

365F

365

F

نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

صبح پنجشنبه  
۹۲/۱۱/۱۷

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



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

**آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۳**

**مجموعه 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	۳۰	۱	۳۰
۲	شیمی پلیمر و اصول مهندسی پلیمریزاسیون	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 (زنولوژی - حرارت - جرم)	۲۰	۱۱۱	۱۳۰
۷	کنترل فرایندهای پلیمری و مکانیک سیالات	۲۰	۱۳۱	۱۵۰

بهمن ماه سال ۱۳۹۲

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.  
این آزمون دارای نمره منفی است.

**Part A: Vocabulary**

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

- 1- Mrs. Harding herself was thin and frail but her son was a \_\_\_\_\_ sixteen-year-old.  
1) unbearable                      2) verbose                      3) sturdy                      4) lethargic
- 2- Some tribes still \_\_\_\_\_ the more remote mountains and jungles of the country.  
1) forego                      2) inhabit                      3) ensue                      4) aggravate
- 3- The \_\_\_\_\_ of coffee brought Christine into the small cafe.  
1) aroma                      2) fragility                      3) whim                      4) badge
- 4- The client \_\_\_\_\_ our proposal because they found our presentation banal and unimpressive.  
1) recognized                      2) emulated                      3) hailed                      4) rejected
- 5- Immediately overcome by \_\_\_\_\_ for the wrong he had done, I lowered him to the floor and tried to apologize.  
1) remorse                      2) charity                      3) stubbornness                      4) esteem
- 6- A health inspector gave \_\_\_\_\_ instructions on how to correct the problem; we all found out how to handle the situation.  
1) perpetual                      2) rudimentary                      3) explicit                      4) trivial
- 7- I \_\_\_\_\_ the cold I was getting by taking plenty of vitamin C pills and wearing a scarf.  
1) vanished                      2) squandered                      3) forestalled                      4) penetrated
- 8- Why would Ian want to claim his inheritance and then give all his money away? It was a \_\_\_\_\_ to me.  
1) riddle                      2) peril                      3) glory                      4) fragment
- 9- He was later accused of writing \_\_\_\_\_ loan and deposit records, found guilty and sentenced to three years of imprisonment.  
1) essential                      2) fraudulent                      3) vulgar                      4) witty
- 10- The question of how the murderer had gained entry to the house \_\_\_\_\_ the police for several weeks.  
1) exhilarated                      2) assailed                      3) countered                      4) perplexed

**Part B: Cloze Passage**

**Directions:** Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark your answer sheet.

Scuba diving is a form of underwater diving in which a diver uses a self-contained underwater breathing apparatus (scuba) to breathe underwater.

Unlike other modes of diving, (11) \_\_\_\_\_ rely either on breath-hold or on air pumped from the surface, scuba divers carry their own source of breathing gas, (usually compressed air), (12) \_\_\_\_\_ greater freedom of movement than with an air line or diver's umbilical and longer underwater endurance than breath-hold. Scuba equipment may be open circuit, in which exhaled gas (13) \_\_\_\_\_ the surroundings, or closed or semi-closed circuit, (14) \_\_\_\_\_ is scrubbed to remove carbon dioxide, and (15) \_\_\_\_\_ replenished from a supply of feed gas before being re-breathed.

- 11- 1) that                      2) on which they                      3) which                      4) they
- 12- 1) allowing them                      2) they allow                      3) allowed them                      4) to allow
- 13- 1) exhausts                      2) is exhausted to                      3) exhausting                      4) be exhausted
- 14- 1) where the gas breathing                      2) which breathes the gas  
3) the breathing gas which                      4) in which the breathing gas
- 15- 1) the oxygen is used                      2) the oxygen used is  
3) uses the oxygen to be                      4) used is the oxygen



### **PART C: Reading comprehension**

**Directions:** Read the following 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:**

Long-term, irreversible degradation of polymers at elevated temperatures may be due to one or more of the following: oxidation (to be distinguished from chemical attack by atmospheric ozone); loss of volatile ingredients, such as plasticizers; gradual breakdown of the polymer due to higher rates of creep or lowered resistance to fatigue; and chemical deterioration initiated at inherent weak points in some polymeric structures, which then become self-propagating because of thermal activation. These weak points are points of attack by oxygen, ozone, moisture, or by radiation of various kinds, or simply by thermal activation. Weak points, in this sense, are found in side branches, double bonds (unsaturation), initiator fragments left over from polymerization, reactive hydrogen atoms, or unstable chain ends. The result of thermal degradation, whatever the cause, is almost always a reduction in average MW of the sample. Reduction in MW can occur because polymer chains have been ruptured (chain scission) at random points, or because some chains have been depolymerized (unzippered) starting at their ends in a reverse of polymerization. The lower the initial molecular weight in a polymer that tends to thermal Depolymerization, the greater the number of end groups, and the poorer the thermal stability.

- 16- According to the above text, thermal degradation is due to -----
- 1) chain ends that are stable
  - 2) strong points in polymeric structure
  - 3) residual initiator from polymerization process
  - 4) gradual breakdown of the polymer due to high rates of creep
- 17- In thermal degradation, chain scission occurs -----
- 1) The chain scission is not random
  - 2) the chain break can occur at any point
  - 3) the chain rupture occurs in ordered points
  - 4) the chain ruptures at stable end points
- 18- Read the above text. Which one of the following statements is correct?
- 1) Degradation is a temporary process on a polymer at elevated temperature
  - 2) Degradation is a process that can be carried several times on a polymeric article
  - 3) Degradation is not a temporary process on a polymer at elevated temperature and it is only due to oxidation
  - 4) Degradation is not a process that can be repeated time and time again on a polymeric article

**Passage 2:**

The problems encountered during the development of new composite materials are often attributed to the lack of interactions between the substrate and the polymer matrix, an insufficient dispersion of the substrate, or a poor wetting of the particle by the polymer phase. Any of the aforementioned deficiencies will have a negative impact on the mechanical properties of the end-product. For thermoset materials, undesirable components adsorbed into the solid phase, such as water, may also hinder the satisfactorily completion of the polymerization reaction. Moreover, for some substrate of high specific surface, early oxidation and degradation may be a serious problem. While there exists no single solution to all these problems, the polymerization compounding (PC) technique has been found to bring a significant improvement of the overall chemical and mechanical properties of selected composite materials. It is seen that for the fibers where an in-situ polymerization have been conducted the matrix and substrate is so good that the layer of polymer survives the breaking process. To achieve the growth of polymer chains from the surface of the fibers, an in-situ polymerization process is carried out using Ziegler-Natta chemistry. By this approach, hydroxyl functional groups on the outer surface of the substrates are used to anchor the polymerization catalyst. The improvements in tensile and impact tests at various fiber contents were observed. More importantly, as SEM observations revealed, the enhancements in adhesion and dispersion of fibers bring about new composites at high concentrations and the possibility of achieving Kevlar pulp polyethylene composites at high fiber contents.

This is under investigation in our group as the preliminary experiments showed us fiber loadings as high as 38% can be achieved. The process can also be used on ultra fine metal powders to protect them from oxidation.

**19- According to the text:**

- 1) Weak matrixes cause lower mechanical properties
- 2) Wetting of the particles is not a crucial factor in properties
- 3) particle type and size has great effect on mechanical properties
- 4) Poor adhesion between matrix and particles leads to lower mechanical properties

**20- Some of the problems which causes poor properties of composites are as follow:**

- 1) absorbtion of foreign, material into matrix, degradation and oxidation
- 2) use of solid matrixes and materials with high specific surfaces
- 3) use of soft substrates and degradation of matrix
- 4) use of undesirable components in the polymerization reaction

**21- The method for incorporation of high content of fiber in the composites, is as follow:**

- 1) In-situ polymerization of matrix
- 2) polymerization compounding
- 3) use of hydroxyl functional groups on the matrix
- 4) activation of fibre surfaces by Ziegler –Natta catalyts



**Passage 3:**  
Economics

The injection of thermoset materials. On the type of machine described, produces mouldings in a far more economical manner than the transfer process described earlier. Whilst the injection technique still produces waste elements in the form of a sprue and runners, the waste element is reduced in that no disc is formed at the bottom of the pot. The largest benefit from this process, however, comes with the reduction of the over-all cycle time. and this, dependent upon the product part, Can give time saving of between 40 % and 60 % when compared with normal transfer or compression-moulding of equivalent parts.

Whilst the overhead element of cost incurred due to the higher purchase price of the machine and tooling must be considered, the over-all saving, in labour time and the better quality of moulding ,s ensures that the economies of the process are considerable.

The principles of operation for injection moulding thermosets are basically the same as those of the previously described original transfer method. However, with the further sophistications of the machinery, one is able to apply, in addition to the operating pressures and temperatures, additional pressures which ensure a clamping of the tool Faces thus avoiding the problem of back pressure splitting the tools and causing excesvive flashing as was always possibility in the transfer method machine also allows for semi-automatic or fully automative, running, as distinct from the manual operation of the earlier process.

The machinery for Injection moulding of thermosets, because of the additional built – in facilities, is considerably more expensive than the conventional hydraulic process. However, advantages occur with the more precise and constant temperature controls and operating cycle which could be achieved with this machine.

**22- Economically two advantages of Injection moulding over transfer moulding are:**

- 1) Availability of machinery and lower price
- 2) cheaper machinery and lower energy consumption
- 3) Shorter time of production, superior quality and flatness
- 4) Higher speed of production and better properties

**23- According to the text, the problem of excessive flashing can be over come by:**

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1) Better moulds                  | 2) Higher temperatures             |
| 3) additional hydraulic pressures | 4) use of exact amount of material |

**24- Machinery for the Injection moulding of thermosets are more expensive, because:**

- |                             |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1) of additional facilities | 2) of better hydraulic system       |
| 3) of more expensive moulds | 4) of more component materials used |

**Passage 4:**

In some cases, poor thermal stability can be traced back to slight differences in the polymerization process; e.g., traces of oxygen in polymerization of PS can lead to weak bonds in parts of the chains. Cross-linking is also a possible mode of degradation. Each different type of polymer degrades preferentially by one mechanism, but most can degrade under the right conditions by any of the mentioned mechanisms.

The degradation process can be studied by weight loss measurements in a thermogravimetric analysis or TGA test apparatus in which weight loss or gain is continuously measured as a small sample is heated at a constant rate. The degradation products are frequently volatile or gaseous and can be chemically analyzed to understand the degradation processes more fully. As an example, if a TGA test is run on PVC in an inert atmosphere or in a vacuum, the first degradation product is gaseous HCl at about 275°C. At higher temperatures, the mixture that is created by the degradation comprises unsaturated C=C backbone chains and unchanged PVC chars, and degrades to small fragments. While valuable in understanding the degradation processes, TGA and other thermal analysis tests are still only short-term tests and cannot produce usable long-term temperature resistance values by themselves. However, these tests are invaluable in research into ways of protecting polymers, and as quality control tests to check that protective additives, such as antioxidants, are actually working as planned.

Because of the many factors involved in thermal degradation of polymers, as well as added complications when the effects of mechanical stresses are superimposed, choice of a suitable polymer for high continuous operating temperature is not a simple matter. If the product is not subjected to appreciable mechanical stresses in service, a no-load continuous safe rated operating temperature can be found in some handbooks.

- 25- Read the above text. Which one of the following statements is correct?**
- 1) cross linking is not a type of degradation
  - 2) All of the polymers do not degrade by one mechanism
  - 3) All of the polymers degrade preferentially by one mechanism
  - 4) presence of oxygen in polymerization of styrene do not lead to weak bonds in parts of chain
- 26- In a thermogravimetric analysis -----**
- 1) weight addition and weight loss is measured
  - 2) only weight loss or weight gain continuously measured in a big sample.
  - 3) process of weight loss or weight gain measured at two point at constant rate
  - 4) process of weight loss or weight gain is only at one single point at constant rate
- 27- In thermogravimetric analysis:**
- 1) the by products of degradation are volatile or gasous
  - 2) the products of degradation are volatile or gasous
  - 3) test apparatus for TGA measures weight loss or gain in single point at constant rate
  - 4) The degradation products are frequently volatile or gasous and can be physically analyzed to understand degradation
- 28- Thermogravimetric analysis is -----**
- 1) A test that provides data for long term resistance of material to heat
  - 2) A short term test and can provide usable long term temperature resistance values by themselves
  - 3) A short term test and can not provide data on resistance behaviour of material on long term basis
  - 4) A test that provides data for long term resistance of materials like PVC to heat which can be used long term resistance



**Passage 5 :**

Plastic sheets are manufactured by the main processes of press moulding, casting or by extrusion. In general, the very thick gauges of sheets continue to be press moulded, but by far the greatest proportion are produced by the continuous extrusion process. Maximum widths have for some years been limited to (1219-1422 mm) but extruded sheets are now available up to (2030mm) wide, and new extrusion plant will shortly. Be in operation, capable of producing sheets up to (3040mm) wide. A valve switching system enables air to be pumped in to the vacuum box to pre-stretch the sheet in to a bubble prior to the mould table rising. This facility lessens the possibility of the hot sheet thinning out at the sharper or higher parts of male moulds in particular. And makes for a more uniform cross section. This arrangement is particularly useful when forming some of the more difficult materials such as polypropylene.

