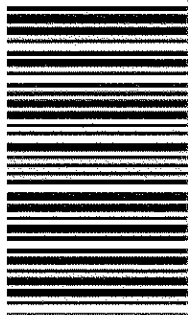


کد کنترل

832

A



832A

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

صبح جمعه



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

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

مهندسی شیمی - (کد ۱۲۵۷)

مدت پاسخ گویی: ۲۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۵۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۳۰	۱	۳۰
۲	انتقال حرارت (۲و۱)	۱۵	۳۱	۴۵
۳	ترمودینامیک	۲۰	۴۶	۶۵
۴	مکانیک سیالات	۱۵	۶۶	۸۰
۵	کنترل فرایند	۱۵	۸۱	۹۵
۶	انتقال جرم و عملیات واحد (۲و۱)	۲۰	۹۶	۱۱۵
۷	طرح راکتورهای شیمیایی	۱۵	۱۱۶	۱۳۰
۸	ریاضیات (کاربردی، عددی)	۲۰	۱۳۱	۱۵۰

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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 می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

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

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

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

### PART A: Vocabulary

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

- 1- During the ----- between arriving at the airport and boarding the plane, we'll probably do a bit of window shopping.  
1) interval                      2) intervention                      3) imbalance                      4) inconsistency
- 2- That ugly vacant lot ----- from the beauty of the neighborhood.  
1) depletes                      2) derives                      3) detracts                      4) deviates
- 3- At first, the Savings Mart didn't do well, but after it lowered its prices and increased its advertising, the store began to -----.  
1) prosper                      2) subside                      3) arise                      4) strive
- 4- The movement of clouds may seem to be -----, but scientists know that there is a pattern to how they move.  
1) compatible                      2) specific                      3) transient                      4) random
- 5- Since my math class was very difficult for me, I consider the B that I got for the course to be a great -----.  
1) illusion                      2) triumph                      3) obligation                      4) disapproval
- 6- The hardware store sells ----- stones made of plastic that you can open and hide a house key in. Then you can hide the key by leaving the "stone" somewhere near your door.  
1) confidential                      2) artificial                      3) superficial                      4) metaphorical
- 7- Rhoda's budget is so tight that she felt it would be ----- to buy herself even a ten-dollar pair of earrings.  
1) plausible                      2) tangible                      3) sufficient                      4) extravagant
- 8- When the climbers reached the peak of the tallest mountain in the world, they felt it was a ----- occasion and were filled with pride.  
1) momentary                      2) moribund                      3) meticulous                      4) momentous
- 9- The ramification of committing a murder is to serve a prison sentence even if you ----- your actions.  
1) implement                      2) renew                      3) regret                      4) exceed
- 10- It is often an attorney's job to construe the meaning of a contract and then share that ----- with a client and, if needed, with a judge or jury.  
1) justification                      2) interpretation                      3) transformation                      4) condemnation

**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.

For 20 years, children have been treated (11) ----- all sorts of programs on television which are supposed to help them become better at skills such as reading and math. These programs have presented (12) ----- such as counting and recognition of letters as nothing but fun, (13) ----- by such things as rainbows and jumping frogs. (14) ----- no improvement in children's abilities in literacy and numeracy (15) ----- . These fun ways of teaching such skills don't seem to work.

- |     |                           |                          |             |            |
|-----|---------------------------|--------------------------|-------------|------------|
| 11- | 1) in                     | 2) for                   | 3) to       | 4) on      |
| 12- | 1) the learning of skills | 2) skills to learn       |             |            |
|     | 3) the skills of learning | 4) learning of skills in |             |            |
| 13- | 1) are accompanied        | 2) to accompany          |             |            |
|     | 3) being accompanied      | 4) to be accompanied     |             |            |
| 14- | 1) In spite of            | 2) But                   | 3) Although | 4) Whereas |
| 15- | 1) would observe          | 2) it observes           |             |            |
|     | 3) has been observed      | 4) to be observed        |             |            |

**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:**

Heat exchanger plays an important role in industrial application. It is implemented for the purposes of heating and cooling of large-scale industrial process fluids. Heat exchanger is a dynamic design. Due to global energy crisis, an efficient heat recovery or dissipation of heat has become a vital challenge for Scientists and Engineers.

Heat exchangers are designed to optimize the surface area of the wall between two fluids to maximize the efficiency, while minimizing resistance to fluid flow through the exchangers. The performance of heat exchanging surfaces could be enhanced by the addition of corrugations or fins in heat exchanger, which increase surface area and may channel fluid flow or induce turbulence. Efficiency of industrial heat exchangers could be online monitored by tracking the overall heat transfer coefficient based on its temperatures which tends to decline over time due to fouling.

Potential damage towards equipment caused by formation of scale can be very costly if processed water is not treated correctly. Chemicals are commonly used to treat the water in the industry. Forty percent of these chemicals are purchased by industry for control of scale in cooling tower, boiler and other heat transfer equipment. This percentage also represents more than 2 billion dollars of toxic waste which contribute to trillion of gallon contaminated water disposed annually into the earth which belongs to all of us.

Maintenance of fouled tubular heat exchangers can be performed by several methods such as acid cleaning, sandblasting, high-pressure water jet, bullet cleaning or drill rods. In large-scale cooling water systems for heat exchangers, water treatment such as purification, addition of chemicals, catalytic approach, etc., are used to minimize fouling of the heat exchanging equipment. Most of the chemical and additives used for fouling and corrosion mitigation are hazardous to the environment. So, the days have come to apply chemicals of approaches benign to the environment.

- 16- The efficiency of the surface area of the wall between two fluids can be increased by-----.
- 1) tracking the overall heat transfer coefficient
  - 2) inducing turbulence to channel fluid flow
  - 3) using heat exchangers equipped to fins or corrugations
  - 4) minimizing the fluid flow resistance
- 17- Which sentence, according to the passage, is NOT true?
- 1) Fouling and corrosion of the heat exchangers are inevitable.
  - 2) There are various methods used for decreasing the fouling of heat exchanger parts.
  - 3) We are all involved in the water contamination around the world.
  - 4) Nowadays engineers use the most environmentally friendly chemicals in industry.
- 18- The word "dissipation" in the last line of paragraph 1 means -----.
- 1) loss
  - 2) revival
  - 3) transfer
  - 4) conservation
- 19- It's referred in the passage that heat exchanger design -----.
- 1) depends on the fluid flow channel
  - 2) can be customized to suit any industrial process
  - 3) is highly affected by the surface area of the fluid
  - 4) is carried out by some static and structured process
- 20- Scale formation in industrial equipment -----.
- 1) is under the influence of maintenance methods
  - 2) is based on its thermal energy exchange process
  - 3) is due to chemicals used to purify the water
  - 4) relies directly on the way of water treatment

### PASSAGE 2:

When the drag force (shear stress) is proportional to the velocity of the lower plate (shear rate), the fluid is called Newtonian. Its viscosity is proportional to the ratio of drag force to velocity. Therefore, the viscosity does not depend on how fast it is being sheared; the shear stress will simply increase to keep pace with the shear rate. The larger the ratio of shear stress to shear rate, the higher the viscosity.

For Newtonian fluids, changing the force you apply to the fluid will not change their viscosity. In a Newtonian fluid the relation between shear stress and the shear rate is linear, passing through the origin, the constant of proportionality being coefficient of viscosity.

Non-Newtonian fluids have viscosities that change according to the amount of force that is applied upon the fluid. In a Non-Newtonian fluid the relation between the shear stress and the shear rate is different and can even be time-dependent (Time Dependent Viscosity).

In case of the Non-Newtonian fluids, the concept of viscosity usually used in fluid mechanics to characterize the shear properties of a fluid is not quite adequate. Instead, they are studied best through several other rheological properties that relate to stress and strain rate tensors under many different flow conditions which are measured using different devices or rheometers.

One kind of Non-Newtonian behavior that is common to many fluids is that the measured viscosity decreases as the shear rate of the viscometer goes up. This is called shear thinning behavior. A shear thinning liquid's ratio of shear stress to shear rate starts off high, but gets smaller as the shear rate increases.

Most fluids exhibit a non-linear relationship between shear stress and shear rate. That means that the measured viscosity is dependent on the type of viscometer used for the measurement.

- 21- In Newtonian fluids, -----,
- 1) the viscosity is correlated to the shear stress
  - 2) the viscosity is dependent on velocity of the lower plate
  - 3) the larger the ratio of drag force to lower plate, the higher the viscosity
  - 4) the ratio of the velocity of the shear rate to shear stress is unpredictable
- 22- All of the following are about the main differences between Newtonian fluids and Non-Newtonian ones EXCEPT -----.
- 1) The shear thinning behavior of the fluids.
  - 2) The effect of time on the fluid viscosity.
  - 3) The influence of measuring device on the results of fluid behavior
  - 4) The concept used to determine the fluid characterization
- 23- Characterization of the shear properties of Non-Newtonian fluids are mainly explored based on the following EXCEPT -----.
- 1) rheological features
  - 2) strain rate tensors
  - 3) stress rate tensors
  - 4) concept of viscosity
- 24- The relationship between viscosity and shear rate in fluids showing shear thinning behavior is -----.
- 1) inverse
  - 2) positive
  - 3) neutral
  - 4) changeable
- 25- It's referred in the passage that -----.
- 1) the viscometer is used to measure the viscosity of all matters
  - 2) most fluids exhibit Non-Newtonian behavior
  - 3) the SRV generates more rotations than cup viscometers
  - 4) viscosity reveals the deformation of a fluid

### PASSAGE 3:

The crude oil distillation unit (CDU) is the first processing unit in virtually all petroleum refineries. The CDU distills the incoming crude oil into various fractions of different boiling ranges, each of which are then processed further in other refinery processing units. The CDU is often referred to as the atmospheric distillation unit because it operates at slightly above atmospheric pressure.

In a typical crude oil distillation unit, incoming crude oil is preheated by exchanging heat with some of the hot, distilled fractions and other streams. It is then desalted to remove inorganic salts (primarily sodium chloride).

Following the desalter, the crude oil is further heated by exchanging heat with some of the hot, distilled fractions and other streams. It is then heated in a fuel-fired furnace (fired heater) to a temperature of about 398 °C and routed into the bottom of the distillation unit.

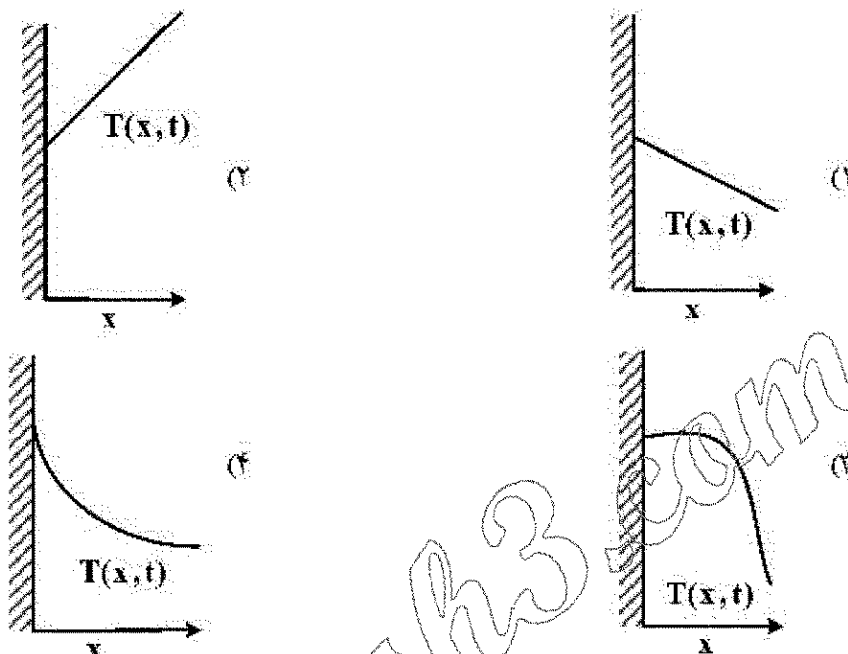
The cooling and condensing of the distillation tower overhead is provided partially by exchanging heat with the incoming crude oil and partially by either an air-cooled or water-cooled condenser. Additional heat is removed from the distillation column by a pumparound system.

