

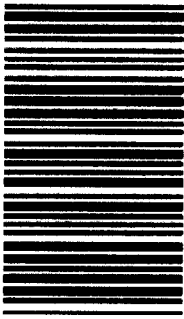
351

C

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



351C

صبح پنجشنبه
۹۱/۱۱/۱۹



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.
امام خمینی (ره)

آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۹۲

مهندسی فرآوری و انتقال گاز - کد ۱۲۸۹

مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۴۰

عنوان مواد امتحانی، 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)	۱۵	۳۱	۴۵
۳	ترمودینامیک مهندسی شیمی ۱ و ۲	۲۰	۴۶	۶۵
۴	انتقال حرارت ۱ و ۲	۲۰	۶۶	۸۵
۵	انتقال جرم	۱۵	۸۶	۱۰۰
۶	عملیات واحد ۱ و ۲	۲۰	۱۰۱	۱۲۰
۵	مکانیک سیالات	۲۰	۱۲۱	۱۴۰

بهمن ماه سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

Part A: Vocabulary

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

- 1- He is a woman of ----- who has never abandoned his principles for the sake of making money.
1) utility 2) integrity 3) treaty 4) acrimony
- 2- The loud sound of the radiator as it released steam became an increasingly annoying -----.
1) interval 2) perception 3) zenith 4) distraction
- 3- Jackson's poor typing skills were a ----- to finding employment at the nearby office complex.
1) hindrance 2) supplement 3) confirmation 4) versatility
- 4- The judge dismissed the extraneous evidence because it was not ----- to the trial.
1) obedient 2) treacherous 3) pertinent 4) vulnerable
- 5- Because biology is such a ----- subject, it is subdivided into separate branches for convenience of study.
1) deficient 2) consistent 3) broad 4) mutual
- 6- In addition, physicians may have difficulty in deciding that an illness can be ----- the job. Many industrial diseases mimic sickness from other causes.
1) attributed to 2) precluded from 3) refrained from 4) exposed to
- 7- **Mechanics** was one of the most highly developed sciences ----- in the Middle Ages.
1) extracted 2) persisted 3) resolved 4) pursued
- 8- In the absence of death from other causes, all members of a population may exist in their environment until the ----- of senescence, which will cause a decline in the ability of individuals to survive.
1) ratio 2) onset 3) core 4) output
- 9- Before the invention and diffusion of writing, translation was ----- and oral; persons professionally specializing in such work were called interpreters.
1) subsequent 2) unilateral 3) eventual 4) instantaneous
- 10- Public attitudes toward business regulation are somewhat -----; most people resent intrusive government rules, yet they expect government to prevent businesses from defrauding or endangering them.
1) cogent 2) emotional 3) ambiguous 4) indifferent

Part B: Cloze Test

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

The variety of successful dietary strategies (11) ----- by traditionally living populations provides an important perspective on the ongoing debate about how high-protein, low-carbohydrate regimens such as the Atkins diet compare with (12) ----- underscore complex carbohydrates and fat restriction. The fact that both these schemes produce weight loss is not surprising, (13) ----- both help people shed pounds through the same basic mechanism: (14) ----- major sources of calories. When you create an energy deficit —that is, when you consume fewer calories (15) ----- —your body begins burning its fat stores and you lose weight.

- 11- 1) employed 2) are employed 3) is employed 4) then employed
- 12- 1) those that 2) the ones they 3) that which 4) they
- 13- 1) in fact 2) although 3) likewise 4) because
- 14- 1) limit 2) limiting 3) which limit 4) with limiting
- 15- 1) are expended 2) that they are expended
3) than you expend 4) to expend

PART C: Reading Comprehension

Directions: Read the following three passages and answer the questions by choosing the best choice (1), (2), (3), or (4). Then mark the correct choice on your answer sheet.

Physical Properties of Natural Gas

Natural gas usually is a mixture of several *components*. Its physical and chemical properties therefore depend upon those of its constituents, and upon properties peculiar to gaseous mixtures. The physical and chemical properties of natural gases are influenced by the relative quantities of their various hydrocarbons and other constituents, and these individual components differ widely in their characteristics and properties. For this reason, no one set of definite values for the properties of natural gas would apply strictly to all natural gas. Since the physical properties of natural gas depend upon its chemical composition and the composition may change with a change in pressure or temperature due to *liquefaction* of some of the constituents, it is advisable to determine the physical properties of the natural gas through the desired range of temperatures and pressures.

The term "natural gas" is applied to mixtures of gases, as found in nature, composed of hydrocarbon gases of the paraffin series (i.e. Methane, Ethane, Propane, Butane, etc.) and usually small amounts of Nitrogen and Carbon Dioxide, and still smaller amounts of Helium and other *inert* gases. The wide variation in both the actual number of components and the percentages of each that constitute natural gas gives the term an indefinite chemical significance. Usually the great parts of the heavier hydrocarbon Butane, Pentane, etc.) are present in natural gas.

- 16- The underlined "those" in the first paragraph refers to -----.
- 1) physical and chemical properties of the constituents.
 - 2) physical and chemical properties of natural gas.
 - 3) physical and chemical properties of gaseous mixtures.
 - 4) mixtures of components.
- 17- The word meaning "component" in the passage is -----.
- 1) constituent
 - 2) quantity
 - 3) property
 - 4) mixture
- 18- The underlined for "This reason" refers to the difference in the characteristics and properties of -----.
- 1) constituents
 - 2) components
 - 3) gaseous mixtures
 - 4) hydrocarbons and other constituents
- 19- According to the passage, ----- determines pressure and temperature.
- 1) chemical composition
 - 2) physical property
 - 3) liquefaction
 - 4) relative quantity
- 20- The word "inert" as used in this passage is opposite in meaning to the word -----.
- 1) active
 - 2) considerable
 - 3) indefinite
 - 4) negligible

Cooling Towers

One function of the cooling tower is to remove heat from the water discharged from the condenser so that the water can be discharged to the river, or recirculated and reused. Some power plants, usually located on lakes or rivers, use cooling towers as a method of cooling the circulating water (the third non-radioactive cycle) that has been heated in the condenser. During colder months, the discharge from the condenser may be directed to the river. Recirculation of the water back to the inlet to the condenser occurs during certain fish sensitive times of the year (e.g. spring, summer, and fall) so that only a limited amount of water from the plant condenser may be discharged to the lake or river. It is important to note that the heat transferred in a condenser may heat the circulating water as much as 40 degrees Fahrenheit (F). In some cases, power plants may have restrictions that prevent discharging water to the river at more than 90 degrees F. In other cases, they may have limits of no more than 5 degrees F difference between intake and discharge (averaged over a 24-hour period). When Cooling Towers are used, plant efficiency usually drops. One reason is that the Cooling Tower pumps (and fans, if used) consume a lot of power. Water is supplied from the discharge of the Circulating Water System to a Distribution *Basin*, from which the Cooling Tower Pumps take suction.

- 21- We understand from the passage that the output of a cooling tower is -----.
- 1) pure water
 - 2) recirculatable water
 - 3) drinking water
 - 4) cool water
- 22- We understand that during certain periods of the year, water discharged from a cooling tower cannot be recalcuated to the condenser because of the -----.
- 1) season of the year
 - 2) method of cooling
 - 3) environmental hazard
 - 4) radioactive cycle
- 23- We understand from the passage that the drop in the efficiency of the plant is due to -----.
- 1) restriction of using discharged water
 - 2) the rise in the consumption of power
 - 3) the difference in the temperatures of intake and discharge
 - 4) the high temperature of the intake
- 24- The word "Basin" as used in the passage is closest in meaning to -----.
- 1) drain
 - 2) tower
 - 3) take
 - 4) sinkhole
- 25- The underlined "which" in the last sentence refers to -----.
- 1) circulating system
 - 2) cooling tower pumps
 - 3) cooling tower fans
 - 4) distribution basin

Dehydration Units

In addition to separating H₂S and CO₂ from the feed gas stream, it is necessary to remove most of the associated water. The sweetened gas from the acid gas removal unit is *saturated* with water. To prevent hydrate formation during C2 recovery processes that operates at cryogenic conditions, the gas should be dried to the bone dry conditions.

Using either solid or liquid *desiccants* are the two common techniques for natural gas dehydration. However, solid desiccants processes are normally used for extremely low dew point specifications.

Adsorption describes any process wherein molecules from the gas are held on the surface of a solid by surface forces. The pore opening at the surface of desiccants must be large enough to admit the molecules being adsorbed to interior of the particle where most of the surface area exists. There are several solid desiccants that possess the physical characteristics to absorb water from natural gas. Desiccants in common commercial use fall into one of three categories: alumina, gels and molecular sieves. Each desiccant category offers advantages in different services. These types of dehydration systems are best suited for large volumes of gas under very high pressure, and are thus usually located on a pipeline *downstream* of a compressor station.

