

عصر پنج شنبه

۸۵/۱۲/۱۰

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت 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 ۱۳۸۶

دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل

مهندسی فرآوری و انتقال گاز

(کد ۱۲۸۹)

www.pasokh.org

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۸۰

مواد امتحانی رشته مهندسی فرآوری و انتقال گاز، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی	۳۰	۱	۳۰
۲	ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات کاربردی - عددی)	۲۰	۳۱	۵۰
۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی ۱ و ۲	۲۵	۵۱	۷۵
۴	انتقال حرارت ۱ و ۲	۳۰	۷۶	۱۰۵
۵	انتقال جرم	۲۰	۱۰۶	۱۲۵
۶	عملیات واحد ۱ و ۲	۲۵	۱۲۶	۱۵۰
۷	مکانیک سیالات	۳۰	۱۵۱	۱۸۰

اسفند ماه سال ۱۳۸۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

قیمت ۸۰۰ تومان

۷۴۳

Part A: Vocabulary and Grammar

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

- 1- She's not very ----- in the way she treats her children; they may be punished today for something they were rewarded for yesterday!
 1) dominant 2) restrictive 3) consistent 4) proportional
- 2- She has the ----- of being one of the few people to have received an honorary degree from the university this year.
 1) extraction 2) detection 3) distinction 4) simulation
- 3- Financial ----- on the company are preventing them from employing new staff.
 1) resolutions 2) deductions 3) approaches 4) constraints
- 4- The pattern ----- from our analysis of the accident data shows that bad roads are responsible for the majority of accidents.
 1) occurring 2) assuming 3) identifying 4) emerging
- 5- The changes to the national health system will be ----- next year; people won't have to worry about long waiting lists for hospitals anymore.
 1) converted 2) intervened 3) accompanied 4) implemented
- 6- The course is essentially theoretical in-----, but you'll need some practical work experience before you can apply for the job.
 1) process 2) function 3) orientation 4) exploitation
- 7- The report suggests that there has only been a(n) ----- improvement in women's pay over the past few years.
 1) ultimate 2) eventual 3) marginal 4) enormous
- 8- She gave me this jumper, which she had ----- herself.
 1) knitted 2) knitted it 3) been knitted 4) been knitted it
- 9- The teacher suggested that Ali ----- the lesson at least twice before taking the test.
 1) reviews 2) review 3) reviewed 4) reviewing
- 10- He was in such bad shape and asked for my help. It was impossible to -----.
 1) refuse 2) refusing 3) refused 4) be refused

Part B: Cloze Test

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

Hurricane Floyd, one of the most powerful storms ever (11) ----- in the Atlantic, has pounded the Central Bahamas and set its sights (12) ----- Florida. The storm brought heavy rains and strong winds of up to 200 kph., (13) ----- residents sought refuge in boarded up homes. Forecasters say Floyd is capable of (14) ----- destruction and the states of Florida and Georgia have ordered more than two million people (15) ----- the Atlantic shoreline.

- | | | | |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| 11- 1) recoding | 2) to record | 3) recorded | 4) was recorded |
| 12- 1) to | 2) on | 3) in | 4) from |
| 13- 1) as | 2) that | 3) whose | 4) which |
| 14- 1) mass | 2) a mass | 3) the mass | 4) that mass |
| 15- 1) evacuated | 2) to evacuate | 3) for evacuation | 4) evacuating |

Part C. Reading Comprehension

Directions: Read the following passages and choose the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark it on your answer sheet.

PASSAGE I:

Natural gas sweetening by use of alkanolamines is one of the most frequent and widespread techniques in gas processing in industry. According to the diversity of amines and their inherent advantages and disadvantages there are different designs for each specific case. Main utilization of sweetening process is in absorption and stripping columns. So, precise and logical design of the required elements according to the chosen amines, process conditions, corrosion problems and other design parameters have very serious effects on proper performance of the process and long duration of equipment. One of the major topics under study is through designing of stripping column in order to segregate acidic gases from amine stream. According to the corrosion problems and hard operational conditions that are present in the stripping column, and by taking into account that this part has a very vital effect on other parts, its proper design either internal structure or external structure can effect the whole plant. One of the design parameters is related to the internal structure of the column, and that is whether to use trays or packed bed. This can influence the plant from different views like reduction in reboiler duties, quality and quantity of stripped amine, ratio and also problems due to corrosion.

- 16- The underlined "This" refers to -----.
- 1) tray
2) packed bed
3) the design parameter
4) the internal structure of the column
- 17- We understand from the passage that a major constituent of the sweetening plant is -----.
- 1) the stripping column
2) the amine used
3) the corrosion problem
4) separation technique
- 18- The word "segregate" as used in this passage is closest in meaning to -----.
- 1) displace
2) differentiate
3) replace
4) substitute
- 19- We conclude from the passage that the higher the corrosion rate, the ----- the duration of the equipment.
- 1) longer
2) shorter
3) more constant
4) more variable
- 20- We understand from the passage that the design of the gas processing technique depends mainly on -----.
- 1) advantages and disadvantages of the technique
2) diversity of the techniques
3) the sulfur content
4) the type of amine used

PASSAGE II:

Prior to taking samples, all sample containers should be properly cleaned. They should be placed in a vertical position with the bottom valve opened to drain all free liquid. They then should be thoroughly steamed out or washed with distillate, gasoline or cleaning solvent. If a solvent is used, the washing should continue until no color is shown on draining. Following a solvent rinse, fresh, clean water should be flowed upward through the cylinder and allowed to overflow out the top until the fluorescent oil film disappears.

- 21- The underlined phrase "prior to" here means -----.
- 1) as
2) after
3) before
4) when
- 22- The word "overflow" as used in the text is closest in meaning to -----.
- 1) edge away
2) flow out
3) inundate
4) reach
- 23- From the text, it can be inferred that the fluorescent oil film disappears providing that -----.
- 1) a solvent rinse takes place properly
2) clean water flows over the top of the cylinder
3) no color is shown on draining

4) washing should continue upward through the cylinder

PASSAGE III:

Absorption is a separation process involving the transfer of a substance from a gaseous phase to a liquid phase through the phase boundary. Absorption is defined as the process of taking molecules of one substance directly into another substance.

Absorption may be either a physical or a chemical process. Physical absorption depends on the solubility of the substance absorbed, and chemical absorption involves chemical reactions between the absorbed substance and the absorbing medium.

Absorption into liquid agent, either physical absorption or absorption into a solution of a chemical base, is the most commonly used approach. These types of process are used almost for bulk removal of acidic contaminants. Bulk removal means removal of the majority of the acid gas present in high concentration down to a level such as 0.1-2% in the treated gas. For removal of the last traces of acidic impurities from gases, adsorption onto a solid chemical and conversion to another compound is used extensively.

- 24- Absorption in gas processing only occurs at -----.
- 1) the gaseous phase
 - 2) the liquid phase
 - 3) the direct shift from one state to another
 - 4) the boundary between the gaseous and the liquid phases
- 25- We infer from the text that the degree of contamination depends mainly on -----.
- 1) absorption
 - 2) conversion
 - 3) impurity
 - 4) solubility
- 26- It can be inferred from the text that gases may have a(an) ----- content of less than two percent.
- 1) contaminant
 - 2) base
 - 3) impurity
 - 4) acid
- 27- We know from the text that acidic contaminants are removed in bulks by being absorbed into a(an) -----.
- 1) acidic solution
 - 2) chemical base
 - 3) gaseous agent
 - 4) liquid substance
- 28- The chief difference between the physical absorption and the chemical absorption is in the involvement of the absorbed substance and the -----.
- 1) agent
 - 2) medium
 - 3) reaction
 - 4) solubility of the substance

PASSAGE IV:

Regardless of the process used, any simulation can proceed only from a knowledge of the quantity and composition of the entering stream. The problem is to find a size to meet all contractual requirements without excess capital investment. An oversized system, whose capacity is seldom utilized, results in excess capitalization charges. The problems of the undersized system are obvious. The real problem – how can one best accommodate the frequency and amplitude of the fluctuations as they are likely to occur? No mortal man can predict exactly when and to what degree a given fluctuation will occur. But With reasonable data, supplemented by reasonable judgment, one can predict the likely extreme conditions and the possible frequency of the intermediate conditions. Normal simulation, conditioned by the stochastic input, summarizes the procedure.

- 29- The underlined word proceed here means:
- 1) arise
 - 2) begin
 - 3) obtain
 - 4) sustain
- 30- The phrase "excess capitalization charges" here refers to -----.
- 1) additional costs of investment
 - 2) excessive fluctuations
 - 3) extreme costs of simulation
 - 4) indispensable charges involved in investement

۳۱- جواب عمومی کدام معادله دیفرانسیل بفرم $y = A \cos(\omega t - \delta)$ است. (δ و A اعداد ثابت دلخواهی هستند)

(۱) $y'' + \omega^2 y = 0$

(۲) $y'' - \omega^2 y = 0$

(۳) $y'' + \omega^2 y' = 0$

(۴) $y'' - \omega^2 y' = 0$

۳۲- اگر $y=x$ جوابی از معادله فرض شود جواب عمومی کدام است؟ $(x^2 - 1)y'' - 2xy' + 2y = 0$

(۱) $y = c_1 x + \frac{c_2}{x^2 - 1}$

(۲) $y = c_1 x + \frac{c_2}{x^2 + 1}$

(۳) $y = c_1 x + c_2 (x^2 - 1)$

(۴) $y = c_1 x + c_2 (x^2 + 1)$

۳۳- جواب عمومی معادله دیفرانسیل $2x^2 y'' + \Delta xy' + y = 0$ عبارت است از:

(۱) $y(x) = c_1 x + \frac{c_2}{\sqrt{x}}$

(۲) $y(x) = \frac{c_1}{x} + c_2 \sqrt{x}$

(۳) $y(x) = c_1 x + c_2 \sqrt{x}$

(۴) $y(x) = \frac{c_1}{x} + \frac{c_2}{\sqrt{x}}$

(۳) $y(x) = c_1 x + c_2 \sqrt{x}$

۳۴- معادله دیفرانسیل $2(3x-1)^2 y'' + 21(3x-1)y' + 18y = 0$ با کدام تغییر متغیر به معادله با ضرایب ثابت تبدیل می‌شود؟

(۱) $x = 1 + e^{-3t}$

(۲) $3x = 1 + e^t$

(۳) $x = 1 - e^{3t}$

(۴) $3x = 1 - e^{-t}$

(۳) $x = 1 - e^{3t}$

۳۵- معادله دیفرانسیل $(2x^2 + \Delta x)y'' + (\Delta x - x^2)y' + (1+x)y = 0$ مفروض است اگر جواب معادله به صورت سری توانی

$$y(x) = \sum_{m=0}^{\infty} a_m x^m$$

(۱) ۱

(۱) $\frac{1}{2}$

(۴) هیچکدام

(۳) ∞ (بی‌نهایت)

۳۶- کدام گزینه در مورد معادله دیفرانسیل $x^2(x-2)y'' + y' - xy = 0$ صحیح است؟

(۱) $x = 0$ یک نقطه منفرد منظم و $x = 2$ یک نقطه منفرد نامنظم است.

(۲) $x = 0$ یک نقطه منفرد نامنظم و $x = 2$ یک نقطه منفرد منظم است.

(۳) $x = 0$ و $x = 2$ نقاط منفرد و نامنظم هستند.

(۴) $x = 0$ و $x = 2$ نقاط منفرد و منظم هستند.

