

국가직 19년 화학공학일반 (나)형 문제

문 1. 표면장력(surface tension)의 단위는?

- ① Pa ② N
③ J·m⁻² ④ Btu·ft⁻¹

해설표면장력(σ)

$$\sigma = \frac{\text{표면을 만드는데 필요한 에너지 (J)}}{\text{면적 (m}^2\text{)}} = \frac{J}{A} = \frac{F}{L}$$

답: ③

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.31

강의 내용: 기본+심화 이론강의 3강

문 2. 여과에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 여과란 고체입자를 포함하는 유체가 여과매체(filtering medium)를 통과하게 하여 고체를 퇴적시킴으로써 유체로부터 고체입자를 분리하는 조작이다.
- ② 여과기는 여과매체 상류측의 압력을 대기압보다 낮게 하여 조작하거나 하류측을 가압하여 조작한다.
- ③ 셀룰로스, 규조토와 같은 여과조제(filter aid)를 첨가하는 방식으로 급송물을 처리하여 여과속도를 개선한다.
- ④ 여과 중에 여과매체가 막히거나 케이크가 형성됨에 따라 시간이 지날수록 흐름에 대한 저항이 증가하게 된다.

해설

- ② 여과기는 여과매체 하류측의 압력을 대기압보다 낮게 하여 조작하거나 상류측을 기압하여 조작한다.

답: ②

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.281~283

강의 내용: 기본+심화 이론강의 44강

문 3. 매 분기 일정한 금액을 상각하여 감가상각 기초가액을 내용연수 동안 균등하게 할당하는 감가상각방법은?

- ① 정액법 ② 생산량 비례법
③ 정률법 ④ 연수합계법

해설

정액법(직선법)

감가상각비 총액을 각 사용연도에 할당하여 해마다 균등하게 감가하는 방법이다.

$$\text{감가상각비} = \frac{\text{취득원가} - \text{잔존가치}}{\text{추정내용연수}}$$

①

참고 교재: 수업 프린트 p.8

강의 내용: 기본+심화 이론강의 60강

문 4. 이상용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 라울(Raoult)의 법칙이 적용된다.
- ㄴ. 용매와 용질 간의 인력이 없다고 가정한다.
- ㄷ. 활동도계수(activity coefficient)가 1이다.
- ㄹ. 물과 헥세인(hexane) 혼합물은 이상용액에 가깝다.

- ① $\neg$, $\sqsubset$
② $\neg$, $\supseteq$
③ $\perp$, $\sqsubset$
④ $\perp$, $\supseteq$

해설

오답 체크

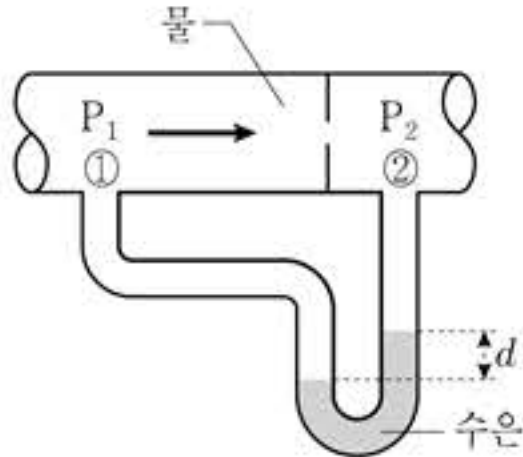
- ㉠: 용매와 용매, 용질과 용질, 용매와 용질의 인력이 모두 비슷한 경우에 해당된다.
- ㉡: 이상용액은 비슷한 분자량의 직쇄탄화수소들과 같이 유사 물질의 혼합물의 경우 이용된다.

