

کد کنترل

761

F



761F

# آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۴۰۲



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

عصر پنج‌شنبه  
۱۴۰۱/۱۲/۱۱

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

## مهندسی پلیمر (کد ۱۲۵۵)

زمان پاسخ‌گویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲۵	۱	۲۵
۲	شیمی پلیمر و مهندسی پلیمر بزا سیون	۲۰	۲۶	۴۵
۳	ریاضیات مهندسی	۱۵	۴۶	۶۰
۴	تکنولوژی پلیمر (الاستومر، پلاستیک، کامپوزیت)	۲۵	۶۱	۸۵
۵	شیمی فیزیک پلیمرها و خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها	۲۰	۸۶	۱۰۵
۶	پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت، انتقال جرم)	۲۰	۱۰۶	۱۲۵
۷	کنترل فرایندهای پلیمری و مکانیک سیالات	۲۰	۱۲۶	۱۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره سندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

### PART A: Vocabulary

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

- 1- When you ----- a meeting, it is important to speak clearly, confidently and at a good pace.  
1) assess                      2) propagate                      3) address                      4) impress
- 2- People like the newly proposed system, but because of the costs involved we do not believe it is -----, and we need to look for other options.  
1) compliant                      2) defensive                      3) ingenuous                      4) viable
- 3- The country in question is very poor, and one in seven children dies in -----.  
1) infancy                      2) nutrition                      3) malfunction                      4) mortality
- 4- I don't consider myself to be particularly -----, but when I'm given a job, I make sure it gets done.  
1) industrious                      2) spontaneous                      3) risky                      4) unexceptional
- 5- The new airliner is more environmentally-friendly than other aircraft, its only ----- being its limited flying range.  
1) demand                      2) drawback                      3) controversy                      4) attribute
- 6- The celebrity will ----- assistance from the police to keep stalkers away from his property.  
1) extend                      2) invoke                      3) absolve                      4) withdraw
- 7- When plates in the Earth's crust slide or grind against one another, an earthquake with devastating consequences may be -----.  
1) derived                      2) surpassed                      3) triggered                      4) traced

### 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 new species was named *Maiacetus inuus*, which means "mother whale," (8) ----- in the family Protocetidae. Assignment to a new species was justified due to critical differences from other protocetid whales, such as solidly co-ossified left and right dentaries (lower jaws), (9) ----- in the ankle, and significant disparity in hind

limb elements. The fossils show (10) ----- this new species' length is unimpressive relative to some extant (living) whales, but still, Maiacetus inuus measures a respectable 2.6 meters.

- 8- 1) placed                      2) that placed                      3) was placed                      4) and was placed  
 9- 1) there were variations                      2) varying  
     3) variations                      4) which varied  
 10- 1) when                      2) that                      3) although                      4) for

### **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:**

There are a lot of nature materials with special structure and excellent performance such as spider silk, shell and so on. Multilevel structure of spider silk make it has excellent properties such as high hardness and toughness. The large numbers of high density hydrogen bonding regions in the spider silk improve the strength of it effectively. The organic-inorganic composite structure which is assembled in layers inside the shell make it a material with high strength and hardness. The microstructure of these biomaterials determines its excellent performance and provides a creative inspiration for scientists to prepare advanced materials. This direction has attracted the attention of many scientists.

Due to the excellent properties, polyurethane (PU) and epoxy resin (ER) have been widely used in the field of microelectronic, transportation, architecture and aerospace etc. The conventional linear polyurethane materials have good toughness and reprocessing ability, but poor strength and resistance of solvent. And epoxy resin has a good strength and hardness due to the high crosslinking density, but a poor toughness and recycling ability. The drawbacks of these two materials limit their using range. Therefore, a material with good strength, hardness, toughness, reprocessing ability can be made by combining the advantages of polyurethane and epoxy resin.

There are many works about DA-containing polyurethane and resins. The epoxy resin and polyurethane are synthesized with dienes and dienophile in the side chain of them respectively. PU/ER network cross-linked by DA reversible covalent with numerous H-bonds are created. The cross-linked network structure was mainly obtained through the Diels-Alder reversible reaction between the dienes and dienophile. Such reversible network structure makes the composite material not only has the multilevel structure characteristics of polyurethane, but is enhanced by the rigid epoxy resin. At the same time the hydroxyls generated by the ring opening reaction of epoxy resin and carbamate of polyurethane are situated near the dienes and dienophile. So a large number of hydrogen bonds are made in the cross-linking region. The crosslinkage between the soft and hard segments of PU and ER by DA groups makes a multi-level structure like spider silk and the corresponding excellent properties such as high hardness and toughness.



- 11- **From the passage, what can you find out about nature materials?**
- 1) Spider silk is a composite of organic and inorganic materials providing large number of hydrogen bonding.
  - 2) Unveiling microstructure of the nature materials is key to production of the sophisticated materials.
  - 3) Scientists are trying to identify the chemical composition of the shell to develop new materials.
  - 4) The organic and inorganic layers in the shell are linked together with hydrogen bonding.
- 12- **The phrase “these biomaterials” in paragraph 1 refers to -----.**
- 1) organic and inorganic materials
  - 2) spider silk and shell
  - 3) nature materials
  - 4) shell materials
- 13- **The text implies that -----.**
- 1) mixing polyurethane and epoxy resin results in a material with good strength, hardness, toughness and reprocessing ability
  - 2) recycling ability of epoxy resin and reprocessing ability of polyurethane are of advantages of these materials
  - 3) similar to epoxy resin, PU needs to be crosslinked to get an improved strength
  - 4) epoxy resin cannot be recycled efficiently due to the high crosslinking density
- 14- **According to the text, it is concluded that -----.**
- 1) dienes in the side chain of epoxy resin react with dienophile in the side chain of polyurethane
  - 2) from the dienes and dienophile reaction, the epoxy resin and polyurethane can be synthesized
  - 3) hydrogen bonds help noticeably to the crosslinking of PU/ER network
  - 4) H-bonds are formed through the Diels-Alder reversible reaction
- 15- **The network structure is reversible because -----.**
- 1) the network has the shape memory and after deformation under tension or compression restores its initial shape
  - 2) after the ring opening reaction of epoxy resin and carbamate of polyurethane, the rings can form again
  - 3) both forward and reverse directions of the dienes and dienophile reaction occurs
  - 4) hydrogen bonds are not covalent chemical bonds and they can break and reform

**PASSAGE 2:**

Fouling, i.e., unwanted adhesion, is a complex and undesirable process where material from the environment, such as macromolecules, microorganisms, or suspended particles, adhere reversibly or irreversibly to a surface. This process is a widespread obstacle, causing problems in medical, marine, and industrial applications. Hence, there is a universal need to find ways to combat or minimize fouling. Since fouling mainly depends on surface properties, such as the surface energy, wettability, and microtexture, modifying the surface structure provides a straightforward method of fouling control. The most common and successful method to reach this goal is by treating the substrate with an antifouling coating.



Surface chemistry influences the way foulants interact with the surface. Surfaces resisting fouling have three common features: they are hydrophilic, hydrogen bond-forming and electrically neutral. Surface topography can impede the settlement of microorganisms by imposing size restrictions. In contrast to surface topography, which minimizes fouling by modification of the micro- or nanostructure of the coating surface, the architecture involves structuring of the coating interior. This strategy is most relevant when working with structured soft matter, such as polymer brushes.

Polymer brushes are well-known for their ability to transform the nature of a surface by creating a layer of just a few nanometers thick. They are defined as a densely packed array of polymer chains, end-attached to an interface and stretched out into solution. These brushes can act as a physical barrier between the surface and approaching foulants, in two ways: 1) If a foulant would approach the surface, the resulting compression of the polymer chains would reduce the total number of possible conformations, which is entropically unfavorable, subsequently causing steric repulsion and preventing adsorption. 2) In case of a tightly bound hydration layer surrounding the brushes, water would have to be removed to make place for an adhering fouling particle. Such a dehydration process is thermodynamically unfavorable, leading to repulsion of approaching foulants.

- 16- The word “combat” in paragraph 1 is similar in meaning to -----.
- 1) prevent                      2) control                      3) reduce                      4) decelerate
- 17- The phrase “this goal” in paragraph 1 refers to -----.
- 1) surface structure modification                      2) substrate treatment  
3) antifouling coating                      4) fouling control
- 18- The text implies that -----.
- 1) modification of the surface structure is a simple way to control fouling, however, application of an antifouling coating is more efficient  
2) fouling means unfavorable adhesion, while antifouling means desirable adhesion of material from the environment to a surface  
3) using an antifouling coating is more successful than modifying the surface structure of a substrate, to minimize fouling  
4) the surface structure is associated with the surface features such as wettability, surface energy, etc.
- 19- All of the following, according to the text are True EXCEPT -----.
- 1) surface chemistry, surface topography and coating architecture are three approaches towards making antifouling surfaces  
2) polymer brushes can be applied as a coating architecture against the foulants  
3) antifouling surfaces impose size restrictions on the foulants  
4) the hydrophilic surfaces can act as antifouling surfaces
- 20- It can be found from the text that -----.
- 1) a hydration layer closely surrounds the polymer brushes  
2) polymer brushes compress the foulants approaching the surface  
3) the foulant repulsion with the water is thermodynamically unfavorable  
4) conformational entropy of the polymer chains increases by the compression forces of the foulants

**PASSAGE 3:**

Emerging technologies require versatile conductors that offer mechanical properties, geometric forms, and engineered (opto) electronic functionalities not accessible using traditional materials. Widespread efforts in scientific and engineering disciplines have led to the advancement of synthetic, organic-based conductors such as carbon nanotubes, graphene, graphene nanoribbons (GNRs), charge-transfer complexes, and neutral radical species. Conductive polymers (CPs) offer key advantages such as the possibility to tailor molecular and electronic structure through chemical synthesis and enable low-temperature fabrication approaches amenable to large areas and various form factors. Prototypical CPs such as poly (3,4-ethylenedioxythiophene) require doping to achieve high electrical conductivity ( $\sigma$ ), a process that results in mobile carriers of electric charge in the form of polarons and bipolarons. These quasiparticles represent coulombically bound charge and counterion pairs with  $\sigma$  and the mode of transport varying based on the type of dopant, doping level, and interrelated structural, morphological, and electronic properties. Worldwide efforts have led to impressive values for  $\sigma$ , however, doping leads to high chemical reactivity, material and device instability, processing and performance variability, and incompatibility with various substrates and electronic components. As such, there has been a long-standing interest in neutral narrow bandgap conjugated polymers that promote high  $\sigma$  in their native form; however, decades of research have met with limited success, with  $\sigma$  ranging from  $\approx 10^{-10}$  to  $10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ .

There remains a number of significant challenges to overcome the need for chemical doping in organic materials systems. Controlling the bandgap at low energies would enable the promotion of free carriers by thermal activations but this remains a challenge owing to the absence of design rules that connect chemical, electronic, and structural heterogeneities with the degree of electronic correlation and energetic disorder in these materials.