۳۷- حاصل $\int_{-1}^1 x \operatorname{tgx} P_{2n-1}(x) dx$ کدام است وقتی که $p_k(x)$ چند جمله‌ای لژاندار از مرتبه k باشد؟

(۱) $-\frac{\pi}{4}$

(۲) صفر

(۳) $\frac{\pi}{4}$

(۴) ۱

۳۸- تبدیل لاپلاس تابع $f(t) = e^{i\omega t}$ ($i = \sqrt{-1}$) عبارت از:

(۱) $\frac{\omega + is}{s^2 + \omega^2}$

(۱) $\frac{\omega + is}{s^2 - \omega^2}$

(۲) $\frac{s + i\omega}{s^2 - \omega^2}$

(۳) $\frac{s + i\omega}{s^2 + \omega^2}$

۳۹- اگر $f(t) = \frac{1 - \cos t}{t}$ و $Z(f)$ تبدیل لاپلاس آن آنگاه:

$$Z(f) = \frac{1}{s} \ln \sqrt{s^2 + 1} \quad (۲)$$

$$Z(f) = \ln \sqrt{s^2 + 1} \quad (۱)$$

(۴) هیچکدام

$$Z(f) = \int_s^\infty \left(\frac{1}{z} - \frac{z}{z^2 + 1} \right) dz \quad (۳)$$

۴۰- تبدیل لاپلاس تابع $f(t) = |\sin t|$ عبارتست از:

$$\frac{\pi}{1 - e^{-\pi s}} \frac{1}{s^2 + 1} \quad (۲)$$

$$\frac{1 + e^{-\pi s}}{1 - e^{-\pi s}} \frac{1}{s^2 + 1} \quad (۱)$$

$$\frac{1 + e^{-\pi s}}{1 - e^{-\pi s}} \frac{s}{s^2 + 1} \quad (۴)$$

$$\frac{1 + e^{-\pi}}{1 - e^{-\pi}} \frac{s}{s^2 + 1} \quad (۳)$$

۴۱- برای محاسبه $\frac{1}{\sqrt[4]{y}}$ به روش نیوتن، الگوریتم محاسبه به صورت زیر می‌باشد:

$$X_{n+1} = \frac{3}{4} X_n - \frac{1}{28 X_n^3} \quad (۲)$$

$$X_{n+1} = \frac{3}{4} X_n + \frac{1}{28 X_n^3} \quad (۱)$$

$$X_{n+1} = \frac{3}{4} X_n + \frac{28}{X_n^3} \quad (۴)$$

$$X_{n+1} = \frac{3}{4} X_n + \frac{28}{X_n^3} \quad (۳)$$

۴۲- ریشه معادله $\ln \frac{1+x}{1-x^2} = 0$ عبارتست از:

$$x = -1 \quad (۲)$$

$$x = -\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$x = 1 \quad (۴)$$

$$x = 0 \quad (۳)$$

۴۳- اگر α ریشه ساده معادله $f(x) = 0$ باشد، حداقل مرتبه همگرایی در روش نیوتن رافسون عبارتست از:

(۲) دو

(۱) یک

(۴) هیچکدام

(۳) سه

۴۴- بازنه چه مقادیری از a و b تابع $y = ax + b$ بر آورد کننده تابع $f(x) = \sin x$ در نزدیکی نقطه $x = \frac{\pi}{4}$ می‌باشد؟

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2}, b = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 + \frac{\pi}{4}\right) \quad (۲)$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2}, b = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \quad (۱)$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 + \frac{\pi}{4}\right), b = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۴)$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(1 - \frac{\pi}{4}\right), b = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۳)$$

۴۵- برای چهار نقطه: ۱، -۱، ۳ و ۴ کدام یک از توابع زیر از توابع درونیاب لاگرانژ هستند؟

$$L(x) = \frac{(x-4)(x^2-1)}{8} \quad (۲)$$

$$L(x) = \frac{(x-3)(x^2-1)}{15} \quad (۱)$$

$$L(x) = -\frac{(x-4)(x+1)(x-3)}{12} \quad (۴)$$

$$L(x) = \frac{(x-4)(x-1)(x-3)}{40} \quad (۳)$$

۴۶- اگر $\lambda = 1$ مقدار ویژه ماتریس $\begin{bmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 0 & 4 & 0 \\ -2 & 0 & 5 \end{bmatrix}$ باشد آن گاه بردار ویژه متناظر با آن عبارتست از:

(۲) $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$
 (۴) $\begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$

(۱) $\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$
 (۳) $\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$

۴۷- مقدار تقریبی $f'(x)$ با فرمول های زیر و خطای $o(h)$ برای هر کدام مفروض است و $f'(x) \cong \frac{f(x-h) - f(x)}{h}$

$f'(x) \cong \frac{f(x+h) - f(x-h)}{2h}$ با میانگین گیری فرمول تفاضل مرکزی به صورت $f'(x) \cong \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$

(۲) از مرتبه $o(h)$ است.

(۱) از مرتبه $o(h^2)$ است.

(۴) هیچکدام

(۳) از مرتبه $o(h^2)$ است.

۴۸- مقدار انتگرال $I = \frac{1}{4} \int_0^{\pi} (\cos 2x + 1) dx$ با روش ذوزنقه ای با گام $h = \frac{b-a}{n} = \frac{\pi}{4}$ محاسبه شده مقدار خطا برابر است با:

(۲) ۰ (صفر)

(۱) $\frac{\pi^2}{8} (10^{-2})$

(۴) $\frac{\pi}{16} (10^{-2})$

(۳) $\frac{\pi}{8} (10^{-2})$

۴۹- میانگین تابع $f(x,y,z) = \frac{1}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)^5}}$ درون کره واحد عبارتست از: (کره به مرکز مبدا مختصات و شعاع یک)

(۲) $\frac{\pi}{6}$

(۱) $\frac{6}{\pi}$

(۴) $\frac{1}{6}$

(۳) ۶

X	۱	۲	۲,۵	۳
y	۳,۷	۴,۱	۴,۳	۵

۵۰- معادلات نرمال برای داده های جدول زیر در روش کمترین مربعات کدام هستند.

$F(a, b) = \sum_{k=1}^n (ax_k + b - y_k)^2$ فرمول روش کمترین مربعات است.

(۲) $\begin{cases} 20,25a - 1,5b = 37,65 \\ 1,5a + 4b = 17,1 \end{cases}$

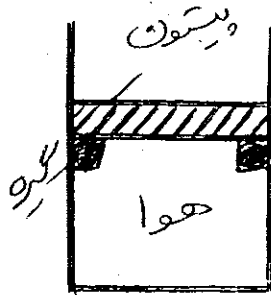
(۱) $\begin{cases} 20,25a + 1,5b = 37,65 \\ 1,5a - 4b = 17,1 \end{cases}$

(۴) $\begin{cases} 20,25a + 1,5b = 37,65 \\ 1,5a + 4b = 17,1 \end{cases}$

(۳) $\begin{cases} 1,5a + 17,1b = 37,65 \\ 17,1a + 1,5b = 20,25 \end{cases}$

۵۱- دو گلوله فلزی روی یک سطح افقی صاف در جهت مخالف همدیگر در حال حرکت هستند. پس از اندک زمانی این دو گلوله با هم تصادم می‌کنند. چنانچه هر یک از گلوله‌ها پس از تصادم به حالت سکون برسند، کدام عبارت صحیح است؟
 (۱) انرژی داخلی گلوله‌ها ثابت می‌ماند.
 (۲) انرژی جنبشی گلوله‌ها از بین می‌رود.
 (۳) حرکات ذرات تشکیل دهنده گلوله‌ها تشدید می‌شود.
 (۴) حرکت هر یک از گلوله‌ها متوقف می‌شود.

۵۲- مطابق شکل مقابل یک سیلندر دارای پیستون به جرم 100 kg با سطح مقطع 0.02 m^2 حاوی هوا تحت شرایط محیط 101 kPa و 27°C می‌باشد. در شرایط عادی پیستون روی دو تا گیره که در جداره داخلی سیلندر نصب شده‌اند قرار دارد. هوا را تا چه دمایی بایستی گرم کنیم تا اینکه پیستون شروع به بالا رفتن کند؟ $\left(g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}\right)$



- (۱) 200°C
- (۲) 177°C
- (۳) 127°C
- (۴) 50°C

۵۳- کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) انتروپی یک سیستم بسته با خروج گرما از آن تغییر نمی‌کند.
- (۲) انتروپی یک سیستم بسته کاهش می‌یابد هر گاه فرآیند آدیاباتیک برگشت پذیر (Reversible) در آن انجام پذیرد.
- (۳) انتروپی یک سیستم بسته منزوی ($W = 0, Q = 0$) افزایش می‌یابد هر گاه فرآیند برگشت‌ناپذیر (Irreversible) در آن انجام پذیرد.
- (۴) تغییر انتروپی یک سیستم بسته به حالت‌های اولیه و نهایی سیستم بستگی ندارد.

۵۴- فشار یک گاز ایده‌ال هنگام عبور از یک شیر عایق‌بندی به طور ناگهانی به نصف مقدار اولیه‌اش کاهش می‌یابد. طی این فرآیند دمای گاز:

- (۱) افزایش می‌یابد.
- (۲) تغییر نمی‌کند.
- (۳) کاهش می‌یابد.
- (۴) با توجه به مقدار فشار کاهش یا افزایش می‌یابد.

۵۵- آب در 100°C و 50 kPa در یک سیلندر مجهز به پیستون به حجم 2 m^3 قرار دارد و به آهستگی در دمای ثابت بر طبق رابطه $PV = C$ تا فشار نهائی 1 MPa متراکم می‌شود. کار انجام شده بر حسب kJ کدام است؟ ($e^3 \approx 20$)

- (۱) -300
- (۲) -450
- (۳) -600
- (۴) -721

۵۶- آب مایع تحت فشار 1000 kPa با آنتالپی ویژه $762/8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ از یک شیر انبساط دهنده عبور می‌کند. قسمتی از آب تبخیر می‌شود ولی آنتالپی آن طی فرآیند ثابت می‌ماند. جریان خروجی از شیر مخلوطی از آب مایع و بخار آب به ترتیب با آنتالپی ویژه $h_f = 417/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و

$h_g = 2675/5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ می‌باشد. طی این فرآیند چند درصد آب مایع تبخیر خواهد گشت؟

- (۱) $15/3$
- (۲) $30/6$
- (۳) $69/5$
- (۴) $84/7$

۵۷- معادله حالت یک گاز به صورت $PV = RT + BP$ است که در آن B مقدار ثابتی می‌باشد اگر از رابطه ماکسول $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

استفاده کنیم کدام رابطه برای $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T$ صادق است؟

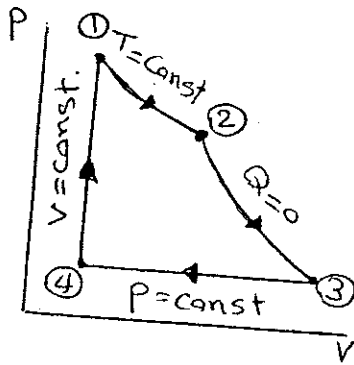
- (۱) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = \frac{P}{R}$
- (۲) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = P$
- (۳) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = R$
- (۴) $\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = 0$

۵۸- مطابق شکل مقابل مقداری گاز ایده آل (Ideal) یک چرخه (Cycle) ترمودینامیکی متشکل از چهار فرآیند برگشت پذیر متوالی را انجام می دهد. کار انجام گرفته و گرمای انتقال یافته در فرآیندها به شرح ذیل می باشند:

$$W_{12} = 650 \text{ kJ}, W_{23} = 550 \text{ kJ}, W_{34} = 450 \text{ kJ}, Q_{34} = 2375 \text{ kJ}$$

بازدهی حرارتی (Thermal Efficiency) چرخه برابر کدام است؟

- (۱) ۲۴٪
- (۲) ۳۰٪
- (۳) ۳۶٪
- (۴) ۴۰٪



۵۹- یک چرخه ترمودینامیکی که سیال آن گاز ایده آل (Ideal) است از فرآیندهای برگشت پذیر متوالی زیر تشکیل می یابد:

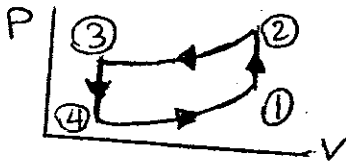
فرآیند (۱-۲): تراکم ایزوترمال (Isothermal)

فرآیند (۲-۳): دفع گرما در حجم ثابت

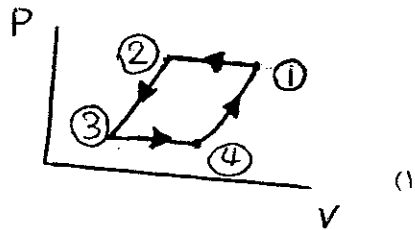
فرآیند (۳-۴): انبساط ایزوترمال

فرآیند (۴-۱): جذب گرما در حجم ثابت

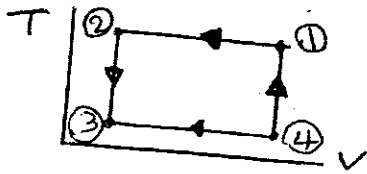
کدام یک از اشکال زیر نمودار چرخه را درست نمایش می دهد؟



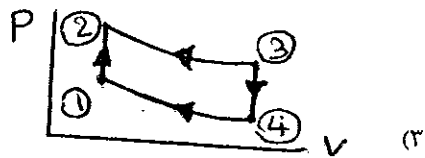
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۶۰- دمای بویل (Boyle Temperature) T_B توسط رابطه $\lim_{P \rightarrow 0} \left[\frac{\partial(PV)}{\partial \left(\frac{1}{V} \right)} \right]_T = 0$ تعریف می شود. دمای بویل گازی که از معادله حالت

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{\sqrt{T} V^2}$$

$$T_B = \left(\frac{b}{Ra} \right)^{\frac{1}{r}} \quad (۴) \quad T_B = \left(\frac{ab}{R} \right)^{\frac{1}{r}} \quad (۳) \quad T_B = (Rab)^{\frac{1}{r}} \quad (۲) \quad T_B = \left(\frac{a}{Rb} \right)^{\frac{1}{r}} \quad (۱)$$

۶۱- یک موتور گرمایی (Heat Engine) بین دو دمای منبع های گرما و سرد $T_H = 347^\circ\text{C}$ و $T_L = 37^\circ\text{C}$ کار می کند. تحت این شرایط بازدهی حرارتی موتور ۶۰٪ ماکزیمم بازدهی حرارتی آن است. چنانچه بخواهیم بازدهی موتور را ۶٪ افزایش دهیم دمای منبع گرم را چقدر بایستی بالا ببریم تا اینکه بازدهی موتور همان ۶۰٪ ماکزیمم بازدهی آن تحت شرایط جدید باشد؟