①

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.223

강의 내용: 기본+심화 이론강의 37강

문 5. 그림과 같이 오리피스와 마노미터가 설치된 수평 원형관 내로 물이 흐른다. 유체의 압력차($P_1 - P_2$)가 $0.441 \text{ kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ 일 때 마노미터 읽음(d)[cm]은? (단, 물의 밀도는 $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 마노미터 유체인 수은의 밀도는 $13.6 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, P_1 은 지점 ①에서의 압력, P_2 는 지점 ②에서의 압력, $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$ 이다)



- ① 25 ② 30
③ 35 ④ 40

해설

$$P_1 - P_2 = (\rho_B - \rho_A)gR$$

$$R = \frac{P_1 - P_2}{(\rho_B - \rho_A)g} = \frac{\frac{0.441 \text{ kgf}}{\text{cm}^2}}{\frac{(13.6 - 1) \text{ g}}{\text{cm}^3} \times \frac{980 \text{ cm}}{\text{s}^2}} \times \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ kgf}} \times \frac{1 \times 10^5 \text{ dyne}}{1 \text{ N}} = 35 \text{ cm}$$

답: ③

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.90
강의 내용: 기본+심화 이론강의 10강

문 6. 정상상태에서 운전되는 이상적인 연속교반탱크형 반응기 (Continuous Stirred Tank Reactor, CSTR)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 원료가 반응기에서 완전 혼합되어 균일한 상태를 갖는다.
② 반응기에서 나가는 흐름은 반응기 내의 유체와 동일한 조성을 갖는다.
③ 반응기 내의 위치에 따른 농도 변화는 없다.
④ 반응기 내의 농도가 배출 흐름의 농도보다 높게 유지된다.

해설

반응기 내의 농도가 배출 흐름의 농도와 같게 유지된다. 즉, 반응물의 조성이 시간에 따라 변화가 없는 정상상태 조작이다.

답: ④

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.355~356
강의 내용: 기본+심화 이론강의 56강

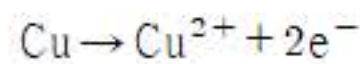
문 7. 미지의 금속 이온 M^{2+} 를 전기화학공정을 이용하여 도금하고자 한다. 10 A의 전류를 9,650초 동안 흘려주었을 때 100 g이 도금되었다면 금속의 원자량은? (단, 1 F(패러데이) = 96,500 C이다)

- ① 50 ② 100
③ 150 ④ 200

해설

$$q = I \times t$$

$$q = \frac{10 \text{ C}}{\text{s}} \times 9650 \text{ s} = 96500 \text{ C}, \quad \frac{96500}{96500} = 1 \text{ F}$$



2F의 전기량으로 M^{2+} 1몰 석출

$$2\text{F} : 1\text{mol} = 1\text{F} : x$$

$$x = 0.5 \text{ mol}$$

1F에 0.5mol 도금된 양이 100g이므로 1mol의 질량은 200g이다.

답: ④

참고 교재: 2019 공업화학 교재 p.123
강의 내용: 기본+심화 이론강의 9강

문 8. 단면이 원형인 매끈한 배관에서 뉴턴 유체(Newtonian fluid)가 흐를 때, 레이놀즈(Reynolds) 수의 증가와 관련하여 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 관성력에 비해 점성력이 상대적으로 증가한다.
- ㄴ. 유체의 평균 유속, 밀도, 관의 지름이 같다면 점도가 감소할수록 레이놀즈 수가 증가한다.
- ㄷ. 난류에서 층류로 전이가 일어남에 따라 레이놀즈 수가 증가한다.

- ① $\neg$ ② L
③ $\neg, L$ ④ $L, \sqsubset$

해설

$$N_{Re} = \frac{D \bar{u} \rho}{\mu} = \frac{D \bar{u}}{\nu} = \frac{\text{관성력}}{\text{점성력}}$$

- ㉠ 매끈한 배관의 조건으로 마찰이 없다는 의미로 점도가 0에 가깝기 때문에 점성력이 작아진다.
- ㉡ 점도만 감소하면 레이놀즈는 증가한다.
- ㉢ 난류에서 층류로 전이가 일어나 레이놀즈 수가 감소한다.

