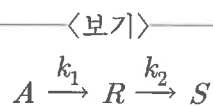


1. 연료전지(fuel cell)는 수소가스(H_2)와 산소가스(O_2)가 반응하여 전기와 물이 발생되는 원리로 작동한다. 수소 전극과 산소전극으로 구성된 연료전지에서 전해질이 알칼리성인 경우, 산소전극 쪽에서 일어나는 반쪽전지 반응(half-cell reaction)은?

- ① $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O$
 ② $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- + H_2O \rightarrow 2OH^-$
 ③ $H_2 + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$
 ④ $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

2. 반응물질 A가 연속으로 R과 S로 분해되는 비가역 1차 직렬반응이 <보기>와 같다. k_1 과 k_2 는 각각 A가 R로, R이 S로 분해될 때의 반응 속도 상수이다. A, R, S의 농도를 각각 C_A , C_R , C_S 라고 할 때, 시간 t에 대한 농도의 변화를 나타내는 식에 해당하지 않는 것은? (단, $t=0$ 에서 A 반응물의 농도는 C_{A0} 이고 R과 S는 존재하지 않는다.)



- ① $\frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A$
 ② $\frac{dC_R}{dt} = k_2 C_R - k_1 C_A$
 ③ $\frac{dC_R}{dt} + k_2 C_R = k_1 C_{A0} e^{-k_1 t}$
 ④ $\frac{dC_S}{dt} = k_2 C_R$

3. 물질 A와 B가 298K에서 수정된 라울의 법칙이 적용되는 기-액 평형상태에 있다. 298K, 20kPa에서 A의 액상 조성이 0.3이고 기상 조성이 0.4일 때 활동도 계수는? (단, 298K에서 A의 증기압은 40kPa이다.)

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{2}{3}$ ④ $\frac{4}{5}$

4. 유체가 담긴 용기의 한쪽 벽이 유체보다 높은 온도를 갖는 외부에 노출될 경우, 용기 벽면에 접한 유체는 밀도가 낮아지면서 대류가 발생하게 된다. 이 경우 유체의 운동량 전달과 열전달량과의 관계를 나타내는 무차원수는?

- ① N_{Pr} ② N_{Re} ③ N_{Fr} ④ N_{We}

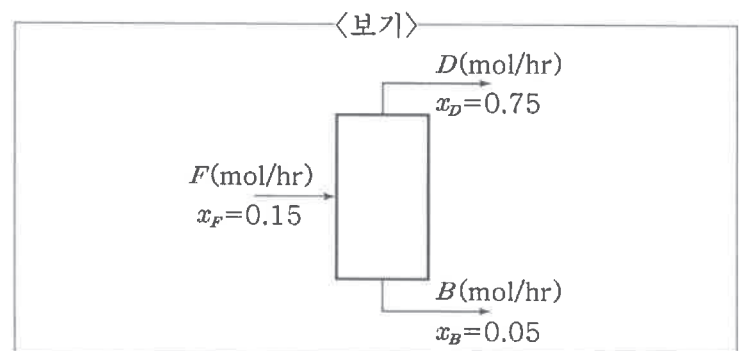
5. 구형입자(반지름 R, 밀도 ρ_s)가 정지된 유체(점도 μ , 밀도 ρ)속으로 중력(중력가속도 g)에 의해 떨어지면서 일정한 속도(v_t)에 도달하게 되었다. v_t 를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, 입자는 떨어지면서 부력과 저항력을 받으며, 저항력의 크기는 $6\pi\mu R v_t$ 에 정비례한다. 또한 입자는 회전하지 않고 떨어지며 Stokes' law를 따른다고 가정한다.)

- ① $v_t = \frac{2}{9} R^2 (\rho_s - \rho) g / \mu$
 ② $v_t = \frac{1}{18} R^2 (\rho_s - \rho) g / \mu$
 ③ $v_t = \frac{2}{9} R^2 (\rho - \rho_s) g / \mu$
 ④ $v_t = \frac{1}{18} R^2 (\rho - \rho_s) g / \mu$

6. 밀도가 일정한 비압축성 유체가 x, y, z축으로 구성된 3차원 공간 속을 흐르고 있을 때, 이 유체의 질량 보존 관계를 나타내는 연속방정식은? (단, 유체의 속도벡터장 \vec{v} 의 x, y, z축 성분이 각각 u, v, w이다.)

