهت طولی ( $z$ ) کدام است؟

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial y} \right) \quad (2) \qquad -\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial y} \right) \quad (1)$$

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) \quad (4) \qquad -\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \eta \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) \quad (3)$$

۵۶- فرم گسسته معادله حاکمه انتقال حرارت در حالت یک بعدی، پایدار و بدون چشمه حرارتی برای دیواره مسطحی که ضریب انتقال حرارت هدایتی آن به صورت تابعی از مکان ( $k = a + bx$ ) می باشد، کدام است؟

$$a \frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{\Delta x^2} + b \frac{T_i - T_{i-1}}{\Delta x} = 0 \quad (1)$$

$$(a + bx_i) \frac{T_{i-1} - 2T_i + T_{i+1}}{\Delta x^2} + b \frac{T_{i+1} - T_i}{2\Delta x} = 0 \quad (2)$$

$$(a + bx_i) \frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{\Delta x^2} + b \frac{T_{i+1} - T_{i-1}}{2\Delta x} = 0 \quad (3)$$

$$(a + bx_{i+1}) \frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{\Delta x^2} + b \frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta x} = 0 \quad (4)$$



۵۷- در نظر است با روش حداقل مربعات،  $L \ln \eta = a_0 + a_1 L g \dot{\gamma} + a_2 T$  روی داده‌های جدول برازیده شود. عضو ردیف سوم ستون دوم ماتریس ضرایب  $(A_{ij})$  کدام است؟

$\dot{\gamma} \frac{1}{S}$	T °C	$\eta$ pa.s
۱	۲۰۰	۷۰۰۰
۱۰	۲۱۰	۶۰۰۰
۱۰۰	۲۲۰	۳۰۰۰

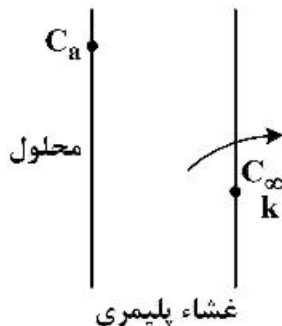
۳ (۴)

۱۱۰ (۳)

۶۵۰ (۲)

۲۴۱۰۰ (۱)

۵۸- یک حل شونده در وضعیت پایا از یک غشاء پلیمری نفوذ کرده و به محیطی با  $C_\infty$  و ضریب نفوذ فیلمی  $k$  می‌رود. اگر توزیع غلظت با روش تفاضل‌های محدود به دست آید و تعداد تقسیمات ۱۰ باشد، اعضای غیر صفر ردیف ۱۱ ماتریس ضرایب کدام است؟



$$A_{11,10} = 1, \quad A_{11,11} = 1 + \frac{k\Delta x}{D} \quad (۱)$$

$$A_{11,10} = -1, \quad A_{11,11} = 1 + \frac{k\Delta x}{D} \quad (۲)$$

$$A_{11,10} = -1, \quad A_{11,11} = -1 - \frac{k\Delta x}{D} \quad (۳)$$

$$A_{11,10} = 1, \quad A_{11,11} = -1 + \frac{k\Delta x}{D} \quad (۴)$$

۵۹- فرم تفاضل محدود معادله  $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$  در حالت Crank - Nicholson کدام است؟

$$\frac{T_{i,j+1} - T_{i,j}}{2\Delta t} = \alpha \frac{1}{\Delta x^2} \left[ (T_{i+1,j+1} - 2T_{i,j+1} + T_{i-1,j+1}) + (T_{i+1,j} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j}) \right] \quad (۱)$$

$$\frac{T_{i,j+1} - T_{i,j-1}}{2\Delta t} = \alpha \frac{1}{\Delta x^2} \left[ (T_{i+1,j+1} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j-1}) + (T_{i,j-1} - 2T_{i,j+1} + T_{i,j+1}) \right] \quad (۲)$$

$$\frac{T_{i,j+1} - T_{i,j-1}}{\Delta t} = \alpha \frac{1}{\Delta x^2} \left[ (T_{i-1,j+1} - 2T_{i,j+1} + T_{i-1,j+1}) + (T_{i+1,j} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j}) \right] \quad (۳)$$

$$\frac{T_{i,j+1} - T_{i,j}}{\Delta t} = \alpha \frac{1}{\Delta x^2} \left[ (T_{i+1,j+1} - 2T_{i,j+1} + T_{i-1,j+1}) + (T_{i+1,j} - 2T_{i,j} + T_{i-1,j}) \right] \quad (۴)$$

۶۰- معکوس لاپلاس تابع داده شده کدام است؟

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

$$e^{-t}(1 - \cos t) \quad (۲)$$

$$e^{-t}(1 - \sin t) \quad (۱)$$

$$e^{-t}(1 - \sin t - \cos t) \quad (۴)$$

$$e^{-t}(1 + \sin t + \cos t) \quad (۳)$$

۶۱- فاکتور انتگرال معادله دیفرانسیل  $\frac{dy}{dx} + \sin(x)y = 1$  کدام است؟

(۱)  $\exp\left(\int \sin(x) dx\right)$  (۲)  $\int \exp(\sin x) dx$

(۳)  $\int e^x \sin x dx$  (۴)  $\int \exp(x \sin x) dx$

۶۲- تابع بسل نوع سوم  $I_p(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2m}}{\Gamma^{2m+p} m!(m+p)!}$  داده شده است. حاصل عبارت  $\frac{dI_p(\alpha x)}{dx}$  کدام است؟

(۱)  $\alpha I_p(\alpha x) - x I_p(\alpha x)$  (۲)  $\alpha I_p(\alpha x) + x I_p(\alpha x)$

(۳)  $-\alpha I_p(\alpha x)$  (۴)  $\alpha I_p(\alpha x)$

۶۳- در ماتریس  $\begin{bmatrix} -2 & x \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$  برای این که مقدار مشخصه‌های ماتریس با هم مساوی شوند، مقدار  $x$  کدام است؟

$(\lambda_1 = \lambda_2)$

(۱) ۰ (۲) -۱ (۳)  $-\frac{1}{4}$  (۴)  $-\frac{3}{4}$

۶۴- در دستگاه معادلات دیفرانسیل مقابل، اینورنت دوم کدام است؟

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = -y_1 + y_2 + 2 \\ \frac{dy_2}{dt} = 2y_1 - 3y_2 + 5 \end{cases}$$

$t=0, y_1=0, y_2=1$

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) -۲

۶۵- در محاسبه ژاکوبین دستگاه مقابل، اگر  $J_{ij} = 0$  باشد، کدام عبارت صحیح است؟

$$\begin{cases} f_1(x_1, \dots, x_n) = 0 \\ \vdots \\ f_n(x_1, \dots, x_n) = 0 \end{cases}$$

(۱) مقدار ثابت است. (۲)  $f_i$  صفر است.

(۳)  $f_i$  تابع  $x_j$  نیست. (۴)  $f_i$  وجود ندارد.

تکنولوژی پلیمر (الاستومر، پلاستیک، کامپوزیت):

۶۶- یک نوار لاستیکی شبکه‌ای شده بر پایه کائوچوی طبیعی (NR) دارای مدول برشی  $G = 10^6 \text{ Pa}$  در دمای  $293 \text{ K}$  است. کدام گزینه مدول برشی را در دمای  $100^\circ \text{C}$  نشان می‌دهد؟

(۱)  $G_{100} \approx 1/3 \times 10^3 \text{ Pa}$  (۲)  $G_{100} \approx 1/3 \times 10^3 \text{ kPa}$

(۳)  $G_{100} \approx 1/3 \times 10^3 \text{ MPa}$  (۴)  $G_{100} \approx 2/5 \times 10^3 \text{ kPa}$



۶۷- یک آمیزه شبکه‌ای نشده، بر پایه الاستومر SBR تهیه شده است. مطالعه رفتار ویسکو الاستیک این آمیزه در محدوده کرنش کم (ناحیه خطی)، نشان می‌دهد که آمیزه از مقاومت الاستیک و ویسکوز به ترتیب  $10^9$  Pa و  $10^{11}$  Pa برخوردار است. آمیزه در زمان  $t = 0$  تحت کرنش ۱٪ قرار می‌گیرد. کدام گزینه زمان استهلاک تنش  $(\tau)$  و تنش باقی‌مانده  $(\delta)$  در آمیزه در لحظه  $30$  ثانیه بعد از اعمال کرنش را نشان می‌دهد؟

