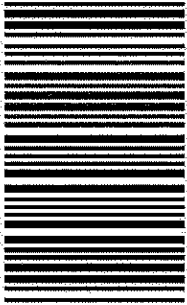


کد کنترل

662

E



662E

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۴۰۱

صبح جمعه

۱۴۰۱/۰۲/۳۰



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

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

مهندسی شیمی (کد ۱۲۵۲)

زمان پاسخ‌گویی: ۲۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۵۰

جدول مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

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

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن 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 سؤالها، نوع و کد کنترل درج
شده بر روی دفترچه سؤالها و پایین 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- Please leave ----- directions for the housekeeper, so she knows what needs to be done.
1) authentic 2) restless 3) cursory 4) explicit
- 2- The islands ----- their name from the sacred images found on them by the early European navigators.
1) derive 2) illustrate 3) infer 4) grasp
- 3- People love the Presidio because it is in close ----- to many area attractions, including the famous aquarium, the SEB Morse Botanical Reserve and the Spanish Bay Resort Golf Course.
1) relevance 2) proximity 3) accord 4) observation
- 4- This system, which for many years subsequently was regarded as authoritative, has been subjected to ----- criticism by later economists, and it is perhaps not too much to say that it now possesses mainly a historical interest.
1) transient 2) feeble 3) vigorous 4) shaky
- 5- Although Norman could ----- his sister's story about her innocence to absolve her, he refused to do so because he was angry at her.
1) corroborate 2) testify 3) fulfill 4) retain
- 6- When he came in to tea, silent, -----, and with tear-stained face, everybody pretended not to notice anything.
1) facetious 2) showy 3) mercurial 4) morose
- 7- Since color is absorbed as it travels through water, the deeper you are, the more likely you will notice a ----- in the clarity of reds, oranges and yellows.
1) intensification 2) deception 3) reduction 4) competition
- 8- As the students argued, the teacher tried to ----- them into silence with the threat of a detention.
1) impose 2) condemn 3) condense 4) coerce
- 9- Teachers who consider cartoons and comic books ----- to students' literacy skills often use class time to deride these media.
1) pertinent 2) harmful 3) conducive 4) indispensable

- 10- Salt is valued not only because of its ----- as a condiment and preservative, but also because they are essential to the health of humans and animals.
1) variances 2) properties 3) predictors 4) temptations

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.

Being funny has no place in the workplace and can easily wreak havoc (11) ----- an otherwise blossoming career. Of course, laughter is necessary in life. But if you crack jokes (12) ----- snide remarks at work, you will eventually not be taken (13) -----, You will be seen as someone who wastes time (14) ----- could better be spent discussing a project or an issue. Additionally, many corporate-minded individuals do not have the time to analyze comments with hidden meanings-they will take what you say (15) ----- and as an accurate representation of your professionalism in the workplace.

- 11- 1) on 2) in 3) at 4) for
12- 1) which they make 2) to be made 3) and make 4) then make
13- 1) by some others serious 2) serious by others
3) being seriously by others 4) seriously by others
14- 1) and 2) when 3) that 4) that it
15- 1) is absolute 2) as absolute 3) be absolute 4) that is absolute

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 I:

Loss of heat transfer and subsequent charge outlet temperature decrease is a result of the low thermal conductivity of the fouling layer or layers which is generally lower than the thermal conductivity of the fluids or conduction wall. As a result of this lower thermal conductivity, the overall thermal resistance to heat transfer is increased and the effectiveness and thermal efficiency of heat exchangers are reduced. A simple way to monitor a heat transfer system is to plot the outlet temperature versus time. In one unit at an oil refinery, fouling led to a feed temperature decrease from 210°C to 170°C.

With the onset of fouling and the consequent buildup of fouling layer or layers, the cross sectional area of tubes or flow channels is reduced. In addition, increased surface roughness due to fouling will increase frictional resistance to flow. Such effects inevitably lead to an increase in the pressure drop across the heat exchanger, which is required to maintain the flow rate through the exchanger, and may even lead to flow blocks. Experience with pressure drop monitoring has shown, however, that it is not usually as sensitive as indicator of the early onset of fouling when compared to heat

transfer data; thus pressure drop is not commonly used for crude preheat monitoring. In situations where significant swings in flow rates are experienced, flow correction can be applied to both pressure drop and to heat transfer calculations to normalize the data to a standard flow.

Different fouling deposit structures can lead to under-deposit corrosion of the substrate material such as localized fouling, deposit tubercles and sludge piles. The factors that are most likely to influence the probability of under-deposit corrosion include deposit composition and its porosity and permeability. Even minor components of the deposits can sometimes cause severe corrosion of the underlying metal such as the hot corrosion caused by vanadium in the deposits of fired boilers.

- 16- Heat transfer systems can be checked by -----.
- 1) fixing the rate of temperature decrease
 - 2) monitoring the conductivity of the fluids
 - 3) improving the thermal efficiency of layers
 - 4) making a graph of outlet temperature versus time
- 17- The relationship between thermal efficiency and thermal resistance to heat transfer is -----.
- 1) direct
 - 2) inverse
 - 3) neutral
 - 4) linear
- 18- The flow rate through the exchanger -----.
- 1) normalizes the data related to heat transfer calculations
 - 2) applies to situations where swings are experienced
 - 3) depends on the pressure across it
 - 4) correlates with preheat monitoring
- 19- Under-deposit corrosion are greatly affected by all of the following EXCEPT -----.
- 1) components of deposit
 - 2) the volume of deposits
 - 3) penetration rate of deposits
 - 4) thermal conductivity of deposits
- 20- You can infer from the passage that fouling can be best defined as -----.
- 1) the procedure of assigning the heat to fluids
 - 2) the accumulation of unwanted materials on the surface of processing equipment
 - 3) the cross sectional area of tubes or flow channels
 - 4) the loss of heat transfer and subsequent temperature reduction

PASSAGE 2:

Control valves are imperative elements in any system where fluid flow must be monitored and manipulated. Selection of the proper valve involves a thorough knowledge of the process for which it will be used. Involved in selecting the proper valve is not only which type of valve to use, but the material of which it is made and the size it must be to perform its designated task.

The basic valve is used to permit or restrain the flow of fluid and/or adjust the pressure in a system. A complete control valve is made of the valve itself, an actuator, and, if necessary, a valve control device. The actuator is what provides the required force to cause the closing part of the valve to move. Valve control devices keep the valves in the proper operating conditions; they can ensure appropriate position, interpret signals, and manipulate responses.

When implementing a valve into a process, one must consider the possible adverse occurrences in the system. This can include noise due to the movement of the valve, which can ultimately produce shock waves and damage the construction of the system. Cavitation and flashing, which involve the rapid expansion and collapse of vapor bubbles inside the pipe, can also damage the system and may corrode the valve material and reduce the fluid flow.

- 21- The writer of this passage wants to -----.
- 1) represent information essential for applying valves
 - 2) persuade manufactures to use control valves in their designs
 - 3) give introductory data about control valves and their functions
 - 4) describe an element being required for any system
- 22- The word "thorough" in paragraph 1 can be substituted by -----.
- 1) practical
 - 2) scientific
 - 3) complete
 - 4) superficial
- 23- To choose the right valve for your application, it is imperative to know all of the following EXCEPT -----.
- 1) the valve manipulation
 - 2) valve materials of construction
 - 3) the dimensions of valve
 - 4) the kind of valve
- 24- A valve control device -----.
- 1) regulates the fluid flow moving through a system
 - 2) is responsible for adjusting the pressure
 - 3) provides good working condition for valves
 - 4) is imperative in a complete control valve
- 25- Implementing a valve -----.
- 1) restricts the possibility of the adverse occurrences in the system
 - 2) can identify the noise, cavitation, and flasing occurred in a device
 - 3) verifies whether the goals of a process are met
 - 4) may put some destructive effects on the system

PASSAGE 3:

Noise is all around us in all sorts of forms. In the common use of the word, noise refers to sound. However, noise can more accurately be thought of as random variations that are always present in one or more parts of any entity such as voltage, current, or even data. Rather than thinking of noise only as an acoustic term, it should be thought of more as a random signal. Noise can be the inherent fluctuations in some part in a system (i.e., temperature at a given point) or it can be the unavoidable interference on a measurement from outside sources (i.e., vibrations from a nearby generator blur measurements from a pressure transducer). The static interference on your radio, the 'snow' on your television, and the unresolved peaks on an infrared spectroscopy report are all examples of noise.

Chemical engineers can use statistical properties to characterize noise so they can understand a current process or develop an optimal process. By characterizing the noise and determining its source, the engineer can devise methods to account for the noise, control a process, or predict the path of a system. For example, when chemical engineers design plants, they use characterizations of noise to determine the best control scheme for each process. Mathematical modeling can be used to characterize

and predict the noise of a given system. In modeling, to simplify the representation of general trends that reoccur, noise is classified in two major categories: frequency based and non-frequency based. Frequency based noise consists of the colors of noise, and non-frequency based noise includes pops, snaps and crackle.

- 26- This passage includes -----.
- 1) understanding a process by converting the noise
 - 2) detailed information on a variation called noise
 - 3) the statistical properties of noise
 - 4) the categorization of the general types of noise
- 27- According to the passage, noise is -----.
- 1) known more precisely as a random signal
 - 2) forming a common variety referred as sound
 - 3) a part of an entity such as voltage, current, etc.
 - 4) referred more as an acoustic term
- 28- Which one of the following, based on given information in the passage, is NOT an example of noise?
- 1) disturbance in radio frequency spectrum
 - 2) interpretation of infrared spectra
 - 3) random dot pixel on television
 - 4) natural vibration in some parts of a system
- 29- The noise, in designing a plant, can -----.
- 1) characterize the mathematical modeling
 - 2) simplify the representation of recurring general trends
 - 3) specify the systematic plan for every process
 - 4) determine the best location for each system
- 30- The tone of the writer of this passage is -----.
- 1) skeptical
 - 2) critical
 - 3) persuasive
 - 4) apprehensive

انتقال حرارت (۲۰):

۳۱- ورقه بسیار نازک و طویل جنس مس بین دو محیط با دماها و ضرایب انتقال حرارت متفاوت قرار دارد. دمای ورقه در حالت پایا (Steady) برابر است با:

$$\begin{array}{c|c} T & \\ \hline h_i = 10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} & h_o = 50 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \\ T_{\infty, i} = 10^\circ C & T_{\infty, o} = 70^\circ C \end{array}$$

۵۰ (۲)

۴۵ (۱)

۶۵ (۴)

۶۰ (۳)

۳۲- برای نگهداری سیالات فوق سرد در مخازن عایق کاری شده کدام مورد صحیح است؟

- (۱) چون جامدات هوا $K < K$ است، ایجاد خلاء در اطراف عایق تأثیر چندانی در شرایط نگهداری ندارد.
 - (۲) چون مکانیزم جابه جایی در اثر هوا تأثیر زیادی ندارد ایجاد خلاء نیز تأثیر چندانی در شرایط نگهداری ندارند.
 - (۳) ایجاد خلاء در اطراف عایق باعث بهبود شرایط نگهداری می شود.
 - (۴) ایجاد خلاء باعث کاهش آثار تابشی شده و به این علت باعث بهبود شرایط نگهداری می شود.
- ۳۳- یک لوله به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o را در نظر بگیرید که یک عایق روی این لوله بخار پیچیده شده است اگر توزیع دما در عایق در یک لحظه به صورت $T(r) = c_1 \ln\left(\frac{r}{r_o}\right) + c_2$ باشد کدام مورد صحیح است؟

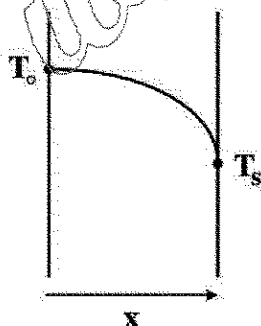
- (۱) شرایط ناپایا بوده و شار حرارت با افزایش شعاع کم می شود.
 - (۲) شرایط پایا بوده و نرخ انتقال حرارت مستقل از شعاع می باشد.
 - (۳) شرایط پایا بوده و نرخ انتقال حرارت با افزایش شعاع کم می شود.
 - (۴) شرایط ناپایا بوده و نرخ انتقال حرارت با افزایش شعاع کم می شود.
- ۳۴- اگر پروفایل دمایی و دمای توده در جریان یک سیال در لوله مطابق رابطه های زیر باشند عدد Nu_d کدام است؟

$$T = T_c + \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial x} \frac{u_o r_o^2}{4} \left[\left(\frac{r}{r_o} \right)^2 - \frac{1}{4} \left(\frac{r}{r_o} \right)^4 \right]$$

$$T_b = T_c + \frac{v}{96} \frac{u_o r_o^2}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial x}$$

- (۱) $\frac{24}{11}$
- (۲) $\frac{11}{48}$
- (۳) $\frac{11}{24}$
- (۴) $\frac{48}{11}$

۳۵- در پروفایل دمایی حالت پایا در یک دیوار مطابق شکل زیر، کدام مورد صحیح است؟



- (۱) در سمت چپ و راست جابه جایی حرارتی متفاوت با $h_1 \neq h_2$ وجود دارد و k در جهت x کاهش می یابد.
- (۲) در جسم، تولید حرارت یکنواخت وجود داشته و در طرفین جابه جایی حرارتی متفاوت با $h_1 \neq h_2$ وجود دارد.
- (۳) در جسم، تولید حرارت یکنواخت وجود داشته و در سمت چپ عایق داریم.
- (۴) در سمت چپ و راست جابه جایی حرارتی با ضریب تقریباً یکسان وجود دارد اما k در جهت x افزایش می یابد.