- 21- **The text implies that -----.**
- 1) traditional materials do not present (opto) electronic properties
  - 2) electronic properties of conductive polymers are associated with their chemical structure
  - 3) specific molecular structure of conductive polymers is responsible for their processibility at low temperatures
  - 4) manufacturing methods of conductive polymers in small areas may need higher temperatures for the operation
- 22- **The phrase, “a process”, in paragraph 1 refers to -----.**
- 1) mobile carriers of electric charge
  - 2) polarons and bipolarons
  - 3) electrical conductivity
  - 4) doping
- 23- **It is found from the text that -----.**
- 1) movement of polarons is influenced by dopant
  - 2) electrical conductivity is governed by morphology of conductive polymers
  - 3) using dopants lead to an improved electrical conductivity and a steady device performance
  - 4) bound charges known as polarons and counterions known as bipolarons are responsible for electric current in CPs
- 24- **The word “native” in paragraph 1 means -----.**
- 1) basic
  - 2) natural
  - 3) local
  - 4) untreated



## 25- It is concluded from the text that -----.

- 1) the correlation between the chemical structure and electronic properties of conductive polymers has not been fully understood yet.
- 2) neutral conjugated polymers are characterized by their narrow bandgap.
- 3) high chemical reactivity in the systems containing dopants has adverse effects on carrier mobility
- 4) conjugated polymers with wide band gap obviate the need for chemical doping

شیمی پلیمر و مهندسی پلیمر یزاسیون:

۲۶- در پلیمر یزاسیون رادیکالی کدام مورد در رابطه با سرعت واکنش رشد درست است؟

- (۱) وابسته به شرایط محیطی و قطبیت حلال است.
- (۲) با غلظت حلال و سرعت بهم زدن رابطه مستقیم دارد.
- (۳) بسیار شدید است در کسری از ثانیه پلیمرهای با جرم مولکولی بالا تولید می شود.
- (۴) بسیار کند است و ابتدا الگومریا تشکیل می شوند و با به هم پیوستن آنها پلیمر به رشد خود ادامه می دهد.

۲۷- مونومرها، سیستم کاتالیزوری و مکانیزم فضاگزینی در تهیه پلیمر سیندیوتاکتیک به روش زیگلر - ناتا، به ترتیب کدام اند؟

- (۱) پروپن، وانادیومی و کنترلی انتهای زنجیر با وجود دافعه گروه های جانبی
- (۲) استایرن، تیتانیومی و کنترلی انتهای زنجیر با وجود دافعه گروه های جانبی
- (۳) پروپن، وانادیومی و کنترلی انتهای زنجیر با عدم وجود دافعه گروه های جانبی
- (۴) استایرن، تیتانیومی و کنترلی انتهای زنجیر با عدم وجود دافعه گروه های جانبی

۲۸- مکانیزم پیشنهادی برای واکنش رشد در پلیمر یزاسیون حلقه گشای لاکتون ها به روش کاتیونی کدام است؟

- (۱) حمله هسته دوست اکسونیوم زنجیر فعال به مونومر
- (۲) حمله هسته دوست مونومر پروتونه شده به زنجیر فعال
- (۳) حمله هسته دوست آمین انتهای زنجیر به مونومر پروتونه شده
- (۴) حمله هسته دوست اکسیژن مونومر به کربن آلفای اکسونیوم زنجیر فعال

۲۹- تعریف طول زنجیر سینتیکی و رابطه آن با جرم مولکولی متوسط عددی کدام است؟

- (۱) تعداد مونومر مصرف شده به ازای هر شروع کننده - معادل جرم مولکولی متوسط عددی است در حالت اختتام با تسهیم نامتناسب رادیکال ها
- (۲) تعداد مونومر مصرف شده به ازای هر رادیکال - معادل جرم مولکولی متوسط عددی است در حالت اختتام با تسهیم نامتناسب رادیکال ها
- (۳) تعداد مونومر مصرف شده به ازای هر رادیکال - معادل جرم مولکولی متوسط عددی است در حالت اختتام با ترکیب رادیکال ها
- (۴) تعداد مونومر مصرف شده به ازای هر شروع کننده - معادل جرم مولکولی متوسط عددی است در حالت اختتام با ترکیب رادیکال ها

۳۰- شرط های امکان پذیری پلیمر یزاسیون آنیونی برای مونومر های حاوی باند دوگانه کربن - کربن کدام است؟

- (۱) رزونانس و خصلت القایی گروه کشنده الکترون روی باند دوگانه
- (۲) رزونانس و خصلت القایی گروه دهنده الکترون روی باند دوگانه
- (۳) عدم وجود رزونانس و خصلت القایی گروه دهنده الکترون روی باند دوگانه
- (۴) عدم وجود رزونانس و خصلت القایی گروه کشنده الکترون روی باند دوگانه



۳۱- هر یک از واکنش‌های زیر در پلیمریزاسیون رادیکالی به ترتیب چه نام دارند؟

- a)  $R\cdot + M \rightarrow RM\cdot$   
 b)  $RM_{n-1}\cdot + M \rightarrow RM_n\cdot$   
 c)  $RM_n\cdot + RH \rightarrow RM_nH + R\cdot$   
 d)  $RM_n\cdot + RM_x\cdot \rightarrow RM_{n+x}$

(۱) شروع، رشد، انتقال زنجیر، اختتام

(۲) رشد، شروع، انتقال زنجیر، اختتام

(۳) رشد، انتقال زنجیر، اختتام، شروع

(۴) انتقال زنجیر، اختتام، رشد، شروع

۳۲- در لحظه‌ای از یک واکنش پلیمریزاسیون تراکمی درجه تبدیل به ۰/۹۳ می‌رسد. درجه پلیمریزاسیون متوسط عددی کدام است؟

(۱) ۱۰/۱۸

(۲) ۱۳/۵۰

(۳) ۱۴/۲۹

(۴) ۱۵/۷۵

۳۳- تعداد متوسط عوامل شرکت‌کننده هر یک از مونومرهای زیر در مخلوط واکنش برای سیستم آدیپیک اسید و گلیسرول کدام است؟

آدیپیک اسید  $HOOC-(CH_2)_4-COOH$  (A)

گلیسرول  $HO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$  (B)

$2A + 3B \rightarrow \text{Product}$

(۱) ۴/۲

(۲) ۲/۴

(۳) ۲/۱

(۴) ۱/۲

۳۴- یکی از نشانه‌های واکنش پلیمریزاسیون تراکمی کدام است؟

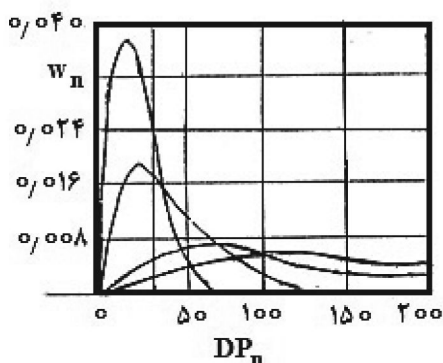
(۱) زرد شدن محصول

(۲) آزاد شدن یک کوچک مولکول

(۳) ایجاد رادیکال در حین واکنش

(۴) ایجاد پدیده قفس

۳۵- با توجه به تصویر کدام گزاره درست است؟



(۱) جرم مولکولی به دست آمده از پلیمر شدن تراکمی با شرایط فرایندی قابل کنترل است.

(۲) درجه پیشرفت واکنش وابسته به تعداد مونومرهای موجود در تمام لحظات نیست.

(۳) جرم جزئی الیگومرها زمانی که  $DP_n$  افزایش می‌یابد به سرعت کم می‌شود.

(۴) جرم جزئی پلیمرها مستقل از  $DP_n$  است.

۳۶- در واکنش پلیمریزاسیون مونومری خاص، میزان درصد اختتام به طریق تسهیم نامتناسب ۷۵ درصد است. پلیمر حاصل شاخص پراکندگی معادل  $1/6$  و متوسط وزنی درجه پلیمریزاسیون ۲۰۰ دارد. طول زنجیر سینتیکی زنجیرها معادل کدام است؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۲۵ (۴) ۱۵۰

۳۷- در یک واکنش پلیمریزاسیون رادیکالی در صورتی که غلظت مونومر به نصف مقدار اولیه برسد و حجم واکنش  $0/9$  حجم اولیه باشد، درجه تبدیل چقدر خواهد بود؟

- (۱)  $0/4$  (۲)  $0/45$  (۳)  $0/5$  (۴)  $0/55$

۳۸- در یک واکنش پلیمریزاسیون مرحله‌ای مونومرهای دواملی، در صورتی که واکنش در درجه پلیمریزاسیون  $10$  و درجه تبدیل  $90$  درصد به دلیل عدم خروج محصول جانبی به تعادل برسد، نسبت غلظت اولیه مونومر محدودکننده به مونومر دیگر چقدر بوده است؟

- (۱) ۱ (۲)  $\frac{10}{11}$  (۳)  $0/9$  (۴)  $\frac{9}{11}$

۳۹- گلیسین ساده‌ترین آمینواسید با ساختار  $C_3H_5NO_2$  است. در صورتی که در یک لیتر الکل با غلظت ۱ مولار، اگر در ابتدای واکنش  $150$  گرم گلیسین در ظرف وجود داشته باشد و بعد از انجام واکنش پلیمریزاسیون، در اثر تیتراسیون هیچ مولکول گلیسین در محیط وجود نداشته باشد، حداکثر درجه پلیمریزاسیون عددی کدام است؟

- (۱)  $2/5$  (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴)  $\infty$

۴۰- در واکنش دو مول دی‌اتیلن تری‌آمین با سه مول نفتالین دی‌کربوکسیلیک اسید، در چه درجه تبدیلی متوسط وزن مولکولی به بی‌نهایت میل می‌کند؟

- (۱)  $0/125$  (۲)  $0/25$  (۳)  $0/475$  (۴)  $0/833$

۴۱- در پلیمریزاسیون رادیکال آزاد پلی‌اکریلیک اسید در حضور مرکاپتان، در صورتی که ثابت انتقال به عامل انتقال برابر  $0/5$  باشد، در چه درصد تبدیل از مونومر،  $60\%$  از عوامل انتقال باقی مانده است؟

- (۱)  $0/64$  (۲)  $0/6$  (۳)  $0/4$  (۴)  $0/36$

۴۲- در یک پژوهش، در حین سنتز پلیمر نمونه‌گیری انجام شد و شاخص پراکندگی در ابتدای واکنش،  $1/56$  بود و در انتهای واکنش به  $3/42$  رسید. در مورد پلیمریزاسیون چه می‌توان گفت؟

(۱) پلیمریزاسیون زنجیره‌ای که منجر به شاخه‌ای شدن زنجیره‌ها شده است.

(۲) پلیمریزاسیون رادیکالی آزاد با اختتام از نوع تسهیم نامتناسب است.

(۳) پلیمریزاسیون رادیکالی آزاد با اختتام از نوع ترکیب است.

(۴) پلیمریزاسیون در حضور کاتالیست انجام شده است.

۴۳- واکنش کوپلیمریزاسیون استایرن (۱) و وینیل استات (۲) را در نظر بگیرید. با توجه به داده‌های  $r_1 = 0/1$ ،  $r_2 = 0/7$  و  $f_1 = 0/7$  چند درصد از مونومر وینیل استات در کوپلیمر نهایی هست و نوع کوپلیمر نهایی کدام است؟

(۱) ۴ درصد - کوپلیمر اتفاقی

(۲)  $6/6$  درصد - کوپلیمر اتفاقی

(۳)  $6/6$  درصد - تمایل به هموپلیمریزاسیون هر مونومر به تنهایی

(۴) ۴ درصد - تمایل به هموپلیمریزاسیون هر مونومر به تنهایی

۴۴ - مطابق روش آفری - پرایس اگر دو کومونومر قطبیت یکسانی داشته باشند، مونومری تمایل بیشتر به کوپلیمریزاسیون دارد که .....

(۱) میزان آن در خوراک کمتر باشد. (۲) میزان آن در خوراک بیشتر باشد.

(۳) رزونانس یا پایداری نسبی کمتری داشته باشد. (۴) رزونانس یا پایداری نسبی بیشتری داشته باشد.