- 26- The word "saturated" in this passage is used as opposed to -----.
- 1) associated 2) dehydrated 3) processed 4) sweetened
- 27- The phrase "to the bone" as used in this passage is closest in meaning to -----.
- 1) approximately 2) completely 3) commonly 4) necessarily
- 28- We imply from the passage that "a desiccant" is a -----.
- 1) drying condition 2) drying agent 3) saturating agent 4) sweetening agent
- 29- We understand that in a cryogenic condition, the temperature is -----.
- 1) constant 2) variable 3) very high 4) very low
- 30- The word "Adsorption" as used in this passage is opposite in meaning to -----.
- 1) addition 2) drying 3) removal 4) saturation

ریاضیات (معادلات دیفرانسیل، ریاضیات کاربردی - عددی)

۳۱- جواب معادله دیفرانسیل $y = xy' + e^{y'}$, $x < 0$ ، کدام است؟

(۱) $y = Ax + B$ یا $y = -x \ln(-x) - x + c$ (۲) $y = Ax + B$ یا $y = -x \ln(-x) + x + c$

(۳) $y = Ax + B$ یا $y = x \ln(-x) - x + c$ (۴) $y = Ax + B$ یا $y = x \ln(-x) + x + c$

۳۲- معادله دیفرانسیل برای مسیرهای متعامد بر دسته خم‌های $r^2 = 2C \cos 2\theta$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{dr}{d\theta} = -r \operatorname{tg} 2\theta$ (۲) $\frac{dr}{d\theta} = -r \operatorname{cotg} 2\theta$

(۳) $\frac{dr}{d\theta} = r \operatorname{tg} 2\theta$ (۴) $\frac{dr}{d\theta} = r \operatorname{cotg} 2\theta$

۳۳- فرض کنیم $y_1 = 1$ و $y_2 = \sin x$ جواب‌های معادله $y'' + p(x)y' + q(x)y = 0$ باشند. در آن صورت جواب معادله

$y'' + p(x)y' + q(x)y = \cos x$ ، کدام است؟ (p و q توابعی پیوسته و دلخواه هستند.)

(۱) $y = c_1 + c_2 \sin x - \cos x - x \sin x$ (۲) $y = c_1 + c_2 \sin x + \cos x - x \sin x$

(۳) $y = c_1 + c_2 \sin x + \cos x + x \sin x$ (۴) $y = c_1 + c_2 \sin x - \cos x + x \sin x$

۳۴- می دانیم $J_{\frac{1}{2}}(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m x^{2m+1}}{(2m+1)!}$ است، اگر $y_1 = \sqrt{x} J_{\frac{1}{2}}(x)$ و $y_2 = e^{2x}$ جواب هائی مستقل خطی از

یک معادله دیفرانسیل مرتبه سوم با ضرایب ثابت حقیقی باشند، آن گاه آن معادله، کدام است؟

(۱) $y''' - 2y'' + y' - 2y = 0$

(۲) $y''' - 2y'' - y' + 2y = 0$

(۳) $y''' - 4y'' + 4y' + 2y = 0$

۳۵- توابع ویژه (eigen functions) برای مسئله داده شده، کدام است؟

$y'' + p^2 y = 0, y'(0) = 0, y(\pi) = 0, p \neq 0$

(۱) $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, y_k = \sin 2kx$

(۲) $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, y_k = \cos 2kx$

(۳) $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, y_k = \sin \frac{2k+1}{2} x$

(۴) $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, y_k = \cos \frac{2k+1}{2} x$

۳۶- مقدار a_p در جواب به صورت توانی ($y = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$) برای مسئله با مقدار اولیه $y'' + p(x)y' + q(x)y = 0$ مقدار a_p در جواب به صورت توانی ($y = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$) برای مسئله با مقدار اولیه $y'' + p(x)y' + q(x)y = 0$ $y(0) = y'(0) = 1$ که در آن $P(0) = Q(0) = P'(0) = Q'(0) = 1$ کدام است؟

(۱) $-\frac{1}{3}$

(۲) $-\frac{1}{6}$

(۳) $\frac{1}{6}$

(۴) $\frac{1}{3}$

۳۷- می دانیم: تبدیل لاپلاس $J_0(ax)$ بر است با $\frac{1}{\sqrt{s^2 + a^2}}$ در این صورت تابع $g(x)$ از معادله زیر، کدام است؟

$\sin 2x = \int_0^x J_0(2x - 2t) g(t) dt$

(۱) $2J_0(\sqrt{2}x)$

(۲) $2J_0(2x)$

(۳) $\sqrt{2}J_0(\sqrt{2}x)$

(۴) $\sqrt{2}J_0(2x)$

۳۸- با استفاده از روش نیوتن - رافسون، برای حل معادله $f(x) = x^2 e^{-x} = 0$ ، رابطه تکرار، کدام است؟

(۱) $x_{n+1} = x_n - \frac{x_n}{x_n - 2}$

(۲) $x_{n+1} = x_n + \frac{x_n}{x_n - 2}$

(۳) $x_{n+1} = x_n + \frac{x_n}{x_n + 2}$

(۴) $x_{n+1} = x_n - \frac{x_n}{x_n + 2}$

۳۹- با استفاده از روش ژاکوبی (Jacobi method)، برای حل دستگاه معادلات خطی $\begin{cases} 20x + y - 2z = 17 \\ 2x - 3y + 20z = 25 \\ 2x + 20y - z = -18 \end{cases}$ با نقطه شروع

$x^{(0)} = y^{(0)} = z^{(0)} = 0$ ، جواب پس از دو تکرار، کدام است؟

(۱) $x^{(2)} = -1/02, y^{(2)} = 0/965, z^{(2)} = -1/03$

(۲) $x^{(2)} = 1/02, y^{(2)} = -1/03, z^{(2)} = 0/965$

(۳) $x^{(2)} = 0/965, y^{(2)} = -1/02, z^{(2)} = 1/03$

(۴) $x^{(2)} = 1/02, y^{(2)} = -0/965, z^{(2)} = 1/03$

۴۰- برای تابع جدولی زیر، $\Delta^2 f_i$ برای $x_i = 0.2$ ، برابر است با:

x_i	0/0	0/1	0/2	0/3	0/4	0/5
f_i	30/13	31/62	32/87	33/64	33/95	33/81

(۱) -0.46

(۲) -0.24

(۳) 0.01

(۴) 0.02

۴۱- با استفاده از روش حداقل مربعات (Least Square)، خم برازنده درجه اول، برای تابع جدولی داده شده، کدام است؟

x_i	-2	-1	0	1	2
y_i	1/3	1/6	2/0	2/7	3/4

(۱) $y = -0.77x + 2/2$

(۲) $y = -2/2x + 0.77$

(۳) $y = 2/2x + 0.77$

(۴) $y = 0.77x + 2/2$

۴۲- با استفاده از فرمول تفاضل مرکزی برای مشتق دوم تابع، مقدار تقریبی $f''(1)$ برای تابع جدولی زیر، کدام است؟

x_i	0	0.5	1	1.5	2
f_i	0	0.2	1/1	0.8	0.5

(۱) $-4/8$

(۲) $-2/4$

(۳) $2/4$

(۴) $4/8$

۴۳- سرعت جسم در حال حرکت در زمان‌های مختلف در جدول زیر داده شده است. با استفاده از فرمول $\frac{1}{3}$ سیمپسون (Simposn's $\frac{1}{3}$ rule) مسافت طی شده در ۱۲ ثانیه، کدام است؟

تثانیه t	0	2	4	6	8	10	12
V متر بر ثانیه	4	6	16	34	60	94	136

(۱) 225

(۲) 255

(۳) 525

(۴) 552

۴۴- فرمول محاسبه جواب مسئله با مقدار اولیه $y(0) = 1$ ، $y' = i\pi y$ به روش اولر (Euler method) با طول گام h ، کدام است؟

(۱) $y_{n+1} = (1 + i\pi h)^{n+1}$ ، $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

(۲) $y_{n+1} = (1 - i\pi h)^{n+1}$ ، $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

(۳) $y_{n+1} = 1 - i(n+1)\pi h$ ، $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

(۴) $y_{n+1} = 1 + i(n+1)\pi h$ ، $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

۴۵- در حل مسئله با مقدار اولیه $y(0) = 1$ ، $y' = x^2 + y$ با استفاده از روش اولر تغییر یافته (روش هیون)، مقدار $y_1 = y(0.1)$ تقریباً کدام است؟

(۲) ۱/۱۰۵۵

(۱) ۱/۱۰۰۱

(۴) ۱/۵۵۱۰

(۳) ۱/۵۰۱۰

ترمودینامیک مهندسی شیمی ۱ و ۲

۴۶- انرژی داخلی ویژه (kJ/kg) گازی با جرم مولکولی $M = 30$ به صورت تابع دمایی $U = 0.717T$ داده شده است. تابع آنتالپی h برای این گاز، کدام است؟ ($R = 8.31 \text{ kJ/kmol.K}$)

(۲) ۰/۹۹۴T

(۱) ۰/۴۴۰T

(۴) ۹/۰۳T

(۳) ۷/۵۹T

۴۷- یک دستگاه پیستون - سیلندر حاوی هوا، تحت شرایط محیط 10 kPa و دمای 27°C می باشد. پیستون با جرم 10 kg و سطح مقطع 0.02 m^2 ، مطابق شکل روبه رو، بر روی دو تا گیره نشسته است. برای این که پیستون شروع به بالا رفتن کند،

بایستی هوا را تا چند $^\circ\text{C}$ گرم کنیم؟ ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(۱) ۵۰

(۲) ۱۲۷

(۳) ۱۷۷

(۴) ۲۰۰



۴۸- مقدار ضریب انبساط پذیری حجمی (β) و تراکم پذیری ایزوترم (κ) برای یک مایع به ترتیب برابر $2 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ و $7 \times 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$ می باشد. اگر دمای مایع 50 درجه سانتی گراد افزایش و فشار مایع 10 bar کاهش یابد، مقدار حجم مایع چند برابر می شود؟ (فرض کنید مایع تغییر فاز نمی دهد و خواص ذکر شده در این فرایند ثابت می ماند.)

