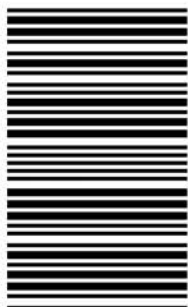


کد کنترل

130A



130A

صبح پنجشنبه



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری (ره)

آزمون ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته – سال ۱۴۰۵
مهندسی شیمی (کد ۱۲۵۷)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۲۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۴۵ سؤال

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.

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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و یا بین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

زبان عمومی و تخصصی (انگلیسی):

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

- ## 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.

Cognitive psychology focuses on how people perceive, store, and interpret information.(8) processes like perception, reasoning, and problem solving.(9) behaviorists, cognitive psychologists believe it is necessary to look at internal mental processes in order to understand behavior. Cognitive psychology has been extremely influential, and much contemporary research(10)

- 8- 1) that studies 2) studies 3) studying 4) and study
9- 1) Unlike 2) Although 3) However 4) Even
10- 1) is cognitive with nature 2) being in cognitive nature
3) is cognitive in nature 4) being naturally cognitive

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:

The modern chemical industry experienced its genesis in the 19th century, and rapid development in the 20th, thereby achieving significant impact on the progress of human civilization. The Solvay process in 1870s marked a milestone in the deployment of continuous processes with integrated plant-wide considerations, while the commercialization of the ammonia synthesis process in the 1920s marked the first science-based landmark process in the modern chemical industry. Subsequent milestones were made possible by the successful application of techniques such as fluidized catalytic cracking in the refining industry, solvent extraction in the nuclear fuels industry, precision separation in the production of heavy water, submerged culture of microorganisms in the mass production of penicillin, etc., which all occurred in the 1940s.

At the end of 1960s, the integration of chemical process systems engineering methodologies and computer control techniques established the foundation for the largescale modern chemical enterprise. Advances in conceptual/ biological design, operation and control of prokaryotic and mammalian biochemical processes, and synthesis techniques for new materials such as ultra-pure semiconductor materials and nanomaterials in the 1990s, have been at the core of an exploding high-tech chemical industry we have witnessed in the last 30 years.

- 11- The underlined word “its” in paragraph 1 refers to**
- 1) rapid development 2) the 19th century
3) human civilization 4) modern chemical industry
- 12- The underlined word “established” in paragraph 2 is closest in meaning to**
- 1) set up 2) got along 3) took apart 4) did away
- 13- All of the following words are mentioned in the passage EXCEPT**
- 1) core 2) reactor 3) landmark 4) extraction
- 14- According to paragraph 2, during the last three decades, chemical industry has**
- 1) quite exclusively focused on biochemical processes
2) mainly tried to develop high-tech explosive materials
3) fairly concerned itself with newly developed materials
4) witnessed little, if any, progress compared with the 1960s
- 15- According to the passage, which of the following statements is true?**
- 1) Fluidized catalytic cracking in the refining industry occurred in the first half of the 19th century.
2) The Solvay process was the first science-based landmark process in modern chemical industry.
3) Integration of computer techniques preceded the operation and control of prokaryotic processes.
4) The production of heavy water resulted in the mass production microorganisms and penicillin.

PASSAGE 2:

Semiconductor nanowires exhibit a variety of unique material properties, including mechanical flexibility, size-dependent optical and electronic properties, and solution processability. There have been many recent proof-of-concept laboratory demonstrations of new technologies employing semiconductor nanowires. In order for these concepts to make it to the marketplace, chemical engineers are needed to develop industrial-scale chemical processes for nanowires.

Semiconductor nanowires are threadlike crystals with nanometer-scale widths and lengths that can be more than a millimeter. A diameter of a few nanometers corresponds to only about 10 atomic planes, and nanowires can have remarkably high-surface area-to-volume ratios. For example, one gram of 10 nm dia. Si nanowires stretched end to end would wrap around the earth more than 130 times. The unique chemical and physical properties of semiconductor nanowires are unlike those of any other material found in nature. Like most polymers, nanowires are a creation of chemistry and must be synthesized in the laboratory.

Many possible applications for nanowires exist, including new functional composites, membranes, printed electronics and fabrics, which require large amounts of nanowires. Commercialization will require reactor systems that can produce nanowires at production rates of more than tens of kilograms per day, and, therefore, robust synthetic schemes are needed that can be scaled to an industrial setting. Once nanowires are made, they require handling and processing: for example, purification, post-synthesis chemical modifications, deposition on supports, molding into fibers or membranes, or the incorporation with other materials as composites.

- 16- The underlined word “robust” in paragraph 3 is closest in meaning to
1) vigorous 2) intricate 3) meagre 4) esoteric
- 17- According to paragraph 2, regarding the physical properties of semiconductor nanowires,
1) their nanometer-scale widths and lengths are usually not less than a millimeter
2) the ratios of their surface area to their volume might sometimes be substantially high
3) unlike many other materials such as polymers, they have to be synthesized in laboratories
4) the diameter of few semiconductor nanowires corresponds to only about 10 atomic planes
- 18- According to paragraph 3, in order for semiconductor nanowires to become available in the market, chemical engineers must
1) aim to develop reactor systems that could make their mass production attainable
2) justify their many possible applications, e.g., in membranes and printed electronics
3) ignore the fact that once they are made, nanowires require handling and processing
4) have in mind that they can only be used in combination with other materials as composites
- 19- According to the passage, which of the following statements is NOT true?
1) Semiconductor nanowires are fine crystalline strings with unique chemical and physical properties.
2) The optical and electronic properties of semiconductor nanowires are contingent upon their dimensions.
3) Some areas of applications of semiconductor nanowires would require enormous amounts of these materials.
4) Any 10 nm dia. Si nanowire stretched end to end would be more than 100 times the diameter of the earth.

- 20- The passage provides sufficient information to answer which of the following questions?
 I. What would the approximate length of 10 kilograms of nanowires be?
 II. Has the applicability of semiconductor nanowires scientifically proved?
 III. When did the term “nanowire” first appear in chemical engineering literature?
 1) I and II 2) Only II 3) I and III 4) Only III

PASSAGE 3:

For common fluids (e.g., water, ammonia, light hydrocarbons, carbon dioxide, sulfur dioxide, and some freons) we have detailed thermodynamic data conveniently compiled in tables and charts; the outstanding example of such compilations is the steam table with periodic improvements and extensions. [1] Although thermodynamic data for less common fluids are often sketchy, a substantial variety of thermodynamic properties for “normal” fluids can be estimated from corresponding-states correlations, especially those based on Pitzer’s use of the acentric factor (1955–1958) for extending and much improving classical (van der Waals) corresponding states. [2] Here “normal” applies to fluids whose nonpolar or slightly polar (but not hydrogen-bonded) molecules are not necessarily spherical but may be quasi-elliptical. Although the Lee-Kesler tables are useful for numerous fluids, with few exceptions, correlations that are linear in the acentric factor cannot be used for strongly polar molecules or for oligomers, or other large molecules whose acentric factors exceed (roughly) 0.4.

For calculating fluid-phase equilibria, it is common practice to use either one of two methods. In Method I, we use fugacity coefficients for all components in the vapor phase, and activity coefficients for all components in the liquid phase. In Method II, we use fugacity coefficients for all components in all fluid phases. We find fugacity coefficients from an equation of state (EOS), and activity coefficients from a model for the molar excess Gibbs energy, as discussed in numerous textbooks. [3] Each method has some advantages and some disadvantages. Before 1950, Method I was dominant because there was reluctance to use an equation of state for condensed fluids. Although many years before, van der Waals had clearly shown that his (and similar) equations of state are applicable to both gases and liquids, there was little confidence in the ability of such equations to represent the properties of liquids with sufficient accuracy. [4]

- 21- Which of the following techniques is used in paragraph 1?
 1) Humor 2) Direct quotation
 3) Exemplification 4) Rhetorical question
- 22- According to paragraph 1, notwithstanding the usefulness of the Lee-Kesler tables,
 1) correlations that are linear in the acentric factor can never be used for large molecules whose acentric factors are not larger than, more or less, 0.4.
 2) they do not apply to fluids whose nonpolar or slightly polar (but not hydrogen-bonded) molecules are not spherical but may be quasi-elliptical
 3) we have detailed thermodynamic data conveniently compiled in tables and charts for only a very limited number of the so-called common fluids
 4) excluding a number of cases, correlations whose acentric factors are not non-linear are inept for strongly polar molecules or for oligomers

23- According to paragraph 2, concerning the method of employment of activity coefficients and fugacity coefficients,

- 1) each set of coefficients has some advantages and some disadvantages, as, prior to 1950, the latter was dominant because there was reluctance to use an equation of state for condensed fluids
- 2) each set of coefficients has some advantages and some disadvantages, as, prior to 1950, the former was dominant because there was reluctance to use an equation of state for condensed fluids
- 3) the former are used for all components in the liquid phase in Method I, while the latter are used for all components in the vapor phase in Method I, and for all components in all fluid phases in Method II
- 4) the former are used for all components in the vapor phase in Method I, and for all components in all fluid phases in Method I, whereas the latter are used for all components in the liquid phase in Method II

24- Which of the following words can best describe the author's overall tone in the passage?

- 1) Ironic
- 2) Impartial
- 3) Prejudiced
- 4) Pessimistic

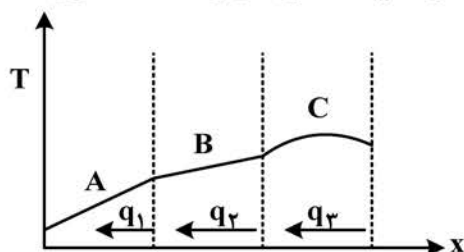
25- In which position marked by [1], [2], [3] and [4], can the following sentence best be inserted in the passage?

Furthermore, before computers became readily available, equilibrium calculations were prohibitive if both phases were described by an equation of state.

- 1) [1]
- 2) [2]
- 3) [3]
- 4) [4]

انتقال حرارت (۱ و ۲):

۲۶- توزیع دما در یک دیواره مرکب از سه ماده متفاوت (عاری از حفره) در شرایط پایا به صورت زیر است (دیواره‌ها مسطح هستند). کدام گزینه در مورد این دیواره درست است؟



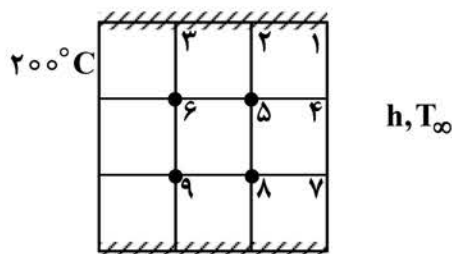
۱) q_1 برابر مجموع q_2 و q_3 است.

۲) q_1 کمتر از نصف مجموع q_2 و q_3 است.

۳) ضریب هدایت حرارتی دیواره A کمترین است.

۴) دیواره A حرارت را بهتر از دو دیواره دیگر منتقل می‌کند.