- (۱) 155°C
- (۲) 165°C
- (۳) 210°C
- (۴) 465°C

۶۲

یک چرخه تبرید (Refrigeration Cycle) در فاصله دمایی $\Delta T = T_H - T_L = 30^\circ C$ کار می‌کند به طوری که ماکزیمم ضریب پیشرفت $(COP)_{max}$ آن ۱۱ می‌باشد. چنانچه از همین چرخه در همان فاصله دمایی برای پمپ گرمایی (Heat Pump) استفاده شود. ماکزیمم ضریب پیشرفت پمپ گرمایی برابر کدام است؟

- ۵ (۱) ۶ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲ (۴)

۶۳

برای تهیه هوای فشرده با فشار 600 kPa و نرخ جریان جرمی 1 kg/sec از یک کمپرسور هوا با قدرت مصرفی 20 kW استفاده می‌شود. بازدهی کمپرسور ۷۵٪ است. چه مقدار کار اضافی به ازای هر یک کیلوگرم هوا علاوه بر حداقل کار لازم در این فرآیند تراکم مصرف می‌شود؟

- ۵ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (۱) ۱۵ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (۲) ۳۵ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (۳) ۵۰ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ (۴)

۶۴

گاز فرئون - ۱۲ (R-12) در یک کندانسور (Condenser) توسط آب خنک می‌شود. نرخ جریان جرمی گاز در کندانسور $28 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$ است که با انتالپی ویژه $400 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ وارد شده و با انتالپی ویژه $220 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ خارج می‌گردد. افزایش دمای آب در کندانسور $10^\circ C$ است. با توجه به اینکه بونه کندانسور با مصالح عایق حرارت کاملاً پوشانیده شده و جریان‌ها یکنواخت (Steady) باشند نرخ جریان جرمی آب $(C_p = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}})$ چقدر خواهد بود؟

- ۱/۴ $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$ (۱) ۲ $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$ (۲) ۲/۵ $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$ (۳) ۱۲/۴ $\frac{\text{kg}}{\text{sec}}$ (۴)

۶۵

بخار آب داغ در فشار 2 MPa و دمای $350^\circ C$ وارد یک توربین آدیاباتیک می‌شود و به صورت بخار آب مرطوب با کیفیت ۹۰٪ در فشار 20 kPa از آن خارج می‌گردد. جداول بخار آب انتالپی ویژه بخار را در شرایط ورودی $3115 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و انتالپی ویژه آن در شرایط خروجی $h_g = 2610 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و $h_f = 251 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ به دست می‌دهد. چنانچه بازدهی توربین ۸۰٪ باشد کار تولید آن برابر چند $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ است؟

- ۹۲۶ (۱) ۷۴۱ (۲) ۵۴۳ (۳) ۸۱۶ (۴)

۶۶

یک دیگ بخار (Boiler) در هر ساعت 4500 kg بخار آب داغ در فشار 2 MPa و دمای $300^\circ C$ تولید می‌کند. دمای آب مایع ورودی به دیگ بخار $55^\circ C$ است. جداول بخار آب انتالپی ویژه آب مایع در شرایط ورودی به دیگ بخار $h_w = 230 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ و انتالپی ویژه بخار خروجی در آن را $h_s = 3023 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ به دست می‌دهد. ارزش حرارتی (مقدار گرما بر هر واحد جرم) سوخت مصرف شده $45000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ می‌باشد.

چنانچه بازدهی دیگ بخار ۷۰٪ باشد، مصرف سوخت برابر چند $\frac{\text{kg}}{\text{hr}}$ است؟

- ۲۷۹ (۱) ۳۹۹ (۲) ۹۳۱ (۳) ۱۹۵۵ (۴)

۶۷

معادله حالت یک گاز به صورت $Z = 1 + BP$ می‌باشد که در آن B تابع فقط دما می‌باشد کار تحول ایزوترمال برگشت پذیر برای این گاز کدام است؟

- هیچکدام (۴) $(1+BP) \ln \frac{P_1}{P_2}$ (۳) $BRT \ln \frac{P_1}{P_2}$ (۲) $RT \ln \frac{P_1}{P_2}$ (۱)

۶۸

یک مخزن صلب سربسته به حجم 1 m^3 از آب مایع تحت دمای $25^\circ C$ و فشار 1 bar پر شده است. در این حالت مقدار تقریبی کمیات

$\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \approx -45 \frac{\text{cm}^3}{\text{bar}}$ و $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \approx 5/4 \frac{\text{bar}}{\text{K}}$ داده می‌شوند. مقدار تقریبی کمیت $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ برابر کدام است؟

- $-2/24 \text{ K.cm}^{-3}$ (۱) $0/12 \text{ bar}^2 \text{K}^{-1} \text{cm}^{-3}$ (۲) $243 \text{ cm}^3 \text{K}^{-1}$ (۳) $-8/24 \text{ cm}^3 \text{K}^{-1} \text{bar}^{-2}$ (۴)

۶۹- معادله حالت یک گاز فرضی به صورت $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{q}{V}$ داده شده است که در آن a و b مقادیر ثابت غیر از صفر می باشند. این گاز:

(۱) در دماهای ثابت بسیار پایین تر از دمای بحرانی تبدیل به مایع می شود.

(۲) ضریب تراکم پذیری بحرانی $Z_c = \frac{3}{8}$ دارد.

(۳) نقطه بحرانی دارد.

(۴) نقطه بحرانی ندارد.

۷۰- معادله حالت برای یک مایع به صورت $V = V_0[1 - aT - b(P-1)]$ داده می شود که در آن فشار بر حسب آتمسفر (atm)، V_0 حجم مولی در شرایط استاندارد ($1 \text{ atm}, 0^\circ \text{C}$) و a و b مقادیر ثابت هستند. چنانچه در حجم ثابت دمای مایع به اندازه یک درجه بالا رود:

(۱) فشار نهایی $(a+b)$ برابر فشار اولیه می شود.

(۲) فشار نهایی $\left(\frac{a}{b}\right)$ برابر فشار اولیه می شود.

(۳) به اندازه $\left(\frac{a}{b}\right)$ آتمسفر به فشار اولیه افزوده می شود.

(۴) به اندازه $\left(1 + \frac{a}{b}\right)$ آتمسفر به فشار اولیه اضافه می شود.

۷۱- فوگاسیته یک گاز خالص با معادله $f = P + \alpha P^2$ داده شده است که در آن α یک مقدار ثابت است. کدام یک از معادلات زیر برای ضریب تراکم پذیری Z صحیح است؟

$$Z = 1 - \frac{\alpha P}{1 + \alpha P} \quad (۴) \quad Z = 1 - \frac{\alpha^2 P}{1 + \alpha P} \quad (۳) \quad Z = 1 + \frac{\alpha P}{1 + \alpha P} \quad (۲) \quad Z = 1 + \frac{\alpha^2 P}{1 + \alpha P} \quad (۱)$$

برای یک آمیزه دو تایی آنتالپی مخلوط به صورت زیر بیان شده است:

$$H = x_1 x_2 + x_2 + 2x_1$$

در این صورت اختلاف خواص مولی جزئی \bar{H}_1 و \bar{H}_2 در کسر مولی $x_1 = 0.5$ کدام است؟

$$0.5 \quad (۱) \quad 1 \quad (۲) \quad 1/25 \quad (۳) \quad 2 \quad (۴)$$

۷۳- برای یک سیستم دو جزئی در دمای مشخص T داریم:

$$P_1^{sat} = 1/4 \text{ bar}, \quad P_2^{sat} = 0/6 \text{ bar}, \quad \gamma_1^\infty = 4/8, \quad \gamma_2^\infty = 1/1$$

کدام یک از گزینه های زیر صحیح است؟

(۱) سیستم حتماً دارای آزنوتروپ فشار مینیمم است.

(۲) سیستم حتماً دارای آزنوتروپ فشار ماکزیمم است.

(۳) سیستم دارای آزنوتروپ نمی باشد.

(۴) سیستم دارای آزنوتروپ بوده ولی نوع آن با اطلاعات داده شده مشخص نیست.

۷۴- اگر فراریت ماده A نسبت به ماده B در مخلوط دو تایی B و A زیاد باشد در دمای T تحت چه فشار کلی، ترکیب در فاز مایع (x_A) برابر با $P_B^{sat} = 300 \text{ mmHg}$ و فشار بخار اشباع ماده B برابر $K_A = 2500 \text{ mmHg}$ باشد؟ در دمای T ، ثابت هنری ماده A برابر 780 mmHg و ثابت هنری ماده B برابر 480 mmHg می باشد.

$$300 \text{ mmHg} \quad (۴) \quad 520 \text{ mmHg} \quad (۳) \quad 780 \text{ mmHg} \quad (۲) \quad 480 \text{ mmHg} \quad (۱)$$

۷۵- برای یک سیستم ترمودینامیکی متشکل از دو سازنده (۱) و (۲) که از قانون ون لار (Van Laar) تبعیت می کند کدام جمله برای ضریب فعالیت جزء (۱) صحیح است؟ $\frac{x_1 x_2}{GE} = 1 + 2x_1$

$$\frac{x_1 x_2}{GE} = 1 + 2x_1$$

$$\ln \gamma_1 = \left(1 + \frac{x_1}{2x_2}\right)^{-2} \quad (۴) \quad \ln \gamma_1 = \left(1 + \frac{x_1}{2x_2}\right)^{-1} \quad (۳) \quad \ln \gamma_1 = \left(1 + \frac{2x_1}{x_2}\right)^{-1} \quad (۲) \quad \ln \gamma_1 = \left(1 + \frac{2x_1}{x_2}\right)^{-2} \quad (۱)$$

۷۶- اگر نسبت قدرت طبیعی صدور انرژی از یک جسم به شدت تشعشع طیفی از آن در هر جهت ثابت باقی بماند به این جسم گفته می‌شود.

- (۱) مات (۲) سیاه (۳) دیفیوز (۴) براق و شفاف

۷۷- در طراحی یک کوره صنعتی انتقال حرارت تابشی به کدام یک از طریق زیر قابل افزایش است؟

- (۱) کم کردن دبی سیال سرد در لوله (۲) افزایش ضریب نشر لوله‌های حامل سیال سرد (۳) افزایش ضریب انعکاس آجرهای دیواره داخلی کوره (۴) افزایش ضریب نشر آجرهای دیواره داخلی کوره

۷۸- جسمی را در کوره‌ای که با گاز طبیعی گرم می‌شود، قرار می‌دهیم. برای افزایش حرارت از طریق تابش کدام گزینه زیر صحیح است؟

- (۱) اندازه کوره را کاهش دهیم (۲) فشار درون کوره را کاهش دهیم (۳) فشار درون کوره را افزایش دهیم (۴) هوای اضافی جهت سوخت استفاده شود

۷۹- در جریان آرام دو سیال بر روی یک صفحه تخت در صورتی تمام خواص فیزیکی دو سیال با استثناء وسکیوسینه دینامیکی آنها مشابه باشد و نسبت وسکیوسینه دینامیکی سیال یک، سه برابر سیال دو $\mu_1 = 3\mu_2$ باشد در این صورت در مورد ضریب جابجایی این دو سیال کدام گزینه صحیح است؟

$$h_1 > h_2 \quad (1) \quad h_1 = h_2 \quad (2)$$

(۳) $h_1 > h_2$ (۴) از وسکیوسینه نتیجه‌ای در رابطه با ضریب جابجایی نمی‌توان گرفت

۸۰- در جریان آشفته اطراف استوانه‌ای، ماکزیمم مقدار عدد ناسلت موضعی در چه مکانی رخ می‌دهد؟

- (۱) در حوالی نقطه سکون (۲) در ناحیه جدایی جریان (۳) در ناحیه عبور از جریان آرام به آشفته (۴) بستگی به عدد رینولدز مکان متغیر است.