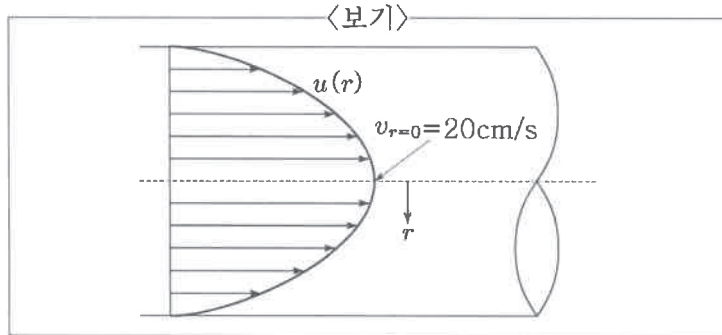
- ① $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0$
 ② $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0$
 ③ $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} = 0$
 ④ $\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$

7. <보기>의 증류탑에서 물과 에탄올이 포함된 용액을 분리하고자 한다. 공급액(F), 탑위 증류액(D), 탑저 잔류액(B) 각각의 에탄올 조성은 x_F , x_D , x_B 이다. 탑위 증류액(D) 유량이 100mol/hr이라면, 탑저 잔류액(B) 유량의 값[mol/hr]은?



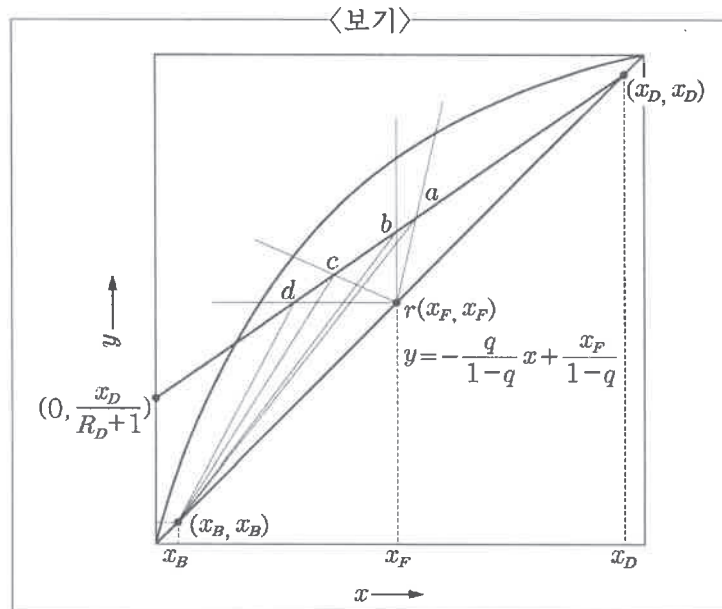
- ① 100 ② 400
 ③ 600 ④ 700

8. 밀도가 일정한 공기가 <보기>와 같이 반지름이 1.5cm인 파이프 내에서 완전 발달 흐름을 보이고 있다. 파이프의 중심($r=0$)에서 축방향 속도($v_{r=0}$)가 20cm/s일 때, 파이프의 벽면에서 정의되는 패닝마찰계수(Fanning friction factor, f)의 값은? (단, 공기의 동점도 $\nu=1.5\times 10^{-5}\text{m}^2/\text{s}$ 이다.)



- ① 0.01 ② 0.04 ③ 0.08 ④ 0.16

9. <보기>는 McCabe-Thiele법에 의한 증류탑 설계에서 조작선의 작도에 사용되는 도면이다. 공급원료가 액체와 증기의 혼합물이고 q 는 액체의 분율일 때, 원료 조건 중 포화증기 원료에 해당하는 원료공급선은? (단, x_F , x_B , x_D , R_D 는 각각 액체의 공급 분율, 탑저 분율, 탑위 분율, 환류비이다.)