(۲) ۰/۰۱

(۱) ۰/۰۰۱

(۴) e^{10}

(۳) e^{10}

۴۹- معادله وبریال به دو صورت زیر بیان می شود، چه رابطه ای بین B ، B' و C ، C' برقرار است؟

$$z = 1 + B'P + C'P^2$$

$$z = 1 + \frac{B}{V} + \frac{C}{V^2}$$

$$C' = \frac{RB - C}{(RT)^2}, B' = \frac{B}{RT} \quad (1)$$

$$C = \frac{C' - B'^2}{RT}, B' = \frac{B}{RT} \quad (2)$$

$$C' = \frac{B'^2 - C}{RT}, B = \frac{B'}{RT} \quad (3)$$

$$C' = \frac{C - B^2}{(RT)^2}, B' = \frac{B}{RT} \quad (4)$$

۵۰- کدام یک از تساوی‌های زیر، صحیح است؟

$$C_P = P \left(\frac{\partial S}{\partial P} \right)_V \quad (۲) \quad C_V = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V \quad (۱)$$

$$C_P = RT \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_P \quad (۴) \quad C_P = RT \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \quad (۳)$$

۵۱- انتالپی استاندارد 25°C واکنش تولید آمونیاک $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ ، $46/11 \text{ kJ/mol}$ - است. اگر

یک مول گاز نیتروژن با سه مول هیدروژن، در ظرف سربسته‌ای با حجم ثابت ترکیب شوند: $(R = 8/3 \text{ J/mol.k})$

(۱) $41/16 \text{ kJ}$ ، گرما آزاد می‌گردد. (۲) 51 kJ ، گرما جذب می‌شود.

(۳) حدود 5 kJ ، کار انجام می‌یابد. (۴) انرژی داخلی به میزان $46/11 \text{ kJ}$ ، افزایش می‌یابد.

۵۲- دو مخزن صلب به وسیله شیری به همدیگر متصل هستند. یکی از آن‌ها حاوی n مول گاز A و دیگری حاوی n مول گاز B می‌باشد. دمای اولیه در هر دو مخزن یکسان و مساوی است. شیر را باز می‌کنیم تا این دو گاز کاملاً با همدیگر مخلوط شوند؛ اگر طی این فرآیند، دما در هر مخزن ثابت بماند و رفتار هر یک از گازها را ایده‌آل در نظر بگیریم، کدام یک از گزینه‌های زیر

در مورد انتروپی اختلاط ΔS_{mix} ، درست است؟ $(\ln 2 = 0/7)$

(۱) بستگی به دمای اولیه گازها دارد، و برابر $0/7 RT$ می‌باشد.

(۲) بستگی به فشار اولیه هر یک از گازها دارد، و اطلاعات داده شده برای ارزیابی آن کافی نیست.

(۳) مستقل از مقادیر گازها بوده، و برابر $0/5 RT$ می‌باشد.

(۴) مستقل از دما و فشار اولیه گازها بوده، و برابر $0/7 R$ می‌باشد.

۵۳- ظرفیت گرمایی یک جسم جامد $C_P = 0/4 \text{ J/kg.K}$ است. سه کیلوگرم از این جسم از دمای اولیه 27°C تا دمای

177°C گرم می‌شود. افزایش انتروپی جسم بر حسب ژول به ازای هر یک درجه بالا رفتن دما برای هر یک کیلوگرم جسم

برابر کدام است؟ $(\ln 1/5 = 0/4)$

(۱) $0/16$ (۲) $0/48$

(۳) $0/75$ (۴) $2/26$

۵۴- کدام یک از عبارات‌های زیر، برای معادله حالت ون‌دروالس، اشتباه است؟ $\left(P = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2} \right)$

(۱) این رابطه را می‌توان از درجه سوم نامید.

(۲) تغییرات فشار به تغییرات حجم در نقطه بحرانی، برابر با صفر است.

(۳) معادله به گونه‌ای پیشنهاد شده، که همواره یک ریشه حقیقی و دو ریشه موهومی دارد.

(۴) مقدار b در این رابطه، مربوط به حجم مولکول‌های سیال می‌باشد.

۵۵- اگر دما و فشار یک مول گاز ایده‌آل به صورت برگشت‌ناپذیر، هر دو، دو برابر شوند، مقدار تغییر انتروپی گاز چه مقدار خواهد

بود؟ $\left(R = 2 \frac{\text{Btu}}{\text{lbmole.R}}, C_P = 6 \frac{\text{Btu}}{\text{lbmole.R}} \right)$

(۱) $2 \ln 2$ (۲) $4 \ln 2$

(۳) $6 \ln 2$ (۴) $8 \ln 2$

۵۶- کدام یک از گزینه‌های زیر، صحیح نمی‌باشد؟

(۱) انتقال حرارت به دلیل اختلاف دما، فرایندی برگشت‌ناپذیر است.

(۲) حداقل درجه آزادی برای یک سیستم، صفر است.

(۳) فرآیندهای بدون اصطکاک، همواره برگشت‌پذیر هستند.

(۴) قانون فازها در شرایط تعادلی، برقرار می‌باشد.

۵۷- برای نیتروژن (N_2) در دمای 100K حجم‌های ویژه مایع اشباع و بخار اشباع به ترتیب $U_f = 1/5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ و $U_g = 30 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ می‌باشند. مخزنی به حجم 5 m^3 حاوی 20 kg مخلوط مایع و بخار نیتروژن در دمای 100K است. چند درصد مخلوط را بخار تشکیل می‌دهد؟

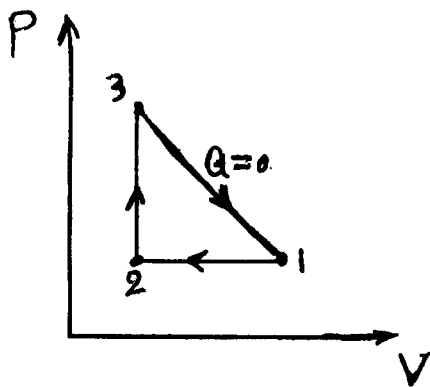
- (۱) ۴۸
(۲) ۶۹
(۳) ۸۲
(۴) ۹۸

۵۸- در مورد قانون هنری، گزینه صحیح، کدام است؟
(۱) در غلظت‌های کم، با افزایش غلظت، مقدار فوگاسیته را به صورت خطی افزایش دهد، و در غلظت‌های زیاد با افزایش غلظت به صورت توانی افزایشده پیش‌بینی می‌کند.
(۲) در غلظت‌های کم، با افزایش غلظت مقدار فوگاسیته را ثابت، و در غلظت‌های زیاد با افزایش غلظت آن را به صورت خطی افزایشده، پیش‌بینی می‌کند.
(۳) همواره با افزایش غلظت، مقدار فوگاسیته را به صورت توانی افزایشده، پیش‌بینی می‌کند.
(۴) همواره با افزایش غلظت، مقدار فوگاسیته را به صورت خطی افزایشده، پیش‌بینی می‌کند.

۵۹- یک سیکل تبرید (Refrigeration)، با گاز فرئون $R=12$ بین دو دمای 21°C - در تبخیر کننده و 42°C در کندانسور کار می‌کند. اگر ضریب پیشرفت این سیکل ۵۵ درصد سیکل تبرید کارنو، بین همان دو دما و قدرت مصرفی کمپرسور $1/9 \text{ kW}$ باشد، نرخ تولید سرما بر حسب kW چقدر خواهد بود؟

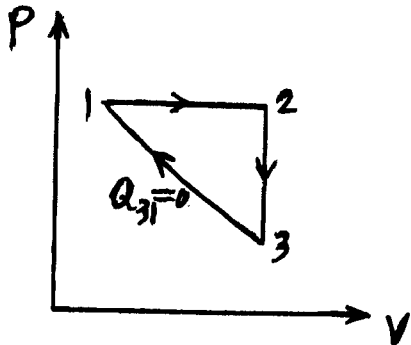
- (۱) ۲/۲۹
(۲) ۴/۱۸
(۳) ۵/۲۸
(۴) ۶/۲۷

۶۰- یک موتور حرارتی ایده‌آل (Ideal Heat Engine)، با سیال گازی بر اساس سیکل نشان داده شده در شکل زیر، عمل می‌کند. اگر، نسبت حجم $r_v = \frac{V_1}{V_2}$ ، نسبت فشار $r_p = \frac{P_3}{P_1}$ ، $k = \frac{C_p}{C_v}$ بازدهی حرارتی η_{th} موتور توسط کدام یک از روابط زیر به دست می‌آید؟



- (۱) $\eta_{th} = 1 - k \left(\frac{r_v - 1}{r_p - 1} \right)$
(۲) $\eta_{th} = 1 - \frac{1}{k} \left(\frac{1 - r_p}{1 - r_v} \right)$
(۳) $\eta_{th} = 1 - \frac{1}{k} \left(\frac{r_p^k - 1}{r_v - 1} \right)$
(۴) $\eta_{th} = 1 - k \left(\frac{r_v^k}{r_p - 1} \right)$

۶۱- یک دستگاه پیستون - سیلندر حاوی مقداری گاز با حجم و فشار اولیه $2m^3$ و $100kPa$ می باشد. این گاز پس از انجام سه فرآیند برگشت پذیر متوالی، مجدداً به حالت اولیه اش بر می گردد. $V_2 = 2V_1$ ، $\Delta U_{31} = 120 kJ$. تحت این شرایط گزینه ی درست کدام است؟



۱) طی فرآیند سیکلی، تغییر انرژی داخلی کل سیستم $80 kJ$ است؛ و طی فرآیند سرمایش $120 kJ$ گرما از سیستم دفع می شود.

