

317

E

۳۱۷

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه  
۹۵/۰۲/۱۷



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

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

## آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل – سال ۱۳۹۵

### مجموعه مهندسی شیمی – کد ۱۲۵۷

مدت پاسخگویی: ۲۰۰ دقیقه

تعداد سوال: ۱۵۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و شخصی (انگلیسی)	۲۰	۱	۴۰
۲	انتقال حرارت (۱ و ۲)	۱۵	۳۱	۴۵
۳	ترمودینامیک	۲۰	۴۶	۶۵
۴	مکانیک سیالات	۱۵	۶۶	۸۰
۵	کنترل فرآیندها	۱۵	۸۱	۹۵
۶	انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲)	۲۰	۹۶	۱۱۵
۷	طرح راکتورهای شیمیایی	۱۵	۱۱۶	۱۲۰
۸	ریاضیات (گاربردی، عددی)	۲۰	۱۳۱	۱۵۰

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاہد، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و ... پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حلبی و حلولی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌شود و با متخلفین برای مقررات رفتار می‌شود.

**PART A: Vocabulary**

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

- 1- That ----- car has none of the features, like power windows and steering, that make modern cars so great.  
1) antiquated      2) superficial      3) aesthetic      4) hazardous
- 2- With several agencies regulating the reports, it was difficult for the accused to argue against its -----.  
1) infamy      2) relevance      3) veracity      4) anticipation
- 3- Since Jack did not want a speeding ticket, he tried to ----- the police officer by giving her a compliment.  
1) convict      2) appease      3) reinforce      4) escape
- 4- Trudy studied harder, but there was only ----- improvement in her grades, so she agreed to get a tutor.  
1) marginal      2) commonplace      3) monotonous      4) unbearable
- 5- Living apes—chimpanzees, gorillas, orangutans, gibbons and siamangs—and humans share a constellation of ----- that set them apart from other primates.  
1) demands      2) certainties      3) disciplines      4) traits
- 6- Have you ever noticed how a coin at the bottom of a swimming pool seems to wobble? This occurs because the water in the pool bends the path of light ----- from the coin.  
1) generated      2) recognized      3) reflected      4) differentiated
- 7- Publicly available Web services (e.g. Google, InfoSeek, Northernlight and AltaVista) ----- various techniques to speed up and refine their searches.  
1) specify      2) capture      3) determine      4) employ
- 8- Owing to the protests of the Dominicans and other regulars, the book was prohibited in 1760, but the second part was issued ----- in 1768.  
1) meticulously      2) superstitiously      3) profoundly      4) recklessly
- 9- While admissions offices do admit many students with similar profiles, a college is still a ----- and diverse community.  
1) mundane      2) controversial      3) anonymous      4) heterogeneous
- 10- Despite the security, the thief's ability to break into the museum without being caught remains an ----- to the police.  
1) infection      2) enigma      3) illusion      4) authorization

**PART B: Cloze Passage**

**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.

Thunder is caused by lightning, which is essentially a stream of electrons flowing between or within clouds or between a cloud and the ground. The air surrounding the electron stream becomes (11) ----- hot—up to 50,000 degrees Fahrenheit—that it forms a resonating tube of partial vacuum (12) ----- the lightning's path. The nearby air rapidly expands and contracts, (13) ----- the column vibrate like a tubular drumhead (14) ----- a tremendous *crack*. As the vibrations gradually die out, the

sound echoes and reverberates, generating the rumbling (15) ----- thunder. We can hear the booms from great distances, 10 or more miles from the lightning that caused them.

- |     |                 |                   |                  |                  |
|-----|-----------------|-------------------|------------------|------------------|
| 11- | 1) very         | 2) so             | 3) too           | 4) enough        |
| 12- | 1) surrounding  | 2) surrounds      | 3) that surround | 4) and surround  |
| 13- | 1) that makes   | 2) and making     | 3) making        | 4) it makes      |
| 14- | 1) produces     | 2) is produced by | 3) and produce   | 4) and producing |
| 15- | 1) it is called | 2) is called      | 3) we call       | 4) which called  |

### 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:

Convection is the transfer of heat energy by circulation and diffusion of the heated media. It is the most common method of heating fluids or gases and also the most frequent application of electric tubular elements and assemblies. Fluid or gas in direct contact with a heat source is heated by conduction causing it to expand. The expanded material is less dense or lighter than its surroundings and tends to rise. As it rises, gravity replaces it with colder, denser material which is then heated repeating the cycle. This circulation pattern distributes the heat energy throughout the media. Forced convection uses the same principle except that pumps or fans move the liquid or gas instead of gravity. Typical convection heating applications include water and oil immersion heating, air heating, gas heating and comfort air heating.

- 16- **All of the following statements are true except:**
- 1) Convective heat transfer involves diffusion of the heated media.
  - 2) Direct contact with the heat source is essential in convection.
  - 3) Fluids are commonly heated through conduction.
  - 4) In convection, warmer material is replaced with the denser material.
- 17- **The word "assemblies" in the passage is closest in meaning to:**
- 1) Frames
  - 2) Junctures
  - 3) Structures
  - 4) Tools
- 18- **Forced convection:**
- 1) does not use pumps or fans
  - 2) can be used in comfort air heating
  - 3) moves liquid or gas by gravity
  - 4) uses the same principle as conduction
- 19- **Examples of heated media are:**
- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| 1) electric tubular elements | 2) fluids or gases |
| 3) heat sources              | 4) pumps or fans   |

**PASSAGE 2:**

In one plant, odorous emissions were observed for several years near a drum dryer line used for volatilizing an organic solvent from a reaction mixture. Although two dryer-product lines existed, the odors were observed only near one line.

The analysis and field testing indicated that the chemical compounds causing the odors were produced in upstream unit operations due to the hydrolysis of a chemical additive used in the process. The hydrolysis products were stripped out of the solution by the process solvent and appeared as odorous fumes at the dryer. Conditions for hydrolysis were favorable at upstream locations because of temperature and acidity conditions and the residence time available in the process. Also, the water for the hydrolysis was provided by another water-based chemical additive used in the dryer line that had the odor problem.

Because the cause of the odorous emission was the process chemistry, the plant had to evaluate ways to minimize hydrolysis and the resulting formation of odorous products. Ventilation modifications to mitigate the odor levels would not be a long-term solution to the odor problem.

- 20- **The passage talks about how the odors can be:**  
1) emitted      2) generated      3) observed      4) reduced
- 21- **The main source of odor was due to:**  
1) acidic condition      2) long residence time  
3) degradation of the organic solvent.      4) hydrolysis of chemical compound
- 22- **Odor problem could be overcome by:**  
1) adding a new line      2) preventing hydrolysis  
3) stripping out the chemical compound      4) ventilation
- 23- **Mitigate the odor levels means:**  
1) making the odor concentration less severe  
2) making odor disappear  
3) adsorb odor compounds  
4) solving odor problems
- 24- **Water for hydrolysis comes from:**  
1) a chemical      2) odorous compound  
3) the other dryer line      4) chemical reaction within the process
- 25- **The odor problem was:**  
1) solved recently      2) there for many years  
3) not so much important      4) observed in both dryer lines

**PASSAGE 3:**

The twentieth century saw rapid population growth paralleled by an unprecedented rate of technological innovation. The population growth made necessary, and new technologies made possible, an explosive growth in the chemical industry. By the mid-twentieth century, petroleum became the source of the great majority of organic compounds. Today, the global chemical and pharmaceutical industries employ more than 10 million people and contribute about 9% of world trade. In the latter part of the twentieth century, several pressing problems demanded urgent attention. Foremost was

the growing rate of energy consumption in the face of increasingly rapid depletion of nonrenewable resources. Then there was the realization that global climate change, driven in significant part by carbon dioxide emissions from the combustion of fossil fuels, posed a major threat. Another problem was the omnipresence of human-generated toxic materials in the environment.

**26- During the twentieth century:**

- 1) population growth was necessary
- 2) many chemical factories exploded
- 3) technological progress became possible
- 4) the rate of technological innovation was high

**27- During 1950-2000:**

- 1) many renewable resources were diminished
- 2) rate of energy consumption became very high
- 3) petroleum became the source of many organic compounds
- 4) global chemical/pharmaceutical industry had 9% share of trade

**28- Omnipresence means:**

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| 1) attribute of God | 2) very dangerous              |
| 3) found everywhere | 4) existing in the environment |

**29- Global climate change is:**

- 1) caused by combustion of fossil fuels
- 2) not important to the environment
- 3) caused by driving cars
- 4) known by people

**30- Generation of carbon dioxide:**

- 1) is significant
- 2) is used to drive cars
- 3) results in climate change
- 4) is the reason for combustion of fossil fuels

انتقال حرارت (۱ و ۲):

-۳۱- کدام ضابطه برای طراحی یک جوش آور ترموسیفون (Thermosiphon Reboiler) مناسب است؟

- (۱) سیال سرویس در لوله
- (۲) سیال فرایند در لوله با حداقل افت فشار
- (۳) سیال پوسته حداقل افت فشار را داشته باشد.
- (۴) سرعت سیال سرویس حداقل باشد.

-۳۲- دو جسم A و B را در نظر بگیرید ضریب نفوذ حرارتی  $\alpha_A$  دو برابر  $\alpha_B$  است یعنی اینکه جسم:

- (۱) A مناسب برای ذخیره حرارت نسبت به جسم B است.
- (۲) B مناسب برای ذخیره حرارت نسبت به جسم A است.
- (۳) A مناسب برای رسانش حرارتی نسبت به جسم B است.
- (۴) B مناسب برای رسانش حرارتی نسبت به جسم A است.

- ۳۳ - در یک چگالنده تعداد واحدهای انتقال (NTU) برابر ۴ می‌باشد. ضریب تأثیر  $\epsilon$  این مبدل کدام است؟

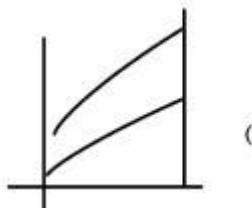
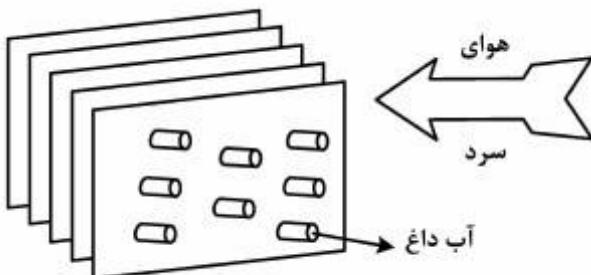
$$1 - \frac{1}{\ln 4} \quad (1)$$

$$1 + \ln 4 \quad (2)$$

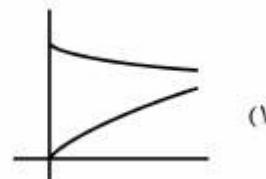
$$1 - \frac{1}{e^4} \quad (3)$$

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

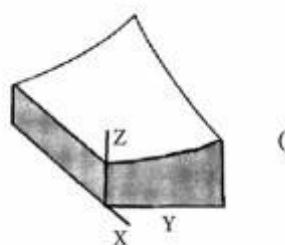
- ۳۴ - در یک مبدل متعمد (شبیه رادیاتور اتومبیل) مطابق شکل زیر پروفایل دمایی چگونه است؟



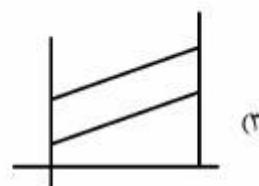
(2)



(1)



(4)



(3)

- ۳۵ - تعداد لوله‌های یک مبدل هنگام طراحی بر اساس کدام یک از موارد زیر به دست می‌آید؟ زیروند  $t$  و  $s$  به ترتیب مربوط به لوله و پوسته است؟

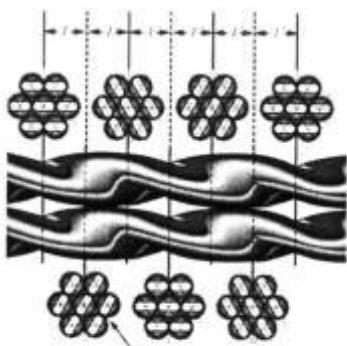
$\Delta P_t$  مفروض (1)

و تعداد پوسته  $\Delta P_s$  (2)

جداول تعداد لوله (3)

$$N_t = \frac{Q}{LMTD} \times \frac{1}{\pi O D_t L} \quad (4)$$

۳۶- یک لوله با مقطع بیضی شکل را مطابق شکل حول محور دوران داده‌ایم. ضریب انتقال حرارت و افت فشار مایع جاری در داخل لوله با  $Re > 4000$  نسبت به یک لوله مشابه با مقطع دایروی چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱)  $h_i$  زیاد و  $\Delta P_i$  کم می‌شود.
- (۲)  $h_i$  زیاد و  $\Delta P_i$  زیاد می‌شود.
- (۳)  $h_i$  کم و  $\Delta P_i$  کم می‌شود.
- (۴)  $h_i$  کم و  $\Delta P_i$  زیاد می‌شود.

