کد کنترل

159

A

159A

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

صبح جمعه
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

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

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی‌ارشد ناپیوسته داخل ـ سال ۱۴۰۳

مهندسی شیمی (کد ۱۲۵۷)

تعداد سؤال: ۱۴۵ — مدت‌زمان پاسخگویی: ۲۲۰ دقیقه

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

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون، نمره منفی دارد.

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

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج‌شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

PART A: Vocabulary

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

1- But at this point, it's pretty hard to hurt my …… . I've heard it all, and I'm still here.
1) characterization 2) feelings
3) sentimentality 4) pain

2- Be sure your child wears sunscreen whenever she's …… to the sun.
1) demonstrated 2) confronted 3) invulnerable 4) exposed

3- Many of these popular best-sellers will soon become dated and ……, and will eventually go out of print.
1) irrelevant 2) permanent 3) fascinating 4) paramount

4- The men who arrived in the …… of criminals were actually undercover police officers.
1) uniform 2) job 3) guise 4) distance

5- It was more …… to take my meals in bed, where all I had to do was push away my tray with its uneaten food and fall back upon my pillows.
1) haphazard 2) reckless 3) convenient 4) vigorous

6- His victory sparked a rare wave of …….. in his home country. Nicaraguans poured into the streets, honking car-horns and waving the national flag.
1) serendipity 2) tranquility 3) aspersion 4) euphoria

7- He liked the ease and glitter of the life, and the luster …….. on him by being a member of this group of rich and conspicuous people.
1) conferred 2) equivocated 3) attained 4) fabricated

PART B: Cloze Test

***Directions**: Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark the correct choice on your answer sheet.*

Roman education had its first "primary schools" in the 3rd century BCE, but they were not compulsory …… (8) entirely on tuition fees. There were no official schools in Rome, nor were there buildings used specifically for the

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 drived 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) prefered 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 ..... .

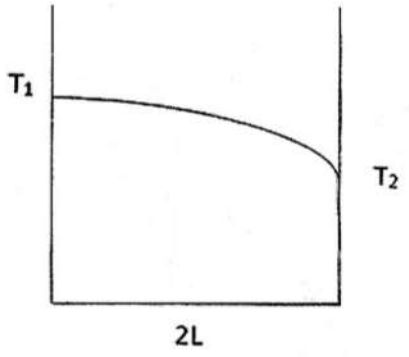
1) The practical methods for preventing VOCs emissions into the atmosphere
2) The processes for destruction of VOCs
3) The impact of VOCs on the environment
4) Membrane operation for VOCs recovery

انتقال حرارت (۱ و ۲):

۲۶- ضریب هدایت حرارتی گاز اکسیژن در دمای ۲۰۰°C تقریباً چند برابر ۴۰۰°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، α : ضریب نفوذ حرارتی)



۱) $\frac{d^2T}{dx^2} = 0$

۲) $\frac{d^2T}{dx^2} + k = 0$

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

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

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 $(\frac{\partial T}{\partial x})$ 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_∞ و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی h قرار دارد. اختلاف دمای سطح کره (T_w) با دمای سیال کدام است؟

۱) $T_w - T_\infty = \frac{\dot{q}R}{۶h}$

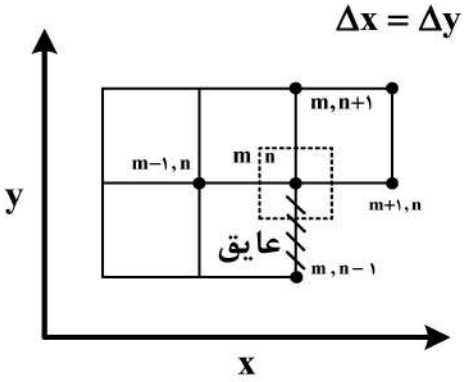
۲) $T_w - T_\infty = \frac{\dot{q}R}{۳h}$

۳) $T_w - T_\infty = -\frac{\dot{q}R}{۳h}$

۴) $T_w - T_\infty = -\frac{\dot{q}R}{۶h}$

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

$$\Delta x = \Delta y = L$$



۱) $q_{out} = \frac{hL}{۲}(T_{m,n} - T_\infty)$

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

۳) $q_{out} = \frac{kL}{۲}(\frac{T_{m+۱,n} - T_{m,n}}{L})$

۴) $q_{out} = kL\,(\frac{T_{m-۱,n} - T_{m,n}}{L})$

۳۱- در داخل یک جسم کروی به شعاع ۶ سانتی‌متر، حرارت به‌طور یکنواخت به میزان $۱۵\times۱۰^۶ \frac{W}{m^۳}$ 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: $\frac{۱}{r^۲}\frac{d}{dr}(r^۲\frac{dT}{dr}) + \frac{\dot{q}}{k} = ۰$ و ضریب هدایت حرارتی جسم کروی برابر $۱۵\frac{W}{mK}$ است.)

۱) ۵۰۰

۲) ۶۰۰

۳) ۷۰۰

۴) ۸۰۰

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

$$Nu = ۲ + ۰/۶\,Re^{\frac{۱}{۲}}\,Pr^{\frac{۱}{۳}} \qquad ۰/۶ < Pr < ۴۰۰$$

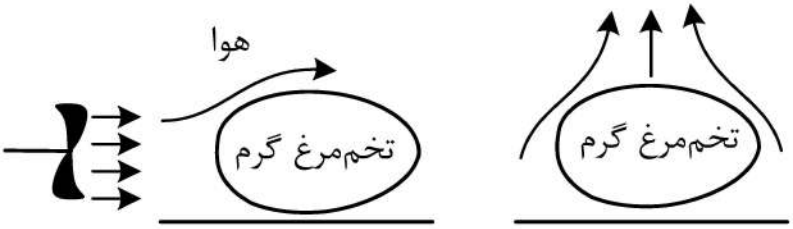
۱) رابطه برای روغن‌ها و نیز فلزات مایع هم صادق است.