۳۶- در جریان داخل لوله چنانچه سرعت متوسط دو برابر شود ولی هنوز هم در رژیم آرام باشیم ضریب انتقال حرارت جابه جایی چند برابر می شود؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) ۲ (۳) تغییری نمی کند. (۴) $2^{0.8}$

۳۷- آب در دمای 20°C با دبی جرمی $0.5 \frac{\text{kg}}{\text{sec}}$ وارد لوله ای به قطر 2.5 سانتی متر شده و براساس میعان بخار اشباع

70°C بر روی سطح لوله، گرم می شود. اگر ضریب انتقال حرارت جابه جایی متوسط در داخل لوله برابر $800 \frac{\text{Wat}}{\text{m}^2\text{C}}$

باشد، طول مورد نیاز لوله برای آن که دمای خروجی آب برابر 62°C باشد، به کدام مورد نزدیکتر است؟ (برحسب متر)

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{(T_s - T_i) - (T_s - T_e)}{\ln \frac{T_s - T_i}{T_s - T_e}}$$

عدد $\pi = 3$

عدد e یا عدد نیپر 2.718

$C_p = 4000 \frac{\text{J}}{\text{KgK}}$ متوسط برای آب

(۱) ۲۸

(۲) ۴۲

(۳) ۵۳

(۴) ۶۷

۳۸- آب در دمای $T_{m,i}$ با دبی \dot{m} وارد لوله ای به طول L می شود حرارت داده شده از دیواره لوله به آب بر واحد طول

از رابطه $q'_s = \left(\frac{W}{m}\right) = ax$ به دست می آید که در آن x برحسب متر از دهانه ورودی اندازه گیری شده است و a

عدد ثابت است. با استفاده از موازنه انرژی برای یک حجم کنترل دیفرانسیلی توزیع دمای $T_m(x)$ کدام است؟

$$T_m(x) = T_{m,i} + \frac{ax^2}{2\dot{m}C_p} \quad (2)$$

$$T_m(x) = T_{m,i} + \frac{axL}{\dot{m}C_p} \quad (1)$$

$$T_m(x) = T_{m,i} + \frac{a}{2\dot{m}C_p} \quad (4)$$

$$T_m(x) = T_{m,i} + \frac{ax}{\dot{m}C_p} \quad (3)$$

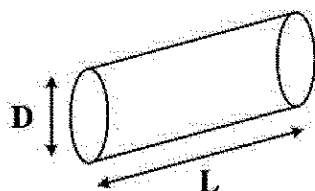
۳۹- در مبحث میعان بر روی یک استوانه افقی، کدام رابطه برای عدد رینولدز صحیح است؟

$$\frac{2\dot{m}}{\mu L} \quad (1)$$

$$\frac{2\dot{m}}{\mu D} \quad (2)$$

$$\frac{4\dot{m}}{\pi D \mu} \quad (3)$$

$$\frac{4\dot{m}}{\pi D L \mu} \quad (4)$$



۴۰- می‌دانیم که مبدل‌های حرارتی (Heat Exchanger) هم از نظر جریان‌ها و هم از نظر هندسی متفاوت می‌باشند و نرخ گرمای انتقال یافته در مبدل‌ها از رابطه $q = FAU\Delta T_{LM}$ محاسبه می‌شود. حداقل و حداکثر مقدار F قابل قبول از دیدگاه علمی کدام است؟

- (۱) ۱ و ۰
- (۲) ۰ و ∞
- (۳) ۱ و ۰/۷
- (۴) ۱ و -۱

۴۱- در یک مبدل حرارتی با جریان ناهمسو، تعداد واحدهای انتقال از رابطه $NTU = \frac{1}{C_r - 1} \ln \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon C_r - 1} \right)$ محاسبه می‌شود. اگر از این مبدل به عنوان یک دستگاه جوش‌آور برای تبدیل مایع اشباع به بخار اشباع استفاده شود، با فرض $NTU = 1$ کارایی مبدل (ε) کدام است؟ ($e = 2.718$)

$$\left(C_r = \frac{C_{min}}{C_{max}} \right)$$

- (۱) ۰/۴
- (۲) ۱
- (۳) ۰/۶
- (۴) ۰/۵

۴۲- یک مبدل حرارتی Single Pass برای گرم کردن $\frac{162000 \text{ Lbm}}{\text{hr}}$ آب از درجه حرارت 80°F تا درجه حرارت 120°F براساس میعان بخار اشباع و تبدیل آن به مایع اشباع در سمت پوسته طراحی شده است. قطر هر لوله $1/4$ فوت و ضخامت آن ناچیز است. اگر سرعت آب در داخل لوله برابر $5 \frac{\text{ft}}{\text{sec}}$ باشد، تعداد لوله‌ها (n) و طول هر لوله (L) بر حسب فوت کدام است؟ (دانسیته متوسط آب برابر $60 \frac{\text{Lbm}}{\text{ft}^3}$ و C_p متوسط آب برابر $1 \frac{\text{Btu}}{\text{Lbm}^\circ\text{F}}$ می‌باشد. عدد π را ۳ در نظر بگیرید.)

$$\Delta T_{LM} = 120^\circ\text{F}$$

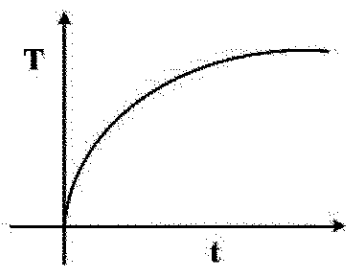
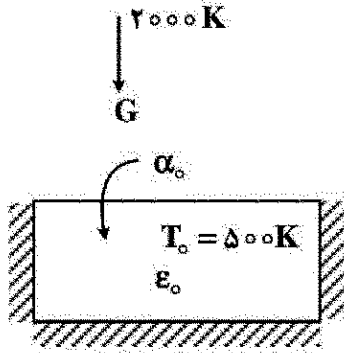
$$h_i = 5000 \frac{\text{Btu}}{\text{hrft}^2^\circ\text{F}}, \quad h_o = 10000 \frac{\text{Btu}}{\text{hrft}^2^\circ\text{F}}$$

- (۱) $L = 25$, $n = 15$
- (۲) $L = 27$, $n = 20$
- (۳) $L = 30$, $n = 25$
- (۴) $L = 22$, $n = 18$

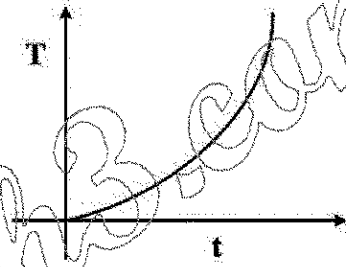
۴۳- توان تشری طیفی جسم سیاه ایدئال $E_{b\lambda}$ در طول موج با تابش ماکزیمم λ_{max} با توان چندم دمای مطلق بستگی دارد؟

- (۱) سوم
- (۲) چهارم
- (۳) پنجم
- (۴) توان اول طبق قانون Wien

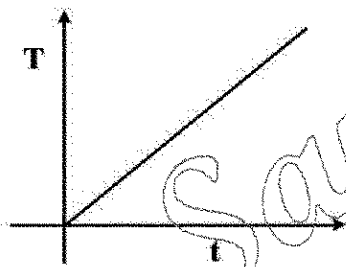
۴۴- جسمی مطابق شکل با دمای اولیه 500K در معرض تابش ورودی دیفیوز G قرار داد. منبع تابش به جسم در دمای 2000K قرار داشته و ضریب نشر و جذب جسم در لحظه اول به ترتیب ϵ_0 و α_0 می باشد. کدام مورد پروفایل تقریبی تغییرات دما با زمان جسم را نشان می دهد؟



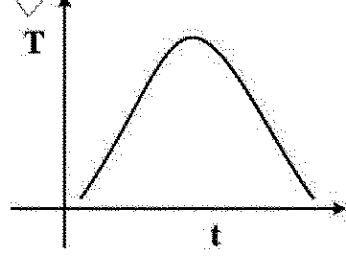
(۲)



(۱)



(۴)

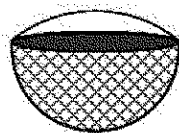


(۳)

۴۵- نیمکره ای توخالی که نصف دهانه آن نیز پوشیده است (مطابق شکل های زیر) را در نظر بگیرید. اگر این نیمکره از سطح داخلی و بیرونی خود با اتاق بزرگی که در آن قرار گرفته است تبادل حرارت تشعشعی داشته باشد، ضریب دید کلی (Shape Factor) این نیمکره نسبت به اتاق کدام است؟



اتاق بزرگی



- (۱) $\frac{1}{5}$
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) $\frac{4}{5}$
(۴) $\frac{1}{3}$

ترمودینامیک:

۴۶- اگر فشار گازی واقعی در دمای ثابت به سمت صفر برود، آنگاه کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

- (۱) حجم مخصوص آن برابر حجم مخصوص گاز کامل خواهد شد.
- (۲) حجم مخصوص آن لزوماً از حجم مخصوص گاز کامل کمتر می شود.
- (۳) حجم مخصوص آن لزوماً از حجم مخصوص گاز کامل بیشتر می شود.
- (۴) حاصل ضرب فشار در حجم مخصوص آن لزوماً به سمت ثابتی میل خواهد کرد.

۴۷- درون مخزن کاملاً صلبی یک مایع سرد (فشرده) وجود دارد. در صورتی که ضریب انبساط حجمی (β) برابر $10^{-6} (^{\circ}\text{F})^{-1}$ و ضریب تراکم ایزوترمال (K) آن مایع برابر $(\text{atm})^{-1} 4/5 \times 10^{-7}$ باشد و حالت اولیه آن مایع در داخل مخزن $T_1 = 25^{\circ}\text{C}$ و $P_1 = 1 \text{ atm}$ باشد و به آن مخزن کمی گرما بدهیم تا دما به 40°C افزایش یابد، فشار داخل مخزن تقریباً چند اتمسفر است؟

(۲) ۵/۱

(۱) ۱/۵

(۴) ۱۵

(۳) ۵۱

۴۸- معادلات زیر برای نمایش M_1 و M_2 یک سیستم همگن دو جزئی در دمای T و فشار P داده شده است:

$$\begin{cases} \bar{M}_1 = M_1 + a + (b-a)x_1 - bx_1^2 \\ \bar{M}_2 = M_2 + a + (b-a)x_2 - bx_2^2 \end{cases}$$

که در آن a و b مستقل از یکدیگر و توابعی از P و T می باشند. کدام یک از عبارات زیر برای این دو رابطه صحیح است؟

- (۱) این دو رابطه همیشه معتبرند.
 - (۲) این دو رابطه برای بعضی از خواص معتبرند.
 - (۳) این دو رابطه در حالت کلی معتبر نیستند.
 - (۴) راجع به اعتبار این روابط اظهار نظری نمی توان کرد.
- ۴۹- راجع به تحول پلی تروپیک رورسیبل و تحول آدیاباتیک رورسیبل کار کامل با گرمای ویژه ثابت کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

- (۱) مقدار تغییر (PV) یکسان است.
- (۲) مقدار تغییر آنتالپی مخصوص یکسان است.
- (۳) مقدار تغییر انرژی داخلی مخصوص یکسان نیست.
- (۴) مقدار کار تحول پلی تروپیک رورسیبل از مقدار کار تحول آدیاباتیک رورسیبل بیشتر است.

۵۰- برای یک مخلوط همگن دو جزئی در یک دما و فشار مشخص، معادله زیر وجود دارد. مقدار \bar{M}_2^{∞} کدام است؟

(می دانیم که $M_2 = 30$ ، واحدها اختیاری و هماهنگ است.)

$$\bar{M}_1 = 2x_1^2 - 3x_2^2 + 6x_2 + 18$$

(۱) ۲۸

(۲) ۳۱

(۳) ۳۲

(۴) ۳۴

۵۱- در مخزنی عایق در فشار یک اتمسفر مقداری آب مایع بسیار خالص در حالت تأخیر در انجماد در دمای (-2°C) معادل $271/15$ کلوین وجود دارد. یک کریستال بسیار کوچک یخ به درون آب می اندازیم. کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

(۱) همه آب یخ می زند و در نهایت یخ در صفر درجه سانتی گراد خواهیم داشت.

(۲) در نهایت داخل ظرف آب مایع در نقطه سه گانه خواهیم داشت.

(۳) با توجه به آنکه کریستال یخ بسیار کوچک است اتفاق خاصی نمی افتد.

(۴) مقداری از آب یخ می زند و در نهایت آب و یخ در حالت تعادل در صفر درجه سانتی گراد خواهیم داشت.

