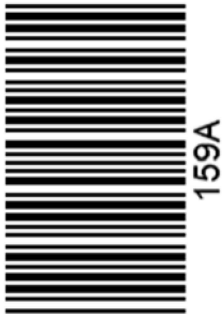


کد کنترل

159

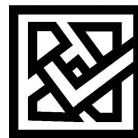
A



159A

صبح جمعه

۱۴۰۲/۱۲/۰۴



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود.»  
مقام معظم رهبری

## آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۴۰۳

مهندسی شیمی (کد ۱۲۵۷)

مدت زمان پاسخگویی: ۲۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی)	۲۵	۱	۲۵
۲	انتقال حرارت (۱ و ۲)	۱۵	۲۶	۴۰
۳	ترمودینامیک	۲۰	۴۱	۶۰
۴	مکانیک سیالات	۱۵	۶۱	۷۵
۵	کنترل فرایند	۱۵	۷۶	۹۰
۶	انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲)	۲۰	۹۱	۱۱۰
۷	طرح راکتورهای شیمیایی	۱۵	۱۱۱	۱۲۵
۸	ریاضیات (کاربردی، عددی)	۲۰	۱۲۶	۱۴۵

این آزمون، نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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



purpose. Wealthy families ..... (9) private tutors to teach their children at home, while less well-off children were taught in groups. Teaching conditions for teachers could differ greatly. Tutors who taught in a wealthy family did so in comfort and with facilities; ..... (10) been brought to Rome as slaves, and they may have been highly educated.

- 8- 1) which depending 2) and depended  
3) for depended 4) that depended
- 9- 1) have employed 2) employed  
3) were employed 4) employing
- 10- 1) some of these tutors could have 2) because of these tutors who have  
3) that some of them could have 4) some of they should have

### 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:

Fossil fuel power plants burn carbon fuels such as coal, oil, or gas to generate steam that drives large turbines. These plants can generate electricity reliably over long periods of time. However, by burning carbon fuels, they produce large amounts of carbon dioxide, which causes climate change. They can also produce other pollutants, such as Sulfur and Nitrogen oxides, which cause acid rain. Fossil fuel plants require huge quantities of coal, oil, or gas. These fuels may need to be transported over long distances. The price of fuels can rise sharply at times of shortage, leading to unstable generation costs. Large hydro power plants generate electricity by storing water in vast reservoirs behind massive dams. Water from the dams flows through turbines to generate electricity, and then goes on to flow through rivers below the dam. Hydro power plants can generate large amounts of electricity. However, dry periods can drain the reservoirs. The flooding of reservoirs behind dams and slowing of the flow of the river below the dam can have a serious impact on the ecology around the dam. The number of sites suitable for new dams is limited. Nuclear power plants use the heat produced by nuclear fission to generate steam that drives turbines like in fossil fuel plants. However, no greenhouse gases are produced in this fission process. Nuclear fuel can be used in a reactor for several years. The used fuel must be stored and then either recycled to make new fuel or carefully disposed of. Nuclear power plants can run for many months without interruption, providing reliable and predictable supplies of electricity.

- 11- **Fossil fuel power plants contribute to climate change because they .....**
- 1) produce considerable amounts of carbon monoxide  
2) create great amounts of carbon dioxide  
3) need fuel transportation over long distances  
4) lead to substantial amounts of Sulfur and Nitrogen oxides

- 12- Which statement, according to the passage, is TRUE?
- 1) Turbines are driven directly by coal, oil, or gas.
  - 2) Fossil fuel power plants generate electricity unstably.
  - 3) All fossil fuel power plants need transportation of fuel over long distances.
  - 4) The cost of electricity generated by fossil fuel may be unstable due to the fluctuation in fuel price.
- 13- Which reason has NOT been mentioned as a disadvantage of electricity generation by hydro power plants?
- 1) construction of massive dams for water storage
  - 2) limited sites for new hydro power plants
  - 3) adverse consequences on the ecology around dams
  - 4) water shortage during dry seasons
- 14- It can be inferred from the passage that the writer .....
- 1) thinks greenhouse gases are produced in nuclear power plants
  - 2) is against electricity generation in nuclear power plants
  - 3) is in favor of electricity generation in nuclear power plants
  - 4) supposes electricity generation in nuclear power plants is not feasible
- 15- The phrase "disposed of" in the text is similar in meaning to .....
- 1) placed in
  - 2) gotten rid of
  - 3) carried out
  - 4) worked up to

**PASSAGE 2:**

Most industrial chemical and hydro-carbon feedstock are not particularly corrosive to metals. Concentrated sulfuric acid can easily be stored in carbon steel tanks, aluminum chloride can be dissolved in hot butane and used to catalyze polymerization reactions without damaging the steel vessels. The salts in crude oil do not damage heat exchangers, or tower internals, even at 700°F. However, any of these systems and steel pipes and vessels can be failed in a matter of weeks by adding water, sometimes in just a few hours. The designer can avoid creating many corrosive environments by following a few simple rules concerning the presence of water in process units:

1. Avoid the condensation of steam to water.
2. Do not allow pockets of water to accumulate inside process vessels or in dead-ended piping.
3. Neutralize low pH condensates as quickly as possible.

- 16- The best title for this passage is .....
- 1) Corrosive Materials in Chemical Industries
  - 2) Corrosion Prevention in Chemical Industries
  - 3) The Application of Hydro-carbon Feedstock
  - 4) The Role of Water in Chemical Industry
- 17- The salts in crude oil don't damage vessels provided that .....
- 1) the residence time of oil is short in the vessels
  - 2) the residence time of oil is long in the vessels
  - 3) water is not present in the vessel
  - 4) the temperature is as high as 700°F

- 18- Which sentence, based on information given in the passage, is TRUE?  
 1) corrosion by chemicals is accelerated by the presence of water  
 2) corrosion by chemicals is attenuated by the presence of water  
 3) the presence of water prevents corrosion  
 4) the presence of water delays corrosion
- 19- The word "vessels" in the text is similar in meaning to .....  
 1) methods                      2) vapors                      3) conversions                      4) containers
- 20- The simple rules cited in the passage are useful .....  
 1) to eliminate the role of water in corrosion  
 2) to avoid water accumulation in the process  
 3) to avoid dead-ended zones in the process  
 4) to neutralize low pH condensates

**PASSAGE 3:**

Elimination of VOCs (volatile organic compounds) emissions at the source is the best way to control VOC emissions into the atmosphere, but many processes involve open operations and emit VOCs into the atmosphere unavoidably. If this is the case, it is often impractical to enclose all such operations. A ventilation system is needed to draw a continuous flow across the operation into a duct and then into a vapor recovery system. The methods for VOCs recovery are condensation, membrane separation, absorption, and adsorption. Condensation can be accomplished by increase in pressure or decrease in temperature; most often decrease in temperature is preferred. VOCs can be recovered using an organic selective membrane that is permeable to organic vapors. The vent gas is compressed and enters a condenser in which VOCs are recovered. The gases from the condenser then enter a membrane unit in which the VOC permeates through the membrane and a VOC-enriched permeate is created.

Absorption is another method for the recovery of VOCs. The solvent for absorption can be water or high boiling temperature organic solvents. Adsorption of VOCs is most often carried out using activated carbon with *in situ* regeneration of the carbon using steam. Adsorption is usually the only method with the capability to achieve very low concentrations of VOC. Once the potential for minimizing VOC emission at source has been exhausted, and the recovery of VOCs is not economical, destruction of VOCs would be the next option.

- 21- A permeate, according to the passage, .....  
 1) is a fluid with low concentration of VOCs  
 2) is the fluid that has passed through a membrane  
 3) is a VOCs-low fluid environment  
 4) is the fluid being unable to move across the membrane
- 22- It's stated in the passage that destruction of VOCs is a/an .....  
 1) option when there is no economical recovery options  
 2) option before the exhaustion of recovery options  
 3) preferred option over the recovery options  
 4) option along with the recovery options
- 23- The word "in situ" in the text is closest in meaning to .....  
 1) automatic                      2) instead of                      3) manual                      4) in place

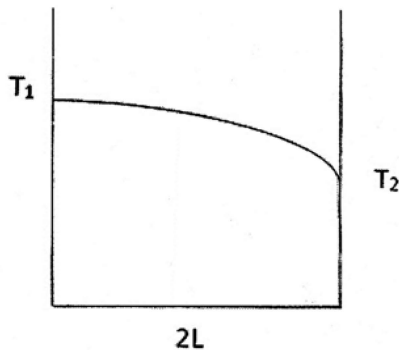
- 24- Which of the following, according to the passage, is TRUE?
- 1) A condenser comes next to the membrane unit for VOCs separation.
  - 2) The membrane unit comes next to a condenser for VOCs separation.
  - 3) The membrane unit for VOCs separation is followed by a condenser.
  - 4) A condenser precedes the membrane unit for VOCs separation.
- 25- This passage primarily discusses .....
- 1) The practical methods for preventing VOCs emissions into the atmosphere
  - 2) The processes for destruction of VOCs
  - 3) The impact of VOCs on the environment
  - 4) Membrane operation for VOCs recovery

انتقال حرارت (۱ و ۲):

۲۶- ضریب هدایت حرارتی گاز اکسیژن در دمای  $200^{\circ}\text{C}$  تقریباً چند برابر  $400^{\circ}\text{C}$  است؟

- (۱) ۰/۵
- (۲) ۰/۸
- (۳) ۱/۲
- (۴) ۲

۲۷- دو طرف جسمی به شکل دیواره و با ضخامت  $2L$ ، مطابق شکل در دماهای  $T_1$  و  $T_2$  ثابت نگهداشته شده و توزیع دمای حالت پایای جسم مطابق شکل است. اگر  $k$  تابعیت دمایی داشته باشد، کدام معادله دیفرانسیل برای حل این مسئله درست است؟ ( $k$ : ضریب هدایت حرارتی،  $\alpha$ : ضریب نفوذ حرارتی)



$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{d^2 T}{dx^2} + k = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d}{dx} \left( k \frac{dT}{dx} \right) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{1}{\alpha} \frac{d^2 T}{dx^2} + k = 0 \quad (4)$$

۲۸- دو پرّه داغ مسی و شیشه‌ای کاملاً مشابه در معرض هوای سرد با دمای ثابت و ضریب انتقال حرارت یکسان

قرار گرفته‌اند، گرادیان دما  $\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)$  در پایه در دو پرّه چگونه است؟

- (۱) در پرّه مسی کمتر از شیشه است.
- (۲) در پرّه مسی بیشتر از شیشه است.
- (۳) گرادیان دما در هر دو برابر است.
- (۴) نمی‌توان قضاوت کرد.