**29- According to the text:**

- 1) soon sheets of over 3 meter width could be formed
- 2) Thin sheets are formed mainly by press moulding
- 3) Extrusions are used only in production of thin sheets
- 4) Greatest proportion of sheets are formed by coating

**30- Pumping Air into vacuum box to pre-stretch the sheet lessens:**

- 1) the amount of vacuum required
- 2) uniformity of cross- section
- 3) cycle time of production
- 4) Hot – sheet thinning out

**شیمی پلیمر و اصول مهندسی پلیمریزاسیون**

- ۳۱- از پلیمریزاسیون کاتیونی اکسید پروپیلن چه نوع پلیمری حاصل می‌شود؟  
 (۱) پلی اتر خطی (۲) پلی استان (۳) پلی اتر حلقوی (۴) پلی استر به شدت شاخه‌ای
- ۳۲- در پلیمریزاسیون آنیونی آغازگری که در هر دو محیط قطبی و غیر قطبی فعال است کدام یک از آغازگرهای زیر می‌باشد؟  
 (۱) بیوتیل سدیم (۲) بیوتیل لیتیم (۳) کیومیل پتاسیم (۴) دی‌فنیل متیل پتاسیم
- ۳۳- آغازگرهای کاتیونی در کدام گروه‌های زیر قرار دارند؟  
 (۱) آمیدور پتاسیم، بنزوتیل کلراید  
 (۲) دی فنیل متیل سزیم، بنزیل پتاسیم  
 (۳) پراکسید بنزوتیل، هیدروپراکسید کیومن  
 (۴) اسیدهای لوئیس، ترکیبات تولید کننده کربوکاتیون، اسیدهای پروتونه قوی
- ۳۴-  $[M^{\ominus}]$  در پلیمریزاسیون رادیکالی متناسب است با:  

$$\sqrt{\frac{k_d}{k_t}} [I]^{\frac{1}{2}} \quad (۲)$$

$$\sqrt{\frac{k_d}{k_t}} [M]^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

$$\frac{k_d}{k_t} [M]^{\frac{1}{2}} \quad (۴)$$

$$\frac{k_d}{k_t} [I]^{\frac{1}{2}} \quad (۳)$$
- ۳۵- پلی‌اتیلن‌های با دانسیته پایین (سبک) خطی به چه روشی تهیه می‌گردند؟  
 (۱) روش منظم فضائی در فشار و دمای بالا  
 (۲) روش رادیکالی تحت فشار و حرارت زیاد  
 (۳) روش رادیکالی در دمای پایین و فشار زیاد  
 (۴) روش رادیکالی تعلیقی در  $110^{\circ}\text{C}$  و  $100$  اتمسفر فشار

- ۳۶- مونومرهای تشکیل دهنده پلی کربنات، کدام یک از زوج مونومرهای زیر می باشند؟  
 (۱) فسژن، بیس فتل A  
 (۲) دی ایزوسیاناتها و دی آمینها  
 (۳) فسژن و دی آمینها  
 (۴) کاپرولاکتوم و N کربوکسیلیک ایندریدها
- ۳۷- در پلیمریزاسیون منظم فضائی (زیگلر-ناتا) مکانیزمهای پیش بینی شده کدام است؟  
 (۱) فقط دو آنیونی  
 (۲) دو کاتیونی و یک رادیکالی  
 (۳) دو کاتیونی یک، آنیونی و یک رادیکالی  
 (۴) یک کاتیونی، یک رادیکالی و دو آنیونی
- ۳۸- در پلیمریزاسیون رادیکالی وینیل استات واکنش انتقال به زنجر چه تأثیری بر پلیمریزاسیون دارد؟  
 (۱) باعث از بین رفتن مراکز فعال می شود.  
 (۲) ویسکوزیته را به شدت افزایش داده و باعث اثر ژل می شود.  
 (۳) باعث کاهش جرم مولکولی و شاخه ای شدن پلیمر می شود.  
 (۴) باعث ایجاد اتصالات عرضی و در نتیجه ژل شدن پلیمر می شود.
- ۳۹- در رسوب دهی جزء به جزء پلیمرها از محلول اشباع آنها، پلیمرها چگونه رسوب می کنند؟  
 (۱) پلیمرهای شاخه ای زودتر رسوب می کنند.  
 (۲) پلیمرهای با جرم مولکولی بزرگ زودتر رسوب می کنند.  
 (۳) پلیمرهای با جرم مولکولی کوچک زودتر کریستالی می شوند.  
 (۴) همه پلیمرها با هم رسوب می کنند و تفاوتی وجود ندارد.
- ۴۰- برای تولید پلی وینیل الکل از چه روشی استفاده می کنند؟  
 (۱) پلی وینیل استات را هیدرولیز می کنند.  
 (۲) از احیای مستقیم پلی اکریلیک اسید تولید می کنند.  
 (۳) از هیدرولیز اسیدی پلی متیل متاکریلات به دست می آورند.  
 (۴) از پلیمریزاسیون مستقیم رادیکالی وینیل الکل به دست می آورند.
- ۴۱- یک سیستم پلیمریزاسیون به خوبی توسط یک تابع توزیع شولتز - زیم مدل شده است: در صورتی که پارامتر وابسته به متوسط درجه پلیمریزاسیون ( $\beta$ ) برابر با  $10^{-5}$  باشد و واکنش های اختتام از نوع ترکیب باشند، متوسط وزنی درجه پلیمریزاسیون کدام است؟  
 (۱) ۱۰۰۰۰۰  
 (۲) ۲۰۰۰۰۰  
 (۳) ۳۰۰۰۰۰  
 (۴) ۵۰۰۰۰۰
- ۴۲- منحنی توزیع جزء مولی وزن مولکولی یک نمونه پلیمری متقارن است. چنانچه متوسط  $Z$  وزن مولکولی این نمونه برابر ۷۵۰۰۰ باشد، متوسط عددی وزن مولکولی این نمونه کدام مقدار زیر می تواند باشد؟  
 (۱) ۱۵۰۰۰  
 (۲) ۲۰۰۰۰  
 (۳) ۲۵۰۰۰  
 (۴) ۳۰۰۰۰
- ۴۳- در یک مخلوط دو جزیی از دو هموپلیمر با وزن مولکولی واحد تکرار شونده ی برابر، توزیع درجه پلیمریزاسیون هر دو جزء این مخلوط از توزیع پواسون پیروی می کند. شاخص پراکندگی مخلوط هنگامی که به نسبت مولی ۴ به ۱ از جزء اول به جزء دوم در مخلوط وجود داشته باشد به کدام مقدار زیر نزدیک تر است؟ متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون برای جزء اول ۱۰۰ و برای جزء دوم ۲۰۰ می باشد؟  
 (۱) ۱  
 (۲) ۱/۰۵  
 (۳) ۱/۱  
 (۴) ۲/۴



۴۴- کسر تبدیل بحرانی جهت بروز پدیده ژل در یک پلیمریزاسیون مرحله‌ای غیرخطی، توسط معادله کاروتز و نیز محاسبات آماری به ترتیب ۹۳۳٪ و ۸۴۳٪ به دست آمده است. مقدار واقعی کسر تبدیل بحرانی به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

(۱) ۸٪ (۲) ۹٪

(۳) ۹۵٪ (۴) با این داده‌ها نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۴۵- در یک پلیمریزاسیون مرحله‌ای خطی در شرایط استوکیومتری و در غیاب کاتالیزور اسیدی، با غلظت اولیه‌ی  $(\frac{\text{mol}}{\text{lit}})$  ۱۰ از هر کدام از واکنش دهنده‌ها، متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون بعد از گذشت ۱۰ ساعت برابر ۱۰۰۰ می‌شود؛ در شرایط کاملاً مشابه با حالت قبل، با اضافه کردن مقداری کاتالیزور متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون در همان مدت زمان ۵ برابر می‌شود؛ غلظت کاتالیزور اضافه شده چقدر بوده است؟

(۱) ۱۰۰ (۲) ۵۰

(۳) ۱٪ (۴) ۰٫۰۵٪

۴۶- یک کوپلیمر پیوندی که نسبت غلظت عوامل شاخه‌ای شونده به زنجیر اصلی آن ۸۵ درصد است تا میزان ۹۵ درصد تبدیل مونومرهای سه عاملی پیشرفت داشته است. شاخص پراکندگی این پلیمر کدام است؟

(۱) ۱٫۹۲۶ (۲) ۱٫۳۵۴

(۳) ۳٫۵۸۵ (۴) ۲٫۴۳۷

۴۷- در یک پلیمریزاسیون رادیکال آزاد اگر احتمال رشد یک ماکرو رادیکال ۹۹٪ و نسبت ثابت سرعت اختتام به طریق ترکیب به ثابت سرعت اختتام به طریق تسهیم نامتناسب، ۲ باشد، متوسط عددی درجه پلیمریزاسیون تقریباً کدام است؟

(۱) ۶۶ (۲) ۹۹

(۳) ۱۴۹ (۴) ۱۶۵

۴۸- در یک سیستم پلیمریزاسیون رادیکالی ناپیوسته، اختتام تنها به طریق ترکیب صورت می‌پذیرد. اگر شروع کننده آزو آغازگر واکنش باشد، در غیاب واکنش‌های انتقال، کدام عبارت بیانگر متوسط عددی جمعی درجه پلیمریزاسیون است؟ (I کارایی شروع کننده است.)

$$\langle \bar{X}_n \rangle = \frac{[M]_0 P}{f([I]_0 - [I]_t)} \quad (1)$$

$$\langle \bar{X}_n \rangle = \frac{[M]_0 P}{f k_d ([I]_0 - [I]_t)} \quad (2)$$

$$\langle \bar{X}_n \rangle = \frac{[M]_0 P}{2f k_d ([I]_0 - [I]_t)} \quad (3)$$

۴۹- اگر در اثر واکنش پلیمریزاسیون دانسیته پلیمر نسبت به دانسیته مونومر به میزان ۲۵ درصد افت پیدا کند، در درجه تبدیل ۶٪ تغییرات غلظت شروع کننده نسبت به زمان با کدام یک از موارد زیر بیان می‌گردد؟

(۱)  $\frac{2}{3}[I]_0 e^{-k_d t}$  (۲)  $\frac{4}{5}[I]_0 e^{-k_d t}$

(۳)  $\frac{5}{6}[I]_0 e^{-k_d t}$  (۴)  $\frac{5}{4}[I]_0 e^{-k_d t}$

- ۵۰- چنانچه در یک سیستم کوپلیمریزاسیون رادیکالی دو جزئی، شیب منحنی ترکیب درصد لحظه‌ای کوپلیمر در نقاط  $f_1 = 0$  و  $f_2 = 0$  به ترتیب ۲ و ۵ باشد، کدام گزینه در مورد این سیستم صحیح نیست؟
- (۱) سیستم دارای نقطه آزوتروپ است.
  - (۲) کوپلیمر حاصل در این سیستم اتفاقی است.
  - (۳) منحنی ترکیب درصد لحظه‌ای کوپلیمر نسبت به قطر فرعی متقارن خواهد بود.
  - (۴) در این سیستم اضافه شدن مونومرهای مختلف به انتهای زنجیره‌ها، به نوع رادیکال انتهایی وابسته نیست.



۵۱- اگر تابع  $f(x)$  متناوب با دوره تناوب  $2\pi$  باشد. ضریب  $b_n$  آن در سری فوریه

$$f(x) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \quad \text{کدام گزینه است؟}$$

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad (\gamma) \quad \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin^2 nx \, dx \quad (\delta)$$

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin^2 nx \, dx \quad (\epsilon) \quad \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx \, dx \quad (\theta)$$

۵۲- جواب عمومی معادله دیفرانسیل  $x \frac{dy}{dx} + y = \sqrt{xy}$  کدام گزینه است؟

$$\frac{1}{\gamma} x + c \quad (\gamma) \quad x + c \quad (\delta)$$

$$\frac{1}{x} \left( \frac{1}{\gamma} x + c \right)^{\gamma} \quad (\epsilon) \quad \left( \frac{1}{\gamma} x + c \right)^{\gamma} \quad (\theta)$$

۵۳- در خصوص توابع بسل کدام گزینه صحیح است؟

$$\lim_{x \rightarrow \infty} Y_0(x) = 0 \quad (\gamma) \quad \lim_{x \rightarrow \infty} K_0(x) = -\infty \quad (\delta)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} Y_0(x) = +\infty \quad (\epsilon) \quad \lim_{x \rightarrow \infty} K_0(x) = +\infty \quad (\theta)$$

۵۴- جواب توزیع دمای گذرا

$$T(x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\gamma}{(\gamma n + 1)\pi} (-1)^n \cos(\gamma n + 1)\pi x e^{-\alpha \lambda_n^{\gamma} t}$$

متعلق به کدام معادله دیفرانسیل می‌تواند باشد؟

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^{\gamma} T}{\partial x^{\gamma}}, \quad t = 0 \quad T = 1 \quad (\delta)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad x = 0 \quad \& \quad T = 0 \quad x = 0, \gamma/5$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^{\gamma} T}{\partial x^{\gamma}}, \quad t = 0 \quad T = 1 \quad (\gamma)$$

$$T = 0 \quad x = 0 \quad \& \quad T = 0 \quad x = 1$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^{\gamma} T}{\partial x^{\gamma}}, \quad t = 0 \quad T = 1 \quad (\theta)$$

$$T = 0 \quad x = 1 \quad \& \quad T = 0 \quad x = \gamma$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^{\gamma} T}{\partial x^{\gamma}}, \quad t = 0 \quad T = 0 \quad (\epsilon)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \quad x = 1 \quad \& \quad T = 0 \quad x = 0, \gamma/5$$

۵۵- واکنش پشت سر هم  $A \xrightarrow{k_1=1} B \xrightarrow{k_2=1} C$  با  $\varepsilon = 0$  در یک راکتور ناپیوسته با  $B = 0, A = 1$  در  $t = 0$  انجام می‌شود. کدام گزینه غلظت  $B$  بر حسب غلظت  $A$  را نشان می‌دهد؟ (راهنمایی:  $\frac{dB}{dA}$  را به دست آورده و حل کنید.)