۸۱- توزیع دما در یک دیوار به ضخامت L و سطح مقطع ثابت به صورت زیر است در صورتی که T_1 و T_2 دمای دو طرف دیوار باشند و ضریب رسانایی در طول دیوار ثابت باشد، رابطه تولید انرژی در واحد حجم کدام یک، از گزینه‌های زیر است. (q^0 نرخ تولید گرما در $x=0$ می‌باشد)

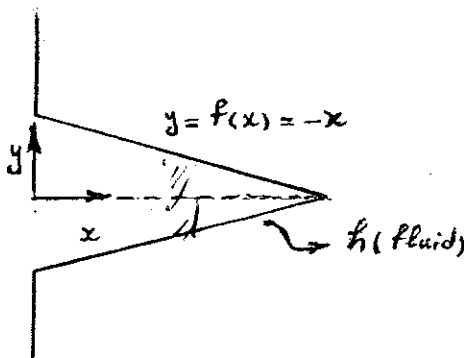
$$\frac{T - T_1}{T_2 - T_1} = C_1 + C_2 X^2 + C_3 X^3$$

$$q^0 = q_0^0 + \epsilon c_p k x \quad (1) \quad q^0 = q_0^0 + \epsilon c_p k (T_2 - T_1) x \quad (2)$$

$$q^0 = q_0^0 + \epsilon c_p k (T_1 - T_2) x \quad (3) \quad q^0 = q_0^0 + \epsilon c_p k (T_1 - T_2) x \quad (4)$$

۸۲- معادله حاکم بر انتقال حرارت در پره مخروطی شکل که معادله شکل هندسی آن به صورت $y = f(x) = x$ می‌باشد کدام گزینه است؟ (سطح مقطع پره به صورت دایره می‌باشد) h ضریب جابجایی سیال و k ضریب رسانایی پره می‌باشد. $\theta = T - T_\infty$

$$\frac{d^2 \theta}{dx^2} - \frac{2h}{kd} \theta = 0 \quad (1)$$



$$x^2 \frac{d^2 \theta}{dx^2} + 2x \frac{d\theta}{dx} - 2\sqrt{2} \left(\frac{h}{k}\right) x \theta = 0 \quad (2)$$

$$x \frac{d^2 \theta}{dx^2} + x^2 \frac{d\theta}{dx} - \sqrt{2} \frac{h}{k} x \theta = 0 \quad (3)$$

$$x^2 \frac{d^2 \theta}{dx^2} + 2x \frac{d\theta}{dx} - 2 \frac{h}{k} \sqrt{2} \theta = 0 \quad (4)$$

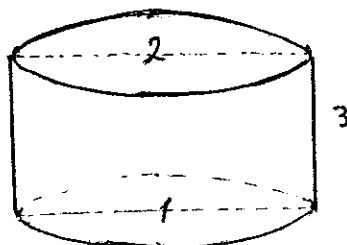
۸۳- قطر استوانه ۲ cm و ارتفاع آن ۱cm می‌باشد. اگر ضریب شکل قاعده‌ها $F_{12} = 0.35$ باشد، ضریب شکل سطح جانبی نسبت به قاعده پایین استوانه چقدر است؟ $h = 1 \text{ cm}$ $d = 2 \text{ cm}$

$$0.325 \quad (1)$$

$$0.35 \quad (2)$$

$$0.4 \quad (3)$$

$$0.165 \quad (4)$$



۸۴- برای یک مبدل حرارتی دو لوله‌ای ضریب انتقال حرارت کلی بدون در نظر گرفتن مقاومت رسوب $500 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ است. اگر بخواهیم مبدل حرارتی

را برای شرایط رسوب طراحی کنیم مقاومت رسوبی معادل با $4 \times 10^{-4} \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}$ در نظر می‌گیریم. برای انتقال حرارت یکسان و اختلاف دمای

- یکسان مقدار درصد سطح اضافی که بایستی در نظر گرفت کدام گزینه است؟
 (۱) ۱۰٪ (۲) ۲۵٪ (۳) ۴۵٪ (۴) ۶۰٪

۸۵- ضریب هدایت حرارتی بی‌نهایت بزرگ با کدام مورد هم‌خوانی دارد؟

- (۱) $\frac{dT}{dx} = 0$ (۲) $\frac{dT}{dx} = \infty$ (۳) عدد ثابت (۴) $\frac{dT}{dx} = f(x)$

۸۶- یک دیواره مرکب از دو جنس مختلف با هدایت حرارتی k_1 و k_2 با ضخامت یکسان تشکیل شده است. هدایت حرارتی معادل کدام است؟

- (۱) $k_1 k_2$ (۲) $k_1 + k_2$ (۳) $\frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$ (۴) $\frac{2k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

۸۷- سه دیواره فلزی با ضخامت و سطح مقطع یکسان به ترتیب دارای ضریب هدایت حرارتی $k_1 = a$, $k_2 = 2a$, $k_3 = 3a$ هستند. به ازای شار

حرارتی مساوی، نسبت اختلاف دمای دیواره‌ها مطابق با کدام گزینه است؟

- (۱) ۱/۱/۱ (۲) ۱/۲/۳ (۳) ۳/۲/۱ (۴) اطلاعات مساله ناقص است.

۸۸- در یک مبدل حرارتی پوسته و لوله‌یی چنانچه تعداد بافل‌ها را دو برابر کنیم چه تغییری به ترتیب در ضریب جابجایی و افت فشار در طرف پوسته

مبدل ایجاد می‌گردد؟

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

۸۹- شوفازی را در نظر بگیرید که هوای اطاقی را گرم می‌کند. در کدام‌یک از شرایط زیر نرخ انتقال گرما از شوفاز به اطاق تقریباً دو برابر می‌شود؟

- (۱) دمای اطاق دو برابر شود. (۲) سطح شوفاز دو برابر شود. (۳) ضریب هدایت پره در جداره شوفاز دو برابر شود. (۴) اگر ضریب انتقال حرارت جابجایی داخلی آب و جداره دو برابر شود.

۹۰- دیواری که ضخامت آن ۱۰ cm و انرژی برابر $10,000 \frac{W}{m^3}$ در آن تولید می‌شود به صورت عمودی در محیطی به دمای $20^\circ C$ و ضریب

جابجایی $h = 10 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ قرار گرفته است. دمای سطوح این دیوار چند درجه سلسیوس است. (اگر انتقال گرما یک بعدی فرض شود).

- (۱) ۷۰ (۲) ۸۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۲۰

۹۱- مقدار گرمای انتقال یافته در سطح مرکب زیر را پیدا کنید. $A_A = 0.1 m^2$ $AB = AD$

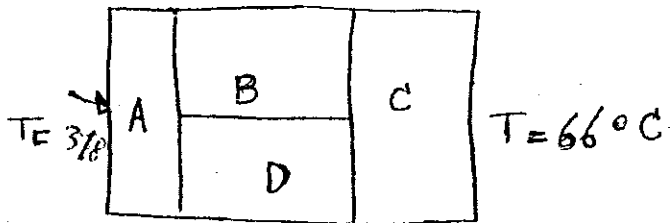
$k_A = 150, k_B = 30, k_C = 50, k_D = 70 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

۱۵ kW (۱)

۱۱.۴ kW (۲)

۱۱۴ kW (۳)

۱۱۴۰ W (۴)

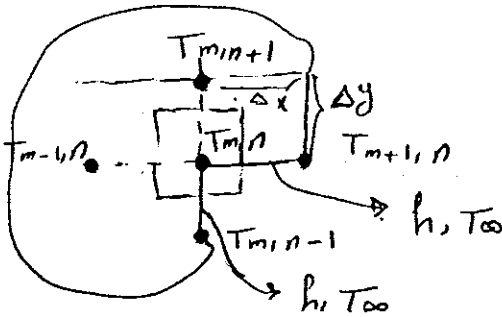


۹۲- جسم کروی را بعد از گرم کردن در کوره‌ای در درون سیالی قرار می‌دهیم تا شروع به خنک شدن شود. اگر برای این جسم شرایط به گونه‌ای

باشد که عدد بدون بعد بيو (Biot number) خیلی بزرگ باشد، در این حالت دمای سطح کره تقریباً معادل با کدام گزینه زیر است؟

- (۱) دمای مرکز جسم کروی (۲) دما به صورت تابع نمایی تغییر خواهد کرد (۳) دمای توده سیال (Bulk temperature of fluid) (۴) هیچکدام

- ۹۳- سیالی با سرعت u_0 در داخل لوله‌ای که دیواره آن تحت دما ثابت است گرم می‌شود. اگر جریان در سر تاسر داخل لوله آرام باشد، سرعت سیال را دو برابر می‌کنیم رژیم جریان عوض نمی‌شود، ضریب انتقال حرارت جابجایی در این حالت چند برابر می‌شود؟
 (۱) ضریب انتقال حرارت تغییر نمی‌کند.
 (۲) ضریب انتقال حرارت ۲ برابر می‌شود.
 (۳) ضریب انتقال حرارت ۴ برابر می‌شود.
 (۴) ضریب انتقال حرارت $1/4$ برابر می‌شود.
- ۹۴- ضریب انتقال حرارت در جریان جابجایی آزاد تابع چه اعداد بدون بعدی است؟
 (۱) Re و pr
 (۲) Gr و pr
 (۳) Gr و Bi
 (۴) Gr و Re و pr
- ۹۵- دمای نقطه مرکزی برای صفحه زیر را بر حسب دمای نقاط نشان داده شده در شکل نشان دهید (در صورتی که مرزهای آن در معرض هوا با دمای T_{∞} و ضریب جابجایی h واقع باشد).



$$T_{m,n} = \frac{BiT_{\infty} + (T_{m,n-1} + T_{m,n+1}) + (T_{m,n-1} + T_{m,n+1})}{2 + Bi} \quad (1)$$

$$T_{m,n} = \frac{BiT_{\infty} + \frac{1}{2}(T_{m,n+1} + T_{m,n-1}) + (T_{m,n-1} + T_{m,n+1})}{2 + Bi} \quad (2)$$

$$T_{m,n} = \frac{BiT_{\infty} + \frac{1}{2}(T_{m,n-1} + T_{m,n+1}) + (T_{m,n+1} + T_{m,n-1})}{1 + Bi} \quad (3)$$

$$T_{m,n} = \frac{BiT_{\infty} + \frac{1}{2}(T_{m,n-1} + T_{m,n+1}) + (T_{m,n+1} + T_{m,n-1})}{2 + Bi} \quad (4)$$

- ۹۶- بین اختلاف ولتاژ، گرادیان دما و اختلاف فشار چه شباهتی وجود دارد؟

- (۱) هر کدام یکی از صورت‌های انرژی را بیان می‌کنند.
 (۲) چون واحدهای متفاوتی دارند شباهتی با یکدیگر ندارند.
 (۳) چون مربوط به سه پدیده متفاوت هستند شباهتی ندارند.
 (۴) به ترتیب، نیروی محرکه الکتریکی، انتقال حرارت و جریان یک سیال هستند.

- ۹۷- بر روی صفحه تختی به طول 20 متر سیال نیوتونی به صورت آرام جریان دارد. ضریب متوسط انتقال حرارت برابر $20 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ می‌باشد. ضریب

انتقال حرارت در لبه انتهایی صفحه چقدر است؟ (بر حسب $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$)

۴۰۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

- ۹۸- دو صفحه موازی که دارای انعکاس آئینه‌ای می‌باشند و مساحت، دما و ضریب نشر آنها به ترتیب برابر $A_1, A_2, T_1, T_2, \epsilon_1, \epsilon_2$ می‌باشد کدام معادله زیر نماینگر گرمای تبادلی بین آنهاست؟

$$q = \frac{A_2 \sigma (T_1^f - T_2^f)}{\frac{A_1}{\epsilon_1} + \frac{A_2}{\epsilon_2} - 1} \quad (2)$$

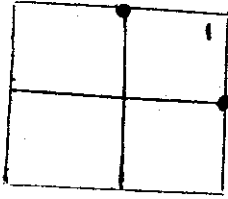
$$q = A_1 A_2 \sigma (T_1^f - T_2^f) \quad (1)$$

$$q = \frac{A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad (4)$$

$$q = \frac{A_1 \sigma (T_1^f - T_2^f)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{A_1}{A_2} \left(\frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right)} \quad (3)$$

۹۹- در یک جسم جامد نشان داده شده در شکل گره‌های اطراف گره ۱ تحت دمای 80°C درجه سانتیگراد می‌باشند. اگر در جسم حرارتی معادل $1/28 \frac{MW}{m^3}$ ایجاد شود $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 1 \text{ cm}$ ضریب هدایتی $20 \frac{W}{m^\circ\text{C}}$ باشد دمای گره ۱ در واحد درجه سانتی‌گراد چقدر است؟

$$T_{\infty} = 20^\circ\text{C}, h = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$$



$$h = 10 \text{ W/m}^2\text{C}$$

$$T_{\infty} = 20^\circ\text{C}$$

۱۱۵ (۱)

۱۲۵ (۲)

۱۲۹ (۳)

۱۳۵ (۴)

۱۰۰- یک کره فلزی به قطر 7 cm و یک مکعب فلزی از همان جنس به ضلع 7 cm را در نظر بگیرید. اگر هر دو تحت دمای 25°C باشند و در یک لحظه هر دو را در یک منبع بزرگ حاوی سیالی که تحت دمای 30°C است رها نماییم در مورد نرخ سرد شدن آنها کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ در هر دو حالت عدد بیو کمتر از 0.1 می‌باشد.

(۱) نرخ سرد شدن هر دو یکسان است.

(۲) نرخ سرد شدن مکعب بیشتر از کره است.

(۳) نرخ سرد شدن کره بیشتر از مکعب است.

(۴) به علت اینکه حجم مکعب بیشتر از کره است بستگی به ضریب جابجایی سیال ممکن است نرخ سرد شدن کمتر و یا بیشتر از کره گردد.