۲۹- در یک جسم توپر به شکل کره، حرارتی با شدت  $\dot{q}$  تولید می‌شود. این جسم در مجاورت با سیالی با دمای  $T_\infty$  و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی  $h$  قرار دارد. اختلاف دمای سطح کره ( $T_w$ ) با دمای سیال کدام است؟

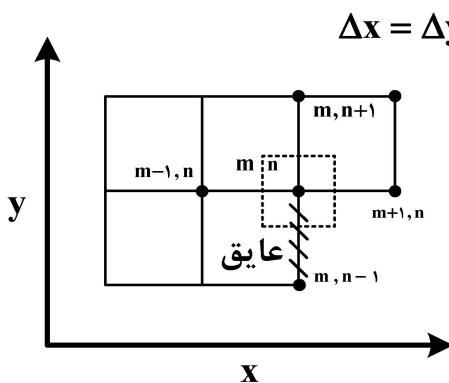
$$T_w - T_\infty = \frac{\dot{q}R}{6h} \quad (1)$$

$$T_w - T_\infty = \frac{\dot{q}R}{3h} \quad (2)$$

$$T_w - T_\infty = -\frac{\dot{q}R}{3h} \quad (3)$$

$$T_w - T_\infty = -\frac{\dot{q}R}{6h} \quad (4)$$

۳۰- در شکل زیر، شدت جریان خروجی حرارت به‌ازای عمق واحد از نقطه  $(m, n)$  چقدر است؟ ( $L$  فاصله بین دو نقطه مجاور است).



$$q_{out} = \frac{hL}{\gamma} (T_{m,n} - T_\infty) \quad (1)$$

$$q_{out} = hL (T_{m,n} - T_\infty) \quad (2)$$

$$q_{out} = \frac{kL}{\gamma} \left( \frac{T_{m+1,n} - T_{m,n}}{L} \right) \quad (3)$$

$$q_{out} = kL \left( \frac{T_{m-1,n} - T_{m,n}}{L} \right) \quad (4)$$

۳۱- در داخل یک جسم کروی به شعاع ۶ سانتی‌متر، حرارت به‌طور یکنواخت به میزان  $\frac{W}{m^3} \times 15 \times 10^6$  تولید می‌شود.

اگر سطح خارجی جسم کروی در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد ثابت نگهداشته شود، دما در مرکز جسم کروی چند درجه سانتی‌گراد است؟ (توزیع دما در مختصات کروی در حالت پایا:

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{dT}{dr} \right) + \frac{\dot{q}}{k} = 0 \quad \text{و ضریب هدایت حرارتی جسم کروی برابر } \frac{W}{mK} \text{ است.}$$

$$500 \quad (1)$$

$$600 \quad (2)$$

$$700 \quad (3)$$

$$800 \quad (4)$$

۳۲- عدد ناسلت وقتی آب از روی یک کره عبور می‌کند از رابطه زیر محاسبه می‌شود. کدام مورد در خصوص رابطه ناسلت درست است؟

$$Nu = 2 + 0.6 Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}} \quad 0.6 < Pr < 400$$

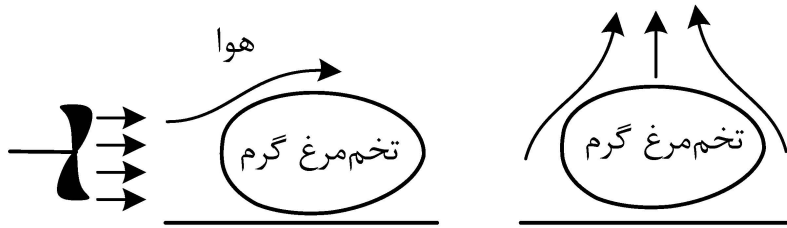
(۱) رابطه برای روغن‌ها و نیز فلزات مایع هم صادق است.

(۲) رابطه برای ناسلت متوسط است و برای فلزات مایع هم صادق است.

(۳) رابطه برای ناسلت موضعی است و برای فلزات مایع هم صادق است.

(۴) رابطه برای ناسلت متوسط است و علاوه‌بر آب برای روغن‌ها هم صادق است.

۳۳- ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی بین سطح تخم‌مرغ و هوای اطراف آن در شکل سمت راست چند برابر شکل سمت چپ است؟



- (۱) ۱۰  
(۲) ۱  
(۳) ۰٫۱  
(۴) ۰٫۰۱

۳۴- در فرایند جدایش یک حباب از سطح داغ در جوشش استخری، قطر جدایش حباب ( $D_B$ ) با کدام گزینه متناسب است؟ (کشش سطحی =  $\delta$ ، دانسیته مایع =  $\rho_L$ ، دانسیته بخار =  $\rho_v$ )

- (۱)  $\frac{\delta}{\rho_L}$   
(۲)  $(\frac{\delta}{\rho_L})^{0.5}$   
(۳)  $(\frac{\rho_L - \rho_v}{\delta})$   
(۴)  $(\frac{\rho_L - \rho_v}{\delta})^{0.5}$

۳۵- در یک مبدل دولوله‌ای از نوع جریان موازی مقدار Effectiveness ( $\epsilon$ ) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\epsilon = \frac{1 - \exp[-NTu(1 + c_r)]}{1 + c_r}$$

اگر این مبدل حرارتی به صورت کندانسور عمل کند که در این کندانسور سیال گرم از فضای بین دو لوله عبور می‌کند، مقدار  $\epsilon$  کدام است؟

(ضریب کلی انتقال حرارت ( $U$ ) =  $500 \frac{W}{m^2 K}$ ، سطح کلی انتقال  $0.5 m^2$ ، نرخ جرمی سیال سرد =  $5 \frac{kg}{s}$ ، گرمای ویژه سیال سرد =  $50 \frac{J}{kg K}$  و  $e = 2/5$  (عدد نپر) است.)

- (۱) ۰٫۳  
(۲) ۰٫۴  
(۳) ۰٫۶  
(۴) ۰٫۷

۳۶- در یک کندانسور با لوله‌های افقی، بخار اشباع آمونیاک در دمای  $80^\circ C$  بر روی سطح خارجی لوله‌ها مایع می‌شود. سیال سرد در دمای متوسط  $20^\circ C$  در داخل لوله‌ها جریان دارد. ضریب انتقال همرفتی متوسط در

داخل لوله‌ها و در سمت سیال گرم به ترتیب برابر  $4000 \frac{W}{m^2 K}$  و  $6000 \frac{W}{m^2 K}$  است. قطر داخلی لوله‌ها برابر ۳ سانتی‌متر و قطر خارجی لوله‌ها برابر ۴ سانتی‌متر است. در شرایط انتقال حرارت پایا، درجه حرارت سطح لوله چقدر است؟

- (۱)  $40^\circ C$   
(۲)  $45^\circ C$   
(۳)  $50^\circ C$   
(۴)  $60^\circ C$



۳۷- اگر ضریب کلی انتقال حرارت در یک مبدل حرارتی دولوله‌ای، برای سیال در حالت تمیز برابر با  $600 \frac{W}{m^2.K}$

باشد و پس از ۱۵ ماه کار کردن، این ضریب ۲۰ درصد کاهش یابد، ضریب رسوب‌زایی (Fouling) چقدر است؟

$$(1) \frac{1}{600} \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$(2) \frac{1}{1200} \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$(3) \frac{1}{2400} \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

$$(4) \frac{1}{4800} \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$$

۳۸- حداکثر انتقال حرارت ممکن در مبدل‌های گرمایی در چه شرایطی رخ می‌دهد؟

(۱) کارایی (ε) مبدل حرارتی یک باشد.

(۲) اگر دو جریان گرم و سرد متقابل باشند.

(۳) کارایی (ε) مبدل حرارتی بی‌نهایت باشد.

(۴) اگر دو جریان گرم و سرد هم‌جهت و طول مبدل بی‌نهایت باشند.

۳۹- به محض باز کردن درب یخچال، احساس سرما می‌کنیم چون در آن لحظه .....

(۱) انتقال گرما از طریق هدایتی از صورت به یخچال داریم.

(۲) انتقال گرما از طریق تشعشع از صورت به یخچال داریم.

(۳) از جابه‌جایی هوا در اطراف صورت احساس سرما می‌کنیم.

(۴) انتقال گرما از طریق تشعشع، هدایتی و جابه‌جایی از صورت به یخچال داریم.

۴۰- دو صفحه سیاه رنگ بسیار بزرگ با دماهای ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ کلوین و با سطوح تابشی برابر، در حال تبادل تابشی هستند. یک سپر تابشی بین این دو صفحه قرار داده می‌شود. اگر ضرایب نشر و مساحت سطح برای

تمامی سطوح برابر باشد، دمای سپر حرارتی پس از رسیدن به حالت تعادل کدام است؟

$$(1) T_3 = \frac{\sqrt[4]{T_1^4 + T_2^4}}{4}$$

$$(2) T_3 = \sqrt[4]{T_1^4 + T_2^4}$$

$$(3) T_3 = \frac{\sqrt[4]{T_1^4 + T_2^4}}{2}$$

$$(4) T_3 = \sqrt[4]{\frac{T_1^4 + T_2^4}{2}}$$

۴۱- اگر گازی از معادله وان دروالس  $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$  پیروی کند، تغییر آنترپوی آن گاز (dS) از کدامیک از عبارات زیر پیروی می کند؟

$$(1) \quad \frac{C_v}{T} dT + \frac{R}{V} dV \quad (2) \quad \frac{C_v}{T} dT - \frac{R}{V-b} dV$$

$$(3) \quad \frac{C_v}{T} dT + \frac{R}{V-b} dV \quad (4) \quad \frac{C_p}{T} dT + \frac{R}{V-b} dV$$

۴۲- رابطه مربوط به انرژی آزاد گیبس اضافی مخلوط دوجزیی، در فاز مایع در یک سیستم بخار-مایع به صورت

$$\frac{G^E}{RT} = x_1 x_2 \quad \text{است. با فرض ایده آل بودن مخلوط گاز، در صورتی که کسر مولی سازنده (۱) در فاز مایع در نقطه}$$

آزئوتروپ  $\frac{5}{6}$  باشد، نسبت فشار بخار اشباع سازنده (۱) به سازنده (۲) کدام است؟

$$(1) \quad e^3 \quad (2) \quad e^2$$

$$(3) \quad e^1 \quad (4) \quad e^{0.5}$$

۴۳- معادله حالت  $P(V-b) = RT$  که در آن  $b$  برای هر ماده خالص عدد ثابتی است، برقرار است. اگر معادله زیر برای  $b_{mix}$  بر حسب  $b$  اجزاء وجود داشته باشد، کدامیک از گزاره های زیر درست است؟

$$b_{mix} < x_1 b_1 + x_2 b_2$$

$$(1) \quad \Delta V_{mixing} < 0, \Delta H_{mixing} < 0$$

$$(2) \quad \Delta V_{mixing} > 0, \Delta H_{mixing} < 0$$

$$(3) \quad \Delta V_{mixing} > 0, \Delta H_{mixing} > 0$$

$$(4) \quad \Delta V_{mixing} < 0, \Delta H_{mixing} > 0$$

۴۴- فوگاسیته یک گاز خالص با معادله زیر داده شده است. کدامیک از معادلات، مربوط به معادله حالت این گاز است؟ (a و b ضرایب ثابت هستند).

$$f = P \exp\left(\frac{P}{RT} \left(b - \frac{a}{T}\right)\right)$$

$$(2) \quad PV = \frac{bP}{RT} - \frac{aP}{RT^2} + 1$$

$$(1) \quad PV = \frac{b}{RT} - \frac{aP}{RT^2}$$

$$(4) \quad PV = bP - \frac{aP}{T} + RT$$

$$(3) \quad PV = \exp\left(\frac{bP}{RT} - \frac{aP}{RT^2}\right)$$

۴۵- در نقطه حباب برای سیستم سه تایی شامل اتان، متان و پروپان، مقادیر کسر مولی به ترتیب برابر با ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۷ است. در صورتی که مقادیر K-value برای متان و پروپان به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۵ به دست آمده باشد، مقدار K برای اتان چه قدر خواهد بود؟

$$(1) \quad 0.85$$

$$(2) \quad 1.1$$

$$(3) \quad 2.2$$

$$(4) \quad 4.1$$

۴۶- ضریب تراکم پذیری بخار اشباع یک مایع خالص در دمای  $400\text{ K}$  برابر  $0.9$  و فشار بخار آن  $P^{\text{sat}} = 1.2\text{ atm}$  است. ضریب فوگاسیتة آن در دمای  $400\text{ K}$  و فشار  $80\text{ atm}$  تقریباً چقدر است؟

$$R = 80 \frac{\text{Cm}^3 \cdot \text{atm}}{\text{grmol} \cdot \text{K}} \text{ و حجم مخصوص متوسط آن برابر } 40 \frac{\text{Cm}^3}{\text{grmol}} \text{ است.}$$

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

(۱)  $0.0015$       (۲)  $0.015$

(۳)  $0.025$       (۴)  $0.25$

۴۷- برای یک مخلوط همگن دوجزیی در دمای  $T$  و فشار  $P$ ، رابطه زیر برقرار است. در صورتی که  $S_2 = 30$  باشد، مقدار  $\bar{S}_2^\infty$  چقدر است؟ (واحدها اختیاری است.)