۲) طی فرآیند سیکلی، سیستم $400 kJ$ کار انجام می دهد، ولی مجموعاً $200 kJ$ گرما از دست می دهد.

۳) طی فرآیند سیکلی، سیستم $320 kJ$ گرما از دست می دهد، و به همین مقدار هم کار بر روی سیستم انجام می یابد.

۴) طی فرآیند سیکلی، سیستم $80 kJ$ گرما دریافت می کند، و به همین مقدار هم کار توسط سیستم انجام می یابد.

۶۲- در صورتی که برای یک مخلوط دو جزئی، در دما و فشار مشخص داشته باشیم: $H^E = x_1 x_2 (4 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2)$ ، مقدار \bar{H}_1^E برابر کدام است؟

$$400x_1 + 600x_2 \quad (1)$$

$$20 + 40x_1^3 \quad (3)$$

$$20 - 60x_1^2 + 40x_1^3 \quad (2)$$

$$40x_1^3 \quad (4)$$

۶۳- اگر برای یک مخلوط دو جزئی $g^E = Ax_1 x_2$ باشد، مقدار ضریب فعالیت برای ماده ی یک، کدام خواهد بود؟

$$e^{\left[\frac{Ax_1^2}{RT} \right]} \quad (1)$$

$$\frac{Ax_1 x_2}{RT} \quad (3)$$

$$\frac{Ax_2^2}{RT} \quad (4)$$

۶۴- معادله های $\ln \gamma_1 = x_1(A + Bx_2)$ و $\ln \gamma_2 = x_2(A - Bx_1)$ ، برقرار می باشد. تابع $\left(\frac{G^E}{RT} \right)$ کدام است؟

$$A(x_1^2 + x_2^2) + Bx_1 x_2 (x_1 - x_2) \quad (1)$$

$$Bx_1 x_2 \quad (3)$$

۶۵- در یک مخلوط دو تایی $\bar{H}_1^E = 60x_2^2$ ، کدام گزینه در ارتباط با \bar{H}_2^E ، صحیح می باشد؟

$$60x_1^2 \quad (1)$$

$$60x_1(x_1 - 2) \quad (3)$$

$$-120x_1^2 \quad (2)$$

$$60x_2(x_2 - 2) \quad (4)$$

۶۶- در صورتی که بخواهیم گرمای عبوری از دیواره بتونی، ۸۰ درصد دیواره کامپوزیتی با $K = 0.25 \frac{W}{m.K}$ و ضخامت

۱۰۰ mm باشد، ضخامت دیوار بتونی چند میلی متر خواهد بود؟ ضریب انتقال حرارت هدایتی دیواره بتونی $0.75 \frac{W}{m.K}$ می باشد. فرض کنید هر دو دیوار در معرض اختلاف دمای یک نمی باشد.

- (۱) ۲۵۰
(۲) ۳۷۵
(۳) ۵۰۰
(۴) ۷۵۰

۶۷- ضریب کلی انتقال حرارت بر اساس سطح داخلی لوله، در یک مبدل حرارتی پوسته - لوله، کدام است؟

$$(1) \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{A_i \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{2\pi kL} + \frac{A_o}{A_i} \frac{1}{h_o}}$$

$$(2) \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{A_i \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{2\pi kL} + \frac{1}{A_o} \frac{1}{h_o}}$$

$$(3) \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{A_i \ln\left(\frac{r_i}{r_e}\right)}{2\pi kL} + \frac{A_i}{A_e} \frac{1}{h_o}}$$

$$(4) \frac{1}{\frac{1}{h_i A_i} + \frac{A_i \ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}{2\pi kL} + \frac{A_o}{A_i} \frac{1}{h_o}}$$

۶۸- یک کوره مکعبی شکل به ابعاد $100 \times 100 \times 100 \text{ cm}$ از آجر نسوزی با ضخامت 10 سانتی متر و $K = 1 \frac{W}{m.C}$ ساخته شده است. درجه حرارت داخلی کوره 640 و درجه حرارت بیرون 40 درجه سانتی گراد می باشد. مقدار اتلاف حرارت از دیواره های کوره چند کیلو وات است؟

- (۱) ۳۸٫۱
(۲) ۴۰٫۶
(۳) ۶۵٫۶
(۴) ۷۴٫۷

۶۹- در لوله ای به قطر D ، سیالی با سرعت V جریان دارد، ضریب جابه جایی اندازه گرفته شده برابر $200 \frac{W}{m^2.C}$ می باشد (جریان در داخل لوله مغشوش است). چنانچه این سیال در لوله دیگری به قطر D و سرعت $4V$ نسبت به حالت قبل باشد، ضریب جابه جایی این سیال در لوله دوم در واحد $\frac{W}{m^2.C}$ چقدر است؟ تمام شرایط دیگر (دما) در هر دو حالت یکسان است؟

- (۱) ۲۶۴
(۲) ۱٫۳۲
(۳) ۶۹۶
(۴) ۱۰۵۶
- (۱) 3.48 و (۲) 1.52 ، (۳) 5.28 و (۴) 1.32

۷۰- توزیع دما در یک دیوار، به صورت $T = 150x^2 - 60x^3 + 95$ داده شده است. وضعیت این دیوار با کدام یک از حالات زیر منطبق است؟

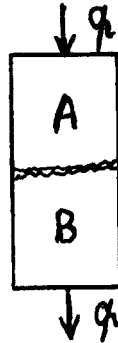
- (۱) از این دیوار در $x = 0$ ، حرارت خارج می شود.
(۲) این دیوار در $x = 0$ ، عایق شده است.
(۳) به این دیوار در $x = 0$ ، گرما وارد می شود.
(۴) دما در وسط این دیوار، ماکزیمم است.

۷۱- یک لوله داغ به وسیله ماده عایقی پوشانده شده است. اگر شعاع این لوله از شعاع بحرانی باشد، اتلاف گرمایی با عایق بندی لوله
(۱) بیشتر، افزایش می یابد.
(۲) کم تر، کاهش می یابد.
(۳) بیشتر، ابتدا بیشتر شده و سپس کاهش می یابد.
(۴) کم تر، ابتدا بیشتر شده و سپس کاهش می یابد.

۷۲- اگر صفحه‌ای در یک محیط قرار گیرد؛ که انتقال گرما از صفحه به محیط به صورت جابه‌جایی آزاد باشد، چنانچه محیط هوا باشد و در حالت اول فشار هوا برابر ۱ اتمسفر فرض شود؛ و در حالت دوم فشار هوا ۲ برابر شود، عدد گرشف در حالت دوم نسبت به حالت اول در صورتی که شرایط دیگر ثابت بماند، برابر کدام است؟

$$\begin{array}{l} (1) \frac{1}{4} \\ (2) \frac{1}{2} \\ (3) 2 \\ (4) 4 \end{array}$$

۷۳- دو وسیله جامد A و B مطابق شکل زیر با یکدیگر در تماس می‌باشند. اگر درجه حرارت در دو طرف میله‌ها متفاوت باشد و سطح جانبی آن‌ها عایق‌بندی شده باشد، مکانیسم انتقال حرارت در محل تماس دو میله عبارتست از:



- (۱) جابه‌جایی حرارتی در نقاط اتصال جامدات و نیز از طریق گازهای حبس شده در فضاهای خالی سطح تماس
 (۲) هدایت حرارتی توسط ارتعاشات ملکولی جامد و جابه‌جایی از طریق گازهای حبس شده در فضاهای خالی سطح تماس
 (۳) هدایت حرارتی از جامد به جامد و جابه‌جایی از طریق گازهای حبس شده در فضاهای خالی سطح تماس
 (۴) هدایت حرارتی از جامد به جامد و هدایت از طریق گازهای حبس شده در فضاهای خالی سطح تماس

۷۴- در یک دیوار تخت با ضریب هدایتی $25 \frac{W}{m \cdot C}$ ، حرارتی معادل $4 \times 10^4 \frac{W}{m^2}$ تولید می‌شود. در یک لحظه توزیع دما به صورت

$$T(x, y, z) = -400x^2 + 200xy + 200y^2 - 800z^2$$

داده شده است. گزینه‌ی صحیح، در این مورد کدام است؟

- (۱) دیوار در حالت پایا می‌باشد.
 (۲) دیوار در حالت گرم شدن است.
 (۳) دیوار در حالت سرد شدن است.
 (۴) مقاومت حرارتی دیوار خیلی کوچک است.

