1. 열손실이 없는 정상상태 향류(counter-current flow) 동심원 이중관 열교환기에서 고온 유체는 90℃로 유입되어 50℃로 유출되고, 저온 유체는 36℃로 유입되어 62℃로 유출된다. 이 열교환기의 대수평균온도차(LMTD) 값[℃]은? (단, 열교환기 내부에서 유속 변화나 상 변화는 없는 것으로 가정하며, ln2=0.7로 가정한다.)

① 14 ② 20 ③ 21 ④ 27

2. 표면적이 0.5m^{2}이고 온도가 120℃로 일정하게 유지되는 가열 평판이 20℃의 대기 중에 노출되어 있다. 대류 열전달계수(h)가 20W·m^{-2}·℃$^{-1}$일 때, 뉴턴의 냉각 법칙(Newton's law of cooling)에 따라 평판 표면에서 대기로 방출되는 총 대류 열손실속도[W]는?

① 100 ② 500 ③ 1,000 ④ 1,500

3. 두 평행한 평판 사이에 뉴턴 유체가 채워져 있다. 아래 평판은 고정되어 있고, 위 평판이 일정한 속도 V로 평행하게 움직이고 있다. 두 평판 사이의 거리가 h이고 유체의 점도가 μ일 때, 유체 내에 발생하는 전단응력(shear stress)의 크기는? (단, 압력 구배는 없으며 정상상태 층류 유동(couette flow)이다.)

① $\mu\frac{h^2}{V}$ ② $\mu\frac{h}{V}$ ③ $\mu\frac{V^2}{h}$ ④ $\mu\frac{V}{h}$

4. 연속 증류탑 설계를 위한 McCabe-Thiele 방법에서, 탑으로 공급되는 원료(feed)의 열적 상태에 따른 원료 공급선(q-line)의 기울기에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 원료가 과냉각 액체(subcooled liquid)일 때 원료 공급선의 기울기는 양(+)의 값을 갖는다.
② 원료가 포화 액체(saturated liquid)일 때 원료 공급선의 기울기는 0이다.
③ 원료가 포화 증기(saturated vapor)일 때 원료 공급선의 기울기는 ∞(수직)이다.
④ 원료가 기-액 혼합물(vapor-liquid mixture)일 때 원료 공급선의 기울기는 양(+)의 값을 갖는다.

5. 수분 함량이 40wt%인 젖은 고체를 건조기에 1,500kg/h로 공급한다. 건조 과정에서 고형분의 손실은 없으며, 출구 제품의 수분 함량은 10wt%이다. 출구 제품의 유량[kg/h]은? (단, 공정 내부에서 화학반응은 일어나지 않으며 정상상태로 가정한다.)

① 800 ② 900 ③ 1,000 ④ 1,100

6. 어떤 1차 기체 반응의 속도상수는 아레니우스 식(Arrhenius equation) $k=A\exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$을 따른다. 반응온도를 500K에서 1,000K로 증가시킬 경우 반응속도상수의 비 $k_{1,000}/k_{500}$는? (단, E_a/R=2,000K이다.)

① e^{-2} ② e^{2} ③ e^{4} ④ 2

7. 기-액 평형에서 상대휘발도(relative volatility)가 3.0으로 일정한 2성분계 이상혼합용액이 있다. 액상 혼합물 내 경질 성분 A의 몰분율(x_A)이 0.25일 때, 이와 평형을 이루는 기상 혼합물 내 성분 A의 몰분율(y_A)은?

① 0.30 ② 0.45 ③ 0.50 ④ 0.60

8. 정상상태에서 비압축성 점성 뉴턴 유체가 원형 관 내부를 따라 흐르고 있다. 유체의 체적 유량을 일정하게 유지하면서 관의 지름을 기존의 $\frac{1}{2}$로 줄였을 때, 관 단위 길이당 발생하는 압력강하($\Delta P/L$)는 기존의 몇 배가 되는가? (단, 두 경우 모두 완전 발달 층류 유동이며, 유체의 점성계수와 밀도는 일정하고 중력에 의한 영향은 무시한다.)

① 2배 ② 4배 ③ 8배 ④ 16배

9. 어떤 뉴턴 유체의 동점성계수(kinematic viscosity)가 2.0×10^{-4}m^2·s^{-1}이고, 비중(specific gravity)이 0.8이다. 이 유체의 절대점도(dynamic viscosity)[Pa·s]는? (단, 물의 밀도는 1,000kg·m^{-3}이다.)

① 0.04 ② 0.16 ③ 0.4 ④ 1.6

10. 메탄(CH_4) 가스를 이론 공기량 대비 100% 과잉 공기(100% excess air)를 사용하여 완전 연소시켰다. 연소 후 배출되는 배기가스에 포함된 산소(O_2)와 이산화탄소(CO_2)의 몰 비(O_2/CO_2)는? (단, 공기는 산소와 질소로만 이루어져 있다고 가정한다.)

① 0.5 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0

11. 펌프를 이용하여 60m^3/h의 유량으로 물을 이송한다. 이송해야 할 배관의 출구는 입구로부터 12m 위에 있다. 관의 마찰손실은 무시하며, 펌프 효율은 80%이다. 입·출구의 압력과 유속이 동일하다고 가정할 때, 필요한 펌프의 축동력[kW]은? (단, 물의 밀도는 1,000kg/m^{3}이고, 중력가속도는 9.8m/s^{2}이다.)