۴۵ - در یک واکنش کوپلیمریزاسیون، در صورتی که مقدار لحظه‌ای مونومر اول در خوراک نصف مونومر دوم و مقدار لحظه‌ای آن در ترکیب کوپلیمر ۲ برابر مونومر دوم باشد، رابطه نسبت فعالیت مونومر اول و مونومر دوم کدام است؟

$$r_1 = 8r_2 \quad (۱) \quad r_1 = 2 + 8r_2 \quad (۲) \quad r_2 = 8r_1 \quad (۳) \quad r_2 = 2 + 8r_1 \quad (۴)$$

### ریاضیات مهندسی:

۴۶ - معادله دیفرانسیل بیانگر توزیع دما برای جریان یک سیال با سرعت  $v_x$  و با فرض یک‌بعدی و واکنش شیمیایی گرمازا کدام است؟

$$\rho c v_x \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \dot{Q}, \dot{Q} > 0 \quad (۱)$$

$$\rho c v_x \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \dot{Q}, \dot{Q} > 0 \quad (۲)$$

$$\rho c v_x \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left( k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \dot{Q}, \dot{Q} < 0 \quad (۳)$$

$$\rho c v_x \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \dot{Q}, \dot{Q} < 0 \quad (۴)$$

۴۷ - معادله دیفرانسیل مربوط به انتقال حرارت و نفوذ جرم در حالت ناپایدار و در طول یک استوانه، به ترتیب کدام است؟

(۱) سهموی - بیضوی (۲) بیضوی - سهموی

(۳) سهموی - سهموی (۴) بیضوی - بیضوی

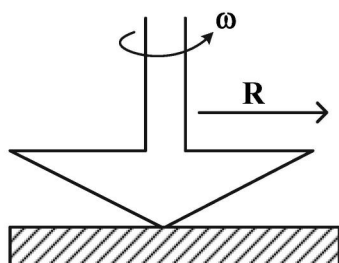
۴۸ - برای نوشتن معادلات پایستگی در رئومتر Cone & Plate، از کدام دستگاه مختصات استفاده می‌کنید؟

(۱) استوانه‌ای

(۲) کروی

(۳) کارتیزین

(۴) قطبی



۴۹ - به‌ازای کدام مقادیر  $a$  و  $b$ ، معادله دیفرانسیل  $\left(\frac{a}{x^2} + \frac{b}{y}\right)dx + \frac{x}{y^2}dy = 0$ ، کامل است؟

(۱)  $a = 0, b = 2$  (۲)  $a = 0, b = -2$

(۳)  $a = 1, b = 1$  (۴)  $a = 1, b = -1$

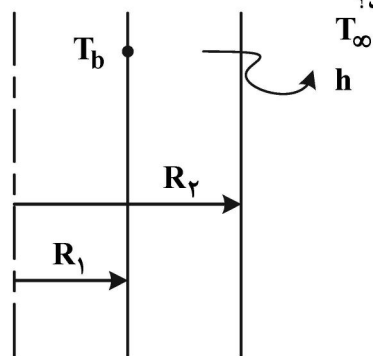
۵۰ - جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $y'' + 3y' + 2y = e^{-x}$ ، کدام است؟

(۱)  $y = xe^{-x} + c_1 e^{-2x}$  (۲)  $y = c_1 e^{-x} + c_2 e^{-2x}$

(۳)  $y = (c_1 + x)e^{-x} + c_2 e^{-2x}$  (۴)  $y = c_1 e^{-x} + (c_2 + x)e^{-2x}$



۵۱- کدام مورد می تواند توزیع دما در یک پوسته استوانه مطابق شکل را نشان دهد؟



(۱) تابع بسل نوع دوم

(۲) تابع بسل نوع سوم

(۳) ترکیب خطی توابع بسل نوع اول و دوم

(۴) ترکیب خطی توابع بسل نوع سوم و چهارم

$r = 0$

۵۲- کدام معادله دیفرانسیل جزئی از نوع سهمی و غیرخطی است؟

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{u}{1+u} = 0 \quad (۲)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{u}{1+u} = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{u}{1+u} = 0 \quad (۴)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{u}{1+u} = 0 \quad (۳)$$

۵۳- جواب پایدار مسئله زیر کدام است؟

$$\begin{cases} u_t = 2u_{xx} & 0 < x < 3, \quad t > 0 \\ u(0, t) = 10, \quad u(3, t) = 40 \\ u(x, 0) = 25 \end{cases}$$

$$u(x) = 10x + 10 \quad (۲)$$

$$u(x) = x^2 + 7x + 10 \quad (۱)$$

$$u(x) = 0 \quad (۴)$$

$$u(x) = 25 \quad (۳)$$

۵۴- سطح جانبی میله‌ای به طول  $L = \pi$  عایق پوش شده و دو طرف میله در صفر درجه قرار داده می شود. معادله حاکم

بر دمای بی بعد آن به صورت زیر است. توزیع گذرای دما کدام است؟

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \\ u(0, x) = \sin x \end{cases}$$

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} n \sin x e^{-n^2 t} \quad (۲)$$

$$u(x, t) = \sin x e^{-t} \quad (۱)$$

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \pi \sin x e^{-n^2 t} \quad (۴)$$

$$u(x, t) = \sin x e^{-\pi^2 t} \quad (۳)$$

۵۵- به ازای چه مقدار از  $x$  جمع مقادیر ویژه ماتریس  $\begin{bmatrix} x-1 & -1 \\ -2 & x-2 \end{bmatrix}$  برابر با صفر می شود؟

$$\frac{2}{3} \quad (۲)$$

$$\frac{3}{2} \quad (۱)$$

$$-\frac{3}{2} \quad (۴)$$

$$-\frac{1}{2} \quad (۳)$$

۵۶- کوفاکتور عضو ۲۲ در ماتریس زیر کدام است؟

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

(۲) ۸

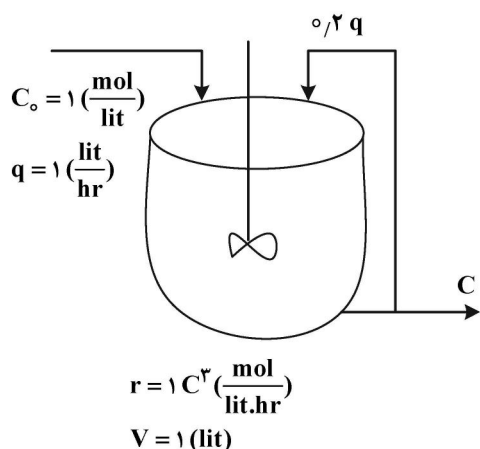
(۱) ۱۲

(۴) -۱۲

(۳) -۸

۵۷- در یک راکتور CSTR دارای جریان برگشتی یک واکنش درجه سوم انجام می‌شود. با توجه به مقادیر نشان داده شده با استفاده از روش نیوتن، غلظت جزو واکنش دهنده در خروجی با حدس اولیه  $\frac{1}{3}$  با یک مرحله تکرار

کدام خواهد بود؟



(۱)  $\frac{11}{16}$

(۲)  $\frac{21}{23}$

(۳)  $\frac{5}{8}$

(۴)  $\frac{2}{7}$

۵۸- در نظر است ریشه معادله جبری  $f(x) = x^2 + 3x - 4 = 0$  با روش تنصیف (bisection) در بازه  $[0, 3]$  به دست آید. حدس اول و دوم کدام هستند؟

(۲)  $1/5$  و  $1/375$

(۱)  $1/5$  و  $1/18$

(۴)  $2$  و  $1/375$

(۳)  $2$  و  $1/18$

۵۹- مقدار تقریبی انتگرال  $\int_0^1 e^{2x} dx$  با استفاده از روش دوزنقه و تقسیم دامنه به دو فاصله کدام است؟

(۲)  $\frac{1}{4}(1 - 2e + e^2)$

(۱)  $\frac{1}{4}(1 + 2e + e^2)$

(۴)  $\frac{1}{4}(1 + 2e^2 + e)$

(۳)  $\frac{1}{2}(1 + 2e + e^2)$

۶۰- پاسخ عددی اولین مرحله حل معادله دیفرانسیل  $\frac{dy}{dx} = \sqrt{x}$  با روش رانگ - کوتا مرتبه چهارم با شرط اولیه  $y(0) = 0$  و مقدار گام  $h = 1$  کدام است؟

(۲)  $\frac{1}{3}(\sqrt{2} + 1)$

(۱)  $\frac{1}{6}(\sqrt{2} + 1)$

(۴)  $\frac{1}{3}(2\sqrt{2} + 1)$

(۳)  $\frac{1}{6}(2\sqrt{2} + 1)$

تکنولوژی پلیمر (الاستومر، پلاستیک، کامپوزیت):

- ۶۱- در سیستم پخت گوگردی الاستومرها با افزایش مقدار شتاب‌دهنده نسبت به گوگرد مقاومت حرارتی و مقاومت سایشی محصول نهایی به ترتیب چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش
- ۶۲- در حین فرایند اکستروژن یک آمیزه لاستیکی حاوی دوده به‌عنوان تقویت‌کننده، با افزایش ساختار دوده .....  
 (۱) سرعت اکستروژن و میزان تورم دای کاهش می‌یابد.  
 (۲) میزان تورم دای کمتر و آمیزه از یک تاپوگرافی ناصاف برخوردار است.  
 (۳) مدول الاستیک نمونه ولکانیزه شده کمتر و میزان تورم دای بیشتر می‌شود.  
 (۴) زمان اسکورچ آمیزه بیشتر شده و قابلیت اتلاف مکانیکی شبکه ولکانیزاسیونی آن بیشتر می‌شود.
- ۶۳- یک آمیزه لاستیکی تهیه شده بر پایه لاستیک EPDM را در دمای  $160^{\circ}\text{C}$  ولکانیزه نموده و زمان رسیدن به مدول  $100\%$ ، ۱۲ دقیقه اندازه‌گیری شده است. اگر دمای ولکانیزاسیون به  $180^{\circ}\text{C}$  افزایش داده شود، در صورتی که ضریب ولکانیزاسیون حرارتی  $T_f = 2$  باشد، زمان لازم برای رسیدن به مدول  $100\%$  حدوداً چند دقیقه خواهد شد و زمان اسکورچ چگونه تغییر می‌کند؟  
 (۱) ۳ دقیقه - کوتاه‌تر (۲) ۶ دقیقه - کوتاه‌تر  
 (۳) ۲۴ دقیقه - بلندتر (۴) ۴۸ دقیقه - بلندتر
- ۶۴- کدام مورد در رابطه با پدیده کیسه‌ای شدن (Bagging) درست است؟  
 (۱) هر چه PDI نمونه و میزان NIP بیشتر باشد، این پدیده بیشتر تقویت می‌شود.  
 (۲) هر چه PDI نمونه و دمای فرایند غلتک‌کاری کمتر باشد، این پدیده کمتر تقویت می‌شود.  
 (۳) هر چه دمای فرایند غلتک‌کاری کمتر و میزان NIP بیشتر باشد، این پدیده کمتر تقویت می‌شود.  
 (۴) هر چه سرعت فرایند غلتک‌کاری بیشتر و توزیع زمان آسودگی پهن‌تر باشد، این پدیده کمتر تقویت می‌شود.
- ۶۵- بالون بر پایه NR ساخته شده است که در دو جهت منبسط می‌شود، رابطه بین نیرو (f) - کرنش ( $\lambda$ ) را در حالتی که الاستومر از تئوری آماری گاوسی پیروی می‌نماید، کدام است؟  
 (۱)  $f = \frac{NRT}{L_0} \left( \lambda - \frac{1}{\lambda^3} \right)$   
 (۲)  $f = \frac{2NRT}{L_0} \left( \lambda - \frac{1}{\lambda^3} \right)$   
 (۳)  $f = \frac{NRT}{L_0} \left( 2\lambda - \frac{1}{\lambda^5} \right)$   
 (۴)  $f = \frac{2NRT}{L_0} \left( \lambda - \frac{1}{\lambda^5} \right)$
- ۶۶- با افزایش مقدار مونومر اکریلونیتریل در ساختار NBR کدام مورد اتفاق می‌افتد؟  
 (۱) قطبیت لاستیک افزایش ولی دمای انتقال شیشه‌ای کاهش می‌یابد.  
 (۲) مقاومت لاستیک به روغن‌های غیرقطبی کاهش می‌یابد.  
 (۳) مقاومت لاستیک به روغن‌های قطبی افزایش می‌یابد.  
 (۴) تراوایی لاستیک در برابر گازها کاهش می‌یابد.
- ۶۷- میزان نیروی لازم برای ۲ برابر شدن طول یک میله بر پایه NR با طول اولیه  $0.2$  متر شامل  $6 \times 10^{20}$  زنجیر بین اتصالات عرضی در دمای  $25^{\circ}\text{C}$ ، با فرض انطباق شبکه گوسی  $\langle r^2 \rangle_0 = \langle r^2 \rangle_i$  کدام است؟ ( $K = 1.38 \times 10^{-23}$ )  
 (۱) ۱۸/۵ (۲) ۲۱/۶  
 (۳) ۴۳/۱۸ (۴) ۴۶/۲۶



