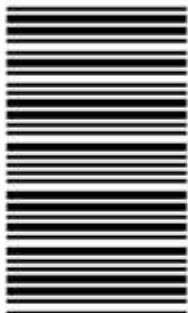


کد کنترل

932

A



932A

صبح جمعه  
۱۳۹۸/۳/۲۴



«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 ۱۳۹۸

مجموعه مهندسی شیمی - کد (۱۲۵۷)

مدت پاسخ‌گویی: 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 می‌باشد و یا متخلین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۸

\* 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 سندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین 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 answer on your answer sheet.*

- 1- Animal husbandry is the branch of agriculture ----- with animals that are raised for meat, fiber, milk, eggs, or other products.  
1) handled            2) concerned            3) included            4) interfered
- 2- Named by Portuguese explorer Ferdinand Magellan, who believed it to be free of ----- storms, the Pacific Ocean is not, in fact, so pacific.  
1) violent            2) distant            3) temporary            4) pointless
- 3- Animal rights is not just a philosophy—it is a social movement that ----- society's traditional view that all nonhuman animals exist solely for human use.  
1) asserts            2) magnifies            3) distinguishes            4) challenges
- 4- If people can raise enough fish on farms, it stands to ----- that they will be less inclined to hunt them from the sea.  
1) logic            2) rationality            3) reason            4) attention
- 5- The programmer ----- an analogy between the human brain and the computer.  
1) drew            2) bore            3) took            4) put
- 6- The ----- of the editor's comments made us think that he hadn't really read the manuscript.  
1) intensity            2) ignorance            3) tolerance            4) superficiality
- 7- The two boys tried to sound ----- at the police station, but they weren't really sorry that they had herded the sheep into Mr. Ingersoll's house.  
1) resistant            2) impatient            3) regretful            4) indifferent
- 8- Though he spoke for over an hour, the lecturer was completely ----- and the students had no idea what he was talking about.  
1) solitary            2) inarticulate            3) curious            4) effortless
- 9- For years no one could make this particular therapy work in animals larger than rodents, but now two research groups have demonstrated its ----- in dogs.  
1) efficacy            2) restriction            3) sympathy            4) vulnerability

- 10- The African elephant has become the object of one of the biggest, broadest international efforts yet ----- to turn a threatened species off the road to extinction.
- 1) intruded                      2) explored                      3) mounted                      4) compensated

### 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.*

Scientists first recognized the value of the practice more than 60 years ago, when they found that rats (11) ----- a low-calorie diet lived longer on average than free-feeding rats and (12) ----- incidence of conditions that become increasingly common in old age. (13) -----, some of the treated animals survived longer than the oldest-living animals in the control group, (14) ----- that the maximum life span (the oldest attainable age), (15) ----- merely the average life span, increased.

- 11- 1) were fed                      2) which they fed                      3) fed                      4) feeding
- 12- 1) had a reduced                      2) they reduced  
3) were reduced                      4) that it reduced
- 13- 1) Although                      2) While                      3) What is more                      4) So that
- 14- 1) meant                      2) which means                      3) means                      4) it means
- 15- 1) no                      2) nor                      3) neither                      4) not

### 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:

Enthalpy is defined as the sum of the internal energy of a system plus the product of pressure and volume.

In most chemical systems, reactions are performed under conditions of constant pressure. Under these conditions, the change in enthalpy,  $\Delta H$ , is equal to the heat exchanged under constant pressure. Note that, like the internal energy of a system, enthalpy cannot be measured directly and it is not possible to know the amount of enthalpy present in a chemical sample.

Enthalpy is a measure of the total heat content of a system, and is related to chemical potential energy and the degree to which electrons are attracted to nuclei in molecules. When electrons are strongly attracted to nuclei, there are strong bonds between atoms, molecules are relatively stable, and enthalpy is low. In contrast, when

electrons are only weakly attracted to nuclei, there are weak bonds between atoms, molecules are relatively unstable, and enthalpy is high.

In an exothermic reaction, heat is transferred from the system to the surroundings. The enthalpy change for an exothermic reaction has a negative value. During exothermic reactions, weakly bonded molecules are converted to strongly bonded molecules, chemical potential energy is converted into heat, and the temperature of the surroundings increases. In an endothermic reaction, heat is transferred from the surroundings to the system. The enthalpy change for an endothermic reaction has a positive value. During endothermic reactions, strongly bonded molecules are converted to weakly bonded molecules, heat is converted into chemical potential energy, and the temperature of the surroundings decreases.

- 16- **This passage is mainly -----.**  
 1) a general description of enthalpy  
 2) about the principles of energy change  
 3) about identifying the way to measure the enthalpy  
 4) a comparison between exothermic reactions and endothermic ones
- 17- **It's referred in the passage that -----.**  
 1) most reactions are done under constant conditions  
 2) the amount of internal energy of each system is called enthalpy  
 3) it is impossible to know the sum of internal heat present in a chemical sample  
 4) pressure and volume are the byproducts of change in enthalpy
- 18- **The bonds between atoms and the amount of enthalpy are correlated -----.**  
 1) directly                      2) equivalently                      3) inversely                      4) symmetrically
- 19- **In a chemical reaction, if the energy is released into the environment, -----.**  
 1) the change in enthalpy is less than zero  
 2) the temperature of the surrounding decreases  
 3) there is more energy in the products than in reactants  
 4) the difference between the enthalpies of various states increases
- 20- **Enthalpy is connected to -----.**  
 1) electrons attracted to nuclei                      2) energy associated with position  
 3) heat transferred to the surrounding                      4) the bonds between atoms

**PASSAGE 2:**

The heat transfer surface is a surface of the exchanger core with fluids and through which heat is transferred by conduction. That portion of the surface that is in direct contact with both the hot and cold fluids and transfers heat between them is referred to as the primary or direct surface. To increase the heat transfer area, appendages may be intimately connected to the primary surface to provide an extended, secondary, or indirect surface. These extended surface elements are referred to as fins. Thus, heat is conducted through the fin and convected (and/or radiated) from the fin (through the surface area) to the surrounding fluid, or vice versa, depending on whether the fin is being cooled or heated. As a result, the addition of fins to the primary surface reduces

the thermal resistance on that side and thereby increases the total heat transfer from the surface for the same temperature difference. The extended surface elements may form flow passages for the individual fluids but do not separate the two (or more) fluids of the exchanger. These secondary surfaces or fins may also be introduced primarily for structural strength purposes or to provide thorough mixing of a highly viscous liquid.

Not only are heat exchangers often used in the process, power, petroleum, transportation, air-conditioning, refrigeration, cryogenic, heat recovery, alternative fuel, and manufacturing industries, they also serve as key components of many industrial products available in the marketplace. These exchangers can be classified in many different ways. We will classify them according to transfer processes, number of fluids, and heat transfer mechanisms. Conventional heat exchangers are further classified according to construction type and flow arrangements. Another arbitrary classification can be made, based on the heat transfer surface area/volume ratio, into compact and noncompact heat exchangers. This classification is made because the type of equipment; fields of applications, and design techniques generally differ.

- 21- **If more appendages are intimately connected to the direct surface, -----.**
- 1) the heat transfer area of the exchanger core extends
  - 2) the speed of heat transfer between fluids increases
  - 3) the total heat transfer from the surface reduces
  - 4) the thermal resistance on that side decreases
- 22- **The word “convected” in line 7 can be substituted by -----.**
- 1) changed                      2) generated                      3) reversed                      4) transported
- 23- **The fins, it's referred in the passage, -----.**
- 1) form partial mixing of highly viscous liquids
  - 2) provide flow passages for the individual fluids
  - 3) are used indirectly for structural strength purposes
  - 4) divide the two or more fluids of the exchanger
- 24- **Heat exchangers are more classified based on -----.**
- 1) equipment types    2) flow arrangements
  - 3) number of elements    4) structural mechanisms
- 25- **According to the passage, heat exchangers -----.**
- 1) are devices divided primarily into compact and noncompact
  - 2) are used more in heating processes
  - 3) serve in limited but key components in industries
  - 4) are used as essential parts in many industrial goods

### PASSAGE 3:

Chemical reactors may be divided into two main categories, homogeneous and heterogeneous. In homogeneous reactors only one phase, usually a gas or liquid, is present. If more than one reactant is involved, provision must of course be made for mixing them together to form a homogenous whole. Often, mixing the reactants is the



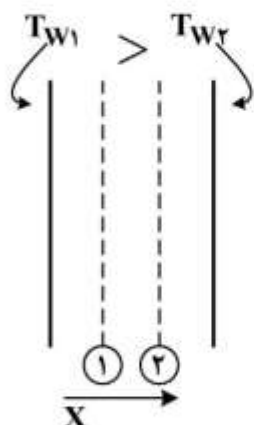
way of starting off the reaction, although sometimes the reactants are mixed and then brought to the required temperature.

In heterogeneous reactors two, or possibly three, phases are present, common examples being gas-liquid, gas-solid, liquid-solid and liquid-liquid systems. In cases where one of the phases is a solid, it is quite often present as a catalyst; gas-solid catalytic reactors particularly form an important class of heterogeneous chemical reaction systems. It is worth noting that, in a heterogeneous reactor, the chemical reaction itself may be truly heterogeneous, but this is not necessarily so. In a gas-solid catalytic reactor, the reaction takes place on the surface of the solid and is thus heterogeneous. However, bubbling a gas through a liquid may serve just to dissolve the gas in the liquid where it then reacts homogeneously; the reaction is thus homogeneous but the reactor is heterogeneous in that it is required to effect contact between two phases gas and liquid. Generally, heterogeneous reactors exhibit a greater variety of configuration and contacting pattern than homogeneous reactors. Initially, therefore, we shall be concerned mainly with the simpler homogeneous reactors, although parts of the treatment that follows can be extended to heterogeneous reactors with little modification.

- 26- **In homogeneous reactor, if two or more reactants are present, -----.**
- 1) the reaction is more quickly brought to the required temperature
  - 2) provision must be made to separate not suitable ones
  - 3) they are combined to form a substance in the same phase
  - 4) the solid ones are involved as catalysts
- 27- **The phrase "starting off" in line 5 means -----.**
- 1) accelerating
  - 2) commencing
  - 3) completing
  - 4) improving
- 28- **In a heterogeneous reactor, as it's referred in the passage, the chemical reactions -----.**
- 1) can be both heterogeneous and homogeneous
  - 2) can be extended to heterogeneous reactions with little modification
  - 3) serve just to dissolve the gas in a liquid
  - 4) must be truly heterogeneous
- 29- **The diversity of configuration and contacting pattern is -----.**
- 1) more in heterogeneous reactors
  - 2) required to acquire the best results
  - 3) the initial concerns mainly related to homogenous reactors
  - 4) a property allocated to heterogeneous reactors
- 30- **Which sentence, according to the passage, is Not true?**
- 1) Involving more than three phases in a heterogeneous reactors is not ordinary.
  - 2) This passage is a subdivision of classification of reactors and choice of reactor type.
  - 3) Homogeneous chemical reaction systems have restricted and simpler applications.
  - 4) Reactions taking place on the surface of a catalyst of a different phase are heterogeneous.

انتقال حرارت (۳۰):

۳۱- در مسئله هدایت حرارتی پایا در دیواره‌ای مطابق شکل، ضریب هدایت حرارتی متغیر  $k = k_0(1 + \beta T)$  می‌باشد.



نسبت  $I = \frac{(dT/dx)_1}{(dT/dx)_2}$  چگونه است؟

(۱) اگر  $\beta > 0$  باشد،  $I < 1$  است.

(۲) اگر  $\beta < 0$  باشد،  $I < 1$  است.

(۳) اگر  $\beta > 0$  باشد،  $I > 1$  است.

(۴) مقدار  $I$  مستقل از  $\beta$  می‌باشد.

۳۲- پروفایل دمایی در یک دیواره که ابتدا در دمای ثابت بوده و سپس برای مدت کوتاه در معرض یک محیط جابه‌جایی با دمای پایین قرار می‌گیرد در لحظات ابتدایی مطابق کدام گزینه است؟



۳۳- استوانه‌ای با شعاع داخلی ۲ سانتی‌متر و شعاع خارجی ۴ سانتی‌متر با طول ۲ متر که از عایقی با ضخامت ۶ سانتی‌متر

پوشیده شده، در نظر بگیرید. ضریب هدایت حرارتی عایق برابر  $0.5 \frac{W}{mK}$  می‌باشد. اگر نرخ انتقال حرارت

هدایتی یک بعدی در حالت پایا (steady state) برابر  $120 W$  باشد، افت درجه حرارت در عایق برابر چند درجه

سانتی‌گراد است؟  $\pi$  را معادل ۳ و عدد نپیر (e) را برابر ۲/۵ در نظر بگیرید.