답: ②

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.103~104

강의 내용: 기본+심화 이론강의 13강

문 9. 반응 $A + 3B \rightarrow C$ 가 기초반응(elementary reaction)이라고 할 때, A의 반응속도는 다음과 같이 표시된다. 농도의 단위가 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 일 때, 반응속도상수 k의 단위는? (단, $f(C_A, C_B)$ 은 A와 B의 농도의 함수이다)

$$-r_A = k \cdot f(C_A, C_B)$$

- $$\begin{array}{ll} \textcircled{1} \frac{\text{mol}}{\text{L}\cdot\text{s}} & \textcircled{2} \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2\cdot\text{s}} \\ \textcircled{3} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3\cdot\text{s}} & \textcircled{4} \frac{\text{L}^3}{\text{mol}^3\cdot\text{s}} \end{array}$$

해설

문제에서 기초반응의 조건

$$-r_A = kC_A C_B^3, \text{ 4차 반응}$$

$$k = [\text{시간}]^{-1} [\text{몰농도}]^{1-n} = [\text{시간}]^{-1} [\text{몰농도}]^{1-4}$$

$$k \equiv [\text{시간}]^{-1} [\text{몰농도}]^{-3} = \frac{\text{L}^3}{\text{mol}^3 \cdot \text{s}}$$

답: ④

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.340

강의 내용: 기본+심화 이론강의 53강

문 10. 메탄올과 에탄올의 혼합물이 기-액평형 상태에 있다. 특정온도에서 메탄올의 증기압은 780 mmHg이고, 에탄올의 증기압은 480 mmHg이다. 같은 온도에서 혼합물의 전압이 660 mmHg일 때, 액상에 존재하는 에탄올의 몰분율은? (단, 기상은 이상기체이고 액상은 이상용액이다)

- ① 0.4 ② 0.5
③ 0.6 ④ 0.7

대설

$$P = x_A p_A^* + (1 - x_A) p_B^*$$

$$660 = 780x_A + (1 - x_A)480, \quad x_A = 0.6$$

$$x_A + x_B = 1 \text{ 이므로, } x_B = 0.4$$

【例 1】①

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.223

강의 내용: 기본+심화 이론강의 37강

문 11. 피스톤/실린더 장치 내에서 1 mol의 공기가 1 m³의 초기부피로부터 5 m³의 최종상태로 가역팽창 할 때, 공기에 의해 행해진 일의 절대값[J]은? (단, P는 압력, V는 몰부피일 때, 공기는 $PV = 5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 의 관계를 만족하며 변한다)

- ① 4 ② 20
③ $5 \ln 5$ ④ $10 \ln 5$

해설

$$\frac{PV}{n} = RT, \quad \frac{PV}{n} = 5, \quad \text{이며 이상기체상수는 정해진 값이 있기}$$

때문에 등온과정으로 볼 수 있다.

$$W = -RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = -RT \ln \frac{V_2}{V_1} = -5 \ln \frac{5}{1}$$

문제에서 절대값의 조건이므로

$$W = 5 \ln 5$$

图: 3

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.309

강의 내용: 기본+심화 이론강의 48강

문 12. 물, 얼음, 수증기가 동시에 공존하는 계의 자유도는?

- ① 0 ② 1
③ 3 ④ 4

해설

자유도: $F = 2 - \pi + N = 2 - 3 + 1 = 0$

①

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.303

강의 내용: 기본+심화 이론강의 47강

문 13. 비열이 일정한 이상기체의 엔트로피 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 등온과정에서 엔트로피 변화는 압력이 증가함에 따라 증가한다.
- ② 정압과정에서 엔트로피 변화는 온도가 증가함에 따라 증가한다.
- ③ 정적과정에서 엔트로피 변화는 압력이 증가함에 따라 증가한다.
- ④ 정적과정에서 엔트로피 변화는 온도가 증가함에 따라 증가한다.

●

등온과정: $\Delta S = -R \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = R \ln \frac{P_1}{P_2}$

등온과정에서 엔트로피 변화는 압력이 증가함에 따라 감소한다.