The overhead distillate fraction from the distillation column is naphtha. The fractions removed from the side of the distillation column at various points between the column top and bottoms are called sidecuts. Each of the sidecuts (i.e., the kerosene, light gas oil and heavy gas oil) is cooled by exchanging heat with the incoming crude oil. All of the fractions (i.e., the overhead naphtha, the sidecuts and the bottom residue) are sent to intermediate storage tanks before being processed further.

- 26- It's referred in the passage that the distillation -----.
- 1) is the process of purifying a liquid by using selective boiling
  - 2) is a process that contributes to energy conservation
  - 3) can be carried out at close to atmospheric pressure
  - 4) involves mass transfer between all phases of matter
- 27- The word "virtually" in the first line can be substituted by -----.
- 1) necessarily
  - 2) directly
  - 3) completely
  - 4) nearly
- 28- All of the following can be used in cooling or condensing of the distillation tower overhead EXCEPT -----.
- 1) cooling water
  - 2) desalting process
  - 3) pump-around circuits
  - 4) incoming crude oil
- 29- All of the fractions, based on the passage, -----.
- 1) are processed further in other refining units
  - 2) are limited to an overhead distillate and bottoms
  - 3) concentrate on the sides of the distillation columns
  - 4) include sidecuts cannot be purified anymore
- 30- Which sentence, according to the passage, is NOT true?
- 1) Crude oil includes some inorganic salts that must be removed.
  - 2) The temperature of crude oil routed the bottom of the CDU reaches near 400 °C.
  - 3) The complementary process of oil purification is carried out in CDU.
  - 4) The crude oil is fractioned into its component based on their boiling points.

انتقال حرارت (۲۰):

۳۱- کدام شکل با شرط مرزی آدیاباتیک (عایق) در انتقال حرارت هدایتی یک بعدی در جهت  $x$  مطابقت دارد؟



۳۲- یک پنجره شیشه‌ای به ارتفاع ۲ متر و عرض ۱ متر و ضخامت شیشه نامعلوم را در نظر بگیرید، دمای هوای اتاق

$25^{\circ}\text{C}$  و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی هوای داخل اتاق  $10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$  و دمای سطح بیرونی شیشه  $-5^{\circ}\text{C}$  است،

اگر در حالت پایا (Steady state) میزان نرخ انتقال حرارت از اتاق به هوای بیرون برابر  $200 \text{ W}$  و ضریب هدایت

حرارتی شیشه برابر  $0.04 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}}$  باشد، ضخامت شیشه چند میلی‌متر است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۸ (۳) ۶ (۴) ۴

۳۳- کدام مورد در ارتباط با بازده پره‌ها درست است؟

- (۱) بازده پره‌ها بستگی به ابعاد، شکل هندسی پره، جنس پره و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی محیط دارد.  
(۲) بازده پره‌ها بستگی به ابعاد، شکل هندسی پره، دمای پای پره، دمای محیط، جنس پره و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی پره دارد.

(۳) بازده پره‌ها بستگی به ابعاد، شکل هندسی پره، و نحوه فرارگیری آن دارد.

(۴) بازده پره‌ها بستگی به ابعاد، شکل هندسی پره، دمای پای پره و دمای محیط دارد.

۳۴- اگر در یک پره با سطح مقطع ثابت و با طول بلند، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی با محیط افزایش یابد، اختلاف

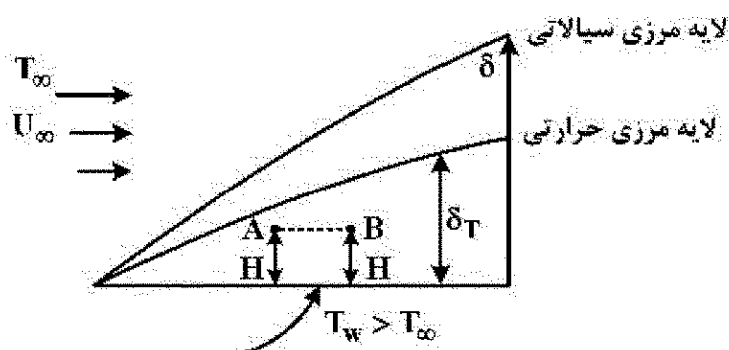
دمای پره در هر نقطه نسبت به دمای محیط  $(T - T_{\infty})$  چه تغییری می‌کند؟

- (۱) در تمام طول پره کاهش می‌یابد.  
(۲) در تمام طول پره بدون تغییر می‌ماند.  
(۳) در تمام طول پره افزایش می‌یابد.  
(۴) در ابتدای پره افزایش یافته و در انتهای پره کاهش می‌یابد.

۳۵- کدام یک از مکانیزم‌های زیر مربوط به انتقال گرمای جابه‌جایی می‌باشد؟

- (۱) انتقال انرژی ارتعاشی ذرات  
(۲) انتقال انرژی بر اثر جریان الکترون‌های آزاد  
(۳) انتقال انرژی بر اثر امواج الکترومغناطیسی  
(۴) انتقال انرژی بر اثر حرکت توده‌ای سیال

۳۶- برای حرکت سیال با دمای  $T_\infty$  و سرعت  $U_\infty$  روی صفحه تخت با دمای  $T_w$  در جریان آرام برای ۲ نقطه A و B داخل لایه‌های مرزی، حرارتی و سیالاتی کدام یک از موارد زیر درست است؟ (فاصله هر ۲ نقطه از صفحه یکسان است).



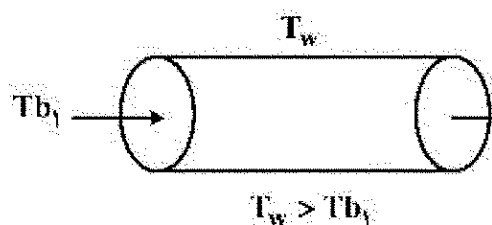
$$U_A > U_B, T_A > T_B \quad (1)$$

$$U_A = U_B, T_A = T_B \quad (2)$$

$$U_A > U_B, T_A < T_B \quad (3)$$

$$U_A < U_B, T_A < T_B \quad (4)$$

۳۷- با حرکت سیال سرد با دمای  $T_b$  از داخل لوله‌ای دایره‌ای شکل با دمای دیواره ثابت  $T_w$  (دارای طول محدود) در جریان آرام، با افزایش سرعت سیال ورودی کدام مورد اتفاق می‌افتد؟



- (۱) دمای سیال خروجی ثابت بوده و نرخ انتقال حرارت زیاد می‌شود.  
(۲) دمای سیال خروجی ثابت بوده و نرخ انتقال حرارت کم می‌شود.  
(۳) دمای سیال خروجی زیاد شده و نرخ انتقال حرارت کم می‌شود.  
(۴) دمای سیال خروجی کم شده و نرخ انتقال حرارت زیاد می‌شود.

۳۸- اگر در ناحیه جوشش لایه‌ای (فیلمی)، مقدار شار حرارتی جابه‌جایی برابر با  $60 \text{ kW}$  و شار حرارتی تابشی آن در حدود  $4 \text{ kW}$  باشد، شار کل حرارتی آن چند کیلو وات است؟

$$64 \quad (4)$$

$$63 \quad (3)$$

$$57 \quad (2)$$

$$56 \quad (1)$$

۳۹- اگر میعان بخار بر روی یک دسته لوله افقی با قطر  $D$  و با چیدمان ۳ ردیف افقی و ۴ ردیف عمودی انجام گیرد، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی حاصل از میعان بر روی این ۱۲ لوله چند برابر آن برای یک لوله است؟

$$\sqrt[4]{4} \quad (4)$$

$$\frac{1}{\sqrt[4]{12}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\sqrt[4]{4}} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt[4]{3}} \quad (1)$$

۴۰- در یک مبدل حرارتی از نوع جریان غیرهم‌جهت رابطه بین  $\varepsilon$  و  $NTU$  و  $C_r = \frac{C_{\min}}{C_{\max}}$  به صورت رابطه زیر است،

اگر مقادیر  $(mC_p)$  مربوط به دو سیال با یکدیگر برابر باشد، مقدار  $\varepsilon$  کدام است؟

$$\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NTU(1 - C_r)]}{1 - C_r \exp[-NTU(1 - C_r)]}$$

$$\frac{1}{1 - NTU} \quad (2)$$

$$\frac{NTU}{1 - NTU} \quad (4)$$

$$\frac{1}{1 + NTU} \quad (1)$$

$$\frac{NTU}{1 + NTU} \quad (3)$$

۴۱- در ارتباط با مبدل‌های حرارتی کدام مورد درست است؟

- (۱) مبدل‌های حرارتی فشرده به دلیل نسبت سطح به حجم بالایی که دارند برای صنایع هوا فضا و سیالات دارای ذرات معلق مناسب هستند.
- (۲) ضریب اختلاف دمای متوسط لگاریتمی (F) برای ریبویلرها (جوش‌آور) و کندانسورها (چگالنده) در حالت هم جهت بیشتر از غیر هم جهت است.
- (۳) استفاده از بافل‌ها در مبدل‌ها، باعث افزایش سطح انتقال حرارت و بهبود کارایی آن‌ها و همچنین باعث کاهش افت فشار در مبدل‌ها می‌شود.
- (۴) استفاده از لوله‌های پوشکل (U) برای سیالات بسیار تمیز در مبدل‌های حرارتی پوسته - لوله برای مقابله با انبساط و انقباض حرارتی پیشنهاد می‌شود.

۴۲- یک صفحه مسی با ضخامت  $\frac{1}{8}$  (اینچ) و طول ۲ ft و عرض ۱ ft در معرض هوای  $80^\circ\text{F}$  قرار دارد. اگر خالص انرژی تابشی خورشید که به صفحه می‌رسد  $400 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$  و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی سطوح بالا و پایین به ترتیب ۴ و ۳ باشد، دمای تعادل صفحه بر حسب فارنهایت کدام است؟

- (۱) ۱۰۱٫۵
- (۲) ۱۰۸٫۵
- (۳) ۱۳۰٫۱
- (۴) ۱۴۶

۴۳- ضریب وضعی دید تابشی بین سقف و کف یک مکعب برابر ۰٫۲۵ است. ضریب وضعی دید بین صفحه بالایی و هر یک از جداره‌های جانبی چقدر است؟

- (۱)  $\frac{1}{16}$
- (۲)  $\frac{3}{16}$
- (۳)  $\frac{3}{4}$
- (۴)  $\frac{3}{8}$

۴۴- در یک جسم خاکستری، ضریب نشر (Emissivity) در دمای T و در طول موج ناحیه مرئی برابر با ۰٫۶ است. در طول موج‌های بلندتر از ناحیه مرئی، مقدار این ضریب نشر کدام است؟

- (۱)  $0.7 < \epsilon < 0.9$
- (۲)  $\epsilon < 0.6$
- (۳)  $\epsilon = 1$
- (۴)  $\epsilon = 0.6$

۴۵- اگر بین دو صفحه موازی و بزرگ، ۵ عدد سپر تابشی (Radiation Shield) موازی و با ضریب نشر  $\epsilon$  قرار دهیم، مقاومت کل آن نسبت به حالتی که ۳ عدد سپر تابشی قرار دارد، چند درصد تغییر می‌کند؟

- (۱) ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.
- (۲) ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.
- (۳) ۱۵۰ درصد افزایش می‌یابد.
- (۴) ۷۵ درصد کاهش می‌یابد.

ترمودینامیک:

۴۶- دو فاز مایع - بخار در حالت تعادلند (VLE) کدام یک از عبارات زیر درست نیست؟

- (۱) فوگاسیته فاز مایع با فوگاسیته فاز بخار برابر است.
  - (۲) فوگاسیته تک تک سازنده‌ها در هر دو فاز با هم برابرند.
  - (۳) پتانسیل شیمیایی تک تک سازنده‌ها در هر دو فاز با هم برابر است.
  - (۴) ممکن است فوگاسیته فاز مایع با فوگاسیته فاز بخار با هم برابر باشند.
- ۴۷- برای یک ماده خالص راجع به فوگاسیته مایع کمپرس (فشرده) و فوگاسیته مایع اشباع آن در همان دما کدام یک از عبارات زیر درست است؟

- (۱) فوگاسیته مایع اشباع همیشه کمی از فوگاسیته مایع کمپرس بزرگ‌تر است.
- (۲) فوگاسیته مایع کمپرس خیلی از فوگاسیته مایع اشباع کوچک‌تر است.
- (۳) همیشه فوگاسیته مایع کمپرس تقریباً با فوگاسیته مایع اشباع برابر است.
- (۴) فوگاسیته مایع کمپرس ممکن است از فوگاسیته مایع اشباع خیلی بزرگ‌تر باشد.