۳۷- دو صفحه فلزی کاملاً مشابه را با رنگ سیاه و سفید رنگ زده و در معرض تابش خورشیدی قرار میدهیم. صفحه سیاه داغ‌تر خواهد شد. چرا؟

- (۱) چون ضریب نشر رنگ سیاه کوچک‌تر است.
- (۲) چون ضریب نشر رنگ سیاه بزرگ‌تر است.
- (۳) چون تابش خورشید با تابش جسم سیاه بسیار متفاوت است.
- (۴) چون ضریب جذب رنگ سفید برای تابش خورشید و جسم سیاه بسیار متفاوت است.

۳۸- فرآیندهای جوشش در یک طرف و میعان در طرف دیگر یک مبدل حرارتی انجام می‌پذیرند. نصب تیغه‌ها (baffles) در کدام طرف مبدل منجر به افزایش قابل توجه کارآیی مبدل می‌شود؟

- (۱) طرف در حال جوشش
- (۲) طرف در حال چگالش
- (۳) تأثیری ندارد
- (۴) هر دو طرف

۳۹- مایع اشباعی در یک مبدل حرارتی تحت تأثیر اختلاف دمای  $\Delta T$  با شدت  $m_1$  تبخیر می‌شود با دو برابر شدن اختلاف دما چنانچه سایر شرایط یکسان باشد میزان تبخیر  $m_2$  چگونه است؟

- (۱)  $m_2 = 2m_1$
- (۲)  $m_2 > 2m_1$
- (۳)  $m_2 = m_1$
- (۴)  $m_1 < m_2 < 2m_1$

۴۰- از روی صفحه تختی با دمای  $75^\circ\text{C}$  سیالی با دمای  $25^\circ\text{C}$  به صورت آرام جریان دارد ضریب انتقال حرارت موضعی

$$\text{در انتهای صفحه } h_{x=I} = 10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

- (۱)  $100$
- (۲)  $750$
- (۳)  $1000$
- (۴)  $2500$

- ۴۱- دو کره یکی با قطر D و دیگری ۲D در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  در کوره‌ای قرار دارند. به یکباره و همزمان دو کره را در هوای  $20^{\circ}\text{C}$  قرار می‌دهیم. کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟

- (۱) نرخ تبادل گرما با هوا در شروع خنک شدن، برای کره بزرگتر بیشتر از کره کوچکتر است.
- (۲) شار تبادل گرما با هوا در شروع خنک شدن، برای کره بزرگتر بیشتر از کره کوچکتر است.
- (۳) نرخ تبادل گرما با هوا در شروع خنک شدن، برای کره کوچکتر بیشتر از کره بزرگتر است.
- (۴) شار تبادل گرما با هوا در شروع خنک شدن، برای کره کوچکتر بیشتر از کره بزرگتر است.

- ۴۲- برای جریان آرام سیال نیوتونی از روی صفحه تخت وقتی  $x$  (در جهت حرکت سیال روی صفحه) زیاد می‌شود، گرادیان دما در داخل لایه مرزی:

- (۱) همواره زیاد می‌شود.
- (۲) همواره کم می‌شود.
- (۳) مقدار ثابتی است.
- (۴) بستگی به پرانتل دارد.

- ۴۳- در مورد ترکیب انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد و اجباری، در چه صورت می‌توان انتظار داشت که اثرات جابه‌جایی آزاد بیشتر باشد؟

- (۱) هر چه حاصلضرب گراش - پرانتل بزرگتر باشد.
- (۲) هر چه حاصلضرب گراش - پرانتل کوچکتر باشد.
- (۳) هر چه عدد رینولدز بزرگتر باشد.
- (۴) هر چه نسبت  $\frac{Gr}{Re^2}$  کوچکتر باشد.

- ۴۴- برای جریان مایع در یک لوله در حالت لایه‌ای چنانچه سرعت دو برابر شود، و جریان لایه‌ای باقی بماند میزان ضرب انتقال حرارت جابه‌جایی کدام است؟

- (۱) کمی افزایش می‌یابد.
- (۲) نصف می‌شود.
- (۳) دو برابر می‌شود.
- (۴) تغییری نمی‌کند.

- ۴۵- در مورد کدام یک از سیالات زیر، ضخامت لایه مرزی حرارتی ( $\delta_1$ ) و ضخامت لایه مرزی سیالاتی  $\delta$  تقریباً یکسان است؟

- |        |         |          |              |
|--------|---------|----------|--------------|
| (۱) آب | (۲) هوا | (۳) روغن | (۴) آهن مذاب |
|--------|---------|----------|--------------|

#### ترمودینامیک:

- ۴۶- برای گازی که از معادله حالت  $P(V-b) = RT \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$  برابر کدام یک از موارد زیر است؟

حجم مخصوص و b یک مقدار ثابت است و S انتروپی مخصوص می‌باشد.

$$\begin{aligned} \frac{-R}{P} & \quad (۲) & \frac{R}{P} & \quad (۱) \\ -\frac{C_p}{P} & \quad (۴) & +\frac{C_v}{P} & \quad (۳) \end{aligned}$$

- ۴۷ در یک سیلندر و پیستون ۲kg آب مایع در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  قرار دارد. چنانچه طی یک فرایند ایزوترمال، وزن روى پیستون افزایش یابد و این دو کیلوگرم مایع را سیستم فرض کنیم آنگاه:

- (۱) تا رسیدن به فشار معینی تبادل حرارت با محیط صورت نمی‌گیرد.
- (۲) سیستم گرما از دست می‌دهد.
- (۳) سیستم گرما به دست می‌آورد.
- (۴) هیچ تبادل حرارتی با محیط صورت نمی‌گیرد.

- ۴۸ گاز هلیوم در دمای ثابت  $K = 300$  و فشار ثابت  $20$  بار وارد یک مخزن خالی عایق‌بندی شده می‌شود. وقتی فشار هلیوم داخل مخزن به  $20$  بار رسید شیر ورودی را می‌بندیم. دمای نهایی گاز هلیوم داخل مخزن چند کلوین است؟

$$\text{هلیوم را گاز کامل فرض کنید. } C_p = \frac{5}{4} R$$

- ۳۰۰ (۱)  
۴۰۰ (۲)  
۵۰۰ (۳)  
۶۰۰ (۴)

- ۴۹ یک مخزن صلب حاوی مایع و بخار اشیاع در  $K = 120$  با کیفیت  $25\%$  است. اگر این مخزن با سرعت  $\frac{5^{\circ}\text{C}}{\text{hr}}$  گرم شود و افزایش گرما باعث افزایش کیفیت شود، چند ساعت طول می‌کشد کل مخزن تک فاز شود؟

دما اشیاع (K)	$v_f (\text{m}^3 / \text{kg})$	$v_{fg} (\text{m}^3 / \text{kg})$
۱۱۰	۰,۰۰۲۳	۰,۶۲۴۴
۱۲۰	۰,۰۰۲۴	۰,۳۰۶۱۰
۱۴۰	۰,۰۰۲۶	۰,۰۹۸۴۱
۱۴۵	۰,۰۰۲۷	۰,۰۷۶۲
۱۵۰	۰,۰۰۲۸	۰,۰۶۱۱۸

- ۵۰ حجم مولی مخلوط دو جزئی مایعی از معادله زیر پیروی می‌کند.

$$V \left( \text{cm}^3 / \text{gmol} \right) = 12x_1 + 20x_2 + 16x_1x_2$$

اگر بخواهیم یک لیتر از مخلوط بالا با اجزای مولی مساوی تهیه کنیم چند سانتی‌متر مکعب از دو سازنده مورد نیاز است؟

- (۱)  $500$  سانتی‌متر مکعب از هر سازنده
- (۲)  $400$  سانتی‌متر مکعب سازنده (۱) و  $600$  سانتی‌متر مکعب سازنده (۲)
- (۳)  $400$  سانتی‌متر مکعب از سازنده (۱) و  $500$  سانتی‌متر مکعب سازنده (۲)
- (۴)  $300$  سانتی‌متر مکعب سازنده (۱) و  $500$  سانتی‌متر مکعب سازنده (۲)

-۵۱- گازی از معادله حالت واندروالس پیروی می‌کند:

$$(P + \frac{a}{V})(V - b) = RT$$

که در آن  $b$  و  $a$  اعداد ثابت‌اند. در صورتی که حجم مخصوص این گاز طی یک تحول ایزوترمال بازگشت‌پذیر از  $V_1$  به  $V_2$  تغییر یابد، مقدار حرارت مبادله شده در طی فرایند کدام است؟

$$RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (1)$$

$$RT \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b} \quad (2)$$

$$bRT \left( \frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) + RT \ln \left( \frac{V_1 - b}{V_2 - b} \right) \quad (3)$$

$$RT \ln \left( \frac{V_2 - b}{V_1 - b} \right) + a \left( \frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) \quad (4)$$

-۵۲- مقدار کار مخصوص انجام شده بر روی یک مایع (بر حسب ژول) برای تغییر فشار از  $P_1 = 1 \times 10^8 \text{ Pa}$  تا  $P_2 = 2 \times 10^8 \text{ Pa}$  چند ژول است؟ (دمای مایع در این فرایند تغییر نمی‌کند).

$$2 \times 10^{-11} \text{ Pa}^{-1} = \bar{k}$$

$$\bar{v} = \text{حجم مخصوص متوسط مایع} = 10^{-5} \text{ m}^3 \quad (1)$$

۲ (۲)

۴ (۴)

۱ (۱)

۳ (۳)

-۵۳- عبارت  $V = \frac{RT}{P} + b - \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_P$  (برای گازی که از معادله حالت  $b$  مقدار ثابتی است) پیروی می‌کند برابر کدام یک از گزینه‌های زیر است؟  $U$  انرژی داخلی مخصوص و  $V$  حجم مخصوص است.