답: ①

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.318

강의 내용: 기본+심화 이론강의 50강

문 14. 물질 X는 질량비로 48 %의 C, 8 %의 H, 28 %의 N, 16 %의 O를 포함하며, 물질량은 $200 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이다. X의 분자식은? (단, C, H, N, O의 원자량은 각각 12, 1, 14, 16이다)

- ① $C_4H_8N_2O$ ② $C_8H_{16}N_4O_2$
③ $C_{12}H_{24}N_6O_3$ ④ $C_{16}H_{32}N_8O_4$

해설

물질 X가 1mol에 200g이 존재하므로 질량을 200g이다.

탄소의 몰수: $\frac{96\text{g C}}{12\text{g/mol C}} = 8\text{mol C}$

수소의 몰수: $\frac{16\text{g H}}{1\text{g/mol H}} = 16\text{mol H}$

질소의 몰수: $\frac{56\text{g N}}{14\text{g/mol N}} = 4\text{mol N}$

산소의 몰수: $\frac{32\text{g O}}{16\text{g/mol O}} = 2\text{mol O}$

②

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.483

강의 내용: 기본+심화 이론강의 4강

문 15. 수평 원형관을 통한 유체흐름이 Hagen-Poiseuille식을 만족할 때 관의 반지름이 2배로 커지면 부피유량의 변화는? (단, 흐름은 정상상태이며 유체의 점도와 단위 길이당 압력강하는 일정하다)

- ① 4배 커진다. ② 8배 커진다.
③ 16배 커진다. ④ 32배 커진다.

해설

$$\Delta P = \frac{32L u \mu}{D^2} = \frac{32L \frac{Q}{A} \mu}{D^2} = \frac{32L \frac{Q}{(D/2)^2} \mu}{D^2}$$

$$Q = \frac{\Delta P D^4}{128 L \mu}, \quad Q \propto D^4 \text{이므로 } 16\text{배 커진다.}$$

③

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.120, 화학공학일반 문제 풀이 프린트 p.38

강의 내용: 기본+심화 이론강의 16강

문 16. 다음 화합물 중 물에 녹지 않는 염은?

- ① PbSO_4
- ② $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
- ③ $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- ④ Li_2CO_3

해설

○: 물에 녹음, X: 물에 녹지 않음

	NO_3^-	Cl^-	S^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}
Na^+	○	○	○	○	○
K^+	○	○	○	○	○
NH_4^+	○	○	○	○	○
Ba^{2+}	○	○	○	X	X
Ca^{2+}	○	○	○	X	X
Pb^{2+}	○	X	X	X	X
Ag^+	○	X	X	X	X

답: ①

문 17. 물이 관 내부를 흐르고 SI단위계(m, kg, s)로 계산한 레이놀즈(Reynolds) 수가 100일 때, 영국단위계(ft, lb, s)로 계산한 레이놀즈 수는? (단, 1 ft = 0.3048 m, 1 lb = 0.4536 kg이다)

- ① 100
- ② 387
- ③ 1,800
- ④ 3,217

해설

레이놀즈수는 단위가 없는 무차원이다. 레이놀즈의 값은 단위가 바뀐다고 변하지 않는 값이다.

답: ①

참고 교재: 화학공학일반 문제풀이 3주차 과제 프린트 p.3

강의 내용: 문제풀이 강의

문 18. $1 \times 10^6 \text{ kW}$ 용량으로 건설된 발전소에서 스팀은 600 K에서 생산되며, 발생하는 열은 300 K인 강물로 제거되고 있다. 만약 발전소의 실제 열효율이 도달 가능한 최대 열효율 값의 80 %라면 강물로 제거되는 열[kW]은?