۴۸- اگر عکس تابع  $\frac{G^E}{RT} = \frac{G^E}{RT} \frac{1}{x_1 x_2}$  بر حسب  $x_1$  برای یک فاز مایع دو جزئی خط باشد کدام دسته از معادلات زیر برای محاسبه ضرایب اکتیویته مناسب است؟

- (۱) ویلسون
- (۲) ون لار
- (۳) مارگولس
- (۴) هنری

۴۹- جریان ماده‌ای با شدت سه و آنتالپی مخصوص چهار وارد یک مخزن اختلاط غیرعایق شده و با جریان دیگری از آن ماده با شدت ۵ و آنتالپی مخصوص سه مخلوط می‌شود. در این مخزن هم‌رانی با توان مصرفی شش کار می‌کند در صورتی که شدت انتقال حرارت مخزن با محیط برابر (۱۵+) باشد آنتالپی جریان خروجی کدام است؟ (واحد‌ها همه هماهنگ و اختیاری هستند)

- (۱) ۳/۵
- (۲) ۴/۵
- (۳) ۶
- (۴) ۸

۵۰- دو جسم جامد یکی به گرمای ویژه ۲ و جرم ۶ و دمای ۶۰۰K و دیگری به دمای ۲۰۰K منحصرأ با هم تبادل حرارت می‌کنند و دمای تعادل برابر ۳۰۰K می‌باشد. تغییر خالص آنترپیی این تحول تقریباً کدام است؟ (واحد‌ها همه هماهنگ و اختیاری است)

$$\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

- (۱) ۸
- (۲) ۶
- (۳) ۵
- (۴) ۴

۵۱- مقدار عبارت  $\left(\frac{\partial A}{\partial P}\right)_T$  برای گازی که از معادله حالت  $Z = 1 + \frac{bp}{RT}$  پیروی می کند، کدام است؟  
(b مقدار ثابت می باشد.)

(۱)  $v$

(۲)  $b$

(۳)  $v - b$

(۴)  $v + b$

۵۲- آنتالپی مولی یک مخلوط دوجزئی از رابطه زیر پیروی می کند، مقدار عبارت  $H_1$  کدام است؟  
( $a_1$  و  $a_2$  و  $b_1$  و  $b_2$  مقادیر ثابتی هستند.)

$$\Pi = x_1(a_1 + b_1x_1) + x_2(a_2 + b_2x_2)$$

(۱)  $a_1 + b_1x_1(1+x_2) + b_2x_2$

(۲)  $a_1 + b_1x_1(1+x_2) + b_2x_2$

(۳)  $a_1 + b_1x_1(1+x_2) - b_2x_2$

(۴)  $a_1 + b_1x_1(1+x_2) - b_2x_2$

۵۳- گازی از معادله حالت  $V = \frac{RT}{p} + ap^2$  پیروی می کند که در آن پارامتر  $a$  مقداری ثابت است. لگاریتم ضریب فوگاسینه  $(\ln \phi)$  این گاز کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{3}(Z-1)$

(۲)  $2(Z-1)$

(۳)  $\frac{1}{2}(Z-1)$

(۴)  $Z-1$

۵۴- ضریب فوگاسینه گاز خالص در محدوده دمای معین از معادله زیر پیروی می کند، این گاز از کدام معادله حالت (Z) پیروی می کند؟

$$C = -0.05 + \frac{10}{T}, \ln \phi = \exp(cp)$$

(۱)  $1 + p \cdot \left(\frac{10}{T}\right) \exp(cp)$

(۲)  $1 + (c.p)^2 \exp(cp)$

(۳)  $1 - cp \cdot \exp(cp)$

(۴)  $1 + cp \cdot \exp(cp)$

۵۵- ضریب تراکم پذیری بخار اشباع یک مایع خالص در دمای  $500\text{ K}$  برابر  $0.9$  و فشار بخار آن  $P^{\text{sat}} = 5\text{ atm}$  می باشد. ضریب فوگاسیته آن در همین دمای  $500\text{ K}$  و فشار  $85\text{ atm}$  تقریباً کدام است؟

$$R = 80 \frac{\text{cm}^3 \text{ atm}}{\text{mole.K}} \text{ و حجم مخصوص متوسط آن مایع برابر } 50 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} \text{ می باشد.}$$

$$\text{Exp}(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$$

(۱)  $0.0005$

(۲)  $0.005$

(۳)  $0.05$

(۴)  $0.5$

۵۶- گازی از معادله حالت  $z = 1 + \frac{BP}{RT}$  پیروی می کند که در آن  $B = a - \frac{b}{T}$  (a و b ثابت هستند) تغییرات آنتالپی  $(\Delta H)$  گاز از حالت  $(T, O)$  به  $(T, P)$  کدام است؟

(۱)  $(a + \frac{rb}{T})P$

(۲)  $(a - \frac{rb}{T})P$

(۳)  $(a + \frac{b}{T})P$

(۴)  $(a - \frac{b}{T})P$

۵۷- گازی از معادله حالت  $PV = RT + bP$  پیروی می کند که در آن b یک ثابت می باشد. اگر این گاز در شرایط  $(T_1, P_1)$  وارد یک شیر فشار شکن شده و با شرایط  $(T_2, P_2)$  این شیر را ترک کند، تغییر انرژی درونی  $(\Delta U)$  این گاز کدام است؟

(۱)  $-R(T_2 - T_1) + b(P_2 - P_1)$

(۲)  $R(T_2 - T_1) + b(P_2 - P_1)$

(۳)  $R(T_2 - T_1) - b(P_2 - P_1)$

(۴)  $-R(T_2 - T_1) - b(P_2 - P_1)$

۵۸- یک پمپ مایعی را به صورت کاملاً یکنواخت (بایدار) از فشار دو بار تا فشار بیست بار متراکم می کند. دانسیته آن

مایع برابر  $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  می باشد و توان مصرفی پمپ برابر  $12\text{ kW}$  می باشد. در صورتی که تحول آدیاباتیک رورسیبل

فرض شود، شدت جریان آن مایع تقریباً چند کیلوگرم بر ثانیه است؟

(۱)  $6.7$

(۲)  $5.7$

(۳)  $4.7$

(۴)  $2.8$

۵۹- یک مول مخلوط گازی متشکل از ۲۰٪ مولی سازنده اول و ۸۰٪ مولی سازنده دوم را به دمای  $T$  و فشار  $P$  می‌رسانیم که در این دما و فشار به دو فاز مایع و بخار تبدیل می‌شود (VLE) در صورتی که ۹۰٪ مول مایع به وجود آید و ثابت تعادلی برای سازنده دوم برابر ۱/۰ باشد کسر مولی سازنده دوم در فاز مایع تقریباً کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{1.25}$

(۲)  $\frac{1}{1.25}$

(۳)  $\frac{1}{1.15}$

(۴)  $\frac{1}{1.1}$

۶۰- برای یک مخلوط دو جزئی فوگاسیته جزء (۱) در مخلوط از رابطه زیر پیروی می‌کند، که در این رابطه  $a$  و  $b$  و  $c$  پارامترهای ثابت می‌باشند. مقدار عبارت  $\gamma_1$  کدام است؟

$$\hat{f}_1(T, P, x_1) = x_1 \exp \left[ \frac{a + (b + cx_1^2)}{T} \right]$$

(۱)  $\exp \left( a + \frac{b}{T} x_1^2 \right)$

(۲)  $\exp \left( a + \frac{c}{T} x_1^2 \right)$

(۳)  $\exp \left( \frac{b + cx_1^2}{T} \right)$

(۴)  $\exp \left( \frac{c}{T} x_1^2 \right)$

۶۱- معادله حالت یک مخلوط دوجزئی از رابطه  $Z = 1 + \frac{ap}{\sqrt{T}}$  پیروی می‌کند که واحد  $a$  ( $K^2 / \text{bar}$ ) است.

در صورتی که  $a = y_1 a_1 + y_2 a_2$  باشد، ضریب فعالیت جزء ۱ ( $\gamma_1$ ) کدام است؟ ( $K$  دمای کلین است).

(۱) ۱

(۲)  $\exp \left\{ \frac{\sqrt{T}}{a_1 P} \right\}$

(۳)  $\exp \left\{ \frac{a_1^* P}{T} \right\}$

(۴)  $\exp \left\{ \frac{a_1 P}{\sqrt{T}} \right\}$

۶۲-  $y_1$  مول گاز اول را با  $y_2$  مول گاز دوم در دما و فشار مشخص و ثابت مخلوط می‌کنیم تا یک مول مخلوط گازی دو جزئی در همان دما و همان فشار به وجود آید. در صورتی که معادله ویرال  $z = 1 + B'P$  همیشه (برای خالص و مخلوط) صحیح باشد تابع  $\Delta v$  کدام است؟ (می‌دانیم که  $\delta_{12} = 2B_{12} - B_{11} - B_{22}$ )

$$(1) 2y_1y_2\delta_{12}$$

$$(2) \frac{y_1y_2\delta_{12}}{2}$$

$$(3) y_1y_2\delta_{12}$$

$$(4) 2y_1y_2\delta_{12}$$

۶۳- برای یک سیستم دو جزئی تعادلی مایع بخار (VLE) داریم  $P = 4$  و  $P_1^{sat} = 2$  و  $P_2^{sat} = 3$  و  $x_2 = 0.2$  و

$y_2 = 0.3$  مقدار  $\frac{G^E}{RT}$  برای فاز مایع تقریباً کدام است؟ (واحدهای فشار، اختیاری و هماهنگ است. می‌دانیم که

$$(\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 1.75 = 0.6, \ln 1.5 = 0.4, \ln 1.25 = 0.2)$$

$$(1) 0.46$$

$$(2) 0.54$$

$$(3) 0.62$$

$$(4) 0.74$$

۶۴- مقادیر زیر برای یک مخلوط سه جزئی با تعداد مول‌های مساوی از گازهای مختلف وجود دارد.

$$(\hat{\phi}_1 = 0.8, \hat{\phi}_2 = 0.9, \hat{\phi}_3 = 0.5)$$

$$\ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

$$(1) -0.23$$

$$(2) -0.42$$

$$(3) -0.52$$

$$(4) -0.62$$

۶۵- معادله زیر برای آنتالپی یک مول مخلوط سه جزئی مایع شامل اجزای a, b و c وجود دارد. مقدار  $\bar{H}_a$  برای مخلوط

شامل اجزای مولی مساوی ۳ جزء کدام است؟ (A و B و C و D مقادیر ثابتی هستند.)

$$\bar{h} = Ax_a + Bx_b + Cx_c + Dx_ax_bx_c$$

$$(1) A+B+C+D$$

$$(2) A + \frac{D}{27}$$

$$(3) A + \frac{D}{9}$$

$$(4) A - \frac{D}{9}$$

۶۶ کدام جمله در مورد یک پمپ سانتریفیوژی با رابطه  $H = \frac{a}{b+Q}$  درست است؟ (II: هد و Q: دبی حجمی)

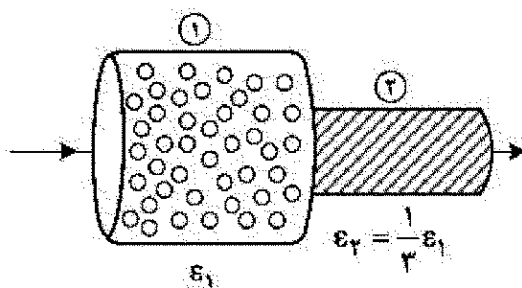
(۱) با دو برابر کردن دبی حجمی، توان مصرفی دو برابر می شود.