۱۰۱- دو صفحه (A و B) با ضریب نشر مساوی بین آنها خلاء شده است. صفحه A تحت دمای 2000 K و صفحه B تحت دمای 1000 K است. اگر سه صفحه دیگر که ضریب نشر آنها همانند صفحات A و B است، بین این دو صفحه قرار داده شود. دمای صفحه‌ای که در کنار صفحه A می‌باشد در واحد K تقریباً چقدر است؟

۱۸۷۰ (۴) ✓

۱۶۳۰ (۳)

۱۵۵۰ (۲)

۱۵۱۰ (۱)

$$\frac{T - T_w}{T_{\infty} - T_w} = 1 - e^{\left(\frac{-pr_{\infty} y}{v}\right)}$$

۱۰۲- سیالی روی صفحه‌ای جریان دارد بنحوی که توزیع دما در لایه مرزی حرارتی برابر که عدد پرندهال و برابر

0.7 ، u_{∞} سرعت آزاد سیال و برابر $7.3 \frac{m}{sec}$ و اسکویوسینه سینماتیکی سیال برابر $2.1 \times 10^{-4} \frac{m^2}{sec}$ و y جهت عمود بر صفحه است. اگر

ضریب هدایتی سیال $0.03 \frac{W}{m^\circ\text{C}}$ دمای صفحه 67°C و دمای سیال 27°C باشد شار حرارتی از صفحه در واحد $\frac{kw}{m^2}$ چقدر است؟

۱۲ (۴)

۱۰ (۳)

۹ (۲)

۸ (۱)

۱۰۳- صفحه گرمی در محیطی که دمای آن 27°C و فشار یک اتمسفر است از طریق جابجایی آزاد با محیط تبادل حرارتی دارد (در حالت پایان). اگر همین صفحه در محیطی که دما همان 27°C ولی فشار 2 atm باشد، قرار داده شود، نرخ تبادل حرارتی به محیط نسبت به حالت اول

(۲) ثابت باقی می‌ماند

(۱) کاهش می‌یابد

(۴) بستگی به حالت قرار گرفتن ممکن است افزایش یا کاهش یابد

(۳) افزایش می‌یابد

۱۰۴- دو میله هم اندازه و هم قطر با فاصله زیاد از هم به یک دیوار داغ متصل شده‌اند. میله A دارای ضریب هدایتی $100 \frac{W}{m^\circ\text{C}}$ می‌باشد. بعد از آنکه توزیع دما در هر دو میله به حالت پایا می‌رسد در 10 cm از دیوار دما روی میله A اندازه گرفته شده و برابر 150°C است، اگر همین دما روی

میله دوم (B) در فاصله 5 cm باشد، ضریب هدایتی میله B در واحد $\frac{W}{m^\circ\text{C}}$ چقدر است؟

۱۵۰ (۴)

۱۲۵ (۳)

۵۰ (۲)

۲۵ (۱)

۱۰۵- در یک مبدل حرارتی لوله‌های هم مرکز در لوله میانی آب و در لوله بیرونی بخار آب جریان دارد. در دو آزمایش دما خروج آب با تنظیم شدت جریان بخار یکسان نگهداشته شده است. در آزمایش اول سرعت آب u_1 و در آزمایش دوم سرعت آب $u_2 = 2u_1$ است. در هر دو

جریان به صورت ناآرام می‌باشد. نسبت ضریب جابجایی حالت دوم به حالت اول $\frac{h_2}{h_1} = ?$

۴ (۴)

۲ (۳)

۱/۷۴ (۲)

۱ (۱)

- ۱-۱۰۶ در یک برج جذب که به صورت غیر همسو کار می‌کند فقط جزء A بین دو فاز E و R منتقل می‌شود. کدام عبارت زیر صحیح است؟
 (۱) جهت انتقال از E به R و خط کار بالای منحنی تعادل است.
 (۲) جهت انتقال از E به R و خط کار پایین منحنی تعادل است.
 (۳) جهت انتقال از R به E و خط کار بالای منحنی تعادل است.
 (۴) جهت انتقال از R به E و خط کار پایین منحنی تعادل است.

- ۱-۱۰۷ ضریب نفوذپذیری مؤثر نودسون A در محیط متخلخل با: (T دمای مطلق و M وزن مولکولی می‌باشد).
 (۱) فشار نسبت مستقیم دارد. (۲) فشار نسبت عکس دارد.
 (۳) $\frac{T}{M_A}$ متناسب است. (۴) $\left(\frac{T}{M_A}\right)^{0.5}$ متناسب است.

- ۱-۱۰۸ نیروی محرکی واقعی فرآیندهای انتقال جرم کدام عامل است؟
 (۱) اختلاف غلظت (۲) اختلاف دما یا اختلاف فشار
 (۳) پتانسیل شیمیایی (۴) پتانسیل شیمیایی یا اکتیویته

- ۱-۱۰۹ در کدام مورد عدد فرود (Froude Number) معمولاً مهم است؟
 (۱) ظروف بهم زننده (۲) ستون جذب پر شده
 (۳) ستون تقطیر سینی دار (۴) ستون استخراج سینی دار

- ۱-۱۱۰ نفوذ جزء A در لایه ساکن گازی B صورت می‌پذیرد. کدام رابطه صحیح است؟
 (۱) $F = k_y \overline{P_{BM}}$ (۲) $F = k_G \overline{P_{BM}}$ (۳) $F = k_c \overline{P_{BM}}$ (۴) $F = k_y P_t$

- ۱-۱۱۱ یک گلوله جامد اسیدبنزوئیک به شعاع اولیه R_o با دانسیته مولی C را در داخل یک ظروف خیلی بزرگ محتوی آب قرار داده‌ایم که توسط یک بهم‌زن بهم زده می‌شود. اگر ضریب انتقال جرم برابر k باشد و غلظت اشباع اسید درون آب C_A^* باشد، چقدر طول می‌کشد تا تمامی اسید درون آب حل شود؟

$$(1) \frac{k C_A^*}{4 \pi R_o} \quad (2) \frac{4 \pi R_o}{k C_A^*} \quad (3) \frac{C R_o}{k C_A^*} \quad (4) \frac{k C_A^*}{C R_o}$$

- ۱-۱۱۲ تشابه چیلتون - کالبرن کدام است؟

$$(1) j_H = j_D = Re.Sc^{\frac{1}{2}} \quad (2) j_H = j_D = St_D.Sc^{\frac{1}{2}} \quad (3) j_H = j_D = Sh.Sc^{\frac{1}{2}} \quad (4) j_H = j_D = Sh.Re.Sc$$

- ۱-۱۱۳ مدل فیلم در کدام مورد زیر مناسب‌تر است؟

- (۱) نفوذپذیری خیلی سریع یا سرعت نو شوندگی خیلی کم
 (۲) نفوذپذیری خیلی سریع یا سرعت نو شوندگی سریع
 (۳) نفوذپذیری خیلی کند یا سرعت نو شوندگی خیلی کم
 (۴) نفوذپذیری خیلی کند یا سرعت نو شوندگی سریع

- ۱-۱۱۴ در یک ستون پر شده به ارتفاع ۱۳ متر جذب گاز صورت می‌پذیرد. کسر مولی جزء حل شدنی در خوراک ۰/۰۲ و در خروجی ۰/۰۱ و متوسط کسر مولی لگاریتمی اختلاف غلظت ۰/۰۰۲۲ می‌باشد. ارتفاع یک واحد انتقال چقدر است؟

$$(1) 1/5 \quad (2) 5/1 \quad (3) 6/1 \quad (4) 1/6$$

- ۱-۱۱۵ ضریب نفوذپذیری ماده A در محلول خیلی رقیق آبی در دمای $60^\circ C$ را با توجه به اطلاعات داده شده پیش‌بینی کنید.

$$\text{ضریب نفوذپذیری A در آب در دمای } 20^\circ C \text{ برابر با } \frac{m^2}{s} \times 10^{-9} \text{ برابر با } 1/56$$

$$\text{ویسکوزیته آب در دمای } 20^\circ C \text{ برابر با } \frac{kg}{m.s} \times 10^{-2} \text{ برابر با } 1/005$$

$$\text{ویسکوزیته آب در دمای } 60^\circ C \text{ برابر با } \frac{kg}{m.s} \times 10^{-3} \text{ برابر با } 0/406$$

$$(1) \frac{m^2}{s} \times 10^{-9} \text{ برابر با } 1/04 \quad (2) \frac{m^2}{s} \times 10^{-9} \text{ برابر با } 1/35 \quad (3) \frac{m^2}{s} \times 10^{-9} \text{ برابر با } 1/53 \quad (4) \frac{m^2}{s} \times 10^{-9} \text{ برابر با } 3/00$$

- ۱-۱۱۶ کدام فرآیند زیر جزء عملیات انتقال جرم مستقیم محسوب می‌شود؟

- (۱) جذب گاز (۲) لیچینگ (۳) فیلتراسیون جامد از دوغاب (۴) کریستالیزاسیون جزء به جزء

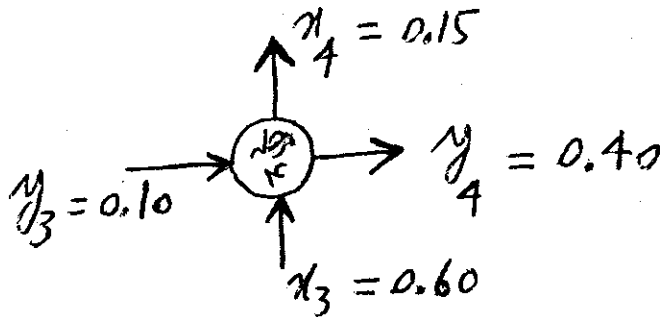
- ۱-۱۱۷ حلالیت کریستال $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$ را در ظرف آب خالص در نظر بگیرید. جهت نفوذ جزء حل شدنی از بلور به سمت بیرون می‌باشد.

- کدام عبارت زیر در لایه نازک اطراف کریستال صحیح است؟
 (۱) نفوذ حلال به سمت بیرون و غیر همسو با جابجایی توده است.
 (۲) نفوذ حلال به سمت بیرون و همسو با جابجایی توده است.

- (۳) نفوذ حلال (آب) به سمت داخل و غیر همسو با جابجایی توده است.
 (۴) نفوذ حلال به سمت داخل و همسو با جابجایی توده است.

- ۱۱۸- در استفاده از برج‌های آکنده جهت تماس مایع و گاز، معمولاً یک بستر آکنده کوچک و با آرایش نامنظم در قسمت فوقانی برج در بالاتر از محل ورود و توزیع مایع تعبیه می‌گردد. هدف از کاربرد این بستر چه می‌باشد؟
- (۱) جلوگیری از وقوع احتمالی پدیده طغیان
 (۲) بازایی قطرات مایع مانده در فاز گاز خروجی از برج
 (۳) جلوگیری از به حرکت درآمدن بستر آکنده اصلی
 (۴) یکنواخت کردن جریان و غلظت فاز گاز خروجی از برج
- ۱۱۹- برای مرحله نشان داده شده در شکل مقابل، راندمان مورفری بر اساس فاز گاز (EME) چقدر است؟ معادله منحنی تعادل به صورت $y^* = 4x$ می‌باشد.

- (۱) ۲۵ درصد
 (۲) ۵۰ درصد
 (۳) ۶۰ درصد
 (۴) ۶۷ درصد



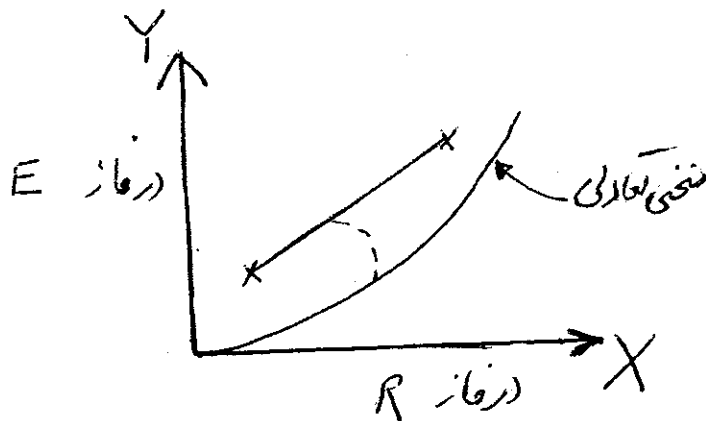
- ۱۲۰- یک بستر آکنده (Packed) به حجم کل ۵ متر مکعب حاوی ذرات کروی به قطر ۳ mm می‌باشد. اگر سطح ویژه بستر $1400 \frac{m^2}{m^3}$ باشد، حجم خلل و فرج داخل بستر را بر حسب متر مکعب کدام است؟

- (۱) ۲/۵ (۲) ۲ (۳) ۱/۵ (۴) ۱

- ۱۲۱- در صورتی که شدت انتقال جرم توسط فاز مایع کنترل شود و خط تبادل دارای شیب واحد باشد کدام رابطه صحیح است؟

(۱) $\frac{1}{K_y} = \frac{1}{k_y} + \frac{1}{k_x}$ (۲) $K_x = K_y = k_y$ (۳) $K_y = k_y + k_x$ (۴) $K_x = K_y = k_x$

- ۱۲۲- کدام یک از گزینه‌ها در مورد شکل زیر صحیح‌تر است؟



- (۱) انتقال جرم از فاز E به R صورت می‌گیرد. واحد عملیاتی موازی و غیر هم‌سو است و خط‌چین بیانگر منحنی تعادلی موضعی خاص را نشان می‌دهد.