(۱)  $\delta(30) = 10^9 e^{-30/\tau}$  ,  $\tau = 50 \text{ sec}$       (۲)  $\delta(30) = 10^9 e^{-30/\tau}$  ,  $\tau = 100 \text{ sec}$

(۳)  $\delta(30) = 10^5 e^{-30/\tau}$  ,  $\tau = 100 \text{ sec}$       (۴)  $\delta(30) = 10^{11} e^{-30/\tau}$  ,  $\tau = 50 \text{ sec}$

۶۸- قطعه‌ای لاستیکی شبکه‌ای شده بر پایه الاستومر پلی‌کلروپرن و با دانسیته  $\rho = 1300 \text{ kg cm}^{-3}$  در دمای  $293 \text{ K}$  دارای مدول برشی  $G = 10^5 \text{ Pa}$  می‌باشد. کدام گزینه نشان‌دهنده متوسط تعداد  $(n_m)$  مونومر کلروپرن بین هر دو نقطه اتصال درون شبکه این قطعه است؟

عدد آووگادرو  $N_A = 6.022 \times 10^{26}$ ، ثابت بولتزمن  $K = 1.38 \times 10^{-23}$

(۱)  $n_m \approx 61$

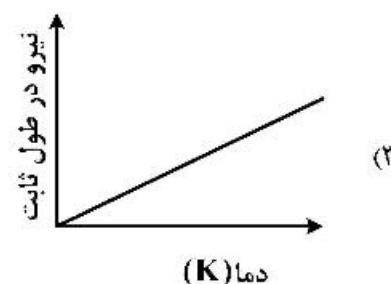
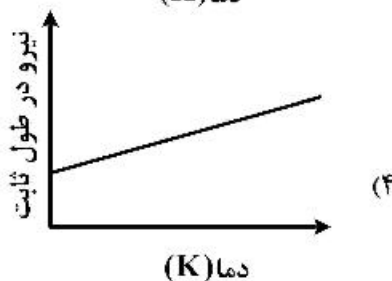
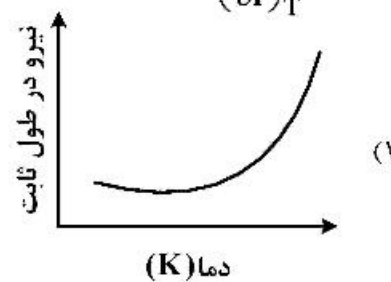
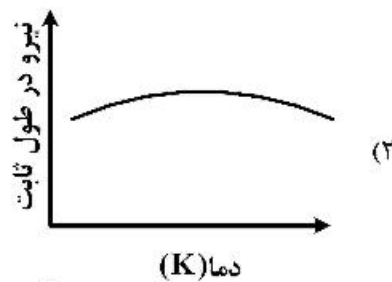
(۲)  $n_m \approx 100$

(۳)  $n_m \approx 122$

(۴)  $n_m \approx 244$

۶۹- یک قطعه لاستیکی شبکه‌ای شده تحت نیروی کشش  $(f)$  قرار داده شده است، تا به یک ازدیاد طولی معین  $(d_L)$  برسد. با توجه به منحنی‌های تغییرات نیرو-دما، در کدام حالت تغییرات انرژی داخلی  $\left(\frac{\partial u}{\partial l}\right)_T$  و تغییرات

آنتروپی  $\left(\frac{\partial s}{\partial l}\right)_T$  قطعه از تغییرات دما مستقل است؟



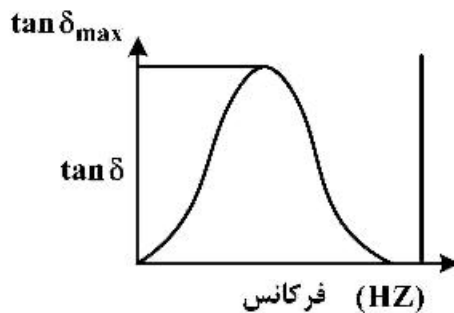
۷۰- ضریب حرارتی ولکانیزاسیون یک آمیزه خام لاستیکی ۱/۵ است. در دمای  $140^{\circ}\text{C}$  مدت زمان لازم برای رسیدن به پخت بهینه ( $t_{90}$ ) حدود ۹ دقیقه است. در صورتی که دمای پخت به  $160^{\circ}\text{C}$  افزایش یابد، زمان پخت معادل  $140^{\circ}\text{C}$  حدوداً چند دقیقه خواهد بود؟

- ۶ (۱)
- ۴ (۲)
- ۳ (۳)
- ۲ (۴)

۷۱- اگر در یک الاستومری رابطه کار و نسبت‌های کشش به صورت  $W = \frac{1}{\nu}GV(\lambda_x^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2 - 3)$  باشد، در یک تغییر فرم دوبعدی  $\lambda_x = \lambda_y = \lambda$  در جهت‌های x و y، رابطه تنش و نسبت‌های کشش کدام است؟ (G و V به ترتیب مدول برشی و حجم قطعه می‌باشند.)

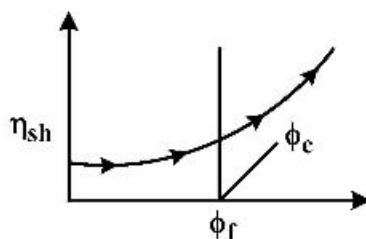
- $\sigma_x \neq \sigma_y$  (۱)
- $\sigma_x = \sigma_y = \Delta GV(\lambda - \lambda^{-2})$  (۲)
- $\sigma_x = \sigma_y = 2G\lambda(\lambda - \lambda^{-3})$  (۳)
- $\sigma_x = \sigma_y = 2G(\lambda - \lambda^{-5})$  (۴)

۷۲- قطعه‌ای لاستیکی ولکانیزه شده بر پایه کاتوجوی طبیعی (NR) با دانسیته اتصالات عرضی (CLD) معین در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  تحت یک میدان دینامیکی با دامنه کرنش ۲ درصد قرار داده شده است. تغییر پارامتر اتلاف ویسکوالاستیک ( $\tan \delta$ ) نسبت بر فرکانس میدان به صورت زیر به دست آمده است. افزایش دانسیته اتصالات عرضی باعث کدام مورد می‌شود؟



- (۱) انتقال  $\tan \delta_{\max}$  به فرکانس بالاتر - کاهش مانایی فشاری می‌شود.
- (۲) انتقال  $\tan \delta_{\max}$  به فرکانس کمتر - کاهش مانایی فشاری می‌شود.
- (۳) انتقال  $\tan \delta_{\max}$  به فرکانس کمتر - افزایش مانایی فشاری می‌شود.
- (۴) انتقال  $\tan \delta_{\max}$  به فرکانس بالاتر - افزایش مانایی فشاری می‌شود.

۷۳- آمیزه‌ای بر پایه الاستومر NBR و کربن بلاک (دوده) تهیه شده و تغییرات ویسکوزیته برشی آن نسبت به کسر حجمی دوده ( $\phi_f$ ) مورد مطالعه قرار داده شده است. کدام گزینه در مورد رفتار رئولوژیکی و تربولانس آمیزه حاوی کسر حجمی دوده بزرگ‌تر از  $\phi_c$  صحیح است؟



- (۱) رفتار سودوپلاست - نیرو بیشتر
- (۲) رفتار دیلاتانت - افزایش رفتار تربولانس
- (۳) رفتار سودوپلاست - کاهش رفتار تربولانس
- (۴) مقاومت آنتروپیک بیشتر همراه با رفتار شبه نیوتونی

۷۴- در کدام فرایند، ویسکوزیته کششی اهمیت کمتری دارد؟

- (۱) ترمو فرمینگ
- (۲) قالب‌گیری بادی
- (۳) قالب‌گیری تزریقی
- (۴) اکستروژن فیلم دمشی



۷۵- در یک اکسترودر تک پیچه در حالتی که هیچ خروجی وجود ندارد ( $Q = 0$ )، مقدار بیشینه فشار در قسمت سنجش ماریچ برای سیال نیوتنی و در حالت هم‌دما، کدام رابطه است؟

$$\Delta p_{\max} = \frac{6 V_{bz}}{H^2} \mu \frac{L}{\sin \varphi} \quad (1)$$

$$\Delta p_{\max} = \frac{6 V_{bz}}{H^2} \mu \frac{L}{\cos \varphi} \quad (2)$$

$$\Delta p_{\max} = \frac{6 V_{bx}}{H^2} \mu \frac{L}{\sin \varphi} \quad (3)$$

$$\Delta p_{\max} = \frac{6 V_{bx}}{H^2} \mu \frac{L}{\cos \varphi} \quad (4)$$

۷۶- میزان اتلاف انرژی (viscous dissipation) در جریان بین دو صفحه موازی که در آن جریان دراگ (drag) روبه جلو و جریان فشاری غیرهم‌جهت داریم، به چه عواملی بستگی دارد؟

$$(1) \text{ با } \mu \text{ و } v_o^2 \text{ و } \frac{q_p}{q_b} \text{ نسبت مستقیم دارد.}$$

(2) با ویسکوزیته و سرعت نسبت مستقیم دارد.