(۱)  $-A(\ln A + 1)$

(۲)  $A(\ln A + 1)$

(۳)  $-A \ln A$

(۴)  $A \ln A$

۵۶- توزیع دمای پایدار در یک لوله طولانی با شعاع داخلی  $R_1$  و شعاع بیرونی  $R_2$  با مصرف گرما  $\dot{q}T$  کدام گزینه می‌تواند باشد؟  $K, I, Y, J$  به ترتیب توابع بسل نوع اول، دوم، سوم، چهارم هستند.

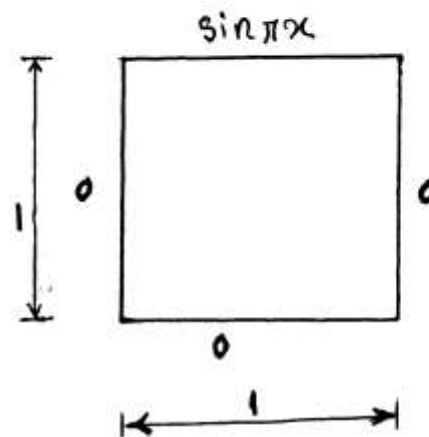
(۱) ترکیب خطی  $Y_0, J_0$

(۲) ترکیب خطی  $K_0, I_0$

(۳)  $I_0$

(۴)  $J_0$

۵۷- اگر برای به دست آوردن توزیع دمای دو بعدی در صفحه شکل زیر از روش تفکیک متغیرها (ضربی) استفاده شود، کدام گزینه به جواب نزدیک‌تر است؟



(۱)  $T = \sum_{n=1}^{\infty} \sin n\pi x \sinh n\pi y$

(۲)  $T = \sin \pi x \sinh \pi y$

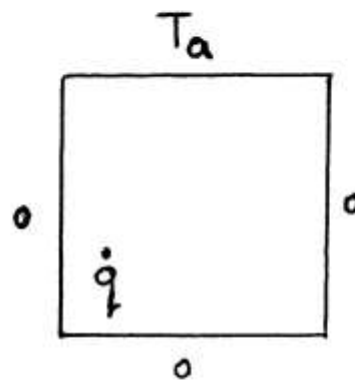
(۳)  $T = \sum_{n=1}^{\infty} \sin n\pi x \frac{\sinh \pi y}{\sinh n\pi}$

(۴)  $T = \sin \pi x \frac{\sinh \pi y}{\sinh \pi}$



۵۸- معادله تفاضلی (معادله نقطه‌ای) متناظر با معادله دیفرانسیل توزیع دمای پایدار

در یک صفحه با تولید گرما  $\dot{q} \left( \frac{W}{m^3} \right)$  کدام گزینه است؟  $\Delta y = \Delta x$



i شماره‌ده جهت x

j شماره‌ده جهت y

$$T_{i+1,j} + T_{i-1,j} + 4T_{i,j+1} + 4T_{i,j-1} - 16T_{i,j} = -\frac{\dot{q}\Delta x^2}{k} \quad (1)$$

$$T_{i+1,j} + T_{i-1,j} + T_{i,j+1} + T_{i,j-1} - 4T_{i,j} = -\frac{\dot{q}\Delta x^2}{k} \quad (2)$$

$$T_{i+1,j} + T_{i-1,j} + 4T_{i,j+1} + 4T_{i,j-1} - 16T_{i,j} = +\frac{\dot{q}\Delta x^2}{k} \quad (3)$$

$$T_{i+1,j} + T_{i-1,j} + T_{i,j+1} + T_{i,j-1} - 4T_{i,j} = +\frac{\dot{q}\Delta x^2}{k} \quad (4)$$

۵۹- در نظر است رابطه توانی  $\eta = \eta_0 e^{\frac{E}{RT} \dot{\gamma}^{(n-1)}}$  روی داده‌های جدول زیر  
برازیده شود (curve fitting). اگر از روش حداقل مربعات استفاده کنیم، عضو  
ستون سوم ردیف دوم کدام گزینه است؟

$\dot{\gamma}$	$\dot{\gamma}_0$	...	$\dot{\gamma}_k$
$T$	$T_0$	...	$T_k$
$\eta$	$\eta_0$	...	$\eta_k$

$$(k+1) \quad (1)$$

$$\sum_{i=0}^k \frac{1}{T_i} \quad (2)$$

$$\sum_{i=0}^k \ln \dot{\gamma}_i \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^k \frac{\ln \dot{\gamma}_i}{T_i} \quad (4)$$

۶۰- حاصل تبدیل لاپلاس  $tf(t)$  کدام گزینه است؟  $L\{tf(t)\}$

(۱)  $e^{-s}F(s)$

(۲)  $-\frac{dF}{ds}$

(۳)  $sF(s) - f(0)$

(۴) عبارت غیر خطی است تبدیل لاپلاس ندارد.

۶۱- مقدار  $I = \int_0^4 x^2 dx$  با استفاده از روش سیمسون  $\frac{1}{3}$  کدام گزینه است؟

$\Delta x = 1$

(۲) ۱۲۸

(۱) ۱۹۲

(۴) ۴۲/۳

(۳) ۶۴

۶۲- از روش **Heun (improved Euler)** برای حل معادله دیفرانسیل زیر استفاده

می‌شود؟  $y = 2$  ،  $x = 0$  ،  $\frac{dy}{dx} = 3 \times 2^x - y$  با  $\Delta x = 1$  مقدار  $y$  در  $x = 1$

کدام گزینه است؟

(۲) ۳/۵

(۱) ۳

(۴) ۴/۵

(۳) ۴

۶۳- کدام یک از توابع داده شده در گزینه‌های زیر در بازه  $[0, \pi]$  ارتونرمال (متعامد

نرمال) هستند؟

(۱)  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \sin kx$  ,  $\sqrt{\frac{2}{\pi}} \sin mx$  (۲)  $\sin kx$  ,  $\sin mx$

(۳)  $\frac{2}{\pi} \sin kx$  ,  $\frac{2}{\pi} \sin mx$  (۴)  $\frac{\pi}{2} \sin kx$  ,  $\frac{\pi}{2} \sin mx$

۶۴- برای حل معادله غیر خطی  $x - e^{-2x} = 0$  از روش نیوتن استفاده می‌شود. اگر

با حدس اولیه  $x_0 = 0$  شروع شود  $x_1$  چقدر است؟

(۲)  $\frac{1}{3}$

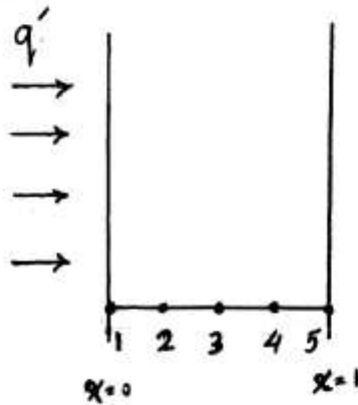
(۱) ۳

(۴)  $-\frac{1}{3}$

(۳) -۳



۶۵- به سمت چپ صفحه‌ای به ضخامت یک تشعشع با شدت  $q'$  و واحد  $\frac{W}{m^2}$  انجام می‌گیرد. شرط مرزی در  $x = 0$  با استفاده از تقریب تفاضل‌های محدود (finite differences) کدام گزینه است؟



$$T_2 - T_1 = \frac{q' \Delta x}{kA} \quad (1)$$

$$T_2 - T_1 = -\frac{q' \Delta x}{kA} \quad (2)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{q' \Delta x}{k} \quad (3)$$

$$T_2 - T_1 = -\frac{q' \Delta x}{k} \quad (4)$$

۶۶- نمونه‌ای از الاستومر پلی بوتادی این (BR) حاوی ۳۰ درصد وزنی از فیلر نانو سیلیکا، به عنوان یک سیال ویسکو الاستیک تحت یک میدان برشی قرار داده شده است. در پایان فرآیند، نمونه حاوی یک حافظه القائی شده است. چنانچه رابطه بین تنش القاء شده ( $\sigma$ )، کرنش ( $\gamma$ ) در لحظه توقف فرآیند و تابع مدول  $G(t)$  نمونه، به صورت زیر باشد.

$$\sigma = G(t)\gamma$$

کدام گزینه برای این سیال صحیح است؟

- (۱) افزایش دمای فرآیند باعث کاهش مقاومت سیال در برابر فرآیند می‌گردد.
- (۲) حافظه الاستیک سیال =  $G(t)$ ، تابع مستقل از دما و زمان، ویسکوزیته سیال مستقل از سرعت فرآیند.
- (۳) حافظه الاستیک سیال =  $G(t)$ ، تابع نزولی نسبت به زمان، تابع صعودی نسبت به دما، سیال دارای رفتار تیکسوتراپ می‌باشد.
- (۴) حافظه الاستیک سیال =  $G(t)$ ، تابع صعودی نسبت به زمان، تابع نزولی نسبت به دما، سیال دارای رفتار تیکسوتراپ می‌باشد.

۶۷- نمونه‌ای از الاستومر مشروح در سؤال (۶۶)، در دفعات زمانی،  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  تحت کرنش‌های  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$  قرار داده شده است. چنانچه رفتار این سیال در مقابل میدان تنشی وارده از نوع ویسکو الاستیک خطی باشد، در لحظه زمانی  $t$ ، مقدار تنش موجود در سیال با کدام یک از روابط زیر نشان داده می‌شود؟

$$\sigma(t) = \int_{-\infty}^t G(t+s) \frac{d\gamma}{ds} ds \quad (1)$$

$$\sigma(t) = G(t)[\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n] \quad (2)$$

$$\sigma(t) = G(t_1 - t_1)\gamma_1 + G(t_2 - t_2)\gamma_2 + \dots + G(t_n - t_{n-1})\gamma_{n-1} \quad (3)$$

$$\sigma(t) = G(t - t_1)\gamma_1 + G(t - t_2)\gamma_2 + \dots + G(t - t_n)\gamma_n = \int_{-\infty}^t G(t-s) \frac{d\gamma}{ds} ds \quad (4)$$

۶۸- قطعه‌ای شبکه‌ای شده به شکل مکعب بر پایه کاتوجوی طبیعی (NR) تحت یک نیروی کششی با سرعت  $500 \frac{mm}{min}$  در دمای ثابت قرار داده شده است. رفتار شبکه در مقابل تنش از نوع Affine می‌باشد. ضریب تغییر طولی قطعه در جهت کشش  $\lambda_x = \frac{\ell}{\ell_0}$  و تغییر ابعاد قطعه در دو جهت  $y, z$  نیز برابر فرض می‌شود ( $\lambda_y = \lambda_z$ ). حجم قطعه در حین کشش نیز ثابت می‌باشد. اگر تعداد کل سگمنت‌های مؤثر درون شبکه با  $N$  نشان داده شود، مقدار تغییر آنتروپی قطعه ( $\Delta S_N$ ) برابر است با:

$$\Delta S_N = -\frac{1}{2} NK(\lambda_x^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2 - 3)$$

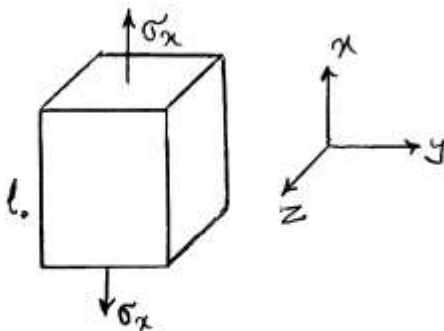
کدام یک از گزینه‌های زیر برای  $\Delta S_N$  صحیح است؟

$$\Delta S_N = -\frac{1}{2} NK\left(\frac{\ell^2}{\ell_0^2} + \frac{2\ell_0}{\ell} - 3\right) \quad (1)$$

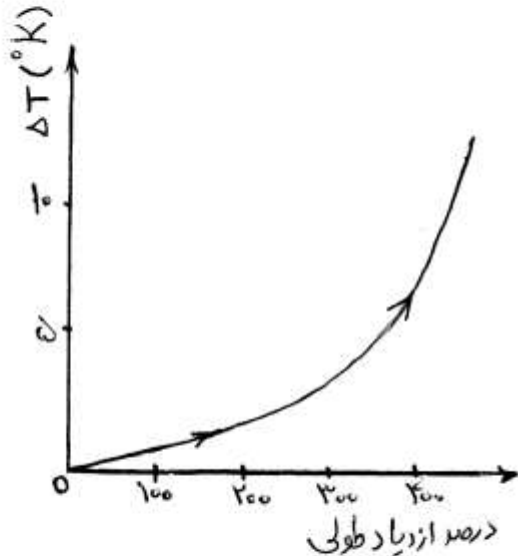
$$\Delta S_N = -\frac{1}{2} NK\left(\frac{\ell}{\ell_0} + \frac{2\ell_0^2}{\ell^2} - 3\right) \quad (2)$$

$$\Delta S_N = \frac{-1}{2} NK\left(\frac{\ell}{\ell_0} - \frac{\ell_0^2}{\ell^2}\right) \quad (3)$$

$$\Delta S_N = -\frac{1}{2} NK\left(\frac{\ell}{\ell_0} - \frac{\ell_0^2}{\ell^2} - 3\right) \quad (4)$$