۲۷- در دیواره شکل زیر، اگر حرارتی معادل $\dot{q}(\frac{W}{m})$ در حجم دیواره تولید شود و $\Delta x = \Delta y$ باشد، دمای گره ۵ در حالت پایا کدام است؟



$$T_5 = \frac{1}{4}(T_2 + T_6 + T_8 + T_4 + \frac{\dot{q}}{k})\Delta x^2 \quad (1)$$

$$T_5 = \frac{1}{4}(T_2 + T_6 + T_8 + T_4 + \frac{(\Delta x)^2 \dot{q}}{k}) \quad (2)$$

$$T_5 = \frac{1}{4}(T_2 + T_6 + T_8 + T_4) + \frac{(\Delta x)^2 \dot{q}}{k} \quad (3)$$

$$T_5 = \frac{1}{4}(T_2 + T_6 + T_8 + T_4) - \frac{k}{\Delta x^2 \dot{q}} \quad (4)$$

۲۸- استوانه‌ای با شعاع خارجی ۴ سانتی‌متر و طول ۲ متر با عایقی به ضخامت ۶ سانتی‌متر پوشیده شده است. اگر نرخ انتقال حرارت هدایتی یک‌بعدی در حالت پایا (steady state) برابر 120 W باشد، افت درجه حرارت عایق چند

درجه سانتی‌گراد است؟ ($\pi = 3$)، عدد نپر (e) برابر $2/5$ و ضریب هدایت حرارتی عایق برابر $0.5 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$ است.

$$(1) 150$$

$$(2) 180$$

$$(3) 200$$

$$(4) 225$$

۲۹- یک جسم جامد نیمه بی‌نهایت در ابتدا در دمای T_i است. اگر دمای سطح این جسم به دمای T_o تغییر یابد، معادله توزیع درجه حرارت در این جسم به فرم زیر خواهد بود.

$$\frac{T(x,t) - T_o}{T_i - T_o} = \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right), \quad \text{erf}(\eta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-\eta^2} d\eta$$

اگر T_o بزرگ‌تر از T_i باشد، مقدار کل حرارت داده شده به جسم به‌ازای واحد سطح جسم از ابتدا تا زمان مشخص t برابر کدام عبارت است؟ (k و α به‌ترتیب ضریب هدایت حرارتی و نفوذپذیری حرارتی جسم هستند).

$$\frac{2k(T_o - T_i)}{\sqrt{\pi\alpha t}} \quad (2) \qquad \frac{k(T_o - T_i)}{\sqrt{\pi\alpha t}} \quad (1)$$

$$2k(T_o - T_i)\sqrt{\frac{t}{\pi\alpha}} \quad (4) \qquad k(T_o - T_i)\sqrt{\frac{t}{\pi\alpha}} \quad (3)$$

۳۰- یک دیواره بزرگ به ضخامت L در نظر بگیرید. سطح سمت چپ دیواره عایق‌بندی شده و دمای سمت راست مقدار

ثابت T_r است. میزان تولید حرارت در دیواره تابعی از ضخامت دیواره بوده و از رابطه $\dot{q} = \dot{q}_0 \exp\left[\frac{-\alpha x}{L}\right]$

به‌دست می‌آید که در آن $\dot{q}_0$ میزان حرارت تولیدشده برحسب $\frac{\text{W}}{\text{m}}$ در اثر عبور جریان الکتریکی از سیم مقاومت

الکتریکی داخل دیواره است. با فرض انتقال حرارت یک‌بعدی پایا، دمای دیواره در سطح عایق به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ ($e^{-0.5} = 0.6$)

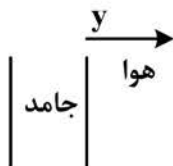
$$T(x=0) = T_r + 0.4 \frac{\dot{q}_0 L^2}{k} \quad (1)$$

$$T(x=0) = T_r + 0.6 \frac{\dot{q}_0 L^2}{k} \quad (2)$$

$$T(x=0) = T_r + 0.4 \dot{q}_0 \frac{L^2}{k} \quad (3)$$

$$T(x=0) = T_r + 0.6 \frac{\dot{q}_0 L^2}{k} \quad (4)$$

۳۱- هوا با ضریب هدایتی k_a و دمای توده T_∞ در تماس با یک دیواره جامد با ضریب هدایتی k_s و دمای گرم‌تر T_s است. دمای فصل مشترک هوا و دیواره T_i فرض می‌شود. h را از کدام رابطه می‌توان محاسبه کرد؟ (اندیس i بیانگر فصل مشترک است.)



$$\frac{-k_s \frac{\partial T_a}{\partial y} | i}{(T_s - T_\infty)} \quad (۲)$$

$$\frac{-k_a \frac{\partial T_s}{\partial y} | i}{(T_s - T_\infty)} \quad (۴)$$

$$\frac{-k_a \frac{\partial T_s}{\partial y} | i}{(T_i - T_\infty)} \quad (۱)$$

$$\frac{-k_a \frac{\partial T_a}{\partial y} | i}{(T_i - T_\infty)} \quad (۳)$$

۳۲- عدد ناسلت موضعی برای انتقال حرارت از یک سطح هموار افقی به صورت $h_x(x) = a x^{-0.1}$ تعریف می‌شود. کدام گزینه نسبت $\left(\frac{\bar{h}_x}{h_x}\right)$ را به درستی نشان می‌دهد؟

- (۱) ۰/۱۱
- (۲) ۰/۸۹
- (۳) ۱/۹
- (۴) ۱/۱۱

۳۳- سیالی با دانسیته $\frac{1000}{m^3} kg$ ، ویسکوزیته $\frac{0.15}{ms} kg$ ، ظرفیت حرارتی $\frac{400}{kgK} J$ و ضریب هدایت حرارتی

$\frac{0.6}{mK} W$ با سرعت متوسط $\frac{0.3}{s} m$ در لوله‌ای با قطر ۱ سانتی‌متر و طول ۱۴ متر، جریان دارد. این لوله در معرض

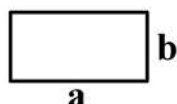
شار حرارتی ثابت $\frac{2616}{m^2} W$ قرار دارد. مقدار $(T_s - T_m)$ در این لوله چند درجه سانتی‌گراد است؟

$$\begin{cases} T_s = \text{دمای سطح} \\ T_m = \text{دمای متوسط سیال داخل لوله} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Nu_D = 4/36 \quad \text{جریان آرام} \\ Nu_D = 0.023 Re_D^{0.8} Pr^{0.4} \quad \text{جریان درهم} \end{cases}$$

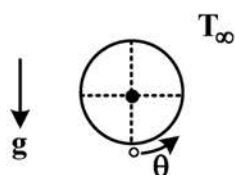
- (۱) ۱۰
- (۲) ۱۵
- (۳) ۲۰
- (۴) ۲۵

۳۴- در جریان آرام توسعه‌یافته در داخل مجرای مطابق شکل، نسبت $\frac{b}{a}$ ابتدا مقدار یک است. با کاهش نسبت فوق به سمت صفر، عدد ناسلت در حالت شرط مرزی دمای ثابت در دیواره و شرط مرزی شار حرارتی ثابت در دیواره، به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) افزایشی - افزایشی
- (۲) افزایشی - کاهش
- (۳) کاهش - افزایش
- (۴) کاهش - کاهش

۳۵- لوله‌ای مطابق شکل در هوای آزاد قرار دارد. با فرض مبدأ θ در زیر لوله در جریان آرام، جابه‌جایی طبیعی در حالت‌های لوله سردتر از محیط و لوله گرم‌تر از محیط، بیشینه (Maximum) مقدار Nu_θ به ترتیب از راست به



چپ، در چه زاویه‌هایی اتفاق می‌افتد؟

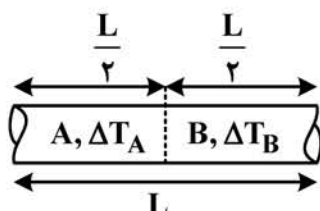
(۱) $\theta = 0$ و $\theta = 0$

(۲) $\theta = 0$ و $\theta = \pi$

(۳) $\theta = \pi$ و $\theta = 0$

(۴) $\theta = \pi$ و $\theta = \pi$

۳۶- سطح بیرونی لوله‌ای مطابق شکل در ناحیه B کاملاً آب‌گریز شده است. اگر در داخل لوله جریان متلاطم توسعه یافته آب سرد و در سمت بیرون لوله بخار اشباع در حال میعان آب داشته باشیم، کدام گزینه در مورد تغییرات دمای آب داخل لوله در ناحیه A و B قطعاً درست است؟



(۱) اگر جریان آب از سمت چپ وارد شود، $\Delta T_A \approx \Delta T_B$.

(۲) اگر جریان آب از سمت چپ وارد شود، $\Delta T_B > \Delta T_A$.

(۳) اگر جریان آب از سمت راست وارد شود، $\Delta T_A \approx \Delta T_B$.

(۴) اگر جریان آب از سمت راست وارد شود، $\Delta T_B > \Delta T_A$.

۳۷- در یک مبدل حرارتی از نوع جریان غیر هم‌جهت، رابطه بین NTU ، $C = \frac{C_{min}}{C_{max}}$ (capacity ratio) و

(Effectiveness) ε به صورت رابطه زیر است. اگر مقدار heat capacity ratio مربوط به دو سیال با یکدیگر

برابر باشد، مقدار ε کدام است؟ $\varepsilon = \frac{1 - \exp[-NTU(1-C)]}{1 - C \exp[-NTU(1-C)]}$

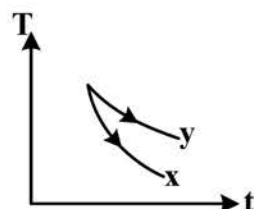
(۲) $\frac{NTU}{1 + NTU}$

(۱) $\frac{NTU}{1 - NTU}$

(۴) $\frac{1}{1 + NTU}$

(۳) $\frac{1}{1 - NTU}$

۳۸- تغییرات دما بر حسب زمان برای دو جسم جامد داغ کدر و خاکستری X و Y با سطح تابشی یکسان، در شکل نشان داده شده است. کدام گزینه در مورد ضریب عبور، جذب یا نشر جسم X و Y درست است؟



(۱) ضریب عبور X بزرگ‌تر از ضریب عبور Y است.

(۲) ضریب عبور X کوچک‌تر از ضریب عبور Y است.

(۳) ضریب جذب X بزرگ‌تر از ضریب نشر Y است.

(۴) ضریب جذب X کوچک‌تر از ضریب جذب Y است.

۳۹- محفظه‌ای به شکل استوانه در نظر بگیرید که ارتفاع استوانه دو برابر قطر آن است. با توجه به شکل، میزان F_{31} به

کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ سطح ۳، سطح جانبی استوانه است. ($F_{12} = 0.5$)



(۱) ۰/۳

(۲) ۰/۲۵

(۳) ۰/۱۸

(۴) ۰/۱۲

۴۰- دو صفحه موازی خیلی بزرگ با ضرایب انتشار $\varepsilon = 0.1$ که صفحه اولی در دمای 800 K و صفحه دوم در دمای 400 K است، در نظر بگیرید. پنج صفحه مشابه با ضرایب انتشار مساوی $\varepsilon = 0.1$ در هر دو طرف، بین این دو صفحه موازی قرار داده می‌شود. مقدار نرخ خالص انتقال حرارت به ازای واحد سطح صفحات برای این سیستم به

کدام مقدار نزدیک‌تر است؟ $\left(\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right)$ $q'' = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$ بین دو صفحه در حالتی که

صفحه‌ای بین آن‌ها وجود ندارد.

$$(1) \quad 190 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (2) \quad 174 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$(3) \quad 168 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (4) \quad 148 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

ترمودینامیک:

۴۱- جریانی به شدت ۵ و آنتالپی ۲، به طور کاملاً یکنواخت یا پایدار (SSSF) وارد یک مخزن اختلاط شده و با جریان دیگری به شدت ۸ و آنتالپی ۳ مخلوط می‌شود. درون این مخزن اختلاط، همزنی با توان ۴ کار می‌کند. در صورتی که آنتالپی جریان خروج ۵۰ باشد، شدت انتقال گرما با مخزن چقدر است؟ (واحدها همه هماهنگ و اختیاری است).

$$(1) \quad 412$$

$$(2) \quad 420$$

$$(3) \quad 612$$

$$(4) \quad 620$$

۴۲- درخصوص ادعای زیر چه اظهارنظری می‌توان کرد؟

«مختصری ادعا می‌کند که با استفاده از یک سیال مبرد خاص، یخچالی ساخته است که بین دو دمای 280 K و 300 K کار می‌کند و کارایی (COP) برابر ۱۵ دارد.»