۵۲- بر روی پشت بام یک برج ساختمانی بزرگ یک منبع آب رویاز بزرگ (با سطح مقطع زیاد) پر از آب قرار دارد. در اثر حادثه ای یک سوراخ بسیار کوچک در نقطه ای از بدنه (سطح جانبی منبع) به فاصله 50 cm از سطح آزاد آب در منبع ایجاد می شود. سرعت خروجی آب از این سوراخ بسیار کوچک بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟ (شتاب ثقل زمین را ده متر بر مجذور ثانیه فرض کنید).

(۲) $3/1$

(۴) $4/1$

(۱) $2/1$

(۳) $3/9$

۵۳- یک کمپرسور فرضی یک گاز کامل را به طور ایزوترمال رورسیل در دمای 300 K و در حالت یکنواخت از فشار ۵ اتمسفر به فشار ۳۰ اتمسفر می رساند اگر دبی آن گاز کامل ۱۰ گرم مول بر ثانیه باشد مقدار توان مصرفی کمپرسور تقریباً چند کیلووات است؟ $(R=8\frac{\text{J}}{\text{mol K}}, \ln 2=0.7, \ln 3=1.1)$

(۲) $43/2$

(۴) 43250

(۱) $21/6$

(۳) 432

۵۴- انرژی آزاد گیبس یک مخلوط دو جزئی گازی از رابطه $\frac{G}{RT} = (180 + 200T)(x_1 - x_2)$ به دست می آید. در این صورت مقدار \bar{H}_1^{∞} در این مخلوط کدام است؟

(۴) -200

(۳) $-200RT^2$

(۲) $-200T$

(۱) صفر

۵۵- ضریب تراکم پذیری یک مخلوط گازی سه جزئی برابر 0.8 و فشار برابر 40 اتمسفر می باشد. در صورتی که برای آن مخلوط معادله ویرال به شکل $Z = 1 + B'P$ صادق باشد فوگاسیته آن مخلوط تقریباً چند اتمسفر است؟

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

(۲) $30/8$

(۴) $38/2$

(۱) $26/4$

(۳) $32/8$

۵۶- برای یک محلول دو جزئی مایع در دما و فشار ثابت داریم $\frac{G^E}{RT} = \beta x_1 x_2$ که در آن β مقدار ثابتی است و برای هر دو سازنده مدل لوئیس رندال صادق می باشد. در این صورت تابع $\left(\frac{G^E}{RT}\right)^1$ برابر کدام است؟

(۲) $-\beta x_1^2$

(۴) $(\beta - 1)x_1^2$

(۱) $-\beta x_2^2$

(۳) $(\beta - 1)x_1 x_2$

۵۷- دو گرم مول گاز کامل الف را با سه گرم مول گاز کامل ب در دما و فشار ثابت مخلوط می‌کنیم. تغییر آنتروپی به علت اختلاط بر حسب کالری بر کلوین تقریباً برابر کدام است؟

$$R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{mole K}}$$

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

$$6.6 \quad (2)$$

$$2.3 \quad (1)$$

$$19.8 \quad (4)$$

$$13.2 \quad (3)$$

۵۸- تعداد مول‌های مساوی از دو گاز واقعی مختلف را در دما و فشار ثابت مخلوط می‌کنیم. در صورتی که معادله ویرال به شکل $Z = 1 + B'P$ همیشه صادق باشد، تغییر حجم به علت اختلاط به ازای واحد مول مخلوط کدام است؟ (بی‌دانیم که $B_{11} = -25$ و $B_{22} = -20$ و $B_{12} = -30$ ، واحدها همه اختیاری و دلخواه می‌باشند).

$$-3.75 \quad (2)$$

$$1.25 \quad (1)$$

$$-2.5 \quad (4)$$

$$-0.625 \quad (3)$$

۵۹- برای یک سیستم دو جزئی مایع بخار تعادلی (VLE) داریم $P_1^{\text{sat}} = 5$ و $P_2^{\text{sat}} = 2$ و برای فاز مایع داریم: $\frac{G^E}{RT} = 1/1 x_1 x_2$ و فشار سیستم زیاد نیست. معادله منحنی حباب از کدام یک از روابط زیر به دست می‌آید؟ (واحدها اختیاری و هماهنگ است).

$$P = \Delta x_1 e^{-1/1(1-x_2)^2} + 2(1-x_1) e^{-1/1 x_1^2} \quad (1)$$

$$P = \Delta x_1 e^{-1/1(1-x_1)^2} + 2(1-x_1) e^{-1/1 x_1^2} \quad (2)$$

$$P = \Delta x_1 e^{1/1(1-x_2)^2} + 2(1-x_1) e^{1/1 x_1^2} \quad (3)$$

$$P = \Delta x_1 e^{1/1(1-x_1)^2} + 2(1-x_1) e^{1/1 x_1^2} \quad (4)$$

۶۰- سیلندر و پیستونی محتوی ۱۰ کیلوگرم گاز واقعی می‌باشد. اگر این گاز را به صورت ایزوثرمال رورسپبل در دمای ثابت ۳۰۰K از فشار ۰.۱MPa تا ۲۰MPa متراکم کنیم تغییر انرژی آزاد هلمهولتز آن به‌طور تقریبی چند کیلوژول است؟ (معادله ویرال به صورت $Z = 1 + B'P$ صادق است و ثابت عمومی آن گاز $R = 0.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$ می‌باشد).

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

$$2260 \quad (2)$$

$$6360 \quad (1)$$

$$236 \quad (4)$$

$$636 \quad (3)$$

۶۱- شیر متصل به یک مخزن خالی عایق به حجم معین را به آهستگی باز می‌کنیم تا هوا در شرایط ۳۰۰K و فشار یک بار وارد مخزن شود و وقتی جریان هوا به داخل مخزن قطع شد شیر را می‌بندیم. در صورتی که هوا گاز کامل با گرمای ویژه

ثابت $(\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1.5)$ فرض شود تغییر خالص آنتروپی این تحول بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم بر کلوین کدام است؟

$$R = 0.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}, \quad \ln 2 = 0.7, \ln 3 = 1.1, \ln 5 = 1.6$$

$$0.36 \quad (2)$$

$$0.18 \quad (1)$$

$$0.72 \quad (4)$$

$$0.48 \quad (3)$$

۶۲- حجم یک مخلوط دو سازنده‌ای در دما و فشار ثابت با رابطه $V(\text{cm}^3/\text{gmol}) = 2x_1 + x_2/2 - x_1x_2$ داده می‌شود که در آن x_1 و x_2 به ترتیب کسر مولی سازنده‌های ۱ و ۲ است. حجم مولی جزئی یا پاره‌ای $(\text{cm}^3/\text{gmol})$ سازنده‌های ۱ و ۲ در $x_1 = 0.4$ به ترتیب تقریباً برابر کدام مورد است؟

- (۱) ۱/۹ و ۰/۳۵
(۲) ۱/۸ و ۰/۲۵
(۳) ۱/۶ و ۰/۳۰
(۴) ۱/۵ و ۰/۲۵

۶۳- فوگاسیته جزء (۱) در یک سیستم دو جزئی در دمای T و فشار P طبق رابطه $\ln \frac{\hat{f}_1}{x_1} = 2 - 3x_1^2 + 2x_1^3$ داده شده است. ثابت Henry جزء (۱) تقریباً چقدر است؟ (واحدها هماهنگ و اختیاری است).

$$\text{EXP}(1) = 2.718$$

$$\text{EXP}(2) = 7.4, \text{EXP}(3) = 2.0$$

$$2.0 \quad (2)$$

$$7.4 \quad (4)$$

$$0 \quad (1)$$

$$2.718 \quad (3)$$

۶۴- برای یک مخلوط دو جزئی رابطه تجربی زیر برقرار است. عبارات‌های صحیح برای ثابت هنری جزء (۱) و فوگاسیته خالص جزء (۱) کدام است؟ $(\hat{f}_1 = 2x_1 \exp(x_1^2 - 2x_1^3))$

$$\begin{cases} k_1 = 2 \exp(1) \\ f_1 = 2 \exp(-2) \end{cases} \quad (2) \quad \begin{cases} k_1 = \exp(-2) \\ f_1 = \exp(1) \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} k_1 = 2 \exp(-2) \\ f_1 = \exp(2) \end{cases} \quad (4) \quad \begin{cases} k_1 = 2 \exp(2) \\ f_1 = \exp(-2) \end{cases} \quad (3)$$

۶۵- یک جسم فلزی بزرگ به جرم هزار کیلوگرم و به دمای 600K و گرمای ویژه 10 کیلوژول بر کیلوگرم بر کلوین درون هوای آزاد به دمای 300K وجود دارد. با استفاده از این قطعه فلزی حداکثر کار قابل تصویری که می‌توان گرفت تقریباً چند کیلوژول است؟

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

$$900000 \quad (2)$$

$$150000 \quad (1)$$

$$1500000 \quad (4)$$

$$9000000 \quad (3)$$

مکانیک سیالات:

۶۶- لایه‌ای از روغن بین دو صفحه موازی در حرکت است. صفحه پایینی ساکن و صفحه بالایی با سرعت V_0 حرکت می‌کند. اگر پروفایل سرعت با رابطه زیر داده شود، تنش برشی وارد بر صفحه متحرک کدام است؟ (فاصله صفحات را d در نظر بگیرید. a ثابت است. $V^2 = ay$)

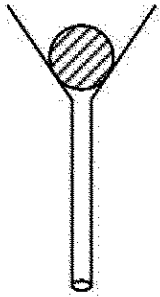
$$\tau_w = \frac{\mu V_0}{2d} \quad (2)$$

$$\tau_w = \frac{\mu V_0}{d} \quad (1)$$

$$\tau_w = \mu V_0 \frac{\sqrt{y}}{d} \quad (4)$$

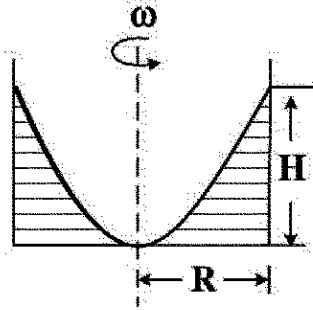
$$\tau_w = \mu V_0 \frac{y}{\sqrt{d}} \quad (3)$$

۶۷- یک توپ پینگ پنگ مطابق شکل زیر داخل یک قیف آزمایشگاهی قرار دارد. در صورتی که با دهان به داخل لوله قیف دمیده شود چه اتفاقی برای توپ خواهد افتاد؟



- (۱) توپ از قیف بیرون نمی افتد.
- (۲) اگر هوا شدید دمیده شود بیرون خواهد افتاد.
- (۳) توپ در ارتفاعی بالاتر قرار گرفته و احتمالاً از قیف بیرون می افتد.
- (۴) ابتدا توپ تا ارتفاعی بالا رفته و سپس در ارتفاعی پایین تر قرار می گیرد.

۶۸- ظرف استوانه ای روباز به شعاع R به شکل زیر حول محور خود دوران می کند. ارتفاع مایع در دیواره های ظرف H و در محور ظرف صفر است. سرعت زاویه ای (ω) دوران ظرف کدام است؟



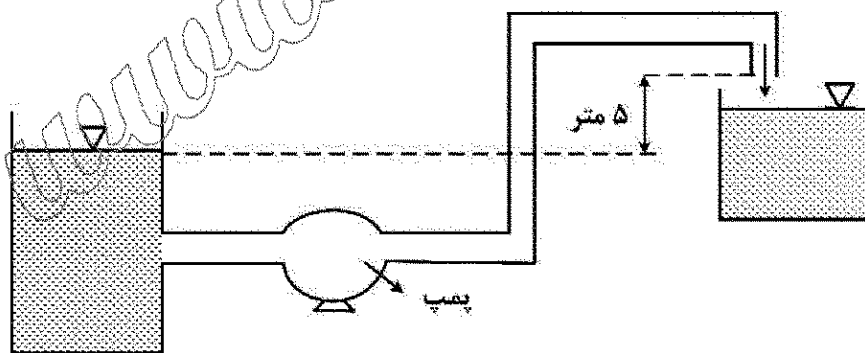
- (۱) $\frac{\sqrt{2gH}}{R} \text{ s}^{-1}$
- (۲) $\frac{\sqrt{gH}}{R} \text{ s}^{-1}$
- (۳) $\frac{\sqrt{2gH}}{R} \text{ s}^{-1}$
- (۴) $\frac{\sqrt{gH}}{R} \text{ s}^{-1}$

۶۹- با توجه به شکل زیر، اگر سرعت آب خروجی از لوله به مخزن دوم برابر $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و قطر لوله ای که آب را به مخزن دوم

هدایت می کند 10 cm و افت انرژی کلی سیستم برابر $4 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ باشد، توان پمپ بر حسب وات برابر کدام گزینه

است؟ (راندمان پمپ 60% ، عدد π برابر ۳ و دانسیته آب $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است. هر دو مخزن، مخزن ذخیره بزرگ سرباز