۷۵- در یک مخزن، هوا با سرعتی وارد می‌شود، که عدد رنولدز برابر ۲۰۰۰ و عدد گرشف در این مخزن برابر 4×10^7 می‌باشد. انتقال گرما در این مخزن، به کدام صورت است؟

- (۱) بستگی به سرعت سیال دارد و با این داده‌ها نمی‌توان اظهار نظر نمود.
 (۲) جابه‌جایی اجباری
 (۳) جابه‌جایی آزاد
 (۴) مخلوطی از جابه‌جایی آزاد و اجباری

۷۶- مبدل‌های حرارتی فشرده (Compact)، در جریان و مقادیر ضریب انتقال حرارت کنوکسیونی مؤثرتر می‌باشند.

- (۱) گاز، کم (۲) گاز، زیاد (۳) مایع، کم (۴) مایع، زیاد

۷۷- آب در ۷۵ درجه سانتی گراد وارد یک مبدل حرارتی با جریان متضلف الجهت می شود؛ و در ۳۰ درجه سانتی گراد از آن خارج می شود. در این مبدل یک جریان روغن با ۲۵ درجه سانتی گراد وارد شده و توسط آب گرم می شود. دمای خروجی روغن ۴۸ درجه سانتی گراد است. ضریب تأثیر مبدل حرارتی چقدر است؟

- (۱) ۰٫۴۶
(۲) ۰٫۵۱
(۳) ۰٫۹
(۴) ۰٫۹۶

۷۸- در دو کره هم مرکز، سطح کره داخلی جسم ۱ و سطح کره داخلی کره بیرونی ۲ می باشد. ضریب شکل F_p برابر کدام است؟

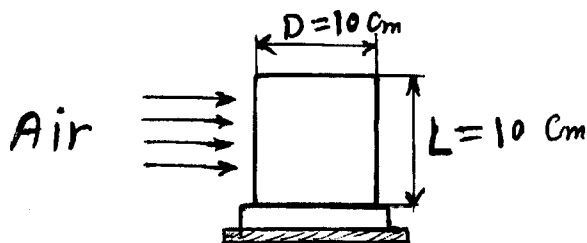
- (۱) $1 - \frac{A_1}{A_2}$
(۲) $\frac{A_2}{A_1}$
(۳) $\frac{A_1}{A_2}$
(۴) یک

۷۹- شدت تابش صادر شده از دو صفحه یکی سیاه (A) و دیگری خاکستری (B) با هم برابر است. اگر ضریب نشر جسم خاکستری برابر ϵ باشد، رابطه دماهای این دو صفحه، کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{\epsilon} T_A = T_B$
(۲) $T_A = \sqrt[4]{\epsilon} T_B$
(۳) $T_A = T_B$
(۴) $T_A = \epsilon T_B$

۸۰- مشخصات فیزیکی بویلر تولید بخار مطابق شکل زیر می باشد. این بویلر با هوای ۲۵°C خنک می شود.

($h = 100 \frac{W}{m^2 \cdot K}$). در صورتی که دمای بدنه آن بیش از ۸۵°C نشود، بیش ترین توان تولیدی بویلر چقدر است؟

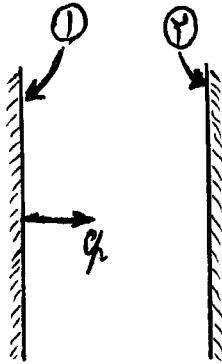


- (۱) 30000π
(۲) 60000π
(۳) 450000π
(۴) 750000π

۸۱- اگر بین دو صفحه موازی نامحدود، از سه سپر تشعشعی استفاده، گردد؛ و ضرایب پخش تمامی سطوح برابر باشند، کدام رابطه در مورد آن، صادق است؟

- (۱) $\left(\frac{q}{A}\right)_{\text{بدون سپر}} = 4 \left(\frac{q}{A}\right)_{\text{با سپر}}$
(۲) $\left(\frac{q}{A}\right)_{\text{بدون سپر}} = 2 \left(\frac{q}{A}\right)_{\text{با سپر}}$
(۳) $\left(\frac{q}{A}\right)_{\text{بدون سپر}} = \frac{1}{2} \left(\frac{q}{A}\right)_{\text{با سپر}}$
(۴) $\left(\frac{q}{A}\right)_{\text{بدون سپر}} = \frac{1}{4} \left(\frac{q}{A}\right)_{\text{با سپر}}$

۸۲- برای دو صفحه نامحدود و موازی، مقدار خالص انتقال حرارت در واحد سطح، برابر کدام است؟



$$\frac{q}{A} = \frac{\sigma(T_1^f - T_2^f)}{\frac{F_{12}}{\epsilon_1} - \frac{F_{21}}{\epsilon_2} + 1} \quad (1)$$

$$\frac{q}{A} = \frac{\sigma(T_1^f - T_2^f)}{\frac{F_{12}}{\epsilon_1} + \frac{F_{21}}{\epsilon_2} - 1} \quad (2)$$

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

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

۸۳- گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) شدت انتقال حرارت در میعان قطره‌ای، بیش‌تر از میعان فیلمی است.
- (۲) شدت انتقال در میعان فیلمی، بیشتر از میعان قطره‌ای است.
- (۳) شدت انتقال حرارت در جوشش هسته‌ای، با افزایش دمای اضافی کاهش می‌یابد.
- (۴) شدت انتقال حرارت در جوشش فیلمی، با افزایش دمای اضافی افزایش می‌یابد.

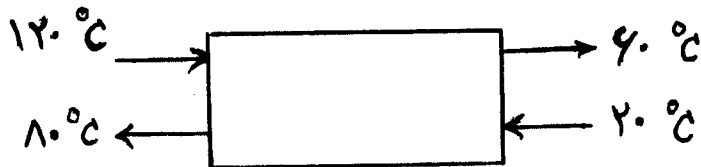
۸۴- رنگ آبی آسمان، نتیجه کدام یک از پدیده‌های زیر است؟

- (۱) انعکاس نور، در برخورد با ذرات معلق در هوا
- (۲) پراکندگی طول موج‌های بلند حرارتی، توسط ملکول‌های هوا
- (۳) پراکندگی طول موج‌های بنفش (کوتاه)، توسط ملکول‌های هوا
- (۴) عکس‌العمل تشعشع، با انواع ذرات معلق در هوا

۸۵- در یک مبدل حرارتی مختلف‌الجهت مانند شکل زیر، چنانچه سطح مبدل 8 m^2 و ضریب کلی انتقال حرارت

$$U = 500 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}}$$

باشد، حرارت انتقال یافته بین دو سیال، چند کیلووات است؟



- ۱۴۰ (۱)
- ۱۵۰ (۲)
- ۱۶۰ (۳)
- ۱۷۰ (۴)

۸۶- در موضعی خاص از یک ستون دیواره مرطوب، که در آن جذب 'ناز آمونیاک از مخلوط گازی آمونیاک - هوا توسط آب صورت می گیرد و درصد مولی آمونیاک در فاز گاز ۸۰ درصد و در فاز مایع ۵ درصد می باشد، ضریب انتقال جرم در فاز گاز و فاز مایع برحسب $\frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ به ترتیب $1/5 \times 10^{-3}$ و $1/6 \times 10^{-3}$ موجود است. کدام معادله زیر در آن موضع، ارتباط بین کسر مولی آمونیاک در فصل مشترک را، نشان می دهد؟

$$\begin{aligned} \text{(۱)} \quad 0/8 - x_{Ai} &= \frac{16}{15} (y_{Ai} - 0/05) \\ \text{(۲)} \quad 0/8 - y_{Ai} &= \frac{16}{15} (x_{Ai} - 0/05) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(۳)} \quad 1 - y_{Ai} &= 0/2 \left(\frac{0/95}{1 - x_{Ai}} \right)^{16} \\ \text{(۴)} \quad 1 - x_{Ai} &= 0/2 \left(\frac{0/95}{1 - y_{Ai}} \right)^{16} \end{aligned}$$

۸۷- واکنش خیلی سریع $A(g) \rightarrow 3B(g)$ ، در سطح کاتالیست صورت می گیرد. ضریب انتقال جرم $k'y$ ، برابر کدام است؟ y_A کسر مولی، جزء A در توده گاز است.

$$\text{(۱)} \quad \frac{2F_G}{y_A} \ln(1 + 2y_A) \quad \text{(۲)} \quad \frac{F_G}{2y_A} \ln(1 + 2y_A)$$

$$\text{(۳)} \quad \frac{F_G}{4y_A} \ln(1 - 4y_A) \quad \text{(۴)} \quad \frac{4F_G}{y_A} \ln(1 - 4y_A)$$

۸۸- فرض کنید در محلول دوجزیبی، مولکول های مایع A با سرعت متوسط $2 \times 10^{-3} \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ و مولکول های مایع B با سرعت

متوسط $4 \times 10^{-3} \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ در مخلوط در حرکت باشند. در صورتی که این محلول به نسبت ۲۰ درصد مولی A و ۸۰ درصد

مولی B تهیه شده باشد، و دانسیته جزیبی A در محلول $5 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$ باشد، شار نفوذ مولکولی ماده A در محلول، چند $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$

خواهد بود؟

$$\text{(۱)} \quad 8 \times 10^{-7} \quad \text{(۲)} \quad 7/2 \times 10^{-7}$$

$$\text{(۳)} \quad 6/4 \times 10^{-7} \quad \text{(۴)} \quad 5 \times 10^{-7}$$

۸۹- اگر J_H در انتقال حرارت به صورت $J_H = \frac{h_{ave}}{C_p \bar{u}_x \rho} Pr^{1/3}$ تعریف شود، آنگاه J_D ، در انتقال جرم، به صورت کدام