(۱) این ادعا نادرست است.

(۲) قضاوت خاصی نمی‌توان کرد.

(۳) این ادعا ممکن است درست باشد.

(۴) بستگی به جنس سیال مبرد به کار برده شده دارد.

۴۳- اگر η ضریب ژول تامسون باشد، کدام رابطه درست است؟

$$(1) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = C_p \eta$$

$$(2) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = -C_p \eta$$

$$(3) \quad \left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T = \left(\frac{\partial \eta}{\partial T} \right)_P$$

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

۴۴- درون یک مخزن صلب عایق، یک گاز کامل (ایده آل) در دمای اولیه T_1 و فشار ۱۶ اتمسفر وجود دارد. شیر متصل به مخزن را باز می‌کنیم تا فشار داخل مخزن به ۲ اتمسفر برسد. اگر در این لحظه دمای گاز داخل مخزن برابر

$$200\text{K} \text{ باشد، دمای اولیه گاز بر حسب کلوین کدام است؟ } (\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.5)$$

(۱) ۲۰۰

(۲) ۲۵۰

(۳) ۳۰۰

(۴) ۴۰۰

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

(۱) $dG^t \leq 0$

(۲) $dS^t \geq 0$

(۳) $dG^t = 0$

(۴) $dS^t = 0$

۴۶- قضیه کلی گیبس دهم، کدام است؟

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

(۲) $(ns)dT - (nv)dP - \sum n_i d\mu_i = 0$

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

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

۴۷- اگر یک گاز خالص از معادله حالت $P(V-b) = RT$ پیروی کند و به صورت دمای ثابت از حالت یک به حالت دو تحول طی کند، تغییرات آنتالپی آن (ΔH) کدام است؟ (b عدد ثابت است).

(۱) $RT\left(\frac{1}{V_1-b} - \frac{1}{V_2-b}\right)$

(۲) $RT\left(\frac{1}{V_2-b} - \frac{1}{V_1-b}\right)$

(۳) $b(P_2 - P_1)$

(۴) صفر

۴۸- گاز ایده آلی طی یک فرایند برگشت پذیر از 100°C و 1atm تا 200°C و $1/5\text{atm}$ متراکم می‌شود و به این منظور

$700 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol}}$ گرما دریافت می‌کند. به دلیل یک مشکل فنی راندمان حرارتی به 70% می‌رسد. در صورتی که شرایط اولیه

و ثانویه ثابت باشد، در این حالت حرارت دریافتی چند کیلوژول بر کیلومول خواهد شد؟ ($C_v = 10 \frac{\text{kJ}}{\text{kmol.K}}$)

(۱) ۱۴۲۸/۶

(۲) ۱۰۰۰

(۳) ۷۰۰

(۴) ۵۷۱/۴

۴۹- در یک محلول مایع دوتایی در دما و فشار مشخص، فوگاسیته ماده ۱ در محلول، از رابطه $\hat{f}_1 = Ax_1x_2 + 3x_1^2$ به دست می آید. اگر ثابت هنری برای ماده ۱ برابر 2 atm باشد، ضریب A کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۵۰- حجم مخصوص مولی برای یک مخلوط دوتایی از رابطه زیر به دست می آید. مقدار حجم مخصوص مولی جزئی برای

$$\text{ماده ۱ } (\bar{V}_1), \text{ در حالتی که کسر مولی آن } \frac{1}{10} \text{ باشد، کدام است؟ } V = 5 + 2x_1 - x_1^2$$

(۱) ۴/۹۶

(۲) ۵/۶۱

(۳) ۶/۸۱

(۴) ۷/۳۲

۵۱- یک مخزن عایق بندی شده حاوی مقداری آب در دمای 65°C است. آب از مخزن با شدت پایدار $\frac{1}{3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ خارج می شود. آب سرد در دمای 15°C وارد مخزن می شود. بعد از گذشت زمان ۱۴ دقیقه، دمای آب مخزن از 65°C به 40°C می رسد. جرم آب موجود در مخزن چند کیلوگرم است؟ ظرفیت گرمایی آب ثابت فرض شود.

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

(۱) ۶۰

(۲) ۲۴۰

(۳) ۴۲۰

(۴) ۳۶۰

۵۲- شیر متصل به یک مخزن کاملاً خالی و عایق را باز می کنیم تا هوای محیط در دمای 25°C درجه سانتی گراد و فشار یک بار، وارد مخزن شود. وقتی فشار هوای درون مخزن به همان مقدار فشار هوای محیط رسید، شیر ورودی را می بندیم. در صورتی که جرم هوای ورودی برابر با ۱ کیلوگرم باشد، به طور تقریبی تغییری خالص آنتروپی تحول بر حسب کیلوژول بر کلون کدام است؟

$$(\ln 1/8 = 0.58 \text{ و } \ln 1/6 = 0.47, \ln 1/4 = 0.33, \ln 1/2 = 0.18, \gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1.4, R = 0.287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}})$$

(۱) ۰/۱۱

(۲) ۰/۳۳

(۳) ۰/۶۶

(۴) ۰/۹۹

۵۳- عبارت زیر برای انرژی آزاد گیبس مخصوص یک ماده خالص تک‌فازی در محدوده فشار ۴ تا ۱۲ بار و دمای ۳۰۰ تا ۵۰۰ کلوین به دست آمده است. کدام عبارت برای حجم مخصوص این ماده در همین محدوده دما و فشار، درست است؟

$$\frac{G}{RT} = aP + (b - \frac{C}{T})P^2 \quad \text{و } a, b \text{ و } c \text{ اعداد ثابتی هستند.}$$

$$V = RT \left[\frac{a}{P} + 2(b - \frac{C}{T}) \right] \quad (۱)$$

$$V = RT \left[a + 2(b - \frac{C}{T})P^2 \right] \quad (۲)$$

$$V = RT \left[a + 2(b - \frac{C}{T})P + \frac{1}{P} \right] \quad (۳)$$

$$V = RT \left[a + 2(b - \frac{C}{T})P - \frac{1}{P} \right] \quad (۴)$$

۵۴- گازی از معادله حالت $P = \frac{RT}{V} + \frac{a}{T}$ پیروی می‌کند. a مقدار ثابت است. اگر این گاز در دمای ثابت T از حجم V_1 به

حجم V_2 تغییر حجم دهد، مقادیر تغییرات انرژی داخلی مولی و آنتروپی مولی کدام است؟

$$\Delta U = 0, \quad \Delta S = 0 \quad (۱)$$

$$\Delta U = \frac{a}{T}(V_2 - V_1), \quad \Delta S = 0 \quad (۲)$$

$$\Delta U = 0, \quad \Delta S = R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (۳)$$

$$\Delta U = \frac{-2a}{T}(V_2 - V_1), \quad \Delta S = R \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) - \frac{a}{T^2}(V_2 - V_1) \quad (۴)$$

۵۵- انرژی آزاد گیبس اضافی یک مخلوط ۳ جزئی از رابطه $\frac{G^E}{RT} = A_{12}x_1x_2 + A_{13}x_1x_3 + A_{23}x_2x_3$ به دست می‌آید.

مقدار γ_1 این سیستم برای حالت هم مولار، کدام است؟

$$\gamma_1 = \exp\left\{\frac{(A_{12} + A_{13} - A_{23})}{9}\right\} \quad (۱)$$

$$\gamma_1 = \exp\left\{\frac{(A_{12} + A_{13}) - 2A_{23}}{9}\right\} \quad (۲)$$

$$\gamma_1 = \exp\left\{\frac{2(A_{12} + A_{13}) - A_{23}}{9}\right\} \quad (۳)$$

$$\gamma_1 = \exp\left\{\frac{\frac{1}{2}(A_{12} + A_{13}) - A_{23}}{9}\right\} \quad (۴)$$

۵۶- ضرایب فعالیت اجزای (۱) و (۲) در یک مخلوط دوجزئی از معادلات $RT \ln \gamma_1 = \alpha x_2^2$ و $RT \ln \gamma_2 = \alpha x_1^2$ به دست می‌آید. مقدار Δh_{mix} برای این مخلوط کدام است؟ (α یک ضریب ثابت است).

$$\alpha x_1 x_2 \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \alpha x_1 x_2 \quad (۲)$$

$$\frac{RT}{\alpha} x_1 x_2 \quad (۳)$$

$$\frac{1}{2} \frac{RT}{\alpha} x_1 x_2 \quad (۴)$$

۵۷- معادله حالت گازی به صورت $V = \frac{RT}{P} + \frac{k}{RT}$ است. که در آن k یک مقدار ثابت است. رابطه تغییر دما بر حسب فشار در یک فرایند انتالپی ثابت (اختناق یا خفگی) بین حالت‌های ۱ و ۲ کدام است؟ (C_p این گاز را ثابت فرض کنید. رابطه ژول تامسون به صورت $(\frac{\partial T}{\partial P})_h$ تعریف می‌شود و k مقدار ثابت است).

$$T_2 - T_1 = \frac{k}{2RC_p} (P_2 - P_1) \quad (۱)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{k}{RC_p} (P_2 - P_1) \quad (۲)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{2k}{RC_p} (P_2 - P_1) \quad (۳)$$

$$T_2 - T_1 = \frac{4k}{RC_p} (P_2 - P_1) \quad (۴)$$

۵۸- گازی از معادله حالت واندروالس $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ پیروی می‌کند که در آن $a = \frac{9}{8} RT_c V_c$ و $b = \frac{1}{3} V_c$ است.

مقدار عبارت $k = -\frac{1}{V} (\frac{\partial V}{\partial P})_T$ در نقطه بحرانی کدام است؟

$$(۱) \text{ صفر}$$

$$(۲) \infty$$

$$\frac{4}{9} \frac{V_c}{RT_c} \quad (۳)$$

$$\frac{9}{4} \frac{V_c}{RT_c} \quad (۴)$$

۵۹- ۴ مول از مایع خالصی در دمای ۳۰۰ کلوین در ظرفی با فشار ثابت موجود است. دمای انجماد این مایع در این فشار برابر ۲۵۰ کلوین است. ۲ مول از ماده جامد همین ماده در دمای انجماد را به این مایع اضافه می‌کنیم. یک مول از این ماده جامد ذوب می‌شود تا سیستم به تعادل حرارتی برسد. مقدار تغییرات آنتروپی کل این فرایند کدام است؟

(ظرفیت گرمایی مولی و آنتالپی ذوب مولی این ماده به ترتیب C_A و ΔH^{vap} است.)