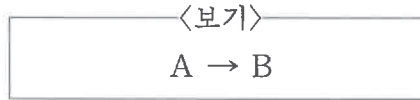


- ① ra ② rb ③ rc ④ rd

10. 액상 화합물 A가 액상 화합물 B로 전환되는 반응은 비가역 1차 반응으로 관형 반응기에서 일어난다. 초기 부피 유량(v_0)은 10L/min, 반응 속도 상수(k)는 0.2min^{-1} 일 때 관형 반응기 출구에서 A의 농도가 입구 농도의 1/10이 되는 반응기 부피의 값[L]은? (단, $\ln A = 2.3\log A$ 로 계산한다.)

- ① 100 ② 115 ③ 120 ④ 150

11. CSTR(continuous-stirred tank reactor) 반응기에서 <보기>와 같이 물질 A가 B로 비가역 기초반응을 통해 전환된다. 반응기의 부피(V)를 초기 유입 유량(v_0)으로 나눈 값인 공간시간(τ)과 반응 속도 상수(k)의 곱이 1일 때 예상되는 반응 전환율(conversion)의 값은?

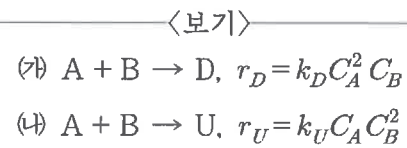


- ① 0.2 ② 0.3 ③ 0.5 ④ 0.7

12. 10wt% KOH 수용액 100kg을 농축하여 50wt% KOH 수용액을 얻었다. 증발된 수분의 양[kg]은?

- ① 20 ② 40 ③ 60 ④ 80

13. 반회분식 반응기(semi-batch reactor)에서 동시에 일어나는 반응과 반응 속도식은 <보기>와 같다. 생성물 U에 대한 D의 선택도를 높이기 위한 방법으로 가장 옳은 것은? (단, k_D 와 k_U 는 각 반응의 반응 속도 상수이다.)



- ① A의 농도를 높게 유지
② B의 농도를 높게 유지
③ A와 B의 농도를 둘 다 높게 유지
④ A와 B의 농도를 둘 다 낮게 유지

14. 대기압에서 메탄올과 물의 혼합물이 그 증기와 기-액 평형을 이루고 있다. 기상의 조성은 메탄올 3.0mol, 수증기 1.0mol이고, 메탄올의 액상물분율이 0.51이라면 물에 대한 메탄올의 상대휘발도(relative volatility)의 값은? (단, 상대휘발도의 값은 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)

- ① 1.44 ② 2.04 ③ 2.44 ④ 2.88

15. 두께가 50mm인 유리벽이 있다. 안쪽 온도가 100°C , 바깥쪽 온도가 50°C 일 때, 정상상태에서 표면 100m^2 로부터 시간당 손실되는 열량의 값[W]은? (단, 유리의 열전도도는 온도에 상관없이 $1\text{W/m}\cdot\text{K}$ 로 일정하다고 가정한다.)

- ① 10,000 ② 15,000
③ 100,000 ④ 150,000

16. 물리량과 그 단위를 짝지은 것 중 가장 옳지 않은 것은?

- ① 압력 - $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ ② 힘 - dyne
 ③ 에너지 - $\text{cm}^3 \text{Pa}$ ④ 일률 - J s^{-1}

17. 베르누이(Bernoulli)식의 기본 가정으로 옳지 않은 것은?

- ① 정상상태
 ② 압축성 유체
 ③ 포텐셜(potential) 흐름
 ④ 비점성흐름

18. 원관 내 난류의 열전달에 적용하는 Peclet수에 해당하는 무차원군 곱의 정의는?

- ① $N_{Re} \times N_{Pr}$ ② $N_{Re} \times N_{Nu}$
 ③ $N_{Gr} \times N_{Pr}$ ④ $N_{Gr} \times N_{Pr} \times N_{Re}$

19. 분자 확산 속도에 관한 Fick의 제1법칙에서 확산계수 (D)의 단위에 해당하는 것은?

- ① $\frac{m}{h}$ ② $\frac{m^2}{h}$
 ③ $\frac{m^3}{h}$ ④ $\frac{m^3}{kg}$

20. 20℃에서 수증기의 포화 증기압이 25mmHg이고, 동일 온도에서 수증기의 분압이 10mmHg인 경우 상대습도의 값[%]은?

- ① 10 ② 25
 ③ 40 ④ 50