

صبح پنج شنبه

اگر دانشگاه اصلاح شود ملکت اصلاح می شود.
امام خمینی (ره)جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمون ورودی

دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل

سال ۱۳۸۴

مهندسی شیمی
(کد ۱۲۵۲)

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۷۵

مواد امتحانی رشته مهندسی شیمی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان تخصصی	۲۰	۱	۲۰
۲	انتقال حرارت ۱ و ۲	۲۰	۲۱	۴۰
۳	ترمودینامیک	۲۵	۴۱	۶۵
۴	مکانیک سیالات	۲۰	۶۶	۸۵
۵	کنترل فرآیندها	۲۰	۸۶	۱۰۵
۶	انتقال جرم و عملیات واحد ۱ و ۲	۳۰	۱۰۶	۱۳۵
۷	سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی	۲۰	۱۳۶	۱۵۵
۸	ریاضیات (کاربردی - عددی)	۲۰	۱۵۶	۱۷۵

اسفند ماه سال ۱۳۸۳

استفاده از ماشین حساب معرفی شده مجاز می باشد.

Read Passage I and complete the sentences.

Passage I:

Microbially enhanced oil recovery (MEOR) has several unique advantages that make it an economically attractive method to enhance oil recovery. MEOR processes do not consume large amounts of energy as do thermal recovery processes and MEOR processes do not depend on the price of crude oil as do many chemical recovery processes. Because microbial growth occurs at exponential rates, it should be possible to produce large amounts of useful products quickly from inexpensive and renewable resources. Economic analysis of two recent MEOR field trial show that in addition oil is produced for as little as three dollars per barrel [2, 7].

- 1- MEOR processes can be expanded _____.
 - 1) for all reservoirs
 - 2) if the price of oil increases slowly
 - 3) without considering the oil prices
 - 4) in accordance with thermal recovery process
- 2- Thermal recovery processes are _____.
 - 1) no longer attractive
 - 2) expected to develop more
 - 3) superior to microbial systems
 - 4) applied for enhanced oil recovery
- 3- Microorganisms _____.
 - 1) are the main tool in MEOR
 - 2) can be sold as the main product
 - 3) are abundant compared with chemicals
 - 4) produce considerable amount of energy

Read Passage II and answer the questions.

Passage II:

Chemical engineering design of new chemical plants and the expansion or revision of existing ones require the use of engineering principles and theories combined with a practical realisation of the limits imposed by industrial conditions. Development of a new plant or process from concept evaluation to profitable reality is often an enormously complex problem.

- 4- For the expansion of a chemical plant, we rely more on:
 - 1) facilities
 - 2) experience
 - 3) investments
 - 4) equipments
- 5- "Enormously complex problem" is a problem that is:
 - 1) not complex
 - 2) very complex
 - 3) hugely complex
 - 4) slightly complex
- 6- In the development of a new chemical plant, profitable reality:
 - 1) preceeds concept evaluation.
 - 2) preceeds complex problems.
 - 3) is preceeded by complex problems.
 - 4) is preceeded by concept evaluation.

Read Passage III and answer the questions or complete the sentences.

Passage III:

When the mixture is ignited, the products of combustion expand down the cylinder, which is fitted with a reciprocating piston. The downward movement of the piston is converted into a rotational movement of the crankshaft by means of a connecting rod. As the crankshaft rotates, the piston is driven upwards again, and the exhaust gases are expelled through the exhaust valve in the cylinder head. When the piston nears the top of this stroke, the inlet valve is opened and the exhaust valve closed. The piston then descends on the induction stroke, and draws a fresh charge into the cylinder. As the piston rises again on the compression stroke, the charge is compressed and ignited, and the cycle begins again. This is the four-stroke cycle which is in common use. An *alternative* cycle is the two-stroke cycle, which combines the exhaust and compression strokes into one.

- 7- What is the function of connecting rod?
 1) For downward movement of the piston.
 2) For rotational movement of the crankshaft.
 3) To descend the piston on the induction stroke.
 4) To convert the movement of the piston into a rotational movement.
- 8- A two-stroke cycle combines ----- strokes into one:
 1) two
 2) Exhaust and combustion strokes.
 3) Exhaust and induction strokes.
 4) Compression and induction strokes.
- 9- In which stroke both the inlet and exhaust valve are not open simultaneously?
 1) Exhaust
 2) Induction
 3) Compression
 4) None

Read Passage IV and complete the sentences.

Passage IV:

Answering Mexico's gas demand

International contractor partnership overcomes construction obstacles to build Mier-Monterrey line.

(A Staff Report)

Natural gas consumption in Mexico has increased dramatically in the past few years. Demand is being driven by new combined-cycle power generation plants, environmental regulations, and the privatization of domestic and industrial gas networks. Growing demand, in turn, has led to increased gas imports from the United States, from 400 MMcfd in 1999 to 800 MMcfd in 2002.

For years, Mexico was self-sufficient in natural gas. It could easily meet its needs with domestic production, and had surplus supply available for export. To take advantage of this situation, in the late 1970s and early 1980s the government constructed a 48-in., bi-directional pipeline that could export gas to the United States. For various reasons, including lack of investment in new fields, the line has not been used to export gas. Indeed, in recent years, Mexico has been facing a gas shortage.

To remedy the supply imbalance, the Mexican government has been pursuing several solutions. One involves amending its energy law so that private national and international capital can spur domestic exploration and production activities. Another solution is the promotion of the infrastructure needed to import natural gas.

An example of the latter is Kinder-Morgan's recently completed Mier-Monterrey natural gas pipeline, which links the Kinder Morgan system to the Pemex network in Monterrey, Mexico. The project involved installation of a 100-mi, 30-in natural gas line from Bob West, Texas, through Ciudad Mier, to Monterrey. It was completed in five and a half months, one month ahead of schedule.

- 10- To develop new fields -----
 1) the gas import need to be cut
 2) energy law needs to be changed
 3) a 48-in pipeline needs to be constructed
 4) considerable amount of capital is needed
- 11- Consumption of natural gas in Mexico has increased because of -----
 1) import regulations
 2) limited gas network
 3) high demand fro electricity
 4) required capital investments
- 12- Mexico ----- natural gas:
 1) imports
 2) exports
 3) is self sufficient in
 4) neither imports nor exports
- 13- The constructed 48-in gas pipeline was intended for -----
 1) import
 2) export
 3) industrial uses
 4) domestic use
- 14- Construction obstacles means -----
 1) bureaucratic problems
 2) construction hindrance
 3) construction expenses
 4) management disagreement

Read Passage V and complete the sentences.

Passage V:

Ammonia is one of the most important chemicals being manufactured in large tonnage today. Unlike sulphuric acid, its production is not linked to the Industrial Revolution, but to the population explosion which followed. At the beginning of the twentieth century, there was a need to increase food production, and a necessary solution in the densely populated industrial world was to increase the yield per acre by use of nitrogen-containing fertilizers. Although nitrogen is generally unreactive, Fritz Haber showed that thermodynamically the reaction of nitrogen with hydrogen was feasible. In 1911 he discovered that an iron catalyst would facilitate production and process development started. During the First World War, the manufacture of ammonia in Germany accelerated rapidly because it was a convenient home-based substance which could be converted to nitric acid, which was crucial to the production of explosives.

- 15- Population increased after -----.
- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) First World War | 2) Industrial Revolution |
| 3) large increase in food production | 4) development of ammonia synthesis |
- 16- Production of sulphuric acid expanded as a result of -----.
- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1) Industrial Revolution | 2) population explosion |
| 3) increase in ammonia production | 4) large increase in food production |
- 17- Yield per acre means -----.
- | | |
|---|--|
| 1) tonnage produced per unit area | |
| 2) production rate per square meter | |
| 3) the efficiency per unit of production | |
| 4) the amount of ammonia produced per ton of nitrogen | |
- 18- The development of Fritz Haber process is mainly related to -----.
- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1) World War I | 2) the Industrial Revolution |
| 3) the population growth | 4) the production of explosives |

Complete the following sentences:

- 19- Cryostat is related to -----.
- | | | | |
|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|
| 1) low velocity | 2) high velocity | 3) low temperatures | 4) high temperatures |
|-----------------|------------------|---------------------|----------------------|
- 20- Pyrometer is a device for measuring -----.
- | | | | |
|-------------|--------------|-------------|----------------|
| 1) velocity | 2) viscosity | 3) pressure | 4) temperature |
|-------------|--------------|-------------|----------------|

- ۲۱- در یک مبدل یک پوسته و دو گذر لوله دو آزمایش زیر انجام شده است:
- (الف) بخار اشباع 90°C با آب 10°C تبادل حرارت مطابق ضریب کلی انتقال حرارت U_1 انجام می‌دهید.
- (ب) همان مقدار آب 10°C با آب 90°C مطابق ضریب کلی انتقال حرارت U_2 گرم می‌شود. اگر ضرایب پوسته و لوله در حالت دوم با هم برابر باشند. کدام عبارت صحیح است؟ (مقاومت هدایتی جداره لوله ناچیز است).
- (۱) $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$
- (۲) $U_2 \approx \frac{U_1}{2}$
- (۳) $U_1 A = U_2 A$
- (۴) $NTU_1 = NTU_2$
- ۲۲- در کوره‌ای از طریق تابش و جابجایی، سیالی که داخل لوله است گرم می‌شود. در صورتی که دبی سیال داخل لوله‌ها اضافه شود، انتقال حرارت از طریق تابش:
- (۱) ثابت است.
- (۲) کاهش پیدا می‌کند.
- (۳) افزایش پیدا می‌کند.
- (۴) بستگی به ضریب انتقال حرارت جابجایی در بیرون لوله ممکن است کاهش یا افزایش پیدا کند.
- ۲۳- برف تازه بر زمین نشسته از نظر تابشی چگونه جسمی است؟
- (۱) تقریباً سیاه است.
- (۲) بازتابنده ایده‌آل است.
- (۳) فقط در ناحیه مرئی سیاه است.
- (۴) جذب حرارتی تشعشعی آن ناچیز است.
- ۲۴- یک کاسه آب را در یک شب کویری بدون ابر و باد روی صفحه عایقی گذاشته‌ایم. آب درون ظرف بدون آنکه دمای هوا کمتر از صفر باشد یخ زده است. دلیل این امر چیست؟
- (۱) تبخیر عامل یخ زدگی است.
- (۲) جابجایی آزاد دلیل یخ زدگی است.
- (۳) آبسان بدون ابر کویری، جسم سیاهی با دمای کمتر از صفر است.
- (۴) ظرف که سردتر از آب می‌شود، دمای آب را به زیر صفر می‌برد.
- ۲۵- در یک دودکش به بلندی H و دمای هوای محیط T_{∞} و دمای گاز داخل دودکش T میزان مکش طبیعی برابر ΔP است. کدام گزینه رابطه این سه پارامتر را بیان می‌کند؟
- (۱) $\Delta P \propto \frac{1}{T}, \frac{1}{H}$
- (۲) $\Delta P \propto H, \frac{1}{T}$
- (۳) $\Delta P \propto T, \frac{1}{H}$
- (۴) $\Delta P \propto H, (T - T_{\infty})$
- ۲۶- هوای محیط بر سیم داغی می‌وزد. با داشتن ولتاژ و شدت جریان در چه حالتی می‌توان سرعت وزش هوا بر سیم V_{∞} را محاسبه کرد؟
- (۱) همواره می‌توان
- (۲) تنها در حالت ولتاژ ثابت
- (۳) تنها در حالت دما ثابت
- (۴) رابطه‌ای وجود ندارد.
- ۲۷- در مورد عایق‌های لیفی (مثل پشم شیشه) نسبت $\phi = \frac{\text{حجم هوای به تله افتاده}}{\text{حجم هوا + حجم الیاف}}$ می‌تواند معرف کیفیت عایق باشد. به ازای چه مقدار ϕ عایق بهتری داریم؟
- (۱) هر چه ϕ بزرگتر باشد عایق مطلوبتر است.
- (۲) هر چه ϕ کمتر باشد عایق مطلوبتر است.
- (۳) برای عایق سرماسازی ϕ کوچک و برای عایق گرما ϕ بزرگ مطلوب است.
- (۴) مقدار ϕ تأثیری در مطلوبیت عایق ندارد.
- ۲۸- با توجه به مفهوم ضریب شکل هدایتی (shape factor) واحد آن را به دست آورید و بگوئید کدام گزینه در سیستم SI درست است؟
- (۱) m
- (۲) $\frac{1}{s}$
- (۳) m^2
- (۴) $\frac{s}{m^2}$

۲۹- یک میله فلزی به شعاع ۱۰ سانتیمتر و طول ۲۵ سانتیمتر مغروض است. این میله از هر طرف با فلاکس ثابت $\frac{W}{m^2}$ 500 حرارت داده

می‌شود. دمای محیط $20^\circ C$ و ضریب انتقال حرارت $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ 40 می‌باشد. دمای سطح خارجی این میله برابر است با:

(۱) $40^\circ C$

(۲) $35^\circ C$

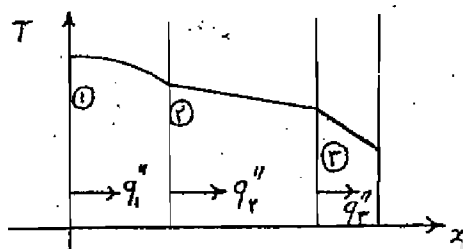
(۳) $30^\circ C$

(۴) $25^\circ C$

۳۰- دیواره‌ای به ضخامت L با هدایت حرارتی $k_o T^r$ (k_o عدد ثابت و T دما) در دست است. اگر دو طرف آن در دمای T_1 و T_2 باشند، میزان انتقال حرارت حالت پایا کدام است؟

(۱) $q = \frac{k_o(T_1^r - T_2^r)}{3L}$ (۲) $q = \frac{k_o(T_1^r + T_2^r)}{3L}$ (۳) $q = \frac{k_o(T_1^r - T_2^r)}{3L}$ (۴) $q = \frac{k_o(T_1 - T_2)^r}{3L}$

۳۱- در شکل زیر توزیع دمای پایا در یک دیواره مرکب که از سه ماده با ضرایب هدایت حرارتی و مساحت همسان تشکیل شده است دیده می‌شود کدام یک از جملات زیر q'' شار حرارتی در مرزها می‌باشد؟



(۱) $q_1'' < q_2'' < q_3''$

(۲) $q_1'' < q_2'' < q_3''$

(۳) $q_1'' < q_2''$, $q_2'' > q_3''$

(۴) $q_1'' < q_2''$, $q_2'' = q_3''$

۳۲- کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

(۱) مقدار حرارت و شار حرارتی هر دو کمیت اسکالر هستند

(۲) مقدار حرارت و شار حرارتی هر دو کمیت برداری هستند

(۳) مقدار حرارت یک کمیت برداری ولی شار حرارتی یک کمیت اسکالر است.

(۴) مقدار حرارت یک کمیت اسکالر ولی شار حرارتی یک کمیت برداری است.