(۲) برای دو برابر کردن دبی حجمی، باید سرعت چرخش الکتروموتور، بیشتر از دو برابر شود.

(۳) با دو برابر کردن دبی حجمی، توان مصرفی زیاد می شود ولی کمتر از دو برابر

(۴) برای دو برابر کردن دبی حجمی، باید سرعت چرخش الکتروموتور را زیاد ولی کمتر از دو برابر کرد.

۶۷ جریان هوایی با دبی حجمی Q همانند شکل زیر از دو بستر متخلخل به صورت سری عبور می کند. اگر  $D_1 = 2D_2$



و  $\epsilon_2 = \frac{1}{3}\epsilon_1$  باشد. نسبت سرعت های واقعی  $\frac{u_2}{u_1}$ ، کدام است؟

۲۷ (۱)

۱۲ (۲)

۹ (۳)

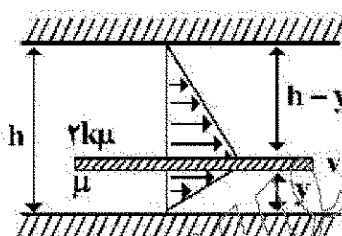
۳ (۴)

۶۸ مطابق شکل زیر صفحه با سرعت ثابت  $v$  در میان دو صفحه دیگر که با فاصله  $h$  از همدیگر قرار دارند، کشیده

می شود. با فرض اینکه سیال موجود در یک طرف صفحه دارای لزجت  $\mu$  و در طرف دیگر آن دارای لزجت  $2\mu$

باشد، مکان صفحه میانی در کجا قرار گیرد، تا نیروی پمپا (درگ) بر روی صفحه میانی، حداقل باشد؟ (با توجه به

کوچک بودن  $h$ ، میدان سرعت را خطی فرض نمایید.)



$$\frac{h}{1+\sqrt{2k}} \quad (1)$$

$$\frac{1-2k}{1-h} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{\sqrt{2k}}{h} \right) \quad (3)$$

$$\frac{1+\sqrt{2k}}{2h} \quad (4)$$

۶۹ آب با نرخ حجمی  $20 \frac{L}{s}$  از یک لوله افقی عبور می کند. افت فشار جریان به دلیل وجود یک عدد شیر کنترلی در

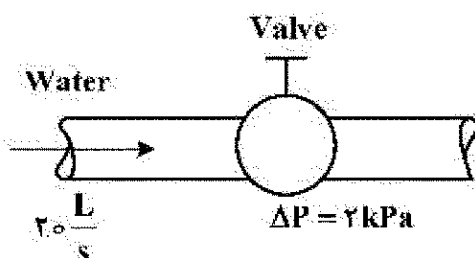
حدود  $2kPa$  است. توان پمپ مورد نیاز برای غلبه بر این افت فشار چند وات است؟ ( $\rho_{water} \sim 1000 \frac{kg}{m^3}$ )

۴۰ (۱)

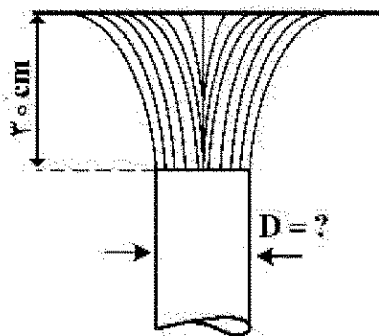
۳۰ (۲)

۲۰ (۳)

۱۰ (۴)



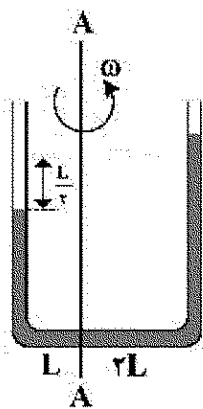
۷۰- در شکل زیر قطر دهانه نازل، چند سانتی متر باشد تا صفحه ۲۲۳ نیوتنی را تحت جریانی از آب با دبی  $70 \frac{L}{s}$  در



ارتفاع ۳۰ سانتی متری ثابت نگه دارد؟ ( $\rho_{water} \sim 1000 \frac{kg}{m^3}$ )

- (۱) ۱٫۵  
(۲) ۳  
(۳) ۱۵  
(۴) ۳۰

۷۱- لوله U شکل همانند شکل زیر حول محور A-A با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  دوران می‌نماید. اگر اختلاف سطح مایع



در لوله  $\frac{L}{2}$  باشد، سرعت زاویه‌ای کدام است؟

- (۱)  $\sqrt{\frac{g}{4L}}$   
(۲)  $\sqrt{\frac{g}{L}}$   
(۳)  $\sqrt{\frac{g}{2L}}$   
(۴)  $\sqrt{\frac{g}{3L}}$

۷۲- از یک پمپ برای افزایش فشار آب از  $100 kPa$  تا  $500 kPa$  استفاده می‌شود. اگر دبی حجمی آب عبوری از پمپ

$6 \frac{L}{s}$  و بازده پمپ ۸۰٪ باشد، توان مصرفی پمپ چند کیلووات است؟

- (۱) ۱  
(۲) ۳  
(۳) ۲  
(۴) ۴

۷۳- آب با دبی جرمی  $10 \frac{kg}{s}$  و فشار  $200 kPa$  وارد لوله‌ای با سطح مقطع  $0.002 m^2$  می‌شود. سطح مقطع لوله

به تدریج کاهش می‌یابد و در خروجی به  $0.001 m^2$  می‌رسد. اگر فشار در خروجی  $100 kPa$  باشد، مقدار نیروی

وارد از طرف سیال بر لوله چند نیوتن است؟ ( $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$ )

- (۱) ۳۵۰  
(۲) ۴۰۰  
(۳) ۴۵۰  
(۴) ۵۰۰

۷۴- خودرویی با سرعت  $72 \frac{km}{h}$  در هوا با دمای  $20^\circ C$  (جرم حجمی هوا  $1 \frac{kg}{m^3}$ ) حرکت می‌کند. مساحت پیشانی

خودرو  $2.5 m^2$  است. اگر نیروی درگ وارد بر خودرو  $250 N$  باشد، ضریب پسا (درگ) خودرو کدام است؟

- (۱)  $0.05$   
(۲)  $0.3$   
(۳)  $0.3$   
(۴)  $0.5$

۷۵- دو مایع متفاوت A و B روی دو دیوار مشابه جدا از هم ریخته شده‌اند و به صورت فیلم نازکی روی دیواره در حال ریزش هستند. اگر سرعت ریزش فیلم مایع A (سرعت روی سطح آزاد) دو برابر مایع B باشد، کدام مورد درست‌تر است؟ (تأثیر نیروی فشاری ناچیز است و سیالات نیوتنی هستند.)

$$\frac{v_B}{v_A} = 2 \quad (2)$$

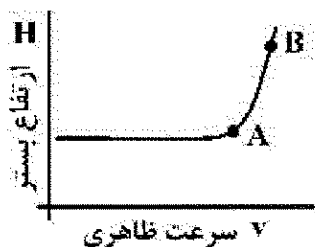
$$\frac{\mu_B}{\mu_A} = 2 \quad (1)$$

$$\frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{1}{2}, \quad \frac{v_B}{v_A} = 2 \quad (4)$$

$$\frac{\mu_A}{\mu_B} = 2 \quad (3)$$

۷۶- نمودار ارتفاع بستر ذرات در یک راکتور بستر سیال با قطر ۵ cm بر حسب سرعت ظاهری گاز به شکل زیر است. اگر

۵۰ gr پودر در داخل راکتور تعبیه شده باشد، میزان افت فشار بستر در حالت B چند پاسکال است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



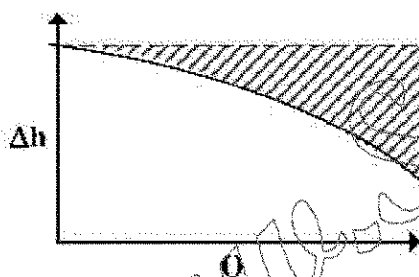
$$\frac{200}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{600}{\pi} \quad (2)$$

$$\frac{800}{\pi} \quad (3)$$

$$\frac{1000}{\pi} \quad (4)$$

۷۷- در شکل زیر با افزایش ویسکوزیته سیال پمپ‌شونده، ناحیه هاشور خورده در منحنی مشخصه پمپ چگونه است؟



(۱) بستگی به نوع پمپ دارد.

(۲) بیشتر می‌شود.

(۳) کمتر می‌شود.

(۴) تغییر نمی‌کند.

۷۸- در اثر رسوب مواد در یک لوله افقی، قطر لوله از ۴ اینچ به ۲ اینچ کاهش می‌یابد و ضریب اصطکاک (f) نیز دو برابر می‌گردد. نسبت دبی جریان در حالت دوم به دبی جریان در حالت اول کدام است؟ (در هر دو حالت افت فشار دو سر لوله افقی ثابت در نظر گرفته می‌شود.)

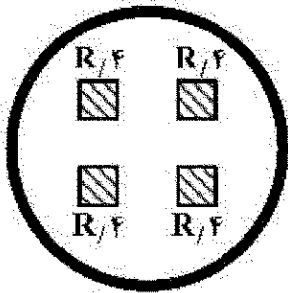
$$\frac{1}{6} \quad (1)$$

$$\frac{1}{8} \quad (2)$$

$$\frac{1}{10} \quad (3)$$

$$\frac{1}{12} \quad (4)$$

۷۹- جریان سیال آرامی با سرعت متوسط  $10 \frac{m}{s}$  از فضای بین مربع‌های داخلی نوله‌ای به شعاع  $R$  همانند شکل زیر عبور می‌کند. عدد رینولدز جریان کدام است؟ ( $\pi = 3$ )



(۱)  $\frac{10R}{v}$

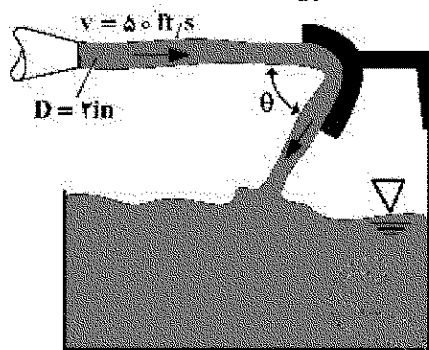
(۲)  $\frac{11R}{v}$

(۳)  $\frac{16R}{v}$

(۴)  $\frac{20R}{v}$

۸۰- مطابق شکل مایعی با دانسیته  $\frac{72 lb_m}{ft^3}$  به یک پره بدون اصطکاک برخورد می‌کند. این پره بر روی یک گاری

نصب شده است. اگر  $\theta = 30^\circ$  باشد نیروی افقی لازم برای نگه‌داشتن گاری چند  $\frac{lb}{ft}$  است؟ (فرض کنید مقدار  $g_c$



برابر با  $30 \frac{ft \cdot lb_m}{s^2 \cdot lb_f}$  و  $\pi = 3$  باشد.)