۶۹- تغییرات دمای قطعه مشروح در سؤال (۶۸) در حین کشش در جهت طول و در شرایط ایزوآنتروپیک (آنتروپبی ثابت) به صورت زیر می‌باشد. اگر ضریب گنجایش حرارتی قطعه  $C_p$  فرض شود، کدام یک از گزینه‌های زیر میزان تغییر دمای قطعه را در ازدیاد طولی ۴۰۰٪ نشان می‌دهد. (ثابت گازها - R)



$$\left(\frac{\partial T}{\partial \ell}\right)_s = -\frac{T}{C_p} \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_\ell \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \ell}\right)_s = +\frac{T}{C_p} \left[ NR \left( \frac{\ell}{\ell_0} - \frac{\ell_0}{\ell^2} \right) \right] \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \ell}\right)_s = -\frac{T}{C_p} \left[ NR \left( \frac{\ell^2}{\ell_0} - \frac{2\ell_0}{\ell^2} \right) \right] \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \ell}\right)_s = -\frac{T}{C_p} \left[ NR \left( \frac{\ell}{\ell_0^2} - \frac{2\ell_0}{\ell^2} \right) \right] \quad (4)$$

۷۰- پلیمری الاستومری با انرژی سطحی  $\gamma_p$  توسط یک نوع فیبر با انرژی سطحی  $\gamma_f$  ( $\gamma_f \gg \gamma_p$ ) آمیزه شده است. هر چه  $\Delta\gamma = \gamma_f - \gamma_p$  بیشتر شود:

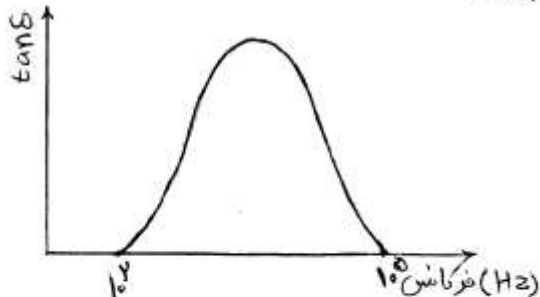
(۱) سرعت wetting بیشتر و شدت interface پلیمر/ فیبر بیشتر خواهد بود.

(۲) سرعت wetting بیشتر و شدت interface پلیمر/ فیبر کمتر خواهد بود.

(۳) سرعت wetting کمتر و شدت interface پلیمر/ فیبر کمتر خواهد بود.

(۴) جذب زنجیرهای الاستومر بر روی ذرات فیبر کمتر می‌شود و تقویت مدول الاستومر توسط فیبر نیز کمتر می‌شود.

۷۱- آمیزه‌ای بر پایه الاستومر پلی بوتادی این حاوی ۵٪ کانفیگوراسیون، ۱ و ۲- ونیل، تهیه شده و توسط یک سامانه ولکانیزاسیون نوع گوگردی در دمای  $160^\circ\text{C}$  شبکه‌ای شده و به یک CLD معین دست یافته است. نمونه‌ای از آمیزه شبکه‌ای شده تحت یک میدان کششی دینامیک با دامنه ۰/۲ و فرکانس‌های مختلف قرار داده شده و تغییرات  $\tan \delta$  (فاکتور اتلاف ویسکو الاستیک) نسبت به فرکانس در دمای  $25^\circ\text{C}$  به شکل زیر حاصل شده است. افزایش درصد کانفیگوراسیون، ۱ و ۲- ونیل، در ساختار این الاستومر در صورت ثابت بودن مورفولوژی شبکه مربوطه باعث:



(۱) انتقال پیک  $\tan \delta$  به فرکانس‌های بالاتر و افزایش هیسترسیس قطعه می‌شود.

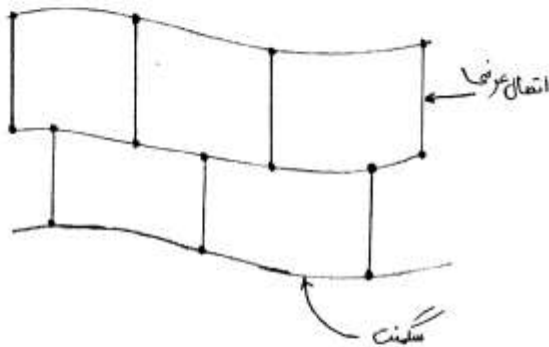
(۲) انتقال پیک  $\tan \delta$  به فرکانس‌های کمتر و افزایش هیسترسیس قطعه می‌شود.

(۳) افزایش بلورینگی شبکه، عدم تغییر پیک  $\tan \delta$ ، کاهش حرارت انباشتگی قطعه می‌شود.

(۴) کاهش دمای  $T_g$  شبکه، هیسترسیس بیشتر قطعه شبکه‌ای شده و انتقال پیک  $\tan \delta$  به فرکانس‌های بالاتر می‌شود.



۷۲- یک پلیمر الاستومری توسط یک سامانه ولکانیزاسیون پراکسیدی شبکه‌ای شده است به طوری که شبکه مربوط در گستره دمایی (۱۰۰°C + الی ۱۰۰°C -) در مقابل نیروی کششی (f) از خود رفتار رابر الاستیک ایده‌آل از نوع Affine نشان می‌دهد. قطعه مربوط به این شبکه در جهت طول (محور x) کشیده شده و به یک ازدیاد طولی معین رسیده است. مقدار تغییر انرژی آزاد الاستیک و آنروپی و انرژی داخلی قطعه به ترتیب،  $du$ ،  $ds$ ،  $dA$  می‌باشد. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



$$dA = du - Tds \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial A}{\partial \ell}\right)_{T,V} = \frac{1}{T} \left(\frac{\partial s}{\partial \ell}\right)_T \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial A}{\partial \ell}\right)_{T,V} = -T \left(\frac{\partial s}{\partial \ell}\right)_T \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial A}{\partial \ell}\right)_{T,V} = f = \left(\frac{\partial u}{\partial \ell}\right)_{T,V} - T \left(\frac{\partial s}{\partial \ell}\right)_T \quad (4)$$

۷۳- الاستومر EPDM از نظر ساختار ریزمولکولی دارای ساختار تریپلیمر بر پایه اتیلن، پروپیلن و یک مونومر دی این می‌باشد. سگمنت‌های اتیلنی می‌توانند دارای شاخه با طول‌های مختلف باشند. افزایش طول و درجه شاخه‌ای در این الاستومر باعث:

(۱) کاهش ویسکوزیته، کاهش نیرو، افزایش رفتارهای تریبولاس می‌گردد.

(۲) افزایش کشش سطحی، کاهش مقاومت اوزونی، افزایش الاستیسیته می‌گردد.

(۳) کاهش بلورینگی، افزایش رفتار سود و پلاست، کاهش رفتارهای تریبولاس می‌گردد.

(۴) افزایش سرعت ولکانیزاسیون، افزایش مقاومت سایشی، بهبود فرآیندپذیری می‌گردد.

۷۴- دو آمیزه A، B بر پایه الاستومر SBR حاوی به ترتیب دوده با قطر متوسط  $5 \mu\text{m}$  و  $50 \mu\text{m}$  تهیه شده و در شرایط یکسان تحت فرآیند اکستروژن قرار داده شده‌اند. کدام یک از گزینه‌های زیر برای این دو آمیزه صحیح است؟

(۱) زمان استهلاک حافظه الاستیک الفانی در حین فرآیند برای آمیزه B بیشتر است.

(۲) آمیزه A از رفتار دیلاتانت بیشتر، و قابلیت جمع شدگی حرارتی بیشتر بعد از خروج از دای خواهد بود.

(۳) آمیزه A از آستانه پرکولاسیون ریولوژیکی بیشتر و رفتار تریبولاس بیشتر برخوردار بوده و قطعه شبکه‌ای شده آن از رفتار payn effect کمتر برخوردار خواهد بود.

(۴) آمیزه A از آستانه پرکولاسیون ریولوژیکی کمتر و میزان تورم دای (Die) کمتر برخوردار بوده و قطعه شبکه‌ای شده آن از رفتار payn effect بیشتر برخوردار خواهد بود.

۷۵- از یک الاستومر با ساختار خطی با دمایی  $T_g \approx 100^\circ\text{C}$ ، دو آمیزه متفاوت A، B تهیه شده است به طوری که آمیزه A حاوی ۲۵٪ وزنی از یک فیلر کروی با قطر متوسط  $3 \mu\text{m}$  و ساختار کم، و آمیزه B حاوی ۵٪ وزنی از همان فیلر با قطر متوسط  $1 \mu\text{m}$  و ساختار بزرگ می‌باشند. هر دو آمیزه به مدت ۲ دقیقه تحت فرآیند نورد یا milling در شرایط یکسان قرار گرفته‌اند. چنانچه تابع زمانی حافظه الاستیک القاء شده در این دو آمیزه بلافاصله بعد از توقف فرآیند به ترتیب  $G(t)_B$ ،  $G(t)_A$  باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱)  $G(t)_A > G(t)_B$ ، سرعت استهلاک حافظه A بیشتر از B، امکان پرکولاسیون ریولوژیکی آمیزه B بیشتر از آمیزه A می‌باشد.

(۲)  $G(t)_B > G(t)_A$ ، سرعت استهلاک حافظه B بیشتر از A، میزان رفتار تریبولاس B بیشتر از A می‌باشد.

(۳)  $G(t)_B = \frac{1}{2} G(t)_A$ ، رفتار سودوپلاست آمیزه A بیشتر از B، سرعت استهلاک حافظه آمیزه B نصف آمیزه A می‌باشد.

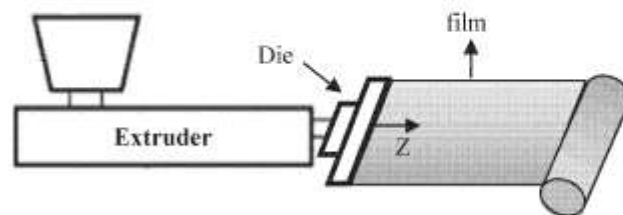
(۴)  $G(t)_A = G(t)_B$ ، زیرا نوع الاستومر در هر دو یکسان است، سرعت استهلاک حافظه A بیشتر از B، آمیزه B از رفتار سودوپلاست بیشتری در حین فرآیند برخوردار است.

۷۶- قرار است با استفاده از یک اکسترودر تک پیچه که ثابت هندسی جریان drag در ناحیه سنجش  $\alpha = 30 \text{ cm}^3$  و برای جریان فشاری  $\beta = 9 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$  و طول ناحیه سنجش  $L = 24 \text{ cm}$  است؛ با استفاده از یک دای نواری شکل (slit die) به ابعاد  $w = 20 \text{ cm}$ ,  $H = 0.5 \text{ cm}$ ,  $L_d = 20 \text{ cm}$  ورق پلی اتیلن با سرعت  $1/2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$  تولید گردد. اگر شرایط همدمای و ویسکوزیته مذاب در دمای داده شده ثابت و برابر  $\mu = 750 \text{ pas.s}$  باشد، در آن صورت میزان  $\Delta P$  و سرعت چرخش پیچ (N) برابر خواهد بود با:

$$(1) \quad 28 \text{ rpm}, 72 \text{ atm} \quad (2) \quad 41/4 \text{ rpm}, 72 \text{ atm}$$

$$(3) \quad 28 \text{ rpm}, 14/4 \text{ atm} \quad (4) \quad 41/4 \text{ rpm}, 14/4 \text{ atm}$$

۷۷- اگر در یک فرایند تولید فیلم توسط اکسترودر مجهز به دای صفحه‌ای، محصول از دو طرف در تماس با هوا با دمای  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت  $h$  قرار گیرد، در آن صورت کدام یک از روابط زیر برای یافتن خط انجماد صحیح است؟  $\delta$  ضخامت فیلم،  $U$  سرعت کشش فیلم،  $T_0$  دمای مذاب خروجی از دای،  $\rho$  دانسیته مذاب و  $C_p$  ظرفیت گرمایی ویژه پلیمر است.



$$\ln\left(\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty}\right) = -\beta z, \quad \beta = \frac{\nu h}{\rho C_p U \delta} \quad (1)$$

$$\ln\left(\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty}\right) = -\beta z, \quad \beta = \frac{\rho C_p U \delta}{\nu h} \quad (2)$$

$$\ln\left(\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty}\right) = \beta z, \quad \beta = \frac{\nu h}{\rho C_p U \delta} \quad (3)$$

$$\ln\left(\frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty}\right) = \beta z, \quad \beta = \frac{\rho C_p U \delta}{\nu h} \quad (4)$$

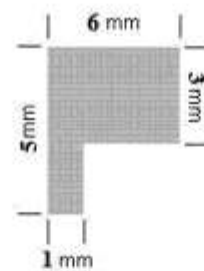
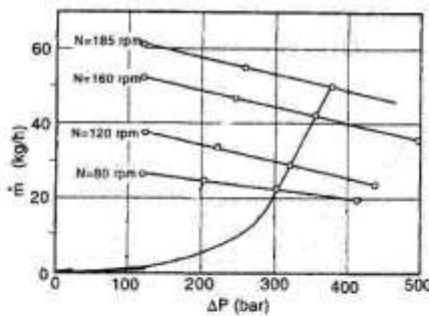
۷۸- قرار است با استفاده از یک اکسترودر تک پیچه و با استفاده از یک نوع

ترموپلاستیک نوعی پروفیلی با سرعت  $20 \frac{m}{min}$  با ابعاد زیر تولید گردد. اگر نمودار