(3) با ویسکوزیته نسبت مستقیم و با مجذور سرعت نسبت عکس دارد.

$$(4) \text{ با } \mu \text{ و } \left( \frac{q_p}{q_d} \right)^2 \text{ و } v_o^2 \text{ نسبت مستقیم و با فاصله دو صفحه نسبت عکس دارد.}$$

۷۷- برای بهبود اختلاط در یک اکسترودر تک پیچه کدام روش‌ها را پیشنهاد می‌کنید؟

(1) افزایش دما - افزایش دور - افزایش دبی

(2) افزایش دور - افزایش جریان نشتی - کاهش نسبت تراکم

(3) افزایش دور پیچ - کاهش  $\frac{L}{D}$  - افزایش عمق کانال ناحیه سنجش

(4) افزایش نسبت  $\frac{L}{D}$  - افزایش نسبت تراکم - کاهش دور پیچ - افزایش قطر پیچ

۷۸- در قالب‌گیری تزریقی، در مورد افت فشار در طول راهگاه یک قالب تزریقی در شرایط دما ثابت ( $\Delta P_c$ ) و در شرایط آدیاباتیک ( $\Delta P_a$ )، کدام گزینه صحیح است؟

$$\Delta P_c = \Delta P_a \quad (1)$$

$$\Delta P_c > \Delta P_a \quad (2)$$

$$\Delta P_c < \Delta P_a \quad (3)$$

$$\Delta P_c = \frac{1}{2} \Delta P_a \quad (4)$$

۷۹- در فرایند تولید فیلم‌های دمشی چند لایه، حالت‌های تغییر شکل (State of deformation) لایه‌های مختلف نسبت به یکدیگر چگونه است؟

(1) در هر دو جهت هم‌کرنش (Iso Strain) هستند.

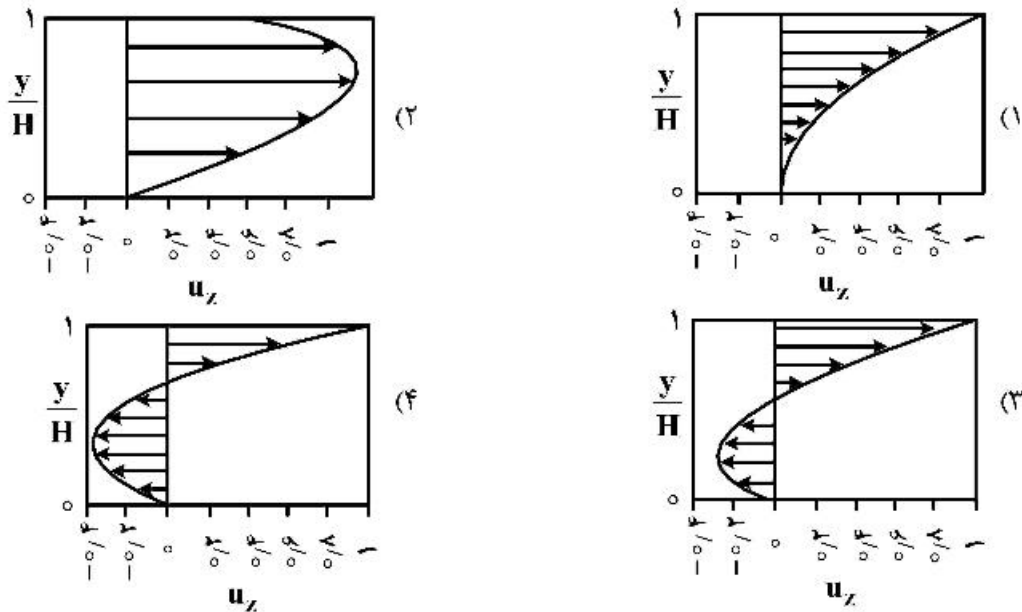
(2) در هر دو جهت هم‌تنش (Iso Stress) هستند.

(3) در جهت دمش هم‌تنش (Iso Stress) و در جهت کشش هم‌کرنش (Iso Strain) هستند.

(4) در جهت دمش هم‌کرنش (Iso Strain) و در جهت کشش هم‌تنش (Iso Stress) هستند.

۸۰- اگر در یک اکسترودر تک پیچ، جریان فشاری مثبت در ناحیه سنجش مذاب (metering)، وجود داشته باشد، کدام نمودار توزیع سرعت بدون بعد  $u_z$  (در جهت امتداد کانال) در ناحیه سنجش مذاب اکسترودر را نشان می‌دهد؟

$$u_z = \frac{v_z}{v_{bz}}$$



۸۱- در یک اکسترودر مجهز به یک دای استوانه‌ای، اگر دای این اکسترودر با یک دای استوانه‌ای دیگر که دارای نصف قطر دای قبلی است (با طول دای یکسان)، جایگزین شود و فشار انتهای اکسترودر ۱۰۰٪ افزایش پیدا کند، با انجام این جایگزینی، میزان شکست مذاب در محصول چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) تشدید می‌شود.
- ۲) کاهش می‌یابد.
- ۳) تغییر چندانی نمی‌کند.
- ۴) شکست مذاب، دیگر رخ نمی‌دهد.

۸۲- تک لایه‌ای متشکل از اپوکسی/الیاف شیشه تک جهته، با کسر حجمی الیاف ۵۰٪ موجود است. با توجه به اطلاعات داده شده، نسبت پواسون فرعی ( $\nu_{۲۱}$ ) کامپوزیت حدوداً چقدر است؟

ماده	مدول (GPa)	نسبت پواسون
الیاف	۷۰	۰/۳
اپوکسی	۴/۰	۰/۲

- ۱) ۰/۰۲
- ۲) ۰/۰۴
- ۳) ۰/۰۵
- ۴) ۰/۰۷

۸۳- در کدام فرایندها دو طرف قطعه کامپوزیتی تولیدشده صاف و صیقلی است؟

- ۱) فرایندهای پالترژن، VIP و رشته پیچی
- ۲) فرایندهای رشته پیچی، RTM و روش دستی
- ۳) فرایندهای RTM، افشاندن و روش دستی
- ۴) فرایندهای RTM، پالترژن و قالب‌گیری فشاری

۸۴- اعمال آهار (sizing) بر روی الیاف چه نقش اصلی در کامپوزیت تولیدشده از الیاف بازی می‌کند؟

- ۱) جلوگیری از تخریب محیطی الیاف می‌کند.
- ۲) باعث توزیع یکنواخت تنش در طول الیاف می‌شود.
- ۳) باعث افزایش استحکام لایه بین سطحی (interface) می‌شود.
- ۴) باعث کاهش void (حباب‌های باقی‌مانده) در کامپوزیت می‌شود.