- ① 5×10^5
- ② 5.5×10^5
- ③ 1.0×10^6
- ④ 1.5×10^6

해설

$$\eta = \frac{|W|}{|Q_H|} = \frac{|Q_H| - |Q_C|}{|Q_H|} = 1 - \frac{|Q_C|}{|Q_H|} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{300}{600} = 0.5$$

$$\eta_{\text{실제}} = 0.5 \times 0.8 = 0.4$$

$$\eta_{\text{실제}} = \frac{|W|}{|Q_H|}$$

$$|Q_H| = \frac{|W|}{\eta_{\text{실제}}} = \frac{10^6}{0.4} = \frac{5}{2} \times 10^6 \text{ kW}$$

$$|W| = |Q_H| - |Q_C|$$

$$|Q_C| = |Q_H| - |W| = \frac{5}{2} \times 10^6 - 10^6 = \frac{3}{2} \times 10^6 \text{ kW}$$

답: ④

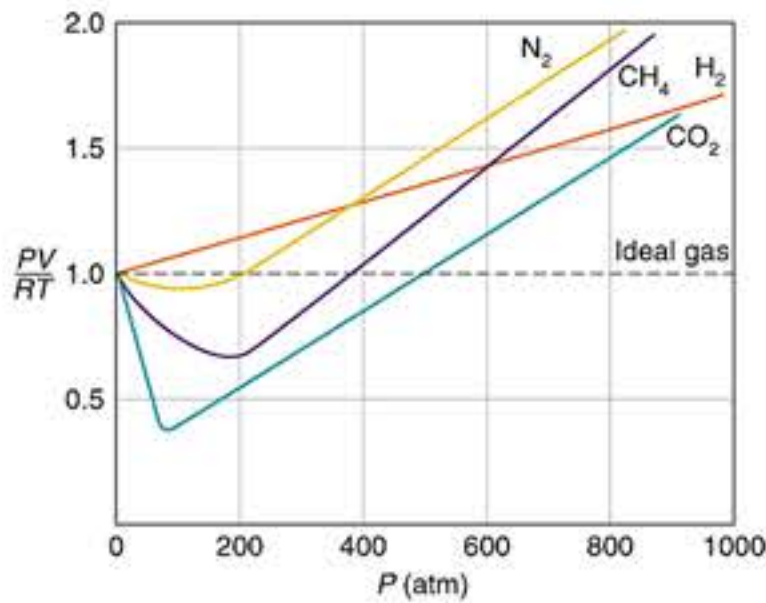
참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.316

강의 내용: 기본+심화 이론강의 50강

문 19. 기체의 압축인자 Z 에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
(단, V^r 는 실제 기체의 몰부피, V^{ig} 는 이상기체의 몰부피이다)

- ① 이상기체의 압축인자는 1이다.
- ② 압력이 0에 수렴할수록 Z 의 값은 1에 가까워진다.
- ③ $Z = \frac{V^{ig}}{V^r}$ 으로 정의된다.
- ④ Z 의 1로부터의 벗어남은 이상적 행동으로부터 벗어나는 정도의 척도가 된다.

해설



$$PV = ZRT$$

$$\textcircled{3} \quad Z = \frac{V^r}{V^{ig}}$$

답: ③

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.76

강의 내용: 기본+심화 이론강의 8강

문 20. 세 층의 단열재로 보온한 벽이 있다. 내부로부터 두께가 각각 150 mm, 60 mm, 400 mm이고, 열전도도(thermal conductivity)는 $0.15 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$, $0.03 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$, $8 \text{ kcal} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot ^\circ \text{C}^{-1}$ 이다. 안쪽면의 온도가 640°C 이고, 바깥면의 온도는 30°C 일 때 단위면적당 열손실 [$\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$]은?
(단, 각 층간에는 열적 접촉이 잘 되어 있어 각 층 사이의 계면에서는 온도강하가 없다)

- ① 100
- ② 200
- ③ 300
- ④ 400

해설

$$\frac{q}{A} = \frac{T_1 - T_4}{\frac{L_A}{k_A} + \frac{L_B}{k_B} + \frac{L_C}{k_C}} = \frac{640 - 30}{\frac{0.15}{0.15} + \frac{0.06}{0.03} + \frac{0.4}{8}} = 200$$

답: ②

참고 교재: 2019 화학공학일반 교재 p.158

강의 내용: 기본+심화 이론강의 22강