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** (ε) از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

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

اگر این مبدل حرارتی به‌صورت کندانسور عمل کند که در این کندانسور سیال گرم از فضای بین دو لوله عبور می‌کند، مقدار ε کدام است؟

(ضریب کلی انتقال حرارت $(U) = 500 \frac{W}{m^2K}$ ، سطح کلی انتقال $0/5 m^2$ ، نرخ جرمی سیال سرد $= 5 \frac{kg}{s}$، گرمای ویژه سیال سرد $= 500 \frac{J}{kgK}$ 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 به‌ترتیب برابر $4000 \frac{W}{m^2K}$ و $6000 \frac{W}{m^2K}$ 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 $۶۰۰\frac{W}{m^۲.K}$ باشد و پس از ۱۵ ماه کار کردن، این ضریب ۲۰ درصد کاهش یابد، ضریب رسوب‌زایی (Fouling) چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۶۰۰}\frac{m^۲°C}{W}$

۲) $\frac{۱}{۱۲۰۰}\frac{m^۲°C}{W}$

۳) $\frac{۱}{۲۴۰۰}\frac{m^۲°C}{W}$

۴) $\frac{۱}{۴۸۰۰}\frac{m^۲°C}{W}$

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؟

۱) $T_۳ = \frac{\sqrt[۴]{T_۱^۴ + T_۲^۴}}{۴}$

۲) $T_۳ = \sqrt[۴]{T_۱^۴ + T_۲^۴}$

۳) $T_۳ = \frac{\sqrt[۴]{T_۱^۴ + T_۲^۴}}{۲}$

۴) $T_۳ = \sqrt[۴]{\frac{T_۱^۴ + T_۲^۴}{۲}}$

ترمودینامیک

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

۱) $\frac{C_v}{T}dT + \frac{R}{V}dV$

۲) $\frac{C_v}{T}dT - \frac{R}{V-b}dV$

۳) $\frac{C_v}{T}dT + \frac{R}{V-b}dV$

۴) $\frac{C_p}{T}dT + \frac{R}{V-b}dV$

۴۲- رابطه مربوط به انرژی آزاد گیبس اضافی مخلوط دوجزیی، در فاز مایع در یک سیستم بخار- مایع به‌صورت $\frac{G^E}{RT} = ۳x_۱x_۲$ است. با فرض ایده‌آل بودن مخلوط گاز، درصورتی‌که کسر مولی سازنده (۱) در فاز مایع در نقطه آزئوتروپ $\frac{۵}{۶}$ باشد، نسبت فشار بخار اشباع سازنده (۱) به سازنده (۲) کدام است؟

۱) $e^۳$

۲) $e^۲$

۳) $e^۱$

۴) $e^{۰/۵}$

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} برحسب b اجزاء وجود داشته باشد، کدام‌یک از گزاره‌های زیر درست است؟

$b_{mix} < x_۱b_۱ + x_۲b_۲$

۱) $\Delta V_{mixing} < 0 , \Delta H_{mixing} < 0$

۲) $\Delta V_{mixing} > 0 , \Delta H_{mixing} < 0$

۳) $\Delta V_{mixing} > 0 , \Delta H_{mixing} > 0$

۴) $\Delta V_{mixing} < 0 , \Delta H_{mixing} > 0$

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.)

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

۱) $PV = \frac{b}{RT} - \frac{aP}{RT^2}$

۲) $PV = \frac{bP}{RT} - \frac{aP}{RT^2} + ۱$

۳) $PV = \exp(\frac{bP}{RT} - \frac{aP}{RT^2})$

۴) $PV = bP - \frac{aP}{T} + RT$

۴۵- در نقطه حباب برای سیستم سه‌تایی شامل اتان، متان و پروپان، مقادیر کسر مولی به‌ترتیب برابر با ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۷ است. درصورتی‌که مقادیر K ـ value برای متان و پروپان به‌ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۵ به‌دست آمده باشد، مقدار K برای اتان چه قدر خواهد بود؟

۱) ۰/۸۵

۲) ۱/۱

۳) ۲/۲

۴) ۴/۱

۴۶- ضریب تراکم‌پذیری بخار اشباع یک مایع خالص در دمای $400\,K$ برابر ۰/۹ و فشار بخار آن $P^{sat} = 1/2\,atm$ است. ضریب فوگاسیتهٔ آن در دمای $400\,K$ و فشار $80\,atm$ تقریباً چقدر است؟

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

$$Exp\,x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \cdots$$

۱) ۰/۰۰۱۵ ۲) ۰/۰۱۵

۳) ۰/۰۰۲۵ ۴) ۰/۰۲۵

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

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

۱) ۳۵ ۲) ۳۴

۳) ۳۲ ۴) ۳۱

۴۸- یک گاز سبک در یک روغن سنگین در دمای T و فشار ۱۰ اتمسفر حل شده است و می‌توان فوگاسیته آن را در محلول از قانون هنری به‌دست آورد. درصورتی‌که فاز گاز موجود، در حالت تعادل با فاز مایع باشد و بتوان آن را گاز کامل فرض کرد، کسر مولی سازندهٔ سبک (گاز) در فاز مایع چقدر است؟

(ثابت قانون هنری $= 100\,atm$، کسر مولی گاز در فاز گاز $= 0/99$)

۱) ۰/۰۹۹ ۲) ۰/۰۰۹۹

۳) ۰/۰۵۱ ۴) ۰/۰۰۵۱

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

۱) آنتروپی افزایش می‌یابد 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 می‌یابد.

۴) آنتروپی افزایش می‌یابد 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 می‌کند که $B(T)$ به‌صورت خطی با رابطه $B(T) = aT + b$، وابسته به دما است. اگر این گاز تحت یک فرایند برگشت‌پذیر هم‌دما از فشار P_1 به فشار P_2 تغییر حالت دهد، مقادیر ΔU 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 باقی‌مانده برحسب این معادله حالت، برقرار خواهد بود؟ (a و b برای هر ماده اعداد ثابتی هستند.)

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

۱) $V^R = o\,,\ H^R = bP$

۲) $V^R = b\,,\ H^R = bP$

۳) $V^R = b\,,\ H^R = \frac{aP}{T}$

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

۵۲- معادلهٔ حالت یک گاز واقعی خالص از رابطهٔ $Z = 1 + \frac{BP}{RT}$ پیروی می‌کند. تغییر آنتالپی مخصوص این گاز در دمای ثابت T موقعی‌که فشار از یک فشار خیلی‌خیلی‌کم تا فشار نهایی π تغییرکند، کدام است؟

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

۱) $\frac{-2a\pi}{T^2}$

۲) $b\pi - \frac{a\pi}{T^2}$

۳) $b\pi - \frac{3a\pi}{T^2}$

۴) $b\pi + \frac{2a\pi}{T^2}$

۵۳- فشار بخار ماده خالصی از معادله $\ln P^{sat} = A - \frac{B}{T}$ پیروی می‌کند که در آن A و B برای این ماده خالص اعداد ثابتی هستند. اگر T_{nb} دمای جوش متعارفی برحسب 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 برحسب کلوین و P فشار برحسب اتمسفر است. $T_{nb} = 0/7 T_c$)

۱) $A = 2 \ln P_C\,,\ B = T_c \ln P_c$

۲) $A = \frac{7}{3} \ln P_C\,,\ B = \frac{4}{7} T_c \ln P_c$

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

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

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

۱) $dG^t \le 0$

۲) $dG^t = 0$

۳) $dS^t \ge 0$

۴) $dS^t = 0$

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 کدام‌یک از عبارات زیر درست است؟ (واحدهای فشار اختیاری است.)