هستند. $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

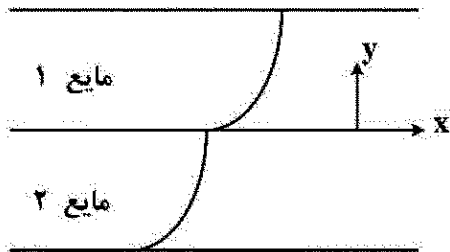


- (۱) ۱۰۰۰
- (۲) ۱۵۰۰
- (۳) ۲۰۰۰
- (۴) ۲۵۰۰

- ۷۰- دو مایع مخلوطنشده نیوتنی به صورت پایا بین دو صفحه موازی تحت تأثیر گرادیان فشار اعمال شده جریان می یابد. صفحه پایینی ثابت و صفحه بالایی با سرعت $10 \frac{m}{s}$ حرکت می کند. در صورت برقرار بودن روابط زیر برای v_1 و v_2 ، نسبت ویسکوزیته دو مایع $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ برابر کدام است؟

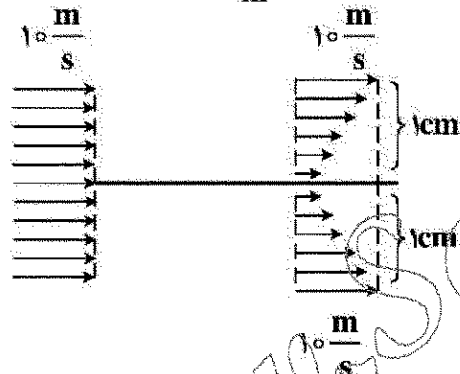
$$v_1 = 6 + 9/5y - 3y^2 \quad -0.5 \leq y \leq 0$$

$$v_2 = 6 + 7/5y - 9y^2 \quad 0 \leq y \leq 0.5$$



- (۱) $\frac{1}{3}$
(۲) $\frac{3}{2}$
(۳) $\frac{19}{15}$
(۴) $\frac{15}{19}$

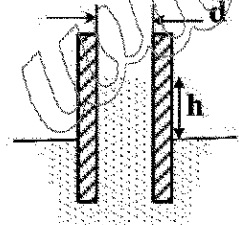
- ۷۱- صفحه بزرگی به عمق واحد مطابق شکل زیر، در مسیر جریان از یک سیال به چگالی $\rho = 1 \frac{kg}{m^3}$ قرار گرفته است.



مقدار نیروی وارد بر صفحه برابر چند نیوتن است؟

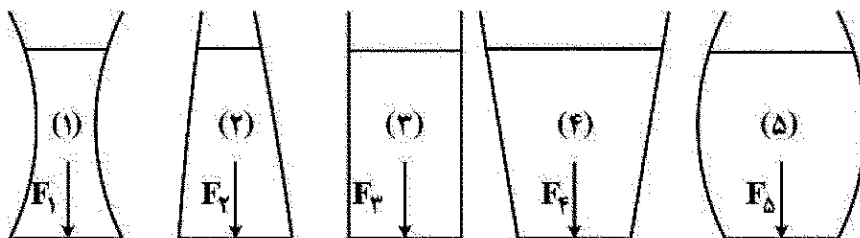
- (۱) $\frac{2}{3}$
(۲) $\frac{1}{3}$
(۳) $\frac{4}{3}$
(۴) $\frac{1}{3}$

- ۷۲- دو صفحه شیشه‌ای تمیز و موازی داخل ظرفی از آب قرار داده شده‌اند. اگر فاصله صفحات $1 mm$ باشد، افزایش ارتفاع آب در فضای بین دو صفحه چند میلی متر است؟ ($\sigma = 0.072 \frac{N}{m}$, $g = 10 \frac{m}{s^2}$)



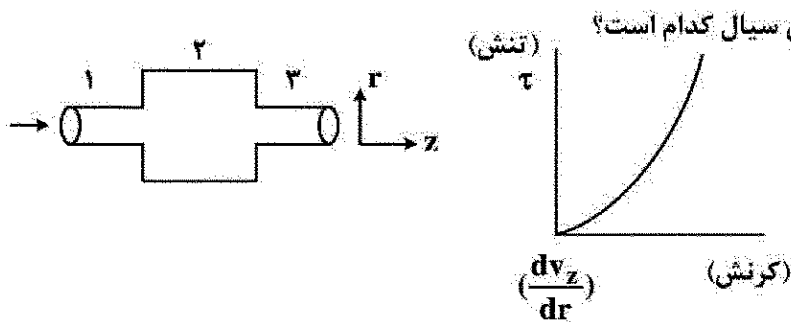
- (۱) ۷
(۲) ۱۰
(۳) ۱۴
(۴) ۴۵

- ۷۳- اگر مساحت کف مخازن شکل زیر با یکدیگر برابر باشد، کدام مورد صحیح است؟ (سیال همه ظروف یکسان است)



- (۱) $F_1 < F_2 = F_3 = F_4 < F_5$
(۲) $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5$
(۳) $F_1 > F_2 > F_3 > F_4 > F_5$
(۴) $F_1 < F_2 < F_3 < F_4 < F_5$

۷۴- منحنی جریان سیالی به صورت زیر می باشد. این سیال از درون سه لوله سری شده مطابق شکل زیر عبور می کند.



(۱) $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$

(۲) $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$

(۳) $\mu_1 > \mu_3 > \mu_2$

(۴) $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

۷۵- در به هم زدن یک مخلوط امولسیون از یک تیغه توربینی استفاده می شود. یک عدد بی بعد مؤثر این سیستم

توربین و D دانسیته سیال است. با توجه به اطلاعات زیر اگر نیروی محرکه در مقیاس آزمایشگاهی برابر 25 kgf باشد، نیروی محرکه در مقیاس صنعتی چند kgf است؟

مقیاس آزمایشگاهی	مقیاس صنعتی	سرعت چرخشی تیغه توربینی، دور بر دقیقه	قطر تیغه توربینی، متر
۵/۵	۴	۴۰۰	
		۱۰۰	

(۴) ۲۰۰

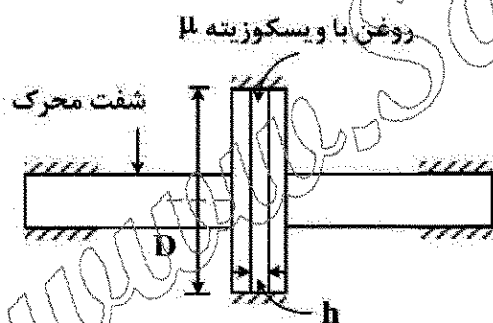
(۳) ۱۰۰

(۲) ۵۰

(۱) ۴۰

۷۶- سیستم کلاچ نشان داده شده برای انتقال گشتاور از شفت محرک به شفت مقابل استفاده می شود. اگر شفت محرک با

سرعت زاویه ای ω_1 و شفت مقابل با سرعت زاویه ای ω_2 بچرخند، با فرض کوچک بودن d گشتاور منتقل شده کدام است؟



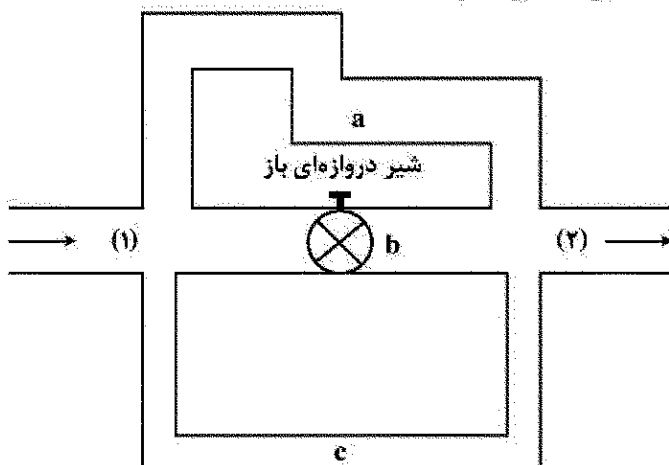
(۱) $\frac{\pi \mu (\omega_1 - \omega_2) D^3}{16h}$

(۲) $\frac{\pi \mu (\omega_1 - \omega_2) h^3}{32D}$

(۳) $\frac{\pi \mu (\omega_1 - \omega_2) h^3}{16D}$

(۴) $\frac{\pi \mu (\omega_1 - \omega_2) D^3}{32h}$

۷۷- کدام رابطه برای افت فشار بین نقاط (۱) و (۲) از سه مسیر a، b و c درست است؟



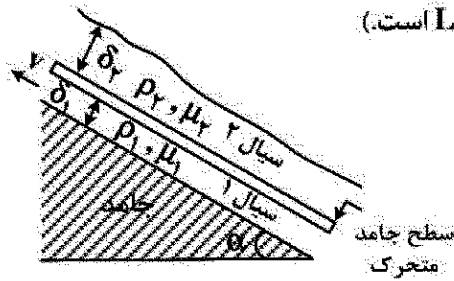
(۱) $\Delta P_a < \Delta P_c < \Delta P_b$

(۲) $\Delta P_a = \Delta P_b = \Delta P_c$

(۳) $\Delta P_a = \Delta P_c < \Delta P_b$

(۴) $\Delta P_a < \Delta P_b < \Delta P_c$

۷۸- بر روی یک سطح شیب‌دار دو لایه سیال نیوتنی غیرقابل امتزاج مطابق شکل زیر در حال جاری شدن هستند. یک صفحه جامد دقیقاً در مرز مشترک دو سیال قرار دارد. مقدار نیروی لازم برای کشیدن سطح جامد با سرعت ثابت v کدام است؟ (عرض صفحه واحد در نظر گرفته شود و طول صفحه برابر L است).



$$F = \frac{L}{2} g \sin \alpha (\rho_1 \delta_1 + \rho_2 \delta_2) \quad (1)$$

$$F = L g \sin \alpha (\rho_1 \delta_1 + \rho_2 \delta_2) \quad (2)$$

$$F = L g \sin \alpha (\rho_1 \delta_1 - \rho_2 \delta_2) \quad (3)$$

$$F = \frac{L}{2} g \sin \alpha (\rho_1 \delta_1 - \rho_2 \delta_2) \quad (4)$$

۷۹- حرکت پایا و دو بعدی یک سیال را در صفحه $x-y$ در نظر بگیرید. اگر مؤلفه سرعت سیال در جهت x با رابطه $u = 2xy - 2xy^2$ داده شود، کدام رابطه می‌تواند بیانگر مؤلفه سرعت در جهت y باشد؟

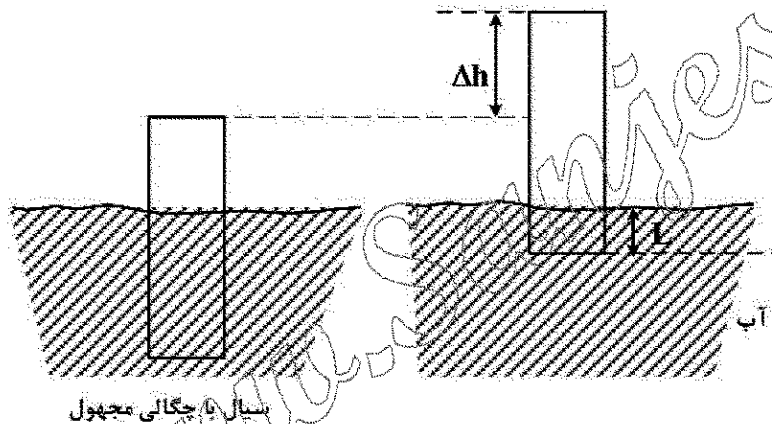
$$v = y^2 - 2xy \quad (2)$$

$$v = 2y^2 - 2xy \quad (1)$$

$$v = 2y - 4x \quad (4)$$

$$v = 2xy + 2y \quad (3)$$

۸۰- استوانه‌ای مطابق شکل زیر در آب و یکبار دیگر در یک سیال با چگالی مجهول قرار می‌گیرد. با مقایسه دو حالت، اختلاف ارتفاع Δh مشاهده می‌گردد. چگالی سیال مجهول کدام است؟



$$S = \frac{L}{1 + \frac{\Delta h}{L}} \quad (1)$$

$$S = \frac{\Delta h + 1}{L} \quad (2)$$

$$S = \frac{1}{1 + \frac{\Delta h}{L}} \quad (3)$$

$$S = \frac{L}{\Delta h + 1} \quad (4)$$

کنترل فرایند:

۸۱- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت $\frac{k}{s(s+1)(s+2)}$ است. به ازای چه مقداری از K ، سیستم مدار بسته پایدار است؟

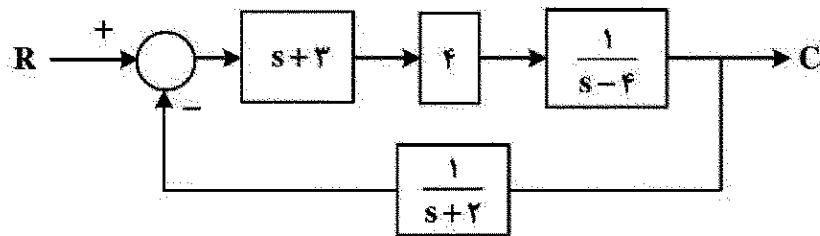
$$k > 6 \quad (1)$$

$$k < -6 \quad (2)$$

$$0 < k < 6 \quad (3)$$

$$k < 6 \quad (4)$$

۸۲- کدام گزینه در مورد مدار کنترل زیر صحیح است؟



(۱) پایدار است. (۲) ناپایدار است و دو ریشه ناپایدار کننده دارد.