۳۳- دوفین داغ مسی و شیشه‌ای کاملاً مشابه در معرض هوای سرد با دمای ثابت و ضریب انتقال حرارت یکسان قرار گرفته‌اند. گرادیان دما

در پایه فین $\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)$

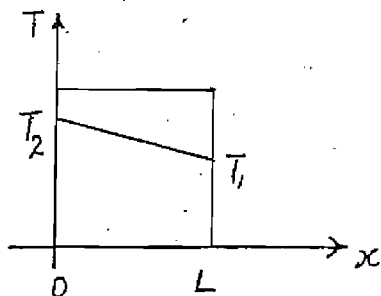
(۱) در فین مسی کمتر از شیشه است.

(۲) در فین مسی بیشتر از شیشه است.

(۳) گرادیان دما در هر دو برابر است.

(۴) بستگی به ضریب انتقال حرارت ممکن است در یکی کمتر یا بیشتر باشد.

۳۴- در شکل زیر گرادیان دما $\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)$ و شدت جریان حرارتی چقدر است؟



$$(T_1 = 400 \text{ K}, T_2 = 600 \text{ K}, k = 100 \frac{\text{W}}{\text{m K}}, L = 10 \text{ cm})$$

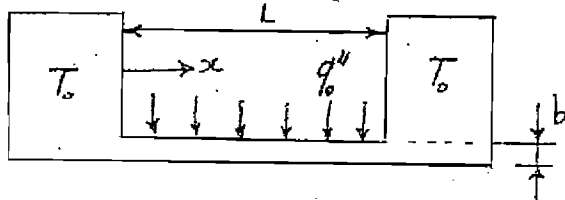
$$\frac{dT}{dx} = -1000 \frac{\text{K}}{\text{m}}, q_x'' = 200 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2} \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dx} = -2000 \frac{\text{K}}{\text{m}}, q_x'' = 200 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2} \quad (2)$$

$$\frac{dT}{dx} = 2000 \frac{\text{K}}{\text{m}}, q_x'' = -200 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2} \quad (3)$$

$$\frac{dT}{dx} = 1000 \frac{\text{K}}{\text{m}}, q_x'' = 100 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2} \quad (4)$$

۳۵- صفحه نازکی به طول L با ضخامت b و عرض W ($W \gg L$) به دو چاه حرارتی با دمای ثابت T_0 وصل است. سطح پائین عایق کاری شده و شدت جریان خالص حرارتی q''_0 روی سطح بالایی می‌تابد. معادله دیفرانسیل و شرایط مرزی لازم را بنویسید.



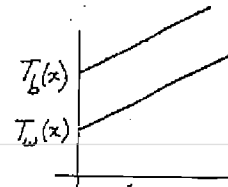
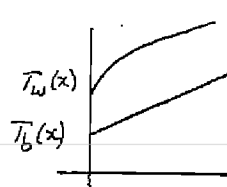
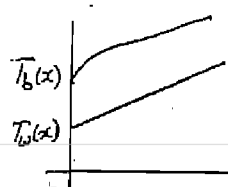
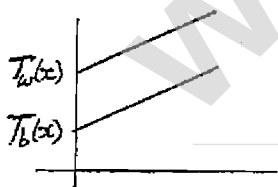
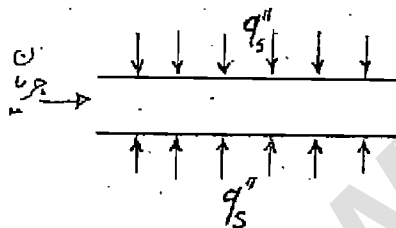
$$T(0) = T(L) = T_0, \quad \frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{q''_0}{kb} = 0 \quad (1)$$

$$-k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=0} = -k \frac{dT}{dx} \Big|_{x=L}, \quad \frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{q''_0}{kb} = 0 \quad (2)$$

$$T(0) = T(L) = T_0, \quad \frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{q''_0}{kb} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dT(0)}{dx} = \frac{dT(L)}{dx}, \quad \frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{q''_0}{kb} = 0 \quad (4)$$

۳۶- سیالی مطابق شکل بین دو دیواره با شار حرارتی ثابت گرما دریافت می‌کند. تغییرات دمای دیوار $T_w(x)$ و دمای متوسط سیال $T_b(x)$ شبیه کدام یک از پاسخ‌های زیر خواهد بود؟



(۴)

(۳)

(۲)

(۱)

۳۷- گازی با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از روی صفحه تختی با دمای ثابت ۶۰ درجه سانتیگراد به صورت آرام حرکت می‌کند. شیب دمایی در

صفحه $\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)$ در جهت عمود بر صفحه:

(۱) در ابتدای صفحه کمتر از وسط صفحه می‌باشد.

(۲) در ابتدای صفحه بیشتر از وسط صفحه می‌باشد.

(۳) بستگی به ضریب انتقال حرارت ممکن است بیشتر یا کمتر باشد.

(۴) شیب دمایی در ابتدای صفحه برابر با شیب دمایی در وسط صفحه است.

- ۳۸- صفحه‌ای شار ثابت حرارتی دریافت می‌کند. سیالی از روی صفحه به صورت آرام و پایا جریان دارد. اختلاف دما بین صفحه و سیال چگونه است؟
- (۱) در ابتدای صفحه بیشتر از وسط صفحه است.
 - (۲) اختلاف دما در سراسر صفحه ثابت است.
 - (۳) در ابتدای صفحه کمتر از وسط صفحه است.
 - (۴) اختلاف دما بستگی به ضریب انتقال حرارت ممکن است در ابتدای صفحه بیشتر یا کمتر باشد.
- ۳۹- یک لوله به قطر داخلی ۱۰ سانتیمتر با پشم شیشه عایق بندی شده است. در صورتی که قطر بیرونی ۲۰ سانتیمتر باشد و ضریب کلی انتقال حرارت بر اساس سطح داخلی U_i و بر اساس سطح خارجی U_o باشد در این لوله:
- (۱) U_o نصف U_i می‌باشد.
 - (۲) U_o دو برابر U_i می‌باشد.
 - (۳) U_o یک چهارم U_i می‌باشد.
 - (۴) U_o برابر U_i می‌باشد.
- ۴۰- دو لوله مشابه یکی صیقلی و دیگری زیر مفروض است. سیالی با عدد رینولدز ۱۲۰۰۰ در هر یک از این دو لوله جریان دارد. گرادیان دما در روی سطح لوله $\left(\frac{\partial T}{\partial r}\right)_w$ در شرط مرزی دما ثابت چگونه است؟
- (۱) در دو لوله برابر است.
 - (۲) در لوله زیر کمتر از لوله صیقلی است.
 - (۳) در لوله زیر بیشتر از لوله صیقلی است.
 - (۴) بسته به سایر خواص مایع ممکن است بیشتر یا کمتر باشد.

آب مایع در دمای 25°C تحت فشار 10 atm قرار دارد. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) اکتیویته آن تقریباً برابر با یک است.
(۲) فوگاسیته آن حدود 10 atm است.
(۳) ضریب فوگاسیته آن حدود 0.9 است.
(۴) ضریب اکتیویته آن حدود 0.9 است.

۴۲- در صورتی که در یک مخلوط دو جزئی $\frac{G^E}{RT} = Bx_1x_2$ باشد و در دمای 150°C ضریب فعالیت رقت بینهایت جزء ۱ (γ_1^{∞}) برابر 2.7183 باشد و فشار بخار اجزاء ۱ و ۲ در این دما به ترتیب 300 KPa و 100 KPa باشند. بیشترین فشاری که در آن این مخلوط می تواند به حالت دو فازی (مایع - بخار) وجود داشته باشد با فرض اینکه در این مخلوط جزء مولی (کلی) جزء ۱ برابر 0.3 باشد چیست؟
(۱) 160 KPa (۲) 125.4 KPa (۳) 223.5 KPa (۴) 240.2 KPa

۴۳- واکنش برگشت پذیر $A \rightleftharpoons B + 2C$ در فاز گاز در یک سیستم بسته با حجم ثابت و بدون عایق کاری مورد مطالعه قرار می گیرد. واکنش گرمازا است. مخلوط گاز ابتدا در دمای تعادلی T_1 قرار دارد. سپس دمای مخلوط به T_2 ($T_2 > T_1$) افزایش داده می شود. کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

- (۱) جرم کل مواد در ظرف بسته ثابت است و لذا افزایش دما باعث افزایش فشار می شود.
(۲) چون واکنش گرمازا است، افزایش دما باعث کاهش پیشرفت واکنش می شود و لذا فشار کاهش می یابد.
(۳) چون واکنش گرمازا است، افزایش دما باعث افزایش کسر تبدیل A می شود و لذا فشار زیاد می شود.
(۴) چون افزایش دما در ظرف بسته مستلزم افزایش فشار است لذا کسر تبدیل A افزایش می یابد.

۴۴- مهم ترین ویژگی سیال عامل (Working Fluid) در سیکل تبرید تراکمی بخار می باشد.

- (۱) بالا بودن فشار بخار آن
(۲) بالا بودن ظرفیت حرارتی آن

(۳) مثبت بودن ضریب ژول - تامسون آن
(۴) سازگاری با لایه ازن و غیر سمی بودن آن

۴۵- با صرف نظر کردن از ضریب تصحیح Poynting، فوگاسیته تقریبی آب مایع در تعادل با هوا در فشار 2 bar و دمای 100°C را محاسبه نمایید.

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۲

۴۶- برای یک مخلوط دو جزئی متشکل از سازنده های A و B، ضریب فوگاسیته اجزای A و B در فاز مایع و بخار به شرح زیر است:

$$\hat{\phi}_A^L = 0.4, \quad \hat{\phi}_A^V = 0.5, \quad \hat{\phi}_B^L = 0.8, \quad \hat{\phi}_B^V = \frac{2}{3}$$

در صورتی که ترکیب کلی مخلوط $Z_B = 0.6$ و $Z_A = 0.4$ باشد کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) مخلوط در نقطه جوش است.
(۲) مخلوط در نقطه شبنم است.
(۳) مخلوط به صورت دو فازی است ولی در دو نقطه جوش و شبنم نیست.
(۴) مخلوط به صورت فاز بخار است.

۴۷- 1 kg مخلوط آب و اتانول در فشار 1 atm در نقطه آزنوتروپ قرار دارد. کدام گزینه در این شرایط صحیح است؟

- (۱) حجم کل مخلوط مقدار مشخصی می باشد.
(۲) کلیه خواص شدتی و کمی سیستم مشخص می باشد.
(۳) اطلاعات کافی جهت تعیین خواص شدتی و کمی سیستم در اختیار نمی باشد.
(۴) جرم فاز مایع و فاز بخار در حال تعادل می تواند مقادیر مختلفی داشته باشد.

۴۸- برای معادله حالتی به شکل $P = \frac{RT}{V-b}$ کدام رابطه بیانگر فوگاسیته مخلوط گازی خواهد بود؟

$$\frac{P}{P^{\text{sat}}} \sum b_i y_i \quad (۴) \quad \frac{P}{e^{RT}} \sum b_i y_i \quad (۳) \quad \frac{bP}{e^{RT}} \quad (۲) \quad \frac{bP}{P^{\text{sat}}} \quad (۱)$$

۴۹- یک مخلوط دو جزئی در تعادل VLE قرار دارد. با توجه به داده های زیر مطلوبست ثابت هنری (بر حسب بار) و کسر مولی جزء ۱ در فاز مایع:

$$P^{\text{sat}} = 0.02\text{ bar}, \quad P = 10\text{ bar}, \quad y_1 = 0.9982$$

قانون رانولت برای جزء ۲ صادق است.

- (۱) 0.998 و 0.1 (۲) 0.998 و 0.001 (۳) 0.998 و 0.001 (۴) 0.998 و 0.1

۵۰- تغییر انتروپی ناشی از اختلاط برای گاز ایده آل در کدام یک از موارد زیر بزرگ‌تر می‌باشد؟ (درصدها مولی می‌باشد).

- (۱) تشکیل یک مخلوط ۷۵ - ۲۵ از دو گاز خالص
(۲) تشکیل مخلوط ۵۰ - ۵۰ از دو گاز خالص
(۳) تشکیل یک مخلوط ۸۰ - ۲۰ از دو گاز خالص
(۴) برای هر سه گزینه یکسان است.

۵۱- معادلات ون لار برای محاسبه ضرایب اکتیویته برای یک مخلوط مایع دو جزئی عبارتند از:

$$\ln \gamma_1 = \frac{A}{\left(1 + \frac{Ax_1}{Bx_2}\right)^2}, \quad \ln \gamma_2 = \frac{B}{\left(1 + \frac{Bx_2}{Ax_1}\right)^2}, \quad A = 1.7416, \quad B = 1.8044$$

در دمای ثابت T، فشارهای بخار اجزاء خالص عبارتند از:

$$P_1^{sat} = 181.5 \text{ mmHg}, \quad P_2^{sat} = 119.6 \text{ mmHg}$$

(۱) این سیستم آزنوتروپ ندارد.

(۲) این سیستم دارای آزنوتروپ با فشار مینیمم است.

(۳) این سیستم دارای آزنوتروپ با فشار ماکزیمم است.

(۴) این سیستم دارای آزنوتروپ با دمای ماکزیمم است.

۵۲- درون مخزن عایقی گاز کاملی در فشار ۲۰ اتمسفر و دمای ۲۵°C وجود دارد. شیر متصل به آن مخزن را باز می‌کنیم تا آن گاز تخلیه شود. دمای گاز درون مخزن در لحظه‌ای که فشار داخل مخزن به ۶ اتمسفر می‌رسد تقریباً چند درجه کلوین است؟ (می‌دانیم که

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1.3$$

- (۱) ۲۲۶ (۲) ۲۷۵ (۳) ۲۹۲ (۴) ۲۹۸

۵۳- درون مخزنی عایق مقداری آب در حالت تأخیر در انجماد به سر می‌برد. اگر یک کریستال کوچک یخ به آن اضافه کنیم آنگاه:

(۱) همیشه همه آب یخ می‌زند.

(۲) لزوماً همه آب یخ نمی‌زند.

(۳) تغییر مهمی در سیستم به وجود نمی‌آید.

(۴) کریستال کوچک هم ذوب شده و به حالت تأخیر در انجماد در خواهد آمد.

۵۴- یک جسم فلزی به جرم دو کیلوگرم و گرمای ویژه $\frac{\text{KJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$ ۳ و دمای ۳۰۰°C در هوای آزاد به دمای ۲۵°C کاملاً سرد می‌شود.