① 1.47 ② 1.96 ③ 2.10 ④ 2.45

12. 레이놀즈 수가 2,000이고, 내부직경이 20cm인 유리관 내에 물이 흐른다면, 이의 평균유속[cm·s^{-1}]은? (단, 물의 밀도와 점도는 각각 1g·cm^{-3}, 0.01g·cm^{-1}·s^{-1}이다.)

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

13. 이성분 혼합물을 연속 증류탑에서 분리할 때 최소 환류비에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 최소 환류비에서는 필요한 이론단수가 최소가 된다.
② 최소 환류비에서는 탑 내부의 기·액 유량이 최대가 된다.
③ 실제 환류비는 에너지 소비를 줄이기 위해 최소 환류비보다 작게 정한다.
④ 최소 환류비에서는 조작선과 평형선이 접하거나 매우 가까워져 필요한 이론단수가 무한대로 증가한다.

14. 흐름 반응기에서 A→B 액상 1차 반응이 일어난다. 반응속도상수(k)는 0.2min^{-1}, 초기 농도(C_{A0})는 4mol/L, 유량(v)은 2L/min일 때, 전화율 80%에 도달하기 위한 연속교반탱크반응기(CSTR)의 부피[L]는?

① 10 ② 20 ③ 40 ④ 50

15. 구형 입자가 매우 느린 속도로 점성 유체 속을 침강하는 크리핑 유동(creeping flow, 입자 레이놀즈 수 $Re_p<0.1$) 영역에서 Stokes 법칙을 따를 때, 입자의 항력계수(drag coefficient, C_D)와 레이놀즈 수(Re_p)의 관계식은?

① $C_D=24/Re_p$ ② $C_D=32/Re_p$
③ $C_D=40/Re_p$ ④ $C_D=48/Re_p$

16. 에탄올의 몰분율이 0.40인 물-에탄올 혼합물 1.0mol을 플래시 증류하였다. 평형에 도달한 후 액체가 0.60mol 남았으며, 액체에서 에탄올의 몰분율은 0.25였다. 생성된 증기에서 에탄올의 몰분율은?

① 0.375 ② 0.500 ③ 0.625 ④ 0.750

17. 무차원수인 너셀 수(Nusselt number, Nu)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, h는 대류열전달계수, L은 특성길이, k는 유체의 열전도도, C_p는 비열, μ는 점성계수, ρ는 밀도, v는 유속, D_{AB}는 질량확산계수이다.)

① 너셀 수는 유체의 운동량 전달과 열전달 간의 상대적 크기를 나타내는 무차원수이며, $\mathrm{Nu}=\frac{\rho v L}{\mu}$로 정의된다.
② 너셀 수는 대류 열전달과 전도 열전달의 상대적 크기를 나타내는 무차원수이며, $\mathrm{Nu}=\frac{hL}{k}$로 정의된다.
③ 너셀 수는 열확산과 질량확산의 상대적 크기를 나타내는 무차원수이며, $\mathrm{Nu}=\frac{C_p\mu}{k}$로 정의된다.
④ 너셀 수는 물질전달 해석에서 대류와 확산 전달의 상대적 크기를 나타내는 무차원수이며, $\mathrm{Nu}=\frac{vL}{D_{AB}}$로 정의된다.

18. 동일한 부피를 갖는 2개의 연속교반탱크반응기(CSTR)가 직렬로 연결되어 있다. 이 반응기 계에서 액상 등온 1차 반응(A→B)이 진행된다. 개별 반응기의 공간시간(τ)은 2min이고, 1차 반응속도상수(k)는 0.5min^{-1}이다. 첫 번째 반응기로 유입되는 반응물 A의 농도(C_{A0})가 10mol/L일 때, 두 번째 반응기 출구에서 A의 농도(C_{A2}) 값[mol/L]은? (단, 밀도 변화는 없으며 정상상태 조건이다.)

① 2.5 ② 3.3 ③ 5.0 ④ 7.5

19. 기체 A를 물에 흡수시키는 장치가 있다. 25℃에서 기체 A의 평형 용해농도는 헨리 법칙을 따르고 헨리 상수는 2.0mol·m^{-3}·kPa^{-1}이다. 기체 중 A의 부분압력은 20kPa이고, 액체 본체에서 A의 농도는 10mol·m^{-3}, 액체 측 물질전달계수는 2.5×10^{-5}m·s^{-1}, 기체-액체 접촉면적은 4.0m^{2}이다. 기체 측 저항을 무시할 때 A의 흡수속도[mol/s]는?

① 7.5×10^{-4} ② 1.5×10^{-3}
③ 3.0×10^{-3} ④ 4.0×10^{-3}

20. 평판형 열교환기에서 고온 유체와 저온 유체 사이의 총괄열전달계수(overall heat transfer coefficient)를 계산하고자 한다. 벽면 오염 저항을 무시하고, 양측 열전달 면적이 동일하다고 할 때 총괄열전달계수 U의 관계식은? (단, 고온 유체 측 대류열전달계수는 h_h, 저온 유체 측 대류열전달계수는 h_c, 벽체의 열전도도는 k_w, 벽 두께는 δ이다.)

① $\frac{1}{U}=\frac{1}{h_h}+\frac{1}{h_c}$ ② $\frac{1}{U}=\frac{1}{h_h}+\frac{\delta}{k_w}+\frac{1}{h_c}$
③ $U=\frac{h_h+h_c+k_w/\delta}{3}$ ④ $\frac{1}{U}=\frac{1}{k_w}+\frac{\delta}{h_h+h_c}$