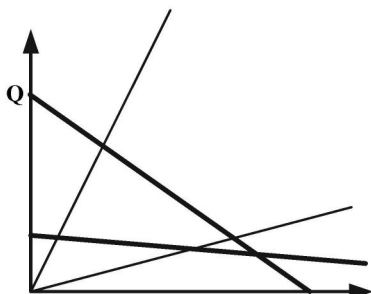
۶۸- تهیه یک نوار از آمیزه تهیه شده بر پایه لاستیک EPDM توسط یک اکسترودر مدنظر است. میزان پرکننده غیر تقویتی و زمان مستیکاسیون به ترتیب چگونه تغییر کند تا افزایش سرعت اکستروژن و تولید این نوار لاستیکی در زمان کمتر بهبود داده شود؟

- (۱) کاهش - کاهش (۲) افزایش - کاهش (۳) افزایش - افزایش (۴) کاهش - افزایش

۶۹- در اکسترودری با قطر پیچ ۵ cm و عمق کانال  $2\pi$  mm که در سرعت چرخش ۶۰ دور بر دقیقه کار می کند و یک دای استوانه‌ای به شعاع R (برحسب cm) به آن متصل است، یک مذاب پلیمری با شاخص پاورلا  $n = 0.5$  فرایند می شود. در صورتی که ویسکوزیته مذاب درون دای نصف ویسکوزیته درون اکسترودر باشد، دبی خروجی چند  $\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$  است؟

- (۱)  $5 \cdot R^2$  (۲)  $20 \cdot \pi R^3$  (۳)  $50 \cdot \pi R^4$  (۴)  $10^3 \cdot \pi R^3$

۷۰- شکل زیر منحنی مشخصه دو اکسترودر با عمق کانال کم و عمق کانال زیاد را که با یک دای با K بزرگ و یک دای با K کوچک کار می کند نشان می دهد. کدام عبارت درست است؟



- (۱) کمترین دبی را اکسترودر با عمق کانال کم همراه با دای با K بزرگ تأمین می کند.  $\Delta P$   
 (۲) بیشترین دبی را اکسترودر با عمق کانال زیاد همراه با دای با K بزرگ تأمین می کند.  
 (۳) کمترین دبی را اکسترودر با عمق کانال زیاد همراه با دای با K بزرگ تأمین می کند.  
 (۴) بیشترین دبی را اکسترودر با عمق کانال کم همراه با دای با K کوچک تأمین می کند.

۷۱- یک قالب ۶ حفره‌ای برای تولید یک قطعه از جنس PA۶ مورد نیاز است. شرط اصلی برای طراحی قالب کدام است؟

- (۱) فشار ورودی تمام حفره‌ها یکسان باشد.  
 (۲) تمامی راهگاه‌ها طول و قطر یکسان داشته باشند.  
 (۳) تمام راهگاه‌ها قطر یکسان داشته باشند.  
 (۴) تمام راهگاه‌ها طول یکسان داشته باشند.

۷۲- در صورتی که در یک اکسترودر تک مارپیچ، نسبت  $\frac{Q_p}{Q_d}$  از مقدار  $\frac{1}{3}$  - به مقدار  $\frac{2}{3}$  - تغییر کند، دبی خروجی اکسترودر و اختلاط به ترتیب چه تغییری خواهد کرد؟

- (۱) افزایش - کاهش (۲) افزایش - افزایش (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش

۷۳- یک اکسترودر با یک دای صفحه‌ای (Slit die) برای تولید صفحه PP مورد استفاده قرار می گیرد. با فرض سیال نیوتنی در صورتی که ضخامت دای (die exit gap) از ۱ به  $1/2$  میلی‌متر تغییر کند، دبی چند برابر خواهد شد؟

- (۱)  $0.6$  (۲)  $1/2$  (۳)  $1/44$  (۴)  $1/72$

۷۴- کدام یک از افزودنی‌ها به هدف بهبود فرایند و حفظ ساختار پلیمر در حین فراورش، به کار می روند؟

- (۱) نرم کننده‌ها - عوامل هسته‌زا  
 (۲) نرم کننده‌ها - مواد ضدسایش  
 (۳) مواد جفت کننده - عوامل ضد UV  
 (۴) روان کننده‌ها - پایدار کننده‌های حرارتی

- ۷۵- در فرایند اکستروژن فیلم پلیمری کدام گزینه برای شاخص جریان مذاب مناسب است؟  
 (۱) ۷-۵/۵ گرم بر ۱۰ دقیقه  
 (۲) ۲۰-۷ گرم بر ۱۰ دقیقه  
 (۳) ۵۰-۷ گرم بر ۱۰ دقیقه  
 (۴) ۷۰-۷ گرم بر ۱۰ دقیقه
- ۷۶- در تولید مخازن پلی اتیلن (حجم زیاد) کدام یک از روش های قالب گیری زیر پیشنهاد می شود؟  
 (۱) تزریقی (۲) گریز از مرکز (۳) چرخشی (۴) ریخته گری
- ۷۷- یک قطعه کامپوزیتی حاوی الیاف بلند کربن با مدول الاستیک ۲۰۰ GPa است که به صورت تک جهت در ماتریس پلیمری با مدول الاستیک ۱۰ GPa قرار گرفته اند. اگر درصد حجمی الیاف ۴۰٪ باشد، اختلاف بین مدول الاستیک طولی و عرضی کامپوزیت چند گیگاپاسکال خواهد بود؟  
 (۱) ۳۹ (۲) ۷۰ (۳) ۱۰۱ (۴) ۱۹۰
- ۷۸- به استثنای کدام مورد همه موارد از مزایای روش رشته پیچی (Filament Winding) هستند؟  
 (۱) سرعت بالای تولید (۲) مکانیزه بودن ساخت  
 (۳) ساخت قطعات با الیاف پیوسته (۴) امکان ساخت قطعات با هر نوع هندسه دلخواه
- ۷۹- چند مورد از چند لایه های زیر در برابر بارگذاری نم - گرمایی (حرارت و رطوبت) دچار تابیدگی (Warpage) می شود؟  
 - [۰, ۹۰]  
 - [۰, ۴۵, ۹۰]  
 - [۰, ۹۰, ۹۰, ۰]  
 - [۰, ۴۵, -۴۵, ۹۰]  
 (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
- ۸۰- به استثنای کدام مورد همگی از مزایای روش قالب گیری انتقالی رزین (RTM) هستند؟  
 (۱) هزینه پایین تجهیزات (۲) کاهش انتشار گازهای سمی  
 (۳) دقت ابعادی بالای قطعات ساخته شده (۴) صافی کلیه سطوح قطعات ساخته شده
- ۸۱- در ساخت قطعات کامپوزیتی کدام مورد بر خواص مکانیکی کامپوزیت ساخته شده، تأثیر دارد؟  
 (۱) کاهش درصد حفره (۲) افزایش درصد تقویت کننده  
 (۳) آغشته سازی کامل تقویت کننده با ماتریس (۴) همه موارد
- ۸۲- در یک کامپوزیت الیافی، چنانچه طول الیاف از طول بحرانی ( $L_c$ ) کمتر باشد، کدام مورد درست است؟  
 (۱) میزان بار وارده به الیاف از استحکام الیاف کمتر است.  
 (۲) میزان تنش بیشینه در الیاف برابر با استحکام الیاف است.  
 (۳) میزان بار وارده به الیاف از بار وارده به ماتریس کمتر است.  
 (۴) میزان استحکام کامپوزیت ساخته شده از استحکام ماتریس کمتر است.
- ۸۳- کامپوزیتی از شصت درصد حجمی الیاف بلند شیشه و چهل درصد حجمی رزین پلی استر تهیه شده است. کرنش شکست الیاف و رزین به ترتیب برابر دو و ده درصد است. با فرض رفتار کاملاً الاستیک تا مرز شکست برای الیاف، رزین و کامپوزیت کرنش شکست کامپوزیت چند درصد است؟  
 (۱) ۵/۲ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۸۴ - دانسیته قطعه کامپوزیتی پلی استر - الیاف بلند شیشه به کمک آزمایش برابر  $\frac{1}{9} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  به دست آمده است. با توجه به اطلاعات زیر درصد حجمی حفرات در این کامپوزیت چقدر خواهد شد؟

- دانسیته رزین پلی استر  $\frac{1}{25} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  با درصد حجمی ۴۰٪

- دانسیته الیاف شیشه  $\frac{2}{50} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  با درصد حجمی ۶۰٪

(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۵

(۳) ۲ (۴) ۵

۸۵ - در یک کامپوزیت الیافی تک جهته از جنس کربن/اپوکسی، اگر مدول الاستیک الیاف ۲۰۰ GPa و مدول الاستیک ماتریس ۱۰ GPa باشد و باری که توسط الیاف تحمل می شود ۹۰ درصد بار وارده به کل قطعه کامپوزیتی در راستای الیاف باشد، درصد حجمی الیاف کدام است؟

(۱) ۳۱ (۲) ۵۴

(۳) ۷۱ (۴) ۹۰

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

۸۶ - با تشدید کشش زنجیرهای منظم یک لاستیک، وارون دمای مذاب بلور آن چه تغییری می کند؟  
(۱) کاهش می یابد. (۲) افزایش می یابد.

(۳) کاهش و متعاقباً افزایش می یابد. (۴) افزایش و متعاقباً کاهش می یابد.

۸۷ - نسبت تغییر آنروپی یک محلول پلیمری به یک محلول منظم در کسر مولی یکسان حل شونده، با افزایش درجه پلیمریزاسیون چگونه تغییر می کند؟

(۱) همواره افزایش می یابد.

(۲) همواره کاهش می یابد.

(۳) تا یک مقدار خاص برای هر نوع پلیمر، افزایش یافته و سپس ثابت می شود.

(۴) تا یک مقدار خاص برای هر نوع پلیمر، ابتدا افزایش یافته و سپس روند کاهشی دارد.