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

(۱)  $35$       (۲)  $34$

(۳)  $32$       (۴)  $31$

۴۸- یک گاز سبک در یک روغن سنگین در دمای  $T$  و فشار  $10$  اتمسفر حل شده است و می توان فوگاسیتة آن را در محلول از قانون هنری به دست آورد. در صورتی که فاز گاز موجود، در حالت تعادل با فاز مایع باشد و بتوان آن را گاز کامل فرض کرد، کسر مولی سازنده سبک (گاز) در فاز مایع چقدر است؟

(ثابت قانون هنری =  $100\text{ atm}$ ، کسر مولی گاز در فاز گاز =  $0.99$ )

(۱)  $0.99$       (۲)  $0.099$

(۳)  $0.51$       (۴)  $0.051$

۴۹- یک گاز خالص ایده آل (کامل) از یک شیر انبساط عبور کرده و فشارش نصف می شود. در رابطه با تغییرات آنتروپی این گاز، کدام مورد درست است؟

(۱) آنتروپی افزایش می یابد و  $\Delta S = R \ln 2$

(۲) برای محاسبه تغییرات آنتروپی باید  $C_p$  گاز معلوم باشد.

(۳) بسته به دمای گاز در ورودی به شیر، آنتروپی افزایش یا کاهش می یابد.

(۴) آنتروپی افزایش می یابد ولی چون دما در ورودی و خروجی شیر مشخص نیست، تغییرات آنتروپی قابل محاسبه نیست.

۵۰- ۱ مول از یک گاز حقیقی از معادله حالت  $PV = RT + B(T).P$  پیروی می کند که  $B(T)$  به صورت خطی با رابطه  $B(T) = aT + b$ ، وابسته به دما است. اگر این گاز تحت یک فرایند برگشت پذیر هم دما از فشار  $P_1$  به فشار  $P_2$  تغییر حالت دهد، مقادیر  $\Delta U$  این گاز برابر کدام مورد است؟

(۱)  $\frac{a}{2} T (p_2 - p_1)$

(۲)  $-\frac{a}{2} T (P_2 - P_1)$

(۳)  $aT(p_2 - p_1)$

(۴)  $-aT(p_2 - p_1)$

۵۱- معادله حالت  $P(V-b) = RT + \frac{aP^2}{T}$  برای یک گاز معین برقرار است. در دماهای بسیار بالا کدام روابط برای حجم و آنتالپی باقی مانده بر حسب این معادله حالت، برقرار خواهد بود؟ (a و b برای هر ماده اعداد ثابتی هستند).

$$M^R = M - M^{ig} = -\Delta M' = M - M'$$

$$V^R = 0, H^R = bP \quad (۱)$$

$$V^R = b, H^R = bP \quad (۲)$$

$$V^R = b, H^R = \frac{aP}{T} \quad (۳)$$

$$V^R = 0, H^R = b + \frac{aP^2}{T} \quad (۴)$$

۵۲- معادله حالت یک گاز واقعی خالص از رابطه  $Z = 1 + \frac{BP}{RT}$  پیروی می کند. تغییر آنتالپی مخصوص این گاز در دمای ثابت T موقعی که فشار از یک فشار خیلی خیلی کم تا فشار نهایی  $\pi$  تغییر کند، کدام است؟

(a و b اعداد ثابت هستند و  $B = b - \frac{a}{T^2}$ )

$$b\pi - \frac{a\pi}{T^2} \quad (۲) \quad \frac{-2a\pi}{T^2} \quad (۱)$$

$$b\pi + \frac{2a\pi}{T^2} \quad (۴) \quad b\pi - \frac{3a\pi}{T^2} \quad (۳)$$

۵۳- فشار بخار ماده خالصی از معادله  $\ln P^{sat} = A - \frac{B}{T}$  پیروی می کند که در آن A و B برای این ماده خالص اعداد ثابتی هستند. اگر دمای جوش متعارفی بر حسب کلوین و  $P_c$  و  $T_c$  فشار و دمای بحرانی باشند، مقادیر A و B برابر با کدام مورد خواهند بود؟ (T دمای مطلق بر حسب کلوین و P فشار بر حسب اتمسفر است.  $T_{nb} = 0.7T_c$ )

$$A = \frac{7}{3} \ln P_c, B = \frac{4}{3} T_c \ln P_c \quad (۲) \quad A = 2 \ln P_c, B = T_c \ln P_c \quad (۱)$$

$$A = \frac{10}{3} \ln P_c, B = \frac{7}{3} T_c \ln P_c \quad (۴) \quad A = \frac{10}{3} \ln P_c, B = \frac{7}{3} T_c \ln P_c \quad (۳)$$

۵۴- طبق قانون دوم ترمودینامیک برای یک مخلوط متشکل از چند سازنده و چند فاز در دما و فشار ثابت، کدام مورد درست است؟

$$dG^t = 0 \quad (۲) \quad dG^t \leq 0 \quad (۱)$$

$$dS^t = 0 \quad (۴) \quad dS^t \geq 0 \quad (۳)$$

۵۵- در یک سیستم مایع بخار تعادلی (VLE)،  $P_1^{sat} = 0.7$  و  $P_2^{sat} = 0.2$ ،  $\gamma_1^\infty = 2/5$  و  $\gamma_2^\infty = 6$  است. بر این اساس کدام یک از عبارات زیر درست است؟ (واحدهای فشار اختیاری است).

(۱) سیستم آزتوتروپ ندارد.

(۲) سیستم دارای انحراف منفی بوده و یک آزتوتروپ دما ماکزیمم دارد.

(۳) سیستم دارای انحراف مثبت بوده و یک آزتوتروپ فشار مینیمم دارد.

(۴) سیستم دارای انحراف مثبت بوده و یک آزتوتروپ فشار ماکزیمم دارد.

۵۶- قضیه کلی گیبس - دوهم کدام است؟

$$(ns) dT - (nv)dP + \sum n_i d\mu_i = 0 \quad (2) \quad -(ns) dT + (nv)dP + \sum n_i d\mu_i = 0 \quad (1)$$

$$(ns) dT - (nv)dP - \sum n_i d\mu_i = 0 \quad (4) \quad (ns) dT + (nv)dP - \sum n_i d\mu_i = 0 \quad (3)$$

۵۷- دمای بحرانی سیالی  $500 \text{ K}$  و ضریب بی مرکزی این سیال صفر محاسبه شده است. در دمای  $350 \text{ K}$ ، ارتباط بین فشار

بخار اشباع و فشار بحرانی سیال به چه صورتی می تواند باشد؟ ( $\log 2 = 0.3$  و  $\log 3 = 0.48$  و  $\log 5 = 0.7$ )

(۱) فشار بحرانی ۳ برابر فشار بخار اشباع است.

(۲) فشار بحرانی  $10$  برابر فشار بخار اشباع سیال است.

(۳) فشار بحرانی ۴ برابر فشار بخار اشباع سیال است.

(۴) فشار بحرانی ۲ برابر فشار بخار اشباع سیال است.

۵۸- برای یک گاز واقعی خالص چه ارتباطی بین  $(\frac{\partial S}{\partial T})_P$  و  $(\frac{\partial S}{\partial T})_V$  وجود دارد؟

$$(1) \text{ همواره } (\frac{\partial S}{\partial T})_P > (\frac{\partial S}{\partial T})_V$$

$$(2) \text{ همواره } (\frac{\partial S}{\partial T})_P - (\frac{\partial S}{\partial T})_V = \frac{R}{T}$$

$$(3) \text{ در بعضی از موارد } (\frac{\partial S}{\partial T})_P = (\frac{\partial S}{\partial T})_V$$

$$(4) \text{ بسته به مقدار } T \text{ و } P, \text{ گاهی } (\frac{\partial S}{\partial T})_P > (\frac{\partial S}{\partial T})_V \text{ و گاهی } (\frac{\partial S}{\partial T})_P < (\frac{\partial S}{\partial T})_V$$

۵۹- کدام یک از روابط زیر برای یک ماده خالص تک فازی، درست است؟

$$(1) (\frac{\partial S}{\partial P})_T = (\frac{\partial V}{\partial T})_P$$

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

$$(3) (\frac{\partial T}{\partial P})_S = (\frac{\partial V}{\partial S})_P$$

$$(4) (\frac{\partial T}{\partial V})_S = -(\frac{\partial S}{\partial P})_V$$

۶۰- برای یک گاز واقعی خالص، اختلاف ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت با ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت،

برابر با کدام عبارت است؟

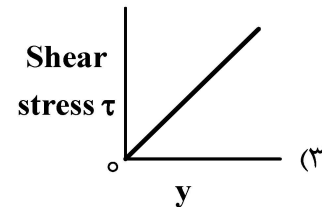
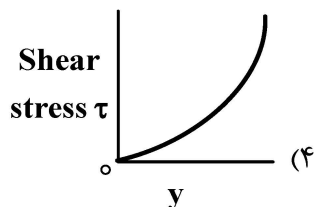
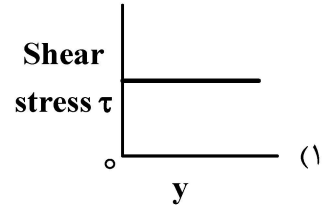
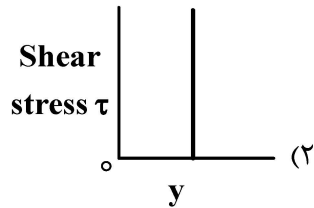
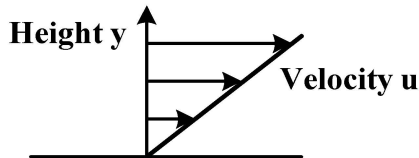
$$(1) C_P - C_V = \frac{TR}{V} (\frac{\partial V}{\partial T})_P$$

$$(2) C_P - C_V = R(1 + (\frac{\partial T}{\partial P})_h)$$

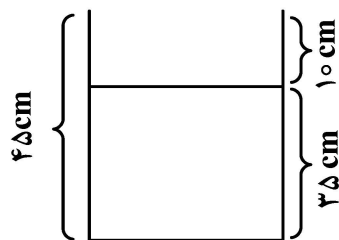
$$(3) C_P - C_V = \frac{RT}{S} \left[ (\frac{\partial S}{\partial T})_P - (\frac{\partial S}{\partial T})_V \right]$$

$$(4) C_P - C_V = T \left[ (\frac{\partial S}{\partial T})_P - (\frac{\partial S}{\partial T})_V \right]$$

۶۱- اگر پروفایل سرعت جریان آرام یک سیال نیوتنی مطابق شکل زیر باشد، کدام گزینه تغییرات تنش برشی را با فاصله از دیواره (y)، نشان می‌دهد؟