تغییر خالص انتروپی این تحول بر حسب $\frac{\text{KJ}}{^\circ\text{K}}$ چیست؟

- (۱) ۵۵۳۴ (۲) ۳۹۲۱ (۳) ۲۵۷۲ (۴) ۱۶۱۳

۵۵- درون مخزنی کاملاً صلب و غیر عایق یک مایع (تک فاز) فرضی داریم که ضریب انبساط حجمی آن $\beta = 5/5 \times 10^{-3} (^\circ\text{C})^{-1}$ و ضریب

تراکم ایزوترمال آن $K = 2/75 \times 10^{-4} (\text{atm})^{-1}$ بوده و در حالت اولیه ده درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر به سر می‌برد. این

مخزن صلب را به درون محیطی به دمای ۲۵°C منتقل می‌کنیم فشار نهائی درون مخزن چند اتمسفر است؟

- (۱) ۴ (۲) ۸۵ (۳) ۲۴۲ (۴) ۳۰۱

۵۶- ۱ مول گاز آرمانی (کامل) به طور آدیاباتیک و برگشت پذیر از دمای ۳۴۰ K و فشار ۵۰۰ KPa به دو برابر حجم اولیه اش انبساط می‌یابد. در صورتی که برای این گاز $C_P = 23/44 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ و $C_V = 25/12$ باشد، کار انجام شده در این تحول برابر خواهد بود با:

- (۱) ۱۲۰۰ J (۲) ۱۷۵۱ J (۳) ۲۱۲۰ J (۴) ۳۰۰۰ J

۵۷- یک تانک عایق به مدت نیم ساعت با همزنی به توان ۲۰ watt که درون تانک قرار دارد، همزده می‌شود. اگر $C_V = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$ باشد، و

دمای اولیه گاز درون تانک $T_1 = 200 \text{ K}$ باشد، مطلوبست دمای نهائی تانک. (جرم گاز درون تانک ۱ kg می‌باشد).

- (۱) ۳۶۰ K (۲) ۲۰۰ K (۳) ۲۳۶ K (۴) ۱۶۴ K

۵۸- گاز هلیوم در یک کمپرسور آدیاباتیک از حالت اولیه ۱۴ PSIA و ۵۰°F به دمای نهائی ۳۲۰°F به طور برگشت پذیر فشرده می‌شود.

مطلوب است تعیین فشار خروجی گاز هلیوم. ($k = \frac{C_P}{C_V} = 1.667$)

- (۱) $P_2 = 40.5 \text{ PSIA}$ (۲) $P_2 = 44.0 \text{ PSIA}$ (۳) $P_2 = 47.5 \text{ PSIA}$ (۴) $P_2 = 49.5 \text{ PSIA}$

۵۹- یک فنر غیرخطی دارای رابطه نیروی جابجایی به شکل $F = k_{ns}(x - x_0)^n$ است. اگر انتهای فنر از حالت آزاد به x_1 برسد رابطه کار انجام شده را تعیین کنید.

$$(1) \quad W = k_{ns}(x_1 - x_0)^n \quad (2) \quad W = \frac{k_{ns}}{n}(x_1 - x_0)^n \quad (3) \quad W = \frac{k_{ns}}{n+1}(x_1 - x_0)^{n+1} \quad (4) \quad \text{هیچکدام}$$

۶۰- مخزنی حاوی ۴۰ kg سیال با ظرفیت گرمایی ویژه $C = 2/5 \frac{kJ}{kg \cdot K}$ می باشد که در داخل آن یک بهم زن الکتریکی تعبیه شده است.

۱ kJ 5090 کار توسط بهم زن به سیال داده می شود چنانچه اتلاف گرما از مخزن 1500 kJ باشد:

(۱) در دمای سیال تغییر ایجاد نمی شود. (۲) سیال به اندازه 18 K خنک می شود.

(۳) دمای سیال به اندازه $36^\circ C$ افزایش می یابد. (۴) انرژی داخلی سیال به اندازه $89/75 \frac{kJ}{kg}$ کاهش می یابد.

۶۱- برای یک گاز ساده معین رابطه $\left(\frac{\partial h}{\partial p}\right) = -aT^2$ برقرار است که در آن a مقداری ثابت می باشد. ضریب ژول - تامسون

$$\mu_{J-T} = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_h \quad (\text{Joule-Thomson}) \quad \text{برای این گاز توسط کدام یک از روابط زیر به دست می آید؟}$$

$$(1) \quad \mu_{J-T} = \frac{aT^2}{C_p} \quad (2) \quad \mu_{J-T} = -aC_pT^2 \quad (3) \quad \mu_{J-T} = 2aC_pT \quad (4) \quad \mu_{J-T} = -\frac{2aT}{C_p}$$

۶۲- در کدام یک از فرآیندهای زیر میزان تولید انترپی (Entropy Generation) مثبت است؟

(۱) عبور سیال از یک شیر فشار شکن آدیاباتیکی (۲) انبساط آدیاباتیکی برگشتناپذیر توسط توربین

(۳) فشرده شدن آدیاباتیکی برگشتناپذیر توسط کمپرسور (۴) هر سه مورد صحیح است.

۶۳- در صورتی که در دمای ثابت $500^\circ C$ فشار یک مول گاز واقعی ۳ برابر شود حجم آن $\frac{1}{3}$ کاهش می یابد $\left(V_2 = \frac{1}{3}V_1\right)$ ضریب دوم

ویریال این گاز در دمای $500^\circ C$ عبارتست از (V_1) حجم گاز در شرایط اولیه و V_2 حجم گاز در شرایط ثانویه است.

$$(1) \quad 2V_1 \quad (2) \quad \frac{V_1}{2} \quad (3) \quad 2V_1 \quad (4) \quad \frac{V_1}{3}$$

۶۴- طی یک فرآیند برگشت پذیر و فشار ثابت برای یک سیستم بسته، کدام یک از روابط زیر ضحیح است؟

$$(1) \quad Q = \Delta H \quad (2) \quad W = P\Delta V \quad (3) \quad Q = \Delta U + P\Delta V \quad (4) \quad \text{هر سه مورد صحیح است.}$$

۶۵- جریانی از مایع خالص ۱ با شدت $4 \frac{mol}{s}$ و با انتالپی $2200 \frac{J}{mol}$ با جریانی از مایع خالص ۲ با انتالپی $4200 \frac{J}{mol}$ در یک مخلوط

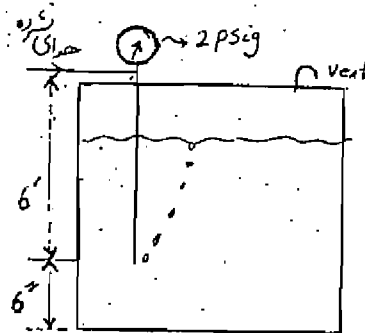
کننده و طی یک فرآیند پایا (پایدار) کاملاً مخلوط می شود و در نتیجه جریانی که دارای انتالپی $6340 \frac{J}{mol}$ است خارج می شود.

مخلوط کننده مجهز به یک همزن باتوان $5 kW$ و یک گرمکن برقی با توان $20 kW$ است. شدت جریان مایع خالص ۲ عبارتست از:

$$(1) \quad 6 \frac{mol}{s} \quad (2) \quad 8 \frac{mol}{s} \quad (3) \quad 9 \frac{mol}{s} \quad (4) \quad 12 \frac{mol}{s}$$

۶۶- در شکل مقابل، هوای فشرده با دبی خیلی کم وارد تانک می‌شود، ارتفاع مایع داخل تانک چقدر است؟ (دانشیه $\frac{1 \text{ lb}_m}{\text{ft}^3}$ ؛ دانسیته

$$\text{هوا } \frac{1 \text{ lb}_m}{\text{ft}^3} (0.08)$$



- (۱) ۲٫۵
(۲) ۳٫۳
(۳) ۴٫۸
(۴) ۵٫۳

۶۷- توزیع سرعت یک سیال نیوتنی در داخل لوله‌ای با قطر ۱۰ cm به صورت $V = 2(1 - 3r^2)^{\frac{1}{2}}$ می‌باشد. اگر ویسکوزیته سیال ۳ cp و طول لوله ۱۰۰ متر باشد، نیروی وارد شده از طرف سیال به جداره لوله در جهت حرکت چقدر نیوتن می‌باشد؟

- (۱) ۵۱۱ (۲) ۲۳ (۳) ۲۳ (۴) ۲۳

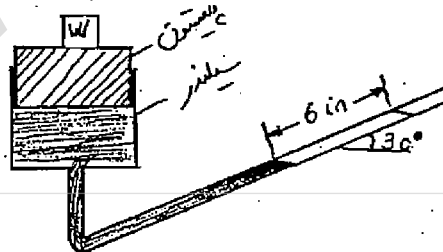
۶۸- آب با سرعت $\frac{m}{s}$ و فشار ۲ atm به یک اتصال با قطر ورودی ۴ cm وارد می‌شود. اگر قطر خروجی اتصال ۲ cm باشد، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

- (۱) سرعت آب به هنگام خروج $\frac{m}{s}$ و فشار آن کمتر از ۲ atm است.
(۲) سرعت آب به هنگام خروج $\frac{m}{s}$ و فشار آن بیشتر از ۲ atm است.
(۳) سرعت آب به هنگام خروج $\frac{m}{s}$ و فشار آن کمتر از ۲ atm است.
(۴) سرعت آب به هنگام خروج $\frac{m}{s}$ و فشار آن ۲ atm است.

۶۹- پیستون به قطر ۶ in داخل سیلندر متصل به لوله شیب‌دار به قطر $\frac{1}{2}$ in قرار دارد. سیال داخل سیلندر و لوله روغن

است، زمانی که وزنه به وزن W روی پیستون قرار می‌گیرد، روغن در طول لوله ۶ in بالا می‌رود W چقدر است؟ $\left(\gamma = 59 \frac{\text{lb}_f}{\text{ft}^3} \right)$

(قطر سیلندر را ۶ in در نظر بگیرید.)



- (۱) ۲٫۹۰ lb_f
(۲) ۵٫۷۹ lb_f
(۳) ۲٫۹۴ lb_f
(۴) ۵٫۸۳ lb_f

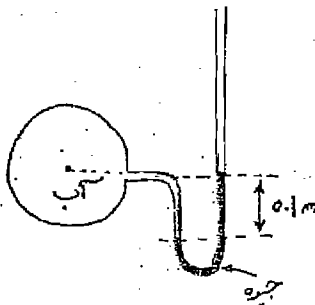
۷۰- یک جت آب با سرعت $\frac{m}{s}$ از دهانه یک نازل به قطر ۵۰ mm به صورت افقی خارج و به یک صفحه عمودی که در مقابل آن قرار

دارد برخورد می‌کند. نیروی وارده بر صفحه عمودی چقدر نیوتن است؟

- (۱) ۱۳۵۴ (۲) ۵۲۵۴ (۳) ۷۸۰ (۴) ۱۲۵۰

۷۱- آب در داخل یک لوله به قطر ۰٫۵ متر مطابق شکل قرار دارد. نیروی وارده بر نیمه بالایی لوله بر واحد طول چند کیلو نیوتن است؟

$$\left(S_{Hg} = 13.6, g = 10 \frac{m}{s^2} \right)$$



$$0.8675 \quad (1)$$

$$8.675 \quad (2)$$

$$86.75 \quad (3)$$

$$867.5 \quad (4)$$

۷۲- ویسکوزیته سیال $P_a \cdot S$ ۰٫۰۴۸ می‌باشد. اگر در نقطه A که ۷۵ میلی‌متر از دیواره فاصله دارد سرعت $\frac{m}{s}$ ۱٫۱۲۵ اندازه گرفته شده

باشد، با فرض توزیع سرعت خطی در نزدیکی دیواره، تنش برشی $\left(\frac{N}{m^2} \right)$ در نقطه B که ۵۰ میلی‌متر از دیواره فاصله دارد چقدر

خواهد بود؟

$$15 \quad (4)$$

$$0.72 \quad (3)$$

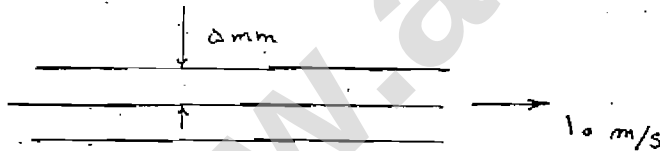
$$0.048 \quad (2)$$

$$0.032 \quad (1)$$

۷۳- چنانچه در جریان یک سیال تراکم ناپذیر داخل لوله موادی اضافه شود که باعث دو برابر شدن گرادیان سرعت در نزدیکی دیواره و کاهش ویسکوزیته به اندازه $\frac{1}{4}$ مقدار اولیه شود، گرادیان فشار مورد نیاز جهت حرکت سیال چه تغییری خواهد کرد؟

(۱) تغییری نمی‌کند. (۲) $\frac{1}{4}$ نصف می‌شود. (۳) دو برابر می‌شود. (۴) $\frac{1}{4}$ مقدار اولیه می‌شود.

۷۴- در شکل مقابل صفحه میانی با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در حرکت است و صفحات بالایی و پائینی ثابت هستند. اگر ویسکوزیته سیالی که بین دو صفحه ثابت قرار دارد $5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ باشد، تنش برشی وارد بر صفحه متحرک چقدر است؟



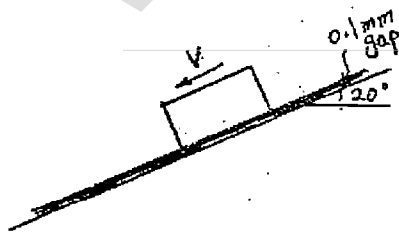
$$5 \frac{N}{m^2} \quad (1)$$

$$10 \frac{N}{m^2} \quad (2)$$

$$15 \frac{N}{m^2} \quad (3)$$

$$20 \frac{N}{m^2} \quad (4)$$

۷۵- قطعه ۱۰ کیلوگرمی روی سطح شیب‌دار که با افق زاویه 20° می‌سازد می‌لغزد. سرعت حد قطعه را محاسبه کنید اگر فاصله ۰٫۱ mm بین قطعه و سطح شیب‌دار از روغن با ویسکوزیته $0.38 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ پر شده باشد. سطح تماس قطعه با روغن 0.2 m^2 است.



$$0.044 \frac{m}{s} \quad (1)$$

$$0.009 \frac{m}{s} \quad (2)$$

$$0.22 \frac{m}{s} \quad (3)$$

$$0.005 \frac{m}{s} \quad (4)$$

۷۶- مایعی که فشار بخار آن 70 kPa و چگالی آن $950 \frac{kg}{m^3}$ است در مخزن در بازی (با فشار اتمسفریک) قرار دارد. برای تخلیه این مخزن، تلمبه را حداکثر چند متر بالاتر از آن می‌توان قرار داد؟

$$10.87 \text{ m} \quad (4)$$

$$6.12 \text{ m} \quad (3)$$

$$7.51 \text{ m} \quad (2)$$

$$2.36 \text{ m} \quad (1)$$

۷۷- آب با دانسیته $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۰۰ از یک لوله که رو به بالا قرار دارد به سمت خارج و با سرعت $\frac{m}{s}$ ۲۰ فوران می‌کند. اگر از افت انرژی

هنگام خروج صرف‌نظر شود آب تا چند متر بالا خواهد رفت؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$

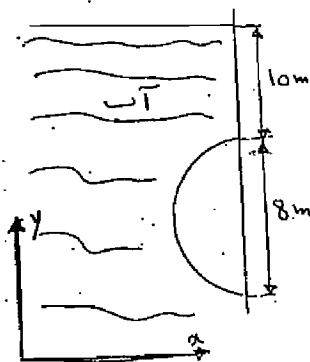
- (۱) ۱ (۲) ۱۴/۱۴ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

۷۸- آب با سرعت ۳ متر بر ثانیه در یک لوله صاف به قطر ۲۰ سانتی‌متر جریان پیدا می‌کند. سزعت هوا را در شرایط استاندارد در یک لوله صاف به قطر ۱۰ سانتی‌متر محاسبه کنید به نحوی که تشابه دینامیکی در دو سیستم برقرار شود. ویسکوزیته سینماتیک هوا و آب را به ترتیب 1×10^{-6} و $1/51 \times 10^{-5}$ متر مربع بر ثانیه در نظر بگیرید:

- (۱) $10.5 \frac{m}{s}$ (۲) $12 \frac{m}{s}$

- (۳) $90.6 \frac{m}{s}$ (۴) در هیچ شرایطی تشابه برقرار نمی‌باشد.