۸۸ - یک ژل پلیمری با اتصالات بلوری تهیه شده است. اگر تعداد بلورها بر واحد حجم  $(\frac{\text{mol}}{\text{cm}^3})$   $1 \times 10^4$  باشد، مدول

یانگ این ژل در دمای اتاق ( $27^\circ\text{C}$ ) چند کیلو پاسکال خواهد بود؟

(۱) ۰/۲۴۹ (۲) ۰/۷۴۸

(۳) ۲۴۹ (۴) ۷۴۸

۸۹ - کاهش ریز ساختار اتاکتیک در پلی پروپیلن به ترتیب چه اثری بر دمای انتقال شیشه ای و سرعت تبلور این پلیمر خواهد گذاشت؟

(۱) کاهش - کاهش (۲) کاهش - افزایش (۳) افزایش - افزایش (۴) افزایش - کاهش

۹۰ - با دو برابر شدن وزن مولکولی یک پلیمر، نسبت زمان آسودگی به ضریب خود نفوذی حرکت مارگونه زنجیر چند برابر می شود؟

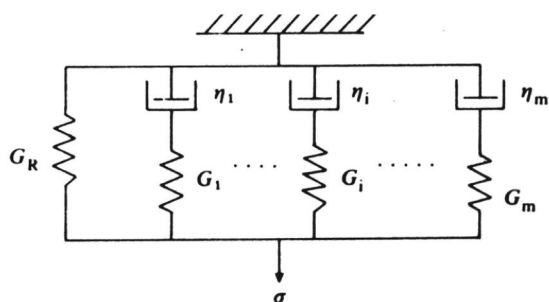
(۱) ۸ (۲) ۱۶

(۳) ۳۲ (۴) ۶۴



- ۹۱- با انتقال مذاب از رژیم اول به دوم بلورینگی، زبری زیرساختار داخلی چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) افزایش  
 (۲) کاهش  
 (۳) افزایش و متعاقباً کاهش  
 (۴) بدون تغییر
- ۹۲- از حاصل ضرب حجم مخصوص تک زنجیر پلیمر در حلال خوب و وزن مولکولی آن چه مشخصه‌ای استنتاج می‌شود؟  
 (۱) شعاع ژیراسیون زنجیر  
 (۲) گرانیوی ذاتی محلول  
 (۳) شعاع هیدرودینامیکی زنجیر  
 (۴) گرانیوی در سرعت برشی صفر محلول
- ۹۳- برای یک بازه دمایی مشخص در یک آزمون دیلاتومتری که در مدت ۱۰ ساعت انجام می‌شود، دمای انتقال شیشه‌ای یک پلیمر ۲۰ درجه سانتی‌گراد و حجم مخصوصش در این دما  $1.2 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$  است. اگر آزمون دیلاتومتری به یک ساعت کاهش یابد. (در بازه دمایی مشابه آزمون قبلی)، حجم مخصوص پلیمر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به آزمون قبلی چگونه است؟  
 (۱) بیشتر  
 (۲) کمتر  
 (۳) یکسان  
 (۴) برای اظهار نظر واقعی، اطلاعات مسئله کافی نیست.
- ۹۴- افزایش ریزساختار سربه‌سر در پلی‌پروپیلن به ترتیب چه تأثیری بر جمعیت شکل فضایی گاش و شعاع ژیراسیون زنجیر خواهد گذاشت؟  
 (۱) کاهش - افزایش  
 (۲) کاهش - کاهش  
 (۳) افزایش - افزایش  
 (۴) افزایش - کاهش
- ۹۵- با دو برابر شدن نسبت مشخصه زنجیر یک پلیمر، چگالی گره‌خوردگی زنجیرها و انرژی شکست قطعه ساخته‌شده از آن چگونه تغییر می‌کند؟  
 (۱) چگالی گره‌خوردگی نصف و انرژی شکست قطعه کاهش می‌یابد.  
 (۲) چگالی گره‌خوردگی چهار برابر و انرژی شکست قطعه کاهش می‌یابد.  
 (۳) چگالی گره‌خوردگی چهار برابر و انرژی شکست قطعه افزایش می‌یابد.  
 (۴) چگالی گره‌خوردگی به  $\frac{1}{4}$  مقدار اولیه کاهش و انرژی شکست قطعه افزایش می‌یابد.
- ۹۶- نمونه پلیمری به طول ۱۰ cm و سطح مقطع چهارگوش به ابعاد  $1 \times 1 \text{ cm}$  تحت آزمون کشش قرار می‌گیرد. بعد از اعمال کشش طول نمونه به ۱۵ cm و سطح مقطع چهارگوش به  $0.8 \times 0.8 \text{ cm}$  تغییر می‌یابد. نسبت پواسون (Poisson's ratio) کدام است؟  
 (۱)  $-2/5$   
 (۲)  $-0.4$   
 (۳)  $0.4$   
 (۴)  $2/5$
- ۹۷- کدام جمله در مورد اثر افزایش چگالی اتصالات عرضی بر نتایج آزمون دینامیکی - مکانیکی (DMTA) مواد گرماسخت (Thermoset) درست است؟  
 (۱) مدول ناحیه مسطح (plateau modulus) افزایش می‌یابد،  $(\tan \delta)_{\max}$  به دماهای پایین منتقل می‌شود و پیک اتلاف پهن می‌گردد.  
 (۲) مدول ناحیه مسطح (plateau modulus) کاهش می‌یابد،  $(\tan \delta)_{\max}$  به دماهای بالا منتقل می‌شود و پیک اتلاف پهن می‌گردد.  
 (۳) مدول ناحیه مسطح (plateau modulus) به شدت افزایش می‌یابد،  $(\tan \delta)_{\max}$  به دماهای بالا منتقل می‌شود و پیک اتلاف پهن می‌گردد.  
 (۴) مدول ناحیه مسطح (plateau modulus) به شدت افزایش می‌یابد،  $(\tan \delta)_{\max}$  به دماهای پایین منتقل می‌شود و پیک اتلاف تغییری نمی‌کند.

۹۸- برای یک ماده پلیمری رفتار گرانرو - کشسان در حالت برش به صورت شکل و شرایط زیر است.



$$m = 3 \quad G_R = G_0 \quad G_1 = 2G_0 \quad \tau_1 = \tau_0 \quad G_2 = 3G_0 \quad \tau_2 = 2\tau_0 \quad G_3 = 4G_0 \quad \tau_3 = 3\tau_0$$

مقدار مدول بعد از اعمال تنش ثابت به مدت  $t = 5\tau_0$  کدام است؟

$$G_0(2 + 2e^{-4} + 3e^{-\frac{3}{2}} + 4e^{-\frac{3}{3}}) \quad (2) \quad G_0(1 + 2e^{-5} + 3e^{-\frac{5}{2}} + 4e^{-\frac{5}{3}}) \quad (1)$$

$$G_0(4 + 2e^{-5} + 3e^{-\frac{5}{2}} + 4e^{-\frac{5}{3}}) \quad (4) \quad G_0(3 + 2e^{-5} + 3e^{-\frac{5}{2}} + 4e^{-\frac{5}{3}}) \quad (3)$$

۹۹- برای منحنی ضریب اتلاف - دما ( $\tan \delta - T$ ) در یک پلیمر نرم شده (Plasticized)، کدام مورد درست است؟

(۱) برهمکنش ضعیف نرم کننده و پلیمر موجب پهن شدن پیک  $\tan \delta$  و کاهش مقدار بیشینه آن می شود.

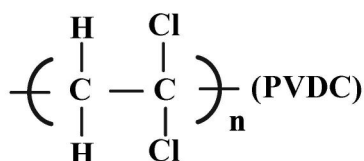
(۲) برهمکنش قوی نرم کننده و پلیمر موجب پهن شدن پیک  $\tan \delta$  و کاهش مقدار بیشینه آن می شود.

(۳) برهمکنش ضعیف نرم کننده و پلیمر موجب باریک شدن پیک  $\tan \delta$  و کاهش مقدار بیشینه آن می شود.

(۴) برهمکنش قوی نرم کننده و پلیمر موجب باریک شدن پیک  $\tan \delta$  و کاهش مقدار بیشینه آن می شود.

۱۰۰- در صورتی که بدانیم دمای انتقال شیشه‌ای ( $T_g$ ) پلی‌وینیلدن کلراید با فرمول زیر حدود  $23^\circ\text{C}$  است، دمای

ذوب این پلیمر چند درجه سلسیوس است؟



(۱) ۱۷۵

(۲) ۱۸۲

(۳) ۲۱۰

(۴) ۲۲۷

۱۰۱- کدام مطلب در مورد منحنی  $\tan \delta - T$  در آزمون DMTA برای سه ماده زیر درست است؟

الف - کوپلیمر قطعه‌ای از استایرین - بوتادی ان به نسبت وزنی  $70/30$  (Block Copolymer)

ب - کوپلیمر تصادفی از استایرین - بوتادی ان به نسبت وزنی  $70/30$  (Random Copolymer)

ج - آلیاژ از پلی استایرین - پلی بوتادی ان به نسبت وزنی  $70/30$  (Blend)

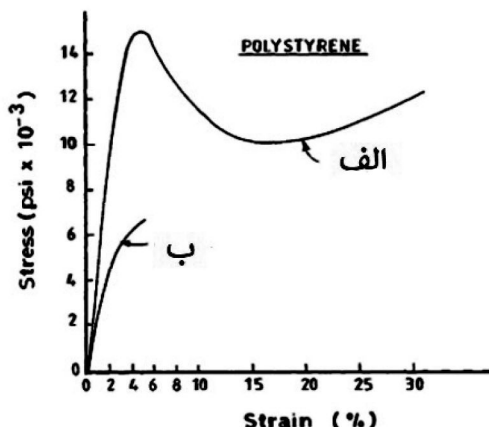
(۱) رفتار ماده (الف) و (ج) مانند هم بوده و فقط یک پیک را نشان می دهند و در ماده (ب) دو پیک مجزا ظاهر می شود.

(۲) رفتار ماده (الف) و (ب) مانند هم بوده و فقط یک پیک را نشان می دهند و در ماده (ج) دو پیک مجزا ظاهر می شود.

(۳) رفتار ماده (ب) و (ج) مانند هم بوده و فقط یک پیک را نشان می دهند و در ماده (الف) دو پیک مجزا ظاهر می شود.

(۴) هر سه ماده با نشان دادن دوپیک رفتار مشابهی را نشان می دهند.

۱۰۲- آزمون تنش - کرنش برای پلی استایرن در حالت‌های مختلف انجام گرفته و نتایج به شکل زیر حاصل شده است.

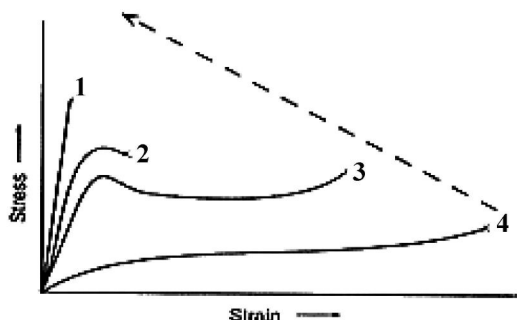


کدام مطلب در مورد این نتایج درست است؟

- (۱) الف) در حالت کششی و (ب) در حالت فشاری است.
- (۲) الف) در حالت فشاری و (ب) در حالت کششی است.
- (۳) الف) در حالت برشی و (ب) در حالت کششی است.
- (۴) الف) در حالت کششی و (ب) در حالت برشی است.