$$(1) \quad 0.8 C_A - \frac{\Delta H^{vap}}{2}$$

$$(2) \quad (1 - 2 \ln(\frac{5}{6})) C_A$$

$$(3) \quad (0.8 - 4 \ln(1/2)) C_A$$

$$(4) \quad (1/2 - 4 \ln(0.8)) C_A$$

۶۰- انرژی آزاد گیبس اضافی یک مخلوط دوجزئی از رابطه $\frac{G^E}{RT} = \frac{1}{4} x_1 x_2$ پیروی می‌کند. مقدار ظرفیت حرارتی اضافی در فشار ثابت (C_P^E) کدام است؟

$$(1) \quad +R x_1 x_2$$

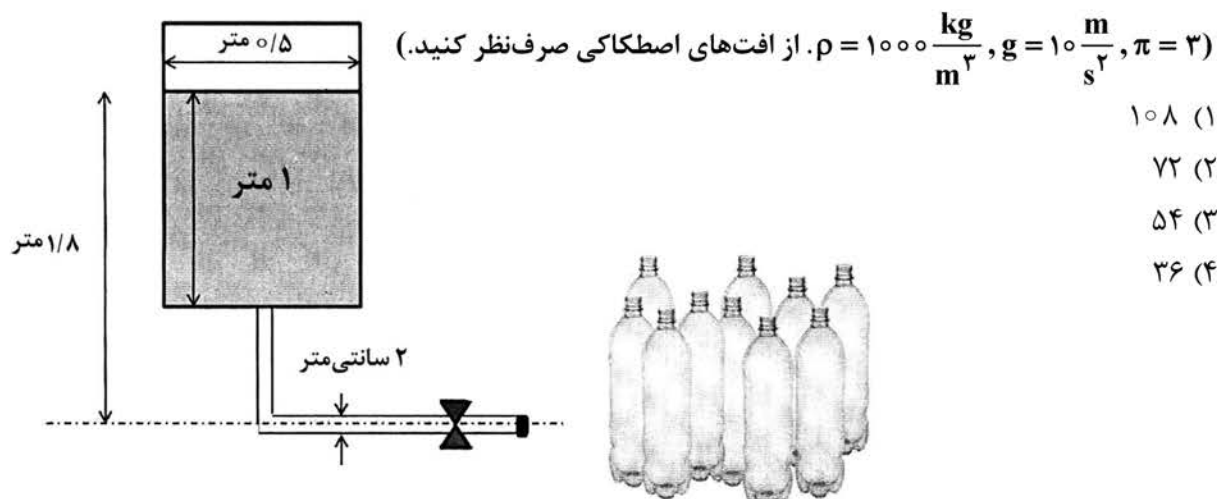
$$(2) \quad -R x_1 x_2$$

$$(3) \quad -\frac{1}{2} R x_1 x_2$$

$$(4) \quad +\frac{1}{2} R x_1 x_2$$

مکانیک سیالات:

۶۱- در یک واحد نیمه صنعتی، مخزنی به‌عنوان تانک ذخیره نوشابه به‌صورت زیر طراحی شده است. طراح دستگاه در بخش خروجی هیچ‌گونه وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری دبی سیال تعبیه نکرده است. با توجه به شکل، اگر ظرفیت هر کدام از ظروف نوشابه ۱/۵ لیتر باشد، در هر دقیقه تقریباً چند بطری پر می‌شود؟



۶۲- گاز پروپان در دمای 277°C از داخل بستر کاتالیستی استوانه‌ای شکل به قطر ۲ متر و ارتفاع ۴ متر عبور می‌کند. کاتالیست‌ها مکعبی شکل بوده و دانسیته آن $\frac{1500 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ است. وزن بستر کاتالیست ۹۰۰۰۰ نیوتن و دانسیته آب $\frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3}$ است.

تخلخل بستر به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \pi = 3, R = 0.08 \frac{\text{atm m}^3}{\text{kmol.K}})$ گاز را ایده‌آل فرض کنید.

(۱) ۰/۲

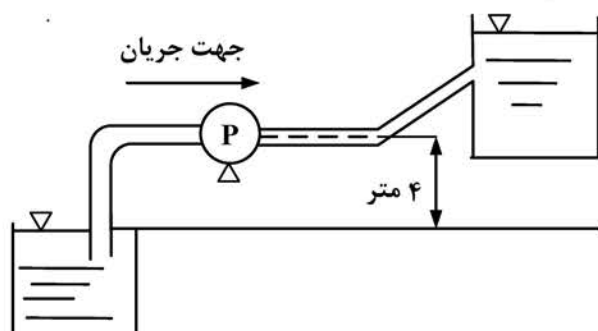
(۲) ۰/۴

(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۶

۶۳- پمپ موجود در شکل زیر، آب را از مخزن سمت چپ به مخزن سمت راست منتقل می‌کند. افت انرژی در قسمت ورودی پمپ معادل هد انرژی جنبشی سیال در لوله ورودی پمپ است. اگر فشار ورودی پمپ برابر ۱۴ متر آب خلأ

(نسبی) باشد، سرعت جریان سیال چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



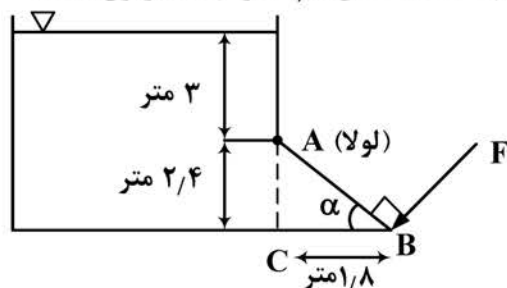
(۱) ۴

(۲) ۶

(۳) ۸

(۴) ۱۰

۶۴- در شکل داده شده، حداقل نیروی لازم F برای بسته نگه داشتن دریچه AB به عمق ۱/۵ متر، چند نیوتون است؟



(دانسیته سیال $\frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ ، $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

(۱) ۸۵۷۰۰

(۲) ۹۶۵۰۰

(۳) ۱۰۳۵۰۰

(۴) ۱۱۲۵۰۰

۶۵- سنگی هنگام غوطه‌وری در آب، ۲ نیوتن وزن دارد. اگر وزن این سنگ در هوا ۳ نیوتن باشد، حجم آن چقدر است؟

(۱) $\frac{2}{\gamma_w}$

(۲) $\frac{1}{\gamma_w}$

(۳) $\frac{1}{2\gamma_w}$

(۴) $\frac{1}{3\gamma_w}$

- ۶۶- میله‌ای به شعاع R_1 ، به طول L و با سرعت ثابت U از داخل لوله‌ای به شعاع R_2 که محتوی مواد پوشش‌دهنده است، کشیده می‌شود. اگر توزیع سرعت سیال پوشش‌دهنده به صورت زیر باشد، توان مورد نیاز برای کشیده شدن میله، کدام است؟

$$U_x = \frac{U}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \ln\left(\frac{r}{R_2}\right)$$

$$\frac{2\pi L \mu U}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \quad (۲)$$

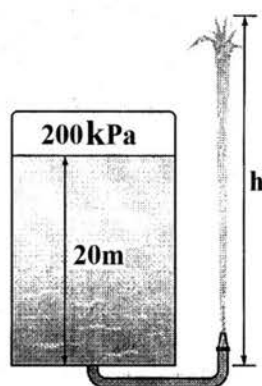
$$\frac{2\pi L \mu U^2}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \quad (۱)$$

$$\frac{2\pi L \mu U}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \left(\frac{R_1}{R_2}\right) \quad (۴)$$

$$\frac{2\pi L \mu U^2}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} \left(\frac{R_1}{R_2}\right) \quad (۳)$$

- ۶۷- آب مانند شکل مقابل از نازل خارج شده و تا ارتفاع h بالا می‌رود. در صورتی که فشار بالای مخزن (فشار gauge)

$$200 \text{ kPa} \text{ باشد، مقدار } h \text{ چند متر است؟ } (\gamma_{\text{آب}} = 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3})$$



$$20 \quad (۱)$$

$$30 \quad (۲)$$

$$40 \quad (۳)$$

$$50 \quad (۴)$$

- ۶۸- اگر شعاع حبابی در هوا نصف شود، اختلاف فشار درونی و بیرونی آن چند برابر می‌شود؟

$$۲ \text{ دو برابر} \quad (۲)$$

$$۱ \text{ نصف} \quad (۱)$$

$$۴ \text{ تغییری نمی‌کند.} \quad (۴)$$

$$۳ \text{ چهار برابر} \quad (۳)$$

- ۶۹- نیروی محرکه ناشی از چرخش پره یک پمپ تابع D قطر پره پمپ، ρ و μ به ترتیب دانسیته و ویسکوزیته سیال داخل پمپ و N دور چرخشی پره پمپ است. با توجه به جدول و در نظر گرفتن اصل تشابه دینامیکی، نیروی محرکه در مقیاس صنعتی چند نیوتن است؟

	D	N	F
آزمایشگاهی	۰/۵m	۴۰۰	۲۵
صنعتی	۴m	۱۰۰	?

$$100 \quad (۱)$$

$$150 \quad (۲)$$

$$200 \quad (۳)$$

$$250 \quad (۴)$$

- ۷۰- با توجه به عملکرد لوله پیتوت، مکانیزم ایجاد فشار دینامیکی در این لوله چیست؟

$$۱ \text{ کاهش سطح مقطع و متراکم شدن سیال} \quad (۱)$$

$$۲ \text{ ایجاد آشفتگی در سیال و تبدیل انرژی آشفتگی به انرژی فشاری} \quad (۲)$$

$$۳ \text{ تشکیل نقطه سکون و تبدیل انرژی فشاری سیال به انرژی پتانسیل} \quad (۳)$$

$$۴ \text{ تشکیل نقطه سکون و تبدیل انرژی جنبشی جریان سیال به انرژی فشاری} \quad (۴)$$

۷۱- در صورتی که ضریب دراگ روی یک دودکش استوانه‌ای به ارتفاع ۶۰ m و قطر ۲ m برابر با ۰/۵ باشد، در جریانی از باد با

سرعت $۷۲ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ چه نیرویی (کیلونیوتن) بر دودکش وارد می‌شود؟ ($\rho = ۱/۲۵ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$)

۲۱ (۴)

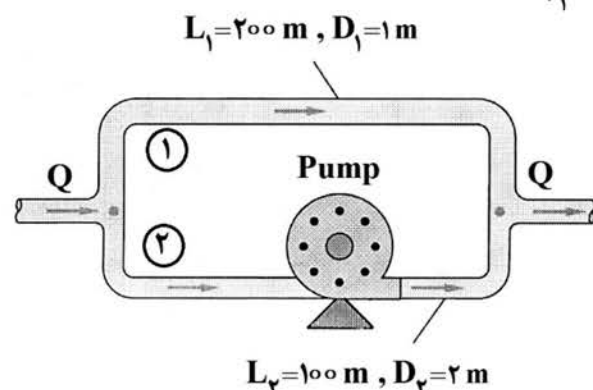
۱۸ (۳)

۱۵ (۲)

۱۲ (۱)

۷۲- در سیستم لوله‌کشی زیر، ضریب افت (k) پمپ خاموش برابر ۱۵ است. با صرف نظر کردن از سایر افت‌ها و با فرض

$(f_1 = f_2 = ۰/۰۲)$ ، نسبت سرعت جریان سیال در لوله ۱ به ۲ $(\frac{V_1}{V_2})$ چقدر است؟



۰/۵ (۱)

۱ (۲)

۲ (۳)

۴ (۴)

۷۳- یک لوله به قطر ۰/۰۴ m با زاویه ۳۰ درجه نسبت به افق، برای انتقال آب به بالای کوه به میزان $۰/۰۰۳ \frac{\text{m}^۳}{\text{s}}$

استفاده می‌شود. اگر طول لوله ۲۰ متر باشد، افت فشار (کیلوپاسکال) در لوله تقریباً چقدر است؟

(ضریب اصطکاک داریسی برابر ۰/۰۰۱ است. $\pi = ۳$ ، $g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^۲}$ ، دانسیته آب $۱۰۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$)