۶۲- یک مخزن استوانه‌ای شکل سرباز به شعاع ۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر، حول محور تقارن خود دوران می‌کند. اگر ارتفاع اولیه سیال در این مخزن ۳۵ سانتی‌متر باشد، حداکثر سرعت زاویه‌ای که به‌ازای آن سیال در آستانه بیرون ریختن از ظرف قرار می‌گیرد، چند رادیان بر ثانیه ( $\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ) است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



- (۱) ۱۵
- (۲) ۲۸
- (۳) ۴۰
- (۴) ۵۰

۶۳- در یک پمپ انتقال آب، فشار بخار چه قدر باید تغییر کند تا NPSH یک متر کاهش یابد؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- (۱) ۱۰,۰۰۰ پاسکال کاهش
- (۲) ۱۰,۰۰۰ پاسکال افزایش
- (۳) ۱۳,۰۰۰ پاسکال کاهش
- (۴) ۱۳,۰۰۰ پاسکال افزایش

۶۴- مانومتری به یک لوله پیتوت وصل شده است. برای ۲ برابر شدن ارتفاع مایع در مانومتر، سرعت در نوک لوله پیتوت باید چند برابر شود؟

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

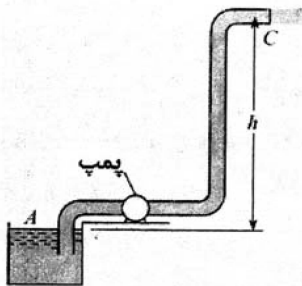
۶۵- سیالی با دبی جرمی  $45 \frac{\text{kg}}{\text{sec}}$  از فضای بین دو لوله هم مرکز عبور می کند. اگر ویسکوزیته سیال برابر ۱ سانتی پواز، قطر داخلی لوله بزرگ تر ۱۰ سانتی متر و قطر خارجی لوله کوچک تر ۵ سانتی متر باشد، عدد رینولدز برابر کدام گزینه است؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱)  $4 \times 10^5$  (۲)  $6 \times 10^5$   
(۳)  $8 \times 10^5$  (۴)  $12 \times 10^5$

۶۶- مطابق شکل، پمپ آب را توسط لوله ای با قطر ۲ متر دریافت کرده و با سرعت  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در نقطه C به محیط اتمسفر تخلیه می کند. در صورتی که توان تحویلی پمپ به سیال ۱۵ MW بوده و مجموع ضرایب تلفات موضعی ( $\sum K$ ) از نقطه A تا C برابر ۴ باشد، با صرف نظر کردن از تلفات دیگر، پمپ تا چه ارتفاعی می تواند آب را بالا ببرد؟

( $\pi = 3, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )

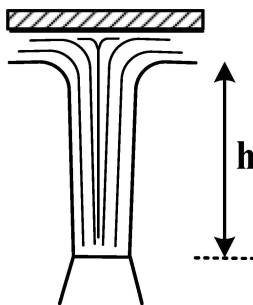
- (۱) ۱۵ m (۲) ۲۵ m  
(۳) ۵۰ m (۴) ۷۵ m



۶۷- جت آبی با سرعت  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و قطر ۲۰ mm به صفحه ای دایره ای به جرم  $1/5 \text{ kg}$  برخورد کرده و آن را معلق نگه داشته است. فاصله عمودی جت چند متر است؟

( $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \pi = 3$ )

- (۱) ۰٫۷۵ (۲) ۷/۵  
(۳) ۳/۷۵ (۴) ۳۷/۵

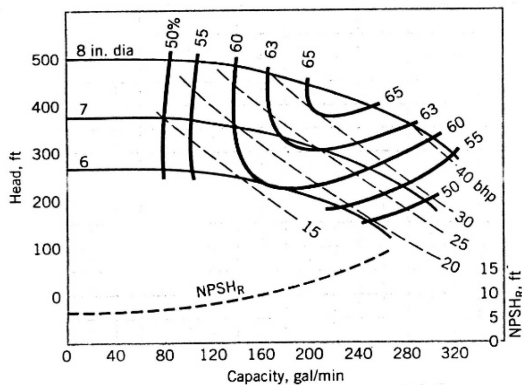


۶۸- اگر در جریان سیال نیوتنی با رژیم آرام داخل لوله به قطر D، عدد رینولدز برابر نصف مقدار عددی دانسیته سیال  $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$  باشد، قدر مطلق افت فشار به ازای واحد طول لوله  $\left[ \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \right]$  برابر کدام عبارت است؟

- (۱)  $12 \frac{\mu^2}{D^3}$  (۲)  $16 \frac{\mu^2}{D^3}$   
(۳)  $32 \frac{\mu^2}{D^3}$  (۴)  $64 \frac{\mu^2}{D^3}$

۶۹- پمپی با منحنی عملکرد نشان داده شده، بالای یک مخزن بزرگ سرباز قرار دارد و آب را با دبی  $225 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$  انتقال می‌دهد.

افت انرژی بین مخزن تا ورودی پمپ ۶ فوت است. بیشترین ارتفاعی که پمپ می‌تواند بالاتر از سطح سیال مخزن قرار گیرد ( $z_1$ ) تا کاویناسیون (Cavitation) رخ ندهد به کدام مورد نزدیک‌تر است؟ (Pa فشار اتمسفریک است.)



$$NPSH = \frac{P_a - P_v}{\rho} - z_1 - h_f$$

$$P_v = 1.7 \frac{\text{lb}_f}{\text{in}^2}, \rho = 62.4 \frac{\text{lb}_m}{\text{ft}^3}$$

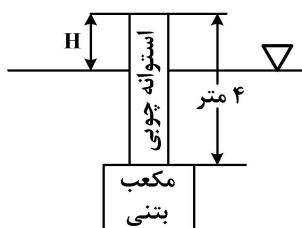
(۱) ۷/۸ فوت

(۲) ۶/۱ فوت

(۳) ۴/۲ فوت

(۴) ۳/۸ فوت

۷۰- یک استوانه چوبی به قطر ۲۰ سانتی‌متر به مکعبی بتنی به ابعاد ۳۰ سانتی‌متر متصل شده و به حالت شناور در آب مطابق شکل قرار گرفته است. ارتفاع H در حالت پایدار تقریباً چند سانتی‌متر است؟ (چگالی چوب  $\rho = 0.6 \text{ kg/m}^3$ )



$$\rho = 0.6 \text{ kg/m}^3$$

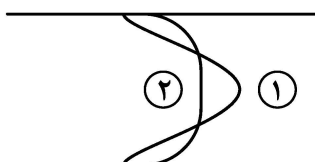
(۱) ۲۳۰

(۲) ۱۸۰

(۳) ۵۰

(۴) ۳۵

۷۱- اگر سطح زیرمنحنی دو پروفایل سرعت نشان داده شده در یک لوله یکسان باشد، ضریب تصحیح انرژی جنبشی ( $\alpha$ ) در دو حالت چگونه است؟



$$\alpha_1 = \alpha_2 \quad (1)$$

$$\alpha_2 > 1 \text{ و } \alpha_1 \approx 1 \quad (2)$$

$$\alpha_2 > \alpha_1 \quad (3)$$

$$\alpha_2 < \alpha_1 \quad (4)$$

۷۲- دو مایع با چگالی یکسان اما با ویسکوزیته متفاوت، از روی یک سطح شیب‌دار در حالت توسعه یافته (و آرام) به طرف پایین حرکت کرده و روی دیواره تنش  $\tau_1$  و  $\tau_2$  را ایجاد می‌کنند. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

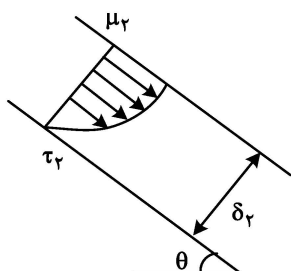
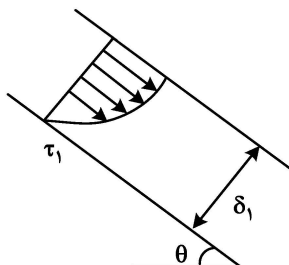
$$\delta_1 = \delta_2, \mu_1 > \mu_2$$

$$\tau_1 = \tau_2 \quad (1)$$

$$\tau_1 > \tau_2 \quad (2)$$

$$\tau_1 < \tau_2 \quad (3)$$

(۴) متناسب با اندازه  $\delta$  هر کدام از سه گزینه می‌تواند درست باشد.





۷۳- برای میدان جریان سیال  $\vec{V} = x^2 y \vec{i} - xy^2 \vec{j}$ ، خط جریانی که از نقطه  $P(1, 4)$  می‌گذرد، کدام است؟

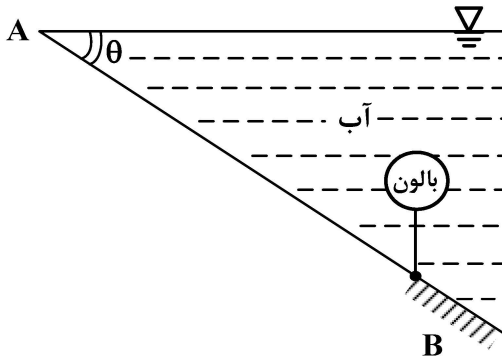
(۱)  $y = 2(x^2 + 1)$

(۲)  $y = 4x$

(۳)  $y = x + 3$

(۴)  $y = \frac{4}{x}$

۷۴- در شکل زیر صفحه مستطیلی AB به طول L و عرض واحد، در نقطه A لولا شده است. بالونی به شعاع R در نقطه B پایین صفحه متصل شده است. با توجه به شکل، کدام مورد حجم بالون را نشان می‌دهد؟ (از وزن بالون صرف نظر شود.)



(۱)  $\frac{L^2 \sin \theta}{3}$

(۲)  $\frac{L^2 \tan \theta}{3}$

(۳)  $\frac{L^2 \sin \theta}{4}$

(۴)  $\frac{L^2 \tan \theta}{4}$

۷۵- اگر در یک سیال تراکم‌پذیر، افت فشار تابعی از دانسیته سیال، سرعت سیال، قطر لوله، ویسکوزیته سیال و سرعت صوت باشد، کدام مورد بیانگر گروه‌های بدون بعد این سیستم است؟

(۱) عدد وبر - عدد فرود - عدد ماخ

(۲) عدد فرود - عدد رینولدز - عدد ماخ

(۳) عدد اولر - عدد رینولدز - عدد ماخ

(۴) عدد وبر - عدد رینولدز - عدد ماخ

کنترل فرایند:

۷۶- در کنترل یک فرایند با تابع انتقال  $\frac{K}{\tau^2 s^2 + 2\tau \xi s + 1}$ ، میزان خطای ماندگار (offset) صفر شده است. کنترلر به کار رفته از چه نوعی بوده است؟

(۱) تناسبی

(۲) تناسبی - مشتقی

(۳) تناسبی - انتگرالی

(۴) قطع و وصلی (off-on)

۷۷- در طراحی یک دماسنج با جرم سیال دماسنجی برابر m و ظرفیت حرارتی ویژه c، در چه حالت دماسنج به تغییرات دمای محیط سریع‌تر پاسخ می‌دهد؟

(۱) m و c هر دو کم باشند.

(۲) m و c هر دو زیاد باشند.

(۳) m زیاد و c کم باشد.

(۴) m کم و c زیاد باشد.

۷۸- معادله مشخصه مدار بسته سیستمی، به صورت زیر است. تعداد ریشه‌های ناپایدارکننده آن چند است؟

(۱) ۳ عدد  $1 + GH = 4s^3 + 3s^2 + 2$

(۲) ۲ عدد

(۳) ۱ عدد

(۴) سیستم پایدار است.