۱۰۳- آزمون تنش - کرنش در شرایط مختلف انجام گرفته است و نتایج به شکل زیر حاصل شده است. کدام مطلب در

مورد جهت پیکان درست است؟



- (۱) کاهش سرعت کشش و افزایش دمای آزمون
- (۲) افزایش سرعت کشش و کاهش دمای آزمون
- (۳) افزایش سرعت کشش و کاهش ابعاد نمونه آزمون
- (۴) افزایش دمای آزمون و افزایش ابعاد نمونه آزمون

۱۰۴- گونه‌ای از پلی پروپیلن دارای کامپلیانس خزش در دمای ۳۰°C به صورت زیر است که در آن t برحسب ثانیه است. اگر این ماده از قانون برهم نهی دما - زمان پیروی کند و عامل انتقال از قانون آرنیوس

$$۴۰°C \text{ در این ماده در } \left( a_T = \exp \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right) \text{ با } \Delta H = ۱۷۰ \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \text{ تبعیت کند، مقدار کامپلیانس خزش این ماده در } ۴۰°C$$

چند  $\text{GPa}^{-1}$  است؟

$$D(t) = ۱,۲t^{0,1} \text{ GPa}^{-1}$$

$$(۱) ۱,۷۷t^{0,1}$$

$$(۲) ۱,۶۶t^{0,1}$$

$$(۳) ۱,۴۴t^{0,1}$$

$$(۴) ۱,۳۳t^{0,1}$$

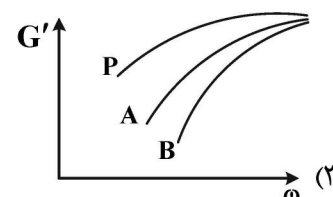
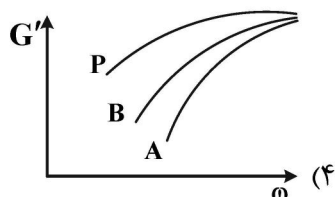
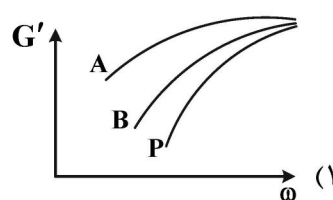
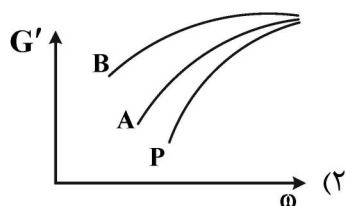
۱۰۵- مقدار  $(\eta_0)$  برای نوعی از پلی اتیلن خطی با جرم مولکولی  $\frac{۱۰۰,۰۰۰ \text{ g}}{\text{mol}}$  برابر  $۱۰ \text{ MPa.s}$  به دست آمده است.

مقدار  $\eta_0$  برای پلی اتیلن با وزن مولکولی خیلی بالا  $\frac{۱,۰۰۰,۰۰۰ \text{ g}}{\text{mol}}$  چند برابر خواهد شد؟

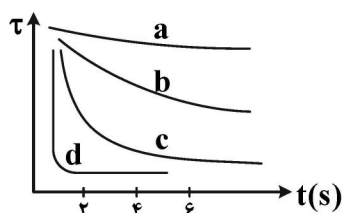
- (۱) بین صد تا هزار برابر
- (۲) بین ده تا صد برابر
- (۳) حدود ده برابر
- (۴) بیشتر از هزار برابر

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

- ۱۰۶- در یک آلیاژ پلیمری با مورفولوژی قطره ماتریس با افزودن سازگارکننده مناسب به آمیزه زمان آسودگی قطرات (relaxation time) و مدول الاستیک ( $a'$ ) در فرکانس‌های کم به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟  
 (۱) کاهش، افزایش (۲) افزایش، کاهش (۳) افزایش، افزایش (۴) کاهش، کاهش
- ۱۰۷- دو نوع نانوذره کروی با اندازه‌های مختلف و اصلاح سطحی یکسان به پلیمری اضافه می‌گردد. قطر نانوذره A حدود  $12\text{ nm}$  و قطر نانوذره B حدود  $30\text{ nm}$  است. نمودار جاروب فرکانس مدول ذخیره پلیمر خالص (P) و نیز حاوی ذرات A و B کدام مورد می‌تواند باشد؟



- ۱۰۸- برای سیالی رفتار استهلاک تنش از رابطه  $\tau = \tau_0 e^{-\omega/\tau}$  پیروی می‌کند. کدام نمودار زیر رفتار این سیال را در آزمون استهلاک تنش به درستی نشان می‌دهد؟



- (۱) a  
(۲) b  
(۳) c  
(۴) d

- ۱۰۹- چنانچه معادله سرعت به فرم  $\bar{v} = (x, -\frac{1}{\rho}y^2, yz)$  باشد، در این صورت کدام مورد برای این جریان درست است؟

- (۱) تراکم‌پذیر، چرخشی  
(۲) تراکم‌ناپذیر، چرخشی  
(۳) تراکم‌ناپذیر، غیرچرخشی  
(۴) تراکم‌پذیر، غیرچرخشی

- ۱۱۰- در یک سوسپانسیون حاوی ذرات میله‌ای شکل با افزایش نسبت قطر به طول ذره ضریب اینشتن  $k_E$  و ماکزیمم جزء  $\phi_m$  packing به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

- (۱) کاهش، کاهش  
(۲) افزایش، کاهش  
(۳) کاهش، افزایش  
(۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد، افزایش

- ۱۱۱- کدام رفتار در سیالات ویسکوالاستیک پلیمری دیده نمی‌شود؟

- (۱) گرانروی برشی ثابت  
(۲) سخت‌شوندگی کرنشی (strain hardening)  
(۳) روان‌شوندگی برشی (shear thinning)  
(۴) صفر بودن تنش‌های عمودی (normal stresses)



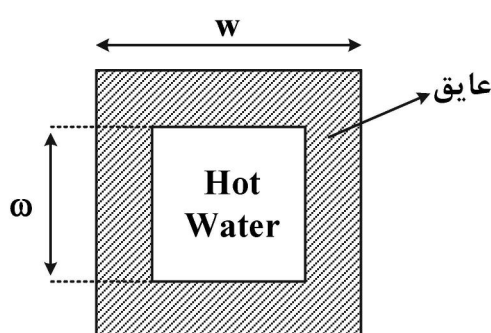
۱۱۲- کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (۱) استفاده از مفهوم مقاومت گرمایی تنها برای مسائل پایا کاربرد دارد.
- (۲) با افزایش ضریب جابه‌جایی، نرخ انتقال حرارت از فین، بازده فین و کارایی فین کاهش می‌یابد.
- (۳) با افزایش شعاع یک لوله، استفاده از عایق گرمایی به منظور کاهش اتلاف گرما منطقی‌تر شده و کارایی بیشتری دارد.
- (۴) استفاده از قانون فوریه تنها برای محاسبه نرخ انتقال حرارت هدایتی در مواد جامد کاربرد دارد و برای مایعات و گازها از قانون دیگری باید استفاده کرد.

۱۱۳- ضخامت بحرانی عایق به شکل پوسته مربعی که برای کاهش اتلاف حرارت از کانال‌هایی با مقطع مربع شکل استفاده می‌گردد، کدام است؟

(راهنمایی: ضریب شکل یک پوسته مربع توخالی مشابه شکل که دارای طول  $L$ ، ضلع خارجی  $w$ ، ضلع داخلی  $\omega$

و ضریب هدایت  $k$  است، از رابطه  $s = \frac{L}{\ln\left(\frac{w}{\omega}\right)}$  تعیین می‌گردد.)



$$\frac{k}{h} - \frac{w}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{k}{h} - \frac{w}{4} \quad (۲)$$

$$\frac{2k}{h} - \frac{w}{2} \quad (۳)$$

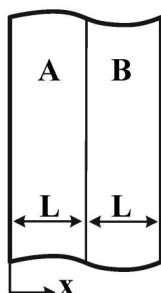
$$\frac{2k}{h} - \frac{w}{4} \quad (۴)$$

۱۱۴- انتقال حرارت پایا و یک بعدی دیواره‌های  $A$  و  $B$  را در نظر بگیرید. ضریب هدایت حرارتی جسم  $A$  برابر  $k_A$  و

تولید حرارت در آن به صورت  $C_0 k_A \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$  و ضریب هدایت جسم  $B$  برابر  $k_B = \frac{k_A}{3}$  و تولید حرارت در

آن به صورت  $C_0 k_B \sin\left[\pi\left(1 - \frac{x}{L}\right)\right]$  بوده که  $C_0 \left(\frac{K}{m^2}\right)$  مقدار ثابتی است. اگر مقدار انتقال حرارت از سطوح

خارجی  $A$  و  $B$  یکسان باشد، شار حرارتی در سطح مشترک آنها کدام است؟



(۱) صفر

$$\frac{3C_0 L}{\pi} k_A \quad (۲)$$

$$\frac{3C_0 L}{\pi} k_B \quad (۳)$$

$$\frac{C_0 L}{\pi} k_B \quad (۴)$$

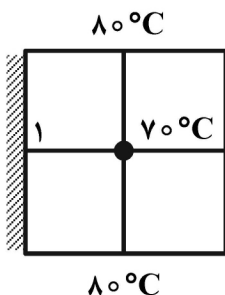
۱۱۵- صفحه‌ای عمودی با دمای ثابت  $T_o$  دو گاز ایدئال ۱ و ۲ را از یکدیگر جدا کرده است. از این صفحه انتقال حرارت جابه‌جایی طبیعی به این گازها صورت می‌گیرد. رابطه ضریب تراکم‌پذیری این گازها به صورت  $\beta_2 = a\beta_1$  است که در آن  $a$  ثابت است. چنانچه عدد رایلی در دو طرف صفحه با هم برابر باشد و  $Nu = cRa^n$  (که  $n$  و  $c$  ثابت هستند) نسبت شارهای حرارتی دو سمت صفحه  $\frac{q_1}{q_2}$  کدام است؟ (ک ضریب هدایت حرارتی و  $T_{\infty}$  دمای گاز است).

$$\frac{k_2}{k_1} \quad (2) \qquad \frac{k_1}{k_2} \quad (1)$$

$$\frac{k_1}{k_2} \frac{T_o - T_{\infty 1}}{T_o - \frac{T_{\infty 1}}{a}} \quad (4) \qquad \frac{k_2}{k_1} \frac{T_o - T_{\infty 1}}{T_o - aT_{\infty 1}} \quad (3)$$

۱۱۶- دمای گره ۱ در دیوار زیر که ضریب هدایت حرارتی آن  $10 \frac{W}{m^{\circ}C}$  است، چند درجه سلسیوس است؟ (در این دیوار،

حرارتی معادل  $4 \times 10^5 \frac{W}{m^3}$  تولید می‌شود. مقدار  $\Delta x = \Delta y = 5cm$  است).



$$95 \quad (1)$$

$$100 \quad (2)$$

$$104 \quad (3)$$

$$110 \quad (4)$$

۱۱۷- سیالی بر روی صفحه‌ای جریان دارد. چنانچه پروفیل سرعت  $\frac{u}{u_{\infty}} = \frac{y}{\delta}$  باشد که  $\delta$  ضخامت لایه مرزی

هیدرودینامیکی است، معادله لایه مرزی هیدرودینامیکی به صورت تابعی از عدد رینولدز کدام است؟

$$\delta = \sqrt{12} Re^{-\frac{1}{2}} .x \quad (2) \qquad \delta = \sqrt{12} Re^{\frac{1}{2}} .x \quad (1)$$

$$\delta = \sqrt{24} Re^{-\frac{1}{2}} .x \quad (4) \qquad \delta = \sqrt{18} Re^{-\frac{1}{2}} .x \quad (3)$$

۱۱۸- سیالی روی صفحه‌ای در حال حرکت است به نحوی که  $Nu = cRe^{\frac{1}{4}}$ . نسبت ضریب جابه‌جایی میانگین روی این صفحه به ضریب جابه‌جایی در  $x = L$ ، کدام است؟

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

$$\frac{5}{2} \quad (4) \qquad 2 \quad (3)$$

۱۱۹- کدام گزاره درست است؟

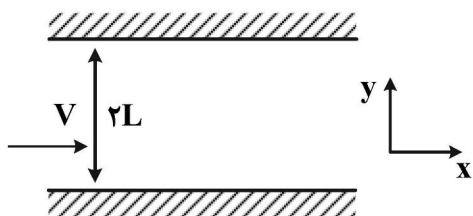
(۱) عامل اصلی انتقال جرم به روش جابه‌جایی گرادیان غلظت است.