(۱) ۱۵۰

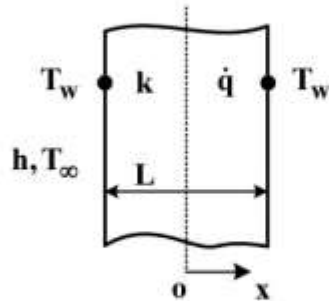
(۲) ۱۸۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۲۲۵

۳۴- در دیواره‌ای به ضخامت  $L$  در شرایط پایا حرارتی با نرخ حجمی  $\dot{q} = \dot{q}_0 [1 + 2(\frac{x}{L})]$  تولید می‌شود. اگر دمای دو

سطح دیواره در  $T_w$  ثابت و نرخ انتقال حرارت از دیواره‌ها به صورت  $q = a\dot{q}_0 L$  باشد، مقدار  $a$  کدام است؟



(۱) ۰٫۲۵

(۲) ۰٫۵

(۳) ۱

(۴) ۱٫۵

۳۵- دمای  $(T_1)$  در گره مشخص در شکل (گره ۱) چند درجه سانتی‌گراد است؟ دیوار از سمت چپ تحت شار حرارتی

ثابت  $q'' = 100 \frac{W}{m^2}$  و از طرف راست در تماس با محیطی با دمای  $20^\circ C$  و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی

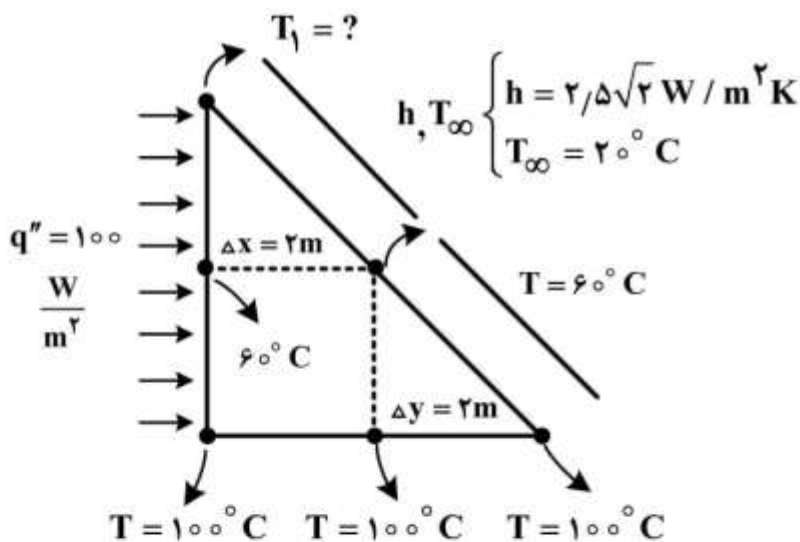
$2/5\sqrt{2} \frac{W}{m^2 \cdot K}$  قرار دارد. دمای دیوار پایینی در  $100^\circ C$  ثابت نگه داشته شده است؟  $(k = 10 \frac{W}{m \cdot C})$

(۱) ۳۰

(۲) ۴۰

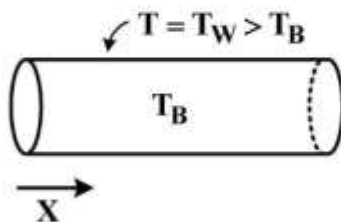
(۳) ۵۰

(۴) ۶۰



۳۶- در جریان آرام داخل لوله‌های صاف گرم‌شونده در دمای ثابت  $T_w$  در دیواره در ناحیه ورودی با افزایش طول لوله

( $x$ ) کدام گزینه صحیح است؟



(۱)  $\overline{Nu}_d$  (متوسط) روندی افزایشی و  $Nu_d$  (موضعی) روندی کاهش‌ی دارد.

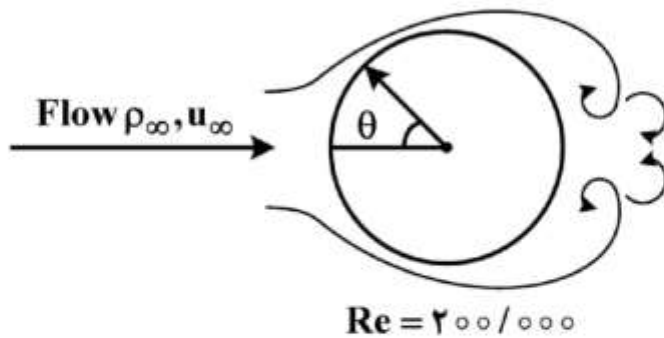
(۲)  $\overline{Nu}_d$  (متوسط) و  $Nu_d$  (موضعی) هر دو روندی افزایشی دارند.

(۳)  $\overline{Nu}_d$  (متوسط) روندی کاهش‌ی و  $Nu_d$  (موضعی) روندی افزایشی دارد.

(۴)  $\overline{Nu}_d$  (متوسط) و  $Nu_d$  (موضعی) هر دو روندی کاهش‌ی دارند.



۳۷- در جریان متقاطع سیال در اطراف یک استوانه مطابق شکل،  $Nu_D$  با افزایش  $\theta$  چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.

(۲) ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد.

(۳) همواره کاهش است.

(۴) همواره افزایشی است.

۳۸- در فرایند افزایش مقیاس برای بررسی اتلاف حرارتی از یک لوله با قطر  $d$  به هوای ساکن اطراف از طریق مکانیزم

جابه‌جایی طبیعی رابطه  $h^F \times d = k\Delta T$  به دست آمده است. با افزایش ۴ برابری قطر یک لوله به شرط ثابت بودن اختلاف

دمای سطح و محیط، نرخ اتلاف حرارتی از لوله چند برابر می‌شود؟ ( $k$  مقداری ثابت است)

(۱)  $\sqrt{2}$

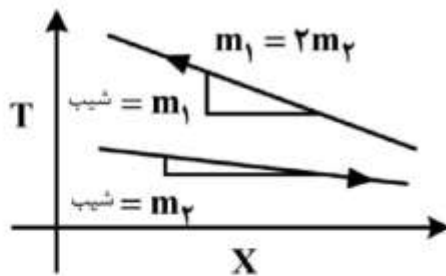
(۲)  $2\sqrt{2}$

(۳) ۴

(۴) ۲

۳۹- پروفایل دما بر حسب طول مبدل در یک مبدل دو لوله‌ای مطابق شکل زیر است. با فرض یکسان بودن خواص

فیزیکی دو سیال گرم و سرد کدام گزینه بیانگر نسبت دبی جرمی دو سیال ( $\frac{\dot{m}_{hot}}{\dot{m}_{cold}}$ ) است؟



(۱)  $\frac{1}{2}$

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳) ۲

(۴) ۴

۴۰- در یک مبدل حرارتی با جریان ناهمسو، تعداد واحدهای انتقال از رابطه  $NTU = \frac{1}{c_r - 1} \ln\left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon c_r - 1}\right)$  به دست

می‌آید اگر از این مبدل به‌عنوان یک دستگاه جوش‌آور برای تبدیل مایع اشباع به بخار توسط جریان گرمی

استفاده شود با فرض  $NTU = 1$  کارایی ( $\epsilon$ ) مبدل چقدر خواهد بود؟ عدد  $\epsilon$  را برابر  $2/5$  فرض کنید.

(۱) ۰٫۶

(۲) ۰٫۵

(۳) ۰٫۸

(۴) ۱٫۰

۴۱- اگر شار گرمای بحرانی جوشش برای مایعی برابر  $(\frac{W}{m^2} \times 10^6 \times 1/3)$  باشد، بهتر است دستگاه جوش آور حاوی این

سیال در کدام محدوده شار برحسب  $\frac{W}{m^2}$  کار کند؟

(۱)  $0,1 \times 10^6$

(۲)  $1/2 \times 10^6$

(۳)  $1/3 \times 10^6$

(۴)  $1/4 \times 10^6$

۴۲- مقطع یک کوره حرارتی به صورت مثلث متساوی الاضلاع است، دیواره‌های این کوره رفتاری مشابه با رفتار جسم سیاه دارند. یکی از دیواره‌ها از سمت بیرون به طور کامل عایق‌بندی شده و دمای دو دیواره دیگر به ترتیب ۲a و ۳a درجه کلون می‌باشد. در شرایط پایا دمای دیواره عایق شده، کدام است؟

(۱)  $a\sqrt{\frac{3}{2}}$

(۲)  $a\sqrt{\frac{13}{2}}$

(۳)  $a\sqrt{\frac{81}{2}}$

(۴)  $a\sqrt{\frac{97}{2}}$

۴۳- به منظور اندازه‌گیری دمای سیال عبوری از یک کانال، از یک ترموکوپل کوچک با مقطع کروی استفاده شده است. اگر دمای دیواره‌های کانال  $300\text{K}$  و دمای گاز عبوری  $T_g = 600\text{K}$  باشد و ترموکوپل دمای  $T = 500\text{K}$  را

نشان دهد، ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی سیال عبوری برحسب  $\frac{W}{m^2.K}$  چقدر است؟

( $\delta = 5 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2.K^4}$ ) ضریب نشر ترموکوپل را  $\epsilon = 1$  فرض کنید.

(۱)  $10,3$

(۲)  $25,5$

(۳)  $27,2$

(۴)  $35,7$

۴۴- نسبت ضریب دید  $F_{12}$  در کره به  $F_{12}$  در استوانه با توجه به شکل نشان داده شده کدام است؟

$A_1$ : مجموع سطح جانبی و کف استوانه  
 $A_2 = A'_2$

$$\frac{4\left(\frac{L}{d}\right) + 1}{4\left(\frac{L}{d}\right)^2 - 1} \quad (1)$$

$$\frac{4L + 1}{4d^2 - 1} \quad (2)$$

$$\frac{4\left(\frac{L}{d}\right)^2 + 1}{4\left(\frac{L}{d}\right) + 1} \quad (3)$$

$$\frac{4dL - d^2}{4L^2 - d^2} \quad (4)$$

۴۵- یک صفحه نازک بسیار بزرگ سیاه مطابق شکل در دمای  $T$  از یک صفحه با دمای  $T_1$  تابش دریافت کرده و به یک صفحه در دمای  $T_2$  تابش می‌کند. اگر همه صفحات در حالت پایا و سیاه باشند آنگاه:

$T_2$	$T$	$T_1$	(۱) $(T_1 - T) < (T - T_2)$
			(۲) $(T_1 - T) = (T - T_2)$
			(۳) $(T_1 - T) > (T - T_2)$
			(۴) هر کدام از گزینه‌های فوق می‌توانند درست باشند.

### ترمودینامیک:

۴۶- مخزن کاملاً عایقی توسط یک غشاء به دو قسمت غیرمساوی تقسیم شده است یک قسمت به حجم ۶ لیتر محتوی گاز کاملی در فشار  $0.4 \text{ MPa}$  و دمای  $25^\circ\text{C}$  می‌باشد و قسمت دیگر به حجم ده لیتر کاملاً خالی است. حال غشاء بین دو قسمت پاره می‌شود و گاز همه حجم مخزن را پر می‌کند فشار نهایی درون مخزن چند  $\text{MPa}$  می‌باشد؟

- (۱) ۰/۱۲  
 (۲) ۰/۱۵  
 (۳) ۰/۲۵

(۴) جواب معلوم نیست زیرا جنس گاز و دمای نهایی معلوم نمی‌باشد.

۴۷- یک گاز ایدئال (کامل) در یک کمپرسور که به صورت آدیباتیک و برگشت پذیر کار می کند از  $150 \text{ kPa}$  و  $300 \text{ K}$  تا فشار  $1200 \text{ kPa}$  متراکم می شود. مقدار کار مصرفی کمپرسور بر حسب  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  چقدر است؟

$$C_p^{\text{ig}} = 0.75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$C_v^{\text{ig}} = 0.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

(۱) ۱۵۰

(۲) ۲۲۵

(۳) ۲۷۵

(۴) ۳۰۰

۴۸- یک مخلوط دو جزئی شامل ۴۵٪ مول بنزن و ۵۵٪ مول تولوئن به صورت دو فاز مایع و بخار تعادلی در فشار  $P$  و دمای  $T$  در یک سیلندر - پیستون قرار دارد. در دما و فشار ثابت، مقداری بنزن خالص به درون سیلندر - پیستون اضافه می کنیم تا درصد مولی کلی بنزن در سیستم دو فازی درون این سیلندر - پیستون به ۶۰٪ برسد. سپس صبر می کنیم تا سیستم دو فازی مایع - بخار مجدداً به تعادل برسد، در این صورت کسر مولی بنزن در فاز بخار تعادلی نهایی در مقایسه با فاز بخار تعادلی اولیه کدام است؟

(۱) افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) ثابت می ماند.