۷۹- تابع تبدیل یک فرایند به شکل  $\frac{1}{16s^2 + 8s + 4}$  است. اگر یک تغییر پله به سیستم وارد شود، پاسخ سیستم

چگونه خواهد بود؟

(۱) فوق میرا (Overdamped)

(۲) تحت میرا (Underdamped)

(۳) میرایی بحرانی (Critically Damped)

(۴) نوع پاسخ سیستم بستگی به میزان و جهت تغییر پله‌ای دارد.

۸۰- یک سیستم مدار بسته شامل یک فرایند مرتبه اول، یک کنترلر تناسبی و یک سنسور (measurement unit) که شامل تأخیر زمانی است، وجود دارد. با در نظر گرفتن حالت تغییر مقدار مقرر (servo)، در صورتی که همه پارامترهای دیگر ثابت باشد، کدام عبارت درست است؟

(۱) مستقل از مقدار تأخیر زمانی سنسور، سیستم پایدار است.

(۲) مستقل از مقدار تأخیر زمانی سنسور، سیستم ناپایدار است.

(۳) با افزایش تأخیر زمانی سنسور، سیستم به سمت پایدار شدن می‌رود.

(۴) با افزایش تأخیر زمانی سنسور، سیستم به سمت ناپایدار شدن می‌رود.

۸۱- یک مخزن متصل به یک شیر خطی را در نظر بگیرید. اگر این سیستم در میان یک مسیر خط لوله نصب شود، کدام عبارت در مورد نوسانات دبی خط لوله درست است؟ (شیر در خروجی مخزن نصب است.)

(۱) وجود مخزن و شیر خطی، در دامنه نوسانات دبی خط لوله تأثیری ندارد.

(۲) وجود مخزن و شیر خطی، دامنه نوسانات دبی خط لوله را تشدید می‌کند.

(۳) وجود مخزن و شیر خطی، دامنه نوسانات دبی خط لوله را تضعیف می‌کند.

(۴) وجود مخزن و شیر خطی، فرکانس نوسانات دبی خط لوله را تغییر می‌دهد.

۸۲- دو سیستم با توابع انتقال  $\frac{k_1}{\tau_1 s + 1}$  و  $\frac{k_2}{\tau_2 s + 1}$  به صورت سری متصل شده و سیستم جدیدی را تشکیل داده‌اند.

در چه صورت پاسخ سیستم جدید به ورودی پله‌ای، میرای بحرانی (Critically damped) خواهد بود؟

(۱)  $\tau_1 > \tau_2$

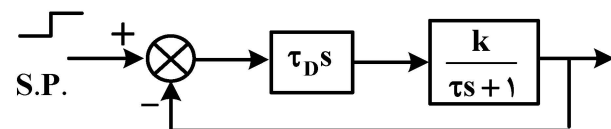
(۲)  $\tau_1 = \tau_2$

(۳)  $k_1 = k_2$

(۴)  $k_1 = -k_2$

۸۳- مقدار offset برای سیستم مدار بسته نشان داده شده، برای یک تغییر پله واحد در set point (مقدار مقرر)

چقدر است؟ ( $k > 0$ )



(۱)  $k\tau_D$

(۲) صفر

(۳) ۱

(۴) بدون معلوم بودن مقادیر عددی  $k$ ،  $\tau_D$  و  $\tau$  قابل محاسبه نیست.

۸۴- یک تابع انتقال با بهره پایای یک به ورودی سینوسی با رابطه  $x(t) = A \sin(\omega t)$  پس از زمان کافی خروجی

$y(t) = B \sin(\omega t + \phi)$  را می‌دهد. اگر  $\frac{B}{A} = 2$  باشد، تابع انتقال کدام گزینه می‌تواند باشد؟

(۱)  $\frac{2s+3}{s+3}$

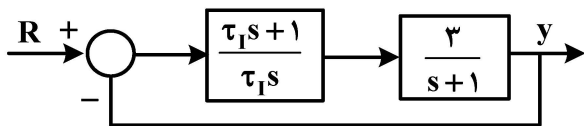
(۲)  $\frac{e^{-2s}}{\tau s+1}$

(۳)  $\frac{1}{\tau s+1}$

(۴)  $\frac{1}{\tau^2 s^2 + 2\tau \xi s + 1}$

۸۵- در سیستم مدار بسته زیر، محدوده  $\tau_1$  برای اینکه پاسخ مدار بسته به ورودی پله‌ای در مقدار مقرر، غیرنوسانی

باشد، کدام است؟



(۱)  $\tau_1 > 0$

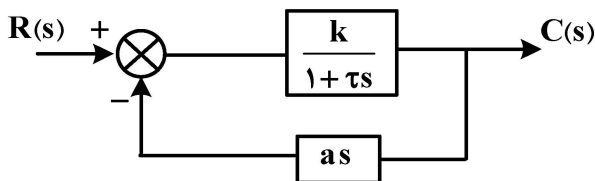
(۲)  $\tau_1 > \frac{3}{4}$

(۳)  $0 < \tau_1 < \frac{3}{4}$

(۴)  $-\infty < \tau_1 < \frac{3}{4}$

۸۶- در سیستم مدار بسته شکل زیر  $a=1$  و  $k=0.2$  است. اگر مقادیر  $a$  و  $k$  دو برابر شوند، مقدار خطای پایا

(offset) به‌ازای یک تغییر پله‌ای واحد در مقدار مقرر، چقدر تغییر خواهد کرد؟



(۱) ۱۵ درصد افزایش می‌یابد.

(۲) ۱۵ درصد کاهش می‌یابد.

(۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.

(۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۸۷- تابع تبدیل یک سیستم کنترل به صورت  $\frac{y(s)}{x(s)} = \frac{\tau_1 s + 1}{\tau_2 s + 1}$  است. در صورتی که  $\frac{\tau_1}{\tau_2} = 5$  باشد و یک ورودی

پله واحد به این سیستم اعمال شود، حداکثر مقدار  $y(t)$  چقدر است؟

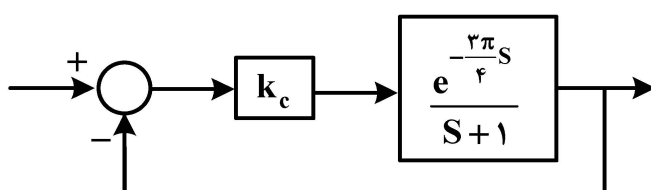
(۱) ۵

(۲) ۴

(۳) ۱

(۴) صفر

۸۸- در سیستم کنترلی زیر با فرکانس بحرانی  $\omega_c = 1$ ، محدوده پایداری بهره کنترلر  $k_c$  کدام است؟



(۱)  $0 < k_c \leq 2\sqrt{2}$

(۲)  $0 < k_c \leq \sqrt{2}$

(۳)  $k_c \geq \sqrt{2}$

(۴)  $k_c \geq \frac{\sqrt{2}}{2}$

۸۹- یک سیستم کنترل پس خور (Feedback) با تابع تبدیل حلقه باز زیر، به ازای چه محدوده‌ای از  $k_c$  پایدار است؟

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

- (۱)  $-\infty < k_c < -2$   
 (۲)  $-8 < k_c < -2$   
 (۳)  $-2 < k_c < \infty$   
 (۴)  $-\infty < k_c < \infty$

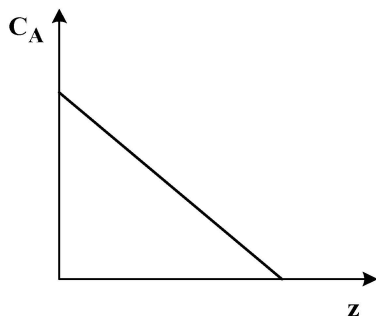
۹۰- مقدار حالت پایای خروجی تابع انتقال زیر در پاسخ به ورودی پله‌ای با بزرگی +۲، کدام است؟

$$G(s) = 2 \frac{(3s+4)}{s^2 + 6s - 1}$$

- (۱) -۸  
 (۲) ۱۶  
 (۳) صفر  
 (۴) مقدار پایا ندارد.

انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲):

۹۱- اگر نمودار تغییرات غلظت بر حسب فاصله برای جزء A به صورت زیر باشد، شار نفوذی انتقال جرم .....  
 (۱) صفر است.  
 (۲) مقداری است مثبت  
 (۳) مقداری است منفی  
 (۴) می‌تواند مثبت یا منفی باشد.



۹۲- رابطه زیر برای نفوذ مولکولی A داده شده است که در آن عمق نفوذ و  $C_{A1}$  و  $C_{A2}$ ، به ترتیب غلظت A در نقاط ۱ و ۲ هستند. کدام یک از عبارات داده شده نادرست است؟

$$N_A = \frac{D_{AB}}{Z} (C_{A1} - C_{A2})$$

(۱) نفوذ متقابل A و B است.

(۲) نفوذ A از میان محیط جامد B است.

(۳) نفوذ جزء A با غلظت کم از میان محیط ساکن B است.

(۴) نفوذ جزء A با غلظت زیاد از میان محیط ساکن B است.

۹۳- رابطه تعادلی توزیع A بین فاز گاز و مایع  $P_A = 9x_A$  است که در آن  $x_A$  و  $P_A$  به ترتیب، کسر مولی جزء A در فاز مایع و فشار جزئی A در فاز گاز بر حسب Pa را نشان می‌دهد. اگر ۱۰٪ از مقاومت انتقال جرم در فاز گاز باشد،

ضریب انتقال جرم فاز مایع  $k_x$  بر حسب  $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$  چقدر است؟ (ضریب انتقال جرم کلی  $K_G$  است.)

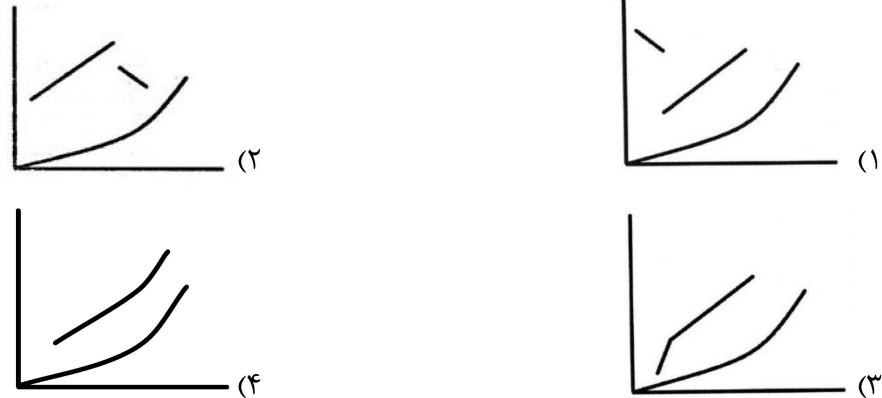
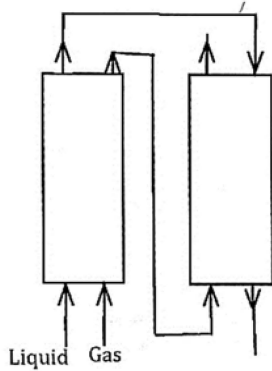
- (۱)  $10 K_G$   
 (۲)  $9 K_G$   
 (۳)  $\frac{K_G}{10}$   
 (۴)  $\frac{K_G}{9}$

۹۴- در یک برج جذب که آمونیاک از هوا توسط آب جذب می‌شود، غلظت آمونیاک در آب  $x_{AL} = 0.01$  است.