(۱) ۳۷۵۰

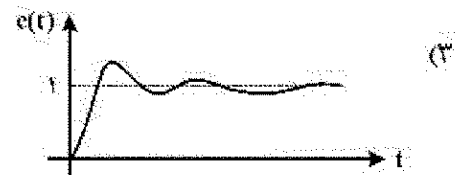
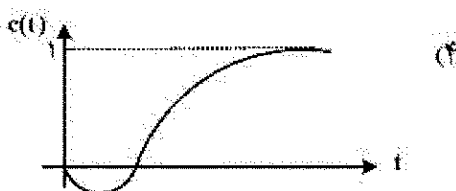
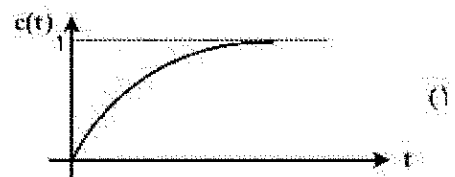
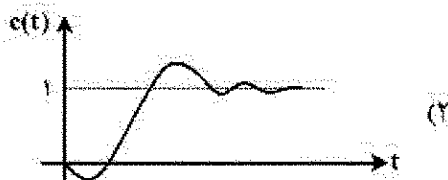
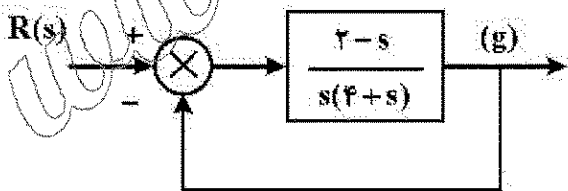
(۲) ۴۲۵۰

(۳) ۱۲۵۰

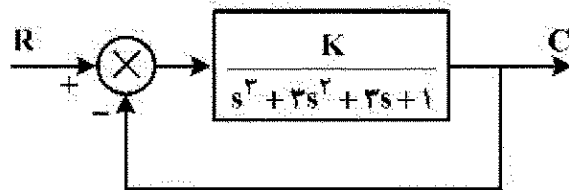
(۴) ۴۲۵۰

کنترل فرایند:

۸۱- پاسخ سامانه کنترل حلقه بسته شکل زیر به ورودی پله واحد کدام است؟

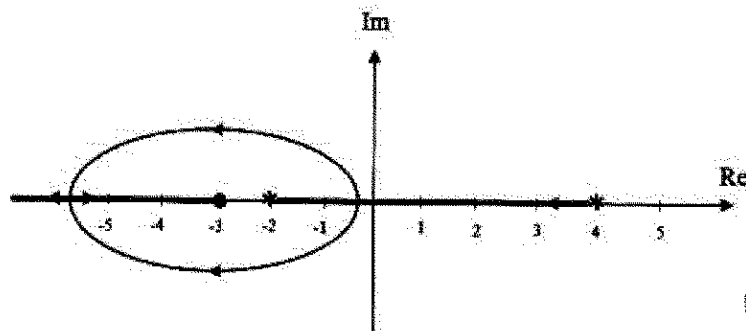


۸۲- مدار کنترل روبه‌رو را در نظر بگیرید. در صورت یک تغییر پله‌ای در میزان مقرر (R) به‌ازای چه مقدار از K پاسخ نوسانی دائم وجود دارد و فرکانس نوسانات چقدر است؟



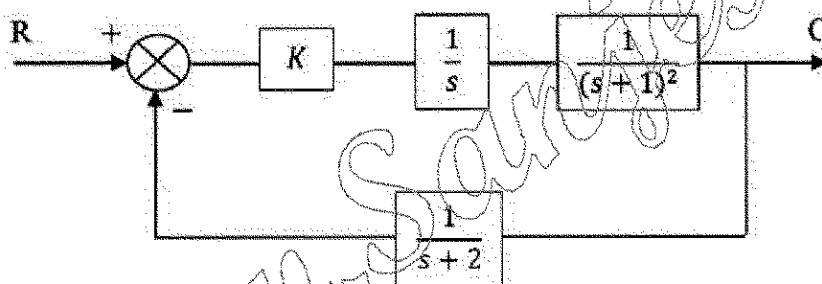
- (۱)  $K = 8$  و  $\omega = 3$   
 (۲)  $K = 4$  و  $\omega = 2$   
 (۳)  $K = 8$  و  $\omega = \sqrt{3}$   
 (۴)  $K = 4$  و  $\omega = \sqrt{3}$

۸۳- مکان هندسی معادله مشخصه یک سامانه کنترل مطابق شکل زیر است. شرط پایداری سامانه کدام است؟ (ستاره به معنای قطب و دایره توپر به معنای صفر تابع انتقال مدار باز و بهره پایای سامانه برابر ۱ است.)



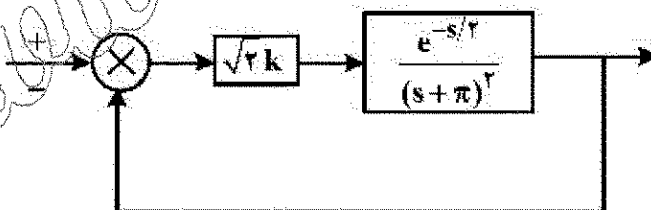
- (۱)  $K < \frac{8}{3}$   
 (۲)  $K > \frac{8}{3}$   
 (۳)  $K < \frac{3}{8}$   
 (۴)  $K > \frac{3}{8}$

۸۴- محدوده K برای پایداری سامانه کنترلی زیر کدام است؟



- (۱)  $K < \frac{9}{4}$   
 (۲)  $K > \frac{9}{2}$   
 (۳)  $K > \frac{9}{4}$   
 (۴)  $K < \frac{9}{2}$

۸۵- در سامانه مدار بسته شکل روبه‌رو، برای داشتن حاشیه بهره برابر با  $\sqrt{2}$ ، مقدار k کدام است؟



- (۱)  $\pi$   
 (۲)  $\pi^2$   
 (۳)  $\frac{\pi^2}{16}$   
 (۴)  $\frac{\pi}{4}$

۸۶- در کدام یک از سیستم‌های زیر عموماً استفاده از مد مشتق‌گیری در PID مناسب نیست؟

۲- کنترل غلظت

۱- کنترل جریان

۴- کنترل سیستم‌های با پاسخ نوسانی

۳- کنترل دما

(۲) دو

(۱) یک

(۴) چهار

(۳) سه

۸۷- دنبال کردن مقدار مقرر به وسیله کنترل کننده تناسبی برای کدام یک از سامانه های زیر بدون خطای پایا (offset) انجام می شود؟

$$(1) \frac{1}{4s^2 + s + 1}$$

(۲) کنترل کننده تناسبی همواره با خطای پایا (offset) همراه است.

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

$$(4) \frac{1}{2s^2 + s}$$

۸۸- در کدام حالت زیر پاسخ سامانه (ارتفاع مخزن آخر) نسبت به تغییر پله ای در دبی ورودی مخزن اول حالت نوسانی

دارد؟ (تابع انتقال هر مخزن  $\frac{K}{\tau s + 1}$  است.)

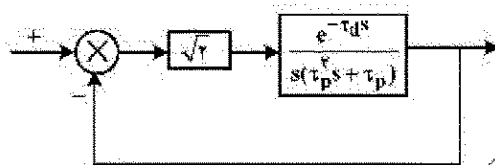
(۱) دو مخزن سری بدون اثر متقابل

(۲) سه مخزن (یا بیشتر) سری بدون اثر متقابل

(۳) دو مخزن سری با اثر متقابل

(۴) هیچ کدام

۸۹- در سامانه مدار بسته شکل روبرو حد پایداری به ازای چه مقدار از  $\frac{\tau_d}{\tau_p}$  حاصل می شود؟



$$(1) \frac{3\pi}{4}$$

$$(2) \pi$$

$$(3) \frac{\pi}{4}$$

$$(4) \frac{\pi}{2}$$

۹۰- در سامانه مدار بسته صرفاً متشکل از فرایند با تابع انتقال  $\frac{K_p}{s(s+a)}$  و کنترل کننده تناسبی با بهره  $-K_c$ ، کدام عبارت در مورد پایداری مدار بسته درست است؟

(۱) پایدار است.

(۲) ناپایدار است.

(۳) پایداری بستگی به نوع و بزرگی تغییر در مقدار مقرر دارد.

(۴) پایداری بستگی به مقدار نسبی  $K_p$  و  $K_c$  و علامت  $a$  دارد.

۹۱- پاسخ کدام یک از سامانه های زیر نسبت به ورودی پله ای فرارفت (Over shoot) دارد؟

$$(1) G_1 = \frac{s+4}{s+10}$$

$$(2) G_2 = \frac{1}{s^2 + 4s + 2}$$

$$(3) G_3 = \frac{1}{s^2 + 2}$$

$$(4) G_4 = \frac{1}{s^2 + 3s - 1}$$

۹۲- پاسخ یک تابع انتقال به یک ورودی پله ای واحد به صورت  $te^{-t}$  است. پاسخ زمانی تابع انتقال موردنظر نسبت به یک ورودی ضربه ایده آل (دلتا) کدام است؟

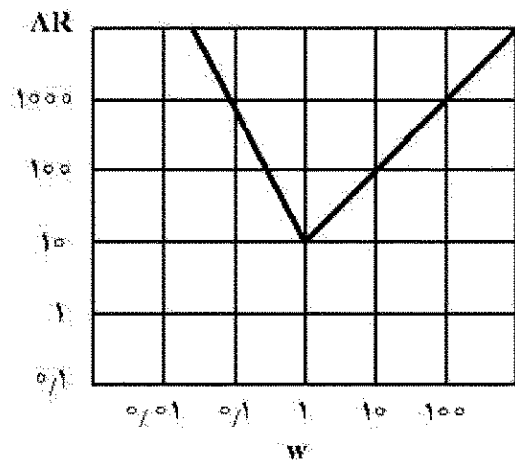
$$(1) (1-t)e^{-2t}$$

$$(2) (1-t)e^{-t}$$

$$(3) (1-t)e^{-t}$$

$$(4) (1-2t)e^{-2t}$$

۹۳- مجانب‌های نمودار بُد (Bode) برای سامانه کنترل در شکل زیر نشان داده شده است. کدام یک از روابط زیر تابع



انتقال سامانه  $G(s)$  را تعریف می‌کند؟

(۱)  $\frac{10(s+1)^2}{s^2}$

(۲)  $\frac{10(s+1)^2}{(s+1)^2}$

(۳)  $\frac{(s+1)^2}{(s+1)^2}$

(۴)  $\frac{(s+1)^2}{s^2}$

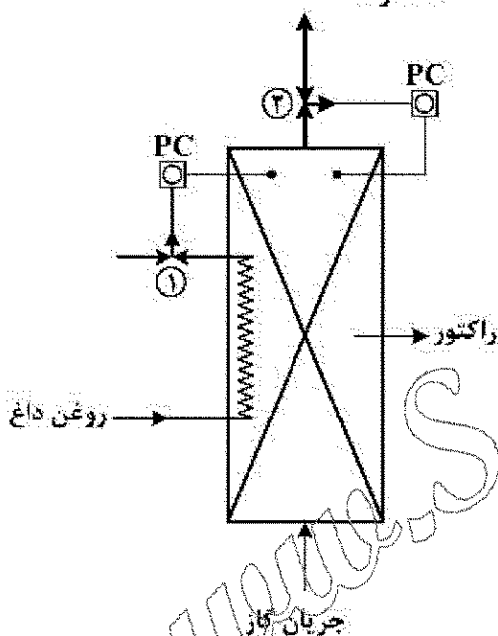
۹۴- در سامانه کنترل فشار (شکل زیر) به ترتیب از چه نوع شیر کنترلی باید استفاده نمود؟

(۱) هوا بسته، ۲ هوا باز

(۲) ۱ هوا باز، ۲ هوا بسته

(۳) ۱ هوا بسته، ۲ هوا بسته

(۴) ۱ هوا باز، ۲ هوا باز



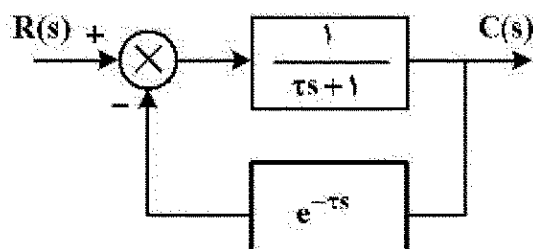
۹۵- خطای حالت ماندگار (افت کنترل) نسبت به یک ورودی پله‌ای واحد برای سامانه کنترل مدار بسته زیر کدام است؟

(۱) ۰

(۲) ۲

(۳) ۱

(۴)  $\frac{1}{2}$



انتقال جرم و عملیات واحد (ا۲):

۹۶- در یک مخلوط گازی ایده آل (A و B) به فاصله  $\Delta z = 2\text{cm}$  از  $y_{A1} = 0.4$  به  $y_{A2} = 0.2$  نفوذ با شدت مول

یکسان صورت می گیرد ( $D_{AB} = 0.1 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$ ) سرعت نفوذی مولکول A ( $u_A - u^*$ ) در میانه مسیر نفوذ

بر حسب  $\frac{\text{mm}}{\text{s}}$  چقدر است؟

(۲)  $\frac{1}{3}$

(۱)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{1}{4}$

(۳)  $\frac{1}{6}$

۹۷- در یک برج سینی دار از نوع Sieve به قطر ۲m در صورتی که مساحت یک ناودان (downcomer) برابر  $0.3\text{m}^2$