۷۹- نیروی عمودی وارد بر سطح نیمکره زیر چه مقدار است؟ $\left(F_y = ?, \rho = 1000 \frac{kg}{m^3}\right)$



(۱) $F_y = 1/31 \times 10^6 N$

(۲) $F_y = 2/62 \times 10^6 N$

(۳) $F_y = 4/3 \times 10^6 N$

(۴) هیچکدام

۸۰- اگر آب در رودخانه‌ای با سرعت v جریان داشته باشد، فشار آب وارد بر پایه پلی در مسیر این جریان چقدر است؟

(۱) $p = \rho gh$ (۲) $p = \frac{1}{2} \rho v^2$ (۳) $p = p_0 + \rho gh$ (۴) $p = p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2$

۸۱- عدد رینولدز چه مفهوم فیزیکی دارد؟

(۱) تعیین کننده افت فشار است.

(۲) بستگی به شکل هندسی دارد.

(۳) مشخص کننده نوع جریان است.

(۴) نسبت نیروی اینرسی به نیروی ویسکوز

۸۲- آب با سرعت $\frac{m}{s}$ ۱۰ از روی گره‌ای با قطر ۲ mm عبور می‌نماید. اگر ویسکوزیته آب $\mu = 1 \text{ cp}$ در نظر گرفته شود و ضریب کشش در

فاصله عدد رینولدز ۵۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰ مقدار ثابت ۰/۴۴ باشد، نیروی کشش وارد شده بر ذره چند N می‌باشد؟

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

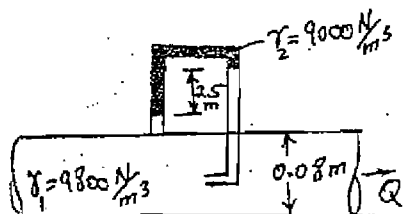
- (۱) ۰/۰۰۷ (۲) ۰/۰۷ (۳) ۰/۱۴ (۴) ۰/۲۸

۸۳- مجموع طول معادل از یک لوله به قطر ۰/۵ m و ضریب اصطکاک $f = 0.02$ برای یک زانو $(k = 0.9)$ ، یک شیر تویی $(k = 10)$ و

یک شیر دروازه‌ای $(k = 0.7)$ برابر چند متر است؟

- (۱) ۷۲/۵ (۲) ۱۳۰ (۳) ۱۴۵ (۴) ۲۹۰

دبی جریان در لوله زیر را تعیین کنید.



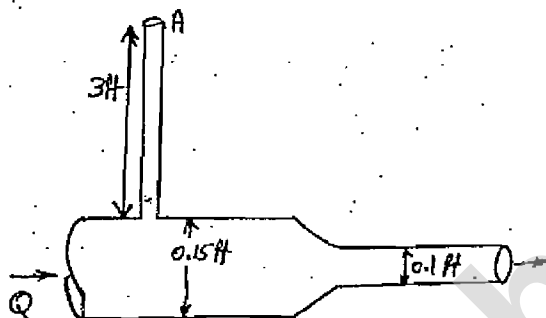
$$0.17 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (1)$$

$$0.068 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (2)$$

$$0.058 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (3)$$

$$0.034 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (4)$$

آب به صورت پایا از لوله نشان داده شده در شکل جریان دارد. اثرات ویسکوز قابل صرفنظر کردن است. حداکثر دبی آب جاری در لوله چقدر است اگر آب از نقطه A سرریز نشود؟



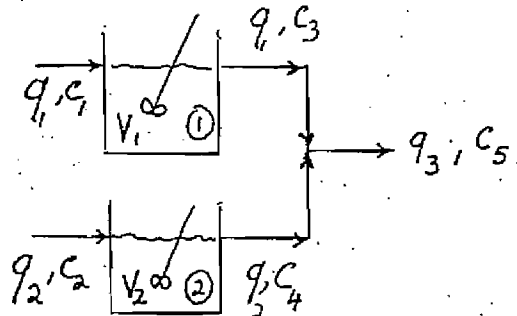
$$1.483 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \quad (1)$$

$$2.1 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \quad (2)$$

$$3.016 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \quad (3)$$

$$0.948 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \quad (4)$$

- ۸- دو تانک متوالی با اثر متقابل که سطوح آنها A_1, A_2 و مقاومت شیرهای آنها R_1, R_2 است در نظر بگیرید. تحت چه شرایطی پاسخ ارتفاع تانک دوم به تغییر پله‌ای در دبی ورودی به تانک اول نوسانی می‌شود؟
- (۱) اگر $R_1 = R_2, A_1 = A_2$ باشد
(۲) اگر $R_1 > R_2, A_1 > A_2$ باشد
(۳) اگر $R_1 < R_2, A_1 < A_2$ باشد
(۴) تحت هیچ شرایطی نوسانی نمی‌شود.
- ۸- چنانچه جریان‌های ورودی به دو تانک اختلاط ۱ و ۲ ثابت باشد و جریان‌های خروجی با هم مخلوط شوند (شکل زیر) تابع انتقال کلی سیستم عبارتست از:



$$\tau_1 = \frac{V_1}{q_1}, \tau_2 = \frac{V_2}{q_2}$$

$$c'_0(s) = \frac{q_1}{\tau_1 s + 1} c'_1(s) + \frac{q_2}{\tau_2 s + 1} c'_2(s) \quad (۱)$$

$$c'_0(s) = \frac{q_1}{\tau_1 s + 1} c'_1(s) + \frac{q_2}{\tau_2 s + 1} c'_2(s) \quad (۲)$$

$$c'_0(s) = \frac{1}{\tau_1 s + 1} c'_1(s) + \frac{1}{\tau_2 s + 1} c'_2(s) \quad (۳)$$

$$c'_0(s) = \frac{q_1 + q_2}{\tau_1 s + 1} c'_1(s) + \frac{q_1 + q_2}{\tau_2 s + 1} c'_2(s) \quad (۴)$$

- ۸- تابع انتقال یک سیستم به صورت زیر داده شده است، در چه شرایطی مقدار اولیه پاسخ پله بزرگ‌تر از مقدار نهایی پاسخ می‌شود؟
- $$G(s) = k \frac{\zeta s + 1}{\tau s + 1}$$

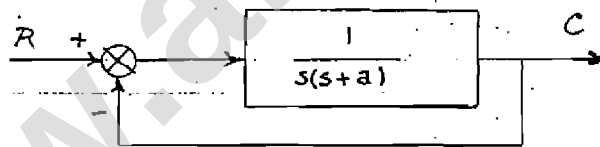
$$\frac{k\zeta}{\tau} < 1 \quad (۴)$$

$$\zeta > \tau \quad (۳)$$

$$\zeta = k\tau \quad (۲)$$

$$\zeta < \tau \quad (۱)$$

- ۸- در سیستم کنترل زیر، یک ورودی پله‌ای وارد می‌شود. مقدار a جهت داشتن یک پاسخ غیرنوسانی با حداکثر سرعت عبارتست از:



$$1 \quad (۱)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$-1 \quad (۳)$$

$$\sqrt{2} \quad (۴)$$

- ۹- پاسخ پله‌ای واحد یک سیستم درجه دوم میرایی بحرانی $y(t) = 2[1 - (1 + 2t)e^{-2t}]$ است پاسخ آن سیستم به ازای ورودی ضربان ایده‌آل با بزرگی ۴ ($\delta(t)$) کدام است؟

$$48t(1 - e^{-2t}) \quad (۴)$$

$$48te^{-2t} \quad (۳)$$

$$48(1 - e^{-2t}) \quad (۲)$$

$$48e^{-2t} \quad (۱)$$

- ۹- در یک کنترل کننده PI اگر فشار یکنواخت $P_s = 5 \text{ psig}$ باشد به ازای ورودی خطای پله‌ای واحد $e(t) = u(t)$ میزان فشار خروجی از آن پس از دو دقیقه چقدر است؟ $k_c = 1, \tau_I = 0.5$

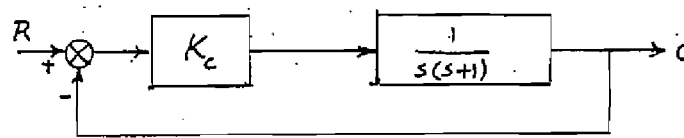
$$11 \text{ psig} \quad (۴)$$

$$10 \text{ psig} \quad (۳)$$

$$9 \text{ psig} \quad (۲)$$

$$6 \text{ psig} \quad (۱)$$

- ۹- مدار کنترل زیر را در نظر بگیرید. اگر R یک تغییر پله‌ای واحد کند مقدار افت کنترل (offset) چقدر است؟



$$\text{صفر} \quad (۱)$$

$$0.2 \quad (۲)$$

$$0.4 \quad (۳)$$

$$0.6 \quad (۴)$$

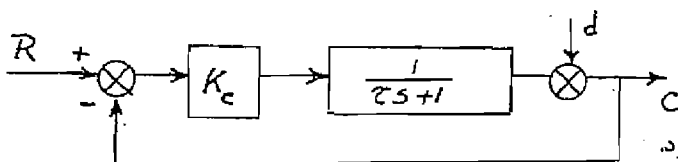
- ۹- در سیستم مقابل که در آن k_c مثبت است، برای پاسخ خروجی به تغییر پله واحد در اغتشاش (d) کدام عبارت صحیح است.

$$(۱) \text{ سیستم مدار بسته سریع‌تر است.}$$

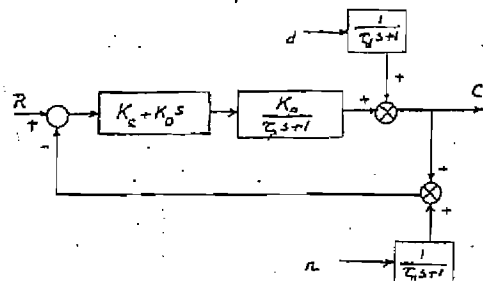
$$(۲) \text{ سیستم مدار باز سریع‌تر است.}$$

$$(۳) \text{ پاسخ بدون خطای ماندگار (offset) است.}$$

$$(۴) \text{ به ازای مقادیر خاصی از } k_c, \text{ پاسخ مدار بسته نوسانی می‌شود.}$$



۹۴- افکت کنترل (offset) سیستم مقابل به ازای یک تغییر پله‌ای واحد در اغتشاش (d) و به طور همزمان ارنویز (n) برابر است با:



(۱) صفر

(۲) $\frac{1 - k_c k_p}{1 + k_c k_p}$ (۳) $k_c k_p$ (۴) $\frac{k_c k_p}{1 + k_c k_p}$

۹۵- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است $k > 0$ محل تلاقی مکان هندسی ریشه‌های معادله

مشخصه با محور موهومی و شرط پایداری کدام است؟

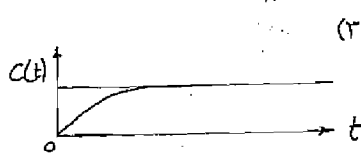
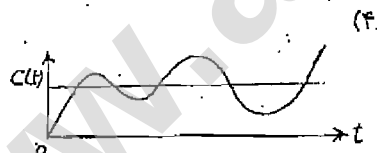
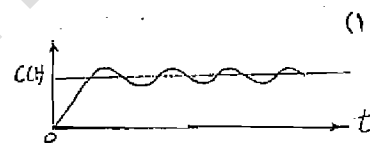
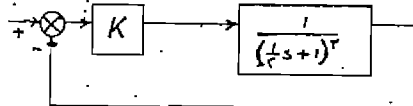
(۱) $k < 80, s = \pm \sqrt{10}j$ (۲) $k < 70, s = \pm 4j$ (۳) $k < 70, s = \pm 3j$ (۴) $k < 70, s = \pm \sqrt{10}j$

۹۶- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است $G(s) = \frac{k}{s(s+2)(s^2+s+1)}$ به ازاء چه مقدار از k پاسخ سیستم به ورودی پله،

نوسانی دائم می‌شود.

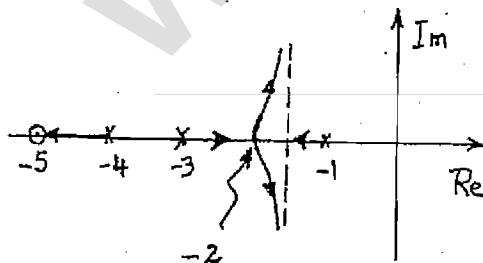
 $k = \frac{29}{16}$ (۴) $k = \frac{29}{19}$ (۳) $k = \frac{19}{36}$ (۲) $k = \frac{16}{39}$ (۱)

۹۷- پاسخ سیستم ارائه شده به ازای $k=3$ در قبال یک افزایش پله‌ای واحد در R کدام گزینه است؟



۹۸- با استفاده از مکان هندسی ریشه‌های سیستم مدار بسته (در شکل مقابل)، بگویید برای آنکه پاسخ پله سیستم، غیر نوسانی باشد،

حداکثر مقدار k چقدر است؟

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

۹۹- تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است $G(s) = \frac{k(s+1)}{s(s+2)(s^2+2s+2)}$ محل تلاقی مجانب‌ها و زاویه آنها برابر است با:

$\gamma = -1, \alpha = \begin{cases} \frac{\pi}{2} \\ \pi \\ \frac{3\pi}{2} \end{cases}$ (۴)

$\gamma = 0, \alpha = \begin{cases} \frac{\pi}{2} \\ \pi \\ \frac{3\pi}{2} \end{cases}$ (۳)

$\gamma = -1, \alpha = \begin{cases} -\frac{\pi}{2} \\ \frac{\pi}{2} \\ \pi \end{cases}$ (۲)

$\gamma = -2, \alpha = \begin{cases} \frac{\pi}{2} \\ \pi \\ \frac{3\pi}{2} \end{cases}$ (۱)

۱-۱۰ اگر تابع انتقال مدار باز یک سیستم به صورت $G(s) = \frac{2}{(s+1)(s^2+4s+4)}$ باشد، در فرکانس $\frac{4 \text{ rad}}{\text{min}}$ ، شیب (مجاانب) دیاگرام

Bode کدامست؟

(۴) -۱

(۳) -۲

(۲) -۳

(۱) صفر

۱-۱۱ با توجه به نمودار Bode ارائه شده، اطلاعات کدام گزینه در موارد ثابت زمانی (τ)