نسبت  $\frac{k_L}{F_L}$  چقدر است؟

- (۱) ۰/۰۱  
(۲) ۰/۰۲  
(۳) ۰/۰۵  
(۴) ۰/۱

۹۵- کدام شکل خطوط تبادل برای جذب فیزیکی جزء A از فاز گاز در آرایش زیر را نشان می‌دهد؟



۹۶- رابطه تعادلی توزیع جزء A بین فاز گاز و مایع غیرقابل امتزاج به صورت  $Y = \Delta X$  داده شده است که در آن

X و Y به ترتیب نسبت مولی جزء A در فاز مایع و گاز است. تنها A بین دو فاز منتقل می‌شود. اگر فاز گاز

غنی از A و فاز مایع عاری از A به صورت متقابل به یک دستگاه تبادل جرمی وارد شوند، نسبت  $\frac{L_{s,min}}{G_s}$

برای حذف ۹۰٪ جزء A از فاز گاز، چقدر است؟ ( $L_s$  و  $G_s$  به ترتیب، سرعت جریان مولی اجزا ساکن فاز مایع و گاز هستند).

- (۱) ۳/۵  
(۲) ۴  
(۳) ۴/۵  
(۴) ۵

۹۷- هلیوم خالص به میزان  $0.19 \frac{m^3}{s}$  به داخل لوله‌ای از جنس نفتالین به قطر  $\frac{1}{\pi}$  متر وارد می‌شود. غلظت تعادلی

بخار نفتالین در گاز، در تماس با سطح لوله  $C_A^*$  و ضریب متوسط انتقال جرم همرفت درون لوله

$k_c = 0.01 \frac{m}{s}$  است. اگر غلظت نفتالین در گاز خروجی از لوله  $\frac{C_A^*}{10}$  باشد، اندازه طول لوله به کدام گزینه

نزدیک‌تر است؟ ( $\ln \frac{10}{9} \cong 0.1$ )

- (۱) ۲/۵ m  
(۲) ۲ m  
(۳) ۱ m  
(۴) ۰/۷۵ m

۹۸- نفوذ مولکولی A در لایه نازکی به ضخامت z به سمت کاتالیست جامد و همچنین واکنش بسیار سریع  $A \rightarrow 2B$  روی سطح کاتالیست، صورت می گیرد. کدام رابطه شار مولی جزء B را نشان می دهد؟

$$N_B = 2 \frac{CD_{AB}}{z} \ln(1 + y_{A1}) \quad (2) \qquad N_B = \frac{CD_{AB}}{z} \ln(1 + y_{A1}) \quad (1)$$

$$N_B = 2 \frac{CD_{AB}}{z} \ln\left(\frac{1}{1 + y_{A1}}\right) \quad (4) \qquad N_B = -\frac{CD_{AB}}{z} \ln\left(\frac{1}{1 + y_{A1}}\right) \quad (3)$$

۹۹- گاز آمونیاک روی سطح کاتالیست جامد با واکنش  $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$  به صورت سریع شکسته می شود. اگر تمامی شرایط، ثابت فرض شود و فقط دما را ۴ برابر کنیم، شار انتقال جرم آمونیاک چند برابر می شود؟

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

$$\frac{1}{4} \quad (4) \qquad 4 \quad (3)$$

۱۰۰- در یک مطالعه انتقال حرارتی، رابطه ضریب انتقال حرارت  $h = 0.02(\rho\mu)^{0.5}$  به صورت تجربی به دست آمده است. برای استفاده از قیاس کالبرن در شبیه سازی این فرایند با پدیده انتقال جرمی مشابه از فاکتور J، به صورت

رابطه  $J_H = b Re^n$  بهره می گیریم. مقادیر b و n در این رابطه کدام اند؟

$$n = -0.5, b = \frac{0.02 \mu^{0.5} L^{0.5}}{C_p^{1/2} k^{3/2}} \quad (2) \qquad n = -0.5, b = \frac{0.02 \mu^{0.17} L^{0.5}}{C_p^{1/2} k^{3/2}} \quad (1)$$

$$n = 0.5, b = \frac{0.02 \mu^{0.5} L^{0.5}}{C_p^{1/2} k^{3/2}} \quad (4) \qquad n = 0.5, b = \frac{0.02 \mu^{0.17} L^{0.5}}{C_p^{1/2} k^{3/2}} \quad (3)$$

۱۰۱- برای خشک کردن چای، از دو نوع خشک کن سینی دار استفاده می شود. در صورتی که سرعت هوای گرم دو برابر شود، زمان خشک کردن چه تغییری می کند؟

نوع «الف»: جریان هوای گرم، عمود بر سطح برگ های چای حرکت می کند.

نوع «ب»: جریان هوای گرم به موازات برگ های چای حرکت می کند.

(۱) در نوع «ب» زمان کمتر می شود. (۲) در نوع «الف» زمان کمتر می شود.

(۳) در نوع «ب» زمان بیشتر می شود. (۴) سرعت هوا تأثیری بر زمان ندارد.

۱۰۲- یک مخلوط دو جزئی از بنزن و تولوئن حاوی ۳۰٪ مولی جزء فرار با روش تقطیر آبی جداسازی می شود. مایع خروجی از جداکننده، حاوی ۸۰٪ مولی جزء سنگین است. در صورتی که فراریت نسبی متوسط برای این مخلوط ۲ باشد، تقریباً چند درصد خوراک تبخیر می شود؟

$$25 \quad (1) \qquad 36 \quad (2)$$

$$64 \quad (3) \qquad 75 \quad (4)$$

۱۰۳- آب با دمای  $50^\circ C$  وارد برج خنک کن شده و دمای آن تا  $25^\circ C$  کاهش می یابد. دمای حباب مرطوب و خشک هوا به ترتیب برابر  $20^\circ C$  و  $30^\circ C$  گزارش شده است. دمای تقریب (Approach) و دامنه (Range)، به ترتیب کدام است؟

$$5 \text{ و } 20 \quad (1) \qquad 5 \text{ و } 30 \quad (2)$$

$$25 \text{ و } 5 \quad (3) \qquad 25 \text{ و } 10 \quad (4)$$

۱۰۴- یک تبخیر کننده دو مرحله‌ای برای تغلیظ یک مایع با افزایش نقطه جوش صفر ( $BPE = 0$ )، استفاده می‌شود. دمای بخار آب ورودی  $200^{\circ}\text{C}$  و دمای جوش مایع در مرحله دوم  $120^{\circ}\text{C}$  است. دمای بخار تولیدی در مرحله

$$\text{اول چقدر است؟ } (U_1 = 5000 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}, U_2 = 3000 \frac{W}{m^2 \cdot ^{\circ}\text{C}})$$

(۱) ۱۷۰ (۲) ۱۶۰

(۳) ۱۵۰ (۴) ۱۴۰

۱۰۵- برای جداسازی اسید پروپیونیک از تری کلرواتیلن با فرایند استخراج، از آب خالص به عنوان حلال استفاده می‌شود. برای جداسازی ۱۰۰ کیلوگرم در ساعت از یک خوراک حاوی ۲۰٪ اسید پروپیونیک، از عملیات تک مرحله‌ای استفاده می‌شود تا غلظت اسید در محصول باقی مانده به ۲٪ (بر مبنای عاری از حل شونده) برسد. آب و تری کلرواتیلن به صورت کامل نامحلول هستند. با توجه به داده‌های تعادلی داده شده در جدول زیر، مقدار حلال مصرفی چند کیلوگرم در ساعت است؟

$x'(\%wt)$	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
$y'(\%wt)$	۱/۴	۳/۰	۶/۹۰	۱۳/۸۰	۳۰/۰	۴۱/۴۰	۵۵/۲۰	۶۹/۰۰

(۱) ۷۶۷ (۲) ۶۱۳ (۳) ۶۰۰ (۴) ۴۸۰

۱۰۶- محصولات حاصل از استخراج یک مرحله‌ای شامل ترکیبات ( $B$ ،  $15\%$ ،  $5\%$ ) و نیز ( $B$ ،  $80\%$ ،  $15\%$ ) است. ضریب جداسازی (Selectivity) حلال چقدر است؟ (C جزء حل شده و B حلال استخراج است.)

(۱) ۰/۲ (۲) ۱/۸

(۳) ۴۸ (۴) ۸۴

۱۰۷- برجی که جهت جداسازی یک مخلوط دوجزئی طراحی شده، دارای خطوط تبادلی زیر است. مول جزئی محصولات بالا و پائین این برج به ترتیب، چقدر است؟

$$\begin{cases} y = 0.6x + 0.32 \\ y = 2x - 0.1 \end{cases}$$

(۱) ۰/۸ و ۰/۰۵ (۲) ۰/۸ و ۰/۱

(۳) ۰/۹ و ۰/۰۵ (۴) ۰/۹ و ۰/۱

۱۰۸- یک سیستم دوجزئی از نوع انحراف منفی از حالت ایده آل است. در تعیین حداقل نسبت مایع برگشتی به برج تقطیر در مختصات  $xy$ ، نقطه گره (Pinch point) چگونه مشخص می‌شود؟

(۱) مماس بر منحنی تعادلی از نقطه  $(X_D, X_D)$

(۲) مماس بر منحنی تعادلی از نقطه  $(X_B, X_B)$

(۳) تلاقی خط خوراک با منحنی تعادلی و یا مماس بر منحنی تعادل از نقطه  $(X_D, X_D)$

(۴) تلاقی خط خوراک با منحنی تعادلی و یا مماس بر منحنی تعادلی از نقطه  $(X_B, X_B)$

۱۰۹- برای حذف آمونیاک از پساب پتروشیمی، از ژئولیت طبیعی استفاده شده است. در صورتی که هدف حذف ۹۰٪ آمونیاک از پساب با غلظت اولیه ۴۰۰ ppm باشد، میزان ژئولیت مصرفی چقدر است؟ (معادله جذب

تعادلی به صورت  $q = 3C^2$  است)

(۱)  $75 \frac{gr}{L}$  (۲)  $83 \frac{gr}{L}$

(۳)  $75 \frac{mgr}{L}$  (۴)  $83 \frac{mgr}{L}$

۱۱۰- برج تقطیری در حالت Total Reflux کار می‌کند. در صورتی که جزء مولی جزء فرارتر در مایع ورودی به یک سینی ۰/۴۸ و در مایع خروجی از آن ۰/۴ باشد، راندمان مورفی ( $E_{mv}$ ) این سینی چقدر است؟ (رابطه تعادلی به صورت  $y = ۱/۴x$  است.)

- (۱) ۰/۵  
(۲) ۰/۴  
(۳) ۰/۳  
(۴) اطلاعات کافی نیست.

طرح راکتورهای شیمیایی:

۱۱۱- واکنش درجه اول گازی در راکتور Mixed انجام می‌شود. چنانچه ثابت سرعت واکنش  $۰/۲ \text{ min}^{-1}$  باشد، زمان اقامت متوسط برای رسیدن به درصد تبدیل ۸۰٪ چند دقیقه است؟

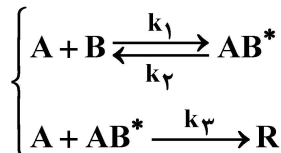
- (۱) ۱۰  
(۲) ۱۵  
(۳) ۲۰  
(۴) اطلاعات کافی نیست.

۱۱۲- واکنش  $A \rightarrow R$  در یک راکتور لوله‌ای (plug) با معادله سرعت  $-r_A = \frac{۰/۵ C_A \text{ mol}}{۲ + C_A \text{ lit. min}}$  انجام می‌شود.