۱) سیستم آزئوتروپ ندارد.

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

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

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

۵۶- **قضیه‌کلی گیبس ـ دوهم کدام است؟**

۱) $-(ns)\,dT+(nv)dP+\sum n_i d\mu_i=\circ$ ۲) $(ns)\,dT-(nv)dP+\sum n_i d\mu_i=\circ$

۳) $(ns)\,dT+(nv)dP-\sum n_i d\mu_i=\circ$ ۴) $(ns)\,dT-(nv)dP-\sum n_i d\mu_i=\circ$

۵۷- **دمای بحرانی سیالی $\mathbf{K}$ ۵۰۰ و ضریب بی‌مرکزی این سیال صفر محاسبه شده است. در دمای $\mathbf{K}$ ۳۵۰، ارتباط بین فشار بخار اشباع و فشار بحرانی سیال به چه صورتی می‌تواند باشد؟ ($\log ۵=۰/۷$ و $\log ۳=۰/۴۸$ و $\log ۲=۰/۳$)**

۱) فشار بحرانی ۳ برابر فشار بخار اشباع است.

۲) فشار بحرانی ۱۰ 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؟**

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

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

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

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

۵۹- **کدام‌یک از روابط زیر برای یک مادهٔ خالص تک‌فازی، درست است؟**

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

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

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

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

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؟**

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

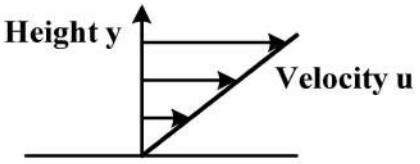
۲) $C_P-C_V=R(۱+(\frac{\partial T}{\partial P})_h)$

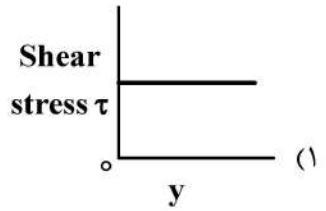
۳) $C_P-C_V=\frac{RT}{S}\left[(\frac{\partial S}{\partial T})_P-(\frac{\partial S}{\partial T})_V\right]$

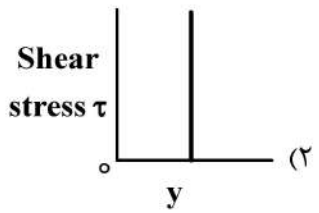
۴) $C_P-C_V=T\left[(\frac{\partial S}{\partial T})_P-(\frac{\partial S}{\partial T})_V\right]$

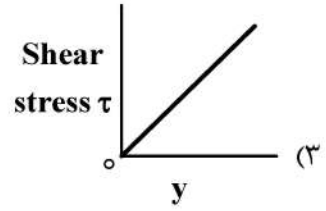
مکانیک سیالات:

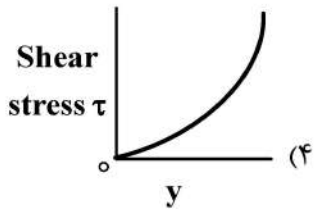
۶۱- اگر پروفایل سرعت جریان آرام یک سیال نیوتنی مطابق شکل زیر باشد، کدام گزینه تغییرات تنش برشی را با فاصله از دیواره (y)، نشان می‌دهد؟



۱)


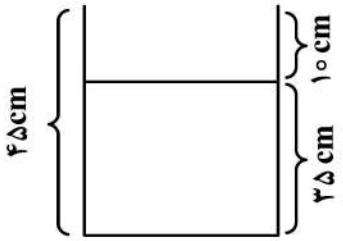
۲)


۳)


۴)


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 $(\frac{rad}{sec})$ است؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

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؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

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؟

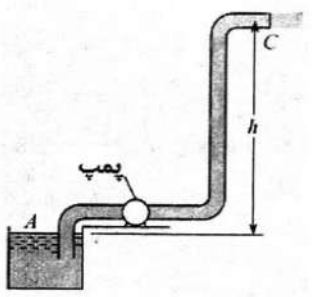
۱) $\frac{۱}{۲}$ برابر
۲) ۲ برابر
۳) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}$ برابر
۴) $\sqrt{۲}$ برابر

۶۵- سیالی با دبی جرمی $۴۵\frac{kg}{sec}$ از فضای بین دو لوله هم مرکز عبور می‌کند. اگر ویسکوزیته سیال برابر ۱ سانتی‌پوآز، قطر داخلی لوله بزرگ‌تر ۱۰ سانتی‌متر و قطر خارجی لوله کوچک‌تر ۵ سانتی‌متر باشد، عدد رینولدز برابر کدام گزینه است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۴×۱۰^{۵}
۲) ۶×۱۰^{۵}
۳) ۸×۱۰^{۵}
۴) ۱۲×۱۰^{۵}

۶۶- مطابق شکل، پمپ آب را توسط لوله‌ای با قطر ۲ متر دریافت کرده و با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ در نقطه C به محیط اتمسفر تخلیه می‌کند. درصورتی‌که توان تحویلی پمپ به سیال ۱۵MW بوده و مجموع ضرایب تلفات موضعی $(\sum K)$ از نقطه A تا C برابر ۴ باشد، با صرف‌نظر کردن از تلفات دیگر، پمپ تا چه ارتفاعی می‌تواند آب را بالا ببرد؟

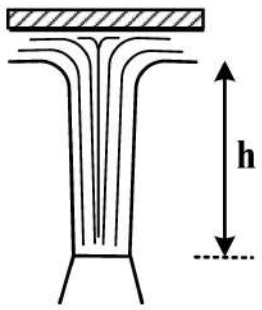
$(\pi = ۳\ ,\ g = ۱۰\frac{m}{s^{۲}}\ ,\ \rho = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^{۳}})$



۱) ۱۵ m
۲) ۲۵ m
۳) ۵۰ m
۴) ۷۵ m

۶۷- جت آبی با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ و قطر ۲۰mm به صفحه‌ای دایره‌ای به جرم ۱/۵kg برخورد کرده و آن را معلق نگه‌داشته است. فاصله عمودی جت چند متر است؟