و تأخیر زمانی (τ_d) به طور کامل درست است؟

(۱) ثانیه $\tau = 6$ ، $\tau_d > 0$

(۲) ثانیه $\tau = 6$ ، $\tau_d = 0$

(۳) دقیقه $\tau = 10$ ، $\tau_d > 0$

(۴) دقیقه $\tau = 10$ ، $\tau_d = 0$

۱-۱۲ تابع انتقال یک فرآیند به صورت $\frac{y(s)}{x(s)} = \frac{9e^{-\tau s}}{4s+2}$ می باشد، اگر ورودی فرآیند

به صورت $x(t) = \sin(\frac{\pi t}{4})$ باشد، پاسخ ماندگار خروجی عبارتست از:

(۱) $-\frac{3\sqrt{2}}{2} \cos(\frac{\pi t}{4})$

(۲) $-\sin(\frac{\pi t}{4})$

(۳) $\frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos(\frac{\pi t}{4})$

(۴) $\frac{\pi}{2} \sin(\frac{\pi t}{4})$

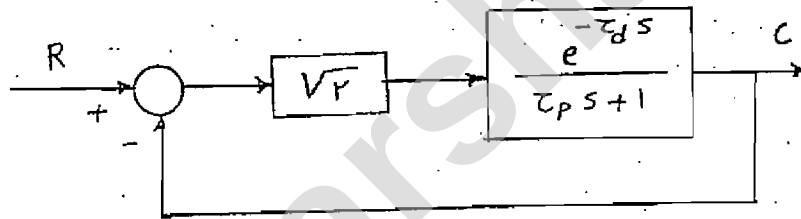
۱-۱۳ در مدار روبرو، حد پایداری، مدار بسته به ازاء چه مقداری از $\frac{\tau_d}{\tau_p}$ حاصل می شود؟

(۱) $\frac{\pi}{4}$

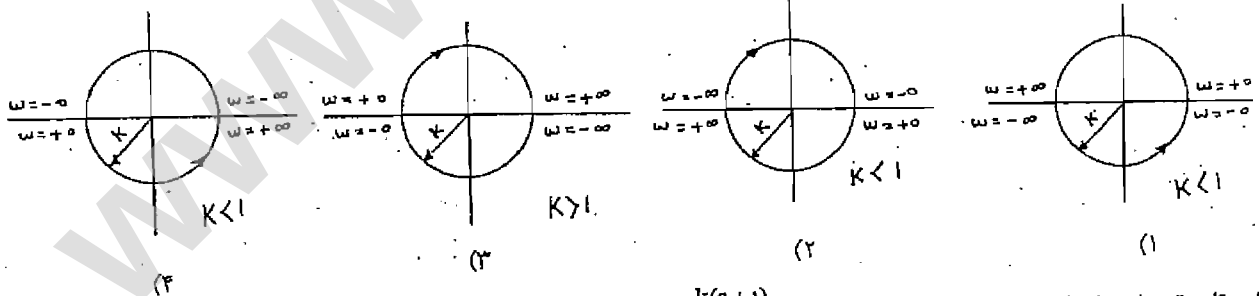
(۲) $\frac{\pi}{2}$

(۳) $\frac{\sqrt{2}\pi}{2}$

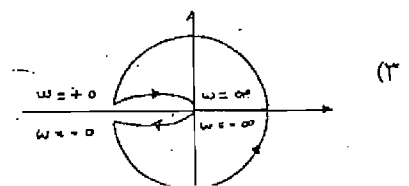
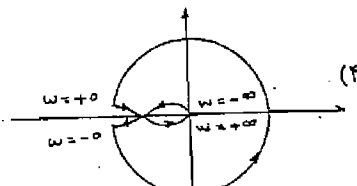
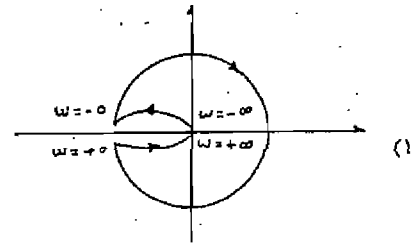
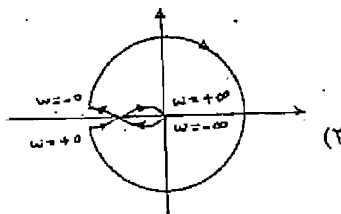
(۴) $\frac{3\pi}{4}$



۱-۱۴ منحنی نایکوئیست و شرط پایداری برای سیستم کنترل با تابع انتقال مدار باز $G(s) = \frac{k(1-s)}{s+1}$ کدام گزینه است؟



۱-۱۵ تابع تبدیل مدار باز سیستمی به صورت زیر است $G(s) = \frac{k(s+1)}{s^2(s+1)}$ نمودار نیکوئیست آن کدامست؟



- ۱۰۶- در کدام حالت، اثر جریان آشفته در سه پدیده انتقال جرم، حرارت و ممنتوم یکسان است؟
 (۱) $Pr = Sc$
 (۲) $Pr = Sc = 1$
 (۳) $Ed = Eh$ (ضرایب نفوذ چرخانه‌ای)
 (۴) هیچ کدام
- ۱۰۷- منحنی تعادل برای یک سیستم بر حسب اجزاء مولی به صورت $y = \Delta x$ نشان داده می‌شود. منحنی تعادل برای این سیستم بر حسب نسبت‌های مولی (X , Y) چگونه بیان می‌شود؟
 (۱) $Y = \frac{\Delta X}{1 - \Delta X}$
 (۲) $Y = \frac{\Delta X}{1 - \Delta X}$
 (۳) $Y = \frac{X}{\Delta - \Delta X}$
 (۴) $Y = \frac{\Delta X}{\Delta - \Delta X}$
- ۱۰۸- ۲۰ گرم زغال فعال در یک ظرف ۱۰ لیتری محتوی هوا و آمونیاک با دمای $30^\circ C$ و فشار یک اتمسفر قرار گرفته و قرار است آمونیاک موجود در هوا جذب زغال فعال شود. ضریب زاویه خط عملیاتی (operating line) برای این مورد برابر است با
 فشار جزئی آمونیاک در ظرف در شروع عملیات 60 mm Hg است)
 (۱) -0.537 (۲) -1.86 (۳) $+0.537$ (۴) $+1.86$
- ۱۰۹- در مواردی که رنج تغییرات شدت جریان بخارو مایع ورودی به یک برج جذب زیاد باشد (نسبت حداقل شدت جریان بخار به حداکثر شدت جریان بخار کم باشد) چه نوع برجی جهت طراحی مناسب است؟
 (۱) برج آکنده
 (۲) برج با سینی‌های شیر Valve
 (۳) برج با سینی‌های مشبک Sieve
 (۴) برج با سینی‌های کلاهکی Bubble cap
- ۱۱۰- زیاد بودن شیب سطح سینی‌ها در یک برج سینی دار کدام یک از معایب زیر را به همراه دارد؟
 (۱) افت فشار بیش از حد فاز گاز
 (۲) سرعت زیاد جریان مایع روی سینی
 (۳) توزیع غیر یکنواخت حباب‌های گاز در فاز مایع
 (۴) مسدود شدن مسیر ناودان ورودی به سینی
- ۱۱۱- در کدام یک از موارد زیر، میتوان از قانون هنری برای محاسبه خط تعادل برج‌های جذب ایزوترمال استفاده نمود؟
 (۱) حلالیت گاز در مایع زیاد باشد.
 (۲) فشار برج کمتر از یک اتمسفر باشد.
 (۳) تغییرات درصد عامل انتقالی زیر ۵۰٪ باشد.
 (۴) تغییرات درصد عامل انتقالی در محدود ۷٪ - ۰ باشد.
- ۱۱۲- در داخل ناودان (down comer) برج‌های سینی دار گاز مایع:
 (۱) انتقال جرم صورت نمی‌پذیرد
 (۲) نسبت گاز به مایع بسیار بزرگ است
 (۳) انتقال جرم معکوس روی سینی، انجام می‌پذیرد.
 (۴) بدلیل اینکه دو فاز خروجی از سینی بحال تعادل نیستند، باز هم انتقال جرم صورت می‌پذیرد که مقدار آن در مقایسه با انتقال جرم روی سینی، رقم کوچکی می‌باشد.
- ۱۱۳- آب ($v = 1 - \frac{Cm^2}{s}$) با دبی $60 \frac{\text{lit}}{s}$ از داخل یک بستر ثابت با قطر 0.75 m که از ذرات اسید بنزوئیک ($d_p = 0.325 \text{ mm}$, $\epsilon = 0.325$) پر شده است عبور می‌کند. ضریب انتقال جرم k چند سانتی‌متر بر ثانیه می‌باشد؟
 (۱) 0.00191 (۲) 0.00382 (۳) 0.00682 (۴) 0.00764
- ۱۱۴- در یک راکتور غشایی جهت واکنش استری شدن دو فاز مایع، اسید استیک (A) و نرمال بوتانول (B) به سمت غشاء رفته و در اثر وجود کاتالیست اسیدی بر روی سطح غشاء واکنش داده تولید استر (C) و آب (D) می‌کنند. در صورتی که تحت تأثیر سیستم غشایی آب به طرف دیگر غشاء منتقل شود و استر به درون فاز مایع برگردد مطلوب است تعیین نسبت $\frac{N_C}{\Sigma N}$ با توجه به واکنش استری شدن: $A + B \rightarrow C + D$. جهت مثبت انتقال جرم از توده به سمت غشاء می‌باشد
 (۱) -۱ (۲) ۰ (۳) +۱ (۴) $-\infty$
- ۱۱۵- لایه‌ای به ضخامت z از بنزین روی زمین ریخته است. اگر میزان تبخیر بنزین در شرایط محیط $N_A \frac{\text{moles}}{\text{s.m}^2}$ باشد، میزان تغییرات z با کدام یک از روابط زیر نشان داده می‌شود؟ (M وزن مولکولی و ρ دانسیته بنزین می‌باشد)
 (۱) $\frac{dz}{dt} = N_A \cdot \rho \cdot M$ (۲) $\frac{dz}{dt} = \frac{\rho \cdot M}{N_A}$ (۳) $\frac{dz}{dt} = \frac{N_A \cdot M}{\rho}$ (۴) $\frac{dz}{dt} = \frac{N_A \cdot \rho}{M}$

۱۱۶- ضرایب انتقال جرم در دو فاز گاز مایع در حال تماس بصورت زیر داده شده است. کدام یک از جملات در گزینه‌های مختلف در مورد

$$\begin{cases} k_x = 0.1 \frac{\text{moles}}{\text{h.m}^2.\text{atm}} \\ k_y = 1 \end{cases} //$$

این سیستم صحیح است؟

- ۱) فاز مایع، فاز محدود کننده در مقابل انتقال جرم است. (۲) مقاومت در هر دو فاز یکسان می‌باشد.
 ۳) فقط ۱۰٪ از مقاومت کل در فاز مایع می‌باشد. (۴) فاز گاز، فاز محدود کننده در مقابل انتقال جرم است.
 ۱۱۷- در خصوص محل ایستایموم ورود یک خوراک بصورت مایع سرد در یک برج تقطیر، کدام عبارت صحیح است؟
 ۱) محلی است که دمای آن تقریباً با دمای حباب خوراک برابر باشد.
 ۲) بالاتر از محلی است که خوراک در نقطه حباب وارد می‌شود.
 ۳) پایین‌تر از محلی است که خوراک در نقطه حباب وارد می‌شود.
 ۴) محلی است که غلظت متوسط آن تقریباً با غلظت خوراک برابر باشد.
 ۱۱۸- یک سیستم دو جزیی با ضریب فرار ثابت در یک برج تقطیر تصفیه شود. برج علاوه بر دو محصول بالا و پایین، دارای یک محصول جانبی در بالاتر از خوراک ورودی می‌باشد. در محاسبات تعیین حداقل مایع برگشتی به برج، نقطه pinch نقطه‌ای از می‌باشد.
 ۱) خط تبادل بالا
 ۲) خط تبادل میانی
 ۳) تلاقی خط تبادل بالا و پایین
 ۴) تلاقی خط تبادل و خط خوراک در روی منحنی تعادلی

۱۱۹- در یک برج تقطیر، از بخار مستقیم (Open steam) در پایین برج بجای جوش آور استفاده می‌شود. در صورتی که مختصات نقطه تفاضل پایین برج نشان دهد که: $x_{Aw} = 0.015$ ، همچنین در این برج، محصول پایین برج $\frac{\text{kmole}}{\text{h}} = 80$ و شدت مولی جزء فرارتر در محصول پایین برج برابر $\frac{\text{kmole}}{\text{h}} = 80$ باشد، شدت بخار مصرفی در این برج (S) چقدر است؟

$$\begin{aligned} & 26.6 \frac{\text{kmole}}{\text{h}} \quad (1) \\ & 40 \frac{\text{kmole}}{\text{h}} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 120 \frac{\text{kmole}}{\text{h}} \quad (3) \\ & 4 \text{ با اطلاعات داده شده، قابل محاسبه نیست.} \quad (4) \end{aligned}$$

- ۱۲۰- در محاسبه $N_{\min}$ (حداقل سینی‌ها) در برج‌های تقطیر سینی‌دار، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟
 ۱) $N_{\min}$ به دمای خوراک بستگی دارد.
 ۲) $N_{\min}$ به ترکیب خوراک بستگی دارد.
 ۳) $N_{\min}$ بستگی به ترکیب و دمای خوراک ندارد.
 ۴) $N_{\min}$ به ترکیب و دمای خوراک بستگی دارد.

۱۲۱- کدام یک از عبارات زیر در سینی‌های برج تقطیر صادق است؟

- ۱) زمان اقامت مایع و بخار روی سینی‌های تقطیر مساوی است.
 ۲) زمان اقامت گاز و مایع، هر دو میتوانند بزرگ باشند.
 ۳) زمان اقامت مایع و بخار روی سینی‌های تقطیر کوتاه می‌باشد.
 ۴) زمان اقامت گاز کوتاه ولی زمان اقامت مایع می‌تواند چند برابر گاز باشد.

۱۲۲- یک برج تقطیر یک مخلوط دو جزیی را که خط تعادل در آن بصورت $y = \frac{2x}{2x+1}$ است، تفکیک می‌نماید. در کدام یک از سینی‌های

- این برج انتظار دارید که راندمان سینی بیشتر از سایر سینی‌ها باشد (مقدار جرم بیشتری انتقال یافته باشد)
 ۱) سینی که خوراک وارد آن می‌شود.
 ۲) سینی‌های نزدیک به میعان کننده (Condenser) برج.
 ۳) سینی‌های نزدیک به دیگ جوش (Reboiler) برج.
 ۴) راندمان سینی‌های این برج تقریباً با یکدیگر مساوی هستند.