(۴) ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

۴۹- ۱ کیلوگرم از یک گاز ایدئال (کامل) در یک سیستم بسته در شرایط  $100 \text{ kPa}$  و  $400 \text{ K}$  موجود است. ابتدا طی یک فرایند حجم ثابت و سپس طی یک فرایند فشار ثابت سیستم را گرم کرده تا نهایتاً فشار و حجم سیستم ۲ برابر مقادیر اولیه شوند، گرمای انتقال یافته بر حسب  $\text{kJ}$  چقدر است؟

$$C_p^{\text{ig}} = 1.0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

$$C_v^{\text{ig}} = 0.75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

(۱) ۱۸۰۰

(۲) ۱۴۰۰

(۳) ۱۱۰۰

(۴) ۹۰۰

۵۰- ۱۷۰ گرم از گازی که جرم مولکولی آن ۱۷ است در ظرفی صلب به حجم  $2000 \text{ cm}^3$  قرار دارد. این ظرف در یک حمام آب گرم در دمای  $23^\circ\text{C}$  غوطه‌ور است. فشار گاز بر حسب بار تقریباً چقدر است؟

$T_c$	$500 \text{ K}$
$P_c$	$100 \text{ bar}$
$B^0$	$-0.5$
$B^1$	$-0.2$
$\omega$	$0.25$
$R$	$82.05 \text{ bar cm}^3 / \text{mol K}$
$R$	$8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$

(۱) ۵۸

(۲) ۶۵

(۳) ۸۵

(۴) ۱۰۵

۵۱- بر روی پشت بام یک برج ساختمانی بزرگ یک منبع آب روباز پر از آب قرار دارد. در اثر حادثه‌ای یک سوراخ بسیار کوچک در نقطه‌ای از بدنه (سطح جانبی منبع) به فاصله ۴۵ سانتی‌متر از سطح آزاد آب در منبع ایجاد می‌شود. سرعت خروجی آب از این سوراخ کوچک به‌طور تقریبی بر حسب متر بر ثانیه چقدر است؟

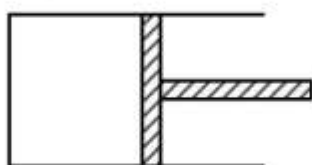
(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۲.۵

(۴) ۳

۵۲- در یک سیستم سیلندر پیستون افقی نیروی خارجی یک بار به‌صورت تدریجی و بار دیگر به‌صورت ناگهانی به نصف مقدار اولیه می‌رسد و در هر دو حالت نهایتاً حجم دو برابر می‌شود. اگر سیستم طوری طراحی شده باشد که در حالت تدریجی حاصل‌ضرب  $P$  در  $V$  ( $PV$ ) ثابت بماند مقدار کار انجام شده در تغییر نیروی تدریجی و ناگهانی به‌ترتیب بر حسب کیلوژول کدام است؟

(۱)  $100, 200$ (۲)  $100, 300 \ln 2$ (۳)  $300 \ln 2, 200$ (۴)  $100, 200 \ln 2$ 

$$P_1 = 200 \text{ kPa}$$

$$V_1 = 1 \text{ m}^3$$

۵۳- یک موتور حرارتی کارنو بین دو منبع حرارتی با دماهای  $T_H = 600 \text{ K}$  و  $T_C = 300 \text{ K}$  قرار دارد و کار مورد نیاز یک یخچال کارنو که بین دو منبع حرارتی با دماهای  $T_C = 250 \text{ K}$  و  $T_H = 300 \text{ K}$  قرار دارد را تولید می‌کند. نسبت گرمای گرفته شده از منبع سرد توسط این یخچال کارنو به گرمای گرفته شده از منبع گرم توسط موتور کارنو کدام است؟

(۴) ۵

(۳)  $\frac{5}{2}$ (۲)  $\frac{2}{5}$ (۱)  $\frac{1}{5}$

۵۴- دو جسم با ظرفیت‌های گرمایی برابر (C) و دماهای ۲۰۰ و ۴۵۰ کلوین منحصراً با یکدیگر تبادل گرما می‌کنند. دمای تعادل در صورتی که این دو جسم به صورت بازگشت‌پذیر به تعادل برسند، کدام است؟

(۱) ۲۵۰

(۲) ۳۰۰

(۳) ۳۲۵

(۴) ۴۰۰

۵۵- ۲ kg سیال در یک سیستم بسته به صورت هم‌دما در ۶۰۰ K از حالت ۱ تا حالت ۲ تغییر می‌یابد. مقدار حداکثر کار قابل استحصال از این سیستم چند کیلوژول است؟ دمای محیط ۶۰۰ K و فشار محیط ۱ bar است. از تغییر انرژی جنبشی و پتانسیل صرف‌نظر کنید.

حالت	$u(\text{kJ/kg})$	$s(\text{kJ/kg K})$	$v(\text{m}^3/\text{kg})$
۱	۲۷۰۰	۶	۰/۰۴
۲	۲۸۰۰	۷	۰/۰۵

(۱) ۲۰۰

(۲) ۶۸۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۱۱۰۰

۵۶- یک قطعه جامد به جرم ۱۰ و گرمای ویژه ۲ و به دمای ۹۰۰ K را در هوای آزاد به دمای ثابت ۳۰۰ K قرار می‌دهیم و به اندازه کافی صبر می‌کنیم تا کاملاً سرد شود. تغییر خالص آنتروپی این تحول سرد شدن تقریباً چیست؟ واحدها همه هماهنگ و اختیاری است.

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

(۱) ۱۶

(۲) ۱۸

(۳) ۲۲

(۴) ۴۰

۵۷-  $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T$  برابر کدام گزینه است؟

(۱)  $T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$

(۲)  $P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

(۳)  $T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

(۴)  $-\left[T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T\right]$



۵۸- کدام یک از عبارات زیر برای قضیه فازهای دوهم (Duhem's Theorem) کاملاً درست است؟

- ۱) هرگاه سیستم بسته‌ای شامل چند فاز و چندین جزء مختلف را به حال خود رها کنیم، این سیستم سرانجام در یک دما و فشار معین به تعادل می‌رسد.
- ۲) درجه آزادی سیستم بسته شامل یک ماده خالص حداکثر ۲ است.
- ۳) اگر مقدار معینی از اجزاء مختلف رادر سیستم بسته‌ای قرار دهیم، سیستم سرانجام در حالی که مقدار انرژی آزاد گیبس آن مینیمم باشد به تعادل می‌رسد.
- ۴) هرگاه سیستم بسته‌ای شامل هر چند فاز، جزء یا واکنش شیمیایی را در نظر بگیریم، اگر مقدار اولیه اجزاء مشخص باشد، دانستن ۲ متغیر مستقل برای مشخص ساختن وضعیت آن سیستم کافی است.

۵۹- کدام یک از معادلات زیر نادرست است؟

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V \quad (1)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T \quad (3)$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T \quad (4)$$

۶۰- در یک مخلوط دو جزئی دو فازي مایع بخار (VLE) کسر مولی کلی برای سازندهٔ دوم برابر ۰/۷۵ و نسبت تعادلی نیز برای سازندهٔ دوم برابر  $k_2 = ۲$  می‌باشد. کسر مولی سازندهٔ اول در فاز مایع برابر ۰/۵ است، مقدار تقریبی مول فاز مایع در یک مول مخلوط چقدر است؟

$$0.4 \quad (1)$$

$$0.5 \quad (2)$$

$$0.6 \quad (3)$$

$$0.75 \quad (4)$$

۶۱- در تعادل مایع و بخار مخلوط‌های چند جزئی کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) تنها در شرایط آزنوتروپ انرژی گیبس مخصوص فاز بخار و فاز مایع تعادلی برابر است.
- ۲) تنها در شرایط آزنوتروپ انرژی گیبس فاز بخار و فاز مایع تعادلی برابر است.
- ۳) همواره انرژی گیبس مخصوص فاز بخار و فاز مایع تعادلی برابر است.
- ۴) همواره انرژی گیبس فاز بخار و فاز مایع تعادلی برابر است.

۶۲- آب مایع در دمای  $100^\circ\text{C}$  تحت فشار ۱۰ اتمسفر قرار دارد. کدام گزینه صحیح است؟

- ۱) ضریب اکتیویته حدود ۰/۱ است.
- ۲) فوگاسیته آن تقریباً ۱۰ اتمسفر است.
- ۳) فوگاسیته آن تقریباً برابر با ۰/۱ اتمسفر است.
- ۴) ضریب فوگاسیته آن حدود ۰/۱ است.

۶۳- انتالپی مولی جزئی جسم ۲ در یک مخلوط دو جزئی تک‌فازی به صورت زیر بیان شده است:

$$\bar{H}_2 = 500 + 20x_1^2$$

کدام است  $\left. \frac{d\bar{H}_1}{dx_1} \right|_{x_1=0.1}$  ؟

- (۱) -۰/۵۴  
 (۲) ۰/۵۴  
 (۳) -۵/۴  
 (۴) ۵/۴

۶۴- برای یک مخلوط دو جزئی گازی فرضی در دمای T و فشار P داریم:  $\ln \phi = 0.9x_1x_2$  مقدار  $\ln \hat{\phi}_1$  در  $x_1 = 0.2$  چقدر است؟

- (۱) ۰/۴۶۵  
 (۲) ۰/۵۷۶  
 (۳) ۰/۲۶۵  
 (۴) ۰/۸۷۶

۶۵- برای سازنده اول در یک مخلوط دو جزئی داریم:

$$\hat{f}_1 = 80x_1 - 40x_1^2 + 160x_1^3$$

که در آن  $\hat{f}_1$  برحسب اتمسفر است تابع ضریب اکتیویته سازنده اول ( $\gamma_1$ ) کدام است؟ در صورتی که حالت استاندارد سازنده اول براساس قانون هنری تعریف شود.

- (۱)  $1 - 0.5x_1 + 2x_1^2$   
 (۲)  $1 - 0.5x_1 - 2x_1^2$   
 (۳)  $1 + 0.5x_1 - 2x_1^2$

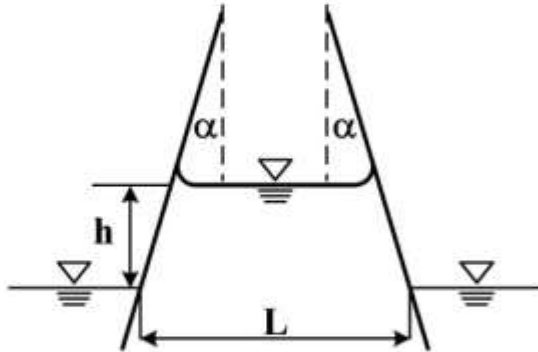
(۴) با اطلاعات داده شده در مسئله قابل محاسبه نیست.

### مکانیک سیالات :

۶۶- ضخامت لایه مرزی ( $\delta$ ) روی یک صفحه تخت تابع فاصله از ابتدای صفحه (x)، سرعت جریان آزاد (U)، دانسیته سیال ( $\rho$ ) و ویسکوزیته سیال ( $\mu$ ) است. تعداد اعداد بدون بعد ( $\pi$ ) برای این مسئله چند است؟

- (۱) ۱  
 (۲) ۲  
 (۳) ۳  
 (۴) ۴

۶۷- دو صفحه تخت نازک با زاویه  $\alpha$  نسبت به خط عمود داخل ظرفی از مایع با کشش سطحی  $\sigma_s$  و زاویه تماس  $\theta$  قرار گرفته‌اند. عرض صفحات داخل صفحه کاغذ  $w$  است و در سطح آزاد مایع داخل ظرف فاصله دو صفحه  $L$  است. مایع تا ارتفاع  $h$  بین دو صفحه بالا می‌رود. دانسیته سیال،  $\rho$  است. کدام یک از روابط زیر کشش سطحی سیال است؟



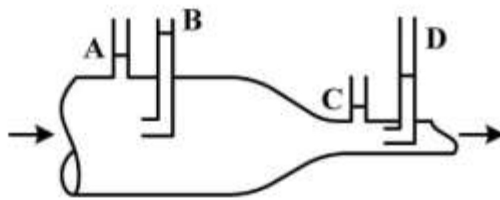
$$(1) \frac{\rho g h (L - h \tan \alpha)}{\cos(\theta + \alpha)}$$

$$(2) \frac{\rho g h (L - h \tan \alpha)}{2 \cos(\theta - \alpha)}$$

$$(3) \frac{\rho g h (L + h \tan \alpha)}{\cos(\theta + \alpha)}$$

$$(4) \frac{\rho g h (L + h \tan \alpha)}{2 \cos(\theta - \alpha)}$$

۶۸- در دو نقطه (A, C) فشار استاتیک اندازه‌گیری می‌شود و دو لوله پیتوت مطابق شکل در یک لوله انقباضی قرار داده شده‌اند. از تلفات ویسکوز صرف‌نظر می‌شود. سطح مایع در کدام لوله درست نشان داده نمی‌شود؟



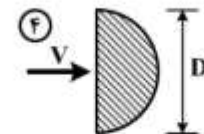
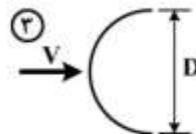
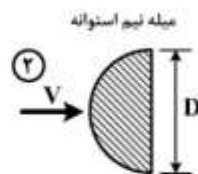
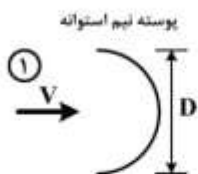
(۱) لوله A

(۲) لوله B

(۳) لوله C

(۴) لوله D

۶۹- سیالی با جریان آرام با سرعت  $V$  مطابق شکل زیر به اجسام نشان داده در شکل‌ها برخورد می‌کند. کدام رابطه در خصوص نیروی درگ وارده صحیح است؟ (بعد عمود بر صفحه یک متر است.)