باشد کسر مساحت فعال سینی چند درصد است؟ ( $\pi \approx 3$ )

(۴) ۹۰

(۳) ۸۰

(۲) ۷۰

(۱) ۶۰

۹۸- Turndown ratio یک برج سینی دار غربالی (Sieve Tray) حدوداً برابر کدام است؟

(۴) ۸

(۳) ۴

(۲) ۲

(۱) ۱

۹۹- از یک مخزن همزده به حجم  $20\text{m}^3$  برای جذب گاز A به داخل مایع B استفاده شده است. اگر موجودی فاز گاز

در مخزن ۱۰٪ و قطر متوسط حباب های گاز نیز ۶mm باشد و مایع B با دبی  $0.1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  غاری از A وارد مخزن

شود به طوری که ضریب متوسط انتقال جرم گاز و مایع  $1 \times 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد و غلظت خروجی A در جریان مایع برابر

$0.01 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  باشد متوسط نیروی محرکه غلظتی در این مخزن بر حسب  $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  چقدر است؟

(۱)  $0.01$

(۲)  $0.05$

(۳)  $0.001$

(۴)  $0.005$

۱۰۰- اگر آکنه ها (packing) قبل از ورود به برج کاملاً تمیز نشوند کدام پدیده به احتمال زیاد اتفاق می افتد؟

(۲) کف کردن (Foaming)

(۱) طغیان (Flooding)

(۴) تجمع مایع (Loading)

(۳) کانال زدن مایع (Channeling)

۱۰۱- در یک مخلوط دو جزئی با غلظت مولی کل برابر با  $150 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$  مولکول های A با درصد مولی ۲۰٪ و با سرعت

$2 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$  در جزء ساکن B نفوذ می کنند. شار نفوذی مولی جزء A بر حسب  $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$  کدام است؟

(۱)  $0.060$

(۲)  $0.016$

(۳)  $0.048$

(۴)  $0.012$

۱-۲- در یک فرایند جذب گاز شیب خط تعادل  $0.8$  و شیب خط تعادل  $1/2$  است. این فرایند در یک برج سینی دار انجام می شود. کدام یک از موارد زیر در مورد این فرایند درست است؟

- (۱) میزان جداسازی در سینی های بالای برج بیشتر از سینی های پایین برج است.
- (۲) متوسط نیروی محرکه انتقال جرم در سرتاسر برج یکسان است.
- (۳) نیروی محرکه انتقال جرم در مراحل بالای برج کمتر از مراحل پایین برج است.
- (۴) هرچه به پائین برج نزدیک شویم تعداد مراحل لازم برای جداسازی مورد نظر کاهش می یابد.

۱-۳- یک ستون آکنده (Packed) در چه محدوده ای عملیاتی می شود؟

- (۱) بالای نقطه Loading
- (۲) بستگی به نوع عملیات انتقال جرم دارد.
- (۳) نزدیک نقطه طغیان
- (۴) زیر نقطه Loading

۱-۴- در نفوذ متقابل در گازها  $(N_A + N_B = 0)$  در دو لوله سری که طول و قطر یکی دو برابر دیگری است اگر اختلاف فشار جزئی A دو طرف  $\Delta P_A$  باشد، میزان انتقال جزء A کدام است؟

(فشار و دما به ترتیب  $T, P$  است. ضرب نفوذ  $D$  است و  $d, L$  به ترتیب قطر و طول لوله کوچک تر است و  $R$  ثابت جهانی گازها است.)



$$(1) \frac{\pi D d^2 \Delta P_A}{4 R T L}$$

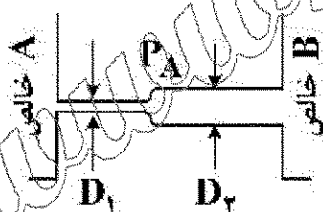
$$(2) \frac{\pi D d^2 \Delta P_A}{R T L}$$

$$(3) \frac{\pi D d^2 \Delta P_A}{8 R T L}$$

$$(4) \frac{\pi D d^2 \Delta P_A}{6 R T L}$$

۱-۵- مخزن های بزرگ حاوی A و B خالص توسط دو لوله موئین با طول یکسان که قطر یکی دو برابر دیگری است مطابق شکل زیر به یکدیگر وصل شده اند  $(D_2 = 2D_1)$ . فشار کل و دما در  $P_t, T$  ثابت است. فشار جزئی A در

محل تماس دو لوله موئین چقدر است؟



$$(1) 0.7 P_t$$

$$(2) 0.34 P_t$$

$$(3) 0.2 P_t$$

$$(4) 0.5 P_t$$

۱-۶- در سامانه شیمیایی دارای انحراف منفی از قانون راتولت، ناحیه گلوگاهی (Pinch) و دشوار جداسازی در کدام بخش ستون تقطیر یک خوراکی رخ می دهد؟

- (۱) در ناحیه خوراک ورودی و برای خط خوراک
- (۲) بالای خوراک ورودی و برای خط تبادل (کار) بخش جذب
- (۳) پایین خوراک ورودی و برای خط تبادل (کار) بخش واجذب (دفع)
- (۴) هم در پایین خوراک ورودی و هم در بالای آن برای هر دو خط تبادل (کار) جذب و واجذب.

۱۰۷- یک برج تقطیر برای جداسازی یک مخلوط دو جزئی به صورت مایع اشباع شامل ۴۰٪ مولی جزء فراتر، استفاده می‌شود. محصول بالای برج شامل ۸۰٪ مولی جزء فراتر بوده و معادله خط تبادل پایین برج به صورت  $y = 1.5x - 0.1$  است. نسبت مایع برگشتی در این برج کدام است؟

(۱) ۲.۵

(۲) ۳.۰

(۳) ۲.۰

(۴) ۱.۰

۱۰۸- یک برج تقطیر پیوسته شامل یک جریان خوراک  $(F, X_F, H_F)$  و یک جریان جانبی  $(S, X_S, H_S)$  است. ترکیب درصد جزء فراتر در جریان جانبی بیشتر از جریان خوراک می‌باشد. همچنین برج دارای یک محصول بالای برج  $(D, X_D, H_D)$  و یک محصول پایین برج  $(W, X_W, H_W)$  است. با استفاده از روش پانچوان - ساواریت مختصات نقطه تقاضا بین جریان جانبی و خوراک ورودی  $(\Delta S)$  کدام است؟

$$Q_{\Delta S} = \frac{DH_D + q_C - FH_F}{D - F} \quad X_{\Delta S} = \frac{DX_D - FX_F}{D - F} \quad (۱)$$

$$Q_{\Delta S} = \frac{DH_D + q_C - SH_S}{D - S} \quad X_{\Delta S} = \frac{DX_D - SX_S}{D - S} \quad (۲)$$

$$Q_{\Delta S} = \frac{DH_D + q_C + SH_S - FH_F}{D + S - F} \quad X_{\Delta S} = \frac{DX_D + SX_S - FX_F}{D + S - F} \quad (۳)$$

$$Q_{\Delta S} = \frac{DH_D + q_C + SH_S}{D + S} \quad X_{\Delta S} = \frac{DX_D + SX_S}{D + S} \quad (۴)$$

۱۰۹- در دیاگرام مثلثی که حلال B، حلال اولیه (جزء همراه) A و جزء حل شده C باشد، نقاط مربوط به محصولات حاصل از یک عمل استخراج یک مرحله‌ای پس از بازیابی کامل حلال در گجای مثلث قرار می‌گیرند؟

(۱) روی ضلع AC

(۲) روی ضلع BC

(۳) روی ضلع AB

(۴) روی نمودار حلالیت درون مثلث

۱۱۰- در منحنی‌های حلالیت سیستم‌های استخراج سه‌گانه مایع با حلالیت جزئی یک زوج، کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد نقطه Plait در این منحنی‌ها درست نیست؟

(۱) ضریب جداسازی (B) در این نقطه برابر ۱ است.

(۲) تفاوت دانسیته بین فازهای مایع اشباع در این نقطه برابر صفر است.

(۳) ضریب توزیع (K) در این نقطه بزرگ‌تر از ۱ است.

(۴) کشش بین سطوح فازها در این نقطه برابر ۱ است.

۱۱۱- برای تبخیر مایعات حاوی ترکیبات حساس به دما کدام تبخیر کننده مناسب است؟

(۱) فیلم صعودی

(۲) فیلم ریزان

(۳) گردش اجباری

(۴) فیلم هم‌زننده

- ۱۱۲- برای یک برج خنک کننده، دمای آب ورودی  $105^{\circ}\text{F}$  و دمای حباب خشک و حباب مرطوب (خیس) هوای ورودی به ترتیب  $90^{\circ}\text{F}$  و  $76^{\circ}\text{F}$  می باشد. در صورتی که سرعت جرمی آب و هوا بر مبنای مقطع عرضی برج یکسان باشد، و همچنین آنتالپی هوای ورودی و خروجی به ترتیب  $25 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$  و  $55 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$  باشد، دمای تقرب برج خنک کننده چند درجه فارنهایت ( $^{\circ}\text{F}$ ) است؟ (ظرفیت گرمایی آب برابر  $1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb.}^{\circ}\text{F}}$  است.)
- (۱) ۲۹ (۲) ۱۴ (۳) ۵ (۴) ۹

- ۱۱۳- از خاک فعال برای رنگبری از روغن خوراکی استفاده می شود. معادله تعادلی به صورت  $q = 3C^{0.5}$  است. در صورتی که غلظت رنگ در خوراک و محصول به ترتیب  $100 \text{ ppm}$  و  $25 \text{ ppm}$  باشد، مقدار خاک مصرفی چند  $\frac{\text{gr}}{\text{lit}}$  است؟
- (۱) ۳۰ (۲) ۷ (۳) ۵ (۴) ۴۵

- ۱۱۴- برای خشک کردن یک جامد مرطوب از رطوبت اولیه  $25\%$  تا رطوبت  $15\%$  از یک خشک کن جریان عرضی استفاده می شود. رطوبت بحرانی و تعادلی این جسم به ترتیب  $10\%$  و  $5\%$  است. اگر کل خشک شدن در دوره شدت ثابت رخ دهد و  $15$  دقیقه طول بکشد. سرعت خشک شدن کدام است؟ (سطح جسم جامد  $0.25$  مترمربع به ازای یک کیلوگرم جامد خشک است.)

- (۱)  $4.44 \times 10^{-2}$   
(۲)  $6.67 \times 10^{-2}$   
(۳)  $8.89 \times 10^{-2}$   
(۴)  $5.42 \times 10^{-2}$

- ۱۱۵- کدام فرایند به ترتیب برای تصفیه هوای سالن های تراشکاری و سالن های رنگ خودرو مناسب تر است؟

- (۱) سانتریفوژ - مخزن ته نشینی  
(۲) برج شستشو - سانتریفوژ  
(۳) جذب سطحی - جذب سطحی  
(۴) فیلترهای کیسه ای - برج های شستشو

#### طرح راکتورهای شیمیایی:

- ۱۱۶- واکنش  $A + 2B \xrightarrow{k} C$  نسبت به A و B از درجه اول می باشد. اگر ثابت سرعت واکنش (k)، نسبت به A تعریف شده باشد، در شرایط  $C_{B_0} = 2C_{A_0}$  زمان نیمه عمر ماده A کدام است؟

- (۱)  $\frac{1}{kC_{A_0}}$   
(۲)  $\frac{2}{kC_{A_0}}$   
(۳)  $\frac{1}{2kC_{B_0}}$   
(۴)  $\frac{1}{kC_{B_0}}$

۱۱۷- ماده A با غلظت اولیه  $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  و شدت جریان حجمی  $2 \frac{\text{lit}}{\text{s}}$  وارد راکتور لوله‌ای به حجم ۱ lit می‌گردد. با

انجام واکنش درجه صفر  $A \xrightarrow{k} 2R$  در فاز گاز، درصد تبدیل ماده A به ۸۰٪ می‌رسد. زمان اقامت متوسط

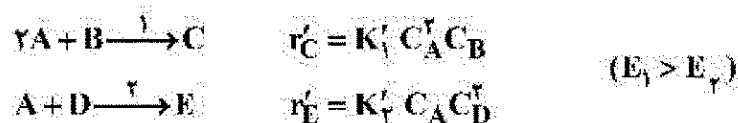
مواد در راکتور کدام است؟ ( $k = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit.s}}$ )

$$\frac{1}{2} \ln(0.2) \quad (۴) \quad \frac{1}{2} \ln(0.8) \quad (۳) \quad \frac{1}{2} \ln(1/8) \quad (۲) \quad \frac{1}{2} \quad (۱)$$

۱۱۸- معادله سرعت واکنش‌های چندگانه زیر در حضور کاتالیزور جامد پودری در دمای ثابت به صورت زیر است. با هدف

افزایش گزینش پذیری  $\frac{C}{E}$  در مجموعه‌ای از چهار راکتور مخرنی هم‌زن‌دار پیوسته (mixed) پشت سرهم، توزیع

مواد اولیه چگونه است؟



(۱) جریان خوراک B در اولین راکتور وارد شود و جریان خوراک‌های A و D در چهار راکتور توزیع گردد.