۱۲۲- در یک سیستم استخراج چند مرحله‌ای با جریان‌های معکوس (counter-current) و حلال از نوع نیمه محلول، (partially miscible) جهت تعیین تعداد مراحل از نقطه تفاضل ΔR استفاده می‌شود. برای یافتن این نقطه داشتن چه اطلاعاتی ضروری است؟

- ۱) فقط شدت و ترکیب خوراک و حلال مورد لزوم است.
 ۲) شدت و ترکیب خوراک، ترکیب حلال و ترکیب Raffinate نهایی
 ۳) شدت و ترکیب خوراک، شدت و ترکیب حلال، غلظت محصول استخراج نهایی B_1
 ۴) شدت و ترکیب خوراک و شدت و ترکیب حلال، ترکیب محصول استخراج نهایی و ترکیب Raffinate نهایی

۱۲- در شرایط یکسان، در کدام یک از روش‌های استخراج مایع - مایع زیر، انرژی بیشتری مصرف می‌گردد؟
 ۱) برج RDC
 ۲) برج آکنده
 ۳) برج ضربه‌ای
 ۴) برج سینی‌دار

۱۲- رابطه تعادلی در خصوص یک سیستم استخراج مایع - مایع در مختصات بدون حلال بصورت $Y = \frac{2.5X}{1+1.5X}$ می‌باشد، مقدار

selectivity این سیستم برابر است با:

- ۱۲۶- در کدام مورد ذیل برای جداسازی یک محلول نباید بجای تقطیر از استخراج مایع - مایع استفاده نمود؟
 (۱) ضریب فراریت به یک نزدیک است.
 (۲) محلول دارای نقطه آزنوتروپ است.
 (۳) اجزاء محلول نسبت به درجه حرارت حساس می‌باشند.
 (۴) نقطه جوش و گرمای نهان تبخیر اجزاء محلول زیاد نیست.
- ۱۲۷- در ظرفی به فشار $\frac{KN}{m^2}$ ۱۰۱/۳ و دمای 300 K ، رطوبت نسبی بخار آب در هوا ۲۵٪ است. اگر فشار جزئی بخار آب، هنگامی که هوا در دمای 300 K از بخار آب اشباع است، $\frac{KN}{m^2}$ ۳/۶ باشد، فشار جزئی بخار آب در ظرف $(\frac{KN}{m^2})$ و رطوبت مطلق (%) به ترتیب چقدر می‌باشند؟
 (۱) ۴۸، ۵/۹ (۲) ۲۴، ۱/۸ (۳) ۲۴، ۵/۹ (۴) ۴۸، ۱/۸
- ۱۲۸- در یک خشک کن دوار با جریان مختلف البجهت، افزایش کدام یک از عوامل زیر موجب افزایش موجودی ماده جامد (Hold-up) درون خشک کن می‌شود؟
 (۱) دور خشک کن (۲) قطر خشک کن (۳) شدت جریان گاز (۴) شیب خشک کن
- ۱۲۹- زمان لازم برای خشک کردن نمونه‌ای از جامد مرطوب در منطقه شدت ثابت برابر ۲ ساعت است در صورتی که
 $X_1 = 0.2$ رطوبت اولیه بر مبنای خشک
 $X_c = 0.1$ رطوبت بحرانی بر مبنای خشک
 $I_s = 1\text{ kg}$ جرم جامد خشک
 $R_c = 0.1 \frac{\text{kg}}{\text{h.m}^2}$ شدت ثابت، سطح خشک شونده چقدر است؟
 (۱) 0.5 m^2 (۲) 1 m^2 (۳) 0.2 m^2 (۴) 2 m^2
- ۱۳۰- عاملی که در کولرهای آبی، هوا را خنک می‌کند؟
 (۱) درجه حرارت پایین آب می‌باشد.
 (۲) تبخیر آب در هوا با انرژی آب می‌باشد.
 (۳) تفاوت درجه حرارت هوا و آب می‌باشد.
 (۴) تبخیر آب در هوا، با انرژی هوا می‌باشد.
- ۱۳۱- کدام گزاره در مورد یک ترمومتر که با کاربرد یک پارچه فتیله‌ای خیس در اطراف حباب جیوه‌ای آن، دمای حباب هوای خیس غیر اشباع را نشان می‌دهد صادق است؟
 (۱) دمای آب در سطح پارچه با دمای هوا برابر است.
 (۲) دمای آب در سطح پارچه بیشتر از دمای هوا است.
 (۳) فشار بخار آب در سطح پارچه بیشتر از فشار جزئی بخار آب در هوا است.
 (۴) فشار بخار آب در سطح پارچه با فشار جزئی بخار آب در هوا برابر است.
- ۱۳۲- پدیده جذب منفی در کدام یک از شرایط زیر مشاهده می‌شود؟
 (۱) جذب گازی در فشار بالا
 (۲) جذب از محلول‌های غلیظ مایعات
 (۳) جذب از محلول‌های رقیق مایع
 (۴) جذب بخارات گازی در فشار بالا
- ۱۳۳- در عمل جذب سطحی (Adsorption) وقتی یک جزء نفوذ کننده، و همراه آن غیر نفوذ کننده (Non-Diffusing) باشد، منحنی تعادل کدام یک از سیستم‌های زیر از معادله freundlich پیروی می‌نماید؟
 (۱) سیالات ایده‌ال
 (۲) مخلوط مایعات با انحراف زیاد از حالت ایده‌ال
 (۳) مخلوط‌های مایع که در آن غلظت جذب شونده بسیار کوچک است.
 (۴) مخلوط گازها در صورتی که غلظت جذب شونده در آن بسیار کوچک باشد.
- ۱۳۴- در عملیات تغلیظ متشکل از چند تبخیر کننده در صورتی که محصول نهایی غیر ویسکوز بوده و خوراک مصرفی سرد باشد، بهترین روش خوراک دهی کدام روش زیر می‌تواند باشد؟
 (۱) مختلط (۲) موازی (۳) مستقیم (۴) معکوس
- ۱۳۵- کدام یک از تبخیر کننده‌های زیر برای افزایش غلظت یک محلول دارویی حساس به دما با ویسکوزیته بالا مناسب است؟
 (۱) تبخیر کننده فیلم نزولی
 (۲) تبخیر کننده فیلم صعودی
 (۳) تبخیر کننده گردش طبیعی با لوله افقی
 (۴) تبخیر کننده گردش طبیعی با لوله عمودی

۱۳۶- در واکنش رقابتی $A \xrightarrow{\quad} R$ رابطه $\phi \left(\frac{R}{A} \right) = 0.1 + 0.1 C_A$ برقرار است. اگر این واکنش در درون یک راکتور که با غلظت

پائین نگاه داشته شده است انجام می‌گیرد. تعیین کنید حداکثر R قابل تولید در این راکتور را؟ (غلظت اولیه ۱۰ مول لیتر)

(۱) ۱ مول بر لیتر (۲) ۱/۵ مول بر لیتر (۳) ۲ مول بر لیتر (۴) ۲/۵ مول بر لیتر

۱۳۷- برای واکنش ابتدائی $A + B \rightarrow R$ اگر واکنش نسبت به B درجه دو باشد و نسبت به A درجه اول باشد و نسبت $\frac{C_{B_0}}{C_{A_0}} \neq 1$ باشد کدام معادله برای سرعت واکنش صحیح است؟

$$\frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A_0}} + 2kt \quad (۴) \quad \frac{1}{C_A} = \frac{1}{C_{A_0}} + 2kt \quad (۳) \quad \frac{1}{C_A} = 2kt + \frac{1}{C_{A_0}} \quad (۲) \quad \frac{1}{C_{A_0}} = 2kt + \frac{1}{C_{A_0}} \quad (۱)$$

۱۳۸- واکنش ابتدائی $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} 2R$ در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌شود. $k_1 = 1 \text{ min}^{-1}$ و $k_2 = 1 \frac{\text{lit}}{\text{min.mol}}$

زمان پر شدن (۲) در این راکتور چند دقیقه در نظر بگیریم تا میزان تبدیل به ۹۰٪ میزان تبدیل تعادلی برسد ($X_A = 0.9 X_{Ae}$).
در خوراک $C_{R_0} = 0$ و $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ است.

(۱) ۱/۴۴ min (۲) ۲/۹۶ min (۳) ۲/۸۸ min (۴) ۴/۲۳ min

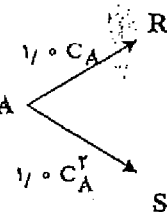
۱۳۹- گاز خالص A با شدت جریان $100 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ وارد یک راکتور مخلوط شونده به حجم 100 lit انجام می‌شود. در راکتور واکنش

$A \rightarrow 3R$ به معادله سرعت $-r_A = 0.5 C_A \frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$ صورت می‌گیرد. میانگین زمان اقامت t (mean residence time) در

راکتور چیست؟

(۱) ۱/۰۲۵ min (۲) ۱/۰۰ min (۳) ۰/۶۷ min (۴) ۰/۴۲ min

۱۴۰- واکنشی به فرم $A \xrightarrow{\quad} R$ انجام می‌شود بهترین راکتور برای به دست آوردن بیشترین کسر تبدیل برای ماده R (ماده



مطلوب) چه نوع راکتوری است؟

(۲) یک راکتور لوله‌ای پیوسته

(۱) یک راکتور مخلوط شونده

(۴) اول راکتور لوله‌ای و به دنبال آن راکتور همزان‌دار

(۳) دو راکتور لوله‌ای پیوسته

۱۴۱- برای انجام واکنش تجزیه $A (-r_A = 0.1 C_A)$ در داخل فاز مایع از سیستمی همانند شکل زیر استفاده می‌شود. حجم راکتور مخلوط

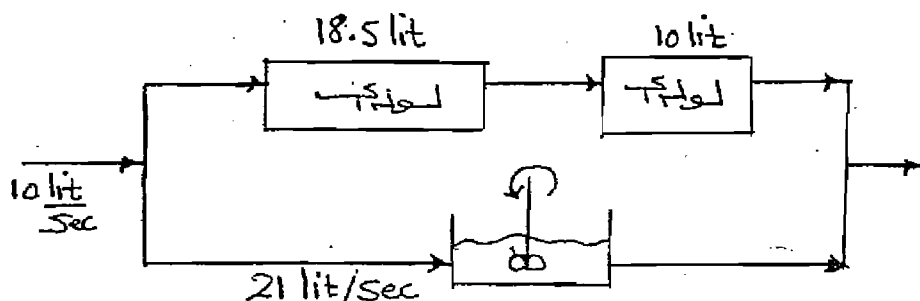
شونده را در بهترین شرایط عملکرد سیستم پیدا کنید؟

(۱) ۱۰۰ lit

(۲) ۸۰ lit

(۳) ۷۰ lit

(۴) ۵۰ lit



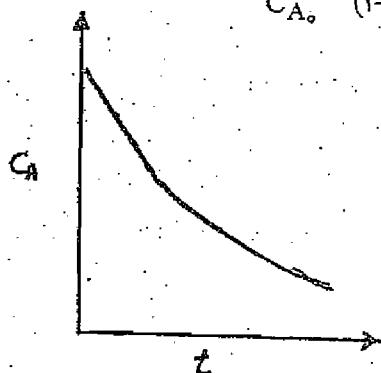
۱۴۲- واکنش‌های درجه اول از نوع $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ در دو راکتور مخلوط شونده هم حجم انجام می‌گیرد. غلظت خروجی از راکتور اول برای جسم B برابر است با:

$$\frac{C_{B1}}{C_{A0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_2 \tau_m)^2} \quad (1)$$

$$\frac{C_{B1}}{C_{A0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_1 \tau_m)^2} \quad (2)$$

$$\frac{C_{B1}}{C_{A0}} = \frac{k_1 \tau_m}{(1 + k_1 \tau_m)(1 + k_2 \tau_m)} \quad (3)$$

۱۴۳- در شکل روبرو کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



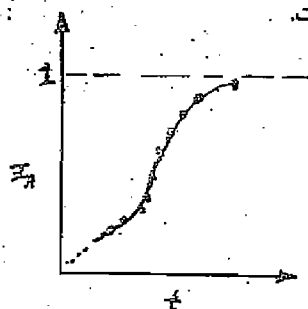
(۱) منحنی مربوط به یک واکنش از نوع درجه اول است.

(۲) منحنی مربوط به یک واکنشی است که اول درجه صفر بوده و بعداً به درجه یک تغییر پیدا کرده است.

(۳) منحنی مربوط به یک واکنشی است که اول درجه اول بوده و بعداً به درجه دوم تغییر پیدا کرده است.

(۴) منحنی مربوط به یک واکنشی است که اول درجه یک بوده و بعداً به درجه دو تغییر پیدا کرده است.

۱۴۴- در شکل روبرو برای یک واکنش اتوکاتالیتیسی کدام یک از گزینه‌ها درست است؟



(۱) در ابتدا واکنش تند است و با گذشت زمان همواره کند می‌شود.

(۲) در ابتدا سرعت واکنش کند است و با گذشت زمان سرعت افزایش پیدا می‌کند.

(۳) در ابتدا سرعت واکنش بالا است ولی بعداً کم می‌شود و با گذشت زمان دوباره زیاد می‌شود.

(۴) در ابتدا سرعت واکنش کند است ولی با گذشت زمان سرعت واکنش زیاد می‌شود و در نهایت مجدداً سرعت واکنش کاهش پیدا می‌کند.

۱۴۵- در واکنش‌های منشعب $A \begin{cases} \rightarrow B & k_1 = 1 \\ \rightarrow C & k_2 = 2 \\ \rightarrow D & k_3 = 3 \end{cases}$ که تمامی مراحل از درجه اول می‌باشد، حداکثر B قابل دستیابی در یک راکتور

لوله‌ای پیوسته برای خوراک خالص A چه خواهد بود؟

$$\frac{C_{A0}}{12} \quad (1) \quad \frac{C_{A0}}{6} \quad (2) \quad \frac{C_{A0}}{8} \quad (3) \quad \frac{C_{A0}}{12} \quad (4)$$

۱۴۶- اگر سرعت واکنشی با معادله: $\frac{dC_A}{dt} = k C_A^{0.6} C_B^{0.4}$ نشان داده شود این واکنش از نظر درجه واکنش:

(۱) با توجه به اینکه توان‌ها کسری هستند نمی‌توان درجه این واکنش را تعیین کرد.

(۲) عین واکنش‌های درجه اول است و می‌توان عین واکنش‌های درجه اول برخورد کرد.

(۳) درجه کلی واکنش اول است ولی نمی‌توان با آن عین واکنش‌های درجه اول معمولی برخورد کرد.

(۴) درجه کلی واکنش را نمی‌توان مشخص کرد ولی امکان دارد که نسبت به A و B به طور جداگانه درجه را تعیین نمود.

۱۴۷- راکتور لوله‌ای پیوسته برای واکنش گازی $A \rightarrow B$ که دارای سینتیک درجه صفر است طراحی شده است. اگر از این راکتور برای واکنش

گازی درجه صفر $A \rightarrow B$ با حفظ شرایط عملیاتی استفاده کنیم، مقدار درصد تبدیل واکنشگر در مورد دوم نسبت به مورد اول:

(۱) افزایش خواهد یافت. (۲) تغییری نمی‌کند.