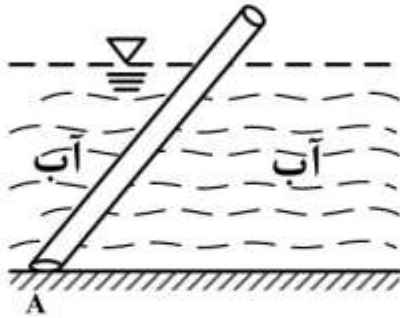
$$(1) F_1 > F_2 > F_3 = F_4$$

$$(2) F_2 > F_1 > F_3 = F_4$$

$$(3) F_1 > F_2 > F_3 > F_4$$

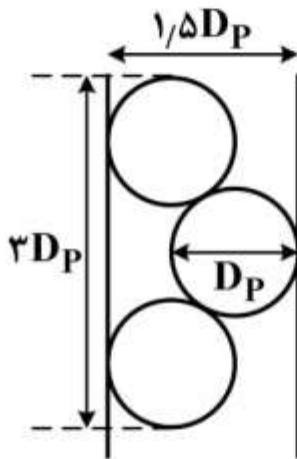
$$(4) F_2 > F_3 > F_4 > F_1$$

- ۷۰- یک میله چوبی به طول ۱۰ فوت و سطح مقطع یک فوت مربع مطابق شکل در نقطه A داخل آب لولا شده است. اگر چگالی ویژه چوب ۰٫۶ باشد، طول چوب بر حسب فوت که در آب قرار گرفته چقدر است؟



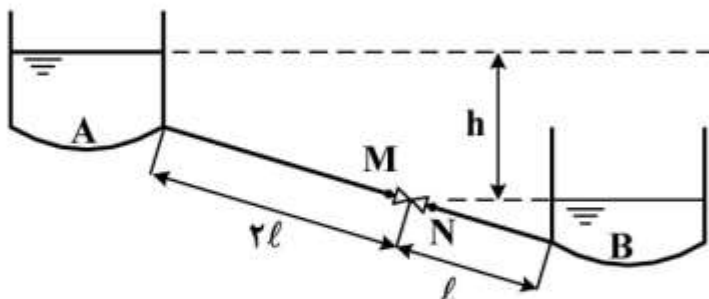
- (۱) ۵  
(۲) ۶  
(۳)  $2\sqrt{15}$   
(۴)  $3\sqrt{15}$

- ۷۱- قطر هیدرولیکی بستری را که از ذرات کروی با قطر  $D_p$  پر شده است، چقدر است؟ قطر بستر اصلی  $\frac{3}{4}D_p$  و طول آن  $2D_p$  است.



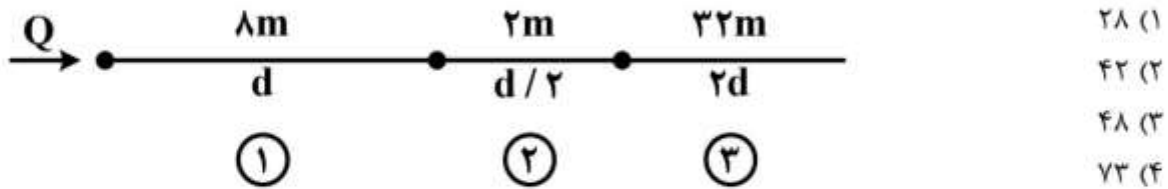
- (۱)  $\frac{19}{12}D_p$   
(۲)  $\frac{23}{12}D_p$   
(۳)  $\frac{25}{12}D_p$   
(۴)  $\frac{27}{12}D_p$

- ۷۲- آب از مخزن A به B با خط لوله به شکل زیر با نیروی وزن جریان دارد. شیری در مسیر جریان در فاصله  $2l$  از مخزن A نصب شده است. اگر فشار در نقطه M نسبت به حالت بدون شیر ۲۰٪ افزایش یابد، در صورتی که ضریب اصطکاک ثابت باشد و با صرف نظر کردن از سایر تلفات موضعی، فشار در نقطه N نسبت به حالت بدون شیر چند درصد کاهش می یابد؟

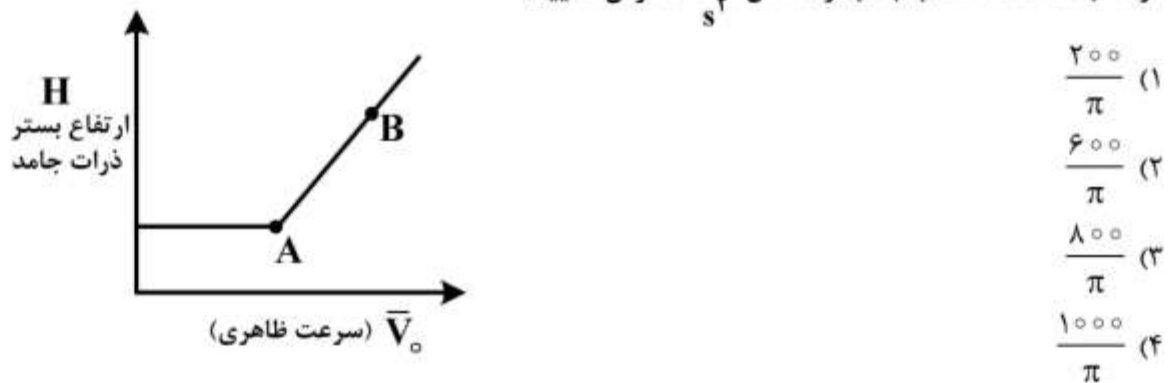


- (۱) ۱۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۴۰  
(۴) ۵۰

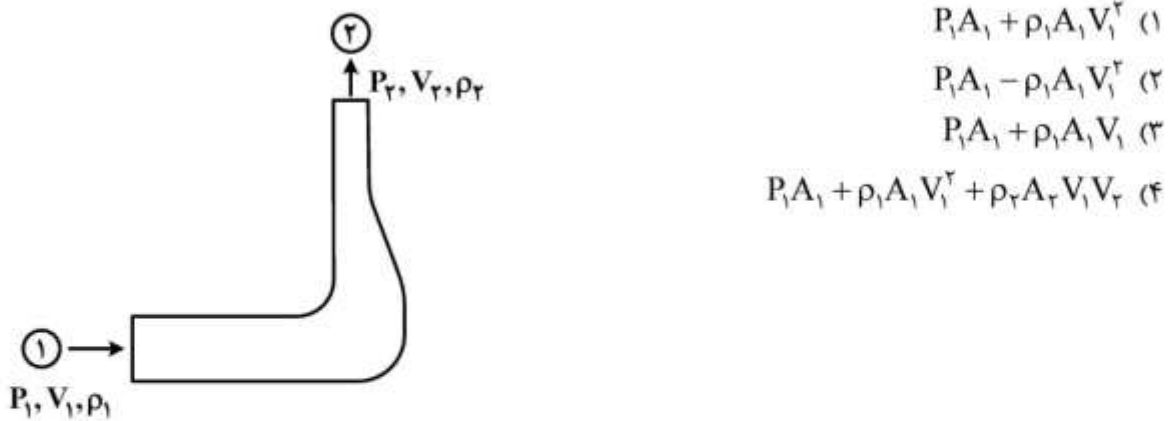
۷۳- سه لوله مطابق شکل زیر به صورت سری به همدیگر متصل شده‌اند. در صورتی که بخواهیم به جای سه لوله سری از یک لوله با قطر  $d$  استفاده نمائیم به نحوی که همان دبی و افت فشار را ایجاد نماید، با فرض ضریب اصطکاک برابر برای تمام لوله‌ها، طول لوله جدید چند متر است؟



۷۴- نمودار ارتفاع ذرات جامد در یک بستر سیال با قطر  $5\text{cm}$  بر حسب سرعت ظاهری گاز مطابق با شکل زیر است. اگر  $50\text{gr}$  پودر در داخل بستر قرار داده شده باشد، میزان افت فشار (Pa) بستر در حالت B کدام است؟ در حالت B تمام ذرات جامد، در حالت سیالیت قرار دارند. (فرض کنید جرم حجمی گاز خیلی کمتر از جرم حجمی ذرات جامد است. شتاب جاذبه را معادل  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  فرض نمایید)



۷۵- نیروی افقی که به خم زیر وارد می‌شود، کدام است؟ (سطح مقطع خم در ورودی  $A_1$  و در خروجی  $A_2$  می‌باشد)



۷۶- سیال تراکم‌ناپذیری در حالت پایا از یک لوله و کانال با سطح مقطع مربعی که به صورت سری به هم‌دیگر متصل شده‌اند عبور می‌نماید. در صورتی که سطح مقطع لوله و کانال با هم برابر باشند، نسبت عدد رینولدز کانال به لوله چقدر است؟

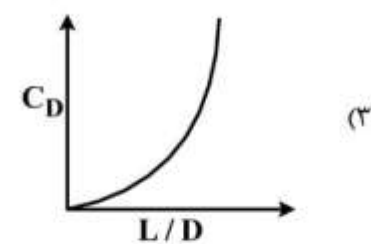
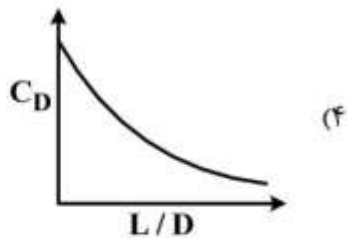
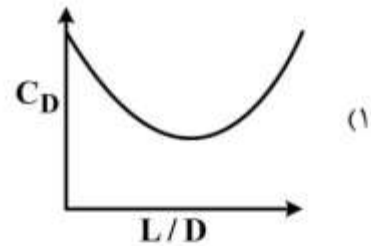
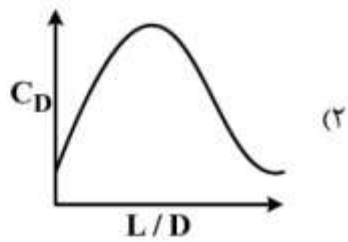
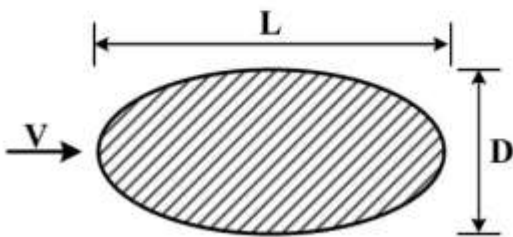
(۱) ۱

(۲)  $\pi$

(۳)  $\frac{\pi}{2}$

(۴)  $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$

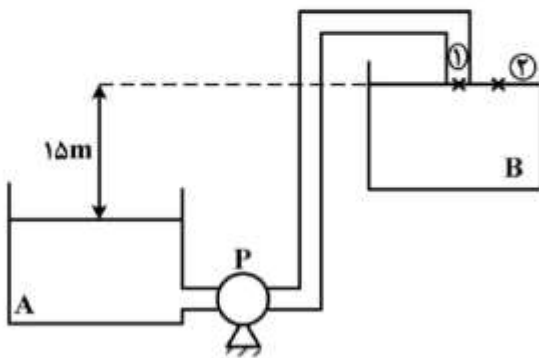
۷۷- کدام نمودار نشان‌دهنده تغییرات ضریب درگ در جریان آرام بر روی یک میله توپر با سطح مقطع بیضی گون است؟





۷۸- مطابق شکل آب از مخزن A توسط یک پمپ به مخزن B انتقال می‌یابد. قطر لوله ۲ اینچ و توان پمپ ۲hp است. طول لوله ورودی به مخزن B ناچیز است. اگر افت انرژی در مسیر به‌گونه‌ای باشد که سرعت در مقطع  $10 \frac{m}{s}$

باشد. در اینصورت ارتباط بین فشار سیال در نقاط (۱) و (۲) چگونه است؟  $\rho_w = 1000 \frac{kg}{m^3}$



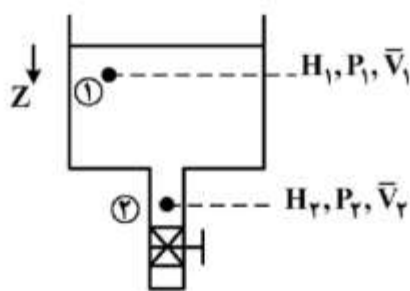
$$P_1 > P_2 \quad (1)$$

$$P_1 < P_2 \quad (2)$$

$$P_1 = P_2 \quad (3)$$

$$P_1 = P_2 + 50000 Pa \quad (4)$$

۷۹- سیال تراکم‌ناپذیری در داخل یک مخزن بزرگ قرار دارد (مطابق شکل). اگر شیر فلکه متصل به انتهای لوله بسته باشد بین فشارها، ارتفاعها و سرعت‌های مقاطع (۱) و (۲) کدام یک از روابط زیر صحیح است؟