$(\rho = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^{۳}}\ ,\ g = ۱۰\frac{m}{s}\ ,\ \pi = ۳)$

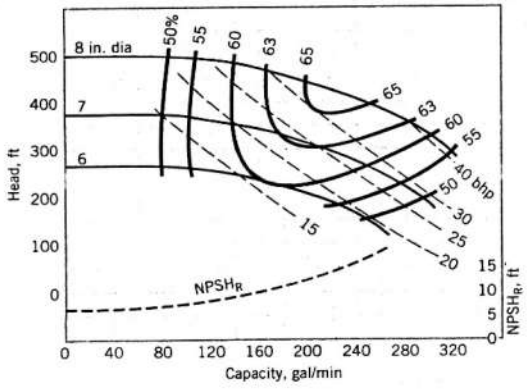


۱) ۰/۷۵
۲) ۷/۵
۳) ۳/۷۵
۴) ۳۷/۵

۶۸- اگر در جریان سیال نیوتنی با رژیم آرام داخل لوله به قطر D، عدد رینولدز برابر نصف مقدار عددی دانسیته سیال $\left[\frac{kg}{m^{۳}}\right]$ باشد، قدر مطلق افت فشار به‌ازای واحد طول لوله $\left[\frac{Pa}{m}\right]$ برابر کدام عبارت است؟

۱) $۱۲\frac{\mu^{۲}}{D^{۳}}$
۲) $۱۶\frac{\mu^{۲}}{D^{۳}}$
۳) $۳۲\frac{\mu^{۲}}{D^{۳}}$
۴) $۶۴\frac{\mu^{۲}}{D^{۳}}$

۶۹- پمپی با منحنی عملکرد نشان داده شده، بالای یک مخزن بزرگ سرباز قرار دارد و آب را با دبی $۲۲۵\frac{gal}{min}$ 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 کاویتاسیون (Cavitation) رخ ندهد به کدام مورد نزدیک‌تر است؟ (Pa فشار آتمسفریک است.)



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

$$P_v = ۱/۷\frac{lbf}{in^۲}\ ,\ \rho = ۶۵\frac{lbm}{ft^۳}$$

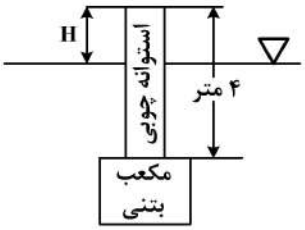
۱) ۷/۸ فوت

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 = ۰/۶، جرم مکعب بتنی = ۶۰kg، $\pi = ۳$)



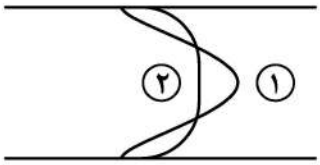
۱) ۲۳۰

۲) ۱۸۰

۳) ۵۰

۴) ۳۵

۷۱- اگر سطح زیرمنحنی دو پروفایل سرعت نشان داده‌شده در یک لوله یکسان باشد، ضریب تصحیح انرژی جنبشی (α) در دو حالت چگونه است؟



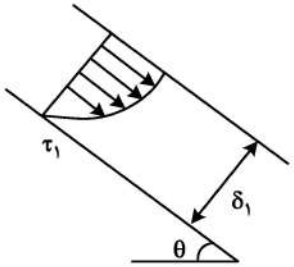
۱) $\alpha_۱ = \alpha_۲$

۲) $\alpha_۱ \approx ۱$ و $\alpha_۲ > ۱$

۳) $\alpha_۲ > \alpha_۱$

۴) $\alpha_۲ < \alpha_۱$

۷۲- دو مایع با چگالی یکسان اما با ویسکوزیته متفاوت، از روی یک سطح شیب‌دار در حالت توسعه‌یافته (و آرام) به طرف پایین حرکت کرده و روی دیواره تنش $\tau_۱$ و $\tau_۲$ را ایجاد می‌کنند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



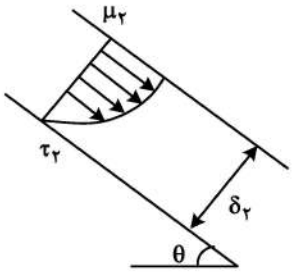
$$\delta_۱ = \delta_۲\ ،\ \mu_۱ > \mu_۲$$

۱) $\tau_۱ = \tau_۲$

۲) $\tau_۱ > \tau_۲$

۳) $\tau_۱ < \tau_۲$

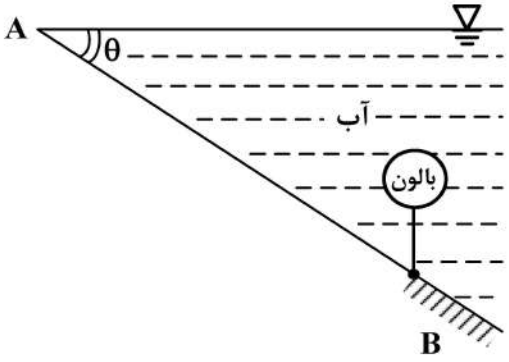
۴) متناسب با اندازه δ هر کدام از سه گزینه می‌تواند درست باشد.



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 صفحهٔ 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 صرف‌نظر 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 ـ عدد فرود ـ عدد ماخ
۲) عدد فرود ـ عدد رینولدز ـ عدد ماخ
۳) عدد اولر ـ عدد رینولدز ـ عدد ماخ
۴) عدد وبر ـ عدد رینولدز ـ 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 به‌کار رفته از چه نوعی بوده است؟

۱) تناسبی
۲) تناسبی ـ مشتقی
۳) تناسبی ـ 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 مداربسته سیستمی، به صورت زیر است. تعداد ریشه‌های ناپایدارکننده آن چند است؟

$$1 + GH = 4s^3 + 3s^2 + 2$$

۱) ۳ عدد
۲) ۲ عدد
۳) ۱ عدد
۴) سیستم پایدار است.