(۳) ناپایدار است و یک ریشه ناپایدار کننده دارد. (۴) ناپایدار است و سه ریشه ناپایدار کننده دارد.

۸۳- تنظیم نامناسب پارامترهای کدام یک از کنترلرهای زیر برای فرایند با تابع انتقال $G(s) = \frac{1}{2s^2 + 3s + 1}$ می تواند موجب ناپایداری شود؟ (المان دیگری در مدار بسته وجود ندارد)

(۱) تناسبی با $K_c > 0$

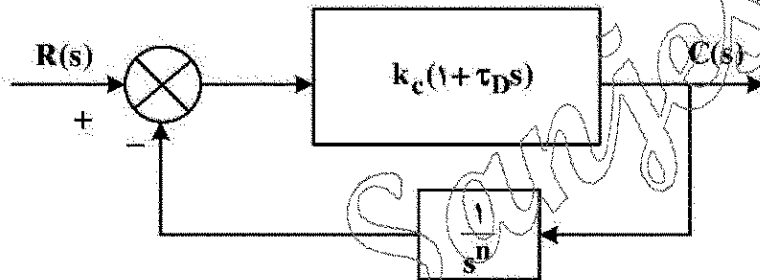
(۲) تناسبی انتگرالی با $K_c \tau_i > 0$

(۳) تناسبی مشتقی با $K_c \tau_D > 0$

(۴) سیستم مدار بسته در همه حال پایدار خواهد ماند.

۸۴- در سیستم کنترل مدار بسته شکل زیر، حداقل مقدار n برای حصول خطای ماندگار (افت کنترل) صفر نسبت به

یک ورودی سرعتی (Ramp) کدام است؟



(۱) ۲

(۲) صفر

(۳) ۳

(۴) ۱

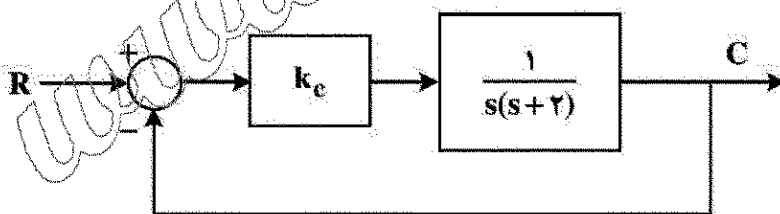
۸۵- در سیستم مقابل، در صورتی که R یک تغییر پله ای واحد کند مقدار افت کنترل (offset) چقدر است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

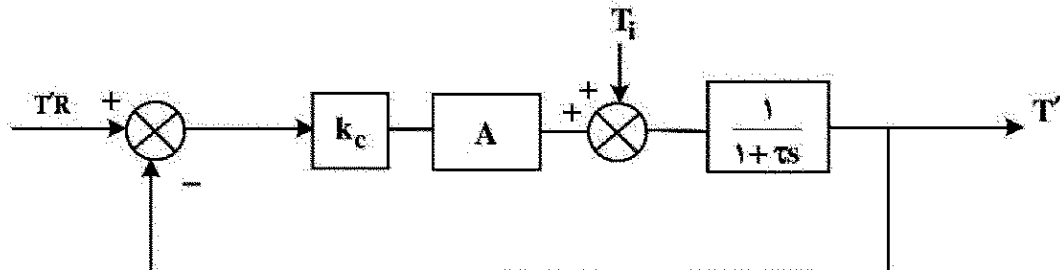
(۳) $\frac{1}{2}$

(۴) صفر



۸۶- نمودار جعبه‌ای فرایند به صورت زیر داده شده است:

به ازای تغییر پله‌ای در T_i ، مقدار خطای ماندگار (offset) کدام یک از گزینه‌های زیر است و ثابت زمانی نسبت به حالت مدار باز چه تغییری می‌کند؟ (کنترلر تناسبی است)



(۱) $\text{offset} = \frac{k_c A}{1+k_c A}$ و ثابت زمانی کمتر می‌شود. (۲) $\text{offset} = \frac{1}{1+k_c A}$ و ثابت زمانی بیشتر می‌شود.

(۳) $\text{offset} = \frac{1}{1+k_c A}$ و ثابت زمانی کمتر می‌شود. (۴) $\text{offset} = \frac{k_c A}{1+k_c A}$ و ثابت زمانی بیشتر می‌شود.

۸۷- در یک کنترل‌کننده تناسبی - انتگرالی به فرم $u = \bar{u} + k_c(e + \frac{1}{T_I} \int e dt)$ بهره و ثابت انتگرالی به ترتیب ۲ و ۵/۲ در نظر گرفته شده‌اند. در صورت تغییر پله‌ای واحد خطا، مقدار تغییر در خروجی تابع کنترل‌کننده بعد از ۵ ثانیه کدام است؟

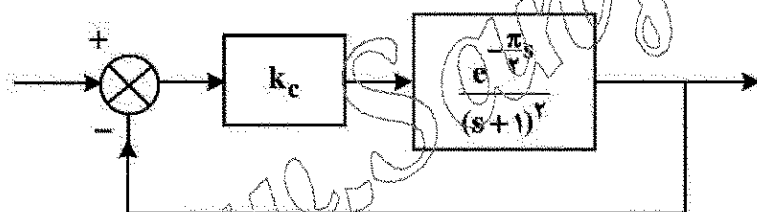
۵۲ (۴)

۴۲ (۳)

۲۵ (۲)

۲۴ (۱)

۸۸- در سیستم مدار بسته زیر برای آن که حاشیه بهره برابر ۲ باشد مقدار K_c باید برابر چند باشد؟



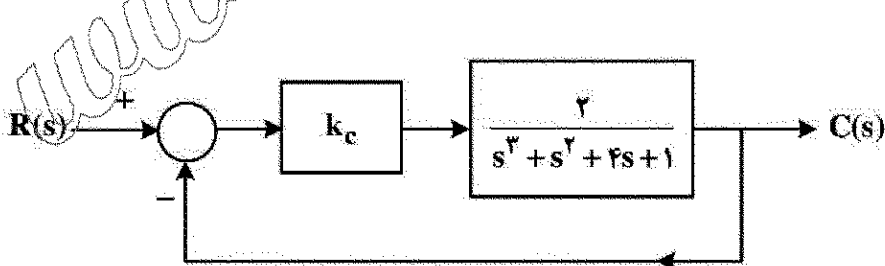
(۱) $k = \sqrt{2}$

(۲) $k = 1$

(۳) $k = \frac{1}{2}$

(۴) $k = 2\sqrt{2}$

۸۹- در حلقه کنترل بازنگر (بازخور یا feedback) زیر، بهره و فرکانس نهایی با کدام یک از موارد زیر مطابقت دارد؟



(۱) $k_{cu} = 2, \omega_u = \frac{2}{2}$

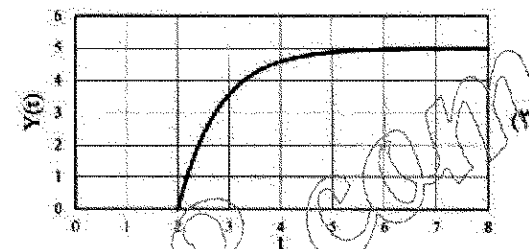
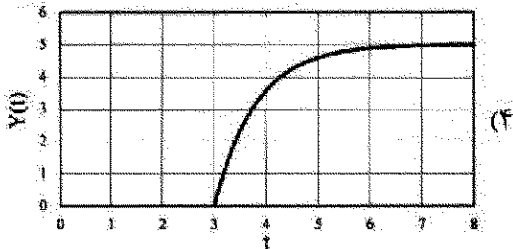
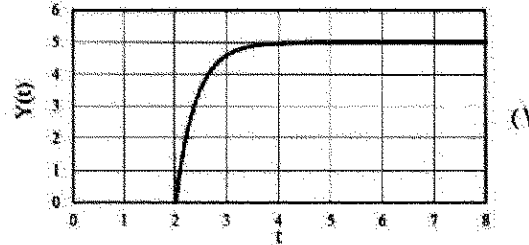
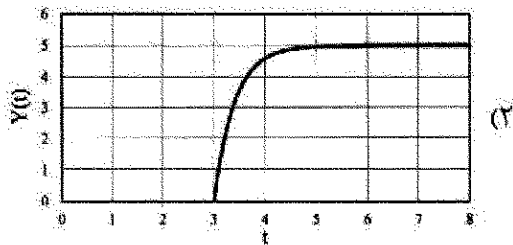
(۲) $k_{cu} = \frac{2}{2}, \omega_u = 2$

(۳) $k_{cu} = \frac{2}{2}, \omega_u = 4$

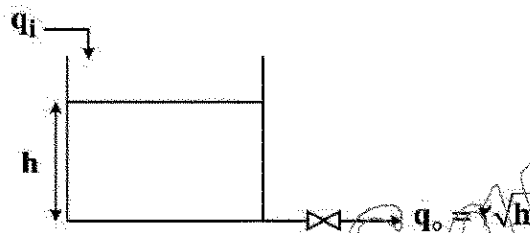
(۴) $k_{cu} = \frac{2}{3}, \omega_u = \frac{1}{2}$

۹۰- تابع انتقال یک سامانه کنترلی نسبت به ورودی پله‌ای واحد به صورت $\frac{5e^{-2s}}{s^2(s+1)}$ می‌باشد. کدام یک از نمودارهای

اشکال زیر نشان‌دهنده پاسخ سامانه است؟



۹۱- در سیستم زیر، با چهار برابر شدن ارتفاع سطح مایع، ثابت زمانی سیستم چند برابر می‌شود؟ $(G(s) = \frac{H}{Q_i})$



(۱) چهار برابر

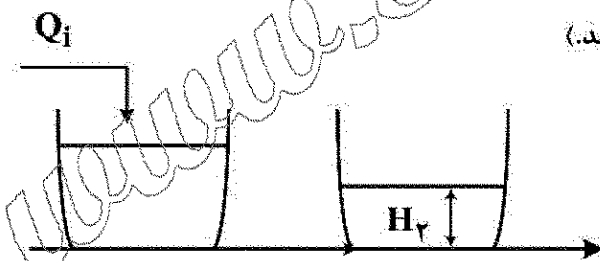
(۲) $2\sqrt{2}$ برابر

(۳) دو برابر

(۴) $\sqrt{2}$ برابر

۹۲- کدام یک از موارد زیر در مورد ضریب میرایی سیستم دو مخزن متصل به هم یا اثر متقابل صحیح است؟ (تابع

انتقال کلی $G(s) = \frac{H_r(s)}{Q_i(s)} = \frac{k}{\tau^2 s^2 + 2\tau\zeta s + 1}$ می‌باشد.)



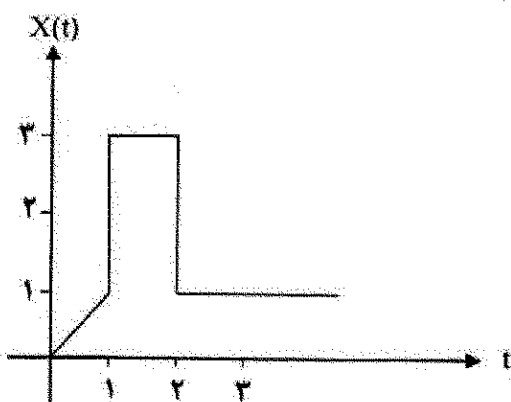
(۱) $\zeta < 0$

(۲) $\zeta = 0$

(۳) $0 \leq \zeta < 1$

(۴) $\zeta \geq 1$

۹۳- نمودار مربوط به تابع ورودی یک سیستم کنترل مطابق شکل زیر می‌باشد. تبدیل لاپلاس آن تابع کدام است؟



(۱) $X(s) = \frac{1}{s^2} (1 + 2se^{-s} - 2se^{-2s})$

(۲) $X(s) = \frac{1}{s^2} (1 + 2se^{-s} - 2se^{-2s})$

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

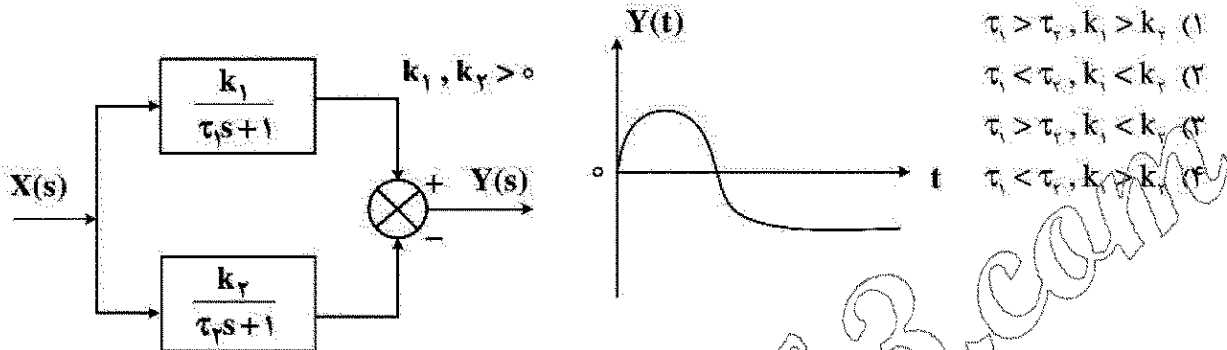
(۴) $X(s) = \frac{1}{s^2} (1 - e^{-s} + 2se^{-s} - 2se^{-2s})$

۹۴- مقدار حالت پایای خروجی سیستم به تابع انتقال $G(s) = \frac{k}{s-1}$ وقتی ورودی پله‌ای به بزرگی M به آن اعمال شود با استفاده از قضیه مقدار نهایی کدام است؟

(۱) $-K$ (۲) این قضیه در این مورد قابل استفاده نیست.