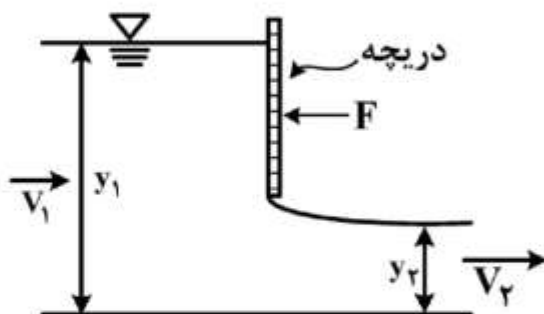
$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{g}{g_c} (H_2 - H_1) + \frac{\bar{V}_2^2 - \bar{V}_1^2}{2g_c} = 0 \quad (1)$$

$$V_2 = \sqrt{2g(H_2 - H_1)} \quad (2)$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{g}{g_c} (H_2 - H_1) = 0 \quad (3)$$

$$P_1 = P_2 \quad (4)$$

۸۰- یک دریچه کشویی برای کنترل دبی استفاده می‌شود. عرض دریچه داخل صفحه کاغذ w است. با فرض پایا و یکنواخت بودن جریان در نقطه (۱) و (۲)، نیروی F وارد بر دریچه کدام است؟ از اصطکاک صرف‌نظر کنید.



$$\frac{1}{2} \rho g w (y_1^2 - y_2^2) + \rho y_1 w (V_1^2 - V_2 V_1) \quad (1)$$

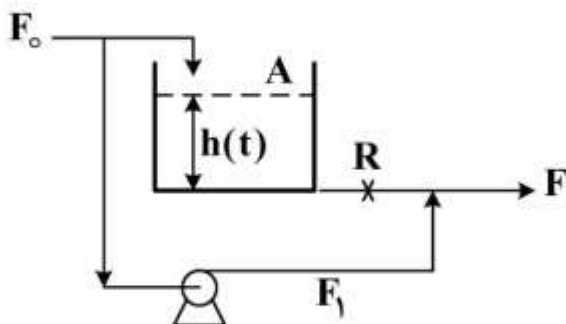
$$\frac{1}{2} \rho g w (y_2^2 - y_1^2) + \rho y_1 w (V_1^2 - V_2 V_1) \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \rho g w (y_1^2 - y_2^2) + \rho y_1 w (V_2^2 - V_1 V_2) \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} \rho g w (y_2^2 - y_1^2) \quad (4)$$

کنترل فرایند:

۸۱- تابع انتقال سیستم زیر کدام است؟ (p ثابت است) ( $\tau = AR$ )



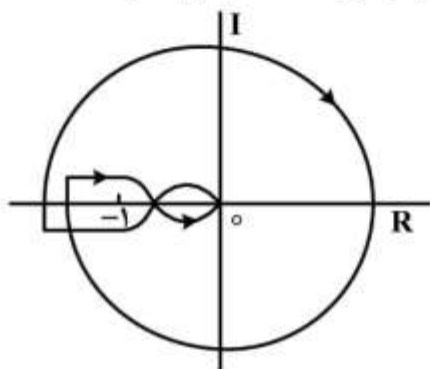
$$\frac{\bar{F}(s)}{\bar{F}_o(s)} = \frac{1}{\tau s + 1} \quad (1)$$

$$\frac{H(s)}{\bar{F}_o(s)} = \frac{R}{\tau s + 1} \quad (2)$$

$$\frac{\bar{F}(s)}{\bar{F}_o(s)} = \frac{F_1}{\tau s + 1} \quad (3)$$

$$\frac{H(s)}{\bar{F}_o(s)} = \frac{R + \frac{F}{\tau}}{\tau s + 1} \quad (4)$$

۸۲- نمودار نایکوئیست یک مدار کنترل به صورت زیر است و سیستم مدار باز پایدار می باشد. کدام گزینه درست است؟



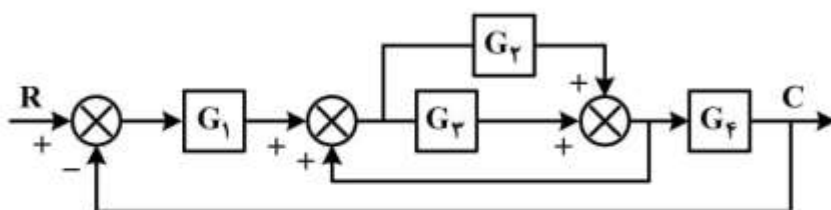
(۱) سیستم مدار بسته یک ریشه ناپایدار کننده دارد.

(۲) سیستم مدار بسته دو ریشه ناپایدار کننده دارد.

(۳) سیستم مدار بسته سه ریشه ناپایدار کننده دارد.

(۴) مدار کنترل پایدار است.

۸۳- کدام رابطه تابع انتقال مدار بسته حلقه شکل زیر است؟



$$\frac{G_1 G_3 + G_1 G_4}{1 + G_1 G_3 - G_4 G_5 + G_1 G_4 G_3} \quad (1)$$

$$\frac{G_1 G_4 G_3 + G_1 G_4}{1 + G_1 G_4 G_3 + G_1 G_3 G_4 - G_4 G_5} \quad (2)$$

$$\frac{G_1 G_4 G_3 + G_1 G_4 G_4}{1 + G_1 G_4 G_3 - G_5 + G_1 G_4 G_3 - G_4} \quad (3)$$

$$\frac{(G_4 + G_5) G_4}{1 - G_4 G_1 G_3 - G_5 + G_1 G_4 G_3} \quad (4)$$

۸۴- تابع تبدیل بین ورودی و خروجی سیستمی به صورت زیر است:

$$Y(s) = \frac{(s-1)e^{-\frac{\pi s}{2}}}{s+1} X(s)$$

اگر ورودی سیستم به صورت  $X(t) = \sin t$  تغییر کند، پاسخ ماندگار  $Y(t)$  کدام است؟

- (۱)  $-\sin t$  (۲)  $\cos t$  (۳)  $\sin t$  (۴)  $2\sin t$

۸۵- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است:

$$G(s) = \frac{K(s+1)}{s^2 + bs + 1}$$

چنانچه بخواهیم سیستم مدار بسته در اثر تغییر پله‌ای در مقدار مقرر با فرکانس  $2 \text{ rad/sec}$  نوسان کند  $k$  و  $b$

به ترتیب کدام است؟

- (۱)  $1, -1$   
 (۲)  $2, -3$   
 (۳)  $4, 3$   
 (۴)  $3, -3$

۸۶- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است:

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

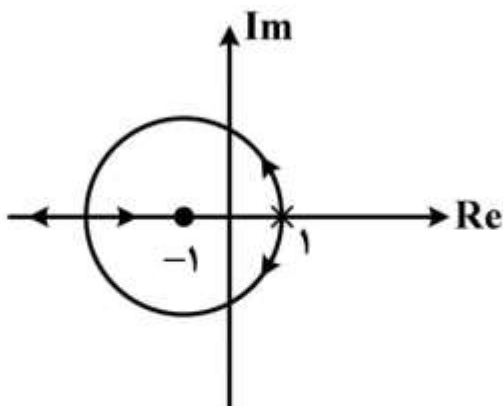
نقطه جدائی مکان هندسی ریشه‌های معادله مشخصه  $(s)$  کدام است؟

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

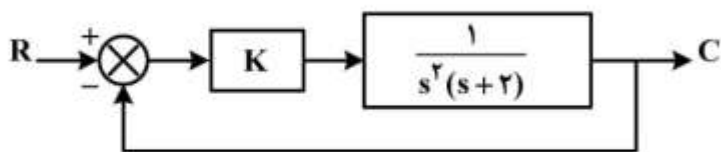
۸۷- مکان هندسی ریشه‌های یک سیستم کنترل به صورت زیر است. به ازاء چه مقدار  $K$  (بهره حلقه کنترل) ریشه‌های

معادله مشخصه با هم برابرند؟

- (۱)  $2$   
 (۲)  $4$   
 (۳)  $6$   
 (۴)  $8$

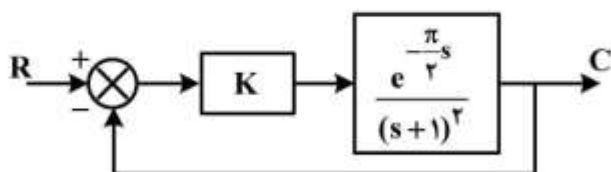


۸۸- در شکل زیر اگر نقطه مقرر به صورت خطی با زمان تغییر کند، خطای ماندگار چقدر است؟



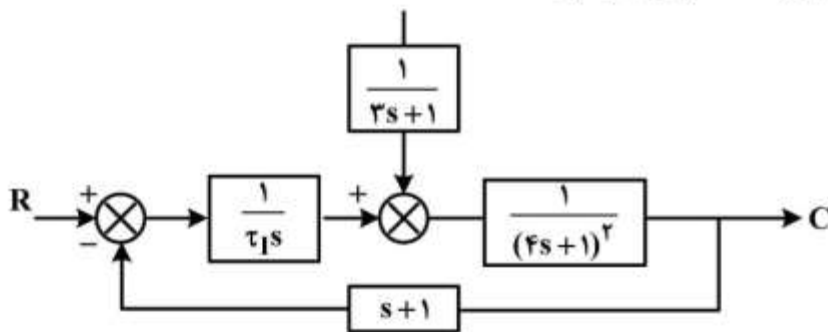
- (۱)
- $\frac{1}{k}$  (۲)
- $\frac{1}{\sqrt{k}}$  (۳)
- k (۴)

۸۹- در مدار کنترل زیر برای اینکه حاشیه بهره برابر ۲ باشد مقدار K باید چقدر باشد؟



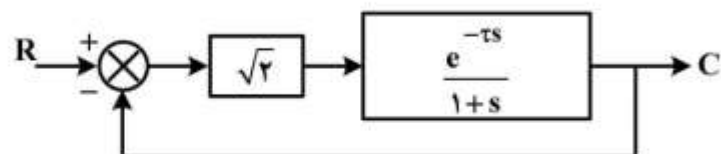
- $\frac{1}{2}$  (۱)
- ۱ (۲)
- $\sqrt{2}$  (۳)
- ۲ (۴)

۹۰- در شکل زیر برای اینکه خروجی پایدار باشد مقدار  $\tau_1$  چقدر است؟



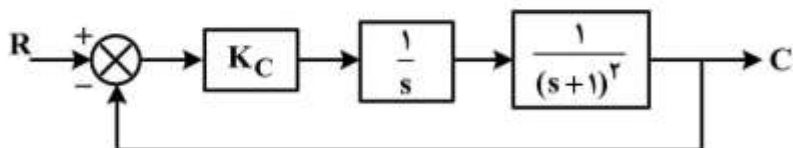
- $\tau_1 > 1$  (۱)
- $\tau_1 < 1$  (۲)
- $\tau_1 > 0$  (۳)
- $0 < \tau_1 < 1$  (۴)

۹۱- در شکل زیر برای اینکه سیستم در مرز پایداری قرار گیرد مقدار  $\tau$  کدام است؟



- $\frac{3\pi}{2}$  (۱)
- $\frac{2\pi}{3}$  (۲)
- $\frac{3\pi}{4}$  (۳)
- $\frac{2\pi}{4}$  (۴)
- ۵

۹۲- بهره نهایی کنترل کننده در حلقه مدار بسته زیر کدام است؟



- (۱)
- $\sqrt{2}$  (۲)
- ۲ (۳)
- $\infty$  (۴)

۹۳- شیب مجانب‌های فرکانس بالا (بی‌نهایت) و فرکانس پایین (فرکانس نزدیک به صفر) در تابع انتقال

$$\frac{10s^2 + 7s + 5}{s(s+1)}$$

به ترتیب کدام است؟

(۱) -۱، صفر

(۲) صفر، -۱

(۳) -۲، صفر

(۴) -۱، -۱

۹۴- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است:

$$G(s) = \frac{s(s+1)}{(0.1s+1)(5s+1)}$$

شیب مجانب نمودار بُد (Bode) در  $\omega = 5$  کدام است؟

(۱) -۲

(۲) -۱

(۳) ۰

(۴) ۱

۹۵- ترمومتری جهت اندازه‌گیری دما مورد استفاده قرار می‌گیرد و تغییرات دمای ثبت شده در جدول زیر داده شده

است. با استفاده از این اطلاعات، ثابت زمانی ترمومتر کدام است؟

زمان	۰	۰/۴	۰/۸	۱/۲	۱/۶	۲	۲/۴	.....	۱۰
دما	۳۰	۳۰/۹۱	۳۱/۶۵	۳۲/۲۶	۳۲/۷۵	۳۳/۱۶	۳۳/۴۹	.....	۳۵

(۱) ۲/۴

(۲) ۲

(۳) ۱/۲

(۴) ۰/۸

### انتقال جرم و عملیات واحد (۲و۱):

۹۶- جذب گاز در بستر کاتالیستی با واکنش بسیار سریع  $A \rightarrow ۴B$  انجام می‌شود. رابطه بین ضریب موضعی انتقال

جرم فیلم گاز  $k_G$  و ضریب کلی انتقال جرم  $F_G$  کدام است؟

$$\frac{۳}{۲} k_G P_{BM} \quad (۲)$$

$$k_G P_{BM} \quad (۱)$$

$$۳ k_G P_{A1} / \left[ ۲ \ln \left( 1 + \frac{۲}{۳} x_{A1} \right) \right] \quad (۴)$$

$$\frac{۳ k_G P_{A1}}{\ln(1 + ۳ x_{A1})} \quad (۳)$$

۹۷- اگر نظریه فیلم انتقال جرم برقرار باشد و یک واکنش آنی بین ماده A جذب شده و واکنش‌گر حل شده (B) در

داخل فیلم اتفاق بیافتد، جبهه واکنش:

(۲) به سمت سطح مشترک حرکت می‌کند.