۱۵۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

۵۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۷۴- میدان سرعت یک جریان سیال دوبعدی، تراکم‌ناپذیر و غیرچرخشی به صورت زیر تعریف شده است:

$$\vec{V} = (x + 2y)\vec{i} + (2x - y)\vec{j}$$

با صرف نظر کردن از شتاب گرانش و فرض فشار در مرکز مختصات برابر P_0 ، تابع توزیع فشار کدام است؟

$$p_0 - \frac{9}{4}\rho(x^2 + y^2) \quad (۲)$$

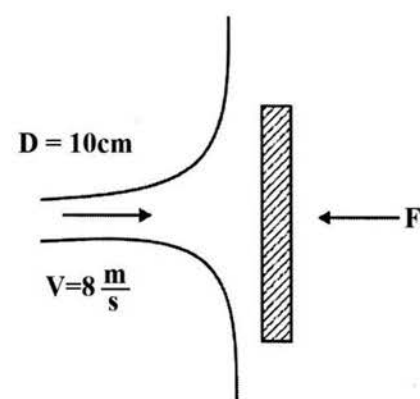
$$p_0 - \frac{5}{4}\rho(x^2 + y^2) \quad (۱)$$

$$p_0 - \frac{5}{4}\rho(x + y)^2 \quad (۴)$$

$$p_0 - \frac{9}{4}\rho(x + y)^2 \quad (۳)$$

۷۵- فواره آب مستقیماً به صفحه ثابتی پاشیده می‌شود. با چشم‌پوشی از جاذبه و اصطکاک، نیروی F لازم برای نگه داشتن

صفحه بر حسب نیوتن، کدام است؟ ($\pi = ۳$ ، $\rho = ۱۰۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^۳}$)



۳۰ (۱)

۶۰ (۲)

۱۲۰ (۳)

۴۸۰ (۴)

کنترل فرایند:

۷۶- تابع انتقال یک سیستم به صورت $\frac{1}{s^2 + 4}$ است. رفتار کیفی سیستم در پاسخ به ورودی پله‌ای چگونه است؟

(۱) میرای نوسانی

(۲) نوسانی دائم

(۳) تابع نمایی

(۴) نوسانی افزایشنده با زمان

۷۷- نسبت دامنه‌ها و زوایه فاز برای تابع تبدیل $G(s) = \frac{e^{-\theta s}}{s}$ کدام است؟

(۱) $AR = 1$ ، $\theta = -\theta\omega$

(۲) $AR = \omega$ ، $\theta = -\frac{\pi}{2}$

(۳) $AR = \frac{1}{\omega}$ ، $\theta = -\theta\omega$

(۴) $AR = \frac{1}{\omega}$ ، $\theta = -\theta\omega - \frac{\pi}{2}$

۷۸- در مخزن کروی زیر با دبی ثابت پمپ، در مورد بهره حالت پایا (Steady - state gain) چه می‌توان گفت؟

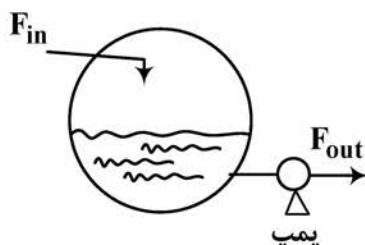
(دبی جریان ورودی و سطح مایع به ترتیب ورودی و خروجی سیستم هستند.)

(۱) تغییری نمی‌کند.

(۲) اول کم بعد زیاد می‌شود.

(۳) اول زیاد بعد کم می‌شود.

(۴) بهره‌ی حالت پایا وجود ندارد.



۷۹- در مورد کنترل متغیرهای کلیدی فرایند، کدام گزینه درست است؟

(۱) برای کنترل سطح مایع در مخزن نوسان گیر همواره به مد انتگرالی نیاز است.

(۲) به دلیل دینامیک کند دما، استفاده از مد مشتقی برای آن معمولاً مناسب است.

(۳) با توجه به سریع بودن حلقه کنترل فشار، معمولاً از مد مشتقی برای کنترل فشار استفاده می‌شود.

(۴) با توجه به سریع بودن حلقه کنترل دبی، برای حذف خطای حالت پایا نیازی به مد انتگرالی نیست.

۸۰- تابع انتقال مدار باز یک حلقه کنترل برابر با $G_{OL}(s) = \frac{K_c(s+3)}{s^2 - 2s + 2}$ است. با افزایش بهره کنترل کننده در

محدوده $K_c > 0$ ، رفتار سیستم چگونه خواهد بود؟

(۱) همواره پایدار است.

(۲) همواره ناپایدار است.

(۳) برای مقادیر پایین بهره ناپایدار و در مقادیر بالای بهره پایدار است.

(۴) برای مقادیر پایین بهره پایدار و در مقادیر بالای بهره ناپایدار است.

۸۱- تابع انتقال مدار باز یک سیستم کنترل شامل کنترلر، فرایند و وسیله اندازه‌گیری، به صورت زیر است. اگر بخواهیم

افت کنترل (قدرمطلق خطای پایا) نسبت به ورودی پله واحد در مقدار مقرر نصف شود، بهره کنترلر باید چند برابر شود؟

$$G_{OL}(s) = \frac{1}{s+1}$$

(۱) ۳

(۲) $\frac{1}{3}$

(۳) ۲

(۴) $\frac{1}{2}$

۸۲- اگر ضریب میرایی و مقدار نهایی به‌ازای یک ورودی پله‌ای واحد در دو تابع G_1 و G_2 یکسان باشد، کدام گزینه

$$G_1 = \frac{k_1}{4s^2 + a_1s + 1}$$

درست است؟ (تمامی ثوابت مثبت هستند.)

$$G_2 = \frac{k_2}{16s^2 + a_2s + 2}$$

$$k_1 < k_2 \text{ و } a_1 > a_2 \quad (2)$$

$$k_1 < k_2 \text{ و } a_1 < a_2 \quad (1)$$

$$k_1 > k_2 \text{ و } a_1 > a_2 \quad (4)$$

$$k_1 > k_2 \text{ و } a_1 < a_2 \quad (3)$$

۸۳- برای سریع‌تر کردن پاسخ مدار باز ارتفاع مایع در مخزنی که یک شیر خطی روی جریان خروجی آن نصب شده

است، کدام اقدامات مناسب است؟

(۱) بستن نسبی شیر و کاهش مساحت سطح مقطع مخزن

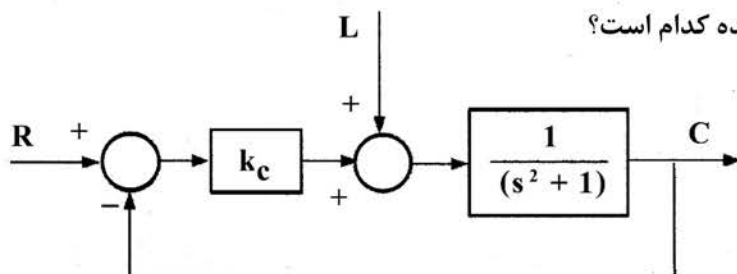
(۲) بستن نسبی شیر و افزایش مساحت سطح مقطع مخزن

(۳) بازکردن نسبی شیر و کاهش مساحت سطح مقطع مخزن

(۴) بازکردن نسبی شیر و افزایش مساحت سطح مقطع مخزن

۸۴- افت کنترل (قدرمطلق خطای پایا) پاسخ مدار بسته سامانه کنترل شکل زیر، به یک تغییر پله‌ای واحد در متغیر بار

(L) برابر با $\frac{1}{4}$ است. مقدار بهره کنترل‌کننده کدام است؟



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

$$\frac{1}{3} \quad (2)$$

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

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

۸۵- معادله مشخصه سامانه مدار بسته‌ای به‌صورت زیر است. کدام عبارت در مورد این سامانه درست است؟

$$s^5 + s^4 + as^3 + (a-2) = 0$$

(۱) همواره ناپایدار است.

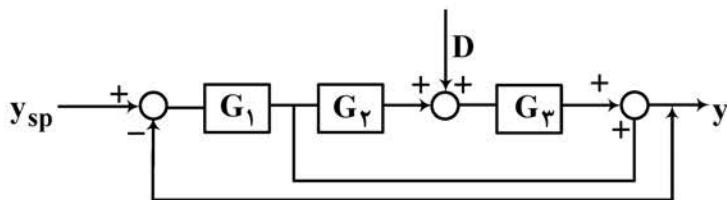
(۲) همواره پایدار است.

(۳) در مقادیر زیاد a پایدار و در مقادیر کم a ناپایدار است.

(۴) در مقادیر کم a پایدار و در مقادیر زیاد a ناپایدار است.

۸۶- نمودار جعبه‌ای سامانه مدار بسته‌ای به شکل زیر است. تابع انتقال خروجی (y) نسبت به ورودی اغتشاش (D)

کدام است؟



$$\frac{y}{D} = \frac{G_3}{1 + G_1 G_2 G_3} \quad (1)$$

$$\frac{y}{D} = \frac{G_3}{1 + G_1 + G_1 G_2 G_3} \quad (2)$$

$$\frac{y}{D} = \frac{G_3(1 - G_2 G_3)}{1 - G_2 G_3 + G_1 G_2 G_3} \quad (3)$$

$$\frac{y}{D} = \frac{G_3(1 + G_2 G_3)}{1 + G_2 G_3 + G_1 G_2 G_3} \quad (4)$$

۸۷- تابع انتقال یک مبدل حرارتی بین دمای خروجی ($^{\circ}\text{C}$) و جریان ورودی ($\frac{L}{\text{min}}$) به شکل زیر بیان شده است:

$$\frac{T(s)}{Q(s)} = \frac{3(1-s)}{s(s+1)}$$

اگر جریان ورودی به شکل تابع نوسانی با دامنه $\frac{L}{\text{min}}$ ۲ و فرکانس $\frac{\text{Rad}}{\text{min}}$ ۲ تغییر کند، دامنه تغییرات دمای خروجی بعد از دوره گذار چقدر است؟

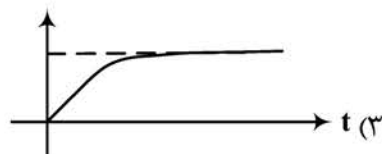
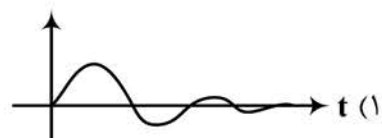
(۱) ۱

(۲) $\frac{4}{3}$

(۳) ۳

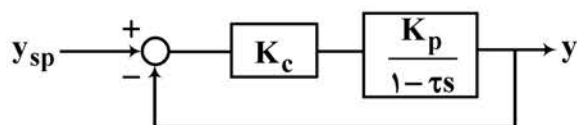
(۴) ۶

۸۸- شکل کیفی پاسخ یک سامانه درجه ۲ استاندارد فرامیرا (Overdamped) به ورودی ضربه (impulse)، کدام است؟



۸۹- به ازای چه محدوده‌ای از K_c ، سامانه مدار بسته زیر پایدار است؟

$(\tau > 0), (K_p > 0)$



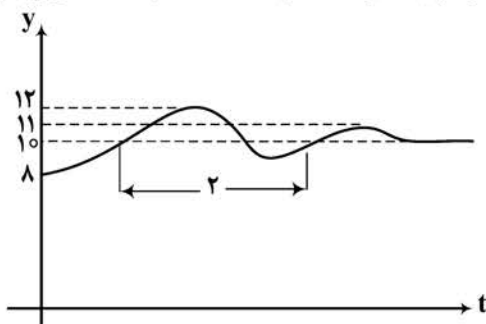
(۱) $K_c > \frac{1}{K_p}$

(۲) $K_c < -\frac{1}{K_p}$

(۳) $0 < K_c < \frac{1}{K_p}$

(۴) $-\frac{1}{K_p} < K_c < 0$

۹۰- پاسخ دینامیکی خروجی یک فشارسنج (y) به تغییرات پله در فشار فرایند از ۱ bar به ۲ bar، به شکل زیر است. مقدار فرا رفت (overshoot) پاسخ، چقدر است؟