(۳) $-KM$ (۴) صفر

۹۵- نمودار جعبه‌ای یک سیستم و منحنی پاسخ آن به یک ورودی پله‌ای واحد مثبت در شکل‌های زیر داده شده است. کدام یک از روابط زیر در مورد پارامترهای این سیستم صحیح است؟



(۱) $\tau_1 > \tau_2, k_1 > k_2$

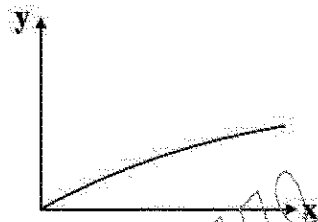
(۲) $\tau_1 < \tau_2, k_1 < k_2$

(۳) $\tau_1 > \tau_2, k_1 < k_2$

(۴) $\tau_1 < \tau_2, k_1 > k_2$

انتقال جرم و عملیات واحد (۲و):

۹۶- جهت افزایش شدت انتقال جرم در یک فرایند بین گاز - مایع، با توجه به نمودار تعادلی زیر، کدام مورد، راه حل مناسب است؟



(۱) افزایش تلاطم در هر دو فاز تا حد امکان

(۲) افزایش سرعت گاز و ایجاد اغتشاش در فاز گاز

(۳) افزایش سطح تماس مایع به کمک ایجاد فیلم نازک از مایع

(۴) قراردادن یک همزن در فاز مایع و ایجاد آشفتگی در فاز مایع

۹۷- در برج‌های سینی‌دار برای افزایش بازده سینی‌ها، ایجاد کدام یک از شرایط در محدوده‌های مناسب، می‌تواند مؤثر باشد؟

(۱) افزایش عمق مایع روی سینی‌ها همراه با افزایش سرعت گاز

(۲) کاهش قطر سوراخ‌های سینی به منظور کاهش قطر حباب‌های گاز

(۳) افزایش عمق مایع روی سینی‌ها و کاهش سرعت گاز عبوری از سوراخ‌ها

(۴) افزایش سطح تماس فاز گاز - مایع با افزایش تعداد سوراخ‌ها و کاهش عمق مایع روی سینی

۹۸- در یک برج آکنده جریان مخلوط گاز SiO_2 - air با شدت مولی کل $100 \frac{\text{kmol}}{\text{hr}}$ و درصد مولی SiO_2 برابر ۱۰ درصد

(نسبت مولی ۱/۰۱) $(Y_1 = 0.1)$ با جریانی از آب خالص با شدت مولی $9 \times 10^3 \frac{\text{kmol}}{\text{hr}}$ شستشو می‌شود. نسبت مولی SiO_2

در جریان گاز خروجی از برج به $Y_2 = 0.001$ کاهش می‌یابد. رابطه تعادلی این فرایند به صورت $Y = 10X$ است. که

در آن Y نسبت مولی SiO_2 به مول هوا در فاز گاز و X نسبت مول SiO_2 به مول آب در جریان مایع می‌باشد. تعداد

واحدهای انتقال گاز (N_{IG}) در این فرایند به‌طور تقریبی کدام است: $(\ln(90) \approx 4.5)$

(۱) ۵۰ (۲) ۴۵

(۳) ۵ (۴) ۴/۵

۹۹- برای نفوذ مولکولی در یک مخلوط دو جزئی، شار مولی جز A را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد. در کدام یک از شرایط ذکر شده در زیر، قطعاً نمی توان از این رابطه استفاده کرد؟

$$N_A = \gamma \frac{D_{ABC}}{\Delta Z} \ln \left[\frac{\gamma - \frac{C_{A2}}{C}}{\gamma - \frac{C_{A1}}{C}} \right], \quad \gamma = \frac{N_A}{N_A + N_B}$$

- (۱) وقتی نفوذ پایا و سیال ساکن باشد و شار مولی اجزا مستقل از مسیر نفوذ باشد.
(۲) وقتی نفوذ پایا و جریان آرام وجود داشته باشد و شار مولی اجزا مستقل از مسیر نفوذ باشد.
(۳) وقتی نفوذ پایا و سیال ساکن باشد و شارهای مولی، غلظت کل و ضریب نفوذ ثابت باشند.
(۴) وقتی نفوذ پایا و سیال ساکن باشد و شار مولی اجزا بدون در نظر گرفتن مسیر نفوذ، یک بعدی در راستای Z باشد.
- ۱۰۰- در یک مخلوط دو جزئی شامل A و B، مولکول های A با کسر مولی ۰/۳ در جزء ساکن B نفوذ می کنند. اگر غلظت کل مخلوط ۱۰۰ $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$ باشد و شار نفوذی مولی جزء B (J_B) برابر $۰/۰۴۲ \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ باشد، سرعت نفوذ

مولکول های A (V_A) بر حسب $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ کدام است؟

- (۱) 2×10^{-4} (۲) 2×10^{-3}
(۳) $4/6 \times 10^{-4}$ (۴) 6×10^{-4}

- ۱۰۱- در مقایسه حل شدن کریستال آبدار با کریستال خشک، در شرایط عملیاتی کاملاً یکسان، کدام گزینه درست است؟
(۱) سرعت حل شدن کریستال خشک بیشتر از کریستال آبدار است زیرا اختلاف غلظت بالاتری از سطح کریستال تا توده سیال ایجاد می کند.
(۲) سرعت حل شدن کریستال آبدار بیشتر از کریستال خشک است زیرا مولکول های آب می تواند به داخل ساختار کریستال نفوذ کرده و آن را سریعتر حل کند.
(۳) سرعت حل شدن کریستال آبدار بیشتر از کریستال خشک است، زیرا حرکت توده ایجاد شده برای کریستال آبدار بیش از کریستال خشک است.
(۴) سرعت حل شدن کریستال خشک بیشتر از کریستال آبدار است زیرا مولکول های کریستال خشک کوچکتر و ضریب نفوذ بالاتری دارند.

- ۱۰۲- در یک مخلوط دو جزئی (A و B)، مولکول های A با درصد مولی ۲۰ درصد و سرعت ۰/۰۰۲ متر بر ثانیه در جزء ساکن B حرکت می کنند. اگر غلظت کل مخلوط ۱۰۰ $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$ باشد، شار نفوذی مولی جزء A (J_A) (بر حسب $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$) برابر کدام است؟

- (۱) 42×10^{-3} (۲) $4/2 \times 10^{-3}$
(۳) 40×10^{-3} (۴) 32×10^{-3}

- ۱۰۳- در مقطعی از ستون جذب، کسر مولی جزء نفوذ کننده A به صورت $\begin{cases} y_{Ai} = 0/2 \\ x_{Ai} = 0/1 \end{cases}$ و خط تعادل $\begin{cases} y_{AG} = 0/3 \\ x_{AL} = 0/05 \end{cases}$ به صورت $y = 2x$ است. نسبت مقاومت فاز مایع به مقاومت فاز گاز کدام است؟

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) ۴

۱۰۴- کدام عبارت در مورد ستون‌های سینی‌دار و پرشده صحیح نیست؟

- (۱) ایجاد جریان‌های جانبی در ستون‌های سینی‌دار آسانتر است.
- (۲) موجودی فاز مایع در ستون‌های پرشده نسبتاً زیاد است.
- (۳) ستون‌های پرشده برای دبی مایع خیلی کم مناسب نیستند.
- (۴) ستون‌های پرشده برای سیستم کف‌زا مناسب‌ترند.

۱۰۵- اگر S در تئوری Danckwerts، نرخ نوشوندگی سطح و θ در تئوری Higbie زمان تماس گردابه با فازی باشد که از آن فاز ماده‌ای را جذب می‌کند، آن‌گاه بین این دو پارامتر در شرایط کاملاً مشابه عملیات انتقال، چه رابطه‌ای برقرار است؟

$$S = \frac{1}{\pi\theta} \quad (۱) \quad S = \frac{\pi}{\theta} \quad (۲) \quad S = \frac{4}{\pi\theta} \quad (۳) \quad S = \frac{2}{\pi\theta} \quad (۴)$$

۱۰۶- ایزوترم جذب سطحی یک جذب‌شونده (adsorbate) به روی یک جاذب سطحی (adsorbent) به صورت $y = x$

است. در این رابطه y غلظت در فاز سیال با واحد $\frac{\text{mg adsorbate}}{\text{kg solvent}}$ و x غلظت بر روی جاذب سطحی با واحد

$\frac{\text{mg adsorbate}}{\text{g adsorbent}}$ است. قرار است غلظت جذب‌شونده در 1000 kg از حلال $100 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$ به $1 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$ کاهش داده

شود. برای این منظور حلال حاوی جذب‌شونده به‌طور سری وارد دو مرحله مجزا می‌شود. در هر یک از این مراحل جاذب تازه استفاده می‌شود. مشخص کنید که در هریک از مراحل چه مقدار جاذب باید استفاده شود تا مجموع جاذب مصرفی در دو مرحله حداقل باشد؟

$$S_{S1} = 49500 \text{ g} \quad S_{S2} = 49500 \text{ g} \quad (۱)$$

$$S_{S1} = 18000 \text{ g} \quad S_{S2} = 18000 \text{ g} \quad (۲)$$

$$S_{S1} = 4500 \text{ g} \quad S_{S2} = 13500 \text{ g} \quad (۳)$$

$$S_{S1} = 9000 \text{ g} \quad S_{S2} = 9000 \text{ g} \quad (۴)$$

۱۰۷- در صورتی که همه شرایط یک برج تقطیر ثابت باشد و فقط یک جریان مایع اشباع به‌عنوان محصول جانبی از بالای سینی خوراک گرفته شود، تعداد سینی‌های برج تقطیر به کدام صورت است؟

- (۱) کم می‌شود.
- (۲) زیاد می‌شود.
- (۳) تغییری نمی‌کند.
- (۴) بسته به شرایط خوراک می‌تواند زیاد یا کم بشود.

۱۰۸- معادلات خطوط تبادل در برج تقطیر دارای ۱ خوراک و ۲ محصول به‌صورت زیر است. اگر خوراک ورودی دارای ۳۰ درصد ماده سبک‌تر و پله خوراک درست بر محل تقاطع خطوط تبادل منطبق باشد، کدام مورد صحیح است؟

$$\begin{cases} y = \frac{2}{3}x + 0.3 \\ y = 2x + 0.02 \end{cases}$$

(۱) خوراک در نقطه جوش وارد می‌شود.

(۲) خوراک به حالت بخار اشباع وارد می‌شود.

(۳) خوراک به‌صورت مخلوط مایع و بخار وارد می‌شود.

(۴) خوراک به حالت بخار سردتر از نقطه جوش وارد می‌شود.

۱۰۹- در یک سیستم تقطیر آزنوتروپی با آزنوتروپ همگن دارای انحراف منفی از قانون راولت کدام مورد صحیح است؟

x_F : جزء مولی ماده فرارتر در فاز خوراک

x_{Az} : جزء مولی ماده فرارتر در نقطه آزنوتروپ

(۱) آزنوتروپ دارای نقطه جوش حداقل است.

(۲) چنانچه $x_F > x_{Az}$ جزء سبک از بالای برج و آزنوتروپ از پایین برج خارج می شود.

(۳) ترکیب خوراک هرچه باشد، محصول پایین برج در ترکیب آزنوتروپ خارج می شود.

(۴) چنانچه $x_F < x_{Az}$ باشد، محصول پایین برج جزء سبکتر است و آزنوتروپ از بالای برج خارج می شود.

۱۱۰- در فرایند تولید اکسیژن از هوا، توسط جاذب های مختلف، معادلات تعادلی زیر به دست آمده است. کدام جاذب بهترین عملکرد را دارد؟

$$q = 2a \cdot c_{O_2}^{0.5} \quad (2)$$

$$q = a \cdot c_{O_2}^2 \quad (1)$$

$$q = 2a \cdot c_{O_2}^3 \quad (4)$$

$$q = a \cdot c_{O_2}^{0.5} \quad (3)$$

۱۱۱- در فیلتراسیون با فشار ثابت برای یک کیک با ضریب تراکم پذیری ۰٫۵، با دوبرابر شدن زمان فیلتراسیون، افت فشار چه تغییری می کند؟

(۲) چهار برابر می شود.

(۱) نصف می شود.