گزینه نشان داده خواهد شد؟

$$\text{(۱)} \quad J_D = \frac{K_{ave} M}{\rho C \bar{u}_x} S_c^{1/3} \quad \text{(۲)} \quad J_D = \frac{K_{ave}}{P_t \bar{u}_x} S_c^{1/3}$$

$$\text{(۳)} \quad J_D = \frac{K_{ave}}{\rho \bar{u}_x} S_c^{1/3} \quad \text{(۴)} \quad J_D = \frac{F_{ave}}{C \bar{u}_x} S_c^{1/3}$$

۹۰- فرآیند تراوش (Permeation)، جزء کدام یک از دسته بندهای عملیات انتقال جرم، می باشد؟

- (۱) استفاده از پدیده کشش سطحی
(۲) تماس مستقیم فازهای محلول
(۳) تماس مستقیم دو فاز نامحلول در یکدیگر
(۴) جداسازی فازها با استفاده از غشا

۹۱- منحنی تعادل برای یک سیستم گاز - مایع بر حسب کسر مولی به صورت $y^* = \Delta x$ نشان داده شده است. درصد مقاومت در فاز گاز، چقدر است؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{100}{1 + \frac{k_x}{\Delta k_y}} \\ (2) \quad \frac{100}{1 + \frac{\Delta k_y}{k_x}} \\ (3) \quad \frac{100}{1 + \frac{\Delta k_x}{k_y}} \\ (4) \quad \frac{100}{1 + \frac{k_y}{\Delta k_x}} \end{array}$$

۹۲- جذب گاز دی اکسید گوگرد و گرد و غبار از گازهای خروجی یک کوره تهیه آهک مد نظر است. کدام وسیله، مناسب تر است؟
 (۱) برج با سینی‌های دریچه‌ای
 (۲) برج با سینی‌های غربالی
 (۳) برج پر شده با پرکن نامنظم
 (۴) شستشو دهنده و نتوری

۹۳- برای پرکن خاصی $HETP = 0.3m$ است. در نظر است، یک برج سینی‌دار دارای 40° سینی واقعی با بازده کلی ۲۵ درصد را با یک برج پر شده جایگزین کنیم. ارتفاع قسمت پر شده چند متر خواهد بود؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad 3 \\ (2) \quad 12 \\ (3) \quad 10 \\ (4) \quad 30 \end{array}$$

۹۴- مقدار عدد بدون بعد Stanton (St_D)، با کدام گزینه برابر نمی‌باشد؟

$$\begin{array}{l} (1) \quad \frac{Sh}{Pe_D} \\ (2) \quad \frac{F}{C.u} \\ (3) \quad \frac{k_G \bar{P}_{BM} M_{wA} V}{u} \\ (4) \quad \frac{Sh}{Re.Sc} \end{array}$$

۹۵- رابطه زیر برای انتقال حرارت از سطح صاف با حرارت ورودی یکنواخت به هوای اطراف ارائه شده است. Nu مربوط به فاصله x از ابتدای صفحه است. در صورتی که از صفحه‌ای مشابه، برای انتقال جرم (غلظت ثابت بر روی صفحه) به هوا استفاده شود، مقدار ضریب انتقال جرم متوسط در فاصله ۱ متری از ابتدای صفحه برابر کدام است؟

$$Nu = 0.453 Re^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}, (D_{AB} = 1 \times 10^{-5} \frac{m^2}{s}, Re = 1600, Sc \approx 1)$$

$$(1) \quad \frac{1}{6} \times 10^{-3} \frac{m}{s} \quad (2) \quad \frac{7}{2} \times 10^{-3} \frac{m}{s}$$

$$(3) \quad \frac{1}{4} \times 10^{-2} \frac{m}{s}$$

(۴) از رابطه فوق نمی‌توان استفاده نمود.

۹۶- در یک برج گاز مایع، رابطه بین جزء مولی ماده A در مایع و فشار جزئی A در فاز گاز (bar) برابر است با $P_A = 3x_A$. در صورتی که در نقطه‌ای از برج، فشار جزئی A برابر ۱ bar و جزء مولی A در توده مایع در همان نقطه برابر ۰/۰۱ باشد، مقدار فشار جزئی در سطح مشترک در آن نقطه چند bar خواهد بود؟

$$k_g = 1/5 \times 10^{-3} \frac{\text{kmole}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}, \quad k_x = 10^{-3} \frac{\text{kmole}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$(1) \quad 0/09$$

$$(2) \quad 0/05$$

$$(3) \quad 0/01$$

$$(4) \quad 0/001$$

۹۷- حداکثر شار انتقال جرم برای ماده A، که از کره‌ای با قطر ۲cm به هوای ساکن اطراف خود نفوذ می‌کند، در فاصله ۴cm از

مرکز کره چند $\frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ خواهد بود؟ (ضریب نفوذ A در هوا برابر با $1.5 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$ است، و مقدار غلظت A بر روی سطح کره

را برابر $1 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$ فرض کنید.)

(۱) 3.75×10^{-6} (۲) 9.3×10^{-6}

(۳) 1.87×10^{-6} (۴) 1.87×10^{-5}

۹۸- اگر مقدار C_D (ضریب دراگ) برای نوع خاصی از آکنه برابر 300 (برای واحدهای سیستم SI) باشد و گازی با جریان

$2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$ و دانسیته $1.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ از برج عبور کند، مقدار افت فنمار خشک برج در صورتی که از آکنه اشاره شده پر شده باشد،

چند کیلو پاسگال خواهد بود؟ (ارتفاع برج برابر 10 متر می‌باشد.)

(۱) ۴ (۲) ۸

(۳) ۱۸ (۴) ۳۰

۹۹- در یک برج جداره مرطوب (Wetted wall Column)، دبی جرمی مایع به گونه‌ای است؛ که $Re_L = 40$ می‌باشد. اگر دبی

جرمی مایع درون برج دو برابر شود، ضریب انتقال جرم چگونه تغییر خواهد کرد؟ $u = \frac{3}{2} \frac{\rho g \delta^2}{2\mu} \left[1 - \left(\frac{z}{\delta} \right)^2 \right]$

(۱) مقدار اولیه خواهد بود. (۲) تغییری نخواهد کرد.

(۳) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ مقدار اولیه خواهد بود. (۴) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ مقدار اولیه خواهد بود.

۱۰۰- کدام یک از عبارتهای زیر اشتباه می‌باشد؟

(۱) اختلاف بین غلظت جز در دو فاز عامل انتقال جرم است.

(۲) ضریب نفوذ مولکولی در مایعات، با عکس ویسکوزیته، رابطه مستقیم دارد.

(۳) اگر دمای گاز (۲۹۸K)، سه برابر شود، مقدار ضریب نفوذ مولکولی در آن $3\sqrt{3}$ برابر می‌شود.

(۴) اگر مقدار غلظت مواد در یک مخلوط ثابت باشد، ضریب نفوذ A در B با ضریب نفوذ B در A برابر است.

- ۱۰۱- رابطه Fenske. در محاسبات تقطیر، جهت تخمین کدام یک از مقادیر زیر، به کار می‌رود؟
 (۱) تعداد سینی لازم و توزیع اجزاء در حالت برگشت کامل (۲) تعداد سینی تئوری لازم
 (۳) حداقل نسبت مایع برگشتی (۴) میزان نسبت مایع برگشتی بهینه
- ۱۰۲- معادله خط خوراک (q-line) برای یک مخلوط دو جزئی، شامل ۵۰ درصد جزء فرارتر به صورت دو فازی با ۴۰ درصد مولی بخار، به کدام صورت است؟ ($Z_F = 0/5$)

$$(1) \quad y = 0/67x - 0/833 \quad (2) \quad y = 1/5x - 1/25$$

$$(3) \quad y = -1/5x + 1/25 \quad (4) \quad y = -0/67x - 0/833$$

- ۱۰۳- در صورتی که Selectivity در عمل استخراج برابر با ۳/۵ باشد، معادله تعادلی آن به چه صورتی است؟ (جزء وزنی جزء حل شده X, Y) (جزء وزنی جزء حل شده بر مبنای بدون حلال X, Y)

$$(1) \quad y = 3/5x \quad (2) \quad Y = 3/5X$$

$$(3) \quad y = \frac{3/5x}{1+2/5x} \quad (4) \quad Y = \frac{3/5X}{1+2/5X}$$

- ۱۰۴- خوراکی دارای دو جزء A و C با حلال تک جزئی B وارد دستگاه استخراج مایع - مایع می‌شود. A و B در هم نامحلولند. درصد وزنی C در خوراک، حلال، جریان استخراج شده (Extract) و جریان پس ماند (Raffinate) براساس جزء غیر منتقل شده به ترتیب ۲۰، ۲، ۲۲ و ۱۵ می‌باشد. نسبت A/B در فرآیند تک مرحله‌ای برابر کدام است؟

$$(1) \quad 0/25 \quad (2) \quad 0/39$$

$$(3) \quad 2 \quad (4) \quad 4$$

- ۱۰۵- یک مخلوط سه جزئی از اجزاء قابل امتزاج A, B و C وجود دارد. حالت این مخلوط با توجه به اطلاعات زیر، به چه صورت است؟

اجزا	کسر مولی	ثابت تعادل (K)
A	۰/۳	۱/۸
B	۰/۵	۱/۵
C	۰/۲	۰/۴

- (۱) بخار اشباع (۲) دوفازی (۳) مایع اشباع (۴) مایع سرد

- ۱۰۶- مایع تک جزئی A و مایع تک جزئی B، کاملاً در هم نامحلولند. مخلوط A و B در فشار ثابت تقطیر می‌شود. در دمای جوش اولیه، درجه آزادی سیستم چقدر است؟

- (۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

- ۱۰۷- جزء A با جزء B در یک مخلوط دو جزئی در $x_A = 0/409$ تشکیل آزنوتروپ همگن با نقطه جوش ماکزیمم می‌دهد. کدام عبارت در مورد آن، درست است؟ α_{AB} ضریب فراریت A، نسبت به جزء B می‌باشد.