در صورتی که شدت جریان حجمی خوراک  $۲۰ \frac{\text{lit}}{\text{min}}$  و  $C_{A0} = ۱ \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  باشد، حجم مورد نیاز راکتور جهت دستیابی به درصد تبدیل ۵۰٪ چند لیتر است؟ ( $\ln ۲ = ۰/۷$ )

- (۱) ۸۸  
(۲) ۷۶  
(۳) ۶۴  
(۴) ۵۲

۱۱۳- واکنش پیچیده  $۲A + B \rightarrow R$  مطابق مکانیزم زیر انجام می‌شود. اگر  $AB^*$  حد واسط پارانرژی باشد، کدام مورد بیانگر سرعت مصرف A با فرض حالت شبه پایدار است؟



$$\begin{aligned} -r_A &= \frac{۲k_1 C_A C_B}{k_2 + k_3 C_A} & (۲) & & -r_A &= \frac{k_1 C_A C_B}{k_2 + k_3 C_A} & (۱) \\ -r_A &= \frac{۲k_1 k_2 C_A^2 C_B}{k_2 + k_3 C_A} & (۴) & & -r_A &= \frac{k_1 k_2 C_A^2 C_B}{k_2 + k_3 C_A} & (۳) \end{aligned}$$

۱۱۴- واکنش ابتدایی  $A \rightarrow B$  در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. اگر ۵۰ درصد از A در ۵ دقیقه تبدیل شود، چند دقیقه دیگر طول خواهد کشید تا میزان تبدیل به ۷۵ درصد برسد؟

- (۱) ۵  
(۲) ۱۰  
(۳) ۱۵  
(۴) ۲۰

۱۱۵- واکنش ابتدایی  $A \rightarrow B$  در یک راکتور Mixed انجام می‌شود. اگر بخواهیم در یک راکتور لوله‌ای با همان حجم، به همان درصد تبدیل برسیم، دبی جریان ورودی باید چند برابر شود؟

$$(X_{Af} = ۰/۹, C_{A0} = ۱, \ln ۰/۹ = -۰/۱, \ln ۰/۱ = -۲/۳)$$

- (۱) ۳/۹  
(۲) ۲/۹  
(۳) ۱/۹  
(۴) ۰/۹



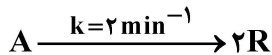
۱۱۶- با پیشرفت واکنش در یک راکتور پیوسته بر روی ترازو، با گذشت زمان، عقربه ترازو چه تغییری می کند؟  
 (۱) حرکت نمی کند.  
 (۲) عدد بزرگتری را نشان می دهد.  
 (۳) ابتدا تغییر می کند و سپس ثابت می ماند.  
 (۴) بسته به ضرایب واکنش ممکن است عدد بزرگتر یا کوچکتری را نشان دهد.

۱۱۷- واکنش همگن زیر در فاز مایع صورت می گیرد که تبدیل آن در یک راکتور Mixed برابر ۵۰٪ است. اگر در شرایط یکسان، این راکتور با یک راکتور Mixed دیگر که ۶ برابر بزرگتر است جایگزین شود، کسر تبدیل چه مقدار خواهد شد؟



- (۱) ۰/۹۹  
 (۲) ۰/۶۷  
 (۳) ۰/۷۵  
 (۴) ۰/۶۷

۱۱۸- واکنش فازی گازی زیر، در یک راکتور ناپیوسته به حجم ۱۲ مترمکعب انجام می شود. در صورتی که تبدیل ۸۰ درصد مدنظر باشد، زمان ماند کدام است؟ ( $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1.1$ )



- (۱) ۰/۳۵  
 (۲) ۰/۵۵  
 (۳) ۱/۴  
 (۴) ۲/۲

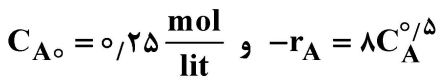
۱۱۹- روش نیمه عمر، براساس کدام مورد به دست آمده است؟

- (۱) تئوری حالت واسطه  
 (۲) روش مشتق گیری  
 (۳) تئوری برخورد  
 (۴) روش انتگرالی

۱۲۰- واکنشگر A طی واکنش ابتدایی  $A \rightarrow B$  در یک راکتور Mixed با کسر تبدیل ۰/۶ مصرف می شود. اگر یک راکتور مشابه به صورت سری به سیستم افزوده شود، کسر تبدیل نهایی چقدر می شود؟

- (۱) ۰/۹  
 (۲) ۰/۸۶  
 (۳) ۰/۸۴  
 (۴) ۰/۸

۱۲۱- واکنش  $A \rightarrow B$  در یک راکتور ناپیوسته با معادله سرعت زیر انجام می شود. کسر تبدیل A پس از گذشت نیم ساعت از شروع واکنش کدام است؟



- (۱) ۰/۹۲۵  
 (۲) ۰/۹  
 (۳) ۰/۹۵  
 (۴) ۰/۹

۱۲۲- سه راکتور Mixed به طور سری به یکدیگر متصل شده اند. اگر قابلیت تبدیل راکتورهای اول، دوم و سوم، به ترتیب، ۴۰، ۳۰ و ۲۰ درصد باشد، میزان تبدیل کل مجموعه راکتورها چند درصد است؟

- (۱) ۱۰۰  
 (۲) ۶۶  
 (۳) ۴۲  
 (۴) ۳۴

۱۲۳- واکنش های موازی  $2A \xrightarrow{E_1} B+C$  و  $2A \xrightarrow{E_2} E+D$  در ۲۰۰ درجه سانتی گراد انجام گرفته و غلظت B دو برابر غلظت D است. ضمناً  $E_1$  و  $E_2$  انرژی فعالیت واکنش ها هستند. اگر واکنش در ۱۵۰ درجه سانتی گراد انجام شود، غلظت B چهار برابر غلظت D می شود. کدام مورد درست است؟

- (۱)  $E_1 < E_2$   
 (۲)  $E_1 = E_2$   
 (۳)  $E_1 > E_2$   
 (۴)  $E_1 \geq E_2$

۱۲۴- ماده A در فاز مایع، طی یک واکنش درجه دو و در یک راکتور ناپیوسته واکنش می‌دهد. اگر پس از سپری شدن ۲ دقیقه، ۲۰ درصد از آن واکنش دهد، مدت زمان لازم برای مصرف کامل ماده A چقدر است؟

- (۱) دو برابر زمان مصرف ۲۰ درصد از ماده A  
 (۲) پنج برابر زمان مصرف ۲۰ درصد از ماده A  
 (۳) ده برابر زمان مصرف ۲۰ درصد از ماده A  
 (۴) واکنش در زمان محدود کامل نمی‌شود

۱۲۵- برای واکنش‌های مطلوب  $A + B \xrightarrow{k_1} R$  و نامطلوب  $A + B \xrightarrow{k_2} S$ ، چنانچه  $r_S = k_2 C_A C_B$  و  $r_R = k_1 C_A C_B$  باشد، روش درست اختلاط مخلوط‌شوندگان به‌طور غیرمداوم، جهت تولید محصول مطلوب، کدام است؟

- (۱) ابتدا در ظرف موجود باشد و B به آرامی به آن اضافه شود.  
 (۲) ابتدا در ظرف موجود باشد و A به آرامی به آن اضافه شود.  
 (۳) A و B را در یک زمان سریعاً با هم مخلوط کنیم.  
 (۴) A و B را به آرامی با هم مخلوط کنیم.

ریاضیات (کاربردی، عددی):

۱۲۶- در حل معادله زیر، شرط پایداری با روش تفاضل‌های محدود صریح، کدام است؟ ( $\alpha = 0.1$ ،  $\Delta x = 0.2$ )

$$\alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{\partial u}{\partial t}$$

(۱)  $\Delta t \leq 0.2$

(۲)  $\Delta t \leq 0.4$

(۳)  $\Delta t \leq 0.5$

(۴) وابسته به شرایط مرزی

۱۲۷- چنانچه معادله دیفرانسیل سهمی‌گون  $\alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \beta \frac{\partial u}{\partial x} + \gamma = \frac{\partial u}{\partial t}$ ، به روش اختلاف محدود غیرصریح گسسته-ساز

ساز می‌شود، با در نظر گرفتن  $\lambda = \frac{\alpha \Delta t}{\Delta x^2}$ ، به کدام صورت تبدیل می‌شود؟

$$u_{i-1}^{n+1} \left[ \lambda + \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] - u_i^{n+1} [2\lambda + 1] + u_{i+1}^{n+1} \left[ \lambda - \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] = [\gamma \Delta t + u_i^n] \quad (۱)$$

$$u_{i-1}^{n+1} \left[ \lambda + \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] - u_i^{n+1} [2\lambda + 1] + u_{i+1}^{n+1} \left[ \lambda + \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] = -[\gamma \Delta t + u_i^n] \quad (۲)$$

$$u_{i-1}^{n+1} \left[ \lambda + \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] - u_i^{n+1} [2\lambda + 1] + u_{i+1}^{n+1} \left[ \lambda - \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] = -[\gamma \Delta t + u_i^n] \quad (۳)$$

$$u_{i-1}^{n+1} \left[ \lambda - \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] - u_i^{n+1} [2\lambda + 1] + u_{i+1}^{n+1} \left[ \lambda + \frac{\beta \Delta t}{2 \Delta x} \right] = -[\gamma \Delta t + u_i^n] \quad (۴)$$

۱۲۸- معادله مقدار مرزی  $y'' + 2y' = 2xy$  به کمک روش تفاضلات محدود حل می‌شود. در صورت استفاده از فرمول تفاضلات مرکزی (CDF)، معادله جبری حاصل در گره (i) کدام است؟

$$y_{i+1} - 2\Delta x^2 y_i - y_{i-1} = x_i \Delta x^2 \quad (1)$$

$$(1 + \Delta x)y_{i+1} - 2(1 + x_i \Delta x^2) y_i + (1 - \Delta x)y_{i-1} = 0 \quad (2)$$

$$(1 + \Delta x)y_{i+1} - 2(1 + \Delta x^2) y_i + (1 - \Delta x)y_{i-1} = 0 \quad (3)$$

$$(1 + 2\Delta x)y_{i+1} - 2(1 + \Delta x + x_i \Delta x^2) y_i + y_{i-1} = 0 \quad (4)$$

۱۲۹- اگر از روش اویلر در حل معادله دیفرانسیل  $\frac{dy}{dt} = \frac{y}{t+y}$  با شرط اولیه  $y(0) = 1$  استفاده شود، با انتخاب  $h = 0.5$  مقدار تقریبی  $y(1)$  کدام است؟

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

$$1/125 \quad (1)$$

$$2 \quad (4)$$

$$1/875 \quad (3)$$

۱۳۰- خطای مطلق حدی و مقدار  $\frac{1}{e} + \frac{1}{3}$  تا سه رقم اعشار به ترتیب کدام است؟

$$2/833 \text{ و } 1/917 \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$2/833 \text{ و } 1/417 \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$2/834 \text{ و } 1/917 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$2/834 \text{ و } 1/417 \times 10^{-3} \quad (3)$$

۱۳۱- برای حل دستگاه معادلات غیرخطی زیر، به روش نیوتن-رافسون، ماتریس ژاکوبی (Jacobian) کدام است؟

$$e^{-x_1} - x_2 = 0$$

$$x_1 + x_2^2 - 3x_2 = 0$$

$$\begin{bmatrix} -e^{-x_1} & 1 \\ -1 & 2x_2 - 3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} -e^{-x_1} & -1 \\ 1 & 2x_2 - 3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} -e^{-x_1} & 1 \\ 2x_2 - 3 & -1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} -1 & 2x_2 - 3 \\ -e^{-x_1} & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

۱۳۲- معادله غیرخطی  $x^2 - 3x + 2 = 0$  با روش تکرار ساده (fixed-point) حل می‌شود. اگر

$$x = g(x) = x^2 - 2x + 2$$

انتخاب شود، حدس اولیه مناسب برای تضمین همگرایی کدام است؟

$$2 \quad (2)$$

$$2 \quad (1)$$

$$4 \quad (4)$$

$$0 \quad (3)$$

۱۳۳- روش دوزنقه‌ای انتگرال‌گیری برای چند جمله‌ای‌های تا درجه چند، دقیق است؟

$$2 \quad (2)$$

$$4 \quad (1)$$

$$1 \quad (4)$$

$$2 \quad (3)$$

۱۳۴- مشتق دوم تابع  $f(x)$  که به وسیله سه نقطه  $(x_1 - h, y_1 + 4)$ ،  $(x_1, y_2 + 8)$  و  $(x_1 + h, y_3 + 16)$  محاسبه شده است، با کدام مورد برابر است؟

$$f''(x_1) = \frac{y_1 + 2y_2 + y_3}{h^3} \quad (1)$$

$$f''(x_1) = \frac{(y_1 + 2) - 2y_2 + (y_3 + 2)}{h^2} \quad (2)$$

$$f''(x_1) = \frac{(y_1 + 1) - 2(y_2 + 2) + (y_3 + 3)}{h^2} \quad (3)$$

$$f''(x_1) = \frac{(y_1 + 4) + 2(y_2 + 8) + (y_3 + 16)}{h^2} \quad (4)$$

۱۳۵- تفاوت اصلی بین روش درون یابی (Interpolation) با روش رگرسیون (Regression) چیست؟

(۱) اگر تعداد داده‌ها کم باشد از روش رگرسیون استفاده می‌شود.