(۴) دو برابر می شود.

(۳) ثابت باقی می ماند.

۱۱۲- آب خروجی از مبدل با دمای $110^\circ F$ وارد برج خنک کننده شده و دمای آن به $80^\circ F$ می رسد. دمای حساب خشک و مرطوب هوا به ترتیب برابر $90^\circ F$ و $70^\circ F$ است. دمای تقریب (Approach Temp) چند درجه فارنهایت است؟

(۲) 20° درجه

(۱) 40° درجه

(۴) 30° درجه

(۳) 10° درجه

۱۱۳- برای تبخیر مایعاتی که رسوب گذار هستند، کدام نوع تبخیر کننده مناسب تر است؟

(۲) تبخیر کننده لوله کوتاه عمودی با جریان آزاد

(۱) تبخیر کننده لوله بلند عمودی با جریان آزاد

(۴) هیچ کدام

(۳) تبخیر کننده فیلمی بالارونده

۱۱۴- یک مخلوط دوجزیی با ضریب فراریت ثابت ۲ در نقطه شبنم با جزء مول 0.4 (جزء فرارتر) وارد برج تقطیر می شود. در صورتی که محصولی با 75% مولی جزء فرارتر در بالای برج مدنظر باشد، حداقل نسبت مایع برگشتی به برج کدام است؟

(۱) 1.04

(۲) 1.8

(۳) 3.5

(۴) 2.33

۱۱۵- برای افزایش راندمان یک سیستم استخراج مایع - مایع می بایست تجهیزات را کاهش دهیم. کدام یک از سیستم های زیر باید انتخاب شود؟

(۲) برج های دیسک دوار

(۱) برج های آکنده

(۴) سیستم های مخلوط کننده - ته نشین کننده

(۳) برج های ضربه ای

طرح راکتورهای شیمیایی

۱۱۶- واکنش فاز گاز $2A \rightarrow 5B$ که از درجه دوم است در یک راکتور پلاگ (لوله‌ای پیوسته) در فشار و دمای ثابت انجام می‌شود. اگر خوراک از ۴۰٪ ماده A و الباقی گاز خنثی تشکیل شده باشد و ۷۰٪ خوراک مذکور در این واکنش تبدیل شود، آنگاه شدت جریان حجمی خروجی از راکتور نسبت به ورودی این کمیت، چند درصد افزایش می‌یابد؟

۷۲ (۲)

۵۲ (۱)

۴۲ (۴)

۶۲ (۳)

۱۱۷- در واکنش‌های
$$\begin{cases} A \xrightarrow{K_1} B, \quad r_B = K_1 C_A^2 \\ A \xrightarrow{K_2} C, \quad r_C = K_2 C_A \\ A \xrightarrow{K_3} D, \quad r_D = K_3 C_A \end{cases}$$
 راندمان یا بهره لحظه‌ای گونه B از کدام یک از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود؟

$$\frac{K_1 C_A}{K_1 C_A + K_2 + K_3} \quad (۲)$$

$$\frac{K_1 C_A}{K_1 C_A + K_2} \quad (۱)$$

$$\frac{K_1 C_A}{K_2 + K_3} \quad (۴)$$

$$\frac{K_1 C_A + K_2 + K_3}{K_1 C_A} \quad (۳)$$

۱۱۸- واکنش فاز مایع ابتدایی $2A \rightarrow 2P$ در یک راکتور دوره‌ای با ضریب بازگشت $R=3$ انجام می‌شود. در صورتی که خوراک A خالص با غلظت اولیه یک مولار وارد راکتور گردد، میزان تبدیل خوراک A برابر ۸۰٪ می‌باشد. اگر جریان برگشتی متوقف گردد، با فرض ثابت ماندن سایر شرایط، میزان تبدیل خوراک A کدام است؟

۹۱٪ (۴)

۸۵٪ (۳)

۸۰٪ (۲)

۷۴٪ (۱)

۱۱۹- واکنش $A+B \rightarrow C$ در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده همزن دار (mixed) انجام می‌شود. اگر $-r_A = 0.6 C_A$ (مولار بر دقیقه)، غلظت خوراک ۱/۵ مولار و دبی حجمی خوراک ۰/۵ لیتر بر دقیقه باشد، آنگاه حجم مورد نیاز راکتور برای تبدیل ۶۰٪ A چند لیتر است؟

۱/۲۵ (۴)

۱/۵ (۳)

۱/۷۵ (۲)

۲ (۱)

۱۲۰- واکنش تعادلی و ابتدایی $A \xrightleftharpoons{K_1}{K_2} B$ در حال انجام است. اگر غلظت‌های اولیه A و B به ترتیب برابر با ۷ و ۳ مولار باشند و همچنین ثابت تعادلی مربوطه K برابر با ۳ باشد، آنگاه غلظت تعادلی B چند مول بر لیتر است؟

۷/۵ (۴)

۶/۵ (۳)

۸/۵ (۲)

۵/۵ (۱)

۱۲۱- واکنش دهنده خالص A در یک واکنش درجه اول فاز گاز با استوکیومتری $2B \xrightarrow{K} 6A$ درون یک راکتور ناپیوسته تحت فشار ثابت به ماده B تبدیل می‌شود. اگر حجم سیستم در مدت ۱۰ دقیقه ۲۰٪ کاهش یابد در این صورت ثابت سرعت واکنش بر حسب دقیقه کدام یک از موارد زیر است؟ $(\ln 0.7 = -0.35)$

۰/۰۴ (۴)

۰/۰۳۵ (۳)

۰/۰۴۵ (۲)

۰/۰۳ (۱)

۱۲۲- واکنش $3A + 2B \rightarrow 5C + \frac{2}{3}D$ در یک راکتور ناپیوسته با حجم مولی ثابت محتوی واکنش انجام می شود. اگر غلظت های اولیه مواد A, B, C و D به ترتیب برابر با ۴, ۸, ۴ و ۲ مولار باشند آنگاه رابطه بین غلظت های اجزاء A و D در این واکنش کدام است؟

$$C_A = 14 - 5/5 C_D \quad (۲)$$

$$C_A = 14 - 4/5 C_D \quad (۱)$$

$$C_A = 13 - 5/5 C_D \quad (۴)$$

$$C_A = 13 - 4/5 C_D \quad (۳)$$

۱۲۳- واکنش درجه دوم $A \rightarrow R$ در یک راکتور لوله ای پیوسته (پلاگ) انجام می شود و میزان تبدیل خوراک ۶۰٪ است. اگر یک راکتور دیگر با خصوصیتی کاملاً شبیه به راکتور اول، به صورت سری به آن اضافه شود، میزان تبدیل چند درصد افزایش می یابد؟

(۲) میزان تبدیل تغییری نمی کند.

(۱) ۷۵

(۴) ۲۵

(۳) ۵۰

۱۲۴- واکنش سری - موازی $\begin{cases} 2A + B \rightarrow R \\ R + 3B \rightarrow S \end{cases}$ در فاز مایع در یک راکتور ناپیوسته (Batch) رخ می دهند. در ابتدای واکنش

$C_{R0} = C_{S0} = 0$ و $C_{B0} = 3 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_{A0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ می باشند و پس از گذشت زمان معین t غلظت های A و R

به ترتیب $C_R = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_A = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ می شوند. غلظت B در این لحظه چند $\frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ است؟

(۳) ۰/۹

(۱) ۰/۵

(۴) برای محاسبه غلظت B، مقدار t باید مشخص باشد.

(۳) ۱/۳

۱۲۵- واکنش گازی $A \rightarrow 2R$ در یک راکتور مخلوط شونده همزن دار پیوسته (mixed) انجام می شود. اگر واکنش با

ماده خالص A و با غلظت اولیه $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ انجام گیرد و ثابت سرعت واکنش $k = 9 \text{ min}^{-1}$ باشد، زمان پر

شدن راکتور برای به دست آوردن درصد تبدیل ۹۰٪ چند دقیقه است؟

(۲) ۱/۹

(۱) ۱/۵

(۴) ۲/۷

(۳) ۲/۳

۱۲۶- در واکنش های $\begin{cases} A \xrightarrow{K_1} B, \quad r_B = K_1 C_A^2 \\ A \xrightarrow{K_2} C, \quad r_C = K_2 C_A \\ A \xrightarrow{K_3} D, \quad r_D = K_3 C_A \end{cases}$ فراورده مطلوب است. کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

(S) گزینش پذیری است.

(۱) $S = \frac{K_1 C_A}{K_2}$ و برای بالا بردن آن در دمای ثابت باید غلظت A را بالا نگاه داریم.

(۲) $S = \frac{K_2 + K_3}{K_1 C_A}$ و برای بالا بردن آن در دمای ثابت باید غلظت A را پایین نگاه داریم.

(۳) $S = \frac{K_2}{K_1 C_A}$ و برای بالا بردن آن در دمای ثابت باید غلظت A را پایین نگاه داریم.

(۴) $S = \frac{K_1 C_A}{K_2 + K_3}$ و برای بالا بردن آن در دمای ثابت باید غلظت A را بالا نگاه داریم.

۱۲۷- در راکتورهای لوله‌ای پیوسته (پلاگ) کدام یک از گزاره‌های زیر صحیح است؟

- (۱) گرادیان غلظت در طول لوله وجود ندارد و جریان در داخل لوله آرام و معادله طراحی از تراز مولی در حالت پایا به دست می‌آید.
- (۲) گرادیان غلظت در طول شعاع وجود دارد و جریان در داخل لوله آشفته و فرمول طراحی از تراز مولی در حالت پایا به دست می‌آید.
- (۳) گرادیان غلظت در طول لوله وجود دارد و پروفیل (تغییرات) سرعت تخت و معادله طراحی از تراز مولی در حالت پایا به دست می‌آید.
- (۴) گرادیان غلظت در طول لوله وجود ندارد و پروفیل (تغییرات) سرعت تخت و معادله طراحی از تراز مولی در حالت پایا به دست می‌آید.

۱۲۸- در یک واکنش درجه دوم تجزیه A به محصول، با نگه داشتن سایر شرایط، غلظت اولیه واکنش‌دهنده را نصف می‌کنیم. در این صورت ثابت سرعت واکنش چه تغییری می‌کند؟

- (۱) دو برابر می‌شود.
 - (۲) تغییری نمی‌کند.
 - (۳) نصف می‌شود.
 - (۴) چهار برابر می‌شود.
- ۱۲۹- واکنش ابتدایی $A \rightarrow B$ در فاز مایع انجام می‌شود. برای تبدیل ۸۰٪ از A حجم راکتور مخلوط‌شونده همزن‌دار پیوسته (mixed) لازم برای انجام این واکنش چند برابر حجم راکتور پلاگ است؟

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

۱۳۰- واکنش $A \rightarrow B + C$ در فاز مایع با درجه ۰/۵ در یک راکتور ناپیوسته در دمای ثابت انجام می‌شود. اگر غلظت

اولیه A ۴ مول بر لیتر و ثابت سرعت $\frac{1}{L} \frac{\text{mol}}{\text{min}}$ باشد، زمان خاتمه واکنش برحسب دقیقه برابر کدام مورد است؟

- (۱) ۳
- (۲) ۴
- (۳) ۵
- (۴) ۲

ریاضیات (کاربردی، عددی):

۱۳۱- کدام یک از موارد زیر برای تقریب مشتق $\left. \frac{d^2 f}{dx^2} \right|_i$ با روش تفاضل‌های محدود صحیح است؟

$$\frac{f_{i+2} - 2f_{i+1} + f_i}{\Delta x^2} \quad (۲) \quad \frac{f_{i+1} - 2f_i + f_{i-1}}{\Delta x^2} \quad (۱)$$

$$\frac{f_i - 2f_{i-1} + f_{i-2}}{\Delta x^2} \quad (۳) \quad \text{هر سه گزینه} \quad (۴)$$

۱۳۲- با استفاده از روش تیلور، با مرتبه خطای h^2 ، مقدار تقریبی $y_1 \approx y(h)$ برای معادله دیفرانسیل زیر کدام است؟

$$\begin{cases} y' = 1 - x^2 + y \\ y(0) = 0.5 \end{cases}$$

$$0.5 + h + 1.5h^2 \quad (۲) \quad 0.5 + 1.5h + 0.75h^2 \quad (۱)$$

$$0.5 + h + h^2 \quad (۴) \quad 0.5 + 2h + 4h^2 \quad (۳)$$

۱۳۳- تفاوت رانگ - کاتا رتبه دوم (روش هیون) و اولر اصلاح شده در چیست؟ (با گام یکسان)

(۱) از نظر رتبه خطا با یکدیگر تفاوت دارند.

(۲) روش هیون دارای دقت بیشتری است.

(۳) پایداری روش هیون بیشتر از اولر اصلاح شده است.

(۴) اگر در اولر اصلاح شده؛ تصحیح حدس انجام نشود این دو روش به جواب های یکسان می رسند.