- (۲) انتقال جرم از فاز E به R صورت می‌گیرد. واحد عملیاتی موازی و هم‌سو است و خط‌چین بیانگر منحنی تعادلی موضعی است.
 (۳) انتقال جرم از فاز E به R صورت می‌گیرد. واحد عملیاتی موازی و غیر هم‌سو است و خط‌چین بیانگر منحنی تعادلی موضعی است.
 (۴) انتقال جرم از فاز E به R صورت می‌گیرد. واحد عملیاتی موازی و غیر هم‌سو است و خط‌چین بیانگر منحنی تعادلی موضعی است.

۱۲۳- گاز A وارد بستری از ذرات جامد کروی B می‌شود و طی واکنش زیر گاز C در طول بستر و با سرعت بسیار زیاد تشکیل می‌شود. معادله فلوکس جزء A در یک مقطع مشخص از بستر عبارت است از:

$$N_A = \frac{4}{3} F \ln \frac{1}{4 - 3y_A} \quad (۲)$$

$$N_A = \frac{3}{4} F \ln \frac{3}{3 - 4y_A} \quad (۱)$$

$$N_A = \frac{4}{3} F \ln \frac{4}{4 - 3y_A} \quad (۴)$$

$$N_A = \frac{3}{4} F \ln \frac{1}{3 - 4y_A} \quad (۳)$$

۱۲۴- انتقال جرم از فاز گاز به فیلم مایع در حال ریزش اتفاق می‌افتد. رابطه زیر در این خصوص استفاده شده است:

$$u_x \frac{\partial C_A}{\partial x} = D_{AB} \left(\frac{\partial^2 C_A}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 C_A}{\partial x^2} \right)$$

- در صورتی که رابطه فوق را صحیح بدانیم، در این صورت باید گفت که:
- (۱) از حرکت توده‌ای در جهت X در مقابل نفوذ در جهت Z صرف‌نظر شده است.
 - (۲) از حرکت توده‌ای در جهت Z در مقایسه با نفوذ مولکولی در جهت Z صرف‌نظر شده است.
 - (۳) از نفوذ گاز در جهت Z در مقابل حرکت توده‌ای در جهت Z صرف‌نظر شده است.
 - (۴) از نفوذ مولکولی در جهت X در مقایسه با حرکت توده‌ای در جهت X صرف‌نظر شده است.

۱۲۵- عدد بدون بُعد لوئیس را به چه صورتی می‌توان تعریف کرد؟

$$L_e = \frac{Pr}{Sc} \quad (۴)$$

$$L_e = \frac{Pe_D}{Pe_H} \quad (۳)$$

$$L_e = \frac{Re}{Sc} \quad (۲)$$

$$L_e = \frac{D}{\alpha} \quad (۱)$$

۱۲۶- یک لایه از مایع فرآری بر روی زمین قرار دارد. اگر میزان تبخیر $N_A \frac{\text{moles}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ با دانسیته ثابت ρ و جرم مولکولی M باشد، کدام رابطه، تغییرات ضخامت مایع (z) را با زمان نشان می‌دهد؟

$$\frac{dz}{dt} = \frac{N_A \cdot M \cdot \rho}{2} \quad (۴) \quad \frac{dz}{dt} = N_A \cdot M \cdot \rho \quad (۲) \quad \frac{dz}{dt} = \frac{N_A \cdot M}{\rho} \quad (۲) \quad \frac{dz}{dt} = \frac{N_A \cdot \rho}{M} \quad (۱)$$

۱۲۷- مخلوطی از گاز هلیوم (A) و نیتروژن (B) در یک لوله به طول 0.2 m در دمای 300 K و فشار یک آتمسفر قرار دارد. فشار جزئی هلیوم در دو طرف لوله به ترتیب 0.6 ATM و 0.3 ATM می‌باشد. مقدار شار مولی هلیوم کدام است؟

فرضیات: $1 \text{ ATM} \approx 1 \times 10^5 \text{ Pa}$, $D_{AB} = 0.821 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$, $R \approx 8310 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{Pa}}{\text{Kg mol} \cdot \text{K}}$

$$5 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \quad (۴) \quad 4 \times 10^{-5} \frac{\text{Kg mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \quad (۳) \quad 4 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \quad (۲) \quad 2 \times 10^{-5} \frac{\text{Kg mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \quad (۱)$$

۱۲۸- محدوده عدد بدون بعد بعد اشمیت (Sc) در گازها و در مایعات به ترتیب کدام است؟

- (۱) از 20 تا 100 و از 10 تا 1000
 (۲) از 0.5 تا 5 و از 10 تا 500
 (۳) از 500 تا 1000 و از 2 تا 100
 (۴) از 0.5 تا 2 و از 1000 تا 100000

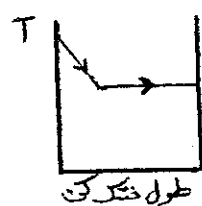
۱۲۹- مفهوم فیزیکی عدد بدون بعد بعد اشمیت (Sc) نسبت ضریب نفوذ است.

- (۱) حرارتی به ضریب نفوذ مولکولی
 (۲) مومنتم به ضریب نفوذ مولکولی
 (۳) مولکولی به ضریب نفوذ حرارتی
 (۴) مولکولی به ضریب نفوذ مومنتم

۱۳۰- رابطه تعادلی در سیستم‌های استخراج مایع-مایع با selectivity ثابت (β) به چه صورت است؟

$$Y = \frac{\beta X}{1 + (\beta - 1)X} \quad (۴) \quad y = \frac{\beta x}{1 + (\beta - 1)x} \quad (۳) \quad y = \frac{x}{\beta - (\beta - 1)x} \quad (۲) \quad Y = \frac{X}{\beta - (\beta - 1)X} \quad (۱)$$

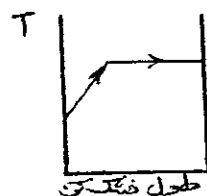
۱۳۱- پروفیل درجه حرارت برای یک نمونه مرطوب که در یک خشک‌کن پیوسته در حال خشک شدن است در صورتی که در ابتدای ورود به خشک‌کن جسم کاملاً مرطوب و در خروج آن کاملاً خشک باشد به چه صورت است؟



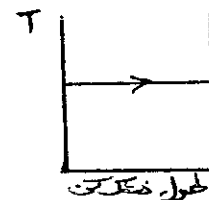
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۱۳۲- منحنی تعادل برای یک سیستم بر حسب اجزاء مولی $y = \Delta x$ نشان داده می‌شود. منحنی تعادل برای این سیستم بر حسب نسبت‌های مولی (X, Y) چگونه بیان می‌شود؟

$$Y = \frac{X}{5 - 4X} \quad (۴) \quad Y = \frac{2X}{5 - 4X} \quad (۳) \quad Y = \frac{\Delta X}{1 - 4X} \quad (۲) \quad Y = \frac{2X}{1 - 4X} \quad (۱)$$

۱۳۳- در یک عملیات جذب سطحی دو مرحله‌ای متقاطع در صورتی که از جاذب خالص استفاده شود و معادله تعادلی به صورت $Y = mX$ باشد رابطه بین غلظت میانی Y_1 و غلظت‌های Y_0 و Y_2 که ترتیب غلظت‌های ماده ورودی به مرحله اول و خروجی از مرحله دوم می‌باشد کدام است؟

$$Y_1 = \ln Y_0 \cdot Y_2 \quad (۴) \quad Y_1 = \sqrt{Y_0 \cdot Y_2} \quad (۳) \quad Y_1 = \frac{Y_0 + Y_2}{2} \quad (۲) \quad Y_1 = Y_2 \quad (۱)$$

۱۳۴- یک نمونه جامد مرطوب تحت آزمایش خشک کردن قرار گرفته و مشاهده می‌شود که در ابتدا کاهش رطوبت در آن ثابت و برابر $\frac{kg}{m^2 \cdot h}$ می‌باشد. در صورتی که جرم جامد کاملاً خشک مربوط به این نمونه 0.1 Akg و $\frac{dx}{d\theta} = 0.2$ باشد، سطح خشک شونده چقدر است؟

- (۱) $0.16m^2$ (۲) $0.4m^2$ (۳) $1.6m^2$ (۴) $4m^2$

۱۳۵- در صورتی که 50 مول از یک مخلوط دو جزئی به صورت بخار که شامل 50% مولی جزء فرارتر است مورد عمل میعان جزئی قرار گرفته و در انتهای عمل 30 مول محصول مایع حاصل گردد، جزء مولی جزء فرارتر در محصول بخار باقیمانده چقدر خواهد شد؟ (در محدوده غلظت مورد استفاده رابطه تعادلی را می‌توان بصورت $y = 2x$ در نظر گرفت)

- (۱) 0.35 (۲) 0.65 (۳) 0.79 (۴) 0.82

۱۳۶- در برج‌های استخراج مایع-مایع از نوع ضربه‌ای (Pulsed column) از یاد تعداد ضربات در واحد زمان.....

(۲) باعث کاهش راندمان می‌شود.

(۱) به امتزاج دو فاز کمک می‌کند.

(۴) تا حدی باعث افزایش راندمان شده و سپس برعکس عمل می‌کند.

(۳) باعث افزایش راندمان می‌شود.

۱۳۷- احیا یک ستون جذب سطحی با بستر ثابت مد نظر است. اگر جزء جذب شده با آب قابل امتزاج نباشد در آن صورت جریان به سمت ارجحیت دارد.

- (۱) بخار آب داغ، پایین (۲) گاز بی‌اثر داغ، پایین (۳) بخار آب داغ، بالا (۴) گاز بی‌اثر داغ، بالا

۱۳۸- معمولاً تبلور و گرمای تبلور با تغییر می‌کند.

- (۱) گرم‌زاست، دما (۲) گرم‌گیر است، دما (۳) گرم‌گیر است، دما و غلظت (۴) گرم‌زاست، دما و غلظت

۱۳۹- در فرآیند فیلتراسیون برای کیک‌های مقاومت ویژه مستقل از در لایه است.

- (۱) تراکم‌ناپذیر، افت فشار (۲) تراکم‌ناپذیر، افت فشار (۳) تراکم‌پذیر، افت فشار و مکان (۴) تراکم‌ناپذیر، افت فشار و مکان

۱۴۰- در یک برج تقطیر تغییرات α کم و یک جوشاننده استفاده شده است. حداقل تعداد سینی‌های برج را با توجه به کدام معادله می‌توان حساب کرد؟

$$N_m + 1 = \frac{\log \frac{1-x_D}{x_D} \frac{x_w}{1-x_w}}{\log(\alpha_1 \alpha_w)} \quad (2)$$

$$N_m + 1 = \frac{\log \frac{x_D}{1-x_D} \frac{1-x_w}{x_w}}{\log \sqrt{\alpha_1 \alpha_w}} \quad (1)$$

$$N_m + 1 = \frac{\log \frac{1-x_D}{x_D} \frac{x_w}{1-x_w}}{\log \sqrt{\alpha_1 \alpha_w}} \quad (4)$$

$$N_m + 1 = \frac{\log \frac{x_D}{1-x_D} \frac{1-x_w}{x_w}}{\log(\alpha_1 \alpha_w)} \quad (3)$$

۱۴۱- مخلوط A و B که دارای ۲۵ درصد مولی از A می‌باشد به طور ناگهانی تقطیر می‌شود به نحوی که مایع بدست آمده از تقطیر ۷۵ درصد کل خوراک اولیه می‌باشد. رابطه بین غلظت جزء A (فرارتر) در فاز بخار و غلظت جزء A در فاز مایع کدام است؟

- (۱) $3y_D = 1 - x_w$ (۲) $y_D = 1 - 3x_w$ (۳) $y_D = 1 - x_w$ (۴) $y_D = 0.5 - x_w$

۱۴۲- یک برج تقطیر دارای دو خوراک و یک محصول جانبی می‌باشد. در مورد این برج کدام عبارت زیر صحیح است؟ (در برج محلول دو جزئی تقطیر می‌شود)

- (۱) تعداد نقاط تفاضل چهار و تعداد خطوط تبادل چهار می‌باشد. (۲) تعداد نقاط تفاضل دو و تعداد خطوط تبادل سه می‌باشد. (۳) تعداد نقاط تفاضل سه و تعداد خطوط تبادل سه می‌باشد. (۴) تعداد نقاط تفاضل سه و تعداد خطوط تبادل دو می‌باشد.

۱۴۳- چرا خطوط بست (tie line) در فرآیند لیچینگ عمودی و بموازات یکدیگرند؟

- (۱) برای اینکه غلظت فازها در هر مرحله ثابت است. (۲) برای اینکه جسم حل شونده بطور کامل حل نمی‌شود. (۳) برای اینکه غلظت جسم حل شونده در هر دو فاز یکی است. (۴) برای اینکه منحنی‌های تعادل و تبادل با هم موازی هستند.