۷۹- تابع تبدیل یک فرایند به شکل $\frac{۱}{۱۶s^۲ + ۸s + ۴}$ 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)، درصورتی‌که 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 $\frac{k_۱}{\tau_۱ s + ۱}$ و $\frac{k_۲}{\tau_۲ s + ۱}$ 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؟

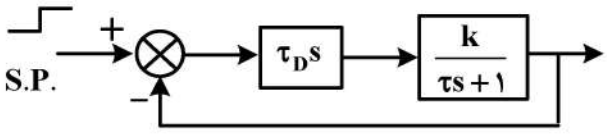
۱) $\tau_۱ > \tau_۲$

۲) $\tau_۱ = \tau_۲$

۳) $k_۱ = k_۲$

۴) $k_۱ = -k_۲$

۸۳- مقدار offset برای سیستم مداربسته نشان‌داده‌شده، برای یک تغییر پله واحد در set point (مقدار مقرر) چقدر است؟ $(k > ۰)$



۱) $k\tau_D$

۲) صفر

۳) ۱

۴) بدون معلوم بودن مقادیر عددی k، τ_D و τ 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 $y(t) = B\sin(\omega t + \varphi)$ را می‌دهد. اگر $\frac{B}{A} = ۲$ باشد، تابع انتقال کدام گزینه می‌تواند باشد؟

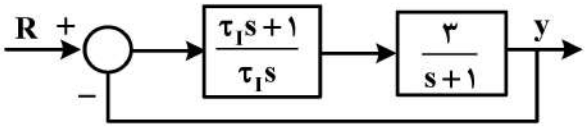
۱) $\frac{۲s+۳}{s+۳}$

۲) $\frac{e^{-۲s}}{\tau s+۱}$

۳) $\frac{۱}{\tau s+۱}$

۴) $\frac{۱}{\tau^۲ s^۲ + ۲\tau\xi s + ۱}$

۸۵- در سیستم مداربسته زیر، محدوده τ_I برای اینکه پاسخ مداربسته به ورودی پله‌ای در مقدار مقرر، غیرنوسانی باشد، کدام است؟



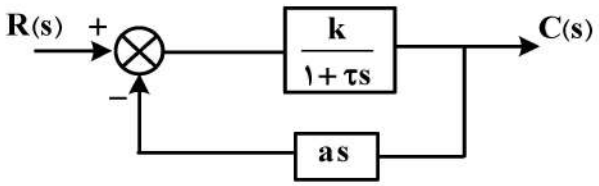
۱) $\tau_I > ۰$

۲) $\tau_I > \frac{۳}{۴}$

۳) $۰ < \tau_I < \frac{۳}{۴}$

۴) $-\infty < \tau_I < \frac{۳}{۴}$

۸۶- در سیستم مدار بسته شکل زیر $a = ۱$ و $k = ۰/۲$ 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 به‌صورت $\frac{y(s)}{x(s)} = \frac{\tau_۱ s+۱}{\tau_۲ s+۱}$ است. درصورتی‌که $\frac{\tau_۱}{\tau_۲} = ۵$ باشد و یک ورودی پله واحد به این سیستم اعمال شود، حداکثر مقدار $y(t)$ چقدر است؟

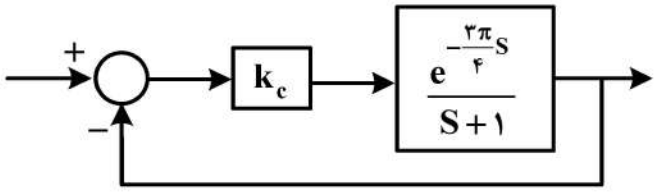
۱) ۵

۲) ۴

۳) ۱

۴) صفر

۸۸- در سیستم کنترلی زیر با فرکانس بحرانی $\omega_c = ۱$، محدوده پایداری بهره کنترلر k_c کدام است؟



۱) $۰ < k_c \le ۲\sqrt{۲}$

۲) $۰ < k_c \le \sqrt{۲}$

۳) $k_c \ge \sqrt{۲}$

۴) $k_c \ge \frac{\sqrt{۲}}{۲}$

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

$$GH = \frac{k_c(s+1)}{s^3+4s^2+2s+2}$$

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) -8

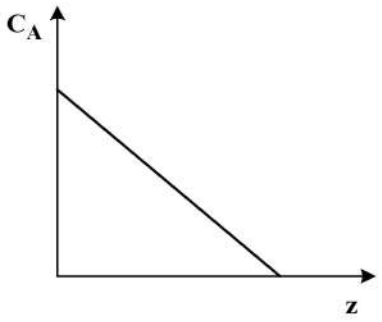
۲) ۱۶

۳) صفر

۴) مقدار پایا ندارد.

انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲):

۹۱- اگر نمودار تغییرات غلظت برحسب فاصله برای جزء A به‌صورت 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 Z عمق نفوذ و C_{A_1} و C_{A_2}، به‌ترتیب غلظت A در نقاط ۱ و ۲ هستند. کدام‌یک از عبارات داده شده نادرست است؟

$$N_A = \frac{D_{AB}}{Z}(C_{A_1} - C_{A_2})$$

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 به‌ترتیب، کسر مولی جزء A در فاز مایع و فشار جزیی A در فاز گاز برحسب Pa را نشان می‌دهد. اگر ۱۰٪ از مقاومت انتقال جرم در فاز گاز باشد، ضریب انتقال جرم فاز مایع k_x برحسب $\frac{mol}{m^2.s}$ چقدر است؟ (ضریب انتقال جرم کلی $K_G\left(\frac{mol}{m^2.s.Pa}\right)$ است.)

۱) $10K_G$

۲) $9K_G$

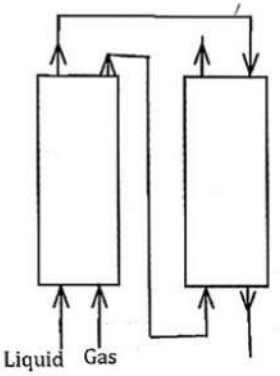
۳) $\frac{K_G}{10}$

۴) $\frac{K_G}{9}$

۹۴- در یک برج جذب که آمونیاک از هوا توسط آب جذب می‌شود، غلظت آمونیاک در آب $x_{AL} = ۰/۰۱$ است. نسبت $\frac{k_L}{F_L}$ چقدر است؟

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۲
۳) ۰/۰۵ ۴) ۰/۱

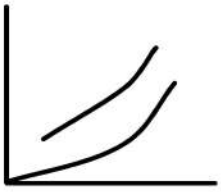
۹۵- کدام شکل خطوط تبادل برای جذب فیزیکی جزء A از فاز گاز در آرایش زیر را نشان می‌دهد؟



۱)

۲)

۳)

۴)


۹۶- رابطه تعادلی توزیع جزء A بین فاز گاز و مایع غیرقابل امتزاج به‌صورت $Y = ۵X$ داده شده است که در آن X و Y به‌ترتیب 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 به‌صورت 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 به‌ترتیب، 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 $۰/۱۹\frac{m^۳}{s}$ به داخل لوله‌ای از جنس نفتالین به قطر $\frac{۱}{\pi}$ متر وارد می‌شود. غلظت تعادلی بخار نفتالین در گاز، در تماس با سطح لوله C_A^* و ضریب متوسط انتقال جرم همرفت درون لوله $k_c = ۰/۰۱\frac{m}{s}$ است. اگر غلظت نفتالین در گاز خروجی از لوله $\frac{C_A^*}{۱۰}$ باشد، اندازه طول لوله به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ $(\ln\frac{۱۰}{۹} \cong ۰/۱)$