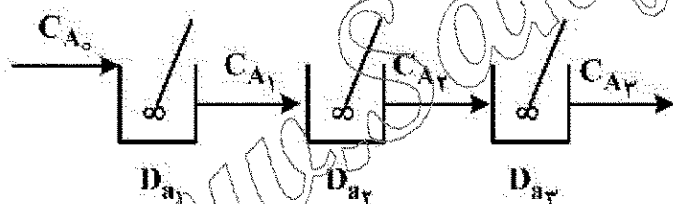
(۲) جریان خوراک B و D در اولین راکتور وارد شود و جریان خوراک A در چهار راکتور توزیع گردد.

(۳) جریان خوراک A و B در اولین راکتور وارد شود و ورودی خوراک D در چهار راکتور توزیع گردد.

(۴) جریان خوراک A در اولین راکتور وارد شود و خوراک‌های B و D در چهار راکتور توزیع گردد.

۱۱۹- واکنش ابتدایی  $A \rightarrow B$  در سه راکتور تانکی مخلوط‌شونده پیوسته متوالی، با غلظت ورودی  $C_{A_0}$  انجام می‌شود. عدد

دمکولر هر راکتور در شرایط بهینه برای اینکه غلظت خروجی از راکتور سوم مقدار معلوم  $C_{A_3}$  شود، چقدر است؟



$$D_{a1} = D_{a2} = D_{a3} = \frac{\frac{1}{C_{A_0}^2} - \frac{1}{C_{A_2}^2}}{\frac{1}{C_{A_2}^2}} \quad (۲)$$

$$D_{a1} = D_{a2} = D_{a3} = \frac{\frac{1}{C_{A_0}^2} - \frac{1}{C_{A_2}^2}}{\frac{1}{C_{A_2}^2}} \quad (۱)$$

$$D_{a1} < D_{a2} = D_{a3}, D_{a1} = \frac{\frac{1}{C_{A_0}^2} - \frac{1}{C_{A_2}^2}}{\frac{1}{C_{A_2}^2}} \quad (۴)$$

$$D_{a1} = D_{a2} > D_{a3}, D_{a1} = \frac{\frac{1}{C_{A_0}^2} - \frac{1}{C_{A_2}^2}}{\frac{1}{C_{A_2}^2}} \quad (۳)$$

۱۲۰- واکنش ابتدایی  $2A \rightarrow R$  با خوراک خالص A در فاز مایع در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (پلاگ) انجام می‌شود.

درصد تبدیل A در این راکتور ۵۰٪ می‌باشد. در صورتی که طول راکتور سه برابر گردد و سایر شرایط ثابت بماند،

درصد تبدیل در حالت جدید، چند درصد تغییر می‌کند؟

$$۲۵ \quad (۱) \quad ۵۰ \quad (۲)$$

$$۷۵ \quad (۳) \quad ۴ \text{ میزان تبدیل A تغییری نمی‌کند.} \quad (۴)$$

۱۲۱- واکنش ابتدایی  $2R \xrightarrow{k} 2A$  با خوراک خالص A در فاز مایع در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (پلاگ) با جریان برگشتی برابر ۲ و میزان تبدیل ۵۰٪ صورت می‌گیرد. در صورتی که جریان برگشتی را قطع نماییم، میزان تبدیل در راکتور چند درصد است؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۸۰

۱۲۲- در واکنش  $A \xrightleftharpoons[k_p]{k_f} B$  معلوم  $k_C$  و مجهول  $K_p$  است. سرعت واکنش در کدام یک از معادلات زیر محاسبه می‌شود؟

$$-r_A = -K_1 C_A + k_f C_B \quad (۲)$$

$$-r_A = K_1 C_A - \frac{K_p}{K_C} C_B \quad (۱)$$

$$-r_A = K_1 C_A - K_p K_C C_B \quad (۴)$$

$$-r_A = K_1 C_A - \frac{K_1}{K_C} C_B \quad (۳)$$

۱۲۳- واکنش فاز گاز  $A + B \rightleftharpoons C$  در یک راکتور پیوسته در دما و فشار ثابت انجام می‌شود. اگر ثابت تعادل

$K_C = 10 \frac{\ell}{\text{mol}}$  باشد، حداکثر کسر تبدیل A در این راکتور کدام است؟ (خوراک ورودی شامل A و B با

غلظت‌های مساوی  $1 \frac{\text{mol}}{\ell}$  است)

$$1 - \sqrt{\frac{1}{21}} \quad (۲)$$

$$\frac{21 - \sqrt{5}}{21} \quad (۱)$$

$$\frac{21 - \sqrt{5}}{21} \quad (۴)$$

$$1 - \sqrt{\frac{1}{20}} \quad (۳)$$

۱۲۴- معادله سرعت یک واکنش گازی  $-r_{AP} = k_p P_A^2$  است. در این عبارت  $-r_{AP}$  سرعت واکنش با واحد  $\frac{KP_a}{s}$  و  $P_A$  فشار جزئی A با واحد  $KP_a$  و  $k_p$  ثابت سرعت واکنش است. اگر بخواهیم رابطه سرعت این واکنش را به صورت

$-r_A = k C_A^2$  بنویسیم که در آن  $-r_A$  سرعت واکنش با واحد  $\frac{\text{mol}}{\ell.s}$  و  $C_A$  غلظت A در مخلوط واکنش با واحد

$\frac{\text{mol}}{\ell}$  باشد، ارتباط بین  $k$  و  $k_p$  کدام گزینه است؟ (مخلوط واکنش را گاز ایده‌آل در نظر بگیرید. R ثابت عمومی گازها

و T دما است.)

$$k = k_p \quad (۲)$$

$$k = 1000 RT k_p \quad (۱)$$

$$k = RT k_p \quad (۴)$$

$$k = 0.001 RT k_p \quad (۳)$$

۱۲۵- واکنش فاز مایع یک طرفه  $A \rightarrow B$  در یک راکتور ایده‌آل تانکی مخلوط‌شونده پیوسته انجام می‌شود. مقدار

تبدیل A با زمان ظاهری ۱۰ دقیقه، ۳۰ درصد است. در صورتی که این واکنش در راکتور ایده‌آل لوله‌ای پیوسته با

زمان ظاهری ۲۰ دقیقه انجام شود، مقدار تبدیل مربوطه چند درصد است؟

- (۱) ۴۰ (۲) ۶۰ (۳) ۵۰ (۴) ۸۰

۱۲۶- واکنش  $A \rightarrow B$  با خوراک خالص A و سرعت  $-r_A = k C_A$  در دو راکتور ایده‌آل مخلوط‌شونده تانکی با

حجم‌های مساوی که به صورت سری متصل است، صورت می‌گیرد. اگر درصد تبدیل A بعد از راکتور اول ۸۰

باشد، این کمیت در خروجی از راکتور دوم کدام است؟

- (۱) ۷۵ (۲) ۸۸ (۳) ۸۹ (۴) ۹۶

۱۲۷- واکنش‌های  $\left\{ A \xrightarrow{B} C \right\}$  با  $\left\{ r_B = 2C_A^2 \right\}$  در یک راکتور ایده‌آل مخلوط شونده پیوسته صورت می‌گیرند. برای خوراک خالص A با غلظت اولیه ۴۰ مولار درصد تبدیل ۷۵ است. غلظت C برحسب مولاریته در خروجی راکتور کدام است؟

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۲۰

۱۲۸- واکنش  $A \xrightarrow{B} B$  با ثابت سرعت  $k = 3 \frac{\ell}{\text{mol.s}}$  دارای عبارت ریاضی سرعت  $k C_A C_B$  در یک راکتور

ناپیوسته است. اگر  $C_{A_0} + C_{B_0} = 6$  مولار باشد، حداکثر سرعت واکنش چند  $\frac{\text{mol}}{\ell.s}$  است؟

- (۱) ۵۴ (۲) ۳۰ (۳) ۲۷ (۴) ۱۸

۱۲۹- برای واکنش فاز مایع درجه دوم  $A \rightarrow B$  نسبت زمان مورد نیاز برای اینکه ۱۰ درصد از مقدار اولیه A باقی بماند به زمان مورد نیاز برای آن که ۴۵ درصد A تبدیل شود کدام است؟

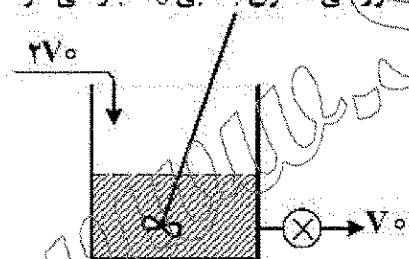
- (۱) ۲ (۲) ۱۴/۹ (۳) ۲۲ (۴) ۱۱

۱۳۰- می‌خواهیم در یک واکنش فاز مایع درجه دوم تجزیه‌ای به درصد تبدیل ۸۰ برسیم. کدام عبارت در رابطه با حجم راکتور مخلوط‌شونده تانکی پیوسته ( $V_m$ ) برخلاف حجم راکتور لوله‌ای پیوسته ( $V_p$ ) برای این منظور درست است؟

- (۱)  $V_m = 4V_p$  (۲)  $V_m = 5V_p$  (۳)  $2V_m = V_p$  (۴)  $V_m = 3V_p$

ریاضیات (کاربردی، عددی):

۱۳۱- مخزنی را به حجم V در نظر بگیرید. در نصف حجم مخزن ابتدا آب و نمک با غلظت  $C_0$  وجود دارد به این مخزن در لحظه صفر جریانی از آب خالص با شدت حجمی  $2V_0$  وارد می‌شود شیر خروجی مخزن با دبی  $V_0$  باز می‌شود. تغییرات غلظت نمک در داخل مخزن تا قبل از پر شدن مخزن کدام است؟



$$\frac{C}{C_0} = \left( \frac{t - \frac{V}{2V_0}}{t + \frac{V}{2V_0}} \right)^2 \quad (2)$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{t - \frac{V}{2V_0}}{t + \frac{V}{2V_0}} \quad (1)$$

$$\frac{C}{C_0} = \left( \frac{\frac{V}{2V_0}}{t + \frac{V}{2V_0}} \right)^2 \quad (4)$$

$$\frac{C}{C_0} = \frac{\frac{V}{2V_0}}{t + \frac{V}{2V_0}} \quad (3)$$

۱۳۲- جواب معادله دیفرانسیل زیر کدام است؟

$$\frac{1}{u(x)\sin x} \frac{d}{dx} \left( \sin x \frac{du}{dx} \right) + k^2 + k = 0$$

$$u(\pi) = u_0$$

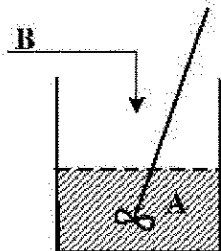
$$u(x) = AP_k(\cos x) \quad (1)$$

$$u(x) = AI_k(\cos x) \quad (2)$$

$$u(x) = AI_k(\cos x) + BK_k(\cos x) \quad (3)$$

$$u(x) = AP_k(\cos x) + BQ_k(\cos x) \quad (4)$$

۱۳۳- در یک راکتور نیمه پیوسته (Semi batch) واکنش  $A+B \rightarrow C$  ( $-r_A = kC_A C_B$ ) در فاز مایع انجام می شود و ماده B از جریانی با غلظت  $C_{B0}$  و دبی  $v_0$  به مرور زمان به ظرف اضافه می شود. کدام رابطه برای کسر تبدیل A درست است؟ (حجم مایع اولیه ظرف V و غلظت A اولیه در ظرف  $C_{A0}$  است.)