مشخصه ناحیه سنجش پیچ اکسترودر در سرعت‌های مختلف پیچ و نیز نمودار

مشخصه دای به صورت شکل زیر باشد و در دمای فرایندی: ویسکوزیته و دانسیته

مذاب به ترتیب برابر با  $121000 \text{ pas.s}$  و  $1.2 \frac{g}{cm^3}$  باشد، کدام گزینه زیر برای



(۱)  $303 \text{ bar}$  ,  $80 \text{ rpm}$

(۲)  $320 \text{ bar}$  ,  $120 \text{ rpm}$

(۳)  $355 \text{ bar}$  ,  $160 \text{ rpm}$

(۴)  $377 \text{ bar}$  ,  $185 \text{ rpm}$

۷۹- در یک فرایند تولید فیلم دمشی با یک دای به قطر داخلی  $2 \text{ cm}$  و قطر خارجی

$2.7 \text{ cm}$  و مذابی با  $\rho_{melt} = 800 \frac{kg}{m^3}$  ,  $\mu = 5000 \dot{\gamma}^{-0.5} \text{ pa.s}$  و

$\tau_{w,crit} = 0.13 \text{ MPa}$  در نقطه عملکرد دبی خروجی  $200 \frac{kg}{h}$  و فشار پشت

دای  $200 \text{ bar}$  می‌باشد. طول مناسب دای برای اینکه پدیده شکست مذاب رخ ندهد، چند سانتی‌متر است؟

(۱)  $28$

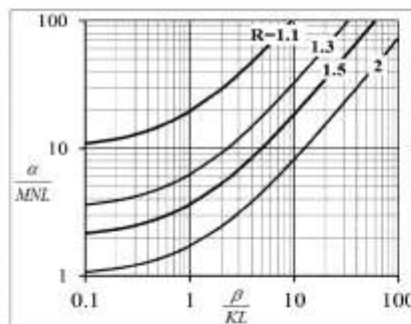
(۲)  $35$

(۳)  $58$

(۴)  $63$

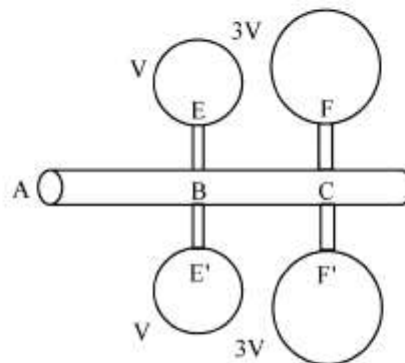


80- با استفاده از یک اکسترودر تک پیچه نیدردار با ثابت هندسی جریان درگ  $\alpha = 31/2 \text{ cm}^3$ ، ثابت هندسی جریان فشاری  $\beta = 5 \times 10^{-3} \text{ cm}^4$  و طول ناحیه سنجش  $L = 10 \text{ cm}$  مجهز به یک دای آنالوس با ثابت  $K = 2/5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$  فیلم پلی اتیلن تولید می گردد. اگر شرایط عملکردی اکسترودر آدیباتیک باشد و سرعت چرخش پیچ  $N = 180 \text{ rpm}$  و  $M = 0/2 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}$  باشد، در آن صورت دبی خروجی چند



- $\frac{\text{Cm}^3}{\text{s}}$  است؟
- (1) 18  
(2) 36  
(3) 60  
(4) 180

81- قرار است با استفاده از یک فرایند تزریق و از طریق یک قالب به شکل زیر، محصول تولید گردد (حجم قالب های بزرگ 3 برابر قالب های کوچک می باشد). اگر رفتار مذاب نیوتنی و مجراها از نوع گرد (Circular) باشند؛ با فرض همدمای بودن شرایط، کدام یک از روابط زیر برای نسبت طول به شعاع مجراها صحیح می باشد؟



$$\frac{L_{BE}}{R_{BE}^2} = 6 \frac{L_{BC}}{R_{BC}^2} + 3 \frac{L_{CF}}{R_{CF}^2} \quad (1)$$

$$\frac{L_{BE}}{R_{BE}^2} = 4 \frac{L_{BC}}{R_{BC}^2} + 2 \frac{L_{CF}}{R_{CF}^2} \quad (2)$$

$$\frac{L_{BE}}{R_{BE}^2} = 6 \frac{L_{BC}}{R_{BC}^2} + 4 \frac{L_{CF}}{R_{CF}^2} \quad (3)$$

$$\frac{L_{BE}}{R_{BE}^2} = 4 \frac{L_{BC}}{R_{BC}^2} + 1 \frac{L_{CF}}{R_{CF}^2} \quad (4)$$

82- در یک فرایند تزریق و از طریق یک قالب دو محفظه ای که حجم یکی 6 برابر دیگری است، محصول تولید می گردد. اگر مجراها از نوع گرد (Circular)، طول آنها برابر و دو محفظه همزمان پر شوند، با فرض همدمای بودن شرایط، نسبت شعاع مجراها برای یک مذاب نیوتنی و یک مذاب با رفتار پاورلا با  $n = 0/33$  به ترتیب عبارتند از:

$$\sqrt[3]{6^3}, \sqrt[3]{6} \quad (1)$$

$$\sqrt[3]{6}, \sqrt[3]{6} \quad (2)$$

$$\sqrt[3]{6}, \sqrt[3]{6} \quad (3)$$

$$\sqrt[3]{6^3}, \sqrt[3]{6} \quad (4)$$

۸۳- اکسترودر تک پیچه‌ای با قطر اسمی ۷۵mm، عمق ۴mm در ناحیه سنجش مذاب یا دور ۱۲۰rpm در حال اکستروژن ماده‌ای ترموپلاستیک با ویسکوزیته  $\mu = 7500 \frac{\text{Pa}\cdot\text{s}}{\text{s}^{-1}}$  می‌باشد. اگر طول ناحیه سنجش مذاب ۸ برابر قطر اسمی ماریچ باشد، تقریباً چند نیوتن در متر از گشتاور در ناحیه سنجش مذاب به این ماریچ وارد می‌شود؟

- (۱) ۱۴۰  
(۲) ۲۱۰  
(۳) ۸۰۰  
(۴) ۱۲۶۰۰

۸۴- کدام جمله در مورد تورم دای صحیح نیست؟

- (۱) با افزایش PDI، افزایش می‌یابد.  
(۲) با افزایش جرم مولکولی، افزایش می‌یابد.  
(۳) با کاهش درصد فیلر، کاهش می‌یابد.  
(۴) با افزایش طول دای، افزایش می‌یابد.

۸۵- در یک کامپوزیت حاوی الیاف شیشه پیوسته - تک جهته داده‌های زیر موجود است. نسبت پواسون فرعی (جزیی) (minor) کامپوزیت کدام است؟

$$E_f = 70 \text{ GPa} = \text{مدول الیاف}$$

$$\%5 = \text{کسر حجمی الیاف}$$

$$E_m = 3/5 \text{ GPa} = \text{مدول زمینه (matrix)}$$

$$v_m = 0/4 = \text{نسبت پواسون زمینه}$$

$$v_f = 0/2 = \text{نسبت پواسون الیاف}$$

$$(2) \quad 0/032$$

$$(1) \quad 0/026$$

$$(4) \quad 0/054$$

$$(3) \quad 0/047$$

۸۶- برای ساخت یک قطعه کامپوزیت با استفاده از فرآیند لایه‌گذاری دستی (Hand Lay up) با زمینه (بستر) (Matrix) اپوکسی، کدام یک از سخت کننده‌های (Hardners) زیر عموماً برای رزین اپوکسی استفاده می‌شود؟

(2) انیدریدی + کاتالیزور

(1) انیدریدی

(4) پلی‌آمین‌های آروماتیک

(3) پلی‌آمین‌های آلیفاتیک

۸۷- برای ساخت یک قطعه کامپوزیتی حاوی زمینه (بستر) (Matrix) پلی‌استر غیراشباع و شروع کننده پراکسیدی، یکی از معیارهای انتخاب دمای مناسب برای فرآیند، توجه به ویژگی‌های پراکسید مصرفی است. از این منظر انتخاب دمای فرآیند می‌تواند بر مبنای کدام یک از موارد زیر صورت پذیرد؟

(2) دمایی حدود دمای زمان نیمه عمر یک ساعت پراکسید

(1) دمایی حدود  $\frac{1}{3}$  دمای kick-off پراکسید

(4) دمایی بالاتر از دمای زمان نیمه عمر یک دقیقه پراکسید

(3) دمایی حدود  $\frac{1}{2}$  دمای kick-off پراکسید

۸۸- در کامپوزیت‌های حاوی الیاف کوتاه - تک جهته، تحت شرایط یکسان: بارگذاری (کششی در جهت الیاف) و کسر حجمی مواد و جنس زمینه (Matrix)

می‌توان گفت که میزان بار برداری الیاف با کاهش طول انتقال بار (Load transfer Length) .....

(2) تغییر نمی‌کند.

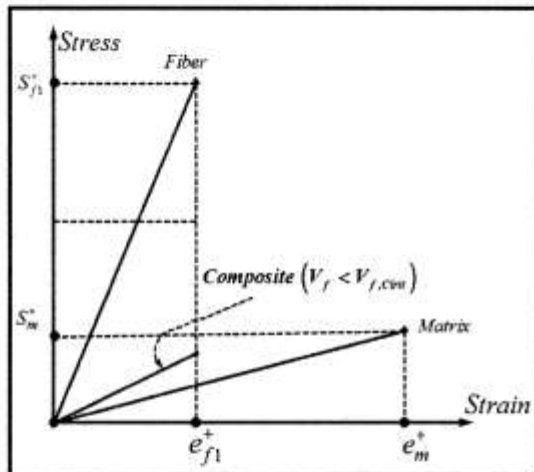
(1) افزایش می‌یابد.

(4) قابل پیش‌بینی نیست.

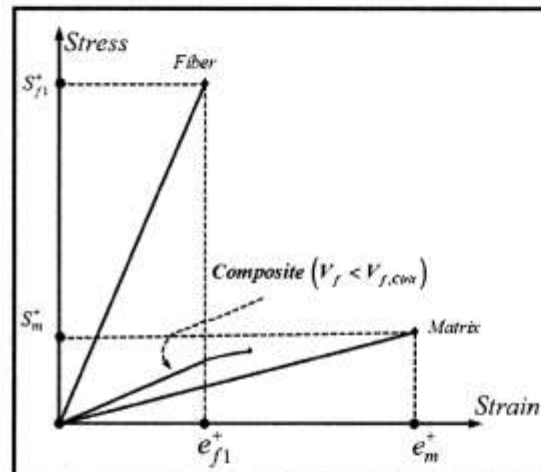
(3) کاهش می‌یابد.



۸۹- برای کامپوزیت‌های حاوی الیاف پیوسته - تک جهته و با میزان کسر حجمی الیاف کمتر از کسر حجمی بحرانی، کدام یک از دو شکل زیر می‌تواند رفتار تنش - کرنشی چنین کامپوزیت‌هایی را بیان نماید.



(الف)



(ب)

$S_{f1}^+$ : مقاومت طولی الیاف تحت بار کششی

$S_m^+$ : مقاومت زمینه (matrix) تحت بار کششی

$e_{f1}^+$ : کرنش شکست الیاف تحت بار کششی

$e_m^+$ : کرنش شکست زمینه تحت بار کششی

(۴) هیچ کدام

(۳) هر دو شکل

(۲) شکل ب

(۱) شکل الف

۹۰- دو نوع کامپوزیت با کسر حجمی و نوع مواد یکسان به صورت زیر موجود است.

الف: حاوی الیاف کوتاه - تک جهته

ب: حاوی الیاف اتفاقی

طول الیاف هم در هر دو نوع کامپوزیت یکسان است. تحت بار کششی یکسان کدام یک از عبارات‌های زیر برای مدول‌ها

صحیح است. پانویس (زیرنویس): ۱: هم جهت با الیاف، ۲: عمود بر الیاف، ۳: اتفاقی

(۱)  $E_r > E_\gamma > E_1$  (۲)  $E_r > E_1 > E_\gamma$  (۳)  $E_1 > E_\gamma > E_r$  (۴)  $E_1 > E_r > E_\gamma$