(۱) ۴

(۲) ۱/۲

(۳) ۱

(۴) ۰/۲

انتقال جرم و عملیات واحد (۱ و ۲):

- ۹۱- واکنش $2A \rightarrow B$ روی سطح یک کاتالیست مسطح، انجام می‌شود. A از میان لایه‌ای به کاتالیست نفوذ کرده و محصول B در خلاف جهت برمی‌گردد. شرط مرزی سطح کاتالیست به صورت $y_A = 0$ داده شده است. در خصوص علت استفاده از این شرط مرزی کدام عبارت نادرست است؟ (y_A جز مولی A روی سطح است).
- (۱) واکنش، کنترل کننده است.
(۲) واکنش، بسیار سریع است.
(۳) انتقال جرم، کنترل کننده است.
(۴) انتقال جرم نسبت به واکنش، کند است.
- ۹۲- در انتقال جرم بین دو فاز گاز و مایع به ترتیب با ضرایب انتقال جرم k_x و k_y ، اگر تقریباً ضرایب انتقال جرم از نظر عددی با هم برابر باشند، اما منحنی تعادل با رابطه $y = 15x$ داده شود، کدام عبارت درست است؟ (x جزء مولی در فاز مایع و y جزء مولی در فاز گاز است).
- (۱) فاز گاز کنترل کننده است.
(۲) فاز مایع کنترل کننده است.
(۳) هر دو فاز تقریباً به یک میزان کنترل کننده هستند.
(۴) مجموع ضرایب انتقال جرم در دو فاز برابر با ضریب کلی انتقال جرم خواهد شد و سپس کنترل کنندگی فازها مشخص خواهد شد.
- ۹۳- در انتقال جرم از یک مایع به داخل هوا، چگالی هوا و مایع به ترتیب $1/8 \times 10^{-5}$ و 5×10^{-3} کیلوگرم بر مترمکعب است. ضریب نفوذ در گاز در این سیستم بر حسب مترمربع بر ثانیه به کدام یک از اعداد زیر نزدیک تر خواهد بود؟
- (۱) 1×10^{-7}
(۲) 5×10^{-7}
(۳) 2×10^{-5}
(۴) 5×10^{-5}
- ۹۴- میزان انتقال جرم اکسیژن از میان لایه‌ای که شامل مخلوط اکسیژن و نیتروژن است، انجام گرفته و در حالتی که فقط انتقال اکسیژن وجود داشته باشد، مقدار $5 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{s}}$ و حالتی که انتقال جرم مساوی و متقابل اکسیژن و نیتروژن وجود داشته باشد، مقدار $3 \times 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{s}}$ به دست آمده است. میزان انتقال جرم در اثر جابجایی چند درصد از کل انتقال جرم را شامل می‌شود؟
- (۱) ۴۰٪
(۲) ۵۰٪
(۳) ۶۰٪
(۴) اطلاعات کافی وجود ندارد.
- ۹۵- شرکتی صنعتی با تیم مهندسان خود، در نظر دارد برج‌های جذب طراحی کند. این سیستم در مورد چند پدیده مختلف موجود در طراحی، شک دارند که برج سینی‌دار طراحی کنند یا برج پرشده. برای هر یک از حالت‌های زیر، به ترتیب کدام نوع برج برای طراحی مناسب تر است؟
- ۱- برجی که در آن دبی مایع خیلی کم است.
۲- برجی که نیاز به ایجاد جانبی جریان داشته باشد.
۳- برجی که احتمال ایجاد و تولید کف داشته باشد.
۴- در صورتی که مایع نقش حلال داشته و سمی و اشتعال‌زا باشد.
- (۱) پرشده - سینی‌دار - پرشده - سینی‌دار
(۲) سینی‌دار - پرشده - سینی‌دار - پرشده
(۳) پرشده - پرشده - سینی‌دار - سینی‌دار
(۴) سینی‌دار - سینی‌دار - پرشده - پرشده

۹۶- آب با رژیم جریان آرام از داخل لوله‌ای که دیواره داخلی آن با اسید بنزوئیک پوشیده است، عبور می‌کند. اسید بنزوئیک با نرخ پایینی در آب حل شده و انتقال جرم به داخل جریان آب اتفاق می‌افتد. کدامیک از موارد زیر در خصوص این فرایند درست است؟

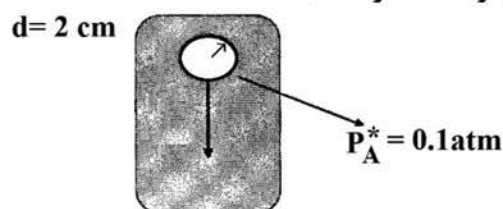
(۱) تنها اگر در جریان از نظر غلظت و سرعت کاملاً توسعه‌یافته شده باشد و شرط مرزی به‌صورت «شار ثابت در دیواره» باشد، عدد شروود می‌تواند به مقدار ثابتی میل کند.

(۲) از آنجایی که همواره در طول لوله اسید بنزوئیک به داخل جریان آب حل می‌شود، هیچ‌گاه عدد شروود (Sh) به مقدار ثابتی میل نمی‌کند.

(۳) در طولی از لوله که هر دو پروفایل سرعت و غلظت به‌حالت توسعه‌یافته رسیده باشند، عدد شروود (Sh) به مقدار ثابتی میل خواهد کرد.

(۴) اگر شرط مرزی در این فرایند به‌صورت «غلظت ثابت در دیواره» باشد، عدد شروود می‌تواند به مقدار ثابتی میل کند.

۹۷- یک قطره آب با قطر ۲ سانتی‌متر در هوای خشک ساکن و بدون چرخش داخلی سقوط می‌کند. با فرض عدد شروود به‌صورت زیر، شار مولی تبخیر آب از سطح قطره چقدر است؟ (فشار هوا ۱ اتمسفر است).



$$Sh = 2 + Re^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}}$$

$$Re = 4, Sc = 8, D_{AB} = 2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$\frac{60}{9 RT} \quad (2)$$

(۴) هیچ‌کدام

$$\frac{6}{RT} \quad (1)$$

$$\frac{12}{RT} \quad (3)$$

۹۸- جهت ارزیابی و بررسی سرعت و میزان تبخیر ماده‌ای که بر روی کف زمین ریخته شده است، اگر جریان تهویه به‌صورت

موازی با سرعت $9 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ که عرض یک‌متری از زمین را پوشش می‌دهد در حال وزیدن باشد، میزان تبخیر ماده شیمیایی از

سطح مقطع واحد نسبت به‌حالتی که سرعت وزش به ۴ برابر حالت اولیه برسد، چند درصد افزایش خواهد یافت؟

$$(Sc = 1, \nu = 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}, D_{AB} = \frac{1}{3} \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}})$$

$$Sh = 0.664 Re^{\frac{1}{2}} Sc^{\frac{1}{3}}$$

(۱) ۱۰۰ درصد

(۲) ۲۰۰ درصد

(۳) ۴۰۰ درصد

(۴) غلظت ماده شیمیایی نامعلوم بوده و امکان محاسبه وجود ندارد.

۹۹- کدام رابطه درست است؟

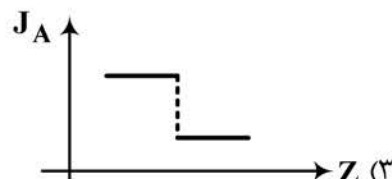
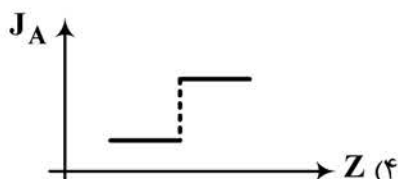
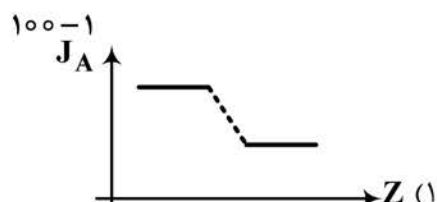
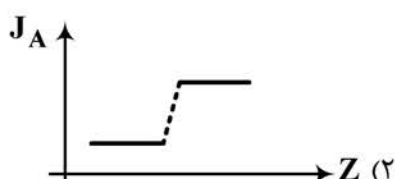
$$J_A = \frac{-C_t^r}{C_t M_A M_B} D_{AB} \nabla x_A \quad (۲)$$

$$J_A = \frac{C_t^r}{\rho M_A M_B} D_{AB} \nabla \omega_A \quad (۱)$$

$$J_A = \frac{-\rho^r}{C_t M_A M_B} D_{AB} \nabla \omega_A \quad (۴)$$

$$J_A = \frac{-\rho^r}{C_t M_A M_B} D_{AB} \nabla x_A \quad (۳)$$

۱۰۰- اگر تغییرات غلظت ماده A بر حسب فاصله به صورت زیر باشد، کدام نمودار تغییرات شار مولی ماده A را بر حسب فاصله نشان می‌دهد؟



۱۰۱- در خصوص تقطیر آزنوتروپیک، کدام عبارت درست است؟

(۱) تقطیر آزنوتروپیک ناهمگن، در یک برج تقطیر قابل انجام است.

(۲) افزایش فشار عمدتاً باعث دستیابی به محصولی با خلوص بالاتر می‌شود.

(۳) در آزنوتروپ‌های همگن حتماً باید از دو برج تقطیر هم‌فشار استفاده کرد.

(۴) سیستم‌هایی که آزنوتروپ ناهمگن تشکیل می‌دهند، بهتر جداسازی می‌شوند.

۱۰۲- سه حلال برای فرایند استخراج مایع - مایع در نظر گرفته شده است. حلال اول دارای ضریب توزیع ۰/۵ و

گزینشگری (Selectivity) ۱/۵، حلال دوم دارای ضریب توزیع ۱/۵ و گزینشگری ۰/۵ و حلال سوم دارای ضریب

توزیع ۱۵ و گزینشگری ۱ است. کدام حلال توان استخراج را دارد؟

(۲) حلال دوم

(۱) حلال اول

(۴) حلال اول و سوم

(۳) حلال سوم

۱۰۳- محلول کلرید منیزیم با دبی $20000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ و غلظت ۵٪ وزنی، در دو تبخیرکننده فیلم‌ریزان با جریان پیشرو به غلظت‌های

۲۵٪ و ۵۰٪ وزنی می‌رسد. اگر میزان بخار مصرفی $10000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$ باشد، میزان اقتصاد (economy) کدام است؟

(۲) ۱/۴

(۱) ۱/۸

(۴) ۰/۲

(۳) ۰/۶

۱۰۴- جامد مرطوبی در یک خشک کن ناپیوسته (Batch) از رطوبت اولیه $X_1 = 1 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Solid}}$ به رطوبت بحرانی

$$X_C = 0.4 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{kg Dry Solid}}$$