(۱) ساکن است.

(۴) بستگی به ضریب انتقال جرم دارد.

(۳) از سطح مشترک دور خواهد شد.

۹۸- اگر  $S_1$  شیب توزیع غلظت (نمودار  $c-z$ ) در سطح مشترک برای جذب فیزیکی یک گاز و  $S_2$  همان شیب وقتی جذب شیمیایی (همراه با واکنش شیمیایی در فاز مایع) باشد آنگاه:

$$(1) S_1 < S_2$$

$$(2) S_1 > S_2$$

$$(3) S_1 = S_2$$

$$(4) S_2 = S_1^2$$

۹۹- در فیلم ریزان مایع در برج‌های دیواره مرطوب، ضریب انتقال جرم متوسط مایع ( $k_{L,av}$ ) با افزایش ضخامت فیلم-ریزان ( $\delta$ ) چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) در رینولدزهای کمتر از  $100$  با افزایش ضخامت فیلم، ضریب انتقال جرم متوسط مایع کاهش می‌یابد.

(۲) در رینولدزهای بیشتر از  $100$ ،  $k_{L,av}$  با افزایش ضخامت فیلم افزایش می‌یابد.

(۳) در رینولدزهای بیشتر از  $100$ ،  $k_{L,av}$  با افزایش ضخامت فیلم ریزان، کاهش می‌یابد.

(۴) در رینولدزهای کمتر از  $100$ ، تغییر نمی‌کند.

۱۰۰- کدام گزینه در خصوص تابعیت ضرایب انتقال جرم از نوع  $F$  نسبت به متغیرهای عملیاتی در شرایط ایدئال (استاندارد) صحیح است؟

(۱) ضرایب  $F_L$  و  $F_G$  هر دو تابع خطی از دما و شدت تلاطم هستند.

(۲) ضرایب  $F_L$  و  $F_G$  هر دو تابع دما، فشار و شدت تلاطم می‌باشند.

(۳)  $F_G$  تابع دما و شدت تلاطم بوده و تابعیت  $F_L$  نسبت به دما به صورت خطی است.

(۴) ضریب  $F_G$  تابع دما، فشار و شدت تلاطم است ولی  $F_L$  فقط تابع دما و شدت تلاطم می‌باشد.

۱۰۱- در هنگام طراحی مخازن دارای هم‌زن، برای محاسبه سطح ویژه انتقال جرم بین حباب‌های گاز و فاز مایع، می‌بایست در هر بار تکرار به کدام روش عمل نمود؟

(۱) ابتدا سرعت لغزش بین دو فاز ( $V_S$ ) حدس زده شده و سپس مقدار ماندگی گاز ( $\varphi_G$ ) و در نهایت قطر حباب ( $d_b$ ) محاسبه می‌شود.

(۲) ابتدا قطر حباب حدس زده می‌شود،  $(d_b)$  سپس سرعت حد حباب گاز ( $V_t$ ) و ماندگی گاز ( $\varphi_G$ ) محاسبه می‌شوند.

(۳) ابتدا ماندگی گاز حدس زده شده ( $\varphi_G$ ) و سپس به ترتیب قطر حباب ( $d_b$ ) و سرعت حد ( $V_t$ ) آن محاسبه می‌گردد.

(۴) ابتدا سرعت حد را فرض نموده ( $V_t$ ) سپس مقدار ماندگی گاز ( $\varphi_G$ ) و در انتها قطر حباب ( $d_b$ ) محاسبه می‌شود.

۱۰۲- کدام یک از موارد زیر می‌تواند بیانگر مقدار ضریب انتقال جرم ( $k_C$ ) از سطح یک کره که در یک محیط کاملاً ساکن قرار داده شده، باشد؟ ( $D_{AB}$  ضریب نفوذ در فاز گاز،  $r_s$  شعاع کره،  $k_C$  ضریب انتقال جرم با نیروی محرکه  $\Delta C_A$  (مول A به حجم).

$$(1) \frac{D_{AB}}{r_s^2}$$

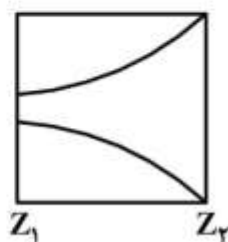
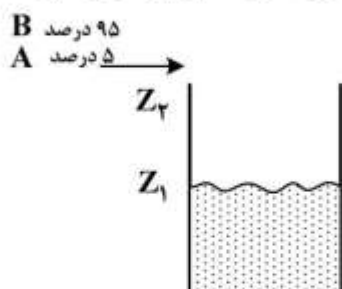
$$(2) \frac{D_{AB}}{2r_s^2}$$

$$(3) \frac{D_{AB}}{r_s}$$

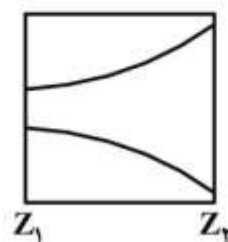
$$(4) \frac{D_{AB}}{2r_s}$$



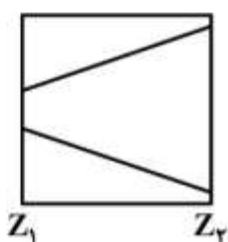
۱۰۳- مخلوط گازی حاوی ۹۵ درصد B و بقیه A از روی ظرفی مطابق شکل زیر، در جریان است. مایع درون ظرف جاذب B می‌باشد به نحوی که انتقال جرم مساوی و متقابل A و B در لایه انتقال جرم صورت می‌گیرد. پروفایل غلظت A و B در لایه انتقال جرم کدام یک از اشکال زیر است؟



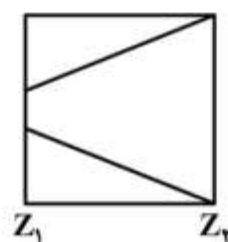
(۱)



(۲)



(۳)



(۴)

۱۰۴- در تقطیر آزنوتروپی (Azeotropic distillation)، مایع برگشتی به برج اصلی دارای چه ترکیبی است؟  
 (۱) بخشی از مایع کندانس شده که دارای ماده وارد شونده (entrainer) بیشتری است.  
 (۲) بخشی از مایع کندانس شده که دارای ماده وارد شونده (entrainer) کمتری است.  
 (۳) مایعی که هم ترکیب با بخار خروجی از برج است.  
 (۴) ماده وارد شونده خالص

۱۰۵- در تعیین حداقل نسبت مایع برگشتی ( $R_m$ ) در تقطیر، درخصوص سیستمی که انحراف مثبت از حالت ایدئال دارد، نقطه pinch در کجای برج قرار می‌گیرد؟

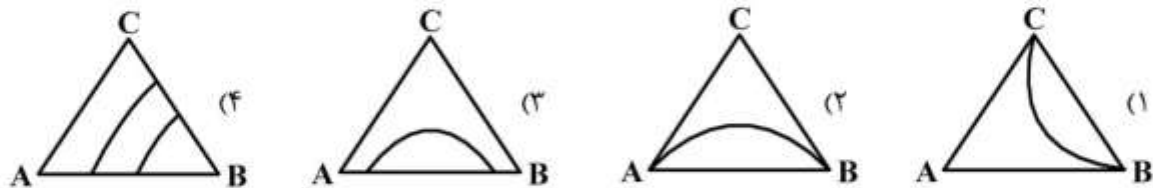
- (۱) سینی خوراک
- (۲) یک سینی در بخش دفع برج
- (۳) یک سینی در بخش غنی‌سازی برج
- (۴) سینی خوراک و یا یک سینی در قسمت غنی‌سازی برج

۱۰۶- در صورتی می‌توان از مختصات  $x'y'$  (نسبت جرمی) در محاسبات استخراج مایع - مایع استفاده کرد که نمودار حلالیت آن‌ها در دیاگرام مثلثی مطابق با کدام شکل باشد؟

A: حلال اولیه

B: حلال استخراج‌کننده

C: جزء حل شده



۱۰۷- در عمل استخراج مایع - مایع در صورتی که ضریب انتخاب‌پذیری (Selectivity) بزرگتر از یک و ضریب توزیع (Distribution coefficient) کوچکتر از یک باشد، کدام عبارت صحیح است؟

(۱) جداسازی امکان‌پذیر و به حلال کمی نیاز است.

(۲) جداسازی امکان‌پذیر و مقدار حلال بی‌اهمیت است.

(۳) جداسازی امکان‌پذیر ولی به حلال زیادی نیاز است.

(۴) جداسازی امکان‌پذیر نیست.

۱۰۸- در یک سیستم تقطیر دو جزئی با بخار آب مستقیم open steam که به منظور تفکیک بخار اشباع با جزء مولی جزء فرارتر  $0.6$  به کار می‌رود، معادله خط تبادلی بالای برج  $y = 0.75x + 0.225$  و جزء مولی جزء فرارتر در محصول پایین  $0.1$  می‌باشد. معادله خط تبادلی پایین برج کدام است؟

$$(1) y = 1.15x - 0.15$$

$$(2) y = 1.25x - 0.25$$

$$(3) y = 1.35x - 0.135$$

$$(4) y = 1.5x - 0.15$$

۱۰۹- جداسازی آب و اتیل آنیلین (کاملاً غیرمحلول) به کدام روش تقطیر انجام می‌شود؟

(۲) Open steam

(۱) Steam Distillation

(۴) Equilibrium Distillation

(۳) Flash vaporization

۱۱۰- معادله خط خوراک به صورت  $y = 0.5$  می‌باشد این خوراک به چه صورتی وارد برج تقطیر دو جزئی می‌شود؟

(۱) مایع اشباع

(۲) بخار اشباع

(۳) دوفازی حاوی  $0.5\%$  بخار

(۴) قابل تعیین نیست.

۱۱۱- در یک برج تقطیر پیوسته جریان برگشتی (R) برابر با ۲ می‌باشد. در صورت دو برابر شدن میزان جریان برگشتی و ثابت بودن دبی محصول بالای برج، بار حرارتی کندانسور چه تغییری می‌کند؟ کندانسور را کامل و جریان برگشتی در نقطه حباب در نظر بگیرید.

(۱) بار حرارتی کندانسور تقریباً نصف می‌شود.

(۲) بار حرارتی کندانسور تقریباً  $1/7$  برابر بزرگتر می‌شود.

(۳) بار حرارتی کندانسور ۲ برابر می‌شود.

(۴) بار حرارتی کندانسور تغییر نمی‌کند.

۱۱۲- درصد رطوبت هوا و دمای متوسط هوا برای دو منطقه A و B به شرح زیر است:

منطقه A: درصد رطوبت ۲۰٪، دمای متوسط:  $35(^\circ\text{C})$

منطقه B: درصد رطوبت ۷۰٪، دمای متوسط:  $35(^\circ\text{C})$

حداقل دمای آب سرد تولیدی در برج خنک‌کننده در منطقه A چگونه است؟

(۱) کمتر از منطقه B است.

(۲) بیشتر از منطقه B است.

(۳) تفاوتی ندارد.

(۴) با این اطلاعات نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۱۱۳- در فرایند تغلیظ یک شربت قندی در یک تبخیرکننده تک مرحله‌ای، شدت جریان خوراک  $100 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$  حاوی ۱۰٪

وزنی قند بوده که در محصول تغلیظ شده به ۴۰٪ وزنی قند می‌رسد در این شرایط کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

(۱) دبی مایع تغلیظ شده  $75 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$  و در دمای کمتر از نقطه جوش در تبخیرکننده می‌باشد.

(۲) دبی مایع تغلیظ شده  $75 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$  و در دمای جوش در تبخیرکننده می‌باشد.

(۳) دبی بخار تولید شده  $75 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$  و به صورت بخار سوپر هیت می‌باشد.

(۴) دبی بخار تولید شده  $75 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$  و به صورت بخار اشباع می‌باشد.