- ۸۵- چرا در ساخت کامپوزیت‌ها توصیه می‌شود از الیاف با فیلامنت‌های با قطر کم استفاده شود؟
- (۱) کاهش نقص و سطح بالاتر  
(۲) آغشته شدن بهتر و استحکام بالاتر  
(۳) انعطاف‌پذیری بیشتر و آغشته شدن بهتر  
(۴) مدول بالاتر و ساخت الیاف راحت‌تر
- ۸۶- در مورد کامپوزیت‌های تقویت شده با الیاف بلند (میزان الیاف بالای کسر حجمی بحرانی)، با زیاد شدن کسر حجمی دو کمیت مدول و «کرنش در شکست» به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟
- (۱) زیاد - زیاد  
(۲) زیاد - بدون تغییر  
(۳) کم - زیاد  
(۴) کم - کم
- ۸۷- کدام الیاف خواص مکانیکی ناهمسان (anisotropic) از خود نشان می‌دهند؟
- (۱) الیاف آرامید و الیاف کربن  
(۲) الیاف شیشه و الیاف آرامید  
(۳) الیاف کربن و الیاف بُر  
(۴) الیاف بُر و الیاف شیشه
- ۸۸- در نظر است یک قطعه کامپوزیتی با چگالی  $\frac{1}{85} \frac{gr}{cm^3}$  با استفاده از یک رزین اپوکسی با چگالی  $\frac{1}{2} \frac{gr}{cm^3}$  و الیاف شیشه تک‌جهته با چگالی  $\frac{2}{5} \frac{gr}{cm^3}$  تولید شود. میزان الیاف شیشه مورد نیاز چند درصد است؟
- (۱) ۲۵ درصد حجمی الیاف  
(۲) ۴۵ درصد حجمی الیاف  
(۳) ۵۰ درصد حجمی الیاف  
(۴) ۵۵ درصد حجمی الیاف
- ۸۹- یک کامپوزیت الیاف بلند تک‌جهته که شامل ۲۰ درصد حجمی الیاف شیشه و ۱۰ درصد حجمی الیاف کربن و رزین اپوکسی است، در جهت الیاف تحت تنش قرار می‌گیرد. مقاومت کششی این کامپوزیت در جهت الیاف به کدام یک از پاسخ‌ها (برحسب مگاپاسکال) نزدیک است؟

	مدول (Gpa)	مقاومت کششی (MPa)
رزین اپوکسی	۳/۰	۵۲/۵
الیاف شیشه	۷۰	۷۰۰
الیاف کربن	۲۵۰	۷۰۰

- ۹۰- فرمولاسیون زیر برای اپوکسی مورد استفاده در ساخت کامپوزیتی، پیشنهاد شده است،
- (Epoxy Equivalent Weight (EEW) این فرمولاسیون (مخلوط) کدام است؟

$EEW = 200 \frac{g}{eq}$	۱۰۰ گرم رزین اپوکسی
$M_w = 160$	۲۰ گرم رقیق‌کننده فعال (دارای یک گروه اپوکسی در زنجیر)
$M_w = 150 \frac{g}{mol}$	۳۰ گرم رقیق‌کننده غیرفعال

- (۱) ۳۲۰  
(۲) ۲۴۰  
(۳) ۱۸۰  
(۴) ۱۲۰



## شیمی فیزیک پلیمرها و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها:

- ۹۱- کدام ویژگی پلیمر، بیشترین تأثیر را از تغییر جرم مولکولی پلیمر می‌پذیرد؟  
 (۱) دمای ذوب (۲) مدول یانگ (۳) گرانشی مذاب (۴) چقرمگی شکست
- ۹۲- شعاع ژیراسیون یک پلی‌استایرن با وزن مولکولی  $10^4 \times 10^5$  گرم بر مول و ضریب سختی  $(C_{\infty})$  را چند نانومتر تخمین می‌زنید؟  
 (۱)  $6/8$  (۲)  $8/7$  (۳)  $37/5$  (۴)  $75$
- ۹۳- افزایش طول پلیمر در ناحیه لاستیکی در اثر کشش عمدتاً از طریق کدام متغیر ترمودینامیکی موجب کاهش انرژی آزاد سامانه می‌شود؟  
 (۱) آنتروپی (۲) آنتالپی (۳) انرژی داخلی (۴) ترکیب آنتروپی و آنتالپی
- ۹۴- کدام گزینه در خصوص نسبت  $\frac{\bar{M}_n}{\bar{M}_w}$  در یک پلیمر پلی دیسپرس صحیح است؟  
 (۱)  $> 1$  (۲)  $= 0/3$  (۳)  $= 1$  (۴)  $< 1$
- ۹۵- در فرایند بلوری شدن پلیمرها، با کاهش دما از نقطه ذوب تعادلی به طرف  $T_g$ ، کدام مورد رخ می‌دهد؟  
 (۱) سرعت هسته‌گذاری کاهش و سرعت رشد ناشی از نفوذ زنجیره‌های پلیمری افزایش می‌یابد.  
 (۲) سرعت هسته‌گذاری افزایش و سرعت رشد ناشی از نفوذ زنجیره‌های پلیمری کاهش می‌یابد.  
 (۳) سرعت هسته‌گذاری افزایش و در نتیجه سرعت رشد ناشی از نفوذ زنجیره‌های پلیمری نیز افزایش می‌یابد.  
 (۴) سرعت هسته‌گذاری کاهش و در نتیجه سرعت رشد ناشی از نفوذ زنجیره‌های پلیمری نیز کاهش می‌یابد.
- ۹۶- رابطه نظم محوری زنجیر، نظم شعاعی زنجیر و ضریب انکسار مضاعف یک پلیمر کدام است؟  
 (۱) نظم محوری زنجیر پیش درآمد نظم شعاعی و توسعه ضریب انکسار مضاعف در پلیمر است.  
 (۲) نظم محوری و نظم شعاعی زنجیر پیش درآمد توسعه ضریب انکسار مضاعف در پلیمر است.  
 (۳) نظم محوری زنجیر پیش درآمد توسعه ضریب انکسار مضاعف و نظم شعاعی پلیمر هستند.  
 (۴) نظم محوری زنجیر منشاء توسعه ضریب انکسار مضاعف و هر دو پیش درآمد نظم شعاعی هستند.
- ۹۷- افزایش درصد بلورینگی یک پلیمر و ضخیم‌تر شدن اندازه بلور، به ترتیب چه تأثیری بر دمای ذوب پلیمر دارد؟  
 (۱) افزایش می‌یابد - بی‌تأثیر است.  
 (۲) کاهش می‌یابد - بی‌تأثیر است.  
 (۳) بی‌تأثیر است - افزایش می‌یابد.  
 (۴) بی‌تأثیر است - کاهش می‌یابد.
- ۹۸- از برابر بودن مشخصه حلالیت یک زوج پلیمر و حلال، کدام استنتاج به واقعیت نزدیک‌تر است؟  
 (۱)  $\Delta S$  و  $\Delta G$  مثبت هستند.  
 (۲)  $\Delta H = 0$  و  $\Delta G$  مثبت است.  
 (۳)  $\Delta H = 0$  و  $\Delta G$  منفی است.  
 (۴)  $\Delta S$  منفی و  $\Delta G$  مثبت هستند.
- ۹۹- نمودار فازی یک محلول پلیمری به صورت UCST است. با افزایش وزن مولکولی پلیمر، دمای بحرانی  $(T_c)$  و غلظت بحرانی پلیمر  $(\phi_{pc})$ ، نمودار فازی به ترتیب چگونه تغییر خواهد کرد؟  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش
- ۱۰۰- اختلاف نسبت مشخصه زنجیر پلیمرهای هیدروکربنی به کدام مشخصه قابل استناد است؟  
 (۱) زاویه بین اتصالات کربن-کربن  
 (۲) زاویه بین گروه‌های اتمی متصل به کربن‌های متوالی  
 (۳) زاویه هر اتصال کربن-کربن با خط واصل دو سر زنجیر  
 (۴) زاویه بین هر اتصال کربن با صفحه دو اتصال کربن قبلی

۱۰۱- برای مواد ایزوتروپ، بین مدول کششی (E)، مدول برشی (G) و مدول توده (k)، کدام رابطه برقرار است؟

$$G = \frac{9Ek}{2k + E} \quad (1)$$

$$E = \frac{9Gk}{2k + G} \quad (2)$$

$$G = \frac{9Ek}{2E + k} \quad (3)$$

$$E = \frac{9Gk}{2G + k} \quad (4)$$

۱۰۲- دمای قله اتلاف در فرکانس ۱ Hz برای پلیمری در ۲۵°C دیده می‌شود. اگر فرکانس آزمون ۱۰ برابر شود، قله

اتلاف به دمای ۳۶°C منتقل خواهد شد. انرژی فعال‌سازی لازم برای این انتقال چند  $\frac{kJ}{mol}$  است؟

(ثابت گازها را  $\frac{8.314}{mol.K}$  فرض نمایید.)

۷۰ (۱)

۱۱۲ (۲)

۱۶۰ (۳)

۲۱۰ (۴)

۱۰۳- با در نظر گرفتن مدل ماکسول، چنانچه مدول فنر افزایش یابد، کدام مورد صحیح است؟

(۱) رفتار مدل ویسکوزتر می‌شود.