مترمربع بوده و شدت ثابت خشک کردن برابر $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$ باشد، زمان لازم برای خشک کردن چند دقیقه خواهد بود؟

$$(1) 10 \quad (2) 120$$

$$(3) 180 \quad (4) 360$$

۱۰۵- یک محلول کامل دوفازی حاوی متانول و اتانول در فشار ۱ بار و دمای 70°C درجه سانتی گراد موجود است. اگر فشار بخار متانول و اتانول به ترتیب برابر $1/65$ و $0/65$ بار باشد، جزء مولی جزء فرار در فازهای مایع و بخار، به ترتیب از راست به چپ چقدر است؟

$$(1) 0/35 \text{ و } 0/58 \quad (2) 0/35 \text{ و } 0/65$$

$$(3) 0/4 \text{ و } 0/6 \quad (4) 0/42 \text{ و } 0/65$$

۱۰۶- در یک برج تقطیر مجهز به جوش آور ترموسیفونی که برای جداسازی مخلوط دوتایی A و B که در آن A جزء فرار است، فراریت نسبی $\alpha_{AB} = 3$ است. جزء مولی A در محصول مقطر و پسماند، به ترتیب برابر $0/9$ و $0/1$ است. حداقل تعداد مراحل لازم برای این جداسازی چقدر است؟

$$(1) 3 \text{ مرحله تعادلی با احتساب جوش آور} \quad (2) 4 \text{ مرحله تعادلی با احتساب جوش آور}$$

$$(3) 4 \text{ مرحله تعادلی با احتساب کندانسور و جوش آور} \quad (4) 4 \text{ مرحله تعادلی با احتساب کندانسور تعادلی و جوش آور}$$

۱۰۷- مختصات محل تلاقی خط تبادل بالای برج تقطیر با منحنی تعادل، در حالت حداقل نسبت جریان مایع برگشتی عبارت است از $x = 0/2$ و $y = 0/4$. اگر خوراکی به صورت ۲۵ درصد مولی از جزء فرار وارد این برج تقطیر شود، این خوراک به کدام صورت خواهد بود؟

$$(1) 25 \text{ درصد مایع و بقیه بخار} \quad (2) 40 \text{ درصد مایع و بقیه بخار}$$

$$(3) 50 \text{ درصد مایع و بقیه بخار} \quad (4) 75 \text{ درصد مایع و بقیه بخار}$$

۱۰۸- انتخاب پذیری (Selectivity) در یک سیستم استخراج مایع - مایع برابر ۳ است. کدام معادله بیانگر معادله تعادلی این سیستم است؟ (Y و X اجزای جرمی و Y و X اجزای جرمی بر مبنای بدون حلال است.)

$$(1) Y = \frac{X}{3 - 2X} \quad (2) y = \frac{X}{3 - 2X}$$

$$(3) Y = \frac{2X}{1 + 2X} \quad (4) y = \frac{3X}{1 + 2X}$$

۱۰۹- آب خروجی از مبدل (کندانسور) در دمای 80°C وارد برج خنک کن شده و دمای آن نصف می شود. دمای حباب خشک و مرطوب در این برج به ترتیب برابر است با 40°C و 30°C است. درصد کارایی (Effectiveness) این برج چقدر است؟

$$(1) 40\% \quad (2) 50\%$$

$$(3) 80\% \quad (4) 100\%$$

۱۱۰- کدام مورد، از ویژگی های جذب سطحی فیزیکی نیست؟

(۱) مقدار جذب از خصوصیات هر دو جسم جاذب و جذب شونده است.

(۲) جذب تنها در دماهای پایین به طور قابل توجهی اتفاق می افتد.

(۳) انرژی فعال سازی در فرایند جذب چندان دخیل نیست.

(۴) جذب معمولاً سریع است.

طرح راکتورهای شیمیایی:

۱۱۱- در واکنش ابتدایی فاز مایع $2A \rightleftharpoons R$ ثابت تعادل غلظتی برابر ۰/۵ است. اگر غلظت A خالص اولیه در یک راکتور ناپیوسته برابر ۲M باشد، غلظت نهایی A چند مولار است؟

- (۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۱/۵

۱۱۲- واکنش مرتبه اول فاز مایع با دبی حجمی ورودی $v_0 = \frac{1 \text{ L}}{\text{s}}$ در ۲ راکتور مخزنی هم‌زن دار پیوسته (Mixed) هم‌اندازه و

پشت‌سرهم، انجام می‌شود. غلظت خوراک ورودی A خالص از $C_{A0} = 9 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ به غلظت نهایی $C_{A2} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ می‌رسد.

حداقل حجم کل راکتورها چند لیتر است؟ ($K = 1 \text{ s}^{-1}$)

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۱۳- واکنش‌های زیر در یک راکتور ناپیوسته فاز مایع انجام می‌شود. پس از یک دقیقه غلظت‌های A و R هر دو به

$0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ می‌رسد. در این لحظه غلظت B چند مول بر لیتر است؟



$$C_{A0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}, C_{B0} = 12 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

- (۱) صفر (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۱/۵

۱۱۴- تجزیه اکسید نیتروژن از طریق واکنش $N_2O \rightarrow N_2 + \frac{1}{2}O_2$ انجام می‌شود. اگر سرعت تجزیه اکسید نیتروژن از

رابطه زیر به دست بیاید، تغییر مرتبه این واکنش در چه غلظتی از N_2O اتفاق می‌افتد؟

$$-r_{N_2O} = \frac{kC_{N_2O}^2}{0.01 + kC_{N_2O}}$$

- (۱) $\frac{1}{k}$ (۲) $\frac{1}{100k}$ (۳) k (۴) $100k$

۱۱۵- واکنش‌های موازی $\begin{cases} A \rightarrow R & r_R = 2C_A^{0.5} \\ A \rightarrow S & r_S = 4C_A^2 \end{cases}$ درون یک راکتور مخلوط‌شونده هم‌زن دار پیوسته (Mixed) انجام

می‌شوند. خوراک شامل A خالص با غلظت $3 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ است. اگر میزان تبدیل A برابر با ۶۷ درصد باشد، غلظت R و

S در خروجی راکتور چند $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ است؟

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

۱۱۶- واکنش اتوکاتالیتی $A + R \rightarrow R + R$ با سینتیک $-r_A = K C_A C_R$ انجام می‌شود. اگر $C_{A0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$C_{R0} = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ و دبی حجمی ورودی $v_0 = 10 \frac{\text{L}}{\text{s}}$ باشد، کدام یک از راکتورهای زیر کمترین حجم را برای

دستیابی به تبدیل ۷۵٪ دارد؟

(۱) راکتور ناپیوسته (Batch) (۲) راکتور دوره‌ای (Recycle)

(۳) راکتور جریان قالبی یا لوله‌ای پیوسته (Plug) (۴) راکتور مخلوط‌شونده همزن‌دار پیوسته (Mixed)

۱۱۷- واکنش ابتدایی $A \rightarrow R$ در دو راکتور به صورت سری (ابتدا در راکتور لوله‌ای پیوسته (Plug) و سپس در راکتور

مخلوط‌شونده پیوسته (Mixed)) انجام می‌شود. ثابت سرعت واکنش 0.1 min^{-1} ، غلظت ورودی A برابر ۲ مولار و دبی

حجمی ورودی $1 \frac{\text{L}}{\text{min}}$ است. اگر حجم راکتور Plug برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم راکتور Mixed برای دستیابی به

تبدیل نهایی ۹۰٪ چند لیتر است؟ ($e \approx 3$)

(۲) ۱۷

(۱) ۱۰

(۴) ۳۰

(۳) ۲۳

۱۱۸- واکنش فاز مایع $A \rightarrow R$ با سینتیک درجه دوم در یک راکتور مخلوط‌شونده پیوسته (Mixed) در حالت پایا

انجام می‌شود. اگر غلظت ورودی A (C_{A0}) دو برابر شود، درحالی‌که دبی حجمی ورودی (v_0) و حجم راکتور

(V) ثابت نگه داشته شوند، کدام عبارت درخصوص تغییرات تبدیل خروجی (X_A) درست است؟

(۲) کاهش می‌یابد.

(۱) افزایش می‌یابد.

(۴) به مقدار ثابت واکنش (k) بستگی دارد.

(۳) تغییری نمی‌کند.

۱۱۹- واکنش تجزیه A به صورت موازی به دو محصول B و C انجام می‌شود. اگر خوراک، شامل A خالص با غلظت اولیه

$4/2$ مولار باشد، نسبت غلظت B به C پس از ۲ دقیقه، چقدر خواهد بود؟ ($e = 2/7$)

$$\begin{cases} A \rightarrow B & r_B = 0.6 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \cdot \text{min}} \\ A \rightarrow C & r_C = 0.5 C_A \frac{\text{mol}}{\text{m}^3 \cdot \text{min}} \end{cases}$$

(۱) ۰/۵

(۲) ۱

(۳) ۱/۵

(۴) ۲

۱۲۰- در یک واکنش شیمیایی، چه رابطه‌ای بین درجه‌ی تبدیل و میزان پیشرفت برقرار است؟

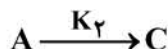
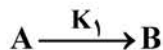
$$X = \frac{\xi n_{i0}}{v_i} \quad (۱)$$

$$X = -\frac{\xi n_{i0}}{v_i} \quad (۲)$$

$$X = \frac{\xi v_i}{n_{i0}} \quad (۳)$$

$$X = -\frac{\xi v_i}{n_{i0}} \quad (۴)$$

۱۲۱- در واکنش زیر، انرژی فعال سازی واکنش مسیر B از واکنش مسیر C بیشتر است و هر دو مسیر از یک مرتبه هستند. کدام یک از موارد زیر برای پیشینه کردن B درست است؟



(۱) باید تا جای ممکن دمای انجام واکنش و غلظت A را بالا نگهداشت.

(۲) باید تا جای ممکن دمای انجام واکنش را پایین و غلظت A را بالا نگهداشت.

(۳) باید تا جای ممکن دمای انجام واکنش را بالا نگهداشت و غلظت A بی تأثیر است.

(۴) باید تا جای ممکن دمای انجام واکنش را پایین نگهداشت و نوع راکتور مورد استفاده ثانویه باشد.

۱۲۲- واکنش $2A \rightarrow B$ در فاز گاز در درون یک راکتور مخزنی همزن دار پیوسته (Mixed) اتفاق می افتد. خوراک دارای

۸۰٪ واکنش دهنده A و باقی مانده ماده بی اثر است. اگر ثابت سرعت واکنش برابر با $\frac{L}{\text{mol} \cdot \text{min}}$ باشد، متوسط

زمان اقامت در این راکتور برای دستیابی به درصد تبدیل ۵۰، چند دقیقه است؟ (غلظت اولیه برابر $1 \frac{\text{mol}}{L}$ است).