$$\frac{1}{2} R \quad (2) \quad 0^\circ \quad (1)$$

$$2R \quad (4) \quad R \quad (3)$$

-۵۴- برای به دست آوردن ظرفیت گرمایی  $C_p$  یک گاز آن را از یک شیر انبساط عبور می‌دهیم و ضریب ژول – تامسون

$$\frac{k}{P} = \frac{BP}{RT} \quad (1) \quad \text{را داریم. در صورتی که خواص حجمی گاز از معادله ویریال} \quad z = 1 + \frac{BP}{RT} \quad \text{به دست آید، } C_p \text{ گاز تقریباً کدام}$$

$$\frac{dB}{dT} = 0.01 \frac{m^3}{molK}, B = -388 \frac{cm^3}{mol}, T = 400K \quad \text{است (بر حسب)} \quad \frac{J}{molK} \quad (2)$$

$$\mu = \left( \frac{\partial T}{\partial P} \right)_H \quad \text{می‌دانیم که ضریب ژول تامسون برابر است با} \quad (1)$$

$$4000 \quad (2) \quad 400 \quad (3) \quad (3)$$

$$40 \quad (4) \quad 400 \quad (3)$$

-۵۵- ضریب عملکرد یک یخچال که به صورت برگشت‌پذیر کار می‌کند برابر با  $2/5$  است، چنانچه محیط سرد در  $-23/15^\circ C$  باشد، دمای محیط گرم بر حسب  $K$  (کلوین) چقدر است؟

$$325 \quad (2) \quad 300 \quad (1)$$

$$375 \quad (4) \quad 350 \quad (3)$$

۵۶- جریانی به شدت  $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$  ۲ و انتالپی  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  ۵ از یک ماده خالص به طور کاملاً یکنواخت وارد یک مخزن اختلاط شده و با

جریان دیگری از همان ماده به شدت  $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$  ۳ و انتالپی  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  ۲ مخلوط می‌شود، جریان خروجی با انتالپی  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  ۱۰۰ و سرعت  $\frac{\text{m}}{\text{sec}}$  ۱۱۰ از مخزن خارج می‌شود. در این مخزن همزنی با توان مصرفی KW ۱۰ کار می‌کند. شدت انتقال

حرارت با مخزن بر حسب کیلووات چقدر است؟

$$(1) ۴۶۵$$

$$(2) ۲۵۴۴۰$$

$$(3) ۲۵۴۲۰$$

۵۷- یک سیستم مایع بخار تعادلی در فشار P دارای نقطه آزتوتروپی به غلظت مولی ۷۰٪ از سازنده اول در فاز مایع است. این مخلوط دارای انحراف منفی از قانون راتولت است و نقطه جوش سازنده اول به حالت خالص در همان فشار P برابر  $C_{55} = 55^\circ$  و نقطه جوش سازنده دوم در همین فشار برابر  $C_{85} = 85^\circ$  می‌باشد. مخلوط این دو سازنده در حالت VLE در همان فشار P در صورتی که غلظت مولی سازنده اول در فاز مایع آن برابر ۸٪ باشد دارای نقطه جوش (نقطه حباب):

(۱) قطعاً کمتر از  $55^\circ C$  می‌باشد.

(۲) قطعاً بزرگتر از  $55^\circ C$  می‌باشد.

(۳) قطعاً بزرگتر از  $85^\circ C$  می‌باشد.

(۴) قطعاً بزرگتر از دمای نقطه آزتوتروپ مخلوط خواهد بود.

۵۸- کدام دسته از عبارات زیر را برای محاسبه تغییرات انتالپی و انتروپی بر اساس معادلات حالتی مثل Peng – Robinson (که بر حسب P صریح است) استفاده می‌کنید؟

$$P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a(T)}{v(v+b)+b(v-b)}$$

$$S(T, P), H(T, V) \quad (1)$$

$$S(T, V), H(T, V) \quad (2)$$

$$S(T, P), H(T, P) \quad (3)$$

۵۹- انتالپی اضافی یک مخلوط دوجزئی به صورت  $H^E = 335x_1x_2$  داده می‌شود. در همان دما و فشار تابع  $(\bar{H}_1^E)$  از کدام گزینه زیر به دست می‌آید؟

$$-335x_2^2 \quad (1)$$

$$+335x_2^2 \quad (2)$$

$$335(3x_1^2 - 4x_1 + 1) \quad (3)$$

$$335(-2x_1^2 + 4x_1 - 1) \quad (4)$$

۶۰- ضریب فوگاسیته مخلوط دو جزئی به صورت تابعی از ترکیب در دما و فشار ثابت طبق رابطه  $\ln f = 0.25x_1 + 0.5x_2 + 0.75x_1x_2$  توصیف می‌شود. ثابت هنری (Henry) (جزء ۱) از کدام رابطه زیر به دست می‌آید؟

$$\exp(0.25) \quad (1)$$

$$\exp(0.5) \quad (2)$$

$$\exp(0.75) \quad (3)$$

-۶۱ فرمول‌های زیر برای ضرایب اکتیویته مخلوط مایع دو جزئی در دما و فشار ثابت ارائه شده‌اند.

$$\ln \gamma_1 = x_2(a + bx_2) \quad \text{و} \quad \ln \gamma_2 = x_1(a + bx_1)$$

که در آن‌ها  $a$  و  $b$  اعداد ثابت و  $x_1$  و  $x_2$  کسر مولی هستند مقدار ضریب  $a$  برابر کدام‌یک از مقادیر زیر است؟

(۱)  $-b$   
(۲) صفر(۳)  $+b$   
(۴)

-۶۲ حجم مخصوص مخلوط دو جزئی مایعی از معادله زیر پیروی می‌کند.

$$V = A + Bx_1 + Cx_1^2$$

تغییر حجم مخلوط بر اثر اختلاط یا مخلوط شدن ( $\Delta V_{\text{mixing}}$ ) برابر است با:

(۱)  $-Cx_1x_2$   
(۲) صفر(۳)  $+2Cx_1x_2$   
(۴)

-۶۳ در سیکل (چرخه) ۱۲۳۴۱ به شرح زیر کدام‌یک از عبارات زیر صحیح است؟

$$1 \rightarrow 2 \quad \Delta S = 0$$

$$2 \rightarrow 3 \quad \Delta P = 0$$

$$3 \rightarrow 4 \quad \Delta h = 0$$

$$4 \rightarrow 1 \quad \Delta P = 0$$

(۱) چرخه سرماسازی تراکم بخار  
(۲) چرخه سرماسازی کارنو

(۳) چرخه رانکین  
(۴) چرخه دیزل

-۶۴ فوگاسیته آب در دمای  $100^\circ\text{C}$  و فشار  $20$  بار تقریباً برابر چند بار است؟

(۱)

(۲)

(۳)

(۴)

-۶۵ ضریب تراکم پذیری برای بخار اشباع یک مایع خالص در دمای  $K = 300$  برابر  $z_i = 0.9$  و فشار بخار آن در همین دما برابر  $20\text{ atm}$  می‌باشد. ضریب فوگاسیته آن مایع در همین دمای  $K = 300$  و فشار  $atm = 100$  چقدر است؟ حجم

مخصوص متوسط این مایع در این شرایط برابر  $\frac{\text{cm}^3}{\text{g mol}} = 4$  فرض می‌شود.

$$R = \Lambda \cdot \frac{\text{cm}^3 \text{ atm}}{\text{g mol K}}$$

$$\exp(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

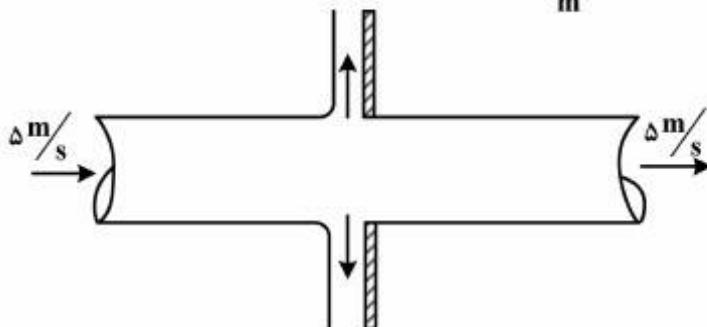
(۱)  $0.9 \times 10^{-3}$ (۲)  $2.0 \times 10^{-3}$ (۳)  $3.1 \times 10^{-4}$ (۴)  $0.9$

مکانیک سیالات:

۶۶- جت آبی با سطح مقطع  $28\text{ cm}^2$  مطابق شکل با سرعت  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به صفحه قائمی که روی آن سوراخی با سطح مقطع

$12\text{ cm}^2$  تعییه شده است برخورد می‌کند. بخشی از آب منحرف و بخشی از آن نیز از سوراخ عبور می‌کند. نیروی

$$\text{افقی لازم برای نگه داشتن صفحه چند نیوتن است? } (\rho_w = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$



۲۰ (۱)

۴۰ (۲)

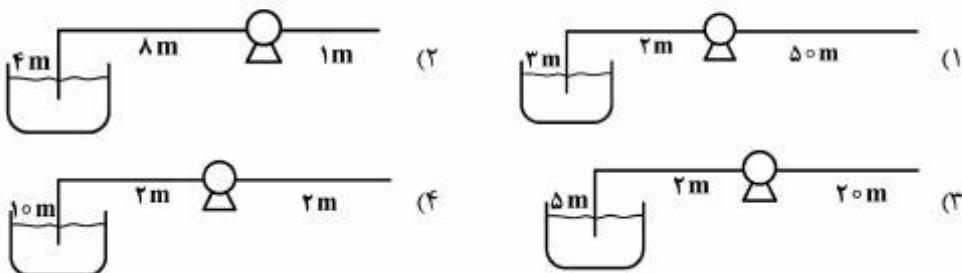
۶۰ (۳)

۸۰ (۴)

۶۷- کدامیک از شکل‌های زیر محل قرارگیری صحیح پسپ را نشان می‌دهد، تا پدیده خلازایی (cavitation) اتفاق نیفتد؟

فرض کنید که هد اتلافات مکش و نیز هد خالص مثبت مکش ( $NPSH_A$ ) ناچیز و صفر باشد، فشار بخار مایع پمپاژ

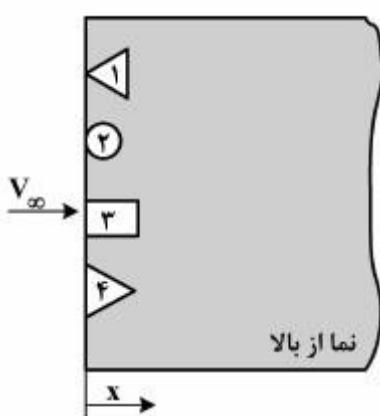
$$\text{شده } 68\text{ kPa, فشار محیط } 100\text{ kPa و چگالی مایع } 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ می‌باشند. } (g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$



۶۸- هوا با جریان آرام همانند شکل زیر از روی صفحه عبور می‌نماید. اگر ضریب اصطکاک در راستای جریان (x) به صورت

$$c_f = \frac{c}{\sqrt{x}}$$

واحد ( $A_1 = A_2 = A_3 = A_4 = 1\text{ m}^2$ ) به چه صورت است؟



$F_1 > F_2 > F_3 > F_4$  (۱)

$F_2 > F_4 > F_3 > F_1$  (۲)

$F_3 > F_4 > F_2 > F_1$  (۳)

$F_4 > F_3 > F_2 > F_1$  (۴)

-۶۹- جت آب به صورت عمودی در محیط اتمسفر با قطر ۸mm تخلیه می‌شود. به دلیل نیروی کشش سطحی آب اختلاف فشاری بین داخل جت و محیط ایجاد می‌شود. اگر کشش سطحی آب  $\frac{N}{m} = 8 \times 10^{-2}$  باشد اختلاف فشار مربوطه چند پاسکال است؟