۱۴۴- در تقطیر دیفرانسیلی یک مخلوط دو جزئی A و B جزء فرار A در خوراک 50% درصد و برای این سیستم $\alpha = 2$ است. اگر جزء مولی A در باقیمانده ظرف تقطیر برابر 25% درصد شود. متوسط جزء مولی A در بخارات جمع‌آوری شده حاصل از تقطیر چقدر خواهد بود؟

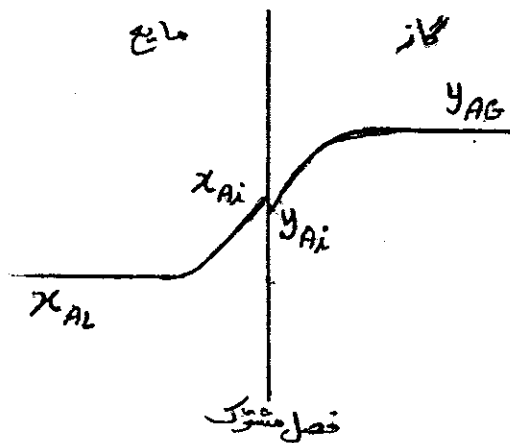
- (۱) 0.57 (۲) 0.67 (۳) 0.75 (۴) 0.76

۱۴۵- در عملیات استخراج مایع C از محلول C در A به کمک حلال B برای یک خلوص مشخص:

- (۱) ارتباطی بین مقدار مصرفی حلال و تعداد مراحل وجود ندارد.
 - (۲) هرچه تعداد مراحل بیشتر شود، مقدار کمتری حلال مصرف می‌شود.
 - (۳) هرچه تعداد مراحل بیشتر شود، مقدار بیشتری حلال مصرف می‌شود.
 - (۴) مقدار مصرفی حلال را با توجه به حداقل مقدار حلال می‌توان پیدا کرد و تعداد مراحل تأثیری ندارد.
- ۱۴۶- کدام یک از جملات زیر در مورد یک برج خنک کننده به کمک آب (cooling tower) صحیح است؟

- (۱) برای دمای آب خروجی محدودیتی وجود ندارد.
 - (۲) حداقل دمای آب خروجی دمای خشک هوای ورودی است.
 - (۳) حداقل دمای آب خروجی، دمای مرطوب هوای ورودی است.
 - (۴) حداقل دمای آب خروجی، ممکن است از دمای مرطوب هوای ورودی کمتر باشد.
- ۱۴۷- در خشک کردن یک جامد مرطوب، نفوذ رطوبت آزاد کنترل کننده است. اگر مقدار رطوبت آزاد و ضخامت جسم هردو به نصف کاهش داده شوند، نرخ خشک کردن به چه صورت تغییر خواهد کرد؟

- (۱) نصف می‌شود.
 - (۲) دو برابر می‌شود.
 - (۳) چهار برابر می‌شود.
 - (۴) تغییری نخواهد کرد.
- ۱۴۸- نمودار مقابل نمایانگر کدام فرآیند است؟



- (۱) جذب گاز (Gas Absorption)
- (۲) دفع گاز (Gas stripping)
- (۳) جذب سطحی (Adsorption)
- (۴) رطوبت‌افزایی (Humidification)

۱۴۹- ضریب نفوذ جزء A در یک مخلوط دو جزئی مایع و بر اساس تئوری Eyring

- (۱) فقط با دما نسبت مستقیم دارد.
- (۲) با دما نسبت مستقیم و با ویسکوزیته محلول نسبت عکس دارد.
- (۳) فقط تابعی از ویسکوزیته محلول است و اثر دما در ویسکوزیته محلول مستتر می‌باشد.
- (۴) با دما و حجم مولی مخلوط نسبت مستقیم و با ویسکوزیته محلول نسبت عکس دارد.

۱۵۰- در عمل خشک کردن جامد مرطوبی بصورت جابجایی Convective با حرکت هوا بموازات سطح جامد مقادیر زیر داده شده است:

$$N_c = 0.7 \text{ lb} / \text{h} \cdot \text{ft}^2 \text{ شدت ثابت}$$

$$h_c = 11 \frac{\text{Btu}}{\text{h} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \text{ ضریب انتقال حرارت}$$

$$\lambda_i = 1040 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \text{ حرارت نهان تبخیر آب در دمای سطح}$$

$$t_i = 70^\circ\text{F} \text{ دمای سطح}$$

دمای توده هوا t_G چقدر است؟

۲۳۶٫۲°F (۴)

۱۳۶٫۲°F (۳)

۱۳۲٫۴°F (۲)

۶۶٫۲°F (۱)

۱۵۱- جریان هوا با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در لوله‌یی جریان دارد. چگالی هوا $1.2 \frac{kg}{m^3}$ می‌باشد. در صورتی که ضریب اصطکاک مودی برای این جریان

برابر با 0.02 باشد، تنش برشی وارد بر جداره لوله چند نیوتن بر متر مربع $(\frac{N}{m^2})$ می‌باشد؟

- (۱) 0.3 (۲) 0.2 (۳) 1.2 (۴) 2.4

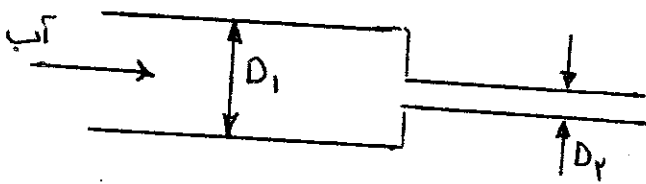
۱۵۲- اجزاء سرعت برای یک سیال غیر قابل تراکم به صورت زیر داده شده است: $w = b$ ، $v = ?$ و $u = a(x^2 + y^2)$ که a و b ثابت‌ها هستند. کدام گزینه شکل صحیح جزء v را نشان می‌دهد؟

- (۱) $v = -2axy$ (۲) $v = -2axb + c$ (۳) $v = -fay + c$ (۴) $v = -2axy + c$

۱۵۳- آبی با دبی حجمی $30 \frac{m^3}{s}$ وارد لوله ۱ می‌گردد. برای آن که آب در لوله ۲ دارای سرعتی معادل با ۴ برابر سرعت آب در لوله ۱ باشد، قطر

لوله ۲ چند برابر قطر لوله ۱ است؟

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



۱۵۴- ضریب تخلخل (ε) برای یک بستر ثابت 0.4 می‌باشد، اگر قطر بستر یک متر و دبی هوای ورودی به بستر 2π متر مکعب بر ثانیه باشد، سرعت واقعی هوا در درون بستر چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) 1.5 (۲) 5 (۳) 10 (۴) 20

۱۵۵- تابع جریان بصورت $\psi = \frac{A}{r} \ln(x^2 + y^2)$ داده شده است. توزیع سرعت مطابق با کدام گزینه است؟

- (۱) $V_x = -\frac{Ay}{x^2 + y^2}$ $V_y = \frac{Ax}{x^2 + y^2}$
(۲) $V_x = -\frac{Ay}{x^2 + y^2}$ $V_y = -\frac{Ay}{x^2 + y^2}$
(۳) $V_x = \frac{Ay}{x^2 + y^2}$ $V_y = -\frac{Ax}{x^2 + y^2}$
(۴) $V_x = \frac{Ax}{x^2 + y^2}$ $V_y = -\frac{Ay}{x^2 + y^2}$

۱۵۶- آب با سرعت $2.5 \frac{cm}{s}$ در یک لوله افقی به قطر $5cm$ جریان دارد. مقدار افت فشار بر واحد طول لوله برابر چند پاسکال می‌باشد؟

(ویسکوزیته سنیما تیک برای آب $\nu = 10^{-6} \frac{m^2}{s}$) (دانسیته آب $1000 \frac{kg}{m^3}$) ($g = 9.806 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) 0.16 (۲) 0.32 (۳) 0.64 (۴) 0.96

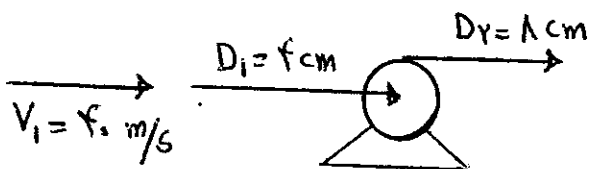
۱۵۷- آب از داخل کانالی با سطح مقطع $12ft^2$ و محیط $14ft$ به طول $300ft$ با افت فشار معادل $12ft$ جریان دارد. تنش وارده به دیواره کانال

چند $(\frac{lbf}{ft^2})$ می‌باشد. (۲ برای آب $62.4 = \gamma$)

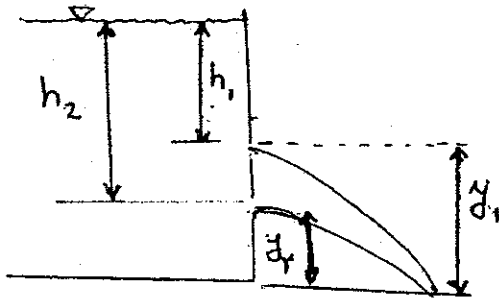
- (۱) 0.14 (۲) 1.14 (۳) 2.14 (۴) 21.4

۱۵۸- بازده تلمبه شکل مقابل 70% است. اگر این تلمبه فشار آب را $800kpa$ افزایش دهد، توان مورد نیاز آن چند کیلو وات می‌باشد؟

- (۱) 2.50 (۲) 2.57 (۳) 40.00 (۴) 57.46



۱۵۹- سیالی مطابق شکل از دو روزنه که به فواصل h_1 و h_2 بر روی دیوار مخزنی ایجاد شده‌اند بصورت جت خارج می‌شود. جت‌های خروجی از این دو روزنه در جایی با هم تلاقی دارند. با فرض آنکه تلفات انرژی وجود نداشته باشد در مورد نسبت‌های h_1 و h_2 و ارتفاع‌های تلاقی کدام گزینه زیر صحیح است؟



(۱) $h_1 y_1 = h_2 y_2$

(۲) $h_1 y_1^2 = h_2 y_2^2$

(۳) $h_1 h_2 = y_1 y_2$

(۴) $h_1^2 h_2 = y_1^2 y_2$

۱۶۰- دو لوله با قطر، طول و دبی یکسان در آنها را در نظر بگیرید. لوله اولی از جنس سیمان و دومی از جنس شیشه کاملاً صاف می‌باشد. در هر دو لوله آب جریان دارد که جریان آب در هر دو لوله بصورت ورقه‌ای و لزجت یکسان است. کدام گزینه در خصوص افت انرژی در این دو لوله صحیح است؟

(۱) افت انرژی در هر دو لوله یکسان است.

(۲) افت انرژی در لوله سیمانی بعلت تفاوت زبری، بیشتر است.

(۳) چون لوله شیشه‌ای صاف است جریان با سرعت بیشتر حرکت خواهد کرد و در نتیجه افت انرژی بیشتر است.

(۴) چون لوله شیشه‌ای صاف است اصطکاک کمتر است در نتیجه افت انرژی در این لوله کمتر می‌باشد.

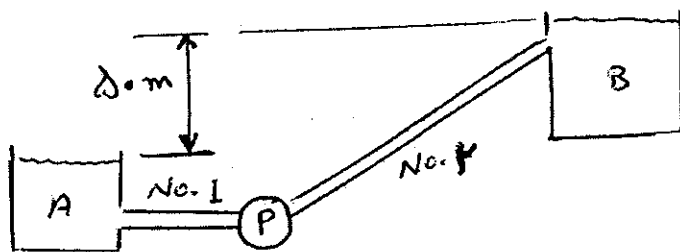
۱۶۱- آب توسط پمپی مطابق شکل از مخزن A به مخزن B منتقل می‌شود. با فرض اینکه از افت‌های موضعی بتوان صرف‌نظر نمود و ارتفاع معادل افت ناشی از اصطکاک در لوله شماره ۲، ۲۰ متر باشد اگر مقدار $\frac{fV^2}{2Dg}$ در هر دو لوله مساوی و برابر ۰٫۱ باشد و طول لوله شماره ۱ ۵۰۰ متر باشد ارتفاع معادل پمپ (h_p) و طول لوله شماره ۲ چقدر است. اختلاف ارتفاع دو مخزن ۵۰ متر است. شکل به مقیاس کشیده نشده است.

(۱) $h_p = 75m$ و طول لوله شماره ۲، ۱۰۰۰ متر است.

(۲) $h_p = 85m$ و طول لوله شماره ۲، ۱۵۰۰ متر است.

(۳) $h_p = 75m$ و طول لوله شماره ۲، ۲۰۰۰ متر است.

(۴) $h_p = 85m$ و طول لوله شماره ۲، ۲۰۰۰ متر است.



۱۶۲- جریان یک سیال در داخل لوله بنحوی است که عدد رنالدز برابر $Re=1280$ برقرار است. اگر طول لوله ۲۵٫۶ متر و قطر آن ۶٫۴cm و لزجت سینماتیکی $2 \times 10^{-5} \frac{m^2}{sec}$ باشد، افت انرژی در طول لوله معادل چند متر خواهد بود.