(۳) کاهش خواهد یافت. (۴) با اطلاعات موجود نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۱۴۸- می‌خواهیم واکنش $A \xrightarrow{k} B$ با $k = 0.4 \text{ min}^{-1}$ را در دو راکتور مخلوط شونده هم حجم سری تا میزان تبدیل ۷۵ درصد انجام

دهیم. اگر دبی حجمی خوراک $100 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ باشد، حجم راکتور دوم برابر است با:

(۱) ۱۲۵ لیتر (۲) ۱۳۵ لیتر (۳) ۲۰۰ لیتر (۴) ۲۵۰ لیتر

۱۴۹- واکنش ابتدائی $A + 2B \rightarrow 2D$ در فاز مایع در یک راکتور ناپیوسته در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد انجام می‌گیرد. در شروع واکنش

غلظت مواد شامل ۱ مول A و ۲ مول B بوده است و بعد از ۱۰ دقیقه میزان تبدیل A به هشتاد درصد رسیده است. ثابت سرعت این واکنش به صورت زیر داده می‌شود:

$$(1) -\ln\left[\frac{1-\chi_A}{t}\right] \quad (2) \frac{\ln[1+2\chi_A]}{t} \quad (3) \frac{-\ln[1-\chi_A]}{t} \quad (4) \frac{\ln[1-2\chi_A]}{t}$$

۱۵۰- واکنش درجه اول $A \rightarrow B$ با ثابت سرعت واکنش 0.1 min^{-1} در ۵ راکتور مخلوط شونده با حجم‌های مساوی که به صورت سری به

یکدیگر وصل شده‌اند انجام می‌گیرد. در صورتی که حجم هر راکتور ۱۰ لیتر و دبی جریان به راکتور اول $5 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$ باشد، میزان تبدیل در

راکتور دوم برابر است با:

(۱) ۱۶٪ (۲) ۳۱٪ (۳) ۵۲٪ (۴) ۶۲٪

۱۵۱- محلول آبی عنصر A در یک راکتور ناپیوسته به جزء B از طریق یک واکنشی غیر ابتدائی غیر برگشتی تبدیل می‌شود. اگر بعد از

گذشت ۱۰ دقیقه، یک سوم واکنشگر ناپدید شود و درجه واکنش نسبت به این جزء ۱/۵ باشد، زمان لازم برای تجزیه کامل A به B چیست؟

(۱) ۱۵ دقیقه (۲) ۲۵ دقیقه

(۳) ۴۵ دقیقه (۴) در زمان محدود واکنش به انتها نمی‌رسد.

۱۵۲- یک واکنش منشعب ابتدائی در فاز مایع به صورت $A \begin{matrix} \nearrow k_1 \text{ to } B \\ \searrow k_2 \text{ to } C \end{matrix}$ در یک راکتور مخلوط شونده به صورت هم‌دما انجام می‌گیرد. در

صورتی که تعداد مول‌های تولیدی B دو برابر C باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر در صورت شروع واکنش با خوراک خالص A، نسبت صحیح k_1 به k_2 را نشان می‌دهد؟

(۱) $\frac{3}{5}$ (۲) ۸ (۳) $\frac{8}{3}$ (۴) $\frac{16}{3}$

۱۵۳- واکنش درجه اول فاز مایع $A \rightarrow C + D$ با غلظت خوراک A برابر با یک مولار در یک راکتور مخلوط شونده با نسبت برگشتی برابر با

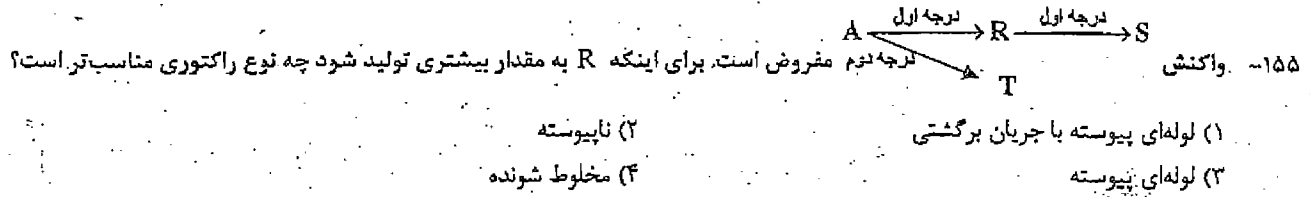
۱۰ انجام می‌گیرد. در صورتی که $k_2 = 4$ باشد، درصد تبدیل واکنش برابر است با:

(۱) ۳۳٪ (۲) ۴۰٪ (۳) ۶۷٪ (۴) ۸۰٪

۱۵۴- واکنش دارای انرژی فعالیّت $300 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$ می‌باشد. اگر دما از ۴۰۰ به ۴۱۰ درجه کلوین افزایش یابد سرعت واکنش چه تغییری

می‌کند؟ $\left(R = 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol.k}}\right)$

(۱) تغییری نمی‌کند. (۲) ۸ برابر افزایش می‌یابد. (۳) ۸ برابر کاهش می‌یابد. (۴) ۴ برابر افزایش می‌یابد.



۱۵۶- چنانچه داشته باشیم $y = 2e^x - y$, $\frac{dy}{dx} = 2e^x - y$, با روش اولر و گام $h = 0.5$, $y(1)$ به کدام عدد نزدیک تر است:

۲,۶۵ (۴)

۲,۳۵ (۳)

۲,۱۵ (۲)

۲,۵۰ (۱)

۱۵۷- اگر برای تابع $y(x)$ داشته باشیم: $y(0.5) = 0.2$, $\frac{dy}{dx} = f(x, y) = x^2 + y^2$, و برای محاسبه $y(1)$ از سه جمله اول بسط تیلور

استفاده شود، $y(1)$ کدام است؟

۰,۲۷ (۴)

۰,۲۴۵ (۳)

۰,۴۹۲ (۲)

۰,۴۸۴۵ (۱)

۱۵۸- مقدار $\int_1^3 x^2 dx$ با روش سیمسون $\frac{1}{3}$ ، با طول گام $h = 1$ برابر است با:

 $\frac{16}{3}$ (۴) $\frac{11}{3}$ (۳) $\frac{14}{3}$ (۲) $\frac{12}{3}$ (۱)

۱۵۹- اطلاعات زیر برای انتقال حرارت از یک جسم نامشخص بدست آمده است. این اطلاعات را به فرم $Nu = \alpha Re^m Pr^n$ برازش کنید.

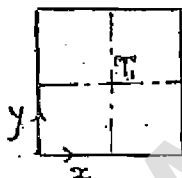
Re	Pr	Nu
۱۰۰۰۰	۱	۲۰
۱۰۰۰	۱۰	۱۲,۶

 $\alpha = 0.023, m = 0.725, n = 0.52$ (۲) $\alpha = 19/15, m = 0, n = -0.2$ (۱) $\alpha = 58/6, m = -0.117, n = -0.106$ (۴) $\alpha = 0.2, m = 0.5, n = 0.3$ (۳)

۱۶۰- معادله لاپلاس، مطابق زیر، توزیع دما را در صفحه مقابل بیان می کند با توجه به شرایط مرزی زیر و استفاده از روش عددی تفاوت های

محدود (Finite Difference) و با انتخاب $\Delta x = \Delta y = 0.5$ دمای T_i عبارتست از:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0, T(0, y) = 0, T(1, y) = 0, T(x, 0) = T(x, 1) = 100$$



۷۵ (۱)

۳۲,۵ (۲)

۶۲,۵ (۳)

۷۵ (۴)

۱۶۱- خطای مطلق مشتق عددی تابع $f(x) = xe^x$ در نقطه $x = 0.3$ با استفاده از روش تفاضل های مرکزی نسبت به مشتق تحلیلی کدام است؟ ($h = 0.1$)

 1.02×10^{-3} (۴) 0.98×10^{-3} (۳) 1.02×10^{-3} (۲) 0.98×10^{-3} (۱)

۱۶۲- با توجه به مقادیر جدول زیر مطلوبست محاسبه $f(0.72)$ با استفاده از روش تفاضل های نیوتن پیشرو از درجه سوم:

x_i	f_i
۰,۴	۰,۴۲۳
۰,۶	۰,۶۸۴
۰,۸	۱,۰۳۰
۱,۰	۱,۵۵۷

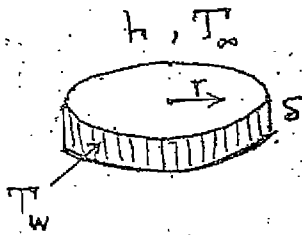
۲,۶۷۹ (۴)

۱,۷۸۶ (۳)

۰,۸۹۳ (۲)

۰,۴۴۶ (۱)

۱۶۳- سطح جانبی دیسک دایره‌ای به ضخامت ناچیز δ در دمای T_w قرار دارد. ضریب انتقال حرارت متوسط برای دیسک و هوای اطراف که در دمای T_∞ قرار گرفته h است. کدام معادله توزیع دمای دیسک را پیش‌گویی می‌کند. ثابت هدایت حرارتی دیسک k است.



$$\frac{dT}{dr} - \frac{h}{k\delta}(T - T_\infty) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dr} - \frac{rh}{k\delta}(T - T_\infty) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d}{dr}\left(r - \frac{dT}{dr}\right) - \frac{h}{k\delta}r(T - T_\infty) = 0 \quad (3)$$

$$\frac{d}{dr}\left(r \frac{dT}{dr}\right) - \frac{rh}{k\delta}r(T - T_\infty) = 0 \quad (4)$$

۱۶۴- اگر تابع‌های $u_1(x, t)$, $u_2(y, t)$ جواب معادلات زیر باشند:

$$\frac{\partial u_1}{\partial t} = \frac{\partial^2 u_1}{\partial y^2}, \quad u_1(y, 0) = y, \quad u_1(0, t) = 0, \quad u_1(1, t) = 0$$

$$\frac{\partial u_2}{\partial t} = \frac{\partial^2 u_2}{\partial x^2}, \quad u_2(x, 0) = 1, \quad u_2(0, t) = 0, \quad \frac{\partial u_2}{\partial x}(1; t) = 0$$

حل معادله $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ با شرایط مرزی و اولیه زیر کدام است؟

$$u(x, y, 0) = y, \quad u(0, y, t) = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x}(1; y, t) = 0, \quad u(x, 0, t) = 0, \quad u(x, 1, t) = 0$$

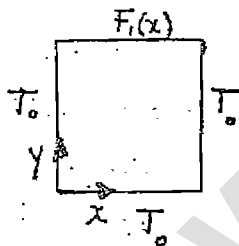
$$u(x, y, t) = u_1 + u_2 \quad (1)$$

$$u(x, y, t) = u_1 u_2 + u_1' u_2' \quad (2)$$

$$u(x, y, t) = u_1 \times u_2 \quad (3)$$

(۴) چون شرایط اولیه u_1, u_2 یکسان نیست نمی‌توان حل معادله u را از u_1, u_2 بدست آورد.

۱۶۵- صفحه دو بعدی مطابق شکل از سه طرف دارای دمای T_0 بوده و توزیع دما در یک لبه نیز مشخص می‌باشد.



توزیع دمای صفحه در حالت پایا چگونه است؟

(۱) در جهت x و y هر دو تابع $\sin$ می‌باشد.

(۲) در جهت x و y هر دو تابع $\sinh$ می‌باشد.

(۳) در جهت x تابع $\sin$ و در جهت y تابع $\sinh$ می‌باشد.

(۴) در جهت x تابع $\sinh$ و در جهت y تابع $\sin$ می‌باشد.

۱۶۶- کدام تابع در فاصله $1 \leq x \leq 2$ می‌تواند جواب معادله زیر می‌باشد؟

$$\frac{d}{dx}\left(x \frac{dy}{dx}\right) - xy = 0$$

(۴) فقط $J_0(x)$

(۳) $J_0(x)$ و $Y_0(x)$

(۲) فقط $I_0(x)$

(۱) $I_0(x)$ و $K_0(x)$

۱۶۷- جواب دستگاه معادلات دیفرانسیل مرتبه اول زیر عبارتست از:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A, C_A(0) = C_{A_0}, \quad \frac{dC_B}{dt} = k_1 C_A - k_2 C_B, C_B(0) = 0$$

(راهنمایی: از تقسیم دو معادله بر هم می توان استفاده کرد.)

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[1 - \left(\frac{C_A}{C_{A_0}} \right)^{\frac{k_2}{k_1}} \right] \quad (2)$$

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[\frac{C_B}{C_{A_0}} - \frac{C_A}{C_{A_0}} \right]^{\frac{k_2}{k_1}} \quad (1)$$

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[1 - \left(\frac{C_A}{C_{A_0}} \right)^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}} \right] \quad (4)$$

$$\frac{C_B}{C_A} = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[\frac{C_B}{C_{A_0}} - \frac{C_A}{C_{A_0}} \right]^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}} \quad (3)$$

$$f(t) = L^{-1}\{F(s)\}, F(s) = \frac{2}{s(s-1)^2} + \frac{1}{s^2(s-1)^2}$$

۱۶۸- مطلوبست بدست آوردن مقدار $f(1)$ اگر داشته باشیم:

$$2 \quad (4)$$

$$-1 \quad (3)$$

$$0 \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$

۱۶۹- اگر تابع $f(x)$ یک تابع متناوب با تناوب 2π باشد و C_n ضریب ثابت در بسط فوریه مختلط برای این تابع باشد، مطلوبست بدست آوردن $C_2 + C_4$ ، اگر تابع $f(x)$ در رابطه زیر صدق کند:

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} + \pi \frac{df(x)}{dx} - f(x) = \pi \sin(\pi x) - \pi \cos(\pi x)$$

$$\frac{1}{12} \quad (4)$$

$$\frac{1}{8} \quad (3)$$

$$\frac{1}{6} \quad (2)$$

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

۱۷۰- $\int_0^T e^{-t^2} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{6}$ باشد مقدار $\operatorname{erfc}(T)$ برابر است با:

$$\frac{5}{6} \quad (4)$$

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

$$\frac{1}{6} \quad (2)$$

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

۱۷۱- جهت حل معادله $\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$ با روش ضمنی (implicit) با فرض $\alpha = 0.25$ کدام معادله حاصل می شود؟

$$-0.25T_{i-1,n+1} + 1.5T_{i,n+1} - 0.25T_{i+1,n+1} = T_{i,n} \quad (2) \quad -T_{i-1,n+1} + 1.5T_{i,n+1} - 0.25T_{i+1,n+1} = T_{i,n} \quad (1)$$

$$-0.25T_{i-1,n+1} + 1.5T_{i,n+1} + 0.25T_{i+1,n+1} = T_{i,n} \quad (4) \quad -0.25T_{i-1,n+1} - 1.5T_{i,n+1} - 0.25T_{i+1,n+1} = T_{i,n} \quad (3)$$