(۱) در $x_A = 0/409$ ، مقدار α_{AB} ، مساوی $0/409$ می‌باشد.

(۲) در $x_A = 0/5$ ، مقدار α_{AB} ، بزرگ‌تر از یک است.

(۳) در $x_A = 0/2$ ، مقدار α_{AB} ، بزرگ‌تر از یک است.

(۴) در $x_A = 0/409$ ، دو فاز مایع نامحلول و یک فاز بخار وجود دارد.

- ۱۰۸- خوراک دو جزئی محتوی ۵۰ درصد مولی بنزن و ۵۰ درصد مولی تولوئن با استفاده از تقطیر میعان جزئی تقطیر می‌شود، و مایع ایجاد شده در ظرف محصول جمع‌آوری می‌شود. بخار باقیمانده در دستگاه جداسازی ۶۰ درصد مولی بنزن و ۴۰ درصد مولی تولوئن می‌باشد. ترکیب آخرین قطره مایع ورودی به ظرف جمع‌آوری مایع بر حسب درصد مولی جزء فرار (بنزن)، چه مقدار بوده است؟ ضریب فراریت بنزن نسبت به تولوئن ۲/۵ می‌باشد.

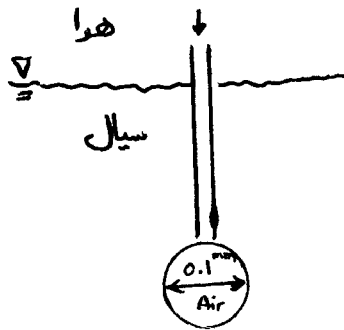
$$(1) \quad 21/0 \quad (2) \quad 37/5$$

$$(3) \quad 62/0 \quad (4) \quad 78/9$$

- ۱۰۹- در مورد استفاده از حلال با کشش سطحی کم در فرآیند استخراج مایع - مایع، کدام گزینه درست است؟
 (۱) مناسب است، چون جدا شدن فازها به خوبی انجام می‌گیرد.
 (۲) نامناسب است، چون مخلوط کردن فازها هزینه زیادی خواهد داشت.
 (۳) نامناسب است، چون جدا شدن فازها به سختی صورت می‌گیرد.
 (۴) مناسب است، چون مخلوط شدن فازها به سهولت انجام می‌گیرد.
- ۱۱۰- در یک برج تقطیر که جهت جداسازی یک مخلوط دوجزیبی به صورت بخار اشباع شامل ۷۵ درصد مولی جزء فرارتر استفاده می‌شود. جزء مولی جزء فرارتر در محصول بالای برج ۹۶٪ می‌باشد. اگر حداقل نسبت مایع برگشتی ۱/۴ باشد، ضریب فراریت ثابت سیستم دوجزیبی موردنظر، کدام است؟
 (۱) ۱
 (۲) ۱/۵
 (۳) ۲
 (۴) ۲/۵
- ۱۱۱- در یک تبخیر کننده سه مرحله‌ای که مراحل آن با هم کاملاً هم‌اندازه و مشابه هستند؛ فرض شده که صعود نقطه جوش با غلیظ شدن مایع وجود نداشته باشد؛ و ضرایب انتقال حرارت هم در مراحل اول و دوم به ترتیب برابر $U_1 = 4U_3$ و $U_2 = 2U_3$ باشد. اگر دمای بخار مصرفی برابر 250° درجه فارنهایت و دمای میعان بخار در چگالنده آخرین مرحله برابر 110° درجه فارنهایت باشد، دمای جوش محلول در مراحل اول و دوم چند درجه فارنهایت خواهد بود؟ خوراک رو به جلو به تبخیر کننده‌ها تغذیه می‌شود و U_3 ضریب انتقال حرارت مرحله سوم تبخیر کننده است.
 (۱) $T_1 = 200^\circ, T_2 = 150^\circ$
 (۲) $T_1 = 210^\circ, T_2 = 180^\circ$
 (۳) $T_1 = 220^\circ, T_2 = 170^\circ$
 (۴) $T_1 = 230^\circ, T_2 = 190^\circ$
- ۱۱۲- کدام یک از گزینه‌های زیر، درست می‌باشد؟ در سیستم:
 (۱) هوا و بخار آب، خط‌های آدیباتیک و خط‌های مربوط به حالت Psychrometric از هم جدا می‌باشند.
 (۲) هوا و بخار مایعات آلی، عدد لونیز، تقریباً برابر ۱ است.
 (۳) آب و هوا، عدد لونیز تقریباً برابر ۱ است.
 (۴) هوا و بخار مایعات آلی در هوا، خط‌های آدیباتیک شیب تندتری نسبت به خط‌های Psychrometric دارند.
- ۱۱۳- کدام یک از روابط زیر، گرمای ویژه هوای مرطوبی را که رطوبت آن H درصد بخار آب موجود در آن $w_A = \frac{(H/M_A)}{(\frac{1}{M_B}) + (\frac{H}{M_A})}$ است، به دست می‌دهد؟ C_{PB} و C_{PA} به ترتیب گرمای ویژه بخار آب خالص و هوای کاملاً خشک می‌باشند؟
 $C_p = (1 - w_A)C_{PB} + w_A C_{PA}$ (۱)
 $C_p = C_{PB} + H C_{PA}$ (۲)
 $C_p = \frac{C_{PB}}{M_B} + \frac{H C_{PA}}{M_A}$ (۳)
 $C_p = \frac{259T}{492} (\frac{1}{M_B} + \frac{H}{M_A})$ (۴)
- ۱۱۴- فشار بخار آبی که در خلل و فرج ریز اجسام متخلخل قرار دارد، در دمای جسم متخلخل:
 (۱) مقدار زیادی می‌باشد، به طوری که خشک کردن آن‌ها با هوای مرطوب، دشوار است.
 (۲) کم‌تر از فشار بخار آب در همان دما می‌باشد.
 (۳) بیش‌تر از فشار بخار آب در همان دما می‌باشد.
 (۴) با فشار بخار آب در همان دما تفاوتی ندارد و مساوی است.
- ۱۱۵- برای مایعات خیلی ویسکوز، کدام تبخیر کننده مناسب می‌باشد؟
 (۱) فیلم بالارونده
 (۲) فیلم نزولی
 (۳) لوله‌های عمودی
 (۴) همزن‌دار

- ۱۱۶- اگر فشار جزئی بخار آب در هوای منطقه‌ای که دمای آن برابر $32/2$ درجه سانتی‌گراد است، برابر 18 میلی‌متر جیوه و فشار بخار آب در همان دما برابر 36 میلی‌متر جیوه باشد، رطوبت هوا چند درصد حالت رطوبت اشباعی آن می‌شود؟
- (۱) تقریباً 44
 (۲) تقریباً 49
 (۳) دقیقاً 50
 (۴) دقیقاً 54
- ۱۱۷- برای غلیظ کردن محلولی رقیق از یک جامد، که ماده جامد موجود در آن نسبت به حرارت حساس است، کدام تبخیر کننده، مناسب‌تر است؟
- (۱) افقی با لوله بلند
 (۲) افقی با جریان چرخشی مایع در آن
 (۳) عمودی با جریان از پایین به بالا و یکبار گذر
 (۴) عمودی با جریان از بالا به پایین و یکبار گذر
- ۱۱۸- در یک تبخیرکننده تک مرحله‌ای، خوراک رقیقی را که دبی آن $20,000$ پوند در ساعت است، غلیظ نموده و غلظت آن را از 5 درصد به 25 درصد می‌رسانند. در صورتی که برای انجام این کار $20,000$ پوند در ساعت بخار مصرف شود، صرفه (economy) آن، چند درصد است؟
- (۱) 70
 (۲) 80
 (۳) 90
 (۴) 100
- ۱۱۹- طبق معادله فرندلیچ $y = mx^n$ ، در کدام یک از حالات زیر جذب سطحی به خوبی صورت می‌پذیرد؟
- (۱) $n = 6$
 (۲) $n = 0.3$
 (۳) $n > 1, m = 1$
 (۴) $n < 1, m = 1$
- ۱۲۰- گزینه صحیح، کدام است؟
- (۱) رطوبت بحرانی یک جسم مرطوب، بستگی به ضخامت جسم ندارد.
 (۲) رطوبت بحرانی یک جسم مرطوب، خاصیتی از خواص فیزیکی جسم می‌باشد.
 (۳) هر چه ضخامت یک جسم مرطوب بیشتر باشد، رطوبت بحرانی آن کم‌تر می‌شود.
 (۴) رطوبت بحرانی یک جسم مرطوب، خاصیتی از خواص فیزیکی آن جسم نمی‌باشد.