۱) ۲/۵ m ۲) ۲ m
۳) ۱ m ۴) ۰/۷۵ m

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

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

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

۳) $N_B = -\frac{CD_{AB}}{z}\ln\left(\frac{1}{1+y_{A1}}\right)$

۴) $N_B = 2\frac{CD_{AB}}{z}\ln\left(\frac{1}{1+y_{A1}}\right)$

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

۱) ۲

۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۴

۴) $\frac{1}{4}$

۱۰۰- در یک مطالعه انتقال حرارتی، رابطه ضریب انتقال حرارت $h = 0/02(\rho u)^{0/5}$ به‌صورت تجربی به‌دست آمده است. برای استفاده از قیاس کالبرن در شبیه‌سازی این فرایند با پدیده انتقال جرمی مشابه از فاکتور J به‌صورت رابطه $J_H = b\,Re^n$ بهره می‌گیریم. مقادیر b و n در این رابطه کدام‌اند؟

۱) $n = -0/5 \;,\; b = \frac{0/02\mu^{0/17}L^{0/5}}{C_p^{\frac{1}{3}}k^{\frac{2}{3}}}$

۲) $n = -0/5 \;,\; b = \frac{0/02\mu^{0/5}L^{0/5}}{C_p^{\frac{1}{3}}k^{\frac{2}{3}}}$

۳) $n = 0/5 \;,\; b = \frac{0/02\mu^{0/17}L^{0/5}}{C_p^{\frac{1}{3}}k^{\frac{2}{3}}}$

۴) $n = 0/5 \;,\; b = \frac{0/02\mu^{0/5}L^{0/5}}{C_p^{\frac{1}{3}}k^{\frac{2}{3}}}$

۱۰۱- برای خشک‌کردن چای، از دو نوع خشک‌کن سینی‌دار استفاده می‌شود. درصورتی‌که سرعت هوای گرم دو برابر شود، زمان خشک‌کردن چه تغییری می‌کند؟

نوع «الف»: جریان هوای گرم، عمود بر سطح برگ‌های چای حرکت می‌کند.

نوع «ب»: جریان هوای گرم به موازات برگ‌های چای حرکت می‌کند.

۱) در نوع «ب» زمان کمتر می‌شود.

۲) در نوع «الف» زمان کمتر می‌شود.

۳) در نوع «ب» زمان بیشتر می‌شود.

۴) سرعت هوا تأثیری بر زمان ندارد.

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

۱) ۲۵

۲) ۳۶

۳) ۶۴

۴) ۷۵

۱۰۳- آب با دمای ۵۰°C وارد برج خنک‌کن شده و دمای آن تا ۲۵°C کاهش می‌یابد. دمای حباب مرطوب و خشک هوا به‌ترتیب برابر ۲۰°C و ۳۰°C گزارش شده است. دمای تقریب (Approach) و دامنه (Range)، به‌ترتیب کدام است؟

۱) ۲۰ و ۵

۲) ۳۰ و ۵

۳) ۵ و ۲۵

۴) ۱۰ و ۲۵

۱۰۴- یک تبخیرکننده دو مرحله‌ای برای تغلیظ یک مایع با افزایش نقطه‌جوش صفر ($BPE = ۰$)، استفاده می‌شود. دمای بخارآب ورودی $۲۰۰^{\circ}C$ و دمای جوش مایع در مرحلهٔ دوم $۱۲۰^{\circ}C$ است. دمای بخار تولیدی در مرحله اول چقدر است؟ ($U_۱ = ۵۰۰۰ \frac{w}{m^۲.^{\circ}C}$, $U_۲ = ۳۰۰۰ \frac{w}{m^۲.^{\circ}C}$)

۱) ۱۷۰ ۲) ۱۶۰

۳) ۱۵۰ ۴) ۱۴۰

۱۰۵- برای جداسازی اسید پروپیونیک از تری‌کلرواتیلن با فرایند استخراج، از آب خالص به‌عنوان 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 باقی‌مانده به ۲٪ (برمبنای عاری از حل‌شونده) برسد. آب و تری‌کلرواتیلن به‌صورت کامل نامحلول هستند. با توجه به داده‌های تعادلی داده‌شده 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 (۱۵٪B , ۵٪C) و نیز (۸۰٪B , ۱۵٪C) است. ضریب جداسازی (Selectivity) حلال چقدر است؟ (C جزء حل‌شده و B حلال استخراج است.)

۱) ۰/۲ ۲) ۱/۸

۳) ۴۸ ۴) ۸۴

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

$$\begin{cases} y = ۰/۶x + ۰/۳۲ \\ y = ۲x - ۰/۱ \end{cases}$$

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 ایده‌آل 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 زئولیت طبیعی استفاده شده است. درصورتی‌که هدف حذف ۹۰٪ آمونیاک از پساب با غلظت اولیه ۴۰۰ppm باشد، میزان زئولیت مصرفی چقدر است؟ (معادله جذب تعادلی به‌صورت $q = ۳C^۲$ است)

۱) $۷۵ \frac{gr}{L}$ ۲) $۸۳ \frac{gr}{L}$

۳) $۷۵ \frac{mgr}{L}$ ۴) $۸۳ \frac{mgr}{L}$

۱۱۰- برج تقطیری در حالت **Total Reflux** کار می‌کند. درصورتی‌که جزء مولیِ 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 به‌صورت $y = 1/4x$ 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 $0/2\,min^{-1}$ 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 $-r_A = \frac{0/5\,C_A}{2+C_A}\,\frac{mol}{lit.min}$ انجام می‌شود. درصورتی‌که شدت جریان حجمی خوراک $20\,\frac{lit}{min}$ و $C_{A0} = 1\,\frac{mol}{lit}$ باشد، حجم مورد نیاز راکتور جهت دستیابی به درصد تبدیل ۵۰، چند لیتر است؟ $(\ln 2 = 0/7)$

۱) ۸۸ ۲) ۷۶

۳) ۶۴ ۴) ۵۲

۱۱۳- واکنش پیچیده $2A + B \rightarrow R$ مطابق مکانیزم زیر انجام می‌شود. اگر AB^* حد واسط پرانرژی باشد، کدام مورد بیانگر سرعت مصرف A با فرض حالت شبه پایدار است؟

$$\begin{cases} A + B \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} AB^* \\ A + AB^* \xrightarrow{k_3} R \end{cases}$$

۱) $-r_A = \frac{k_1 C_A C_B}{k_2 + k_3 C_A}$ ۲) $-r_A = \frac{2k_1 C_A C_B}{k_2 + k_3 C_A}$

۳) $-r_A = \frac{k_1 k_3 C_A^2 C_B}{k_2 + k_3 C_A}$ ۴) $-r_A = \frac{2k_1 k_3 C_A^2 C_B}{k_2 + k_3 C_A}$

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؟

$(X_{Af} = 0/9\ ,\ C_{A0} = 1\ ,\ \ln 0/9 = -0/1\ ,\ \ln 0/1 = -2/3)$

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 می‌کند؟

۱) حرکت نمی‌کند.