(۲) اگر مقدار داده‌ها کم باشد از روش درون یابی استفاده می‌شود.

(۳) تفاوت اصلی در روش محاسبه تابع رگرسیون و تابع درون یابی است.

(۴) در رگرسیون تابع از همه نقاط نمی‌گذرد اما در درون یابی، تابع از همه نقاط می‌گذرد.

۱۳۶- کدام مورد در خصوص همگرایی سری فوریه تابع زیر، درست است؟

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\cos x}{x} & -2 < x \leq -1 \\ (1-x)^{\frac{1}{3}} & -1 < x \leq 1 \\ \frac{x-x^2}{3} & 1 < x \leq 2 \end{cases}$$

(۱) در  $x = 1$  به  $\circ$  همگرا است. (۲) در  $x = -1$  به  $\frac{\cos x}{x}$  همگرا است.

(۳) در  $x = 1$  فاقد سری فوریه همگرا است. (۴) در  $x = -1$  فاقد سری فوریه همگرا است.

۱۳۷- با توجه به تساوی  $\Gamma(\frac{1}{p}) = \sqrt{\pi}$ ، مقدار  $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{-\ln(x)}}$  کدام است؟

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

$$\frac{\pi}{2} \quad (4) \qquad \pi \quad (3)$$

۱۳۸- جواب عمومی معادله دیفرانسیل معمولی زیر، کدام است؟

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + 8y = x + 4$$

$$y = c_1 e^{2x} + c_2 \sin \sqrt{3} x + c_3 \cos \sqrt{3} x \quad (1)$$

$$y = c_1 e^{-2x} + c_2 \sin \sqrt{3} x + c_3 \cos \sqrt{3} x \quad (2)$$

$$y = c_1 e^{-2x} + e^x (c_2 \sin \sqrt{3} x + c_3 \cos \sqrt{3} x) \quad (3)$$

$$y = c_1 e^{-2x} + e^{-x} (c_2 \sin \sqrt{3} x + c_3 \cos \sqrt{3} x) \quad (4)$$

۱۳۹- برای حل معادله دیفرانسیل زیر با روش جداسازی متغیرها، از کدام تغییر متغیر می توان استفاده کرد؟

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + q'' = 0$$

$$\frac{\partial T(r, 0)}{\partial r} = 0 \quad ; k \frac{\partial T(R_o, z)}{\partial r} = h(T(R_o, z) - T_\infty)$$

$$\frac{\partial T(r, L)}{\partial z} = 0 \quad ; T(r, L) = 0$$

$$T(r, z) = T_1(r, z) + T_2(r) \quad (2)$$

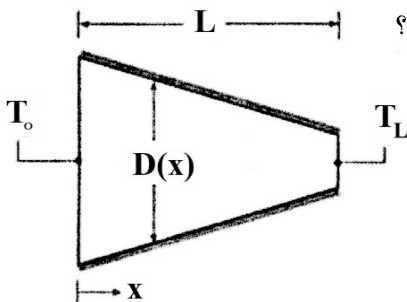
$$T(r, z) = T_1(r, z) + T_2(z) \quad (1)$$

$$T(r, z) = T_1(r, z) + q'' \quad (4)$$

$$T(r, z) = T_1(r, z) - T_\infty \quad (3)$$

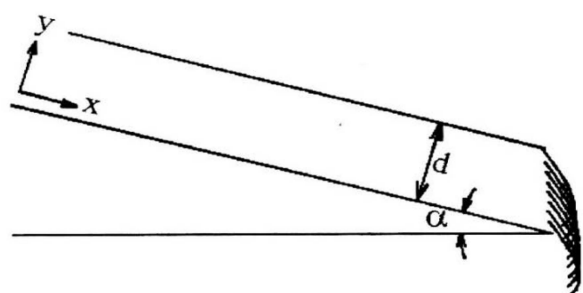
۱۴۰- مخروط جامدی با سطح مقطع دایره‌ای و طول  $L$  را در نظر بگیرید که سطح جانبی آن به طور کامل عایق شده است. قطر بزرگ و کوچک مخروط به ترتیب برابر با ۲۵ و ۵ سانتی‌متر است. با فرض عدم وابستگی خواص

فیزیکی به دما، اگر  $\frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} = 1/25$  باشد، مقدار  $\frac{dT}{dx} \Big|_{x=L}$  کدام است؟



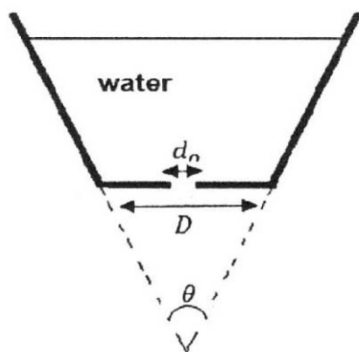
(۱) ۰/۲۵  
 (۲) ۱/۲۵  
 (۳) ۱۲/۵  
 (۴) ۳۱/۲۵

۱۴۱- بر روی یک سطح شیب‌دار با زاویه  $\alpha$  نسبت به افق، یک لایه آب با خواص فیزیکی معلوم به ضخامت  $d$  جریان دارد. کدام مورد توزیع سرعت آب بر روی سطح شیب‌دار را بیان می‌کند؟ ( $\mu$  ویسکوزیته و  $\rho$  دانسیته آب است.)



(۱)  $\frac{d^2 u}{dy^2} - \frac{\rho g}{\mu} \sin \alpha = 0$   
 (۲)  $\frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{\rho g}{\mu} \sin \alpha = 0$   
 (۳)  $\frac{d^2 u}{dy^2} - \frac{\rho g}{\mu} \cos \alpha = 0$   
 (۴)  $\frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{\rho g}{\mu} \cos \alpha = 0$

۱۴۲- در شکل مقابل مدت زمان کاهش آب مخزن از ارتفاع  $y_1$  به  $y_2$  کدام است؟



(۱)  $t = \int_{y_1}^{y_2} \frac{4 \left( y \tan \left( \frac{\theta}{2} \right) + \frac{D}{2} \right)^2}{d_o \sqrt{2gy}} dy$   
 (۲)  $t = - \int_{y_1}^{y_2} \frac{4 \left( y \tan \left( \frac{\theta}{2} \right) + \frac{D}{2} \right)^2}{d_o \sqrt{2gy}} dy$   
 (۳)  $t = \int_{y_1}^{y_2} \frac{\left( y \tan \left( \frac{\theta}{2} \right) + \frac{D}{2} \right)^2}{d_o \sqrt{2gy}} dy$   
 (۴)  $t = - \int_{y_1}^{y_2} \frac{\left( y \tan \left( \frac{\theta}{2} \right) + \frac{D}{2} \right)^2}{d_o \sqrt{2gy}} dy$

۱۴۳- سیالی با ویسکوزیته  $\mu$  و دانسیته  $\rho$  در بین دو صفحه به فاصله  $2L$  در حالت پایدار با گرادیان فشار ثابت  $\frac{dP}{dA} = A$  جریان دارد. اگر در لحظه  $t \geq 0$ ، گرادیان فشار برداشته شود، توزیع سرعت ناپایدار کدام یک از

روابط زیر خواهد بود؟ ( $v = \frac{\mu}{\rho}$  ثابت است).

$$u(y, t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\frac{(2n+1)^2}{4L^2} \pi^2 vt} \sin\left(\frac{(2n+1)}{2L} \pi y\right) \quad (1)$$

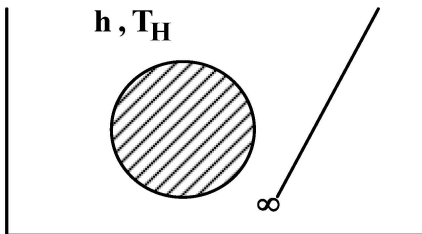
$$u(y, t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\frac{(2n+1)^2}{4L^2} \pi^2 vt} \cos\left(\frac{(2n+1)}{2L} \pi y\right) \quad (2)$$

$$u(y, t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\frac{(2n+1)^2}{4L^2} \pi^2 vt} \sin\left(\frac{(2n+1)}{2L} \pi y\right) \quad (3)$$

$$u(y, t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\frac{(2n+1)^2}{4L^2} \pi^2 vt} \cos\left(\frac{(2n+1)}{2L} \pi y\right) \quad (4)$$

۱۴۴- یک ترموکوپل را در نظر بگیرید که ابتدا در دمای  $T_0$  قرار دارد. ناگهان وارد یک سیال داغ با دمای  $T_H$  و ضریب انتقال حرارت  $h$  می‌شود. حسگر ترموکوپل (سنسور) دارای جرم  $m$ ، گرمای ویژه  $c$  و سطح جانبی  $A$  است. اگر

ضریب هدایت حرارتی ترموکوپل زیاد باشد، تغییرات دمای ترموکوپل نسبت به زمان کدام است؟  $\tau = \frac{mc}{hA}$



$$\frac{T - T_H}{T_0 - T_H} = 1 - \frac{t}{\tau} \quad (1)$$

$$\frac{T - T_0}{T_H - T_0} = 1 - \frac{t}{\tau} \quad (2)$$

$$\frac{T - T_H}{T_0 - T_H} = 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (3)$$

$$\frac{T - T_0}{T_H - T_0} = 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (4)$$

۱۴۵- در یک راکتور CSTR یک واکنش درجه اول به صورت  $A \xrightarrow{K} B$  انجام می‌شود. غلظت واکنش دهنده در جریان ورودی  $C_{Ais}$  بوده و در لحظه  $t = 0$  غلظت واکنش دهنده ورودی به اندازه  $\Delta C_{Ai}$  افزایش پیدا می‌کند. کدام مورد بیانگر تغییرات غلظت در خروجی از این راکتور است؟

دبی حجم  $q = 1 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$  ;  $\Delta C_{Ai} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$  ;  $C_{Ais} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$

حجم راکتور  $V = 2 \text{ lit}$

$K = 0.5 \text{ min}^{-1}$

$1.5 + 0.5 e^{-t}$  (۲)

$1.5 - 0.5 e^t$  (۱)

$2.5 - 0.5 e^{-t}$  (۴)

$1.5 - 0.5 e^{-t}$  (۳)