(۲) جابه‌جایی همواره وجود دارد ولی گاهی اوقات مکانیزم نفوذ وجود ندارد.

(۳) سرعت نفوذ در مکانیزم نفوذ - جابه‌جایی همیشه از سرعت جابه‌جایی بیشتر است.

(۴) انتقال جرم برابر مجموع میزان جرم منتقل شده در اثر جابه‌جایی محیط و نفوذ در اثر گرادیان غلظت است.

۱۲۰- یک راکتور کاتالیستی از دو صفحه عریض کاتالیست به فاصله  $2L$  ساخته شده است. جریانی از سیال حاوی ماده A با سرعت ثابت  $V$  از میان آن عبور می‌نماید. ماده A در فضای بین دو صفحه طی واکنش درجه دوم تجزیه شده و به سطح دو صفحه نفوذ کرده و طی واکنش درجه اول تجزیه می‌گردد. معادله پیوستگی ساده‌شده برای این سیستم کدام است؟



$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) \quad (1)$$

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) - KC_A \quad (2)$$

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) - KC_A^2 \quad (3)$$

$$V_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left( \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right) - KC_A - K'C_A^2 \quad (4)$$

۱۲۱- حرکت هوا از روی یک استوانه جامد و موازی آن در یک کار انتقال حرارت منجر به رابطه زیر شده است:

$$Nu = 1/25 Re^{0/6} Pr^{0/33}$$

ضریب انتقال جرم جابه‌جایی کدام است؟

$$k_c = 1/25 \frac{D_{AB}}{L} Re^{0/6} Sc^{0/33} \quad (2)$$

$$k_c = 1/25 \frac{D_{AB}}{L} Re^{1/25} Pr^{0/33} \quad (1)$$

$$k_c = Re^{1/25} Sc^{0/33} \quad (4)$$

$$k_c = 1/25 Re^{0/6} Pr^{0/33} \quad (3)$$

۱۲۲- معادله شار نفوذ بنزن در یک مخلوط دوتایی عبارت است از:

$$J_A^* = (1 - x_{A1}) \cdot N_A \cdot \exp\left(\frac{N_A}{CD_{AB}} \cdot z\right)$$

و معادله سرعت متوسط مولی محیط عبارت است از:

$$V^* = \frac{N_A}{C}$$

سرعت خطی بنزن در مخلوط کدام است؟

$$V_A = \frac{N_A}{C} + \frac{(1 - x_A)}{C x_A} \cdot N_A \cdot \exp\left(\frac{N_A}{CD_{AB}} \cdot z\right) \quad (1)$$

$$V_A = \frac{N_A}{C_A} + \frac{(1 - x_A)}{C_A x_A} \cdot N_A \cdot \exp\left(\frac{N_A}{CD_{AB}} \cdot z\right) \quad (2)$$

$$V_A = \frac{N_A}{C} + \frac{C(1 - x_A)}{x_A} \cdot N_A \cdot \exp\left(\frac{N_A}{CD_{AB}} \cdot z\right) \quad (3)$$

$$V_A = \frac{N_A}{x_A} + \frac{C(1 - x_A)}{x_A} \cdot N_A \cdot \exp\left(\frac{N_A}{x_A D_{AB}} \cdot z\right) \quad (4)$$

۱۲۳- کدام مورد بر مقدار ضریب نفوذ اتانول در محلول رقیق آب کمتر مؤثر دارد؟

(۴) ویسکوزیته اتانول

(۳) جرم مولکولی آب

(۲) ویسکوزیته آب

(۱) دما

۱۲۴- بخار آب از طریق یک لایه پلاستیکی به سطح A درون محفظه‌ای غیر تراوا نفوذ می‌کند. شار نفوذ بخار آب درون

محفظة  $n_{H_2O} [=] \frac{gr}{cm^2.s}$  بوده و محفظه در ابتدا خشک است. اگر بخواهیم در زمان t مقدار  $m_{H_2O}$  گرم آب در

محفظة جمع شود، معادله تغییرات مقدار بخار آب در محفظه کدام خواهد شد؟

$$\frac{d}{dt} m_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot A \quad (۲) \qquad \frac{d}{dt} m_{H_2O} = n_{H_2O} A - \frac{m_{H_2O}}{A} \quad (۱)$$

$$\frac{d}{dt} m_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot D_{AB} \quad (۴) \qquad \frac{d}{dt} m_{H_2O} = n_{H_2O} D_{AB} - \frac{m_{H_2O}}{A} \quad (۳)$$

۱۲۵- در یک نقطه خاص از یک برج جداره مرطوب که کسر مولی جزء نفوذکننده در فاز گاز و فاز مایع به ترتیب برابر

$y_A = ۰.۴$  و  $x_A = ۰.۱$  و شار انتقال جرم برابر  $N_A$  است، در صورتی که نسبت ضرایب انتقال جرم محلی بر

مبنای فاز گاز به مایع  $\frac{k_y}{k_x} = ۳$  و رابطه تعادلی به صورت  $y_A = ۳x_A$  باشد، مقدار  $N_A$  کدام است؟

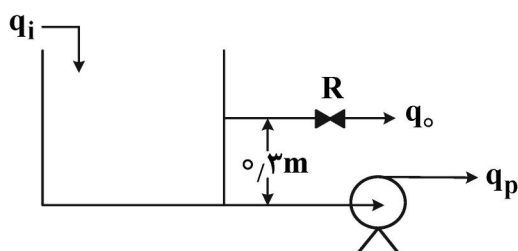
$$۰.۰۱ k_x \quad (۲) \qquad ۰.۰۱ k_y \quad (۱)$$

$$۰.۰۲ k_x \quad (۴) \qquad ۰.۰۲ k_y \quad (۳)$$

### کنترل فرایندهای پلیمری و مکانیک سیالات:

۱۲۶- تابع انتقال مغزنی مطابق شکل زیر که دارای سطح مقطع A و مقاومت شیر خروجی R با شدت حجم مایع

ورودی  $q_i$  در حالتی که  $h_s = ۰.۵ m$  باشد، کدام مورد است؟



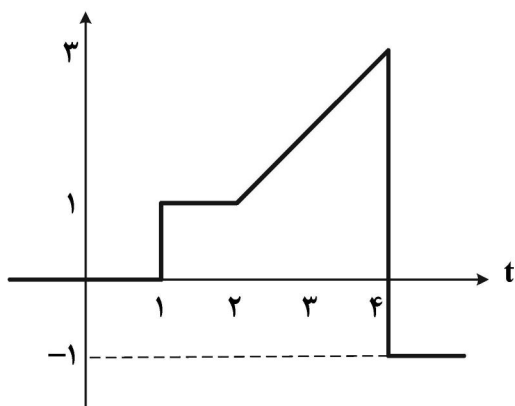
$$\frac{1}{As} \quad (۱)$$

$$\frac{R}{ARs + 1} \quad (۲)$$

$$\frac{A}{ARs + 1} \quad (۳)$$

$$\frac{R}{As(ARs + 1)} \quad (۴)$$

۱۲۷- تبدیل لاپلاس تابع نشان داده شده در شکل زیر کدام است؟



$$\frac{e^{-s}}{s} + \frac{e^{-2s}}{s^2} - \frac{e^{-4s}}{s^2} - \frac{4e^{-4s}}{s} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{s} + \frac{e^{-2s}}{s^2} - \frac{e^{-4s}}{s^2} - \frac{4e^{-4s}}{s} \quad (۲)$$

$$\frac{e^{-s}}{s} + \frac{e^{-2s}}{s^2} - \frac{e^{-4s}}{s^2} - \frac{e^{-4s}}{s} \quad (۳)$$

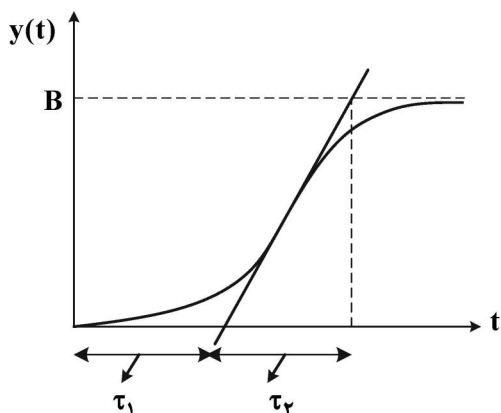
$$\frac{e^{-s}}{s} - \frac{e^{-2s}}{s^2} + \frac{e^{-4s}}{s^2} + \frac{e^{-4s}}{s} \quad (۴)$$



۱۲۸- در سری بستن دو تانک ارتفاع پاسخ پله واحد در چه صورتی نوسانی می‌شود؟

- (۱) در هر صورت می‌تواند نوسانی باشد.  
 (۲) با اثر متقابل بسته شوند.  
 (۳) بدون اثر متقابل بسته شوند.  
 (۴) هیچگاه نوسانی نخواهد شد.

۱۲۹- پاسخ پله‌ای با دامنه A برای یک سیستم مطابق شکل زیر است. بهترین تابع انتقال این سیستم کدام است؟



$$(1) \frac{BAe^{-\tau_1 s}}{\tau_2 s + 1}$$

$$(2) \frac{\frac{B}{A}}{(\tau_1 s + 1)(\tau_2 s + 1)}$$

$$(3) \frac{\frac{B}{A} e^{-\tau_1 s}}{\tau_2 s + 1}$$

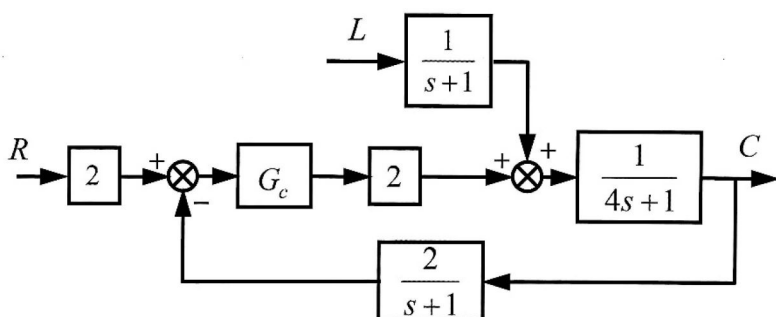
$$(4) \frac{\frac{B}{A}}{(\tau_1 + \tau_2) s + 1}$$

۱۳۰- اگر تابع تبدیل  $G(s) = \frac{e^{-s}}{(s+1)(s^2 + 2s + 2)}$  را با استفاده از تقریب مک‌لارن  $e^a \approx 1 + a$  به ساده‌ترین فرم تقریب زد، بهره تابع تبدیل حاصل کدام است؟

- (۱) ۰٫۲۵  
 (۲) ۰٫۵  
 (۳) ۱  
 (۴) ۲

۱۳۱- در حلقه بسته کنترلی شکل مقدار خطای ماندگار (افت کنترلی offset) برای تغییر پله واحد در مرجع کدام است؟

(کنترلر تناسبی و  $k_c = 1$  است.)