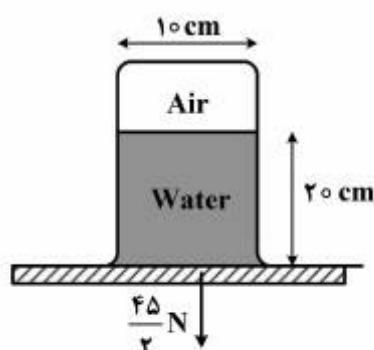
- (۱) ۱۰  
(۲) ۲۰  
(۳) ۴۰  
(۴)  $\frac{20}{\pi}$

-۷۰- ظرف استوانه‌ای بسته کاملاً از روغن با وزن مخصوص  $\frac{N}{m^3} = 9600$  پر شده و حول محور خود که در راستای جاذبه است با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  دوران می‌کند. فشارسنج‌های متصل به دو قاعده استوانه که مقابل یکدیگر قرار گرفته‌اند، اختلاف  $5\text{kPa}$  را نشان می‌دهد. اگر سرعت زاویه‌ای دوران به  $20$  افزایش یابد، اختلاف فشار دو فشارسنج چند است؟ kPa

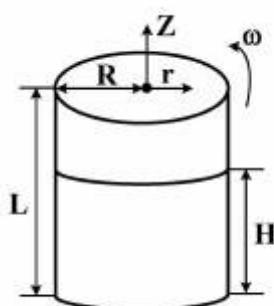
- (۱)  $1/25$   
(۲)  $2/5$   
(۳) ۵  
(۴)  $20$

-۷۱- لیوانی به قطر  $10$  سانتی‌متر تا ارتفاع  $20$  سانتی‌متر از آب پر شده و به صورت وارونه روی یک صفحه قرار گرفته است. برای جدا کردن لیوان از صفحه نیروی  $\frac{45}{\gamma}$  نیوتون نیاز است. فشار هوای داخل لیوان چند kPa است؟ (از وزن لیوان صرف نظر کنید).  
 $\pi = 3, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- (۱) -۱  
(۲) -۲  
(۳) -۳  
(۴) -۵



-۷۲- استوانه‌ای به طول  $L$  و شعاع  $R$  تا ارتفاع  $H$  پر از آب است. این استوانه با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  حول محورش دوران می‌کند. حجم آب بیرون ریخته شده ( $V$ ) از کدام رابطه به دست می‌آید؟



$$\frac{\pi R^4 \omega^2}{4g} - \pi R^2 H \quad (1)$$

$$\frac{\pi R^4 \omega^2}{4g} - \pi R^2 (L - H) \quad (2)$$

$$\frac{\pi R^4 \omega^2}{4g} - \pi R^2 (L - H) \quad (3)$$

$$\frac{\pi R^4 \omega^2}{4g} - \pi R^2 (L - H) \quad (4)$$

۷۳- در مقطعی از یک لوله اطلاعات فشار و سرعت آب به ترتیب بر حسب bar و  $\frac{m}{s}$  داده شده است. تحت کدام یک از

$$(P_V = 3 \times 10^4 \text{ Pa}, \mu = 1 \text{ cP}, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

۱) ۵,۰ / ۱

۲) ۵,۰ / ۵

۳) ۵,۱

۴) ۱۰,۲

۷۴- گاز پروپان در دمای  $500^{\circ}\text{F}$  از داخل یک بستر کاتالیستی عبور می‌کند. وزن کاتالیست‌ها  $100000 \text{ N}$  و چگالی نسبی ذرات کاتالیست برابر ۲ می‌باشد. بستر کاتالیستی استوانه‌ای به قطر ۲ متر و ارتفاع ۵ متر می‌باشد. تخلخل بستر

$$(\pi = 3, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

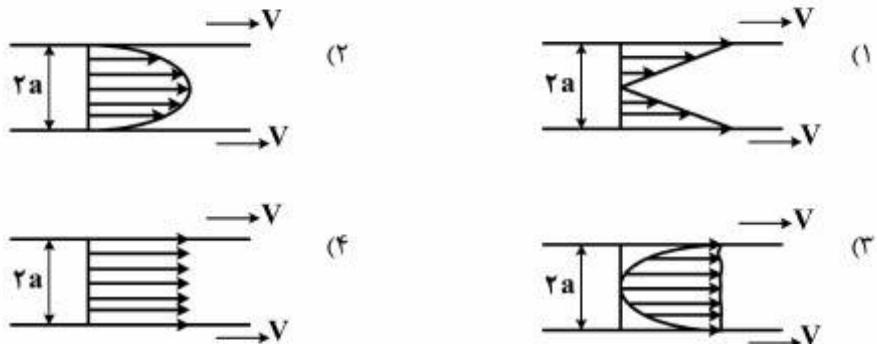
۱) ۷,۶۰

۲) ۷,۶۷

۳) ۷,۷۵

۴) ۷,۷۸

۷۵- سیال تراکم‌پذیری در فضای بین دو صفحه به فاصله  $2a$  قرار دارد. هر دو صفحه با سرعت ثابت  $V$  در یک جهت کشیده می‌شوند. در حالت یکنواخت توزیع سرعت شبیه به کدام یک از اشکال زیر است؟



۷۶- هوا از مخزنی با دمای  $T_0$  و فشار  $P_0$  بیک نازل ایزنتروپیک وارد شده و در حالت یکنواخت آن را طی می‌کند. سطح مقطع گلوگاه نازل نصف سطح خروجی آن است. اگر چگالی سیال خروجی نصف چگالی ورودی آن به نازل باشد، کدام یک از عبارت زیر صحیح است؟

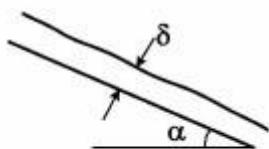
۱) عدد ماخ در خروجی نازل نصف عدد ماخ در گلوگاه است.

۲) فشار در خروجی نازل نصف فشار ورودی آن است.

۳) فلاکس جرمی هوا در خروجی نصف فلاکس جرمی آن در گلوگاه است.

۴) فلاکس جرمی هوا در خروجی یک چهارم فلاکس جرمی آن در گلوگاه است.

- ۷۷- سیالی نیوتونی بر روی سطح شیب داری به طول  $L$  و عرض  $w$  با ضخامت  $\delta$  و دبی حجمی  $Q$  به سمت پایین حرکت می کند. (مطابق شکل) نیروی واردہ بر سطح شیب دار در راستای حرکت کدام یک از موارد زیر است؟



$$\rho g L \delta w \sin \alpha \quad (1)$$

$$\rho Q g \sin \alpha \quad (2)$$

$$\rho L w \delta g \cos \alpha \quad (3)$$

$$\rho Q g \cos \alpha \quad (4)$$

- ۷۸- در مورد توزیع تنش برشی در جریان داخل یک لوله، کدام عبارت صحیح است؟

(۱) تنها برای جریان آرام، تنش برشی رابطه خطی با شعاع لوله دارد.

(۲) در هر شرایطی برای جریان داخل لوله، تنش برشی رابطه خطی با شعاع لوله دارد.

(۳) فقط برای جریان آشفته، رابطه خطی بین تنش برشی و شعاع لوله وجود ندارد.

(۴) در جریان کاملاً توسعه یافته، خواه جریان آرام باشد یا آشفته، رابطه خطی بین تنش و شعاع لوله وجود دارد.

- ۷۹- سیالی تراکم پذیر در یک مجرأ به صورت آبزنتروپیک جریان دارد. کدام یک از عبارت زیر همواره صادق است؟

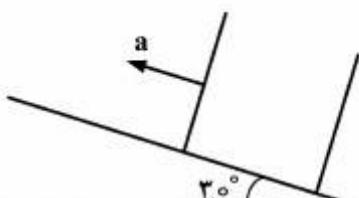
(۱) با افزایش ماخ، فشار جریان کاهش می یابد.

(۲) با افزایش ماخ، فشار جریان افزایش می یابد.

(۳) با افزایش سطح مقطع مجرأ، سرعت سیال کاهش می یابد.

(۴) با افزایش سطح مقطع مجرأ، سرعت سیال افزایش می یابد.

- ۸۰- جعبه ای مکعب شکل با ضلع  $50\text{ cm}$  تا نیمه از سیالی به چگالی  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$   $800$  پرشده است. این جعبه بر روی سطح شیب دار با زاویه  $30^\circ$  درجه با چه شتابی بر حسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  به سمت بالا کشیده شود تا سیال در آستانه خروج از جعبه قرار گیرد؟



$$\frac{2g}{\sqrt{3}-1} \quad (1)$$

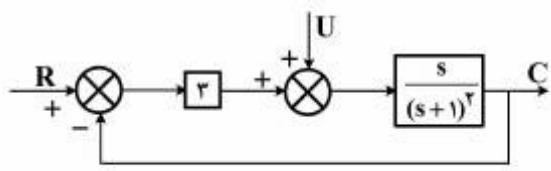
$$\frac{2g}{\sqrt{3}+1} \quad (2)$$

$$\frac{g}{2(\sqrt{3}-1)} \quad (3)$$

$$\frac{g}{2(\sqrt{3}+1)} \quad (4)$$

کنترل فرآیندها:

- ۸۱- مقدار افت کنترل پاسخ مدار بسته سیستم کنترل داده شده به یک تغییر پله ای  $2$  واحدی در بار سیستم کدام است؟



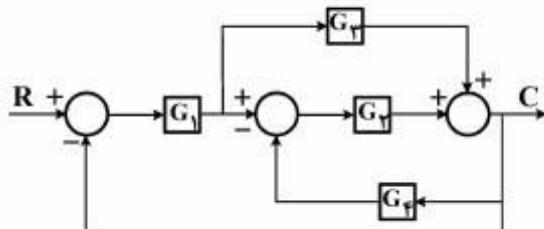
(۱) صفر

(۲)  $\frac{2}{3}$

(۳)  $1$

(۴)  $2$

-۸۲ در نمودار جعبه‌ای شکل زیر، کدام گزینه صحیح است؟



$$\frac{C}{R} = \frac{G_1 + G_2}{1 + G_1(1 + G_2 + G_f)} \quad (1)$$

$$\frac{C}{R} = \frac{G_1(G_2 + G_f)}{1 + G_1(G_2 + G_f + G_1)} \quad (2)$$

$$\frac{C}{R} = \frac{G_1G_2 + G_1G_f}{1 + G_1G_2 + G_2G_f + G_1G_f} \quad (3)$$

$$\frac{C}{R} = \frac{G_2(G_1 + G_f)}{1 + G_1(G_2 + G_f)} \quad (4)$$

-۸۳ نسبت دامنه‌ها و زاویه فاز در پاسخ فرکانسی یک سیستم درجه دوم متتشکل از دو سیستم درجه اول یکسان غیر

تداخلی در فرکانس  $\omega = \frac{\pi}{\sqrt{2}}$  rad/min به ترتیب برابر ۲ و ۵ است. تابع تبدیل این سیستم کدام است؟