۱۱۴- در فرایند رنگ‌زدایی شربت قند، معادلات تعادلی زیر برای جاذب‌های مختلف به دست آمده است، کدام جاذب عملکرد بهتری دارد؟

$$y = 0.2x^{0.5} \quad (1)$$

$$y = 0.5x^{1/5} \quad (2)$$

$$y = x^y \quad (3)$$

$$y = 0.2x^2 \quad (4)$$

- ۱۱۵- در حین خشک شدن یک مکعب مستطیل کاملاً متخلخل، چنانچه عملیات خشک کردن با عبور هوا از روی وجه (سطح) بزرگ به جای لبه‌ها (سطوح کوچک) انجام شود و دمای هوا نیز افزایش یابد، میزان رطوبت بحرانی ( $X_c$ ) چه تغییری می‌کند؟
- (۱) افزایش می‌یابد.
  - (۲) کاهش می‌یابد.
  - (۳) ثابت می‌ماند.
  - (۴) نمی‌توان دقیقاً اظهار نظر کرد.

طرح راکتورهای شیمیایی:

- ۱۱۶- واکنش  $A \rightarrow 2R$  در یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) به حجم یک متر مکعب انجام می‌شود.

خوراکی متشکل از ۸۰٪ A و باقی‌مانده آن آرگون می‌باشد و با دبی  $200 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$  وارد راکتور می‌شود. زمان اقامت متوسط در راکتور ۴ دقیقه است. میزان تبدیل A در راکتور چند درصد است؟

(۱) ۳۲

(۲) ۲۸

(۳) ۲۲

(۴) ۱۶

- ۱۱۷- منظور از مقادیر بهینه محصول مطلوب و حجم راکتور کدام است؟

(۱) مقدار اولی حداقل و دومی حداکثر باشد.

(۲) مقدار اولی حداکثر و دومی حداقل باشد.

(۳) مقادیر هر دو کمیت حداقل باشد.

(۴) مقادیر هر دو کمیت حداکثر باشد.

- ۱۱۸- واکنش مرتبه دوم  $A \rightarrow B$  با خوراک خالص A و در یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) صورت

می‌گیرد. میزان تبدیل ماده A در این راکتور ۳۰٪ است. اگر یک راکتور دیگر هم‌اندازه به‌طور سری با این راکتور

قرار گیرد، درصد تبدیل A در خروجی از سیستم با کدام رابطه نشان داده می‌شود؟  $(\frac{0.3}{0.49} = 0.61)$

$$\frac{X_{A2}}{(1-X_{A2})^2} = 0.61 \quad (1)$$

$$\frac{1-X_{A2}}{(X_{A2}-0.3)^2} = 0.61 \quad (2)$$

$$\frac{X_{A2}-0.3}{(1-X_{A2})^2} = 0.61 \quad (3)$$

$$\frac{X_{A2}-0.3}{X_{A2}^2} = 0.61 \quad (4)$$

۱۱۹- واکنش ابتدائی  $A + B \rightarrow R + S$  در ابتدا درون یک راکتور پلاگ پیوسته با مقادیر مولی مساوی  $A$  و  $B$  آغاز می‌شود. میزان تبدیل با غلظت‌های اولیه  $C_{A_0} = C_{B_0} = 1$  مولار برابر  $80\%$  است. اگر یک راکتور مخلوط‌شونده کامل پیوسته به حجم  $12$  برابر راکتور پلاگ به صورت سری با آن قرار دهیم، زمان ماند ماده  $A$  چند دقیقه است؟ (ثابت سرعت واکنش یک بر مولار به دقیقه است.)

(۱) ۸۴

(۲) ۸۵

(۳) ۵۸

(۴) ۴۸

۱۲۰- واکنش فاز مایع  $A \rightarrow 2R$  در دو راکتور مخلوط‌شونده کامل پیوسته (CSTR) سری انجام می‌شود. واکنش نسبت به  $A$  از درجه دوم و غلظت  $A$  در خوراک ورودی به راکتور اول  $2$  مولار است. همچنین غلظت  $A$  در جریان خروجی از راکتور اول  $1$  مولار است. اگر حجم راکتور دوم  $3$  برابر حجم راکتور اول باشد غلظت  $A$  خروجی از سیستم چند مولار است؟

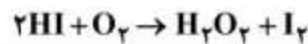
(۱) ۰٫۳۸

(۲) ۰٫۴۳

(۳) ۰٫۴۸

(۴) ۰٫۵۳

۱۲۱- بر طبق یک بررسی آزمایشگاهی، داده‌های سرعت اولیه  $(-\frac{dC_{HI}}{dt})$  برای واکنش گازی هیدروژن یدید (HI) و اکسیژن به صورت زیر به دست آمده است. سینتیک این واکنش از نوع درجه چند است؟



Run	$C_{HI} \times 10^3$ (mol / cm <sup>3</sup> )	$C_{O_2} \times 10^3$ (mol / cm <sup>3</sup> )	Initial Rate $\times 10^5$ (mol / cm <sup>3</sup> . s)
1	1.49	1.50	2.49
2	1.49	3.0	4.98
3	2.98	3.0	4.98

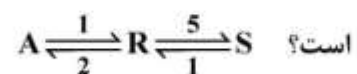
(۱) ۲

(۲) ۱٫۵

(۳) ۱٫۲

(۴) ۱

۱۲۲- در سیستم واکنشی پیچیده زیر، در صورت ابتدایی بودن تمامی واکنش‌ها نسبت غلظت تعادلی  $\frac{C_{A,e}}{C_{S,e}}$  چقدر



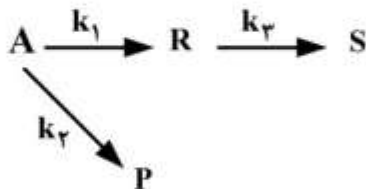
(۲) ۰٫۵

(۱) ۰٫۴

(۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

(۳) ۲٫۵

۱۲۳- واکنش‌های ابتدایی زیر در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) مورد مطالعه قرار گرفته است. در یک آزمایش خوراک ورودی شامل فقط A خالص با شدت  $100 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$  بوده، میزان تبدیل A، ۸۰٪ حاصل گردیده است. علاوه بر این، دبی مولی مواد خروجی از راکتور به قرار زیر است. نسبت  $k_1$  به  $k_2$  کدام است؟



مواد	دبی مولی در خروجی $\frac{\text{mol}}{\text{min}}$
R	۵۰
S	۲۰
P	۱۰

$$\frac{1}{7} \quad (1)$$

$$1/5 \quad (2)$$

$$1/7 \quad (3)$$

$$7 \quad (4)$$

۱۲۴- واکنش فاز گازی مرتبه اول  $A \rightarrow 2B$  را در نظر بگیرید. نسبت زمان مورد نیاز یک راکتور ناپیوسته حجم متغیر به حجم ثابت برای رسیدن به کسر تبدیل ۰/۸ چقدر است؟

$$0/5 \quad (1)$$

$$1 \quad (2)$$

$$1/5 \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$

۱۲۵- برای واکنش  $\begin{cases} A + B \xrightarrow{K_1} R \\ A + B \xrightarrow{K_2} S \end{cases}$  واکنش مطلوب  $r_R = K_1 C_A C_B^2$  و واکنش نامطلوب  $r_S = K_2 C_A^2 C_B$  کدام روش صحیح اختلاط

ترکیب‌شوندگان بطور غیر مداوم جهت تولید محصول مطلوب است؟

(۱) A و B را به آرامی با هم مخلوط کنیم.

(۲) A و B را در یک زمان سریعاً با هم مخلوط کنیم.

(۳) B ابتدا در ظرف موجود باشد و A به آرامی به آن اضافه شود.

(۴) A ابتدا در ظرف موجود باشد و B به آرامی به آن اضافه شود.



۱۲۶- برای واکنش مرتبه یک:  $A \rightarrow B$  در  $n$  راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) به طور سری نسبت غلظت خروجی از راکتور  $(n-1)$  ام به راکتور  $n$  ام از کدام یک از روابط زیر قابل محاسبه است؟

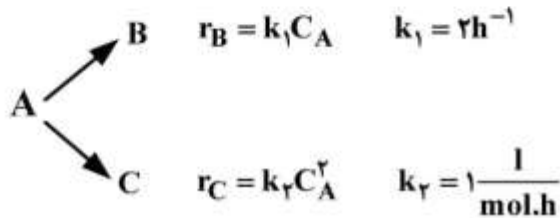
$$\frac{C_{An-1}}{C_{An}} = 1 + kC_n \quad (1)$$

$$\frac{C_{An-1}}{C_{An}} = 1 + kC_{n-1} \quad (2)$$

$$\frac{C_{An-1}}{C_{An}} = \frac{kC_n}{1 + kC_n} \quad (3)$$

$$\frac{C_{An-1}}{C_{An}} = \frac{1}{1 + kC_n} \quad (4)$$

۱۲۷- واکنش‌های موازی زیر از یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرد.



خوراک A خالص با غلظت  $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$  ۴ است. اگر غلظت خروجی A،  $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$  ۲ باشد. غلظت خروجی C بر حسب  $\frac{\text{mol}}{\text{l}}$

چقدر است؟

۱/۵ (۱)

۱/۲۵ (۲)

۱/۰ (۳)

۰/۷۵ (۴)

۱۲۸- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = kC_A$  در دو راکتور لوله‌ای پیوسته (PFR) که به صورت موازی متصل

می‌باشند صورت می‌گیرد. حجم یکی از راکتورها  $1 \text{ m}^3$  و دیگری  $3 \text{ m}^3$  است. شدت حجمی خوراک  $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$  ۲ و ثابت

سرعت واکنش  $k = \ln 2 \text{ h}^{-1}$  می‌باشد. درصد تبدیل A در حالت بهینه تقسیم خوراک بین دو راکتور چقدر است؟

۳۳/۳ (۱)

۵۰ (۲)

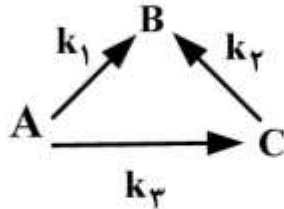
۶۲/۵ (۳)

۷۵ (۴)

۱۲۹- واکنش‌های درجه یک زیر در فاز مایع در یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرند.

$$k_1 = k_2 = k_3 = 0.1 \text{ min}^{-1}$$

چنانچه  $\tau = 20 \text{ min}$  باشد، درصد تبدیل A برای خوراک A خالص چقدر است؟



۶۰ (۱)

۷۵ (۲)

۸۰ (۳)

۹۰ (۴)

۱۳۰- واکنش  $A \rightarrow B$  با سرعت  $-r_A = kC_A$  با خوراک A خالص در یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR) صورت می‌گیرد و تبدیل A، ۶۰ درصد است. اگر یک راکتور مخلوط شونده کامل پیوسته (CSTR)

دیگر با حجم مساوی را به صورت سری بعد از راکتور اول وصل کنیم، درصد تبدیل A چقدر است؟  $(0.84 = \frac{2}{2.5})$

۹۰ (۱)

۸۴ (۲)

۸۰ (۳)

۷۵ (۴)

ریاضیات (کاربردی، عددی):

۱۳۱- با کدام تغییر متغیر زیر می‌توان معادله  $2x^2 \frac{d^2y}{dx^2} + 3x \frac{dy}{dx} + y = 0$  را به یک معادله خطی با ضرایب‌های ثابت تبدیل نمود؟

$$z = \ln x \quad (۱)$$

$$z = e^x \quad (۲)$$

$$z = x^2 \quad (۳)$$

$$z = \frac{1}{\sqrt{x}} \quad (۴)$$

۱۳۲- موازنه انرژی حرارتی در شرایط ناپایا در یک دیواره که در آن نرخ حرارت  $\frac{J}{m^2 \cdot s}$  تولید می‌شود، به صورت زیر نوشته شده است. برای حل این معادله از روش تبدیل لاپلاس کدام معادله زیر صحیح است؟

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{q_0''}{k}$$

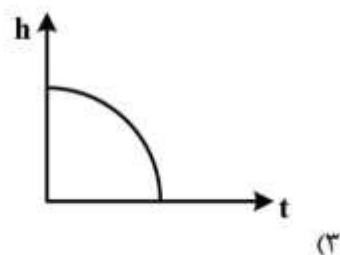
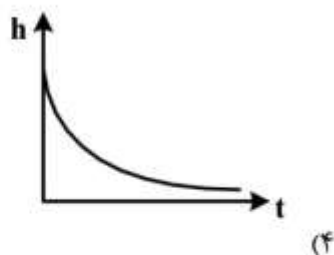
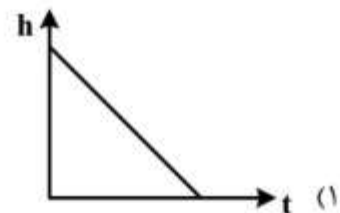
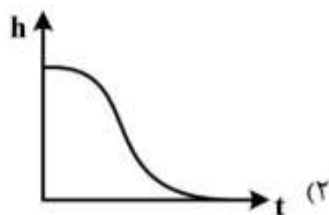
$$\frac{1}{\alpha} [s\bar{T}(x,s) - T(x,0)] = \frac{d^2 \bar{T}(x,s)}{dx^2} + \frac{q_0''}{k} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\alpha} [s\bar{T}(x,s) - T(x,0)] = \frac{d^2 \bar{T}(x,s)}{dx^2} + \frac{q_0''}{ks} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\alpha} [s\bar{T}(x,s) - T(x,0)] = s^2 \bar{T}(x,s) - sT(x,0) - \bar{T}(x,s) + \frac{q_0''}{k} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\alpha} [s\bar{T}(x,s) - T(x,0)] = s^2 \bar{T}(x,s) - sT(x,0) - \bar{T}'(x,s) + \frac{q_0''}{ks} \quad (4)$$

۱۳۳- اگر شیر خروجی یک مخزن حاوی آب به ارتفاع  $h_0$  باز شود، تغییرات ارتفاع آب داخل مخزن با زمان مطابق کدام شکل است؟ (دبی جریان خروجی تناسب خطی با ارتفاع آب داخل مخزن دارد.)