۱۷۲- مدل تغییرات دمای نشان داده شده توسط یک دماسنج (T) در دایره زمان که در مسیر جریان گازی با دمای T_g قرار دارد به صورت

$$\frac{dT}{dt} + \frac{dT}{dt} + T = T_g$$

افزاینده $16 + 3t$ قرار گیرد جواب خصوصی معادله دیفرانسیل ناهمگن فوق عبارت است از:

$$T_p = 3t + 16 \quad (4)$$

$$T_p = 15t + 16 \quad (3)$$

$$T_p = 2t + 1 \quad (2)$$

$$T_p = 5t + 1 \quad (1)$$

۱۷۳- اگر جواب معادله $\alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{\partial T}{\partial t}$ را به صورت $T = f(q)$ فرض کنیم که در آن $q = xt^n$ باشد، به ازای چه مقدار از n به معادله

$$2\alpha \frac{d^2 f}{dq^2} + q \frac{df}{dq} = 0$$
 می رسیم؟

$$-1 \quad (4)$$

$$2 \quad (3)$$

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

$$0 \quad (1)$$

۱۷۴- شرط همگرایی روش نیوتن - رافسون برای حل معادله غیرخطی $f(x) = 0$ چیست؟

$$f''(x)f(x) > [f'(x)]^2 \quad (4)$$

$$f''(x)f(x) < [f'(x)]^2 \quad (3)$$

$$|f'(x)| < 1 \quad (2)$$

$$|f''(x)| < 1 \quad (1)$$

۱۷۵- با استفاده از روش اولر مقدار $Y(0.1)$ را در معادله: $y'' + xy' + y = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 2$ با طول گام $h = 0.1$ بدست آورید.

$$0.2 \quad (4)$$

$$1 \quad (3)$$

$$1.1 \quad (2)$$

$$1.2 \quad (1)$$

www.arshad.ir

مهندسی شیمی (کتاب ۱۳۵۷)

۱	۱۱	۲۱	۳۱	۴۱	۵۱	۶۱
۲	۱۲	۲۲	۳۲	۴۲	۵۲	۶۲
۳	۱۳	۲۳	۳۳	۴۳	۵۳	۶۳
۴	۱۴	۲۴	۳۴	۴۴	۵۴	۶۴
۵	۱۵	۲۵	۳۵	۴۵	۵۵	۶۵
۶	۱۶	۲۶	۳۶	۴۶	۵۶	۶۶
۷	۱۷	۲۷	۳۷	۴۷	۵۷	۶۷
۸	۱۸	۲۸	۳۸	۴۸	۵۸	۶۸
۹	۱۹	۲۹	۳۹	۴۹	۵۹	۶۹
۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰
۱۱	۲۱	۳۱	۴۱	۵۱	۶۱	۷۱
۱۲	۲۲	۳۲	۴۲	۵۲	۶۲	۷۲
۱۳	۲۳	۳۳	۴۳	۵۳	۶۳	۷۳
۱۴	۲۴	۳۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴
۱۵	۲۵	۳۵	۴۵	۵۵	۶۵	۷۵
۱۶	۲۶	۳۶	۴۶	۵۶	۶۶	۷۶
۱۷	۲۷	۳۷	۴۷	۵۷	۶۷	۷۷
۱۸	۲۸	۳۸	۴۸	۵۸	۶۸	۷۸
۱۹	۲۹	۳۹	۴۹	۵۹	۶۹	۷۹
۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
۲۱	۳۱	۴۱	۵۱	۶۱	۷۱	۸۱
۲۲	۳۲	۴۲	۵۲	۶۲	۷۲	۸۲
۲۳	۳۳	۴۳	۵۳	۶۳	۷۳	۸۳
۲۴	۳۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴
۲۵	۳۵	۴۵	۵۵	۶۵	۷۵	۸۵
۲۶	۳۶	۴۶	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶
۲۷	۳۷	۴۷	۵۷	۶۷	۷۷	۸۷
۲۸	۳۸	۴۸	۵۸	۶۸	۷۸	۸۸
۲۹	۳۹	۴۹	۵۹	۶۹	۷۹	۸۹
۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
۳۱	۴۱	۵۱	۶۱	۷۱	۸۱	۹۱
۳۲	۴۲	۵۲	۶۲	۷۲	۸۲	۹۲
۳۳	۴۳	۵۳	۶۳	۷۳	۸۳	۹۳
۳۴	۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴
۳۵	۴۵	۵۵	۶۵	۷۵	۸۵	۹۵
۳۶	۴۶	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶
۳۷	۴۷	۵۷	۶۷	۷۷	۸۷	۹۷
۳۸	۴۸	۵۸	۶۸	۷۸	۸۸	۹۸
۳۹	۴۹	۵۹	۶۹	۷۹	۸۹	۹۹
۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰
۴۱	۵۱	۶۱	۷۱	۸۱	۹۱	۱۰۱
۴۲	۵۲	۶۲	۷۲	۸۲	۹۲	۱۰۲
۴۳	۵۳	۶۳	۷۳	۸۳	۹۳	۱۰۳
۴۴	۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۱۰۴
۴۵	۵۵	۶۵	۷۵	۸۵	۹۵	۱۰۵
۴۶	۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶	۱۰۶
۴۷	۵۷	۶۷	۷۷	۸۷	۹۷	۱۰۷
۴۸	۵۸	۶۸	۷۸	۸۸	۹۸	۱۰۸
۴۹	۵۹	۶۹	۷۹	۸۹	۹۹	۱۰۹
۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰
۵۱	۶۱	۷۱	۸۱	۹۱	۱۰۱	۱۱۱
۵۲	۶۲	۷۲	۸۲	۹۲	۱۰۲	۱۱۲
۵۳	۶۳	۷۳	۸۳	۹۳	۱۰۳	۱۱۳
۵۴	۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۱۰۴	۱۱۴
۵۵	۶۵	۷۵	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۵
۵۶	۶۶	۷۶	۸۶	۹۶	۱۰۶	۱۱۶
۵۷	۶۷	۷۷	۸۷	۹۷	۱۰۷	۱۱۷
۵۸	۶۸	۷۸	۸۸	۹۸	۱۰۸	۱۱۸
۵۹	۶۹	۷۹	۸۹	۹۹	۱۰۹	۱۱۹
۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰
۶۱	۷۱	۸۱	۹۱	۱۰۱	۱۱۱	۱۲۱
۶۲	۷۲	۸۲	۹۲	۱۰۲	۱۱۲	۱۲۲
۶۳	۷۳	۸۳	۹۳	۱۰۳	۱۱۳	۱۲۳
۶۴	۷۴	۸۴	۹۴	۱۰۴	۱۱۴	۱۲۴
۶۵	۷۵	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۵	۱۲۵
۶۶	۷۶	۸۶	۹۶	۱۰۶	۱۱۶	۱۲۶
۶۷	۷۷	۸۷	۹۷	۱۰۷	۱۱۷	۱۲۷
۶۸	۷۸	۸۸	۹۸	۱۰۸	۱۱۸	۱۲۸
۶۹	۷۹	۸۹	۹۹	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۹
۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
۷۱	۸۱	۹۱	۱۰۱	۱۱۱	۱۲۱	۱۳۱
۷۲	۸۲	۹۲	۱۰۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۳۲
۷۳	۸۳	۹۳	۱۰۳	۱۱۳	۱۲۳	۱۳۳
۷۴	۸۴	۹۴	۱۰۴	۱۱۴	۱۲۴	۱۳۴
۷۵	۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵
۷۶	۸۶	۹۶	۱۰۶	۱۱۶	۱۲۶	۱۳۶
۷۷	۸۷	۹۷	۱۰۷	۱۱۷	۱۲۷	۱۳۷
۷۸	۸۸	۹۸	۱۰۸	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۸
۷۹	۸۹	۹۹	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۹	۱۳۹
۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰
۸۱	۹۱	۱۰۱	۱۱۱	۱۲۱	۱۳۱	۱۴۱
۸۲	۹۲	۱۰۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۳۲	۱۴۲
۸۳	۹۳	۱۰۳	۱۱۳	۱۲۳	۱۳۳	۱۴۳
۸۴	۹۴	۱۰۴	۱۱۴	۱۲۴	۱۳۴	۱۴۴
۸۵	۹۵	۱۰۵	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵
۸۶	۹۶	۱۰۶	۱۱۶	۱۲۶	۱۳۶	۱۴۶
۸۷	۹۷	۱۰۷	۱۱۷	۱۲۷	۱۳۷	۱۴۷
۸۸	۹۸	۱۰۸	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۸	۱۴۸
۸۹	۹۹	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۹	۱۳۹	۱۴۹
۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰
۹۱	۱۰۱	۱۱۱	۱۲۱	۱۳۱	۱۴۱	۱۵۱
۹۲	۱۰۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۳۲	۱۴۲	۱۵۲
۹۳	۱۰۳	۱۱۳	۱۲۳	۱۳۳	۱۴۳	۱۵۳
۹۴	۱۰۴	۱۱۴	۱۲۴	۱۳۴	۱۴۴	۱۵۴
۹۵	۱۰۵	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵
۹۶	۱۰۶	۱۱۶	۱۲۶	۱۳۶	۱۴۶	۱۵۶
۹۷	۱۰۷	۱۱۷	۱۲۷	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۷
۹۸	۱۰۸	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۸	۱۴۸	۱۵۸
۹۹	۱۰۹	۱۱۹	۱۲۹	۱۳۹	۱۴۹	۱۵۹
۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰
۱۰۱	۱۱۱	۱۲۱	۱۳۱	۱۴۱	۱۵۱	۱۶۱
۱۰۲	۱۱۲	۱۲۲	۱۳۲	۱۴۲	۱۵۲	۱۶۲
۱۰۳	۱۱۳	۱۲۳	۱۳۳	۱۴۳	۱۵۳	۱۶۳
۱۰۴	۱۱۴	۱۲۴	۱۳۴	۱۴۴	۱۵۴	۱۶۴
۱۰۵	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵
۱۰۶	۱۱۶	۱۲۶	۱۳۶	۱۴۶	۱۵۶	۱۶۶
۱۰۷	۱۱۷	۱۲۷	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۷	۱۶۷
۱۰۸	۱۱۸	۱۲۸	۱۳۸	۱۴۸	۱۵۸	۱۶۸
۱۰۹	۱۱۹	۱۲۹	۱۳۹	۱۴۹	۱۵۹	۱۶۹
۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰
۱۱۱	۱۲۱	۱۳۱	۱۴۱	۱۵۱	۱۶۱	۱۷۱
۱۱۲	۱۲۲	۱۳۲	۱۴۲	۱۵۲	۱۶۲	۱۷۲
۱۱۳	۱۲۳	۱۳۳	۱۴۳	۱۵۳	۱۶۳	۱۷۳
۱۱۴	۱۲۴	۱۳۴	۱۴۴	۱۵۴	۱۶۴	۱۷۴
۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵
۱۱۶	۱۲۶	۱۳۶	۱۴۶	۱۵۶	۱۶۶	۱۷۶
۱۱۷	۱۲۷	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۷	۱۶۷	۱۷۷
۱۱۸	۱۲۸	۱۳۸	۱۴۸	۱۵۸	۱۶۸	۱۷۸
۱۱۹	۱۲۹	۱۳۹	۱۴۹	۱۵۹	۱۶۹	۱۷۹
۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰
۱۲۱	۱۳۱	۱۴۱	۱۵۱	۱۶۱	۱۷۱	۱۸۱
۱۲۲	۱۳۲	۱۴۲	۱۵۲	۱۶۲	۱۷۲	۱۸۲
۱۲۳	۱۳۳	۱۴۳	۱۵۳	۱۶۳	۱۷۳	۱۸۳
۱۲۴	۱۳۴	۱۴۴	۱۵۴	۱۶۴	۱۷۴	۱۸۴
۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵	۱۸۵
۱۲۶	۱۳۶	۱۴۶	۱۵۶	۱۶۶	۱۷۶	۱۸۶
۱۲۷	۱۳۷	۱۴۷	۱۵۷	۱۶۷	۱۷۷	۱۸۷
۱۲۸	۱۳۸	۱۴۸	۱۵۸	۱۶۸	۱۷۸	۱۸۸
۱۲۹	۱۳۹	۱۴۹	۱۵۹	۱۶۹	۱۷۹	۱۸۹
۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰
۱۳۱	۱۴۱	۱۵۱	۱۶۱	۱۷۱	۱۸۱	۱۹۱
۱۳۲	۱۴۲	۱۵۲	۱۶۲	۱۷۲	۱۸۲	۱۹۲
۱۳۳	۱۴۳	۱۵۳	۱۶۳	۱۷۳	۱۸۳	۱۹۳
۱۳۴	۱۴۴	۱۵۴	۱۶۴	۱۷۴	۱۸۴	۱۹۴
۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵	۱۸۵	۱۹۵
۱۳۶	۱۴۶	۱۵۶	۱۶۶	۱۷۶	۱۸۶	۱۹۶
۱۳۷	۱۴۷	۱۵۷	۱۶۷	۱۷۷	۱۸۷	۱۹۷
۱۳۸	۱۴۸	۱۵۸	۱۶۸	۱۷۸	۱۸۸	۱۹۸
۱۳۹	۱۴۹	۱۵۹	۱۶۹	۱۷۹	۱۸۹	۱۹۹
۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰
۱۴۱	۱۵۱	۱۶۱	۱۷۱	۱۸۱	۱۹۱	۲۰۱
۱۴۲	۱۵۲	۱۶۲	۱۷۲	۱۸۲	۱۹۲	۲۰۲
۱۴۳	۱۵۳	۱۶۳	۱۷۳	۱۸۳	۱۹۳	۲۰۳
۱۴۴	۱۵۴	۱۶۴	۱۷۴	۱۸۴	۱۹۴	۲۰۴
۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵	۱۸۵	۱۹۵	۲۰۵
۱۴۶	۱۵۶	۱۶۶	۱۷۶	۱۸۶	۱۹۶	۲۰۶
۱۴۷	۱۵۷	۱۶۷	۱۷۷	۱۸۷	۱۹۷	۲۰۷
۱۴۸	۱۵۸	۱۶۸	۱۷۸	۱۸۸	۱۹۸	۲۰۸
۱۴۹	۱۵۹	۱۶۹	۱۷۹	۱۸۹	۱۹۹	۲۰۹
۱۵۰	۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰
۱۵۱	۱۶۱	۱۷۱	۱۸۱	۱۹۱	۲۰۱	۲۱۱
۱۵۲	۱۶۲	۱۷۲	۱۸۲	۱۹۲	۲۰۲	۲۱۲
۱۵۳	۱۶۳	۱۷۳	۱۸۳	۱۹۳	۲۰۳	۲۱۳
۱۵۴	۱۶۴	۱۷۴	۱۸۴	۱۹۴	۲۰۴	۲۱۴
۱۵۵	۱۶۵	۱۷۵	۱۸۵	۱۹۵	۲۰۵	۲۱۵
۱۵۶	۱۶۶	۱۷۶	۱۸۶	۱۹۶	۲۰۶	۲۱۶
۱۵۷	۱۶۷	۱۷۷	۱۸۷	۱۹۷	۲۰۷	۲۱۷
۱۵۸	۱۶۸	۱۷۸	۱۸۸	۱۹۸	۲۰۸	۲۱۸
۱۵۹	۱۶۹	۱۷۹	۱۸۹	۱۹۹	۲۰۹	۲۱۹
۱۶۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۰	۲۱۰	۲۲۰
۱۶۱	۱۷۱	۱۸۱	۱۹۱	۲۰۱	۲۱۱	۲۲۱
۱۶۲	۱۷۲	۱				