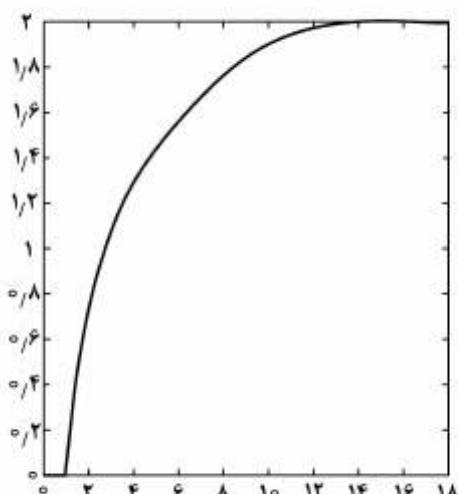
$$\frac{4}{\omega/\sqrt{2}s^2 + s + 1} \quad (2)$$

$$\frac{4}{\omega/\sqrt{2}s^2 + 2s + 1} \quad (1)$$

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

$$\frac{\omega/\sqrt{2}}{4s^2 + 2s + 1} \quad (3)$$

-۸۴ شکل نشان داده شده بیانگر پاسخ کدام یک از توابع تبدیل زیر به ورودی  $X(s) = \frac{4}{s}$  است؟



$$\frac{\omega/\sqrt{2}}{4s+1} \quad (1)$$

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

$$\frac{\omega e^{-s}}{4s+1} \quad (3)$$

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

-۸۵ در سیستم بدون اثر متقابل (noninteracting) با تابع انتقال  $\frac{1}{(4s+1)(\tau s+1)}$ ، در کدام حالت سریع‌ترین پاسخ

را داریم؟

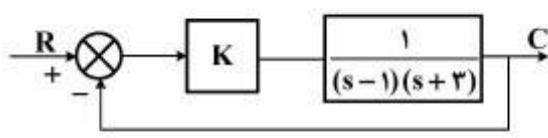
$$\tau < \frac{1}{4} \quad (1)$$

$$\tau = \frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\tau > 4 \quad (3)$$

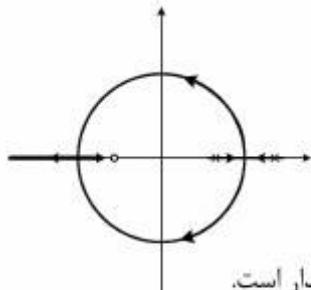
$$\tau = 4 \quad (4)$$

-۸۶ در سیستم زیر برای آنکه سریع ترین پاسخ غیرنوسانی نسبت به ورودی پله داشته باشیم مقدار K چقدر است؟



- ۱ (۱)  
۲ (۲)  
۳ (۳)  
۴ (۴)

-۸۷ مکان هندسی ریشه های معادله مشخصه سیستمی به صورت زیر است. کدام عبارت در مورد پاسخ سیستم به ورودی پله ای صحیح است؟



- (۱) در برهه های بسیار پایین نوسانی و پایدار و در برهه های بسیار بالا غیرنوسانی و پایدار است.  
 (۲) در برهه های بسیار پایین غیرنوسانی و ناپایدار و در برهه های بسیار بالا غیرنوسانی و پایدار است.  
 (۳) در برهه های بسیار پایین غیرنوسانی و ناپایدار و در کلیه برهه های میانی نوسانی و پایدار است.  
 (۴) در برهه های بسیار پایین غیرنوسانی و ناپایدار و در برهه های بسیار بالا نوسانی و پایدار است.

-۸۸ تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است:

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+3)}$$

پاسخ سیستم به ورودی پله به ازای مقدار مشخصی از K نوسان دائم دارد. فرکانس نوسانات کدام است؟

- ۵ (۱)  
۶ (۲)  
 $\sqrt{5}$  (۳)  
 $\sqrt{6}$  (۴)

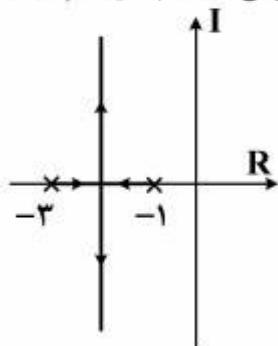
-۸۹ معادله مشخصه سیستمی به صورت زیر است:

$$1 + GH = s^3 + s^2 + 9s + K = 0$$

به ازاء مقدار مشخصی از K، پاسخ ماندگار سیستم به ورودی پله ای نوسانی دائم می شود. این پاسخ برابر کدام یک از موارد زیر است؟

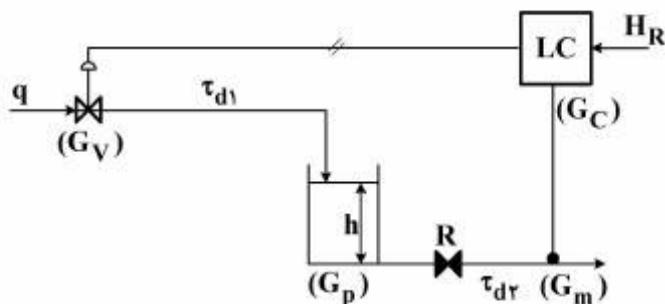
- $y = A \sin 3t$  (۱)  
 $y = A \sin \frac{t}{3}$  (۲)  
 $y = A \sin 9t$  (۳)  
 $y = A \sin \frac{t}{9}$  (۴)

- ۹۰ نمودار مکان هندسی یک سیستم کنترل به مانند شکل زیر است. چنانچه ضریب میرایی سیستم،  $(\zeta)^2 = 5/4$  باشد  
مقدار ثابت زمانی ( $\tau$ ) سیستم کدام است؟



- ۱)  $0/25$   
۲)  $0/43$   
۳)  $4$   
۴)  $0/5$

- ۹۱ در سیستم کنترل سطح مایع زیر، تابع انتقال مدار بسته  $\frac{H(s)}{H_R(s)}$  کدام است؟



متوسط زمانهای تاخیر هستند)  
به ترتیب توابع انتقال کنترلر و فرآیند و اندازه گیر و شیر کنترل هستند.  
 $G_v, G_m, G_p, G_c$ )

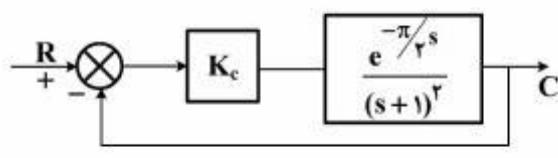
$$\frac{G_c G_v G_p e^{-(\tau_{d1}s + \tau_{d2}s)}}{1 + G_c G_v G_p G_m e^{-(\tau_{d1} + \tau_{d2})s}} \quad (1)$$

$$\frac{G_c G_v G_p G_m e^{-\tau_{d1}s}}{1 + G_c G_v G_p G_m e^{-(\tau_{d1} + \tau_{d2})s}} \quad (2)$$

$$\frac{G_c G_v G_p e^{-\tau_{d1}s}}{1 + G_c G_v G_p G_m e^{-(\tau_{d1} + \tau_{d2})s}} \quad (3)$$

$$\frac{G_c G_v G_p}{1 + G_c G_v G_p G_m e^{-(\tau_{d1} + \tau_{d2})s}} \quad (4)$$

- ۹۲ در سیستم کنترل زیر، اگر بهره کنترلر بر مبنای ضابطه Ziegler-Nichols تعیین شود، مقدار  $K_c$  کدام است؟



- ۱)  $0/5$   
۲)  $1$   
۳)  $2$   
۴)  $4$

- ۹۳ - تابع تبدیل زیر بین  $x(s)$  و  $y(s)$  برقار است:

$$y(s) = \frac{e^{-\frac{\pi}{4}s}}{(s+1)^2} x(s)$$

اگر  $x(t) = \sqrt{2} \sin t$  باشد، پاسخ ماندگار خروجی کدام است؟

sint (۱)

cost (۲)

-sint (۳)

-cost (۴)

- ۹۴ - تابع تبدیل سیستمی به صورت زیر است:

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

شیب مجانب نمودار Bode در فرکانس  $\omega = 0$  چقدر است؟

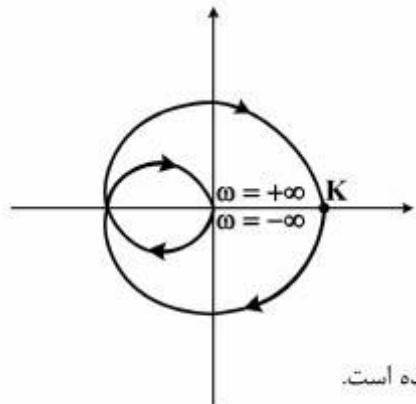
-۱ (۱)

-۲ (۲)

-۳ (۳)

-۴ (۴)

- ۹۵ - منحنی نایکوئیست تابع  $\frac{K}{(s+1)^2}$  در زیر رسم شده است. کدام گزینه صحیح است؟



(۱) سیستم مدار بسته‌ی سیستم همواره پایدار است.

(۲) سیستم مدار بسته در بجهه‌های بالا پایدار است.

(۳) سیستم مدار بسته در بجهه‌های بالا ناپایدار و با دو ریشه‌ی ناپایدار کننده است.

(۴) سیستم مدار بسته در بجهه‌های پایین ناپایدار با دو ریشه‌ی ناپایدار کننده است.

انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲):

-۹۶- غلظت‌های دو انتهای یک خط عملیاتی برای یک فرآیند جذب گازی به صورت زیر بیان شده است. در صورتی که منحنی تعادل از رابطه  $2x = y$  پیروی کند. کدام‌یک از جملات ذکر شده صحیح است؟

$$\begin{array}{l} \text{نقطه (۱)} \\ \left| \begin{array}{l} x_1 = 0/1 \\ y_1 = 0/3 \end{array} \right. \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{نقطه (۲)} \\ \left| \begin{array}{l} x_2 = 0/3 \\ y_2 = 0/1 \end{array} \right. \end{array}$$

$x, y$ , غلظت‌های جزء منتقل شونده به ترتیب در مایع و گاز می‌باشند.

(۱) فرآیند به صورت همسو می‌باشد.

(۲) فرآیند به صورت ناهمسو می‌باشد.

(۳) رخ دادن فرآیند غیرممکن می‌باشد.

(۴) رخ دادن فرآیند غیرممکن می‌باشد.

-۹۷-  $200\text{kmol}$  مخلوط گازی ( $90\% \text{ حجمی متان} + 10\% \text{ حجمی سولفید هیدروژن}$ ) در یک ظرف درسته در تماس با  $20000\text{kmol}$  آب خالص قرار می‌گیرد و  $90\%$  از سولفید هیدروژن جذب آب می‌شود. اگر توزیع تعادلی سولفید هیدروژن به صورت  $X = 10Y$  که  $X$  و  $Y$  نسبت‌های مولی به ترتیب در آب و گاز هستند بیان شود، راندمان مورفری کدام است؟

$$\begin{array}{ll} \frac{80}{81} & \frac{70}{71} \\ (2) & (1) \\ \frac{100}{101} & \frac{90}{91} \\ (4) & (3) \end{array}$$

-۹۸- در مقایسه دو مدل انتقال جرم: مدل نوشوندگی سطح (جایگزینی سطحی) و مدل رسوخ (Penetration)، کدام گزینه درست است؟ ( $k_l$  ضریب انتقال جرم و  $D_{AB}$  ضریب نفوذ و  $\theta$  زمان قرارگیری قطعات مایع در معرض گاز می‌باشد).

(۱) در مدل رسوخ  $k_l$  متناسب با  $\sqrt{\theta}$  است ولی در مدل نوشوندگی سطح  $k_l$  متناسب با  $\sqrt[3]{\theta}$  است.

(۲) در هر دو تئوری  $k_l \propto D_{AB}^n$  می‌باشد، اما در مدل رسوخ  $n = 5/5$  و در مدل نوشوندگی سطح  $n = -5/5$  می‌باشد.

(۳) در هر دو تئوری  $k_l \propto D_{AB}^n$  می‌باشد. اما در مدل رسوخ  $n = 5/5$  و در مدل نوشوندگی سطح  $n = 1$  می‌باشد.