(۲) رفتار مدل شکننده‌تر می‌شود.

(۳) رفتار مدل الاستیک‌تر می‌شود.

(۴) رابطه‌ای بین مدول فنر در مدل و رفتار وجود ندارد.

۱۰۴- در شکل زیر میله پلیمری A در بین دو دیواره صلب به صورت تماس کامل و جذب قرار گرفته است. اگر قرار به

فقط در نظر گرفتن خواص حرارتی آن باشد، کدام یک از مواد پلیمری ذیل حداکثر تنش را در میله و دیواره‌ها

ایجاد می‌کند؟

ABS (۱)

PVC (۲)

EPOXY (۳)

PTFE (۴)

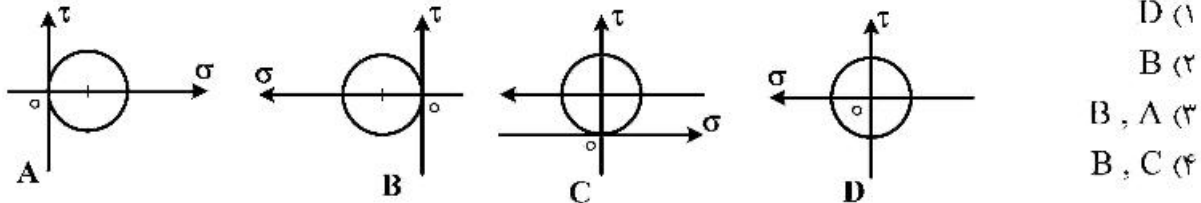


ماده	ضریب انبساط حرارتی $\mu m / m / C^{\circ}$
ABS	۹۰
EPOXY	۶۰
PVC	۶۰
PTFE	۱۴۰

۱۰۵- برای پلیمرهای نیمه بلورین **annealing** و **quenching** به ترتیب چه اثری بر پیک  $\alpha$  در نمودار  $\tan \delta$  (اتلاف) بر حسب دما دارد؟

- (۱) اولی سبب کاهش دمای پیک  $\alpha$  و دومی سبب افزایش دمای پیک  $\alpha$  می‌شود.
- (۲) اولی سبب افزایش دمای پیک  $\alpha$  و دومی سبب کاهش دمای پیک  $\alpha$  می‌گردد.
- (۳) هر دو سبب می‌شود پیک  $\alpha$  به دماهای بالاتر برود.
- (۴) تأثیری ندارد.

۱۰۶- در شکل زیر (دایره‌های مور) کدام حالت وضعیت تنش خالص برشی را نشان می‌دهد؟



۱۰۷- برای عنصر ماکسول که تحت کرنش‌های سینوسی قرار گرفته است، کدام رابطه درست است؟

$$G''(\omega) = \frac{G\tau}{1 + \omega^2\tau^2}, G'(\omega) = \frac{G\omega\tau^2}{1 + \omega^2\tau^2} \quad (۱)$$

$$G''(\omega) = \frac{G\omega\tau}{1 + \omega^2\tau^2}, G'(\omega) = \frac{G\omega^2\tau^2}{1 + \omega^2\tau^2} \quad (۲)$$

$$G''(\omega) = \frac{G\omega\tau}{1 - \omega^2\tau^2}, G'(\omega) = \frac{G\omega\tau^2}{1 - \omega^2\tau^2} \quad (۳)$$

$$G''(\omega) = \frac{G\omega^2\tau}{1 - \omega^2\tau^2}, G'(\omega) = \frac{G\omega^2}{1 + \omega^2\tau^2} \quad (۴)$$

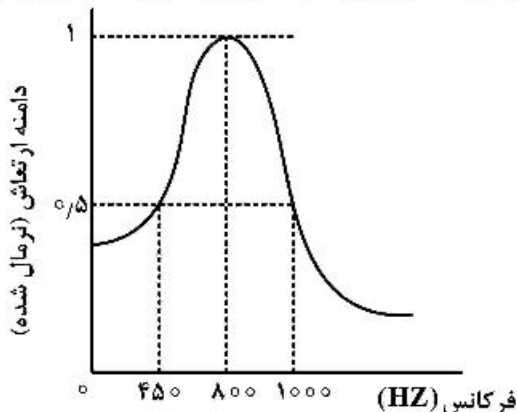
۱۰۸- ضریب اتلاف یک پلیمر را یک‌بار با استفاده از ضریب  $\psi$  و بار دیگر با استفاده از ضریب  $\Delta$  محاسبه نموده‌ایم.

نسبت  $\frac{\psi}{\Delta}$  کدام است؟

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

۱۰۹- از آزمون تشدید اجباری (**forced resonance vibration**) انجام شده بر روی نمونه‌ای پلیمری نمودار زیر

به دست آمده است. مقدار اتلاف این نمونه تقریباً چقدر است؟





۱۱۰- از نظر تئوری افزایش  $T_g$  یک پلیمر با افزایش فشار برابر با نسبت کدام مورد است؟

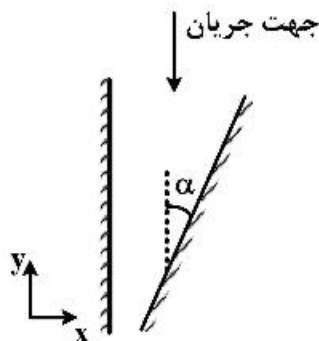
- (۱) حجم آزاد به قابلیت انقباض  
 (۲) ضریب انبساط حرارتی به قابلیت انقباض  
 (۳) قابلیت انقباض به ضریب انبساط حرارتی  
 (۴) انعطاف پذیری زنجیر به قابلیت انقباض پلیمر

پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت، انتقال جرم):

۱۱۱- در یک جامد کاملاً الاستیک، رابطه تنش و کرنش کدام است؟

- (۱)  $\sigma(t) = \eta \cdot \gamma$   
 (۲)  $\sigma(t) = G \cdot \gamma(t)$   
 (۳)  $\sigma(t) = \eta \cdot \dot{\gamma}(t)$   
 (۴)  $\sigma(t) = G(t) \cdot \gamma(t)$

۱۱۲- کدام گزینه نشان دهنده مؤلفه‌های سرعت برای جریان مذاب پلیمری بین دو صفحه ناموازی مطابق شکل است؟



(زاویه  $\alpha$  قابل صرف نظر کردن نیست.)

- (۱)  $v_y(x, y), v_x = 0$   
 (۲)  $v_x(x), v_y(x, y)$   
 (۳)  $v_y(x, y), v_x(x, y)$   
 (۴)  $v_y(x, y), v_x(y)$

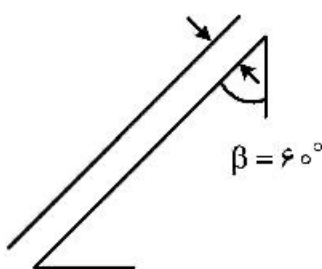
۱۱۳- اندازه تنسور سرعت تغییر شکل ( $\dot{\gamma}$ ) برای تساوی زیر کدام است؟

$$\dot{\gamma} = \begin{bmatrix} 0 & \dot{\gamma} & \dot{\gamma} \\ \dot{\gamma} & 0 & \dot{\gamma} \\ \dot{\gamma} & \dot{\gamma} & 0 \end{bmatrix}$$

- (۱)  $2\dot{\gamma}$       (۲)  $3\dot{\gamma}$       (۳)  $\dot{\gamma}\sqrt{2}$       (۴)  $\dot{\gamma}\sqrt{3}$

۱۱۴- قرار است که از یک رنگ با رفتار بینگهام پلاستیک و با مشخصات زیر، بر روی یک سطح شیب‌دار مطابق شکل استفاده

گردد. چنانچه ضخامت فیلم حاصل بر روی سطح ۱ میلی‌متر باشد، در این خصوص کدام مورد صحیح است؟



$$P = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\tau_y = 25 \text{ Pa}$$

$$\mu_p = 1 \times 10^4 \text{ Pas}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- (۱) فیلم شره می‌کند درحالی‌که بخشی از ضخامت فیلم دچار تغییر فرم نمی‌شود.  
 (۲) فیلم شره می‌کند در حالی‌که تمام ضخامت فیلم دچار تغییر فرم می‌شود.  
 (۳) فقط قسمتی از فیلم شره نمی‌کند.  
 (۴) فیلم شره نمی‌کند.