۱۳۴- جدول زیر آنتالپی نرمال بوتان را برحسب دما نشان می دهد. اگر از روش تفاضل های محدود پیشرو برای یافتن یک رابطه

درجه دوم آنتالپی برحسب دما استفاده کنیم $(H(T) = AT^2 + BT + C)$ مقدار A تقریباً برابر با کدام مورد است؟

$T(^{\circ}F)$	۵۰	۷۰	۹۰
$H(\frac{Btu}{lbm})$	۰	۱۰	۱۵

(۱) $+0.06 \times 10^{-2}$ (۲) -0.5×10^{-2} (۳) -0.6×10^{-2} (۴) $+0.5 \times 10^{-2}$

۱۳۵- در استفاده از روش نیوتن - رافسون برای حل معادله $x = \sin x$ به ازای کدام شرایط زیر، جواب در x_0 همگرا است؟

(۱) $|\cos x_0 (x_0 - \cos x_0)| < (1 - \sin x_0)^2$

(۲) $|\sin x_0 (x_0 - \sin x_0)| < (1 + \cos x_0)^2$

(۳) $|\sin x_0 (x_0 - \sin x_0)| < (1 - \cos x_0)^2$

(۴) $|\cos x_0 (x_0 - \cos x_0)| < (1 + \sin x_0)^2$

۱۳۶- چند جمله ای لاگرانژ که از سه نقطه (x_0, f_0) و (x_1, f_1) و (x_2, f_2) می گذرد، کدام است؟

(۱) $p(x) = \frac{(x_2 - x_0)}{(x - x_1)} f_0 + \frac{(x_1 - x_0)}{(x - x_2)} f_1 + \frac{(x_2 - x_1)}{x - x_0} f_2$

(۲) $p(x) = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_0)} f_0 + \frac{x - x_0}{(x_1 - x_2)} f_1 + \frac{(x - x_2)}{(x_2 - x_1)} f_2$

(۳) $p(x) = \frac{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)}{(x - x_1)(x - x_2)} f_0 + \frac{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)}{(x - x_0)(x - x_2)} f_1 + \frac{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)}{(x - x_0)(x - x_1)} f_2$

(۴) $p(x) = \frac{(x - x_1)(x - x_2)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)} f_0 + \frac{(x - x_0)(x - x_2)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)} f_1 + \frac{(x - x_0)(x - x_1)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)} f_2$

۱۳۷- در حل دستگاه معادله ها با روش تکرار گاوس - سایدل، کدام حالت از دستگاه دارای شرط کافی برای همگرایی جواب می باشد؟

(۱) $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 - 12x_3 = 4 \\ -3x_1 - 7x_2 + x_3 = 3 \\ 7x_1 + 3x_2 + x_3 = 1 \end{cases}$ (۲) $\begin{cases} -4x_1 + 2x_2 - 7x_3 = 2 \\ 2x_1 + 4x_2 + 5x_3 = 1 \\ 14x_1 + 12x_2 + 5x_3 = 5 \end{cases}$

(۳) $\begin{cases} -6x_1 - 7x_2 - 12x_3 = 2 \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = -2 \\ 7x_1 + 3x_2 - x_3 = 4 \end{cases}$ (۴) $\begin{cases} 7x_1 + 3x_2 - x_3 = 4 \\ -4x_1 - 7x_2 - 2x_3 = 2 \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = -3 \end{cases}$

۱۳۸- تغییرات غلظت مواد A و B در داخل یک راکتور از روابط زیر به دست می آیند. غلظت های A و B در لحظه $t = 0$ با استفاده از روش اولر کدام است؟ ($h = 0.1$)

$$\begin{cases} \frac{dc_A}{dt} = -2c_A c_c + 2c_B \\ \frac{dc_B}{dt} = c_A c_B - 5c_c \end{cases} \quad t=0 \begin{cases} c_A = c_B = 20 \\ c_c = 5 \end{cases}$$

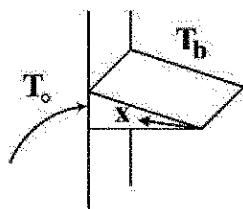
$$C_{A1} = 11.75, C_{B1} = 90 \quad (2)$$

$$C_{A1} = 0.9, C_{B1} = 90 \quad (4)$$

$$C_{A1} = 9, C_{B1} = 11.75 \quad (1)$$

$$C_{A1} = 11.75, C_{B1} = 9 \quad (3)$$

۱۳۹- برای توزیع دما در پره مثلی به شکل مقابل کدام رابطه صحیح است؟ (T_o = دمای پایه پره و T_b = دمای محیط اطراف)



$$T = T_b + C_1 J_0(\beta x^{1/2}) \quad (1)$$

$$T = T_b + C_1 I_0(\beta x^{1/2}) \quad (2)$$

$$T = T_o + C_1 J_0(\beta x) \quad (3)$$

$$T = T_o + C_1 I_0(\beta x) \quad (4)$$

۱۴۰- کدام معادله تفاضل محدود با گام h برای گسسته سازی معادله $y'' + y' + y = 0$ صحیح می باشد؟

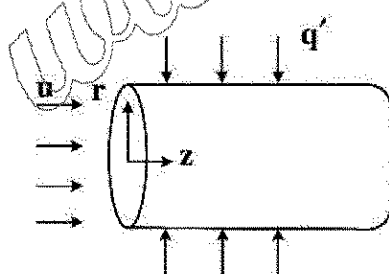
$$\left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{2h}\right)y_{i-1} + \left(1 + \frac{2}{h^2} - \frac{1}{2h}\right)y_i + \left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{2h}\right)y_{i+1} = 0 \quad (1)$$

$$\left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{2h}\right)y_{i-1} + \left(1 - \frac{2}{h^2}\right)y_i + \left(\frac{1}{h^2} + \frac{1}{2h}\right)y_{i+1} = 0 \quad (2)$$

$$\left(\frac{1}{h^2} + \frac{1}{2h}\right)y_{i-1} - \left(1 + \frac{2}{h^2}\right)y_i + \left(\frac{1}{h^2} + \frac{1}{2h}\right)y_{i+1} = 0 \quad (3)$$

$$\left(\frac{1}{h^2} + \frac{1}{2h}\right)y_{i-1} + \left(1 - \frac{2}{h^2}\right)y_i + \left(\frac{1}{h^2} - \frac{1}{2h}\right)y_{i+1} = 0 \quad (4)$$

۱۴۱- یک سیال غیریویسکوز با سرعت ثابت u از درون لوله ای عبور می کند، اگر به سطح جانبی این لوله فلاکس گرمایی q' در واحد زمان اعمال شود، کدام معادله دیفرانسیل زیر می تواند توزیع دمای سیال را توجیه کند؟



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

$$\frac{d^2 T}{dz^2} - \frac{\rho u c}{k} \frac{dT}{dz} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d^2 T}{dz^2} + \frac{2q'}{kr} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{d^2 T}{dz^2} - \frac{\rho u c}{k} \frac{dT}{dz} + \frac{2q'}{kr} = 0 \quad (4)$$

۱۴۲- معادله دیفرانسیل $M(x,y)dx + N(x,y)dy = 0$ در کدام حالت زیر یک معادله دیفرانسیل کامل است؟

$$\frac{\delta M}{\delta x} = \frac{\delta N}{\delta y} \quad (۱)$$

$$\frac{\delta M}{\delta y} = \frac{\delta N}{\delta x} \quad (۲)$$

$$\frac{\delta M}{\delta x} + \frac{\delta N}{\delta y} = 0 \quad (۳)$$

$$\frac{\delta M}{\delta y} + \frac{\delta N}{\delta x} = 0 \quad (۴)$$

۱۴۳- داده‌های سرعت واکنش بر حسب فشارهای جزئی مواد A و B در آزمایش‌های مختلف به دست آمده است. می‌خواهیم

یک معادله سرعت به شکل زیر بر روی داده‌ها برازش کنیم: $-r_A = \frac{k P_A P_B}{(1 + k' P_A)^2}$ برای به دست آوردن k و k' از

رگرسیون خطی استفاده کرده و معادله سرعت را به شکل تابع خطی $y = A + Bx$ تبدیل کرده‌ایم. کدام مورد زیر درباره x و y و A و B درست است؟

$$B = \frac{\sqrt{k'}}{k}, A = \frac{1}{k}, y = \left(\frac{1}{-r_A}\right)^{0.5}, x = P_A P_B \quad (۱)$$

$$B = \frac{k'}{k}, A = \sqrt{k}, y = \frac{P_A P_B}{(-r_A)}, x = P_A^2 \quad (۲)$$

$$B = \frac{k'}{\sqrt{k}}, A = \frac{1}{\sqrt{k}}, y = \left(\frac{P_A P_B}{(-r_A)}\right)^{0.5}, x = P_A \quad (۳)$$

$$B = \frac{k'}{k}, A = k, y = \frac{P_A}{(-r_A)}, x = P_B \quad (۴)$$

۱۴۴- برای فرمولاسیون سرعت فیلم ریزان مایع روی سطح آزاد و شیب دار کدام مورد صحیح است؟

(۱) در سطح آزاد سیال فشار هیدرواستاتیک تغییر می‌کند.

(۲) سرعت سیال در جهت عمود بر حرکت ثابت است.

(۳) معادله دیفرانسیل توزیع پایای سرعت یک PDE مرتبه ۲ همگن است.

(۴) معادله دیفرانسیل توزیع پایای سرعت یک ODE مرتبه ۲ ناهمگن است.

۱۴۵- یک ترموکوپل در دمای T_0 قرار دارد. ناگهان وارد سیال داغی با دمای T_f و ضریب انتقال حرارت h می‌گردد. (ترموکوپل

دارای جرم m و گرمای ویژه c و مساحت A می‌باشد) دمای ترموکوپل (T) با معادله $mc \frac{dT}{dt} = hA(T - T_f)$ مشخص

شده است. در صورتی که ضریب انتقال حرارت سیال بی‌نهایت زیاد باشد، فرمول‌بندی بالا چه تغییری می‌کند؟

(۱) فرمول‌بندی تغییر نمی‌کند.

(۲) دمای ترموکوپل تابع زمان نخواهد بود ($\frac{dT}{dt} = 0$)

(۳) دمای ترموکوپل با دمای سیال برابر می‌شود ($T = T_f$)

(۴) گزینه‌های ۲ و ۳ هر دو صحیح است.

۱۴۶- کدام یک از معادله‌های دیفرانسیل مرتبه دوم زیر، به شکل معادله کوشی می‌باشد؟

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + x \frac{dy}{dx} + (x^2 - v)y = 0 \quad (1)$$

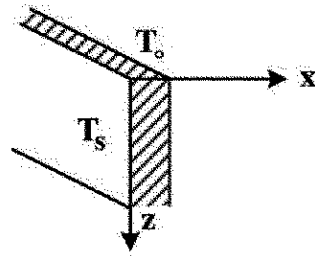
$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} + ax \frac{dy}{dx} + by = 0 \quad (2)$$

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + ax^2 \frac{dy}{dx} + by = 0 \quad (3)$$

$$x \frac{d^2 y}{dx^2} + a \frac{dy}{dx} + (x^2 - v)y = 0 \quad (4)$$

۱۴۷- معادله دیفرانسیل زیر از فرمول‌بندی انتقال حرارت مایع ریزان (با ضخامت δ) از یک دیواره عمودی با دما T_s به دست آمده است. دمای مایع در مرز بالا T_o است. جواب تابع دما با روش جداسازی متغیرها در این مسئله چگونه است؟

$$(\theta = T - T_s \text{ تغییر متغیر})$$



$$\frac{\rho u c}{k} \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

(۱) در جهت z ، تابع دما از نوع نمایی و در جهت x از نوع بسل

(۲) هر دو جهت جواب‌ها از نوع تابع نمایی خواهند بود.

(۳) در جهت x ، جواب‌ها \sin و \cos و در جهت z تابع نمایی

(۴) در جهت z از نوع بسل و در جهت x از نوع \sin و \cos

۱۴۸- مخزنی به حجم $1m^3$ در ابتدا دارای آب خالص می‌باشد. در یک لحظه شیر ورودی مخزن باز و مایعی حاوی ماده

A با غلظت $2 \frac{mol}{m^3}$ و دبی $0.2 \frac{m^3}{s}$ وارد مخزن می‌شود. شیر خروجی مخزن هم‌زمان با ورودی باز می‌شود. تابع

غلظت بر حسب زمان کدام است؟

$$C(t) = 2 - \exp(-0.1t) \quad (2)$$

$$C(t) = 1 - \exp(-0.1t) \quad (4)$$

$$C(t) = \frac{1}{2} (1 - \exp(-0.2t)) \quad (1)$$

$$C(t) = 2 - 2 \exp(-0.2t) \quad (3)$$

۱۴۹- نوع معادله دیفرانسیل زیر کدام است؟

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{\Delta C}{1+C} = 0$$

الف) بیضی ب) هذلولی ج) سهمی د) خطی ه) غیر خطی

(۱) ب و د

(۳) ج و د

۱۵۰- شکل تابع ویژه (y_p) در معادله دیفرانسیل $y'' + 6y' + 9y = 2e^{-3x}$ کدام است؟

$$Ax^2 e^{-3x} \quad (2)$$

$$Axe^{-3x} \quad (4)$$

$$Ae^{-3x} \quad (1)$$

$$Ae^{3x} \quad (3)$$