(۴) در تئوری رسوخ زمان قرارگیری قطعات مایع در معرض گاز یکسان فرض می‌شود، اما در مدل نوشوندگی سطح زمان قرارگیری متفاوت فرض می‌شود.

-۹۹- در یک لیوان با سطح مقطع دایره‌ای که در دمای محیط و هوای ساکن قرار دارد آب تبخیر می‌شود. کدام‌یک از مدل‌های زیر پروفایل غلظت بخار آب را در لایه انتقال جرم روی سطح آب ارائه می‌دهد؟ شرایط را پایدار فرض کنید. ( $y_A$  غلظت بخار آب در هوا،  $r$  شعاع لیوان و  $z$  فاصله از سطح مایع در هوا)

$$\frac{d}{dz} \left( \frac{r}{1-y_A} \frac{dy_A}{dz} \right) = 0 \quad (2) \quad \frac{d}{dz} \left( \frac{1}{1-y_A} \frac{dy_A}{dz} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d}{dz} \left( \frac{rdy_A}{dz} \right) = 0 \quad (4) \quad \frac{d}{dz} \left( \frac{dy_A}{dz} \right) = 0 \quad (3)$$

۱۰۰- تضعید کره نفتالینی (جزء A) به شعاع  $r$  به نقطه‌ای به فاصله  $10r$  از مرکز کره و به هوای ساکن (جزء B) صورت می‌گیرد. دبی انتقال جرم در شرایط یکنواخت در لحظات نخست چقدر است (R ثابت گازها، T دما،  $P_t$  فشار کل،

جرم مولکولی A و  $y_A^*$  غلظت جزء A در محل تماس کره با هوای در دمای سطح کره است)?

$$\frac{D_{AB} \cdot P_t}{9RT} \cdot \ln \frac{1}{1-y_A^*} \cdot 4\pi r^2 \cdot M_A \quad (2)$$

$$\frac{4 \cdot D_{AB} \cdot P_t \cdot M_A \cdot y_A^*}{9RT} \quad (1)$$

$$\frac{4 \cdot D_{AB} \cdot P_t \cdot \pi \cdot r \cdot M_A \cdot \ln \left( \frac{1}{1-y_A^*} \right)}{9RT} \quad (4)$$

$$\frac{4 \cdot D_{AB} \cdot P_t \cdot \pi r^2 \cdot M_A \cdot \ln \frac{1}{(1-y_A^*)}}{RT} \quad (3)$$

۱۰۱- حل شدن کریستال سولفات مس  $5H_2O$  و  $CuSO_4$  در تانک بزرگی از آب خالص در نظر بگیرید. رابطه ضریب (A) (B)

انتقال جرم F و  $k_c$  با دیمانسیون عبارتست از:

$$F = \frac{\varepsilon k_c \cdot x_A^* \cdot c}{\ln \frac{1}{1-\varepsilon x_A^*}} \quad (2)$$

$$F = \frac{k_c}{\varepsilon} \ln \frac{1}{1-\varepsilon x_A^*} \quad (1)$$

$$F = \varepsilon k_c x_A^* \cdot c \quad (4)$$

$$F = k_c \cdot c \cdot x_{B,M} \quad (3)$$

۱۰۲- نسبت فلاکس انتقال جرم نفوذ A در یک محیط ساکن B به فلاکس انتقال جرم A برای انتقال جرم متقابل با مول‌های مساوی:

$$\frac{P_t}{P_{BM}} \text{ بزرگتر از یک و برابر است.} \quad (2)$$

$$\text{برابر یک است.} \quad (1)$$

$$\frac{P_t}{P_{AM}} \text{ بزرگتر از یک و برابر است.} \quad (3)$$

$$\text{کوچکتر از یک است.} \quad (4)$$

۱۰۳- ضریب نفوذ A در B در حالت گازی در دمای مطلق  $T_1$  و فشار  $P_1$ . دی ضریب نفوذ A در B در دمای  $T_1 > T_0$  و فشار  $P_1$  می‌باشد، کدام گزینه صحیح است؟

$$\frac{D_1 P_1}{T_1^{1/5}} < \frac{D_0 P_0}{T_0^{1/5}} \quad (2)$$

$$\frac{D_1 P_1}{T_1^{1/5}} > \frac{D_0 P_0}{T_0^{1/5}} \quad (1)$$

$$D_1 P_1 = D_0 P_0 \quad (4)$$

$$\frac{D_1 P_1}{T_1^{1/5}} = \frac{D_0 P_0}{T_0^{1/5}} \quad (3)$$

۱۰۴- دو برج نقطی B و A دارای نسبت برگشت یکسان هستند ولی ارتفاع (تعداد سینی‌ها) در برج A بزرگتر از برج B است. کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

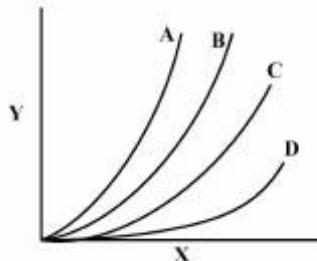
(۱) قطر برج A کوچکتر از قطر برج B است.

(۲) قطر برج A بزرگتر از قطر برج B است.

(۳) قطر هر دو برج در زیر محل ورود خوراک مساوی باشند.

(۴) نمی‌توان با این اطلاعات مقایسه‌ای بین قطر دو برج انجام داد.

- ۱۰۵ تصویر داده شده زیر جذب سطحی یک ترکیب شیمیایی با چهار جاذب متفاوت A, B, C و D در شرایط کاملاً یکسان می‌باشد. کدام جاذب توانایی بیشتری برای جذب این ماده را دارد؟



- A (۱)  
B (۲)  
C (۳)  
D (۴)

- ۱۰۶ رابطه محاسبه زمان خشک کردن  $\theta = \frac{L_s}{A} \int \frac{dx}{N}$  برای کدام بک از خشک‌کن‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

- (۱) سینی‌دار (Drum) (۲) دوار (Rotary) (۳) پاشنده (Spray) (۴) بشکه‌ای (Tray)

- ۱۰۷ در صورت وجود آزتوتروپ با نقطه ماکزیمم در نمودار فشار بخار ( $P_{xy}$ ) یک مخلوط دو جزئی، در غلظت‌های بیش از نقطه آزتوتروپ جریانی برقرار است که دارای:

- (۱) نقطه جوش کمتری است.  
(۲) فشار بخار بیشتری است.  
(۳) فشار بخار کمتری است.  
(۴) نقطه جوش کمتر ولی فشار بخار بیشتری است.

- ۱۰۸ برج تنظیر دو جزئی علاوه بر ریبوولر به صورت جریان باز (Open Stream) نیز می‌باشد، مختصات قطب پایینی به چه صورتی است؟

$$x = \frac{Bx_B}{B+S}, Q'' = \frac{BH_B + SH_S - Q_B}{B-S} \quad (۲) \quad x = x_B, Q'' = \frac{BH_B - SH_S}{B-S} \quad (۱)$$

$$x = \frac{Bx_B}{B-S}, Q'' = \frac{BH_B - SH_S}{B-S} \quad (۴) \quad x = \frac{Bx_B}{B-S}, Q'' = \frac{BH_B - SH_S - Q_B}{B-S} \quad (۳)$$

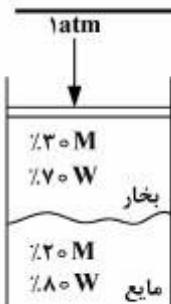
- ۱۰۹ در یک برج تنظیر دو جزئی، علاوه بر دو محصول بالا و پایین، یک محصول جانبی از قسمت جذب برج (بالاتر از خوراک) به صورت مایع اشباع خارج می‌شود شب خطر تبدیل در قسمت میانی (مابین ورود خوراک و خروج محصول جانبی) در حالت حداقل نسبت مایع برگشتی کدام یک از موارد زیر است؟ (روش مک‌کیب)

$$\frac{R_m D - S}{(R_m + 1)D} \quad (۲) \quad \frac{R_m}{R_m + 1} \quad (۱)$$

$$\frac{R_m D - S}{(R_m + 1)D + S} \quad (۴) \quad \frac{R_m D}{(R_m + 1)D + S} \quad (۳)$$

- ۱۱۰ در یک برج تنظیر، جزء مولی جزء فرارتر در خوراک برابر  $4/5$ ، خط عملیاتی بالای برج به صورت  $y = 0.8x + 0.18$  و خط عملیاتی پایین برج  $y = 0.5x - 0.05$  است. چه کسری از خوراک ورودی به صورت بخار اشباع است؟

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| $\frac{1}{4}$ (۲) | $\frac{1}{6}$ (۱) |
| $\frac{5}{6}$ (۴) | $\frac{3}{4}$ (۳) |



۱۱۱- دو فاز مایع و بخار با مشخصات شکل زیر در فشار یک آتمسفر کنار یکدیگر قرار دارند:

(۱) دو فاز در حال تعادل نیستند.

(۲) با این اطلاعات نمی‌توان روی تعادل یا عدم تعادل این دو فاز نتیجه‌گیری نمود.

(۳) دو فاز در حال تعادل می‌باشند.

(۴) درجه حرارت دو فاز با یکدیگر مساوی هستند.

۱۱۲- اگر هوایی مورد عمل کاهش درجه حرارت در فشار ثابت قرار گیرد بدون اینکه به نقطه اشباع برسیم:

(۱) حجم مخصوص، رطوبت (Humidity) و آنتالپی آن کاهش می‌یابد.

(۲) آنتالپی - رطوبت نسبی (R.H.) و حجم مخصوص کاهش می‌یابد.

(۳) حجم مخصوص و آنتالپی کاهش می‌یابد ولی نقطه شبنم ثابت است.

(۴) نقطه شیم، رطوبت نسبت و رطوبت کاهش می‌یابد.

۱۱۳- برای تبخیر یک خوراک با بیسکویته در محدوده ۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌پوز، مناسب‌ترین تبخیر‌کننده کدام است؟

(۱) گردش اجباری      (۲) گردش طبیعی      (۳) فیلم ریزان      (۴) فیلم همنزدار

۱۱۴- در یک فرایند تقطیر پیوسته یک مخلوط دو جزئی، خطوط کار (Operating Line) بالا و پایین برج  $y = 0.5x + 0.45$  و  $y = 0.2x + 0.05$  است. در این شرایط جزء مولی محصولات بالا و پایین برج بدتریب  $w$  و  $x_D$  کدام است؟

(۱) ۰/۸، ۰/۰۵      (۲) ۰/۹، ۰/۰۵

(۳) ۰/۸، ۰/۰۵      (۴) ۰/۹، ۰/۰۵

۱۱۵- در عملیات استخراج مایع - مایع کدام مورد باعث کاهش میزان حلال مصرفی می‌شود؟

(۱) افزایش دما      (۲) افزایش فشار

(۳) استفاده از عملیات تک مرحله‌ای      (۴) افزایش ضریب توزیع پذیری

#### طرح راکتورهای شیمیابی:

۱۱۶- برای واکنش‌های درجه یک  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  موافن جرم برای  $R$  در یک راکتور مخلوط شونده برابر با کدامیک از موارد زیر است؟

$$\frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{k_2 \tau_m}{(1+k_2 \tau_m)} \quad (۱)$$

$$\frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{k_1 \tau_m}{1+k_1 \tau_m} \quad (۲)$$

$$\frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1+k_1 \tau_m)(1+k_2 \tau_m)} \quad (۳)$$

$$\frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{(k_1 + k_2) \tau_m}{(1+k_2 \tau_m)} \quad (۴)$$

۱۱۷- در یک واکنش سری (پشت سر هم) هم درجه  $S \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} A$  با هدف تولید ماکزیمم محصول مطلوب

اگر نسبت  $\frac{k_2}{k_1}$  بزرگتر از واحد باشد، طراحی راکتور باید بر اساس کدامیک از موارد زیر باشد؟

(۱) میزان تبدیل زیاد  $A$

(۲) نحوه توزیع محصولات بستگی به دما دارد.