۱۱۵- وقتی یک سیال غیرنیوتنی از میان دو صفحه موازی عبور نماید، سرعت ماکزیمم برای پروفایل سرعت سیال با کدام رابطه به دست می آید؟ (m و n ثوابت پاور لار)

$$V_{max} = \frac{n\Delta p^{\frac{1}{n}}}{2m^n(n+1)L^n} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (۲)$$

$$V_{max} = \frac{n\Delta p^{\frac{1}{n}}}{m^n(n+1)L^n} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (۱)$$

$$V_{max} = \frac{(n+1)\Delta p^{\frac{1}{n}}}{m^n n L^{\frac{1}{n}}} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (۴)$$

$$V_{max} = \frac{(n+1)\Delta p^{\frac{1}{n}}}{2m^{\frac{1}{n}} n L^{\frac{1}{n}}} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (۳)$$

۱۱۶- در یک استوانه شیشه‌ای، سیال با تنش تسلیم  $\tau_y$  قرار دارد. اگر دانسیته سیال  $\frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ ، شتاب جاذبه

و قطر ظرف  $\frac{10 \text{ m}^2}{s}$  باشد، تنش تسلیم چند Pa است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱) ۲۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۶۰۰

۱۱۷- در جریان آرام داخل لوله با شرایط دما ثابت برای لوله، اگر سرعت ۴ برابر و قطر نصف شود و جریان همچنان آرام باقی بماند، ضریب جابه‌جایی گرمایی چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱)  $\frac{1}{8}$  برابر می‌شود. (۲) نصف می‌گردد.  
 (۳) ۲ برابر می‌شود. (۴) ۸ برابر می‌شود.

۱۱۸- به دیواری در دمای  $T_0$  پره‌ای به طول L با سطح مقطع A و محیط P و ضریب رسانش گرمایی k متصل است. در طول میله، حرارت با آهنگ یکنواخت  $\dot{q}$  تولید می‌شود. دمای سیال همجوار  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت h است. اگر ضریب نشر تابشی سطح میله  $\epsilon$  باشد، معادله دیفرانسیل توزیع دما در طول میله کدام است؟

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{kA}(T_\infty - T) - \frac{\sigma\epsilon}{kA}(T^4 - T_\infty^4) + \frac{\dot{q}}{k} = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{kA}(T_\infty - T) - \frac{\sigma\epsilon P}{kA}(T^4 - T_\infty^4) + \frac{\dot{q}}{kA} = 0 \quad (۲)$$

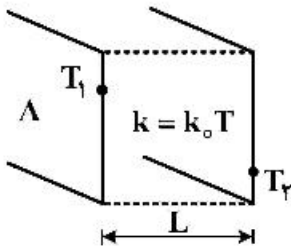
$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{kA}(T - T_\infty) - \frac{\sigma\epsilon P}{kA}(T^4 - T_\infty^4) + \frac{\dot{q}}{k} = 0 \quad (۳)$$

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{kA}(T - T_\infty) - \frac{\sigma\epsilon P}{2kA}(T^4 - T_\infty^4) + \frac{\dot{q}}{k} = 0 \quad (۴)$$

۱۱۹- سدیم مذاب با دمای  $T_\infty$  از روی سطحی با دمای  $T_s > T_\infty$  عبور می‌کند. در این صورت لایه مرزی حرارتی ..... لایه مرزی هیدرودینامیکی و نفوذ حرارت ..... از نفوذ ممنوم است.

- (۱) بالای، بیشتر (۲) بالای، کمتر  
 (۳) پایین، بیشتر (۴) پایین، کمتر

۱۲۰- دیوار تختی مشابه شکل زیر در شرایط پایدار (دائم) و بدون تولید انرژی مفروض است. اگر ضریب هدایت حرارتی دیوار از رابطه  $k = k_0 T$  (مقدار ثابت) پیروی کند، مقاومت حرارتی دیوار کدام است؟



$$R = \frac{L}{k_0 A} \quad (۱)$$

$$R = \frac{L}{k_0 T_1 A} \quad (۲)$$

$$R = \frac{L}{k_0 A (T_1 - T_2)} \quad (۳)$$

$$R = \frac{2L}{k_0 A (T_1 + T_2)} \quad (۴)$$

۱۲۱- یک سیم برق به قطر  $2R$  و ضریب هدایت حرارتی  $k$  که در آن حرارت با نرخ  $\dot{q}$  تولید می‌شود، در مجاورت هوا با دمای  $T_\infty$  و ضریب جابه‌جایی  $h$  قرار دارد. درجه حرارت سطح سیم کدام است؟

$$T_\infty + \frac{\dot{q}R}{2h} \quad (۱)$$

$$-T_\infty + \frac{2\dot{q}R}{h} \quad (۲)$$

۱۲۲- در انتقال حرارت در جامدات بدون تولید حرارت در جسم، در کدام شرایط تساوی ذیل برقرار است؟

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = (\nabla \cdot k \nabla T) = k \nabla^2 T$$

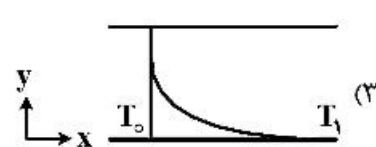
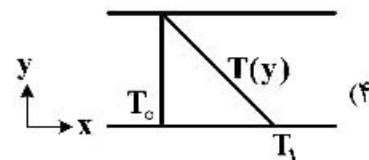
(۱) ضریب رسانندگی گرمایی مستقل از دما و مکان باشد.

(۲) ضریب رسانندگی گرمایی مستقل از دما باشد.

(۳) رسانش پایا در جامدات باشد.

(۴) گرادیان  $k$  ثابت باشد.

۱۲۳- فضای بین دو تیغه جامد از سیال ساکن پر شده است. در لحظه اول دمای دو تیغه برابر  $T_0$  است. به‌طور ناگهانی دمای تیغه پایینی به  $T_1$  افزایش می‌یابد. توزیع دمای حالت پایا بین دو تیغه چگونه است؟ (تولید حرارت در سامانه نداریم).





۱۲۴- یک ذره کروی را در نظر بگیرید که داخل آن یک واکنش درجه صفر رخ می‌دهد. در این واکنش فقط ماده A شرکت می‌کند. غلظت A در  $r = R$  به گونه‌ای در  $C_R$  ثابت نگهداشته می‌شود. توزیع غلظت در داخل کره

$(C_A(r) - C_R)$  کدام است؟

$$\frac{-k(R-r)}{2D_{AB}} \quad (1)$$

$$\frac{-k(R^2 - r^2)}{2D_{AB}} \quad (2)$$

$$\frac{-k(R-r)}{6D_{AB}} \quad (3)$$

$$\frac{-k(R^2 - r^2)}{6D_{AB}} \quad (4)$$

۱۲۵- یک راکتور کانالیستی از دو صفحه عریض کاتالیست به فاصله  $2l$  ساخته شده است. جریانی از سیال با سرعت ثابت  $v$  از میان آن عبور کرده (جهت  $x$ )، ماده واکنش‌کننده (A) به سطح دو صفحه نفوذ کرده (جهت  $y$ ) و طی واکنش درجه اول بازگشت‌ناپذیر روی آن تجزیه می‌شود (R). معادله پیوستگی ساده شده برای این سیستم کدام است؟

$$v_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \quad (1)$$

$$v_x \frac{\partial C_A}{\partial y} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \quad (2)$$

$$v_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + R_A \quad (3)$$

$$v_x \frac{\partial C_A}{\partial y} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + R_A \quad (4)$$

۱۲۶- در نقطه‌ای از انتقال جرم، ارتباط بین ضریب جمعی انتقال جرم و ضرایب موضعی دو فاز به صورت زیر در آمده است. در این خصوص کدام گزینه صحیح است؟

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{1}{k_x}$$

(۱) مقاومت‌ها در مقابل انتقال جرم در دو فاز یکسان تقسیم شده‌اند.

(۲) حالت  $N_A + N_B = 0$  در انتقال جرم وجود داشته است.

(۳) جزء مولی هر دو فاز در تعادل با یکدیگر مساویند.

(۴) ضرایب انتقال جرم موضعی با یکدیگر مساویند.