۱۳۴- جریانی از مایع A وارد راکتور لوله‌ای به شعاع R شده و در دیواره راکتور براساس واکنش مرتبه صفر مصرف می‌شود. اگر پروفایل سرعت مایع در داخل راکتور به صورت  $V_z(r) = V_{\max} [1 - (\frac{r}{R})^2]$  باشد، معادله دیفرانسیل توصیف‌کننده غلظت A در داخل راکتور، در حالت ناپایا کدام است؟ فرض کنید k ثابت سرعت واکنش باشد و واکنش فقط در جداره داخلی راکتور رخ می‌دهد.

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} + V_z \frac{\partial C_A}{\partial z} + k = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} + V_z \frac{\partial C_A}{\partial z} + k = D_{AB} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} + V_z \frac{\partial C_A}{\partial z} = D_{AB} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) \quad (۳)$$

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} - k = D_{AB} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} \right] \quad (۴)$$

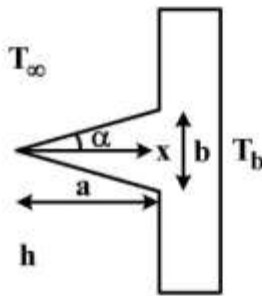
۱۳۵- پروفایل دما در پره مثلثی به شکل زیر از کدام رابطه تبعیت می‌کند؟

$$\frac{T}{T_b} = \frac{J_0(\sqrt{m} \sqrt{x})}{J_0(\sqrt{m} \sqrt{a})} \quad (۱)$$

$$\frac{T - T_\infty}{T_b - T_\infty} = \frac{I_0(\sqrt{m} \sqrt{x})}{I_0(\sqrt{m} \sqrt{a})} \quad (۲)$$

$$\frac{T - T_b}{T_\infty - T_b} = \frac{J_1(mx)}{J_0(mx)} \quad (۳)$$

$$\frac{T - T_\infty}{T_b - T_\infty} = \frac{I_0(mx)}{I_0(ma)} \quad (۴)$$



۱۳۶- کاتالیزور کروی شکل به شعاع R را در نظر بگیرید که گاز A با نفوذ به حفره‌های داخل آن دچار واکنش برگشت‌ناپذیر  $A \rightarrow B$  با معادله سرعت  $r_A = -kC_A$  می‌شود. معادله دیفرانسیل توصیف‌کننده غلظت A در حفره‌های کاتالیزور کدام است؟

$$r \frac{d^2 C_A}{dr^2} + \frac{dC_A}{dr} - \frac{k}{D_A} C_A = 0 \quad (۱)$$

$$r \frac{d^2 C_A}{dr^2} + \frac{dC_A}{dr} - \frac{k}{D_A} r C_A = 0 \quad (۲)$$

$$r \frac{d^2 C_A}{dr^2} + r \frac{dC_A}{dr} - \frac{k}{D_A} r C_A = 0 \quad (۳)$$

$$r \frac{d^2 C_A}{dr^2} + r \frac{dC_A}{dr} - \frac{k}{D_A} C_A = 0 \quad (۴)$$

۱۳۷- جواب معادله دیفرانسیل زیر کدام است؟

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

$\psi(0, t) = \text{محدود}$      $\psi(R, t) = 0$      $\psi(r, 0) = \psi_0$

$$\psi(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) I_0(\lambda_n r); A_n = \frac{\int_0^R \psi_0 I_0(\lambda_n r) dr}{\int_0^R I_0^2(\lambda_n r) dr} \quad (1)$$

$$\psi(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) J_0(\lambda_n r); A_n = \frac{\int_0^R \psi_0 J_0(\lambda_n r) dr}{\int_0^R J_0^2(\lambda_n r) dr} \quad (2)$$

$$\psi(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) I_0(\lambda_n r); A_n = \frac{\int_0^R \psi_0 r I_0(\lambda_n r) dr}{\int_0^R r I_0^2(\lambda_n r) dr} \quad (3)$$

$$\psi(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) J_0(\lambda_n r); A_n = \frac{\int_0^R \psi_0 r J_0(\lambda_n r) dr}{\int_0^R r J_0^2(\lambda_n r) dr} \quad (4)$$

۱۳۸- در کدام مقادیر  $x$ ، معادله زیر به عنوان یک معادله بیضی گون تلقی می شود؟

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

$$x > \left(\frac{1}{12}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$x < \left(\frac{1}{12}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$x = \left(\frac{1}{12}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

(4) هیچ کدام

۱۳۹- جواب معادله سهمی گون با سه متغیر مستقل در مختصات استوانه‌ای به صورت زیر می باشد:

$$u(r, z, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} F_{k,n} e^{-\alpha(\lambda_k^2 + \gamma_n^2)t} \sin(\gamma_n z) J_0(\lambda_k r)$$

شرایط این معادله نسبت به کدام متغیر مستقل همگن بوده است؟

r (1)

z (2)

r, z (3)

t, z, r (4)

۱۴۰- در یک دانه کاتالیزور کرووی واکنش  $A \rightarrow B$  انجام می‌شود و فرمول‌بندی تغییرات غلظت ماده  $A$  در حفره‌های دانه:

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} - R_A - D \left( \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) \right) = 0$$

می‌باشد. اگر این پدیده، به یک واکنش سطحی که تنها در سطح دانه کاتالیزور اتفاق می‌افتد، تبدیل شود، فرمول‌بندی

چه تغییری می‌کند؟ ( $R_A$ ، سرعت تولید ماده  $A$  است)

(۱) هیچ تغییری در فرمول‌بندی ایجاد نمی‌گردد.

(۲) عبارت  $R_A$  از فرمول‌بندی حذف می‌گردد و در شرایط مرزی ظاهر می‌گردد.

(۳) علامت عبارت  $R_A$  در فرمول‌بندی عوض می‌شود.

(۴) عبارت نفوذ از معادله حذف می‌شود.

۱۴۱- مقدار  $\int_1^3 f(x) dx$  با استفاده از قانون  $\frac{1}{3}$  سیمسون چقدر است؟

x	۱	۲	۳
f(x)	۲	۵	۱۴

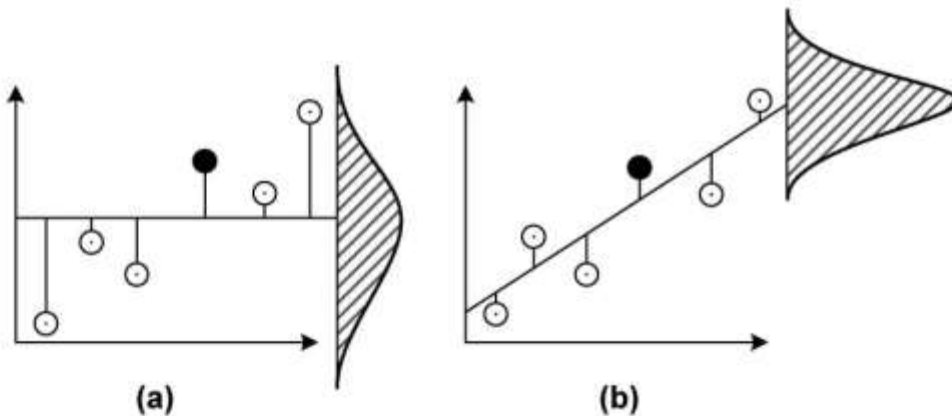
۱۴ (۴)

۱۳ (۳)

۱۲ (۲)

۱۱ (۱)

۱۴۲- شکل‌های (a) و (b) به ترتیب معرف چه نوع پراکندگی هستند؟



$$s_a = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (۲)$$

$$s_b = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2$$

$$s_a = \sum_{i=1}^n (\bar{y} - a_0 - a_1 x_i)^2 \quad (۴)$$

$$s_b = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2$$

$$s_a = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (۱)$$

$$s_b = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2$$

$$s_a = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \bar{y}|}{y_i} \quad (۳)$$

$$s_b = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - a_0 - a_1 x_i|}{y_i}$$

۱۴۳- اگر داده‌های

x	-۱	۰	۱
y	۱	۰٫۵	۰٫۲۵

را برای برازش منحنی  $y = \frac{1}{Ax+B}$  به کار ببریم در این صورت (A, B) به ترتیب از چپ به راست کدام است؟

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

۱۴۴- کدام عبارت از فرمول:  $f'_i = \frac{1}{h} [\Delta - \frac{\Delta^2}{2}] f_i$  به دست می‌آید؟ ( $\Delta$  نماد اختلاف متناهی پیشرو است.)

$$f'_i = \frac{1}{2h} [-f_{i-1} + f_i] \quad (۱)$$

$$f'_i = \frac{1}{2h} [-f_{i-1} + f_{i+1}] \quad (۲)$$

$$f'_i = \frac{1}{2h} [-3f_i + 4f_{i+1} - f_{i+2}] \quad (۳)$$

$$f'_i = \frac{1}{6h} [-11f_i + 18f_{i+1} - 9f_{i+2} - 2f_{i+3}] \quad (۴)$$

۱۴۵- در روش نیوتن - رافسون برای حل معادله  $f(x) = x^4 + 3x^2 - 28 = 0$  چنانچه در مرحله تکرار m مقدار x برابر با ۱ باشد، مقدار x در مرحله تکرار m+۱ چقدر است؟

(۱) ۴/۲

(۲) ۳/۴

(۳) ۲/۶

(۴) ۱/۸

۱۴۶- با استفاده از چند جمله‌ای نیوتن پیشرو و داده‌های زیر  $f(۲/۵)$  چقدر است؟

x	۱	۲	۳
f	۱	۶	۱۷

(۱) ۱۱/۲۵

(۲) ۱۱/۲۵

(۳) ۱۰/۲۵

(۴) ۱۰/۲۵

۱۴۷- با روش اولر (Euler)،  $y_{n+1}$  با گام  $h = ۰/۲$  چقدر است؟

$$\begin{cases} x_n = 1 \\ y_n = 2 \\ \frac{dy}{dx} = 2xy^2 \end{cases}$$

(۲) ۲/۸

(۴) ۳/۶

(۱) ۲/۴

(۳) ۳/۲

۱۴۸- در روش نیوتن - رافسون برای حل دستگاه:

$$\begin{cases} f_1(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 10 = 0 \\ f_2(x_1, x_2) = x_1^3 - x_1 x_2 + 2 = 0 \end{cases}$$

با حدس اولیه  $x_1 = x_2 = 2$  ماتریس ژاکوبین کدام است؟

$$\begin{bmatrix} 4 & 10 \\ 4 & -2 \end{bmatrix} \quad (۲) \qquad \begin{bmatrix} 4 & 4 \\ 10 & -2 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} 4 & 10 \\ -2 & 4 \end{bmatrix} \quad (۴) \qquad \begin{bmatrix} 10 & -2 \\ 4 & 4 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

۱۴۹- جهت اطمینان یافتن از اینکه حل دستگاه معادله‌های زیر با استفاده از روش گوس سایدل همگرا شود، ماتریس دستگاه معادلات به چه ترتیب نوشته می‌شود؟

$$\begin{cases} 2x_1 + 7x_2 - 11x_3 = 6 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = -5 \\ 7x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 17 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 7 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 7 & -11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 17 \\ -5 \\ 6 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} 7 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 7 & -11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ -5 \\ 17 \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 7 & -11 \\ 1 & 2 & 1 \\ 7 & 5 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ -5 \\ 17 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

(۴) ماتریس دستگاه معادلات را نمی‌توان به صورتی نوشت که حتماً همگرا شود.

۱۵۰- با توجه به معادله زیر مقدار  $\frac{d^2y}{dx^2}$  در  $y(4)$  با استفاده از روش تفاضل محدود به وسیله کدام گزینه می‌تواند تقریب زده شود؟ (با گام  $h = 4$ )

$$\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} = 6x - 0.5x^2 \\ y(0) = 0, y(12) = 0 \end{cases}$$

$$\frac{y(8) - y(0)}{8} \quad (۲)$$

$$\frac{y(4) - y(0)}{4} \quad (۱)$$

$$\frac{y(8) - 2y(4) + y(0)}{16} \quad (۴)$$

$$\frac{y(12) - 2y(8) + y(4)}{16} \quad (۳)$$