- ۹۱- ابعاد زنجیر پلیمر در یک حلال با دما و فشار مشخص چگونه با ثوابت مارک - هاینک  $k$  و  $a$  متناسب است؟  
 (۱) با  $k$  و جرم مولکولی به قوه  $a$  متناسب است.  
 (۲) با  $k$  و جرم مولکولی به قوه  $(1+a)$  متناسب است.  
 (۳) با  $(k+1)$  و جرم مولکولی به قوه  $a$  متناسب است.  
 (۴) با  $(k+1)$  و جرم مولکولی به قوه  $(1+a)$  متناسب است.
- ۹۲- منحنی  $T_g$  بر حسب لگاریتم  $DP$  (درجه پلیمریزاسیون) دارای چند ناحیه برای پلیمرهای خطی مانند  $aPP, iPP, PVC$  می باشد؟  
 (۱) ۱  
 (۲) ۲  
 (۳) ۳  
 (۴) ۴
- ۹۳- بر اساس تئوری هافمن، سرعت رشد بلورها در رژیم اول با کدامیک از پارامترهای زیر نسبت معکوس دارد؟  
 (۱) ضریب پیش‌نمایی  
 (۲) ثابت هسته‌گذاری  
 (۳) تعداد واحدهای  $CH_2$  در زنجیر  
 (۴) انرژی فعال‌سازی حرکت مارگونه
- ۹۴- اثر آلیاژ سازی، کوپلیمریزاسیون و افزودن نرم کننده در سامانه‌های تک فاز با استفاده از معادله ..... تبیین می‌شود.  
 (۱) فاکس (۲) آورامی (۳) کلاپرون (۴) آربنوس
- ۹۵- با افزایش نسبت مشخصه یک پلیمر، ابعاد زنجیر ..... زنجیر آزادانه متصل شده ..... شده و چگالی گره خوردگی آن ..... می‌یابد.  
 (۱) به، نزدیک، افزایش (۲) به، نزدیک، کاهش (۳) از، دور، افزایش (۴) از، دور، کاهش
- ۹۶- با بهبود کیفیت حلال در یک محلول رقیق پلیمری، ضریب دوم ویبرال ..... و ثابت هاگینز محلول ..... می‌یابد.  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش
- ۹۷- آلیاژ دو پلیمر با درجه پلیمریزاسیون حدود هزار و تفاوت مشخصه حالیت یک هزار ژول به سانتی‌متر مکعب و حجم مولی بخش زنجیر  $10^5$  سانتی‌متر مکعب بر مول در دمای  $27^\circ C$  درجه سانتی‌گراد ..... فازی است زیرا .....  
 (۱) تک،  $X > X_C$  (۲) تک،  $X < X_C$  (۳) دو،  $X > X_C$  (۴) دو،  $X < X_C$
- ۹۸- یک آلیاژ پلیمری حاوی  $20\%$  وزنی از جزء متفرق با افزایش دما در فشار آتمسفری دو فازی شده و در دماهای بالاتر مجدداً تک فاز می‌شود، رفتار ترمودینامیکی سامانه ..... است.  
 (۱) ساعت شنی (۲) امولسیون دو گانه  
 (۳)  $UCST$  روی  $LCST$  (۴)  $UCST$  روی  $LCST$
- ۹۹- با افزایش زمان آزمون در فشار ثابت، دمای انتقال شیشه‌ای ..... و طول متوسط نواحی ترانس زنجیر ..... می‌یابد.  
 (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - کاهش
- ۱۰۰- ماهیت ترمودینامیکی تغییر شکل یک پلیمرلاستیکی عمدتاً چیست و با افزودن دوده چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) در هر دو صورت آنتروپیک است.  
 (۲) در هر دو صورت آنتالپیک است.  
 (۳) آنتروپیک و تدریجاً آنتالپیک تر می‌شود.  
 (۴) آنتالپیک است و با افزودن نانوذره آنتروپیک تر می‌شود.
- ۱۰۱- کرنش در قطعه‌ای رابری را که تحت کرنش قرار گرفته شده با استفاده از  $kinetic theory of rubber like elasticity$  چند درصد است؟ (طول اولیه قطعه رابری  $3\text{ cm}$  و طول نهایی آن  $6\text{ mm}$  می‌باشد).  
 (۱) ۲۵ (۲) ۵۰  
 (۳) ۷۵ (۴) ۱۰۰
- ۱۰۲- چنانچه یک پلیمر، یکبار در یک جهت و بار دیگر در دو جهت  $orientate$  گردد و از هر دو نمونه‌های کششی تهیه شده و با نمونه‌های جهت‌گیری نشده مقایسه گردند، نتیجه می‌شود که نقطه تسلیم ماده جهت‌گیری .....  
 (۱) نشده از دو نمونه دیگر بیشتر است.  
 (۲) نشده حد متوسط بین دو نمونه دیگر است.  
 (۳) شده در یک جهت از دو نمونه دیگر بیشتر است.  
 (۴) شده در دو جهت از دو نمونه دیگر بیشتر است.

- ۱۰۳- کدام یک از تعارف زیر در مورد چقرمگی (Toughness) صحیح است؟  
 (۱) توانایی جذب انرژی، وقتی نمونه تحت تغییر شکل الاستیک زیادی قرار می‌گیرد و پاره‌گی صورت می‌گیرد. چقرمگی توسط مساحت زیر نمودار تنش - کرنش اندازه‌گیری می‌شود.  
 (۲) توانایی جذب انرژی، وقتی نمونه تحت تغییر شکل پلاستیک زیادی قرار می‌گیرد و پاره‌گی صورت می‌گیرد. چقرمگی توسط مساحت زیر نمودار تنش - کرنش اندازه‌گیری می‌شود.  
 (۳) توانایی جذب انرژی، وقتی نمونه تحت تغییر شکل الاستیک زیادی قرار می‌گیرد بدون اینکه پاره‌گی صورت گیرد. چقرمگی توسط مساحت زیر نمودار تنش - کرنش اندازه‌گیری می‌شود.  
 (۴) توانایی جذب انرژی، وقتی نمونه تحت تغییر شکل پلاستیک زیادی قرار می‌گیرد بدون اینکه پاره‌گی صورت گیرد. چقرمگی توسط مساحت زیر نمودار تنش - کرنش اندازه‌گیری می‌شود.
- ۱۰۴- شاخه‌ای شدن در پلیمرها، بالای نقطه  $T_g$  باعث:  
 (۱) افزایش سرعت خزش در پلیمر می‌شود.  
 (۲) افزایش یا کاهش سرعت خزش می‌گردد.  
 (۳) کاهش سرعت خزش در پلیمر می‌شود.  
 (۴) تاثیری روی سرعت خزش ندارد.
- ۱۰۵- کمپلیانس (compliance) برای پلیمری در تنش ۲ MPa و کرنش ۱۵ درصد، کدام است؟  
 (۱)  $0,05$   
 (۲)  $0,2$   
 (۳)  $0,5$   
 (۴)  $2$
- ۱۰۶- شبکه‌های ترموست الاستومری که در ساختمانشان نقاط اتصال سه عامل دارند در مقایسه با شبکه‌های ترموست الاستومری که در ساختارشان نقاط اتصال چهار عاملی دارند، دارای:  
 (۱) مقادیر  $\sigma_y$  بالاتری هستند.  
 (۲) مقادیر  $\epsilon_B$  بالاتری هستند.  
 (۳) مدول بالاتری می‌باشند.  
 (۴) قدرت سایشی بالاتر می‌باشند.
- ۱۰۷- میزان جهندگی برای پلیمری در کرنش ۵ درصد و حداکثر تنش ۳۰ MPa، کدام است؟  
 (۱)  $0,75$   
 (۲)  $1,5$   
 (۳)  $75$   
 (۴)  $150$
- ۱۰۸- سازگار بودن مخلوط دو پلیمر را می‌توان از آزمایش‌های .....  
 (۱) ضربه محاسبه کرد.  
 (۲) دینامیکی بدست آورد.  
 (۳) استهلاک تنش بدست آورد.  
 (۴) تنش - کرنش تشخیص داد.
- ۱۰۹- برای بررسی اشتعال پذیری (Flammability) دو آزمون شاخص حداقل اکسیژن (LOI) و استاندارد آزمایشگاه‌های شیمی (UL94) انجام می‌پذیرد. آزمون انجام شده بر روی چهار پلیمر اکریلیک، نایلون 11 و پلی‌فنیلن اکساید (PPO) و پلی پروپیلین نتایج شاخص حداقل اکسیژن بشرح زیر را دارد. عبارت صحیح کدام است.  
**LOI for Acrylic (۱۹, Nylom) ۲۵, PPO ۳۵, PP ۱۷**  
 (۱) مقاومت PP در برابر آتش گیری بیش از اکریلیک می‌باشد.  
 (۲) مقاومت PPO در برابر آتش گیری با استفاده از آزمون (LOI) کمتر از نایلون ۱۱ می‌باشد.  
 (۳) مقاومت PPO در برابر آتش گیری با استفاده از آزمون (LOI) بیش از نایلون ۱۱ می‌باشد.  
 (۴) مقاومت اکریلیک در برابر آتش گیری با استفاده از آزمون (LOI) بیش از PPO می‌باشد.

- ۱۱۰- بر طبق اصل جمع آثار بولتزمن:
- (۱) کامپلاینس خزش مستقل از تنش می‌باشد.
  - (۲) میزان تغییر فرم نمونه به تنش اولیه بستگی دارد.
  - (۳) کرنش خزش متناسب است با تنش در هر لحظه از زمان
  - (۴) واکنش ماده در مقابل تنش اعمال شده مستقل از واکنش ماده در مقابل تنش‌هایی است که قبلاً به ماده اعمال شده است.



۱۱۱- اگر به یک مدل ویسکوالاستیک مانند مدل وویت-کلوین، تنش معادل  $\tau_0$  وارد شود، تندهی آن با زمان از کدام معادله زیر بدست می‌آید؟  $\lambda_p$  زمان خستگی و  $J_0 = \frac{1}{G}$  می‌باشد.

$$J_0(e^{-\frac{t}{\lambda_p}}) \quad (۲) \qquad J_0(e^{-\frac{t}{\lambda_p}} + 1) \quad (۱)$$

$$J_0(e^{-\frac{t}{\lambda_p}} - 1) \quad (۴) \qquad J_0(1 - e^{-\frac{t}{\lambda_p}}) \quad (۳)$$

۱۱۲- در فرآیند اعمال جریان کششی به یک میله پلاستیکی در صورتی که جریان اعمال شده به صورت پلانار (planar) باشد، چند عضو تنسور سرعت کشش صفر خواهند بود؟

$$۲ \quad (۱) \qquad ۴ \quad (۲)$$

$$۶ \quad (۳) \qquad ۷ \quad (۴)$$

۱۱۳- اگر  $n$  اندیس قانون توانی و  $n'$  اندیس ظاهری قانون توانی باشد ارتباط میان  $n$  و  $n'$  در صورتی که  $n'$  تابع تنش باشد از کدام رابطه زیر بدست می‌آید؟

(سرعت برشی واقعی در لوله  $\dot{\gamma}_a = \dot{\gamma}_w \left( \frac{3n'+1}{4n'} \right)$ ،  $\dot{\gamma}_w = m\dot{\gamma}_w^n$  است.)

$$n = n' / \left( 1 - \frac{1}{3n'+1} \left( \frac{dn'}{d \ln \tau_w} \right) \right) \quad (۱)$$

$$n = n' / \left( 1 - \frac{4n'}{3n'+1} \left( \frac{dn'}{d \ln \tau_w} \right) \right) \quad (۲)$$

$$n = n' / \left( 1 - \frac{2n'}{3n'+1} \left( \frac{dn'}{d \ln \tau_w} \right) \right) \quad (۳)$$

$$n = n' / \left( 1 - \frac{3n'+1}{4n'} \left( \frac{dn'}{d \ln \tau_w} \right) \right) \quad (۴)$$

۱۱۴- اطلاعات زیر برای یک مذاب پلیمری با استفاده از یک رئوگونومتر با زاویه

$$\theta_c = 3^\circ \text{ داده شده است چنانچه } R = 25 \text{ mm باشد}$$

$$F = 0.3 \text{ N}, \quad \Omega = 0.22 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

اول  $N_1$  (Pa) و سرعت برش  $\dot{\gamma}$  (sec<sup>-1</sup>) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$$(\pi = 3)$$

$$2.1, 236.4 \quad (۱) \qquad 13.2, 236.4 \quad (۲)$$

$$4.4, 500 \quad (۳) \qquad 13.2, 500 \quad (۴)$$

۱۱۵- در چه شرایطی می‌توان معادله حرکت را مستقل از معادله انرژی حل نمود؟

(۱) جریان برشی و سیال نیوتونی و شرایط آدیاباتیک

(۲) فقط پروفایل سرعت مستقل از ویسکوزیته باشد.

(۳) جریان برشی و شرایط آدیاباتیک

(۴) جریان برشی و سیال نیوتونی

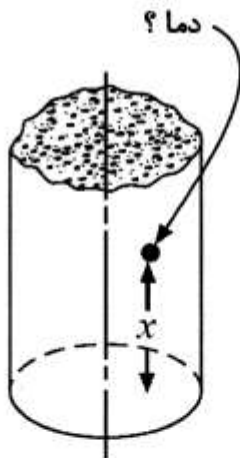
- ۱۱۶- برای یک مذاب پلیمری تحت جریان برشی ساده با افزایش وزن ملکولی ناحیه نیوتونی،  $\eta_0$  و  $n$  پاورلا به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟
- (۱) افزایش، کاهش، کاهش
  - (۲) افزایش، کاهش، افزایش
  - (۳) کاهش، کاهش، تأثیری روی  $n$  پاورلا ندارد.
  - (۴) افزایش، کاهش، تأثیری روی  $n$  پاورلا ندارد.
- ۱۱۷- چنانچه یک سیال در میدان جریان  $\mathbf{U} = (x - y, 0, -z)$  قرار گیرد سرعت برش  $\dot{\gamma}$  و سرعت کشش  $\dot{\epsilon}$  به ترتیب از راست به چپ تقریباً برابر است با:
- |                |                |
|----------------|----------------|
| (۲) $1/3, 2/2$ | (۱) $1/1, 2/2$ |
| (۴) $1/8, 3/1$ | (۳) $1/5, 3/1$ |

۱۱۸- جسم سه بعدی زیر، در دمای اولیه  $200^{\circ}\text{C}$  قرار داشته که ناگهان در معرض انتقال حرارت همرفت در مرزها قرار می‌گیرد. با استفاده از داده‌های زیر دما در نقطه نشان داده شده در شکل چند  $^{\circ}\text{C}$  است؟

$$\left(\frac{\theta}{\theta_i}\right)_{\text{plate}} = 0.6 \quad \left(\frac{\theta}{\theta_i}\right)_{\text{plate}\pi} = 0.5$$