۱۲۱- کدام فشار هوا (برحسب kPa)، می‌بایست درون لوله باریکی که به اندازه ۱۰ سانتی‌متر در زیر سطح آزاد سیالی با دانسیته $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ قرار دارد، دمیده شود، تا قطر حباب‌های ایجاد شده، اندازه ۱ mm داشته باشد؟



فرض بر تعادل حباب با سیال اطراف می‌باشد. $\sigma = 0.025 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ ، $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- (۱) ۲، مطلق
(۲) ۲، نسبی
(۳) ۳، مطلق
(۴) ۳، نسبی

۱۲۲- خط لوله‌ای به طول ۲۰ متر و قطر ۵ سانتی‌متر، آب را از مخزن ۱ به مخزن ۲ منتقل می‌کند. اگر مخزن ۱ به اندازه یک سانتی‌متر بالاتر از مخزن ۲ باشد، اختلاف فشار بین خروجی و ورودی $(P_2 - P_1)$ این خط لوله با فرض آنکه عدد رینولدز برابر ۱۰۰۰ باشد، تقریباً چند پاسکال است؟

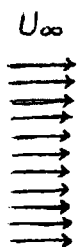
- (۱) ۱۰۵-
(۲) ۹۵-
(۳) ۹۵
(۴) ۱۰۵

۱۲۳- اگر شتاب کامیونی که مخزن آب با سطح مقطع $2\text{m} \times 2\text{m}$ را حمل می‌نماید؛ و ارتفاع آب درون آن در حالت سکون ۲m می‌باشد، برابر با مقدار ثابت $10\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ باشد، اختلاف ارتفاع بین بالاترین و پایین‌ترین نقطه سطح آزاد آب درون مخزن، چند متر خواهد بود؟ $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- (۱) ۱
(۲) $\sqrt{3}$
(۳) ۲
(۴) $2\sqrt{3}$

۱۲۴- معادله ناویراستوکس را، در کدام یک از حالت‌های زیر، نمی‌توان به کار برد؟
(۱) جریان، آشفتنه باشد.
(۲) جریان، آرام باشد.
(۳) سیال، نیوتنی باشد.
(۴) سیال، خواص ثابت نداشته باشد.

۱۲۵- یک صفحه نازک مطابق شکل روبه‌رو، در مسیر جریان سیال قرار گرفته است. در صورتی که متوسط فشار در جلو و پشت صفحه به ترتیب ۷ و ۴ فشار نقطه سکون (خلاء) باشد، ضریب درگ، کدام است؟



- (۱) ۱/۱۵
(۲) ۳
(۳) ۵/۵
(۴) ۱/۱

۱۲۶- در پمپ‌ها، کاویتاسیون در چه زمانی رخ می‌دهد؟

- (۱) مقدار NPSH، کم‌تر از ۲ باشد.
(۲) NPSH موجود، بیش‌تر از NPSH مورد نیاز باشد.
(۳) NPSH موجود، کم‌تر از NPSH مورد نیاز باشد.
(۴) فشار سیال ورودی، بیش از فشار بخار سیال ورودی باشد.

۱۲۷- در یک خط لوله گاز، برای اندازه‌گیری دبی عبوری از یک اریفیس استفاده شده است. دانسیته سیال عبوری از لوله دو برابر دانسیته گاز اولیه شده و افت فشار در این حالت، چهار برابر افت فشار سیستم در حالت اولیه می‌باشد. دبی عبوری در حالت دوم چند برابر مقدار قبلی است؟

- (۱) ۵/۰
(۲) $\sqrt{2}$
(۳) ۲
(۴) ۳

۱۲۸- سیالی، درون خط لوله تازه احداث شده‌ای در حال حرکت می‌باشد. پس از گذشت ۵ سال از کارکرد لوله، مشاهده شده که تنش برشی اعمال شده به جداره لوله، دو برابر مقدار اولیه می‌باشد. در این حالت ضریب اصطکاک (f) و افت فشار (Δp) چند برابر شده است؟

- (۱) f یک و نیم برابر و Δp ثابت مانده است.
(۲) f سه برابر و Δp ثابت مانده است.
(۳) f و Δp هر دو، دو برابر شده‌اند.
(۴) f چهار برابر و Δp دو برابر شده است.

۱۲۹- الگوی جریان در پره‌های از نوع است.

- (۱) Paddle - شعاعی
(۲) Propeller - شعاعی
(۳) Turbine - شعاعی
(۴) Propeller - شعاعی، محوری

۱۳۰- کدام گزینه در مورد یک جریان مافوق صوت صحیح است؟

- (۱) افزایش سطح مقطع سبب افزایش سرعت می‌گردد.
(۲) کاهش سطح مقطع سبب افزایش سرعت می‌گردد.
(۳) افزایش سطح مقطع سبب کاهش سرعت می‌گردد.
(۴) کاهش و یا افزایش سطح مقطع تأثیری بر سرعت نخواهد داشت.

۱۳۱- در یک مخزن همزن دار، از یک پره توربینی، برای اختلاط دو سیال نیوتنی استفاده می‌شود. پره با سرعتی حرکت می‌کند که جریان آرام است. در صورتی که سرعت همزدن دو برابر شود، به گونه‌ای که جریان باز هم آرام باشد، آنگاه توان مصرفی، چه تغییری می‌کند؟

- (۱) تغییر نمی‌کند.
(۲) دو برابر می‌شود.
(۳) چهار برابر می‌شود.
(۴) هشت برابر می‌شود.

۱۳۲- در جریان خزشی از روی یک کره، هنگامی که عدد اویلر بزرگ و عدد رینولدز کوچک باشد، می‌توان گفت که با دو برابر شدن سرعت و قطر، افت فشار:

- (۱) نصف می‌شود.
(۲) تغییر نمی‌کند.
(۳) دو برابر می‌شود.
(۴) چهار برابر می‌شود.

۱۳۳- در جریان استوکس روی یک کره، کدام گزینه، صادق است؟

- (۱) میزان درگ اصطکاک، دو برابر درگ فشاری است.
(۲) با افزایش عدد رینولدز، ضریب درگ افزایش می‌یابد.
(۳) جدایی در پشت کره و در دور دست جریان، اتفاق می‌افتد.
(۴) دو برابر شدن ویسکوزیته سیال، میزان درگ کل را چهار برابر می‌کند.

۱۳۴- در یک برج آکنده، عدد رینولدز و تخلخل به ترتیب 1500 و 8 می‌باشد. مهندسی برای افزایش راندمان آن، قطر ذرات آکنه را نصف نموده؛ و باعث می‌شود بدون تغییر عدد رینولدز، تخلخل برج نصف شود. افت فشار در این حالت چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۳
(۲) ۶
(۳) ۱۶
(۴) ۴۸

۱۳۵- در یک بستر سیال، با افزایش سرعت:

- (۱) افت فشار و طول بستر ثابت می‌مانند.
(۲) افت فشار افزایش ولی طول بستر ثابت می‌ماند.
(۳) افت فشار ثابت ولی طول بستر افزایش می‌یابد.
(۴) افت فشار و طول بستر افزایش می‌یابند.

۱۳۶- یک هواپیمای کنکور، در حال حرکت با سرعت $2000 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ می‌باشد. در اثر برخورد با جریان هوای متلاطم، خلبان سرعت

هواپیما را به $1000 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ کاهش می‌دهد. در صورتی که قبل از کاهش سرعت، زاویهٔ مخروط ماخ با افق برابر با 30° باشد،

پس از کاهش سرعت، زاویهٔ با افق، چند درجه خواهد شد؟

- (۱) 30° (۲) 60°
(۳) 75° (۴) 90°

۱۳۷- در جریان فانو، هنگامی که جریان مادون صوت باشد، گزینهٔ صحیح کدام است؟

- (۱) فشار افزایش می‌یابد.
(۲) عدد ماخ می‌تواند بیش‌تر از یک گردد.
(۳) درجه حرارت نقطهٔ سکون کاهش می‌یابد.
(۴) وجود اصطکاک، سبب افزایش شتاب جریان می‌گردد.

۱۳۸- در جریان رایلی، به ازای چه مقادیری از عدد ماخ (Ma) به ترتیب $\frac{ds}{dT} = 0$ و $\frac{dT}{ds} = 0$ می‌گردد؟

- (۱) $\frac{1}{2}$, ۲ (۲) $1, \sqrt{\frac{1}{k}}$
(۳) $1, \sqrt{k}$ (۴) $\sqrt{k}, \sqrt{\frac{1}{k}}$

۱۳۹- کدامیک از موارد زیر، بر مؤلفه‌ی شتابی افت فشار جریان دو فازی درون یک خط لوله، اثر کمتری دارد؟

- (۱) الگوی جریان
(۲) انتقال جرم بین دو فاز
(۳) تغییر فشار درون خط لوله
(۴) تغییر سطح مقطع خط لوله

۱۴۰- درون یک جریان دو فازی افقی با الگوی حبابی، سرعت ظاهر، فاز گاز و مایع در یک نقطه به ترتیب $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و $9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و

سرعت لغزش بین دو فاز در آن نقطه $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. میزان ماندگی مایع (liquid hold up)، در آن نقطه، کدام است؟

- (۱) 8 (۲) 85
(۳) 9 (۴) 95