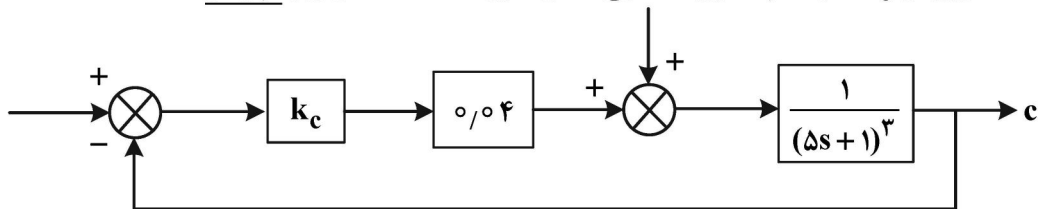


- (۱) ۱  
 (۲) ۰٫۵  
 (۳) ۰٫۲  
 (۴) صفر

۱۳۲- سیگنال خروجی از یک کنترلر PD در مقابل خطای خطی  $E(t) = At$  کدام مورد است؟

- (۱)  $P_s + Ak_c t + Ak_c \tau_D$   
 (۲)  $P_s + k_c t + Ak_c \tau_D$   
 (۳)  $P_s + Ak_c t + A \tau_D$   
 (۴)  $P_s + Ak_c \tau_D t + Ak_c \tau_D$

۱۳۳- به ازای چه مقادیری از  $k_c$  سیستم کنترل تناسبی سه راکتور CSTR شکل زیر ناپایدار است؟



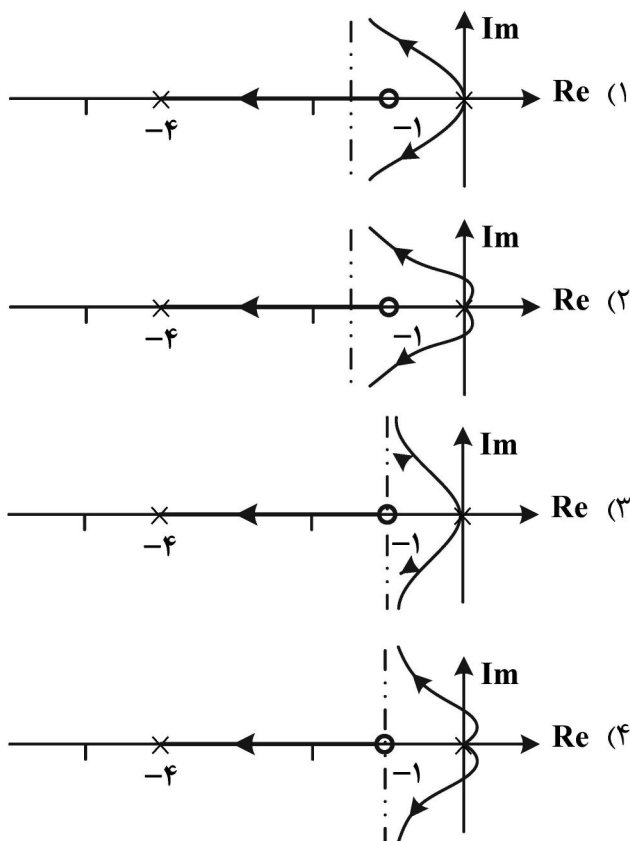
$$k_c > 2000 \quad (2)$$

$$k_c > 0 \quad (1)$$

(۴) سیستم به ازای همه  $k_c > 0$  پایدار است.

$$k_c > 200 \quad (3)$$

۱۳۴- کدام مورد نمودار مکان ریشه‌ها برای سیستمی با تابع تبدیل حلقه باز  $G_{op} = \frac{(s+1)}{s^2(s+4)}$  است؟



۱۳۵- تابع تبدیل حلقه باز یک سیستم کنترلی  $G_{op} = \frac{4e^{-s}}{(s+1)(4s+1)}$  است. کدام مورد در فرکانس  $\omega = 1$  درست است؟

(۲) پایدار است.

(۱) ناپایدار است.

(۴) با این اطلاعات نمی‌توان جواب داد.

(۳) به مقدار  $k_c$ ، بهره کنترلر بستگی دارد.

۱۳۶- کدام رابطه بیانگر عدد بدون بُعد رینولدز است؟

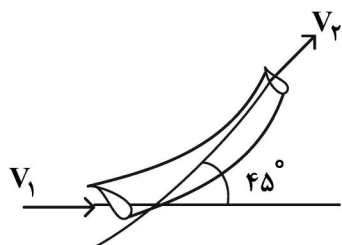
$$Re = \frac{\text{نیروی مومنتم}}{\text{نیروی فشار}} \quad (2)$$

$$Re = \frac{\text{نیروی اینرسی}}{\text{نیروی گرانشی}} \quad (1)$$

$$Re = \frac{\text{نیروی گرانشی}}{\text{نیروی وزن}} \quad (4)$$

$$Re = \frac{\text{نیروی فشار}}{\text{نیروی گرانشی}} \quad (3)$$

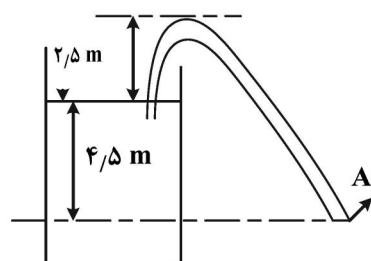
۱۳۷- آب در یک لوله با پیچ ۴۵° در سطح افق جریان دارد. فشار در مقطع ورودی برابر ۵۰ kPa با قطر ۶۰۰ mm و در مقطع خروجی اتمسفریک، با قطر ۳۰۰ mm است. اگر شدت جریان برابر  $\frac{0.45}{s} m^3$  باشد، نیروی لازم جهت



تأمین تعادل لوله چند کیلونیوتن است؟

- (۱) ۸  
(۲) ۱۰  
(۳) ۱۳  
(۴) ۱۷

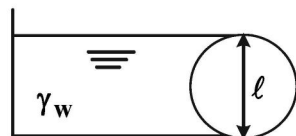
۱۳۸- آب مخزن شکل زیر توسط یک لوله تخلیه می‌شود، سرعت خروج آب در نقطه A کدام است؟ (از اتلاف انرژی



اصطکاکی در لوله صرف نظر شود.)

- (۱)  $\sqrt{g}$   
(۲)  $2\sqrt{g}$   
(۳)  $3\sqrt{g}$   
(۴)  $9\sqrt{g}$

۱۳۹- نیروهای افقی و عمودی وارده از طرف آب به استوانه قطر  $l$  و طول  $10l$  کدام است؟



$$F_x = 5\gamma_w l^3, F_y = 5(\lambda - \pi)\gamma_w \frac{l^3}{\lambda} \quad (1)$$

$$F_x = 5\gamma_w l^3, F_y = 5\pi\gamma_w \frac{l^3}{4} \quad (2)$$

$$F_x = 10\gamma_w l^3, F_y = 5\pi\gamma_w \frac{l^3}{4} \quad (3)$$

$$F_x = 10\gamma_w l^3, F_y = 5(\lambda - \pi)\gamma_w \frac{l^3}{\lambda} \quad (4)$$

۱۴۰- در جریان آرام سیال نیوتنی بین دو لوله هم محور بلند به شعاع‌های  $r_1$  و  $r_2$  که  $r_2 > r_1$ ، بیشینه سرعت در  $r_m$

اتفاق می‌افتد. کدام گزینه در مورد  $r_m$  درست است؟

$$\frac{r_1 + r_2}{2} < r_m < \frac{3(r_1 + r_2)}{4} \quad (2) \quad r_1 < r_m < \frac{r_1 + r_2}{4} \quad (1)$$

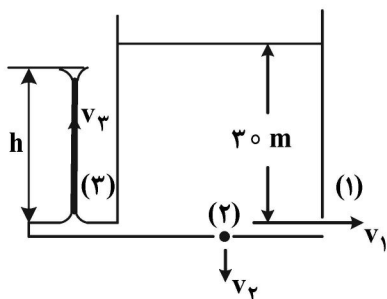
$$r_1 < r_m < \frac{r_1 + r_2}{2} \quad (4) \quad \frac{r_1 + r_2}{2} < r_m < r_2 \quad (3)$$

۱۴۱- معادله توزیع سرعت برای جریان مایعی در داخل یک لوله براساس رابطه  $u = \frac{0.18}{\pi} \left[ 1 - \left( \frac{r}{R} \right)^2 \right]$  است. (واحد

سرعت  $\frac{m}{s}$  است.) در لوله‌ای به قطر ۲۵ m، جریان حجمی مایع (Q) چند  $\frac{lit}{s}$  است؟

- (۱) ۰٫۰۶۲۵  
(۲) ۰٫۶۲۵  
(۳) ۶٫۲۵  
(۴) ۶۲٫۵

۱۴۲- در شکل زیر، ارتفاع جت آزاد آب در نقطه (۳) چند متر خواهد بود؟



(۱) ۳۰

(۲) ۱۵

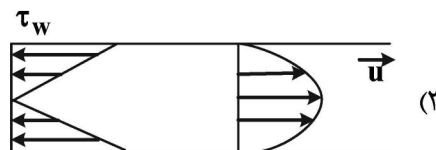
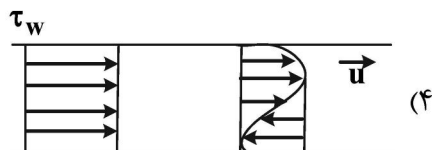
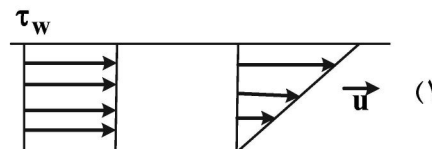
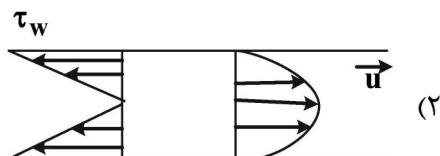
(۳) ۱۰

(۴) اطلاعات کافی نیست.

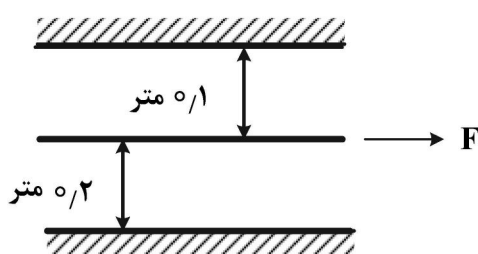
۱۴۳- در جریان آرام سیالی در داخل یک لوله به شعاع  $R$ ، جریان حجمی سیال کدام است؟

(۱)  $3\pi R^2 U_{max}$ (۲)  $2\pi R^2 U_{max}$ (۳)  $\frac{\pi R^2 U_{max}}{3}$ (۴)  $\frac{\pi R^2 U_{max}}{2}$ 

۱۴۴- در جریان آرام در یک لوله استوانه‌ای توزیع سرعت و تنش برشی به کدام یک از شکل‌های زیر شبیه است؟



۱۴۵- صفحه  $A$  به مساحت  $20 \text{ cm}^2$  مطابق شکل زیر در یک مایع به گرانی  $(\mu = 20 \text{ c.p})$ ، با سرعت  $20 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  به حرکت درمی‌آید. نیروی لازم برای حرکت این صفحه بر حسب  $\text{dyne}$  کدام است؟



(۱) ۲۴

(۲) ۴۸

(۳) ۷۲

(۴) ۹۶