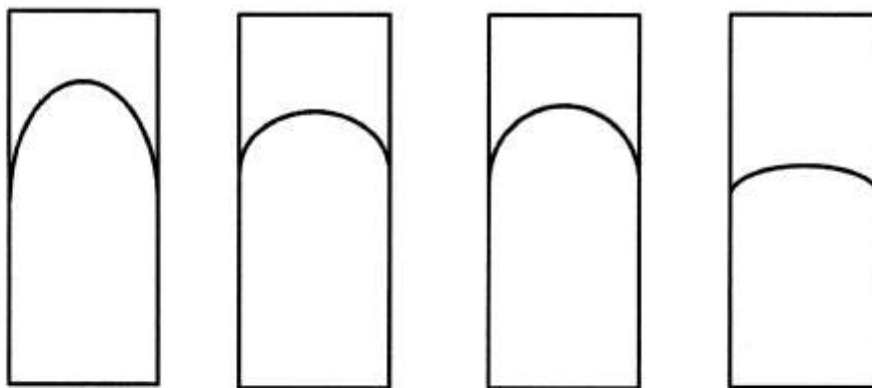
$$\left(\frac{\theta}{\theta_i}\right)_{\text{semi-infinite solid}} = 0.8 \quad \left(\frac{\theta}{\theta_i}\right)_{\text{cylinder}} = 0.3$$

دمای محیط همرفت  $T_{\infty} = 70^{\circ}\text{C}$



- (۱) ۸۱٫۷
- (۲) ۸۹٫۵
- (۳) ۹۳٫۴
- (۴) ۱۰۱٫۲

۱۱۹- چهار جسم ورقه مانند با ضخامت یکسان، از چهار نوع ماده مختلف شامل: فلزی، آلیاژ فلزی، مرمری و جامد پلیمری (پلیمرهای متعارف) ساخته شده‌اند که هر کدام دارای چشمه حرارتی به میزان  $\dot{q} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right)$  می‌باشد. این اجسام در حالت پایدار و در معرض شرایط انتقال حرارت مرزی مشابه قرار دارند. منحنی توزیع دمای هر کدام در شکل‌های زیر نشان داده شده‌اند. کدام تصویر می‌تواند متعلق به جداره پلیمری باشد؟



(الف)

(ب)

(پ)

(ت)

(۴) ت

(۳) ب

(۲) پ

(۱) الف

۱۲۰- در حالتی که اثرات همرفت آزاد و همرفت اجباری قابل مقایسه باشند می‌توان نوشت  $Nu_L = f(Re_L, Gr_L, Pr)$  در کدام یک از موارد زیر می‌توان از اثر همرفت اجباری صرف‌نظر کرد؟

$$\frac{Gr_L}{Re_L^2} \approx 1 \quad (۴) \quad \frac{Gr_L}{Re_L^2} < 1 \quad (۳) \quad \frac{Gr_L}{Re_L^2} \gg 1 \quad (۲) \quad \frac{Gr_L}{Re_L^2} \ll 1 \quad (۱)$$

۱۲۱- عدد پرانتل (Prandtl No.) مذاب پلیمرهای متعارف مقداری:

(۱) خیلی کمتر از یک می‌باشد.

(۲) حدود یک می‌باشد.

(۳) خیلی بزرگتر از یک می‌باشد.

(۴) برای مذاب‌های پلیمری عدد پرانتل تعریف نمی‌شود.

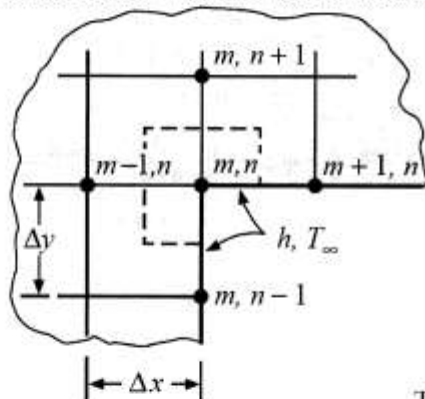
۱۲۲- چهار گلوله داغ هر کدام با شعاع ۲ cm در معرض انتقال حرارت ناپایدار همرفت قرار گرفته‌اند. با توجه به داده‌های زیر، کدام گزینه را می‌توان با استفاده از روش ظرفیت گرمایی انباشته (Lumped Heat Capacity) و با دقت مناسب مورد مطالعه قرار داد؟

$$K = 20 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}, \quad h = 50 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \quad (۲) \quad K = 80 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}, \quad h = 20 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \quad (۱)$$

$$K = 10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}, \quad h = 100 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \quad (۴) \quad K = 30 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}, \quad h = 60 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \quad (۳)$$

۱۲۳- جسم دو بعدی زیر در سطوح گوشه داخلی آن در معرض انتقال حرارت همرفت قرار دارد. برای یافتن توزیع دما در جسم با استفاده از روش حل عددی، معادله گره برای گره mn، کدام یک از موارد زیر است؟ در شبکه بندی جسم  $\Delta x = \Delta y$  می‌باشد.

Interior corner with convection boundary



$$T_{m,n} = \frac{Bi T_\infty + T_{m-1,n} + T_{m+1,n} + (T_{m,n+1} + T_{m,n-1})/2}{2 + Bi} \quad (۱)$$

$$T_{m,n} = \frac{Bi T_\infty + T_{m,n+1} + T_{m,n-1} + (T_{m+1,n} + T_{m-1,n})/2}{2 + Bi} \quad (۲)$$

$$T_{m,n} = \frac{Bi T_\infty + T_{m+1,n} + T_{m,n-1} + (T_{m,n+1} + T_{m-1,n})/2}{2 + Bi} \quad (۳)$$

$$T_{m,n} = \frac{Bi T_\infty + T_{m,n+1} + T_{m,n-1} + (T_{m-1,n} + T_{m+1,n})/2}{2 + Bi} \quad (۴)$$



۱۲۴- در یک تانک روباز به شکل زیر آب ریخته‌ایم. تانک استوانه‌ای به قطر ۷۰ cm است. سطح مایع تا بالای استوانه ۱ m فاصله دارد. هوای محیط در دمای ۳۱۰°K و فشار ۱ bar و رطوبت نسبی ۴۰٪ قرار دارد. کدام یک از

عبارت‌های زیر درست است؟

الف) شار مولی بخار آب مستقل از Z است.

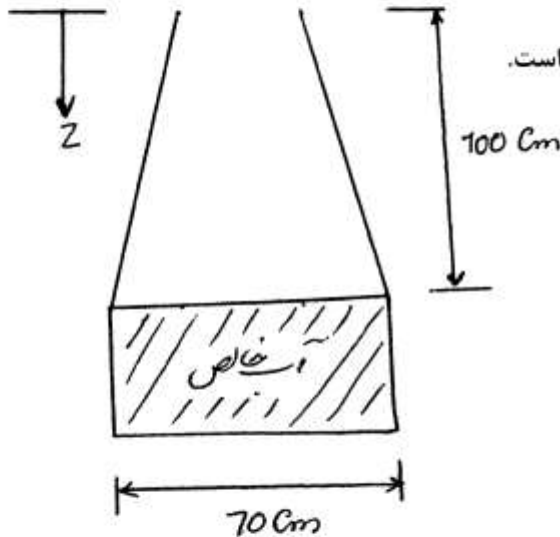
ب) اگر هوا در آب نامحلول باشد، شار مولی هوا مستقل از Z است.

(۱) «الف» و «ب» درست است.

(۲) «الف» درست و «ب» نادرست است.

(۳) «الف» نادرست و «ب» درست است.

(۴) «الف» و «ب» نادرست است.



۱۲۵- در یک فرآیند جذب گاز مقاومت فیلم مایع در برابر انتقال ۵ برابر مقاومت فیلم گاز است. با ثابت بودن بقیه پارامترها اگر ضخامت فیلم مایع را دو برابر کنیم سرعت جذب چقدر تغییر می‌کند؟

(۱) یک چهارم می‌شود. (۲) نصف می‌شود. (۳) دو برابر می‌شود. (۴) چهار برابر می‌شود.

۱۲۶- رابطه زیر برای انتقال حرارت از دیواره خارجی یک لوله افقی به گاز اکسیژن در دمای ۳۰۰°C ارائه شده است.

$$Nu = 0.15 \left( \frac{\rho U L}{\mu} \right)^{0.8}$$

ضریب انتقال جرم از دیواره خارجی این لوله افقی عبارت است از:

$$k_e = 0.15 D_{AB} \left( \frac{\rho U L}{\mu} \right)^{0.8} \quad (1)$$

$$k_e = 0.15 D_{AB} \left( \frac{\rho U}{\mu} \right)^{0.8} L^{-0.2} \quad (2)$$

$$k_e = 0.15 D_{AB} (\rho U)^{0.8} \left( \frac{L}{\mu} \right)^{-0.2} \quad (3)$$

$$k_e = 0.15 D_{AB} \left( \frac{\rho U}{\mu} \right)^{0.8} L^{-0.2} \quad (4)$$

۱۲۷- یک کره سرامیکی به شعاع  $R_1$  اشباع از حلال خاص  $A$  می‌باشد. فشار بخار  $A$  در این دما  $P_A$  است. این کره در داخل کره هم مرکز دیگری به شعاع  $R_2$  قرار دارد. ماده  $A$  از فاصله میان دو کره نفوذ کرده و روی سطح کره بزرگتر واکنش درجه اول زیر رخ می‌دهد:

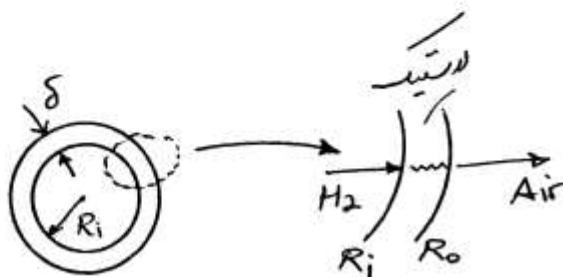


جزء  $A$  توسط یک واکنش درجه اول به صورت فیلم جامد رسوب می‌کند. در شرایط پایدار معادله دیفرانسیل تغییرات غلظت  $A$  را بنویسید.

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) = 0 \quad (2) \quad \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) + V_r \frac{\partial C_A}{\partial r} = 0 \quad (4) \quad \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial C_A}{\partial r} + r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) = 0 \quad (3)$$

۱۲۸- یک توپ لاستیکی به شعاع داخلی و خارجی  $R_i$  و  $R_o$  در دمای  $25^\circ C$  و فشار  $2 \text{ atm}$  است. غلظت هیدروژن در این شرایط  $C_{A0}$  و ضریب نفوذ  $H_p$  در لاستیک  $D_{AB}$  است. حداکثر نشت هیدروژن از توپ لاستیکی چقدر است؟



$$g = 4\pi \frac{R_i + R_o}{2\delta} D_{AB} (C_{A_i} - C_{A_r}) \quad (1)$$

$$g = 4\pi \frac{R_i \times R_o}{r\delta} D_{AB} (C_{A_i} - C_{A_r}) \quad (2)$$

$$g = 4\pi \frac{R_i - R_o}{\delta} D_{AB} (C_{A_i} - C_{A_r}) \quad (3)$$

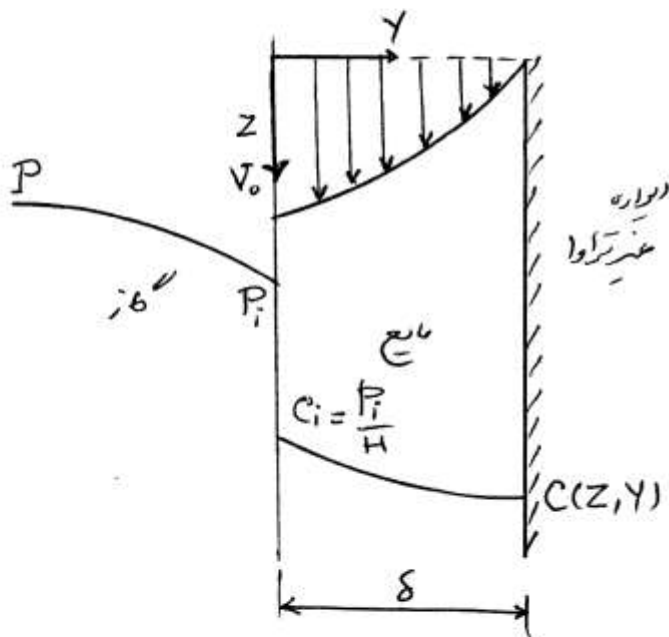
$$g = 4\pi \frac{(R_i R_o)^{\frac{1}{2}}}{r\delta} D_{AB} (C_{A_i} - C_{A_r}) \quad (4)$$

۱۲۹- برای استخراج کافئین، ذرات قهوه در تماس با یک حلال آلی قرار می‌گیرند. حجم حلال بسیار زیاد است. یک دانه قهوه را معادل کره‌ای به شعاع  $R$  در نظر بگیرید. شرایط مرزی عبارت است از:

$$\text{at } r = R, C_A = C_{AR} ; r = 0, C_A = 0 \quad (2) \quad \text{at } r = R, C_A = C_{AR} ; r \rightarrow \infty, C_A = 0 \quad (1)$$

$$\text{at } r = R, C_A = C_{AR} ; r = 0, \frac{dC_A}{dr} = 0 \quad (4) \quad \text{at } r = R, \frac{dC_A}{dr} = 0 ; r \rightarrow \infty, \frac{dC_A}{dr} = 0 \quad (3)$$