۲) عدد بزرگتری را نشان می‌دهد.

۳) ابتدا تغییر می‌کند و سپس ثابت می‌ماند.

۴) بسته به ضرایب واکنش ممکن است عدد بزرگتر یا کوچکتری را نشان دهد.

۱۱۷- واکنش همگن زیر در فاز مایع صورت می‌گیرد 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؟

$$A \rightarrow R \ , \ -r_A = kC_A^2$$

۱) ۱ ۲) ۰/۹۹

۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۶۷

۱۱۸- واکنش فازی گازی زیر، در یک راکتور ناپیوسته به حجم ۱۲ مترمکعب انجام می‌شود. درصورتی‌که تبدیل ۸۰ درصد مدنظر باشد، زمان ماند کدام است؟ ($\ln 3 = 1/1$, $\ln 2 = 0/7$)

$$A \xrightarrow{k=2\,min^{-1}} 2R$$

۱) ۰/۳۵ ۲) ۰/۵۵

۳) ۱/۴ ۴) ۲/۲

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

۱) تئوری حالت واسطه ۲) روش مشتق‌گیری

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 می‌شود. اگر یک راکتور مشابه به‌صورت سری به سیستم افزوده شود، کسر تبدیل نهایی چقدر می‌شود؟

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 می‌شود. کسر تبدیل A پس از گذشت نیم‌ساعت از شروع واکنش کدام است؟

$$C_{A0} = 0/25 \frac{mol}{lit} \quad و \quad -r_A = 8C_A^{0/5}$$

۱) ۱ ۲) ۰/۹۷۵

۳) ۰/۹۵ ۴) ۰/۹

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

۱) ۱۰۰ ۲) ۶۶

۳) ۴۲ ۴) ۳۴

۱۲۳- واکنش‌های موازی $2A \xrightarrow{E_1} B + C$ و $2A \xrightarrow{E_2} E + D$ در ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفته و غلظت B دو برابر غلظت D است. ضمناً E_1 و E_2 انرژی فعالیت واکنش‌ها هستند. اگر واکنش در ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شود، غلظت B چهار برابر غلظت D می‌شود. 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 سپری‌شدن 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 $r_S=k_2C_A^2C_B$ و $r_R=k_1C_AC_B^2$ باشد، روش درست اختلاط مخلوط‌شوندگان به‌طور غیرمداوم، جهت تولید محصول مطلوب، کدام است؟

۱) A ابتدا در ظرف موجود باشد و B به‌آرامی به آن اضافه شود.
۲) B ابتدا در ظرف موجود باشد و A به‌آرامی به آن اضافه شود.
۳) A و B را در یک زمان سریعاً با هم مخلوط کنیم.
۴) A و B را به‌آرامی 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) $\Delta t\le 0/2$
۲) $\Delta t\le 0/4$
۳) $\Delta t\le 0/5$
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 گسسته‌سازی شود، با در نظرگرفتن $\lambda=\frac{\alpha\Delta t}{\Delta x^2}$، به کدام صورت تبدیل می‌شود؟

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

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

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

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

۱۲۸- معادله مقدار مرزی $y'' + ۲y' = ۲xy$ به کمک روش تفاضلات محدود حل می‌شود. درصورت استفاده از فرمول تفاضلات مرکزی (CDF)، معادله جبری حاصل در گره (i) کدام است؟

۱) $y_{i+۱} - ۲\Delta x^۲ y_i - y_{i-۱} = x_i \Delta x^۲$

۲) $(۱+\Delta x)y_{i+۱} - ۲(۱+x_i\Delta x^۲)\, y_i + (۱-\Delta x)\, y_{i-۱} = ۰$

۳) $(۱+\Delta x)y_{i+۱} - ۲(۱+\Delta x^۲)\, y_i + (۱-\Delta x)\, y_{i-۱} = ۰$

۴) $(۱+۲\Delta x)y_{i+۱} - ۲(۱+\Delta x + x_i\, \Delta x^۲)\, y_i + y_{i-۱} = ۰$

۱۲۹- اگر از روش اویلر در حل معادله دیفرانسیل $\frac{dy}{dt} = \frac{y}{t+y}$ با شرط اولیه $y(۰) = ۱$ استفاده شود، با انتخاب $h = ۰/۵$، مقدار تقریبی $y(۱)$ کدام است؟

۱) ۱/۱۲۵ ۲) ۱/۵

۳) ۱/۸۷۵ ۴) ۲

۱۳۰- خطای مطلق حدی و مقدار $\frac{۱}{۶} + \frac{۸}{۳}$ تا سه رقم اعشار به‌ترتیب کدام است؟

۱) $۱/۴۱۷ \times ۱۰^{-۳}$ و ۲/۸۳۳ ۲) $۱/۹۱۷ \times ۱۰^{-۳}$ و ۲/۸۳۳

۳) $۱/۴۱۷ \times ۱۰^{-۳}$ و ۲/۸۳۴ ۴) $۱/۹۱۷ \times ۱۰^{-۳}$ و ۲/۸۳۴

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

$$e^{-x_۱} - x_۲ = ۰$$

$$x_۱ + x_۲^۲ - ۳x_۲ = ۰$$

۱) $\begin{bmatrix} -e^{-x_۱} & -۱ \\ ۱ & ۲x_۲ - ۳ \end{bmatrix}$ ۲) $\begin{bmatrix} -e^{-x_۱} & ۱ \\ -۱ & ۲x_۲ - ۳ \end{bmatrix}$

۳) $\begin{bmatrix} -۱ & ۲x_۲ - ۳ \\ -e^{-x_۱} & ۱ \end{bmatrix}$ ۴) $\begin{bmatrix} -e^{-x_۱} & ۱ \\ ۲x_۲ - ۳ & -۱ \end{bmatrix}$

۱۳۲- معادله غیرخطی $x^۲ - ۳x + ۲ = ۰$ با روش تکرار ساده (fixed-point) حل می‌شود. اگر $x = g(x) = x^۲ - ۲x + ۲$ انتخاب شود، حدس اولیه مناسب برای تضمین همگرایی کدام است؟

۱) دو ۲) یک

۳) صفر ۴) منفی یک

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

۱) درجه چهار ۲) درجه سه

۳) درجه دو ۴) درجه یک

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

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

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

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

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

۱۳۵- تفاوت اصلی بین روش درون‌یابی (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 درون‌یابی استفاده می‌شود.