(۳) نحوه توزیع محصولات، مستقل از ترکیب نسبی  $A$

(۴) میزان تبدیل کم  $A$  و جریان مجدد (Recycle) جسم ترکیب شونده

۱۱۸- واکنش‌های سری درجه یک  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  در یک راکتور لوله‌ای در فاز مایع انجام می‌گیرند. زمان لازم برای تولید حداقل محصول R در کدام یک از موارد زیر حاصل می‌شود؟

$$t = \frac{k_2 - k_1}{\ln(\frac{k_2}{k_1})} \quad (۱)$$

$$t = \frac{\ln(\frac{k_2}{k_1})}{k_2 - k_1} \quad (۲)$$

$$t = \frac{k_2}{\ln(\frac{k_2}{k_1})} \quad (۳)$$

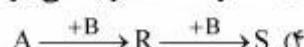
$$t = \frac{k_1}{\ln(k_2 - k_1)} \quad (۴)$$

۱۱۹- واکنش سری - موازی  $\begin{cases} A + B \rightarrow R \\ R + B \rightarrow S \end{cases}$  در فاز مایع در یک راکتور انجام می‌شود. اگر غلظت ترکیب شونده A در داخل راکتور پایین نگاه داشته شود، تعیین کنید این واکنش سری - موازی بمانند کدام یک از واکنش‌های زیر عمل می‌نماید؟

(۱) الگوی اختلاط با الگوی اختلاط در راکتور لوله‌ای مطابقت دارد.

(۲) ترکیب A خالص با A در حال ترکیب محلول نمی‌گردد.

(۳) ماده واسطه R تولید می‌گردد.



۱۲۰- واکنش سری  $S \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} A$  در فاز مایع در داخل یک راکتور به نحوی که غلظت ترکیب شونده A در داخل راکتور پایین نگاه داشته شود، انجام می‌شود. تعیین کنید نحوه توزیع محصولات در راکتور با کدام یک از موارد زیر مطابقت دارد؟

(۱) نیمه پوسته      (۲) مخلوط شونده      (۳) لوله‌ای      (۴) نایپوسته

۱۲۱- برای واکنش فاز مایع درجه دوم  $A \rightarrow B$  نسبت زمان نیاز برای آنکه ۱۰٪ از A اولیه باقی بماند به زمان مورد نیاز برای آنکه ۴۵٪ از A تبدیل گردد چقدر است؟

۲ (۲)      ۰/۱۴ (۱)

۲۲ (۴)      ۱۱ (۳)

۱۲۲- برای واکنش‌های ابتدایی  $A \rightleftharpoons B$  ثابت تعادلی واکنش برابر با ۴ است. چنانچه غلظت‌های اولیه

$$C_{A_0} = C_{B_0} = ۵ \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

۷/۵ (۲)      ۶ (۱)

۱۰ (۴)      ۸ (۳)

۱۲۳- واکنش  $A + B \rightarrow B + B$  با سرعت  $-r_A = kC_A C_B$  در یک راکتور نایپوسته (Batch) صورت می‌گیرد. چنانچه

غلظت اولیه  $\frac{1}{\text{mol.s}}$  و ثابت سرعت واکنش  $C_{A_0} + C_{B_0} = ۵ \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  باشد، حداقل سرعت واکنش بر حسب

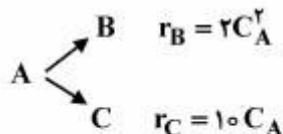
$$\frac{\text{mol}}{\text{l.s}} \text{ چقدر است؟}$$

۲۵ (۲)      ۳۵ (۱)

۱۰ (۴)      ۳۰ (۳)

۱۲۴- واکنش‌های زیر در فاز مایع در یک راکتور مخلوط شونده (CSTR) صورت گرفته و برای خوراک A خالص با غلظت

$$\text{اولیه } C_{A_0} = 40 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ در صد تبدیل } 75 \text{ می‌باشد. غلظت C بر حسب } \frac{\text{mol}}{\text{l}} \text{ در خروجی از راکتور چقدر است؟}$$



۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)



۱۲۵- واکنش  $A \rightarrow R$  در یک راکتور در فاز مایع انجام می‌گیرد. اگر منحنی تغییرات تابع تشکیل کل  $R(\phi_R)$  بر حسب

در صد تبدیل  $X_A$  نزولی باشد، تعیین کنید برای تولید حداقل R کدام راکتور انتخاب می‌شود؟

(۱) لوله‌ای

(۲) نیمه پیوسته

(۳) مخلوط شونده

۱۲۶- واکنش  $B \rightarrow A$  با خوراک A خالص و سرعت  $-r_A = kC_A$  در ۳ راکتور مخلوط شونده (CSTR) با حجم مساوی که به صورت سری متصل می‌باشند صورت می‌گیرد. چنانچه تبدیل A بعد از راکتور اول ۵۰ درصد باشد، در صد تبدیل A بعد از آخرين راکتور چقدر است؟

۹۱/۲۵ (۴)

۸۷/۵ (۳)

۷۷/۷۵ (۲)

۶۲/۵ (۱)

۱۲۷- واکنش فاز مایع درجه صفر بازگشت‌ناپذیر  $B \rightarrow A$  در راکتور ایده‌آل مخلوط شونده انجام می‌شود. تبدیل A در این راکتور در سرعت فضایی  $1/\text{min}^0$  برابر  $3/0$  می‌باشد. در صورتی که این واکنش در راکتور ایده‌آل لوله‌ای (PFR) و با سرعت فضایی  $2/\text{min}^0$  انجام شود، در صد تبدیل چقدر است؟ فرض کنید تمامی شرایط عملیاتی دیگر یکسان باشند.

۰/۱۵ (۴)

۰/۳ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۶ (۱)

۱۲۸- واکنش فاز مایع همدماهی برگشت‌پذیر  $R \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} P$  در یک راکتور مخلوط شونده ایده‌آل انجام می‌شود. سرعت واکنش بر حسب  $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3 \cdot \text{h}}$

واکنش بر حسب توسط رابطه  $r_R = -0.5C_P - 0.125C_R$  داده شده است. جریان خوراک ورودی به راکتور

نهایا P است. زمان اقامت مورد نیاز (بر حسب ساعت) چقدر باشد تا تبدیل ۴۰٪ برای P بدست آید؟

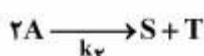
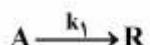
۵ (۴)

۳ (۳)

۲/۳ (۲)

۱/۶ (۱)

۱۲۹- در واکنش‌های درجه اول موازی زیر، شیب نمودار غلظت ماده تولیدی R بر حسب غلظت ماده تولیدی T چه پارامتری را نشان می‌دهد؟ (پیشرفت واکنش‌ها را نسبت به A بسنجید)



$k_1 + 2k_2$  (۴)

$k_1 + k_2$  (۳)

$\frac{2k_1}{k_2}$  (۲)

$\frac{k_1}{2k_2}$  (۱)

- ۱۳۰ - برای واکنش سری ابتدایی  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$  و  $k_1 < k_2$ ، سیستم واکنش را می‌توان به کدام صورت زیر تقریب زد؟ ( $C_{B_0} = C_{C_0} = 0$ )



ریاضیات (گابربردی، عددی):

- ۱۳۱ - دسته جواب معادله دیفرانسیل زیر کدامیک از گزینه‌های زیر است؟

$$\frac{dy}{dx} = (y - 4x)^4$$

$$\frac{y - 4x - 2}{y - 4x + 2} = ke^{-4x} \quad (2)$$

$$\frac{y - 4x - 2}{y - 4x + 2} = ke^{-4x} \quad (1)$$

$$\frac{y - 4x - 2}{y - 4x + 2} = ke^{4x} \quad (4)$$

$$\frac{y - 4x - 2}{y - 4x + 2} = ke^{4x} \quad (3)$$

- ۱۳۲ - توزیع دما در یک جسم جامد به صورت  $T(x) = AY_0(x) + BJ_0(x)$  به دست آمده است. اگر ثابت‌های  $A$  و  $B$  به ترتیب کدامند؟

$$100 \text{ و } 100 \quad (1)$$

$$200 \text{ و } 0 \quad (2)$$

$$-100 \text{ و } 100 \quad (3)$$

$$0 \text{ و } 200 \quad (4)$$

- ۱۳۳ - چنانچه  $\frac{\operatorname{erf}(p)}{\operatorname{erfc}(p)}$  باشد مقدار  $\int_0^P e^{-t^2} dt = \frac{1}{2}$  برابر است با:

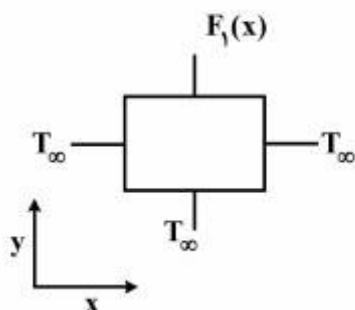
$$\frac{\sqrt{\pi}-1}{\pi+1} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{\pi}+1}{\pi-1} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2\sqrt{\pi}-1} \quad (3)$$

$$\frac{\sqrt{\pi}}{4-\sqrt{\pi}-1} \quad (4)$$

- ۱۳۴ - صفحه دو بعدی مطابق شکل از سه طرف دارای دمای  $T_\infty$  بوده و توزیع دما در یک طرف نیز مشخص و  $F(x)$  می‌باشد. توزیع دما در حالت پایا به چه صورت است؟



(۱) در جهت  $x$  و  $y$  هردو به صورت  $\sin$

(۲) در جهت  $x$  و  $y$  هردو به صورت  $\sin h$

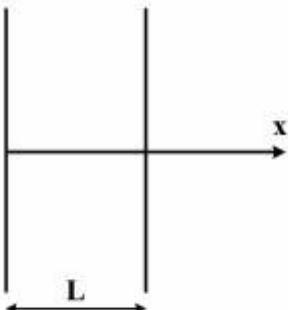
(۳) در جهت  $x$  و در جهت  $y$  به صورت  $\sin h$  می‌باشد

(۴) در جهت  $x$  به صورت  $\sin$  و در جهت  $y$  به صورت  $\sin h$  می‌باشد.