۱۳۰- فیلم نازک مایع از روی دیواره عمودی در حال ریزش است. فیلم در حال ریزش ماده A را از هوا جذب کرده و طی یک واکنش درجه اول از بین می‌برد. سرعت مایع در فصل مشترک  $V_0$  است. شرایط مرزی مسئله را بیان کنید.



$$\text{at } Y = 0 \quad C_A = C_{Ai}$$

$$\text{at } Z = 0 \quad C_A = C_{Ai} \quad (1)$$

$$\text{at } Z = \delta \quad C_A = 0$$

$$\text{at } Y = 0 \quad C_A = 0$$

$$\text{at } Z = 0 \quad C_A = C_{Ai} \quad (2)$$

$$\text{at } Z = \delta \quad \frac{dC_A}{dZ} = 0$$

$$\text{at } Y = 0 \quad C_A = C_{Ai}$$

$$\text{at } Z = 0 \quad \frac{dC_A}{dZ} = 0 \quad (3)$$

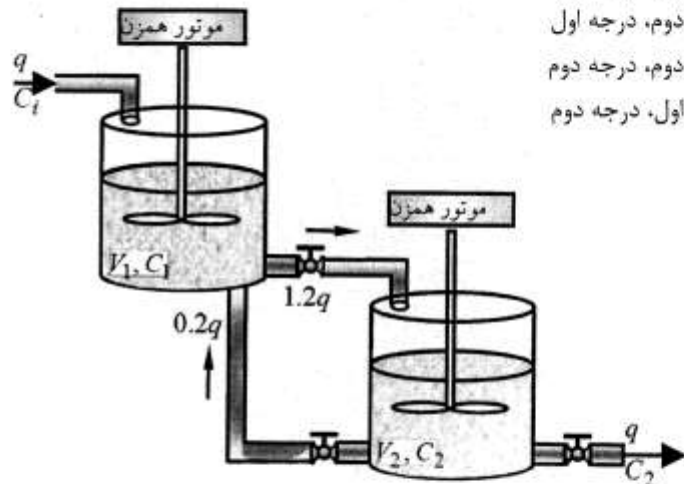
$$\text{at } Z = \delta \quad C_A = C_{Ai}$$

$$\text{at } Y = 0 \quad C_A = C_{Ai}$$

$$\text{at } Z = 0 \quad C_A = C_{Ai} \quad (4)$$

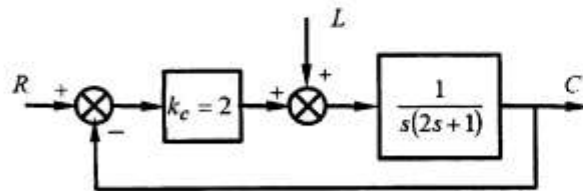
$$\text{at } Z = \delta \quad \frac{dC_A}{dZ} = 0$$

۱۳۱- شکل زیر یک فرآیند متشکل از دو تانک اختلاط است. کدام گزینه در خصوص درجه توابع تبدیل به ترتیب از راست به چپ برای  $\frac{C_{1d}}{C_{1i}}$  و  $\frac{C_{2d}}{C_{2i}}$  صحیح است؟



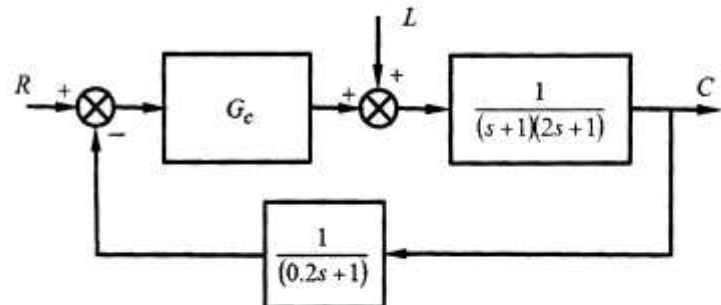
- (۱) درجه اول، درجه اول
- (۲) درجه دوم، درجه اول
- (۳) درجه دوم، درجه دوم
- (۴) درجه اول، درجه دوم

۱۳۲- در سیستم کنترلی زیر یک فرآیند با کنترلر تناسبی، کنترل می‌شود. اگر  $L = 2u(t)$  تغییر کند، خطای ماندگار (off-set) چقدر خواهد بود؟



- (۱) -۱
- (۲) ۰
- (۳) ۱
- (۴) ۲

۱۳۳- در سیستم کنترلی شکل زیر برای کدام کنترلر حاشیه فاز Grain margin برابر ۰/۵ است؟



- (۱)  $G_c = 2 \left( 1 + \frac{1}{\Delta s} + \Delta s \right)$
- (۲)  $G_c = 2 \left( 1 + \frac{1}{\Delta s} \right)$
- (۳)  $G_c = 2(1 + \Delta s)$
- (۴)  $G_c = 2$



۱۳۴- نمودار نایکوئیست کدام گزینه دارای بی‌نهایت نقطه تماس با محور اعداد موهومی است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{1}{s+1} & (1) \\ \frac{e^{-s}}{s+1} & (2) \\ \frac{1}{(s+1)(s+2)} & (3) \\ \frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)} & (4) \end{array}$$

۱۳۵- تابع تبدیل یک فرآیند عبارت است از:

$$G = \frac{e^{-s}}{(s^2 + 2s + 5)(s+1)}$$

می‌خواهیم این فرآیند را با مدل درجه اول به علاوه زمان مرده با استفاده از تقریب مک لورن ساده کنیم. ثابت زمانی غالب فرآیند چقدر خواهد شد؟

- (۱) ۰/۵  
(۲) ۱  
(۳) ۲  
(۴) این سیستم را نمی‌توان با درجه اول به علاوه زمان مرده تقریب زد.

۱۳۶- تابع تبدیل یک سیستم عبارت است از:

$$G = \frac{\Delta k_c e^{-s}}{(s^2 + 2s + 1)(1 + s)}$$

مجاذب در  $W \rightarrow \infty$  نمودار نسبت دامنه‌ها در نمودار Bode دارای چه شیبی است؟

- (۱) -۴  
(۲) -۳  
(۳) -۲  
(۴) -۱

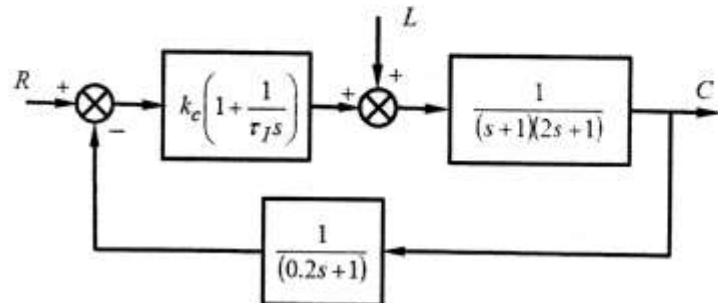
۱۳۷- تابع تبدیل حلقه باز یک سیستم عبارت است از:

$$G_{op}(s) = \frac{k_c}{(s+1)(2s+1)(0.2s+1)}$$

اگر ۶- روی مکان ریشه‌ها باشد، مقدار  $k_c$  متناظر آن چقدر است؟

- (۱) ۲  
(۲) ۶  
(۳) ۱۱  
(۴) ۲۷/۵

۱۳۸- در سیستم کنترلی زیر به ازای کدام محدوده برای ثابت زمانی انتگرالی سه نقطه شکست در مکان ریشه‌ها وجود خواهد داشت؟



- (۱)  $\tau_I < 1$   
 (۲)  $1 < \tau_I < 2$   
 (۳)  $2 < \tau_I < 3$   
 (۴)  $3 < \tau_I$

۱۳۹- تابع تبدیل حلقه باز یک سیستم کنترلی عبارت است از:

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

به ازای چه مقداری از  $k_c$  پاسخ پله عملکرد تعقیب‌کننده این سیستم دارای پاسخ دائماً نوسانی می‌شود؟

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

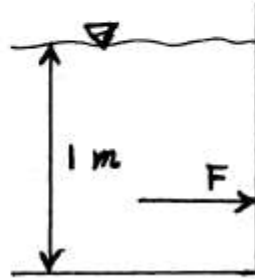
۱۴۰- تابع تبدیل یک سیستم  $G(s) = \frac{s+1}{\tau s+1}$  است. اگر ورودی به صورت پله واحد تغییر کند، اختلاف پاسخ در  $t = \infty$  با پاسخ در  $t = 0$  چقدر است؟

- (۱) صفر  
 (۲)  $1 - \frac{1}{\tau}$   
 (۳) ۱  
 (۴)  $\frac{1}{\tau}$

۱۴۱- کشش سطحی آب صابون  $\sigma = 0.07 \frac{N}{m}$  و شعاع یک حباب  $3.5 \text{ mm}$  است. اختلاف فشار داخل و بیرون حباب چند Pa است؟

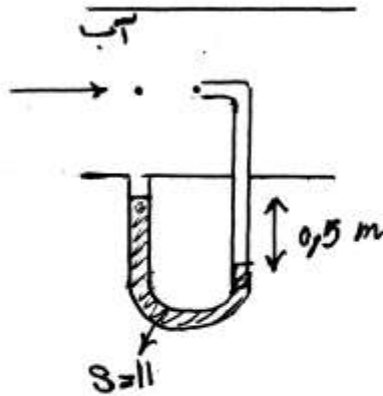
- (۱) ۵  
 (۲) ۴۰  
 (۳) ۲۰  
 (۴) ۱۰

۱۴۲- در شکل زیر، فاصله نیروی  $F$  از کف ظرف چقدر است؟



- (۱)  $\frac{1}{4}$   
(۲)  $\frac{1}{2}$   
(۳)  $\frac{2}{3}$   
(۴)  $\frac{1}{3}$

۱۴۳- در شکل زیر، آب درون لوله افقی جریان دارد. سرعت آب چند متر بر ثانیه است؟



- (۱) ۱۰  
(۲) ۳/۲  
(۳) ۵  
(۴) ۴

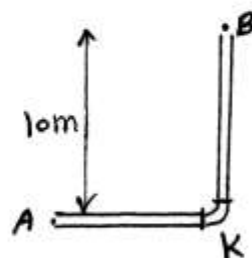
۱۴۴- در پمپ سانتریفیوژ اگر دور ثابت مانده و قطر آن نصف شود، دبی آن چقدر می‌شود؟

- (۱)  $\frac{1}{2}$   
(۲) ۱  
(۳)  $\frac{1}{8}$   
(۴)  $\frac{1}{4}$

۱۴۵- یک مایع با سرعت  $10 \frac{m}{s}$  در لوله به طول  $100 m$  و قطر  $0.2 m$  جریان دارد.

وسط لوله یک زانویی با  $k=1$  قرار دارد. ضریب اصطکاک  $0.02$  و جریان کاملاً توربولانت می‌باشد. اختلاف فشار نقطه A و B چند atm است؟

$$g = 10 \frac{m}{s^2}, \rho = 1000 \frac{kg}{m^3}, 1 atm = 100 kPa$$

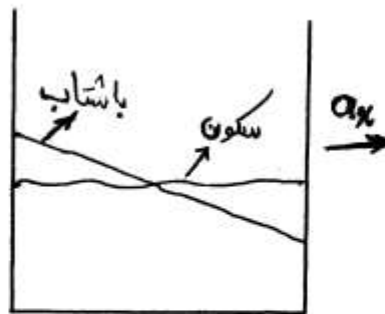


- (۱) ۶/۵  
(۲) ۵/۵  
(۳) ۱/۰  
(۴) ۶

- ۱۴۶-  $q$  دبی خروجی از یک لوله موئینه به افت فشار به ازای واحد طول  $\frac{\Delta P}{L}$ ، قطر  $D$  و ویسکوزیته  $\mu$  بستگی دارد. چند عدد بی بعد برای این پدیده قابل استخراج است؟
- (۱) ۰ (۲) ۱  
(۳) ۲ (۴) ۳

- ۱۴۷- یک مایع درون یک لوله افقی جریان دارد. ضریب تصحیح انرژی جنبشی آن  $\alpha = 1/2$  است. رژیم جریان کدام گزینه می تواند باشد؟
- (۱) لمینار (آرام یا لایه‌ای) (۲) توربولانت (آشفته یا درهم)  
(۳) گذرا مابین لمینار و توربولانت (۴) با این اطلاعات نمی توان جواب داد.

- ۱۴۸- یک مایع در یک ظرف در حال سکون است و ظرف با شتاب  $a_x = 10 \frac{m}{s^2}$  به حرکت درمی آید. شیب سطح آزاد مایع تقریباً چقدر می شود؟



- (۱) ۱  
(۲) -۲  
(۳) -۱  
(۴) ۰

- ۱۴۹- شیب منحنی تنش  $\tau$  بر حسب سرعت برشی  $\dot{\gamma}$  یک نوع سس گوجه برابر  $\mu$  است اما باید اول تکان دهید تا جریان یابد. کدام گزینه درخصوص این سیال صحیح است؟
- (۱) بینگهام است. (۲) نیوتونی است.  
(۳) دیپالانت است. (۴) سودویلاستیک است.

- ۱۵۰- یک مایع نیوتونی درون لوله افقی تحت افت فشار  $\frac{\Delta P}{L} = 10^{-1} \left(\frac{pa}{m}\right)$  به صورت کاملاً توسعه یافته جریان دارد. شعاع لوله  $R = 10 \text{ cm}$  و ویسکوزیته  $\mu = 10^{-4} \text{ pa.s}$  است. سرعت متوسط این مایع چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) ۱ (۲) ۱۰  
(۳) ۱/۲۵ (۴) ۰/۱۲۵