۱۲۷- مخلوط  $80 \text{ mol} \%$  هلیوم و  $20 \text{ mol} \%$  هیدروژن موجود است. سرعت خطی هلیوم  $2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  و هیدروژن  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

است. سرعت متوسط مولی مخلوط چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  و به کدام سمت است؟ (جهت مثبت سمت راست است).

(۱)  $2/6$  به چپ

(۲)  $2/6$  به راست

(۳)  $5/6$  به چپ

(۴)  $5/6$  به راست

۱۲۸- از روی صفحه‌ای از جنس ماده A سیالی جریان دارد. در صورتی که در فاصله یک متری از لبه صفحه، اعداد رینولدز

(Re) و اشمیت (Sc) به ترتیب معادل  $10^6$  و  $10^3$  باشد، ضریب انتقال جرم متوسط چند  $\frac{m}{s}$  است؟

$$(D_{AB} = 2 \times 10^{-7} \frac{m^2}{s})$$

(۱)  $1,33 \times 10^{-2}$

(۲)  $1,33 \times 10^{-4}$

(۳)  $2,66 \times 10^{-3}$

(۴)  $2,66 \times 10^{-4}$

۱۲۹- نیروی محرکه در انتقال جرم کدام است؟

(۱) اختلاف فشار

(۲) اختلاف غلظت

(۳) اختلاف درجه حرارت

(۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی

۱۳۰- ارتباط ضریب نفوذ مولکولی در مایعات ( $D_{AB}$ ) با دما (T)، ویسکوزیته محیط مایع ( $\mu$ ) و فشار (P)، چگونه است؟

(۱)  $\frac{T}{\mu}$

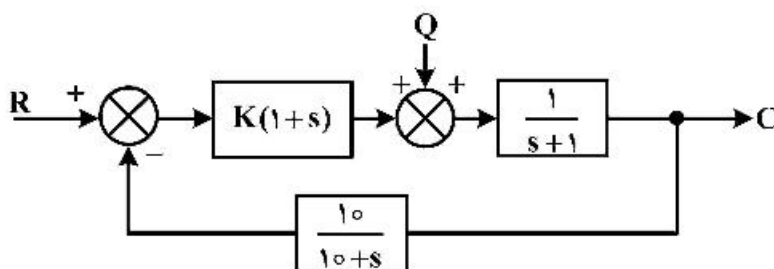
(۲)  $\frac{T}{\mu^2}$

(۳)  $\frac{T^2}{\mu}$

(۴)  $\frac{T^2}{P \cdot \mu}$

کنترل فرایندهای پلیمری و مکانیک سیالات:

۱۳۱- برای نمودار جعبه‌ای نشان داده شده از یک سیستم تحت کنترل، مقدار K برای آنکه میزان خطای حالت ماندگار برای تغییر پله به میزان ۲ واحد در میزان بار (Q) برابر با ۱/۵ گردد، کدام است؟



(۱) ۹

(۲) ۱۸

(۳) ۱۹

(۴) برای این سیستم خطای حالت ماندگار برابر صفر است.

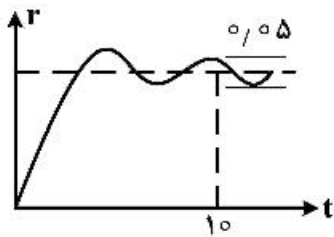
۱۳۲- تابع حلقه باز یک سیستم به صورت زیر است. نقطه ورود مکان هندسی ریشه‌ها به محور حقیقی برای این سیستم

$$G_{op}(s) = \frac{k(s+1)}{s^2 + 2s + 2}$$

کدام است؟

- (۱) -۳
- (۲) -۲
- (۳) -۱
- (۴) ۰

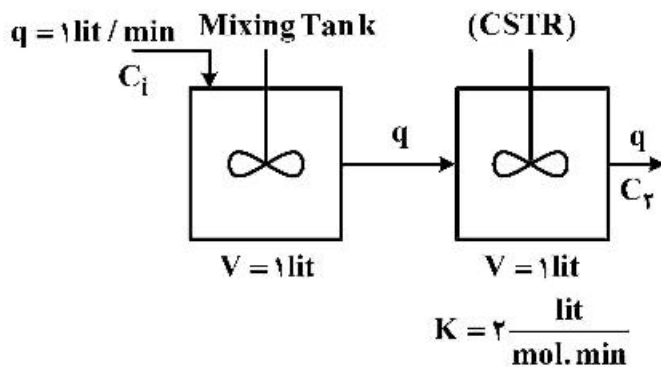
۱۳۳- پاسخ پله واحد یک سیستم با ثابت زمانی ۱ در شکل نشان داده شده است. کدام گزینه ضریب میرایی آن را نشان می‌دهد؟



- (۱)  $\zeta = \sqrt{0.3}$
- (۲)  $\zeta = 0.59$
- (۳)  $\zeta = 0.3$
- (۴)  $\zeta = 0.6$

۱۳۴- برای سیستم متشکل از یک تانک اختلاط و یک راکتور واکنشی همزن دار پیوسته (CSTR)، که در آن واکنش

درجه اول انجام می‌شود و به صورت متوالی نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند، تابع تبدیل  $\frac{C_r(s)}{C_i(s)}$  کدام است؟



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

۱۳۵- اگر سیستم زیر با یک سیستم درجه دوم و زمان مرده تقریب زده شود، مقدار بهره آن کدام است؟

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

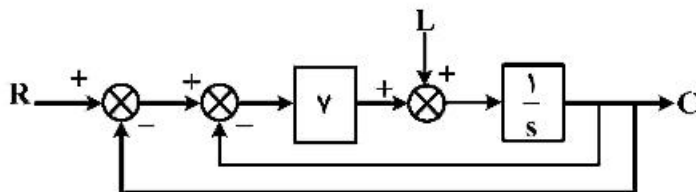
(۴) ۴

(۳) ۲

(۲) ۰.۵

(۱) ۰.۲۵

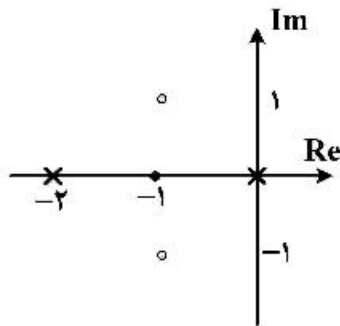
۱۳۶- تابع تبدیل  $\frac{C}{L}$  کدام است؟



- (۱)  $\frac{1}{s+\gamma}$
- (۲)  $\frac{1}{s+\lambda}$
- (۳)  $\frac{1}{\gamma s+1}$
- (۴)  $\frac{1}{\lambda s+1}$

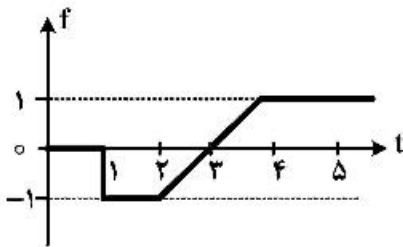


۱۳۷- زاویه ورود مکان ریشه‌ها به صفر  $z + 1 = 0$  کدام است؟



- (۱)
- (۲)
- (۳)
- (۴)

۱۳۸- ضابطه  $F(s)$  متناظر با شکل، کدام مورد است؟



- (۱)  $\frac{e^{-s} - e^{-2s}}{s} - \frac{e^{-2s}}{s^2} + \frac{e^{-4s}}{s^2}$
- (۲)  $\frac{e^{-s}}{s} - \frac{e^{-2s}}{s} - \frac{e^{-4s}}{s}$
- (۳)  $-\frac{e^{-s}}{s} + \frac{e^{-2s}}{s^2} - \frac{e^{-4s}}{s^2}$
- (۴)  $-\frac{e^{-s}}{s} + \frac{e^{-2s}}{s} - \frac{e^{-4s}}{s^2}$

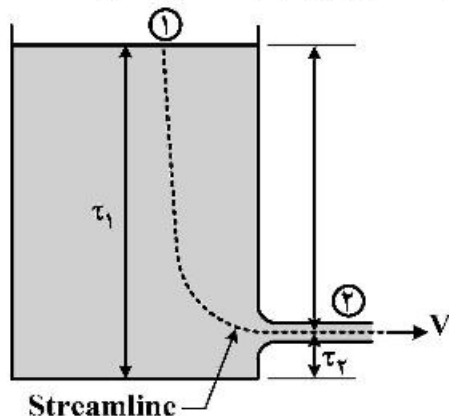
۱۳۹- برای سیستم  $G = \frac{1}{(s^2 + 4s + 5)(s + 1)}$  در نمودار Bode شیب خط مماس در  $\omega \rightarrow \infty$  کدام است؟