۱۳۵- برای کدام مقدار  $a$  معادله دیفرانسیل  $(x^{-1} + y^{-1})dx + 2axy^{-2}dy = 0$  کامل است؟

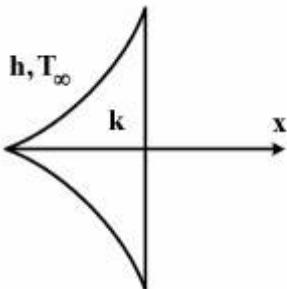
- $-\frac{1}{2}$  (۱)
- $+\frac{1}{2}$  (۲)
- $+2$  (۳)
- $-2$  (۴)

۱۳۶- تغیهات در دمای یکنواخت  $T_0$  قرار دارد. به طور ناگهانی در دمای سطح بزرگ آن به یک مقدار معین  $T_1$  افزایش می‌یابد. تغییرات دما ( $\theta$ ) نسبت به زمان و مکان چگونه است؟  $(\theta = T - T_0)$



$$\begin{aligned} &= \sum A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) \sin(\lambda_n x) \quad (1) \\ &= \sum A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) \cos(\lambda_n x) \quad (2) \\ &= \sum A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) \sinh(\lambda_n x) \quad (3) \\ &= \sum A_n \exp(-\alpha \lambda_n^2 t) \cosh(\lambda_n x) \quad (4) \end{aligned}$$

۱۳۷- معادله  $x^2\theta'' + 3x\theta' - 15\theta = 0$  بیان کننده توزیع دمای پرهایی است که با محیطی با دمای  $T_\infty$  تبادل گرما دارد. رابطه توزیع دما کدام است؟  $(\theta = T - T_\infty)$



- $Cx^{\frac{5}{2}}$  (۱)
- $Cx^{\frac{7}{2}}$  (۲)
- $CI_{\frac{-1}{2}}(\sqrt{\tau x})$  (۳)
- $CJ_{\frac{1}{2}}(\sqrt{\delta x})$  (۴)

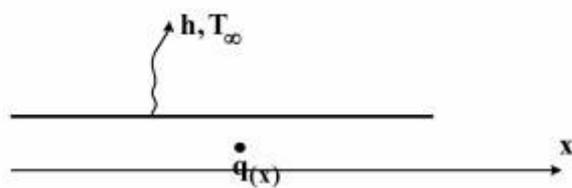
۱۳۸- کدام گزینه در مورد معادله دیفرانسیل پارهای داده شده درست است؟

$$\frac{D}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u}{\partial r} \right) - \frac{\partial u}{\partial y} - (u - 1) = 0$$

- (۱) به ازای  $D < 0$  معادله هذلولی است.
- (۲) به ازای  $D > 0$  معادله بیضی گون است.
- (۳) معادله همگن و خطی است.
- (۴) معادله سهمی گون است.

- ۱۳۹- میله سوخت هسته‌ای با سطح مقطع ثابت A و محیط مقطع ثابت P در مخزن بزرگ محتوی آب با دمای  $T_{\infty}$  قرار دارد. ثابت هدایت حرارتی میله سوخت  $x = k_0 + \alpha x$  و ضریب انتقال حرارت جوشش ثابت و h است. گرمای تولید شده به ازاء واحد حجم میله در واحد زمان  $(x) \dot{q}$  است. معادله حاکم بر توزیع دما در میله سوخت کدام است؟

$$\theta = T - T_{\infty}$$



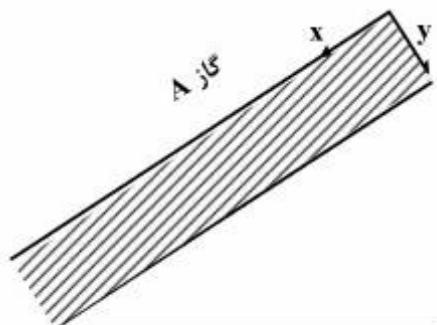
$$\frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{\alpha}{k_0} \frac{d\theta}{dx} - \frac{hp}{k_0 A} \theta = -\frac{\dot{q}}{k_0} \quad (1)$$

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{\alpha}{k_0} \frac{d\theta}{dx} - \frac{hp}{k A} \theta = -\frac{\dot{q}}{k} \quad (2)$$

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{\alpha}{k} \frac{d\theta}{dx} - \frac{hp}{k A} \theta = -\frac{\dot{q}}{k} \quad (3)$$

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} + \frac{\alpha}{k_0} \frac{d\theta}{dx} - \frac{hp}{k_0 A} \theta = -\frac{\dot{q}}{k_0} \quad (4)$$

- ۱۴۰- گاز A در فیلم مایع جاری روی سطح شیبدار حل شده و در توده مایع در یک واکنش مرتبه اول مصرف می‌شود. ضریب نفوذ A در مایع ثابت D. سرعت مایع  $u = u(x, y)$  و غلظت A در مایع  $C_A = C_A(x, y)$  است. معادله حاکم بر توزیع غلظت جزء A در مایع کدام است؟ از نفوذ در جهت x صرفنظر کنید و ثابت سرعت واکنش مرتبه اول  $k$  است.



$$-D \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + u \frac{\partial C_A}{\partial x} = k C_A \quad (1)$$

$$D \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} - u \frac{\partial C_A}{\partial x} = k C_A \quad (2)$$

$$-D \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} + u \frac{\partial C_A}{\partial x} = (k + \frac{\partial u}{\partial x}) C_A \quad (3)$$

$$D \frac{\partial^2 C_A}{\partial y^2} - u \frac{\partial C_A}{\partial x} = (k + \frac{\partial u}{\partial x}) C_A \quad (4)$$

- ۱۴۱- در روش نیوتن رافسون برای حل دستگاه معادله زیر

$$f_1(x_1, x_2) = x_1 x_2 - x_1 - 1$$

$$f_2(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 4x_2$$

چنانچه در مرحله اول مقدار حدس اولیه  $x_2 = -1, x_1 = 1$  باشد، در این مرحله ماتریس جاکوبین کدام است؟

$$\begin{bmatrix} -2 & 6 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -2 & 6 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -6 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} -2 & -1 \\ 2 & 6 \end{bmatrix} \quad (4)$$

۱۴۲ - اگر منحنی  $y = \frac{\sin x}{x}$  در بازه  $[0, \frac{\pi}{2}]$  با خطی به معادله  $y = mx$  با روش کمترین مربعات برازش شود، مقدار  $m$  کدام است؟

- (۱)  $\frac{48}{\pi^2}$   
 (۲)  $\frac{48}{\pi^3}$   
 (۳)  $\frac{24}{\pi^2}$   
 (۴)  $\frac{24}{\pi^3}$

۱۴۳ - مقدار اختلاف در محاسبه  $\int_1^7 (ax^7 + bx + c)dx$  به دو روش سیمسون  $\frac{1}{3}$  و سیمسون  $\frac{3}{8}$  با طول قدم واحد برابر است با:

- (۱) صفر  
 (۲)  $12a + 7b$   
 (۳)  $17a - 4b$   
 (۴)  $12a + 7b + c$

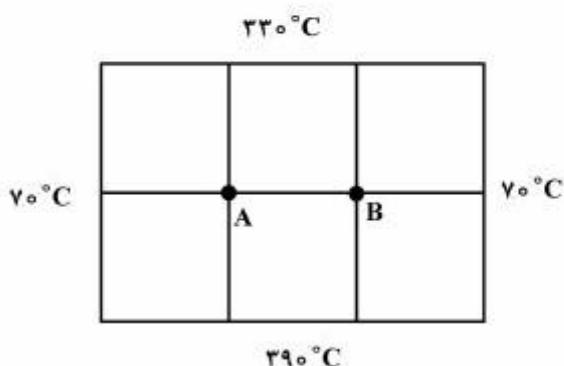
۱۴۴ - دستگاه معادلات زیر برای کدامیک از مقادیر  $C$  فاقد پاسخ معین است؟

$$\begin{cases} Ax + Cy = c \\ Cx + Dy = d \end{cases}$$

- (۱) ۴  
 (۲) ۵  
 (۳) ۶  
 (۴) ۹

۱۴۵ - توزیع دما در یک صفحه نازک به ابعاد  $20 \times 30$  سانتیمتر با معادله دیفرانسیل  $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = -2 \frac{\text{°C}}{\text{cm}^2}$  بیان می‌شود. با توجه به شرایط مرزی داده شده در شکل مقدار دما در گره A بر حسب  $C$  چقدر است؟

- (۱) ۲۰  
 (۲) ۲۱۵  
 (۳) ۲۳۰  
 (۴) ۳۹۰



- ۱۴۶- اگر روی داده‌های جدول زیر با روش حداقل مربعات خطایک تابع درجه دوم  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  عبور داده شود، ماتریس زیر به دست می‌آید. کدام یک از گزینه‌ها درست است؟

$$\begin{array}{c|ccccc} x & x_0 & x_1 & \dots & x_n \\ \hline y & y_0 & y_1 & \dots & y_n \\ \left[ \begin{matrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{matrix} \right] \left[ \begin{matrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{matrix} \right] = \left[ \begin{matrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{matrix} \right] \end{array}$$

$$A_{11} = \sum x_i^2, F_1 = \sum x_i y_i \quad (1)$$

$$A_{21} = \sum x_i, F_2 = \sum x_i y_i^2 \quad (2)$$

$$A_{31} = \sum x_i^3, F_3 = \sum x_i^3 y_i \quad (3)$$

$$A_{32} = \sum x_i^2, F_3 = \sum x_i^2 y_i \quad (4)$$

- ۱۴۷- برای اطمینان از پایدار بودن روش صریح برای حل معادله  $\frac{\partial \theta}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}$  از روش اختلاف‌های محدود، اگر

$$\alpha = 1/6 \times 10^{-5} \frac{m^2}{s} \quad \Delta t = 0.5 s$$

۱ (۱)

۴ (۲)

۱۰۰۰ (۳)

۴۰۰۰ (۴)

- ۱۴۸- برای محاسبه  $\int_{-1/\sqrt{2}}^0 (x + e^x) dx$  از روش ذوزنقه‌ای حداقل تعداد تقسیم در بازه  $[-1/2, 0]$  با خطای کمتر از

$\pm 0.036$  کدام است؟

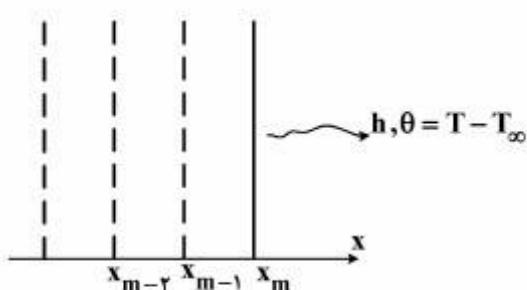
N = 2 (۱)

N = 5 (۲)

N = 8 (۳)

N = 10 (۴)

- ۱۴۹- تیغه نشان داده شده در شکل در انتقال حرارت هدایتی یک بعدی گذرا، دارای شرط مرزی جابجایی است. دمای سطح  $\theta(x_m, t_n)$  از روش صریح اختلاف‌های محدود از کدام معادله‌ای زیر به دست می‌آید؟



$$\theta_{m,n} = (1 + \frac{h\Delta t}{k})\theta_{m,n-1} \quad (1)$$

$$\theta_{m,n} = (1 - \frac{h\Delta t}{k})\theta_{m,n+1} \quad (2)$$

$$\theta_{m,n} = (1 - \frac{h\Delta t}{k})\theta_{m-1,n} \quad (3)$$

$$\theta_{m,n} = (1 - \frac{h\Delta t}{k})\theta_{m-1,n-1} \quad (4)$$

- ۱۵۰- برای محاسبه مقدار  $\theta$  در زمان  $t_n = n\Delta t$  از روش اویلر ضمنی گدام رابطه زیر استفاده می‌شود؟

$$\frac{d\theta}{dt} = \theta + t$$

$$\theta_{i+1} = (1 - \Delta t)\theta_i + n\Delta t \quad (1)$$

$$\theta_{i+1} = (1 + \Delta t)\theta_i + n\Delta t \quad (2)$$

$$\theta_{i+1} = \frac{\theta_i + (n+1)(\Delta t)}{1 - \Delta t} \quad (3)$$

$$\theta_{i+1} = \frac{\theta_i + (n+1)(\Delta t)}{1 + \Delta t} \quad (4)$$