(۱) ۱ (۲) ۲

(۳) ۰/۸ (۴) ۱/۶

۱۲۳- واکنش ابتدایی $A \rightarrow R$ در فاز گاز در دو راکتور لوله ای پیوسته (Plug) و مخزنی همزن دار پیوسته (Mixed) به صورت

جداگانه صورت می گیرد. اگر درصد تبدیل در دو راکتور یکسان و برابر ۸۰٪ و همچنین ثابت سرعت واکنش در دو راکتور

یکسان باشد، نسبت حجم راکتور Plug به Mixed کدام است؟

(۱) $\frac{1}{4} \ln 5$ (۲) $\frac{1}{2} \ln 2$

(۳) $\frac{2}{\ln 2}$ (۴) $\frac{4}{\ln 5}$

۱۲۴- واکنش درجه اول فاز مایع $A \xrightarrow{K_1} C + D$ با غلظت اولیه $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{L}$ در یک راکتور مخزنی همزن دار

پیوسته (Mixed) با نسبت برگشتی ۵ انجام می شود. اگر $\tau = \frac{V}{k}$ باشد، میزان درصد تبدیل کدام است؟

(۱) ۳۳٪ (۲) ۶۷٪

(۳) ۷۶٪ (۴) ۸۰٪

۱۲۵- برای واکنش $A \rightarrow P$ وقتی که غلظت A برابر با یک مولار است سرعت واکنش $0.1 \frac{\text{mol}}{L \cdot s}$ و وقتی که غلظت A

برابر با ۱۰ مولار باشد، سرعت واکنش $1 \frac{\text{mol}}{L \cdot s}$ است. در هر دو حالت دمای محیط واکنش $20^\circ C$ است. با این

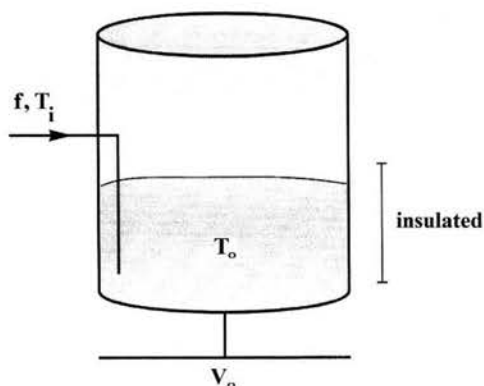
اطلاعات، سرعت این واکنش در $20^\circ C$ کدام است؟

(۱) $-r_A = 0.1 C_A$ (۲) $-r_A = 0.1 C_A$

(۳) $-r_A = 0.1 C_A^2$ (۴) $-r_A = 0.1 C_A^2$

ریاضیات (کاربردی، عددی):

۱۲۶- یک مخزن عایق‌بندی شده در ابتدا حاوی حجم V_0 از مایعی با دمای T_0 است. این مخزن با دبی حجمی ثابت f و دمای ورودی T_i در حال پر شدن است. تا زمان پر شدن مخزن، هیچ خروجی وجود ندارد و فرض می‌شود مخلوط در هر لحظه کاملاً همگن است. معادله دیفرانسیل حاکم بر دمای داخل مخزن $T(t)$ تا قبل از پر شدن آن، کدام است؟



$$\frac{dT}{dt} = \frac{ft}{V_0}(T_i - T) \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{f}{V_0}(T_i - T) \quad (2)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{f(T_i - T)}{V_0 + ft} \quad (3)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{fT_i}{V_0} + \frac{fT}{V_0 + ft} \quad (4)$$

۱۲۷- جواب خصوصی معادله دیفرانسیل زیر، کدام است؟

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 3y = 4x^2 + 3x$$

$$4x^2 + 3x + 1 \quad (2)$$

$$4x^2 + 3x \quad (1)$$

$$-\frac{4}{3}x^2 - \frac{17}{9}x - \frac{41}{27} \quad (4)$$

$$\frac{4}{3}x^2 - \frac{17}{9}x + \frac{1}{9} \quad (3)$$

۱۲۸- تابع دلتای دیراک یا ضربان ایده‌آل واحد و تبدیل لاپلاس آن، کدام است؟

$$\delta(t-a) = \begin{cases} \infty & , t=a \\ 0 & , t \neq a \end{cases} \quad L\{\delta(t-a)\} = e^{-as} \quad (1)$$

$$\delta(t-a) = \begin{cases} 1 & , t=a \\ 0 & , t \neq a \end{cases} \quad L\{\delta(t-a)\} = a \quad (2)$$

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & , t < 0 \\ 0 & , t \geq 0 \end{cases} \quad L\{\delta(t)\} = 1 \quad (3)$$

$$\delta(t) = \begin{cases} 1 & , t < 0 \\ 0 & , t \geq 0 \end{cases} \quad L\{\delta(t)\} = 0 \quad (4)$$

۱۲۹- یک لوله افقی بلند با شعاع R_0 و طول L وجود دارد. دمای دیواره داخلی لوله T_w است. یک سیال با سرعت u ، دمای ورودی T_0 ، دانسیته ثابت ρ ، گرمای ویژه ثابت C_p ، ضریب هدایت حرارتی ثابت k و ضریب انتقال حرارت h در لوله جریان دارد. کدام معادله دیفرانسیل، توزیع دمای سیال درون لوله را نشان می‌دهد؟

$$\frac{k}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{dT}{dr} \right) + u\rho C_p \frac{\partial T}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

$$-k \frac{d^2T}{dz^2} + u\rho C_p \frac{dT}{dz} = 0 \quad (1)$$

$$-k \frac{d^2T}{dz^2} + u\rho C_p \frac{dT}{dz} + \frac{r h (T - T_w)}{R_0} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{k}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{dT}{dr} \right) + \frac{r h (T - T_w)}{R_0} = 0 \quad (3)$$

۱۳۰- برای معادله دیفرانسیل زیر، مقدار $u(\infty, x)$ کدام است؟

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

$$u(0, x) = f(x)$$

$$\frac{\partial u(t, 0)}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial u(t, L)}{\partial x} = 0$$

$$u(\infty, x) = \frac{1}{L} \int_0^L f(x) dx \quad (۲)$$

$$u(\infty, x) = 0 \quad (۴)$$

$$u(\infty, x) = \frac{1}{L} \int_0^\infty f(x) dx \quad (۱)$$

$$u(\infty, x) = \infty \quad (۳)$$

۱۳۱- اگر تابع $f(x) = \begin{cases} -x & -3 < x < -1 \\ x^2 + 1 & -1 < x < 2 \end{cases}$ باشد، مقدار تابع در $x = -1$ کدام است؟

$$-1 \quad (۱)$$

$$1 \quad (۲)$$

$$\frac{3}{2} \quad (۳)$$

$$2 \quad (۴)$$

۱۳۲- اگر تبدیل فوریه تابع $f(x) = e^{-a|x|}$ برابر $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{2a}{a^2 + \omega^2}$ باشد، تبدیل فوریه تابع $g(x) = \frac{1}{a^2 + x^2}$ کدام است؟

$$\frac{\sqrt{2\pi}}{2a} e^{-a|\omega|} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-a|\omega|} \quad (۲)$$

$$\sqrt{2\pi} e^{-a|\omega|} \quad (۳)$$

$$\frac{2a}{\sqrt{2\pi}} e^{-a|\omega|} \quad (۴)$$

۱۳۳- جواب عمومی معادله $y'' + (2y - 1)y' = 2y$ کدام است؟

$$(y - Cx^{-2x})(y + x - C) = 0 \quad (۱)$$

$$(y - C e^{-2x})(y - x + C) = 0 \quad (۲)$$

$$(y + x + C)(y + Cx) = 0 \quad (۳)$$

$$(y + C \ln x)(y - Cx) = 0 \quad (۴)$$

۱۳۴- معادله انتقال حرارت یک بعدی در یک میله با طول محدود، به صورت زیر داده شده است. با استفاده از روش تفکیک متغیرها، جواب نهایی معادله کدام است؟

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad 0 < x < L, \quad t > 0$$

شرایط مرزی و اولیه:

$$T(0, t) = 0, \quad T(L, t) = 0$$

$$T(x, 0) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$$

$$T(x, t) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e^{-\alpha\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t} \quad (2) \qquad T(x, t) = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e^{-\alpha\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t} \quad (1)$$

$$T(x, t) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) e^{-\alpha\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t} \quad (4) \qquad T(x, t) = \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) e^{-\alpha\left(\frac{\pi}{L}\right)^2 t} \quad (3)$$

۱۳۵- به روش تفاضلات محدود مرکزی با فرض گام $\Delta x = 0.5$ ، مقدار $y(0.5)$ کدام است؟

$$y'' = -2$$

$$y(0) = 0$$

$$y(1) = 1$$

$$0.75 \quad (1)$$

$$0.25 \quad (3)$$

$$0.5 \quad (2)$$

$$0.2 \quad (4)$$

۱۳۶- در چه صورتی چند جمله‌ای درون‌یاب تابع f در نقطه تمایز $x_0, x_1, \dots, x_n$ خود تابع f است؟

(۱) f یک تابع کران‌دار باشد. (۲) f یک چند جمله‌ای باشد.

(۳) f یک چند جمله‌ای حداکثر از درجه n باشد. (۴) f یک چند جمله‌ای حداکثر از درجه $n+1$ باشد.

۱۳۷- درجه و مرتبه معادله دیفرانسیل داده شده، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^{1/5} = \left(\frac{x \cos x}{x^2 + \sqrt{\sin x}}\right)^3$$

$$1 \text{ و } 1/5 \quad (2)$$

$$1/5 \text{ و } 1 \quad (3)$$

$$1 \text{ و } 3 \quad (4)$$

۱۳۸- با استفاده از روش درون‌یابی خطی، مقدار $f(2/5)$ کدام است؟

x	۲	۳
f(x)	۴	۱۰

$$6 \quad (1)$$

$$7 \quad (2)$$

$$8/5 \quad (3)$$

$$12 \quad (4)$$

۱۳۹- در حل معادله $y' = y$ با شرط اولیه $y(0) = 2$ توسط روش اویلر با فرض گام $h = \frac{1}{4}$ ، بعد از برداشتن دو گام، مقدار

تقریبی $y(0.5)$ چقدر است؟

$$3.325 \quad (2)$$

$$2.25 \quad (1)$$

$$3.125 \quad (4)$$

$$2.42 \quad (3)$$

۱۴۰- در خصوص حل معادله جبری غیر خطی زیر به روش نیوتن - رافسون، کدام گزینه درست است؟

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

$$x_0 = 0$$

(۱) روش واگرا است و از پاسخ دور می‌شود. (۲) روش به یک پاسخ حقیقی همگرا می‌شود.

(۳) روش به یک پاسخ موهومی همگرا می‌شود. (۴) روش نوسان می‌کند و جواب نمی‌دهد.

۱۴۱- در رابطه با انتگرال گیری به وسیله روش‌های دوزنقه‌ای و نقطه میانی در یک فاصله به اندازه h ، کدام گزینه درست است؟

(۱) به ترتیب خطاهایی از مرتبه h^2 دارند ولی ضریب خطای روش دوزنقه‌ای کوچک‌تر است.

(۲) به ترتیب خطاهایی از مرتبه h^2 دارند ولی ضریب خطای روش نقطه میانی کوچک‌تر است.

(۳) به ترتیب خطاهایی از مرتبه h^2 و h دارند.

(۴) به ترتیب خطاهایی از مرتبه h و h^2 دارند.

۱۴۲- تقریب تابع e^x به کمک بسط تیلور مرتبه اول حول $x = 0$ از رابطه $e^x \approx 1 + x$ به دست می‌آید. اگر مقدار واقعی

$e^{0.1}$ برابر با 1.10517 باشد، درصد خطای نسبی این محاسبه با بسط تیلور چقدر است؟

(۱) 0.5

(۲) $1/1$

(۳) $4/8$

(۴) $5/2$

۱۴۳- برای تعیین تقریبی از ریشه معادله $f(x) = x + \cos x$ که در بازه $(-1, 0)$ قرار دارد و خطای مطلق آن کمتر از

0.01 است، چند تکرار از روش نصف کردن (تصنیف) باید انجام داد؟

(۱) ۹

(۲) ۷

(۳) ۸

(۴) ۱۰

۱۴۴- با استفاده از روش گاوس - سیدل، جواب دستگاه زیر بعد از یک بار تکرار، کدام است؟

$$4x_1 - x_2 = 8$$

$$-2x_1 + 5x_2 = 3$$

$$x_1 = x_2 = 0 \text{ حدس اولیه}$$

(۲) $x_1 = 0.5, x_2 = 1.4$

(۴) $x_1 = 2, x_2 = 0.6$

(۱) $x_1 = 1, x_2 = 1.5$

(۳) $x_1 = 2, x_2 = 1$

۱۴۵- با روش تفاضلات پیشرو، مقدار $f'(1)$ برای تابع $f(x) = \frac{x-1}{x+2}$ با فرض گام برابر 0.1 ، کدام است؟

(۱) $3/20$

(۲) $2/32$

(۳) $0/32$

(۴) -0.54