۳) تفاوت اصلی در روش محاسبه تابع رگرسیون و تابع درون‌یابی است.

۴) در رگرسیون تابع از همه نقاط نمی‌گذرد اما در درون‌یابی، تابع از همه نقاط می‌گذرد.

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

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

۱) در $x=1$ به ۰ 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 $\Gamma(\frac{1}{2})=\sqrt{\pi}$، مقدار $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{-\ln(x)}}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{\pi}$

۲) $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$

۳) π

۴) $\frac{\pi}{2}$

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

$$\frac{d^3y}{dx^3}+8y=x+4$$

۱) $y=c_1e^{2x}+c_2\sin\sqrt{3}x+c_3\cos\sqrt{3}x$

۲) $y=c_1e^{-2x}+c_2\sin\sqrt{3}x+c_3\cos\sqrt{3}x$

۳) $y=c_1e^{-2x}+e^{x}(c_2\sin\sqrt{3}x+c_3\cos\sqrt{3}x)$

۴) $y=c_1e^{-2x}+e^{-x}(c_2\sin\sqrt{3}x+c_3\cos\sqrt{3}x)$

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

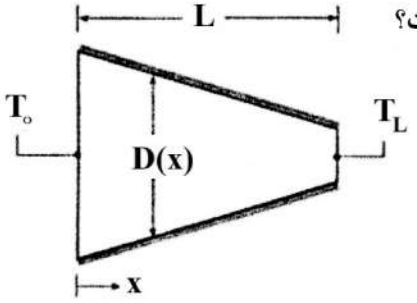
$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T}{\partial r}\right)+\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}+q''=0$$

$$\frac{\partial T(0,z)}{\partial r}=0 \quad ;k\frac{\partial T(R_0,z)}{\partial r}=h\,(T(R_0,z)-T_\infty)$$

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

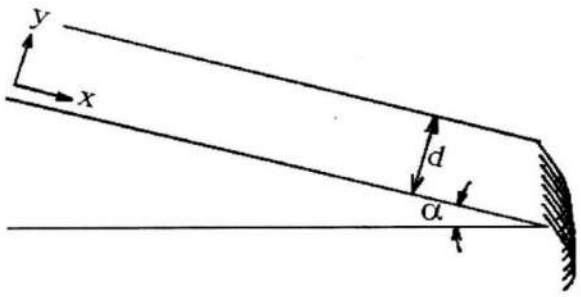
۱) $T(r,z)=T_1(r,z)+T_2(z)$
۲) $T(r,z)=T_1(r,z)+T_2(r)$
۳) $T(r,z)=T_1(r,z)-T_\infty$
۴) $T(r,z)=T_1(r,z)+q''$

۱۴۰- مخروط جامدی با سطح مقطع دایره‌ای و طول L را در نظر بگیرید که سطح جانبی آن به‌طور کامل عایق شده است. قطر بزرگ و کوچک مخروط به‌ترتیب برابر با ۲۵ و ۵ سانتی‌متر است. با فرض عدم وابستگی خواص فیزیکی به دما، اگر $\left.\frac{dT}{dx}\right|_{x=0}=1/25$ باشد، مقدار $\left.\frac{dT}{dx}\right|_{x=L}$ کدام است؟



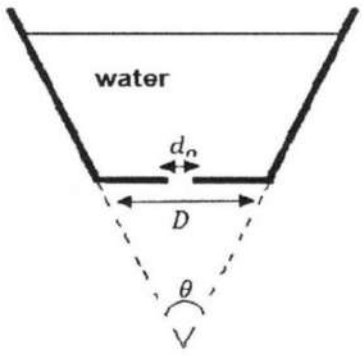
۱) ۰/۲۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۱۲/۵
۴) ۳۱/۲۵

۱۴۱- بر روی یک سطح شیب‌دار با زاویه α 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؟ (μ ویسکوزیته و ρ دانسیته آب است.)



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

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



۱) $t=\int_{y_1}^{y_2}\frac{4\,(y\tan(\frac{\theta}{2})+\frac{D}{2})^2}{d_0^2\sqrt{2gy}}dy$
۲) $t=-\int_{y_1}^{y_2}\frac{4\,(y\tan(\frac{\theta}{2})+\frac{D}{2})^2}{d_0^2\sqrt{2gy}}dy$
۳) $t=\int_{y_1}^{y_2}\frac{(y\tan(\frac{\theta}{2})+\frac{D}{2})^2}{d_0^2\sqrt{2gy}}dy$
۴) $t=-\int_{y_1}^{y_2}\frac{(y\tan(\frac{\theta}{2})+\frac{D}{2})^2}{d_0^2\sqrt{2gy}}dy$

۱۴۳- سیالی با ویسکوزیته μ و دانسیته ρ 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 کدام‌یک از روابط زیر خواهد بود؟ ($\frac{\mu}{\rho} = v$ ثابت است.)

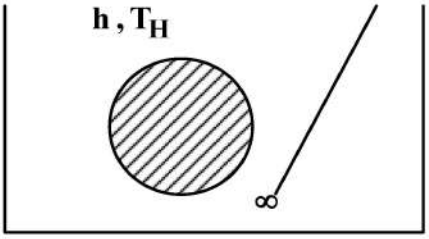
۱) $u(y,t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n e^{-\frac{(2n+1)^2}{4L^2}\pi^2 vt} \sin(\frac{2n+1}{2L})\pi y$

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

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

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

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؟ $\tau = \frac{mc}{hA}$



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

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

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

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

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

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

$V = 2\ lit$ حجم راکتور

$K = 0/5\ min^{-1}$

۱) $1/5 - 0/5e^{t}$

۲) $1/5 + 0/5\,e^{-t}$

۳) $1/5 - 0/5\,e^{-t}$

۴) $2/5 - 0/5\,e^{-t}$