$g = 10 \frac{m}{sec^2}$

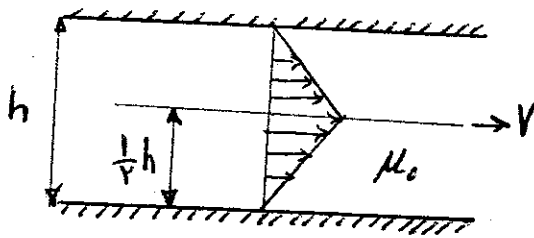
(۴) ۰٫۳۶

(۳) ۰٫۳۱۶

(۲) ۰٫۲۶

(۱) ۰٫۱۶

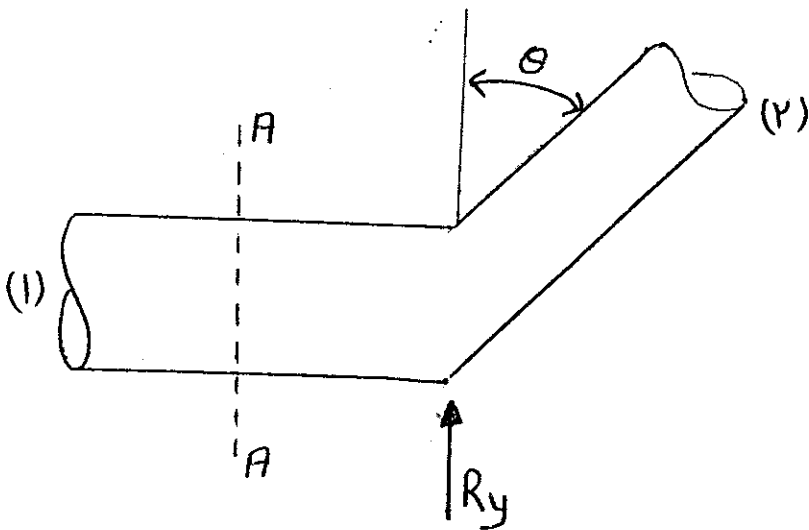
۱۶۳- در بین دو صفحه موازی که به فاصله h از یکدیگر می‌باشند روغنی با لزجت μ_0 پر شده است. یک ورق نازک به مساحت A با سرعت ثابت مطابق شکل کشیده می‌شود. نیروی مقاومت F در مقابل حرکت ورق با کدام یک از روابط زیر بیان می‌شود.



- (۱) $\frac{V\mu_0 A}{h}$
- (۲) $\frac{4V\mu_0 A}{h}$
- (۳) $\frac{V\mu_0 A}{4h}$
- (۴) $\frac{2V\mu_0 A}{h}$

۱۶۴- لوله شکل زیر در صفحه افقی قرار داشته و از سطح مقطع A-A به بعد زاویه قرارگیری و قطر آن تغییر کرده است. فرض می‌شود که تلفات انرژی نداریم و نیروی مقاوم جهت حفظ تعادل را با R_y نمایش می‌دهیم اگر داشته باشیم $\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H$ مقدار R_y برابر کدام

گزینه است؟



- (۱) $\gamma A_r \cos \theta (H - \frac{V_r^2}{g})$
- (۲) $\gamma A_r \cos \theta (H + \frac{V_r^2}{2g})$
- (۳) $\gamma A_r \cos \theta (H - \frac{V_r^2}{2g})$
- (۴) $\gamma A_r \cos \theta (H + \frac{V_r^2}{g})$

۱۶۵- جریان آرام مایعی به شدت جریان $0.25 \frac{m^2}{s}$ در لوله‌ای به قطر 10 cm جریان دارد. مقدار سرعت سیال در فاصله 2 cm از جداره لوله،

چند متر بر ثانیه $(\frac{m}{s})$ است؟

- (۱) ۳٫۲
- (۲) ۴٫۱
- (۳) ۵٫۴
- (۴) ۶٫۴

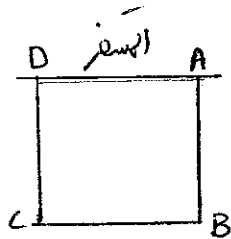
۱۶۶- اگر در لوله‌ای جریان آرام برقرار باشد، در چه فاصله‌ای از مرکز لوله، سرعت سیال برابر با سرعت متوسط آن است؟

- (۱) $\frac{r}{R} = \frac{1}{3}$
- (۲) $\frac{r}{R} = \frac{1}{2}$
- (۳) $\frac{r}{R} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- (۴) $\frac{r}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

۱۶۷- در شکل داده شده دریچه ABCD به ابعاد یک متر در یک متر به صورت قائم در درون مایعی به وزن مخصوص متغیر قرار دارد که

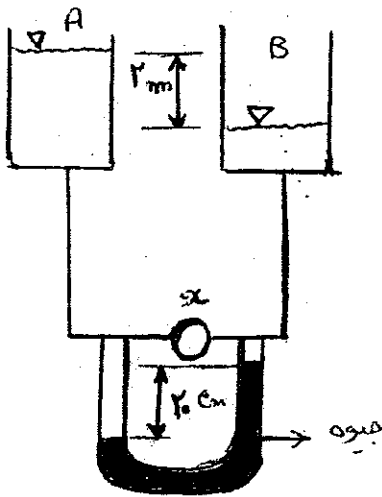
مخصوص مایع از رابطه زیر تبعیت می کند $\gamma(y) = 107000 + 1200y$ (در واحد $\frac{N}{m^3}$) لنگر ناشی از نیروی هیدرواستاتیک وارد

طرف دریچه حول لولای AB در واحد N.m چه مقدار می باشد؟



- (۱) ۲۷۰۰
- (۲) ۴۵۰۰
- (۳) ۵۳۰۰
- (۴) ۵۴۰۰

۱۶۸- مطابق شکل جریان آب بین دو مخزن برقرار است. مانومتر اختلاف فشار قبل و بعد از وسیله X را نشان می دهد. با توجه به اطلاعات داده شده روی شکل در مورد وسیله X و جهت جریان کدام یک از گزینه ها صحیح است؟ شکل بدون مقیاس است. قطرهای ثابت و وسیله پایین تر از کف مخزن قرار گرفته است.



- (۱) جهت جریان از A به سمت B بوده و وسیله مورد نظر یک پمپ است.
- (۲) جهت جریان از B به سمت A بوده و وسیله مورد نظر یک پمپ است.
- (۳) جهت جریان از A به سمت B بوده و وسیله مورد نظر یک توربین است.
- (۴) جهت جریان از B به سمت A بوده و وسیله مورد نظر یک توربین است.

۱۶۹- طول معادل یک شیر توپی ($k = 10$) در یک خط لوله ($f = 0.025$) چند برابر قطر لوله است؟

- (۱) ۱۰۰
- (۲) ۲۰۰
- (۳) ۴۰۰
- (۴) ۸۰۰

۱۷۰- اگر از کلیه تلفات صرف نظر شود فشار در قلعه یک سیفون.....

- (۱) حداقل فشار در سیفون است.
- (۲) مستقل از دبی جریان در سیفون می باشد.
- (۳) مستقل از طول سیفون در پایین دست قله است.
- (۴) فقط به ارتفاع قله از سطح مخزن بالادست بستگی دارد.

۱۷۱- در مطالعه نیروی محرک بر روی یک قایق شناور درون آب از یک مدل آزمایشی با اشل $\frac{1}{25}$ استفاده می شود. اگر گروه های بدون

حاکم بر مسئله $\frac{F_D}{\rho u^2 L^2}$ و $\frac{uL}{v}$ ، $\frac{u^2}{gL}$ بوده و قایق با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه درون آب حرکت کند، مدل آزمایشی چه سرعتی را داشته باشد؟ (بر حسب متر بر ثانیه)

- (۱) ۶.۷۵
- (۲) ۴
- (۳) ۲
- (۴) ۲.۵

۱۷۲- هرگاه نیروی چسبندگی سیال از نیروی پیوستگی آن بیشتر باشد سیال در داخل لوله باریک:

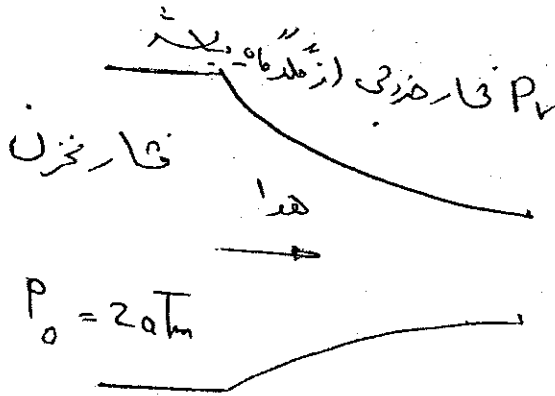
- (۱) پایین می آید.
- (۲) بالا می رود.
- (۳) متناسب با دانسیته سیال بالا می رود.
- (۴) متناسب با کشش سطحی سیال پایین می آید.

۱۷۳- مقدار m (mass flow rate) در کدام حالت بیشتر است؟

(m_1°) حالت اول $P_{r1} = 1/5 \text{ atm}$

(m_2°) حالت دوم $P_{r2} = 1/10 \text{ atm}$

(m_3°) حالت سوم $P_{r3} = 0/8 \text{ atm}$



$m_3^\circ > m_2^\circ > m_1^\circ$ (۱)

$m_1^\circ = m_2^\circ = m_3^\circ$ (۲)

$m_1^\circ > m_2^\circ > m_3^\circ$ (۳)

$m_2^\circ = m_3^\circ = m_{max}^\circ$ (۴)

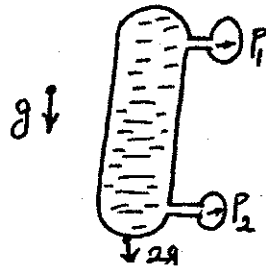
۱۷۴- مخزن بسته‌ای محتوی آب در یک آسانسور قرار دارد. به بالا و پایین این مخزن دو فشارسنج وصل شده است. اگر آسانسور با شتاب $2g$ به سمت پایین حرکت کند، اختلاف $P_1 - P_2$ چقدر خواهد بود؟ وزن حجمی سیال γ و فاصله نقاط اندازه‌گیری فشار H است.

$-\gamma H$ (۱)

$-2\gamma H$ (۲)

γH (۳)

$2\gamma H$ (۴)



۱۷۵- در یک جریان تراکم‌پذیر، مافوق صوت، ایزنتروپیک در یک شیپوره (نازل) کدام یک از روابط زیر صحیح است؟ (اندیس O به گلوگاه نازل مربوط می‌باشد)

$\frac{A}{A_o} = \frac{\rho_o}{\rho} \left(\frac{T_o}{T}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{Ma}$ (۴)

$\frac{A}{A_o} = \frac{\rho_o}{\rho} \left(\frac{T_o}{T}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{Ma}$ (۳)

$\frac{A}{A_o} = \frac{V_o}{V}$ (۲)

$\frac{A}{A_o} = \frac{\rho_o}{\rho}$ (۱)

۱۷۶- هوا با فشار یک اتمسفر و دمای $20^\circ C$ با سرعت $10 \frac{m}{s}$ جریان دارد. اگر در مسیر این جریان یک لوله پیتو قرار دهیم، این وسیله فشار

$8/5 \text{ mm}$ (۴)

$6/1 \text{ mm}$ (۳)

$4/3 \text{ mm}$ (۲)

$3/2 \text{ mm}$ (۱)

چند میلی‌متر آب را می‌خواند؟

۱۷۷- دو مایع نیوتنی غیر قابل امتزاج A و B بین دو صفحه موازی بینهایت با جریان آرام در حرکتند. وجود کدام یک از پروفایل‌ها زیر غیر ممکن است؟

(۱) پروفایل سرعت هر دو لایه سیال دارای ماکزیمم باشد.

(۲) پروفایل لایه A دارای ماکزیمم سرعت ولی B ماکزیمم آن روی فصل مشترک واقع می‌شود.

(۳) پروفایل لایه B دارای ماکزیمم سرعت ولی لایه A ماکزیمم آن روی فصل مشترک واقع می‌شود.

(۴) دو مورد فوق

۱۷۸- فشار وارد بر مایعی ($K = 2.1 \times 10^9 \text{ Pa}$) را به اندازه 4 MPa افزایش می‌دهیم. دانسیته مایع چند درصد افزایش می‌یابد؟

$\frac{1}{50}$ (۴)

$\frac{1}{30}$ (۳)

$\frac{1}{5}$ (۲)

$\frac{1}{3}$ (۱)

۱۷۹- آب آتش‌نشانی با دبی $25 \frac{\text{liter}}{\text{s}}$ از شلنگی به قطر 10 سانتی‌متر از طریق نازلی به قطر 3 سانتی‌متر خارج می‌شود. با صرف نظر کردن از

اصطکاک موجود، نیرویی که به نازل اعمال می‌شود را محاسبه کنید؟ (دانسیته آب $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

6200 N (۴)

4872 N (۳)

4067 N (۲)

3540 N (۱)

۱۸۰- برای یک سیال تراکم‌پذیر، ایده‌آل در یک جریان هم‌دما کدام یک از روابط زیر بین عدد ماخ (M) و فشار (P) برقرار است؟

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (۴)$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad (۳)$$

$$\sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \frac{V_1}{V_2} \quad (۲)$$

$$M_1 M_2 = V_1 V_2 \quad (۱)$$

178911

پاکستان میں تعلیم اور ترقی کے لیے کام کرنے والے اداروں کے لیے

22	22	22	22	22	22	22	22	22
22	22	22	22	22	22	22	22	22
22	22	22	22	22	22	22	22	22



پنجاب صوبہ

1789

پاکستان میں تعلیم اور ترقی کے لیے کام کرنے والے اداروں کے لیے

ردیف	نام	پتہ	شمارہ	تاریخ	مقام
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