- (۱) -۱
- (۲) -۲
- (۳) -۲/۵
- (۴) -۳

۱۴۰- نسبت دامنه‌های کنترل کننده PID،  $G_c = 1 + \frac{1}{2s} + 2s$  در  $w = 1$  کدام مورد است؟

- (۱)  $\sqrt{3/25}$
- (۲)  $\sqrt{7/25}$
- (۳)  $3/5$
- (۴) ۱

۱۴۱- تانک روباز شکل زیر با آب پر شده است و از دریچه انتهایی تانک تخلیه می‌شود. ارتفاع سطح آزاد آب ۱۰ متر بالای محل تخلیه تانک است. تخلیه به فشار اتمسفر انجام می‌شود. سرعت خروجی آب چند متر بر ثانیه است؟



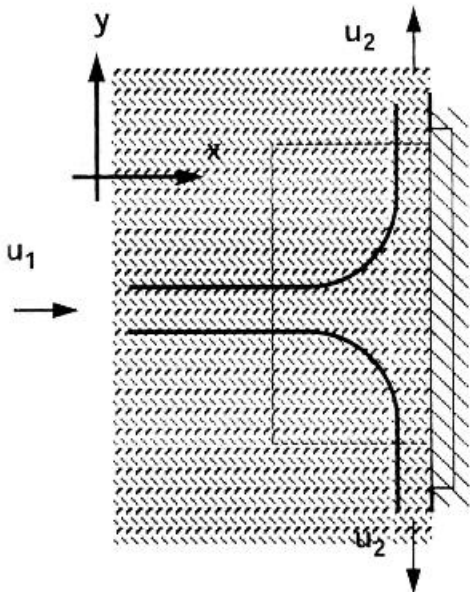
- (۱)  $g = 10 \frac{m}{s^2}$
- (۲)  $200$
- (۳)  $10\sqrt{2}$
- (۴)  $20\sqrt{2}$
- (۵)  $100\sqrt{2}$

۱۴۲- کدام مورد در خصوص مرکز شناوری جسم صحیح است؟

- ۱) اگر مرکز شناوری جسم بالاتر از مرکز جرم جسم باشد، جسم شناور همواره پایدار خواهد بود.
- ۲) اگر مرکز شناوری جسم پایین تر از مرکز جرم جسم باشد، جسم شناور همواره پایدار خواهد بود.
- ۳) اگر مرکز شناوری جسم منطبق بر مرکز جرم جسم باشد، جسم شناور همواره ناپایدار خواهد بود.
- ۴) اگر مرکز شناوری جسم پایین تر از مرکز جرم جسم باشد، جسم شناور همواره ناپایدار خواهد بود.

۱۴۳- در شکل زیر یک جت آب به قطر  $20\text{ mm}$  به صفحه‌ای که عمود بر محور جت قرار داده شده است، برخورد می‌کند.

نیروی عمودی وارده بر صفحه  $1600\text{ N}$  اندازه‌گیری شده است. دبی آب خروجی چند مترمکعب بر ثانیه است؟ ( $\pi = 3$ )



۱)  $0.00018$

۲)  $0.00036$

۳)  $0.013$

۴)  $0.019$

۱۴۴- یک پمپ سانتریفیوژ که برای پمپاژ آب بین دو مخزن به فاصله  $100$  متری استفاده می‌شود، در فاصله‌ی میانی دو

مخزن ( $50$  متری هر یک از مخازن) نصب شده است. در این شرایط کارکرد پمپ نزدیک به شرایط کاویتاسیون

است. برای اطمینان از کارکرد ایمن پمپ، انجام کدام مورد صحیح است؟

- ۱) پمپ در ارتفاع بالاتر نصب شود.
- ۲) پمپ در نزدیک تانک تخلیه نصب شود.
- ۳) پمپ در همان جای قبلی فقط در ارتفاع پایین تر نصب شود.
- ۴) پمپ در نزدیکی تانک مکش و در صورت نیاز در ارتفاع پایین تری قرار گیرد.

۱۴۵- برای جریان یک سیال نیوتنی در داخل لوله، در صورتی که در دبی ثابت، قطر نصف شود و سایر پارامترها تغییری

نکند، افت فشار چند برابر می‌شود؟

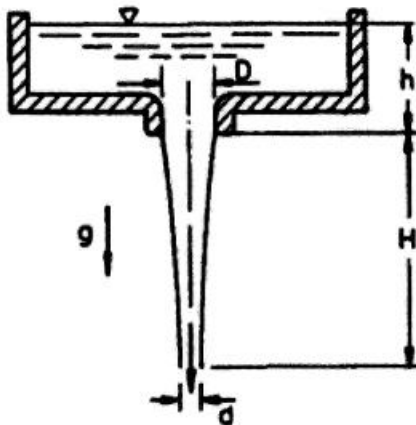
۱) ۲

۲) ۴

۳) ۸

۴) ۱۶

۱۴۶- در شکل زیر آب از مخزن بزرگی به ارتفاع  $h$  از طریق سوراخی به قطر  $D$  و بدون اصطکاک خارج می‌شود. قطر  $d$  از جت خروجی برابر کدام گزینه است؟



$$d = D \left( \frac{h}{h+H} \right)^{1/2} \quad (1)$$

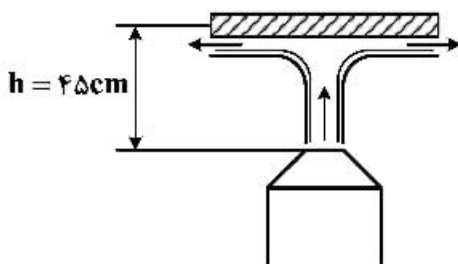
$$d = D \left( \frac{h}{h+H} \right)^{1/4} \quad (2)$$

$$d = D \left( \frac{h}{h+H} \right)^{3/2} \quad (3)$$

$$d = D \left( \frac{h+H}{h} \right)^{1/4} \quad (4)$$

۱۴۷- از نازلی مطابق شکل زیر فواره آبی به صورت قائم با سرعت  $5 \frac{m}{s}$  و شدت جریان  $0.5 \frac{m^3}{s}$  خارج می‌گردد. مطابق شکل

در ۴۵ سانتی‌متری از لبه شیپوره، صفحه‌ای به صورت افقی قرار دارد. وزن صفحه چند نیوتن است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



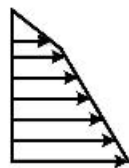
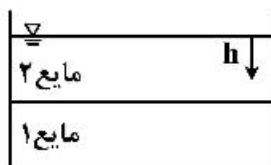
۱۰۰۰ (۱)

۱۵۰۰ (۲)

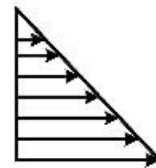
۲۰۰۰ (۳)

۳۰۰۰ (۴)

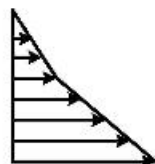
۱۴۸- دو مایع مخلوط نشده با وزن‌های مخصوص  $\gamma_1$  و  $\gamma_2$  مطابق شکل در ظرفی قرار گرفته‌اند. کدام نمودار نشانگر فشار استاتیکی در امتداد یک خط قائم در این مخزن است؟



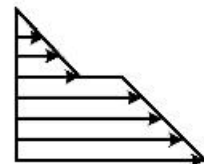
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)



۱۴۹- در جریان یک سیال پاورلا در داخل یک لوله، اگر  $n$  از  $0.3$  به  $0.6$  تغییر یابد، نسبت سرعت حداکثر ( $V_{max}$ ) به سرعت متوسط، چه تغییری می‌کند؟

(۱) افزایش می‌یابد.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

(۴) شبیه به مقدار  $n$ ، کاهش یا افزایش می‌یابد.

۱۵۰- در یک سانتریفیوژ صنعتی به قطر ۲ متر و ارتفاع ۴ متر که تحت فشار اتمسفریک است، در صفحه  $z = 0$  و در روی دیواره، در صورتی که سرعت دوران دو برابر شود، فشار نسبی چند برابر می‌شود؟

(۱) ۸

(۲) ۴

(۳) ۲

(۴) ۱