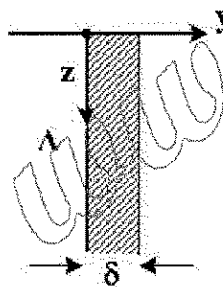
$$\frac{dx}{dt} = \frac{kC_{A0}(1-x)^2}{(V+v_0t)^2} \quad (1)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k(1-x)(C_{B0}v_0t - N_{A0}x)}{V+v_0t} \quad (2)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k(1-x)C_{B0}v_0t}{V+v_0t} \quad (3)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{k(1-x)(C_{B0}v_0t - C_{A0}x)}{V} \quad (4)$$

۱۳۴- فیلم ریزانی از مایع B بر روی دیواره جامدی از جنس A در نظر بگیرید. ماده A به صورت جزئی در مایع B حل می شود. فرض کنید جهت حرکت سیال z و جهت نفوذ مولکولی عمود بر آن y باشد، اگر سرعت سیال کاملاً توسعه یافته باشد و خواص سیال و ضریب نفوذ مولکولی را ثابت در نظر بگیریم، معادله دیفرانسیل تغییرات غلظت A در سیال B در حالت پایا کدام است؟ (ضخامت فیلم مایع بر روی دیواره را  $\delta$  در نظر بگیرید.)



$$V_{\max} \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \quad (1)$$

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

$$(a) \left( 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^2 \right) \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \left[ \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right] \quad (3)$$

$$V_{\max} \left( 1 - \left( \frac{y}{\delta} \right)^2 \right) \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} \quad (4)$$

۱۳۵- کدام یک از توابع زیر دارای سری فوریه همگراست؟

$$f(x) = \begin{cases} x - \tan x & -\pi < x < -\frac{\pi}{2} \\ \pi + \sin x & -\frac{\pi}{2} \leq x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$f(x) = \begin{cases} |x| + 2 & -2 < x < 0 \\ x - \ln x & 0 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$f(x) = \begin{cases} x^{\frac{5}{2}} & -3 < x < 1 \\ (1-x)^{\frac{2}{n}} & 1 \leq x \leq 3 \end{cases} \quad \text{for } n > 2 \quad (3)$$

$$f(x) = \begin{cases} 1 - x^{\frac{5}{2}} & -3 < x < -1 \\ \sqrt[n]{x+1} & -1 \leq x \leq 3 \end{cases} \quad \text{for } n > 1 \quad (4)$$

۱۳۶- در معادله دیفرانسیل زیر که در جهت  $x$  عبارت نفوذ و در جهت  $y$  حرکت توده‌ای همراه با عبارت نفوذ مهم است. شرایط مرزی به صورت زیر ارائه شده است. جواب تابع  $u(x, y)$  در کدام مورد درست است؟ ( $a$ : مقدار ثابت و مثبت)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - u \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

$$\begin{cases} u(0, y) = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial x}(1, y) = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} u(x, 0) = u_0 \\ \frac{\partial u}{\partial y}(x, 1) = 0 \end{cases}$$

(۱) تابع  $u$  در جهت  $x$  سینوسی و در جهت  $y$  هایپربولیک ( $\cosh$ ) است.

(۲) تابع  $u$  در جهت  $x$  هایپربولیک ( $\sinh$ ) و در جهت  $y$  سینوسی است.

(۳) تابع  $u$  در جهت  $x$  هایپربولیک ( $\cosh$ ) و در جهت  $y$  کسینوسی است.

(۴) تابع  $u$  در جهت  $x$  کسینوسی و در جهت  $y$  هایپربولیک ( $\sinh$ ) است.

۱۳۷- در یافتن پاسخ معادله دیفرانسیل پاره‌ای  $\frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = C^2 \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}$  با شرایط مرزی  $\frac{\partial \theta(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} = 0$  و  $\frac{\partial \theta(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0$  تابع‌های ویژه  $X(x)$  کدام است؟

$$\cos\left(\frac{(2n+1)\pi}{2L}x\right) \quad (1)$$

$$\cos\left(\frac{n\pi}{L}x\right) \quad (2)$$

$$\sin\left(\frac{(2n+1)\pi}{2L}x\right) \quad (3)$$

(۴) اصولاً نمی‌توان برای حل این مساله از روش جداسازی متغیرها استفاده کرد.

۱۳۸- یک کره فلزی داغ با قرار گرفتن در ظرف آب سرد، خنک می شود به طوری که نیمی از کره در آب قرار دارد و نیم دیگر آن در هوا قرار دارد. کدام گزینه معادله دیفرانسیل توزیع دما در کره فلزی را نشان می دهد؟

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

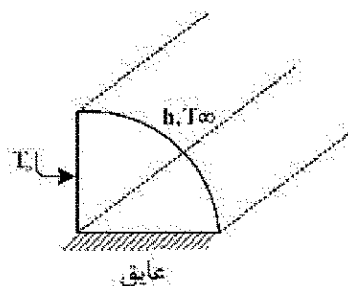
$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial T}{\partial \theta} \right) = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (3)$$

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (4)$$

۱۳۹- تغییرات دمای یک جسم جامد ربع استوانه و بلند به صورت زیر مدل سازی دیفرانسیلی شده است. براساس شرایط مرزی مسئله کدام جواب برای دمای این جسم قابل قبول است؟  $T(r, \phi)$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} = 0$$



$$T - T_{\infty} = \sum F_k J(\lambda_k r) \cos(\lambda_k \phi) \quad (1)$$

$$T - T_{\infty} = \sum I_k J(\lambda_k r) \sin(\lambda_k \phi) \quad (2)$$

$$T - T_{\infty} = \sum I_k \sin(\lambda_k r) \sinh(\lambda_k \phi) \quad (3)$$

$$T - T_{\infty} = \sum F_k \cos(\lambda_k r) \cosh(\lambda_k \phi) \quad (4)$$

۱۴۰- کدام یک از روابط زیر در مورد تابع لژاندر نادرست است؟

$$\int_{-1}^1 P_n(x) dx = \frac{2}{n+1} \quad (1)$$

$$\int_{-1}^1 P_n(x) dx = \frac{1}{n} \quad (2)$$

$$\int_{-1}^1 P_n(x) \cdot P_m(x) dx = 0, n \neq m \quad (3)$$

$$P_n(-x) = (-1)^n P_n(x) \quad (4)$$

۱۴۱- معادلات تغییرات غلظت مواد A و B در یک راکتور نسبت به زمان مطابق دو رابطه زیر ارائه شده است. غلظت های  $C_A$  و  $C_B$  در لحظه  $t = 0$  با استفاده از روش اولر و شرایط اولیه داده شده کدام است؟ (گام زمانی را  $\Delta t = 0.5$  در نظر بگیرید.)

$$\frac{dC_A}{dt} = 2C_B - C_A$$

$$\frac{dC_B}{dt} = C_A \times C_B - 5C_C$$

$$@ t = 0: C_A = C_B = 5, C_C = 1$$

$$C_A = 5, C_B = 1.75 \quad (1)$$

$$C_A = 1, C_B = 1.75 \quad (2)$$

$$C_A = 1, C_B = 1.25 \quad (3)$$

$$C_A = 5, C_B = 2.75 \quad (4)$$

۱۴۲- معادله دیفرانسیل زیر با کدام روش عددی حل می شود؟

$$\begin{cases} y'' + xy = 0 \\ y(0) = 1 \\ y'(0) = 1 \end{cases}$$

- (۱) روش تفاضل محدود (Finite difference) (۲) روش (Runge-Kutta)  
(۳) روش تیراندازی (Shooting) (۴) روش ژاکوبی (Jacobi)

۱۴۳- اگر روش سیمپسون را برای انتگرال  $\int_0^3 f(x) dx$  به کار ببریم که در آن  $f(x)$  به وسیله تابع جدولی زیر تعریف شده

$x_i$	0	0.5	1	2	3
$f_i$	1	1	1	2/5	1

است، مقدار انتگرال معین داده شده با روش سیمپسون  $\frac{1}{3}$  برابر کدام است؟

۴/۱

۵/۱

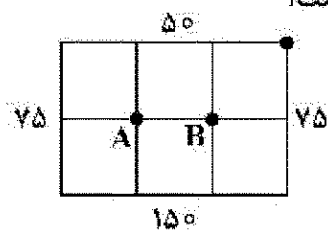
۶/۳

۷/۴

۱۴۴- توزیع دما در حالت پایا در روی یک صفحه نازک به ابعاد  $2 \times 3$  متر با معادله دیفرانسیل

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -100 \frac{^\circ C}{m^2}$$

بیان می شود. مقدار دما در گره A بر حسب  $^\circ C$  کدام است؟



۷۵ (۱)

۹۰ (۲)

۱۰۰ (۳)

۱۲۵ (۴)

۱۴۵- اگر یک ریشه معادله  $f(x) = 0$  در بازه  $[a, b]$  باشد و شرط  $f(a)f(b) < 0$  بوده و  $x_n$  و  $x_{n+1}$  دو تقریب

متوالی این ریشه به روش دو بخشی (bisection) باشند، حداکثر مقدار  $|x_{n+1} - x_n|$  کدام است؟

$$\frac{b-a}{2^{n+1}} \quad (2)$$

$$\frac{b-a}{2^{n-1}} \quad (4)$$

$$\frac{b-a}{2^n} \quad (1)$$

$$\frac{2(b-a)}{2^{n+1}} \quad (3)$$

۱۴۶- اگر تغییرات فشار در داخل یک مخزن ذخیره سازی از رابطه  $\frac{dp}{dt} = t + 2p$  تبعیت نماید که در آن فشار بر حسب

بار و زمان بر حسب ساعت باشد، چنانچه پس از دو ساعت فشار داخل مخزن ۳ بار باشد، مقادیر فشار برآورده شده با استفاده از روش های اویلر و اویلر بهبود یافته بعد از ۳ ساعت چند بار اختلاف دارند؟ (طول گام زمانی در هر

دو روش یک ساعت در نظر گرفته شود.  $h = 1$ )

۸/۵ (۱)

۵/۵ (۲)

۳/۵ (۳)

۲/۵ (۴)

۱۴۷- با استفاده از جدول زیر  $\Delta^2 f$  برای  $x = 3$  برابر کدام گزینه است؟ ( $\Delta$  عملگر تفاضل پیشرو است).

x	۱	۲	۳	۴	۵	۶
f(x)	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰

(۱) ۱۲۰

(۲) ۹۰

(۳) ۳۰

(۴) ۵

۱۴۸- معادله خط عبوری از نقاط داده شده زیر برابر کدام است؟

x	۰	۱	۲
y	۰	۴	۱۰

(۲)  $y = 5x - \frac{1}{3}$

(۴)  $y = 4x + \frac{1}{3}$

(۱)  $y = 5x$

(۳)  $y = 5x + \frac{1}{3}$

۱۴۹- رابطه تکرار برای محاسبه  $\frac{1}{\sqrt{5}}$  به روش نیوتن رافسون کدام گزینه است؟

(۱)  $x_{i+1} = \frac{1}{3} \left( x_i + \frac{1}{5x_i} \right)$

(۲)  $x_{i+1} = \frac{1}{3} \left( x_i + \frac{1}{2x_i} \right)$

(۳)  $x_{i+1} = \frac{1}{2} \left( x_i + \frac{5}{x_i} \right)$

(۴)  $x_{i+1} = \frac{1}{3} \left( x_i + \frac{2}{x_i} \right)$

۱۵۰- غلظت واکنش دهنده ای در واکنش درجه نخست  $\frac{dc}{dt} = -kc$  پس از ۲sec با روش اولر کدام است؟

(غلظت آغازین واکنش دهنده  $2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ ، ثابت سرعت  $0.2 \text{ sec}^{-1}$  و تمام زمانی ۱sec است).

(۱)  $1.6 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$

(۲)  $1.62 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$

(۳)  $1.28 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$

(۴)  $1.8 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$