<화공수학 및 전산응용> 중간고사 **2008**
주간 **(closed book)**
담당교수: 임영일 **(N110)** 학번:____________________

모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

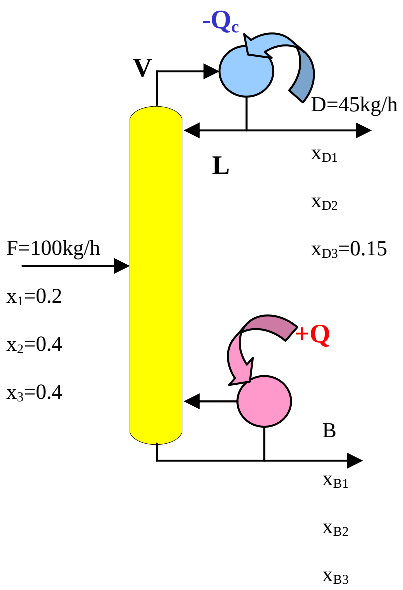
1. 다음 과정에 따라서 주어진 함수의 그래프를 그리시오 (10). $f(x)=\dfrac{x+1}{x-3}u(x-4)$

1) 주어진 함수를 그리기 위하여 축을 결정하시오. 2) 함수의 그래프를 그리시오. 또한 중요한 점에서 좌표를 명시하세요.

2. 다음의 4개의 쌍에 대하여 각각의 쌍 속에 개체간의 관계를 예와 함께 설명하고(5), 쌍과 쌍 간의 관계를 예와 함께 설명하세요(5).

덧셈-뺄셈, 곱셈-나눗셈, 지수-로그, sine function-arcsine function.

3. 다음 그림과 같은 증류탑 공정에 대하여 답하시오 (25).



주어진 증류탑을 이용하여 세가지 성분의 혼합물을 분리하려고 한다. 원료의 유량은 F=100kmol/h 이며, 세 성분의 질량분율은 각각 0.2, 0.4 그리고 0.4 이다. 유출유량은 상부와 하부에서 각각 D 와 B 이고, D=45 kmol/h 이다. 상부의 세번째 성분의 질량분율은 x_{D3} =0.15 이다 (그림 참조).

1) 하부 유출물의 유량 (B) 은 얼마인가(5)? 단위도 명시하세요.

2) 세번째 성분에 대한 질량보존식을 이용하여 변수 x_{B3} 를 구하시오 (5).

3) 질량분율의 합은 항상 $\sum_{i=1}^{3} x_{Di}=\sum_{i=1}^{3} x_{Bi}=1$ 을 만족해야 한다. 또한 $x_{D2}/x_{D1}=0.95$ 을 만족한다고 할 때, x_{D1}, x_{D2}, x_{B1}, x_{B2} 를 구하시오 (10).

4) 상기의 증류탑 공정은 분리공정의 일종이다. 3개의 성분이 각각 Benzene, Toluene, Xylene 이라고 할 때, 이 분리공정의 성능 및 특성을 기술하시오 (5).

4. 액상의 페놀이 고상의 활성탄 기공속으로 흡착되어 제거된다. 매우 오랜 시간이 지난 후, 평형상태에서 페놀의 액상 농도에 따른 활성탄에 흡착된 페놀의 농도 실험결과를 선형식으로 구하면 다음과 같다 (20). $q=3C_A+1$. 여기에서 q 는 활성탄 기공속의 활성탄 단위질량당 페놀의 질량으로 단위는 g/kg 이고, C_A 는 액상페놀의 농도로서 단위는 g/l 이다.

1) Bloom 의 학습영역에 대한 이론에서, 지적영역 (cognition domain) 의 5개 요소에 대하여 기술하시오.

2) 흡착평형계수 (K) 란 선형 흡착평형식 직선의 기울기를 의미한다. 흡착평형계수 (K) 는 얼마인가? 단위도 명시하시오.

3) 앞서 구한 흡착평형계수 (K) 의 단위를 바탕으로 흡착평형계수의 물리적 의미를 기술하시오.

4) 페놀을 제거할 수 있는 활성탄 제조공장의 입장에서 고품질의 활성탄 제조를 위한 창의적 방안을 제시하시오.

5. 다음과 같은 함수에 대하여 답하시오 (25). $T(t)=1-e^{-t/(2\tau_p)}\left(\cos\omega t+\dfrac{1}{2\omega\tau_p}\sin\omega t\right)$. 여기에서 $\omega=2,\ \tau_p=1$ 라고 한다.

1)주어진 식에서, 독립변수 (혹은 입력변수) 와 종속변수 (혹은 출력변수) 는 무엇인가?

2) Sin(x) 함수의 덧셈 공식이 다음과 같을 때, 상기 함수의 위상은? Sin(A+B) = sinA·conB + conA·sinB

3) 함수 T(t) 의 최대 진폭은 얼마인지 설명과 함께 구하시오.

4) 상기 함수의 초기값 (t=0) 과 최종값 (t=∞) 을 구하시오.

5) 상기의 함수에 대하여 대략적인 그래프를 그리고, 중요한 부분마다 좌표값을 명시 하시오.

6. 본 과목에 있어서 담당교수가 보완해야 할 사항을 다음 항목에 맞도록 적어 주세요 (5)

1) 수업내용 (난이도, 교재의 적절성 등), 2) 수업방법 (질문, 빔프로젝트 사용 등)

3) 수업태도 (강의시간엄수, 수업에 임하는 담당교수의 자세 등), 4) 과제/퀴즈 운영 방식, 5) 기타 요구사항

<화공수학 및 전산응용> 중간고사 **2008**
주간 **(closed book)**
담당교수: 임영일 **(N110)** 학번:____________________

1. 다음 과정에 따라서 주어진 함수의 그래프를 그리시오 **(10)**. $f(x)=\dfrac{x+1}{x-3}u(x-4)$

1) 주어진 함수를 그리기 위하여 축을 결정하시오. **2)** 함수의 그래프를 그리시오. 또한 중요한 점에서 좌표를 명시하세요.

답안:

1) 주어진 식의 유리함수 부분은 축을 구하기 위하여 다음과 같이 변형될 수 있다.

$$f(x)=\frac{x+1}{x-3}=\frac{x-3+4}{x-3}=1+\frac{4}{x-3} \qquad (1)$$

따라서 식(1) 함수의 축은 (3, -1) 로서 1, 3분면에 그래프가 위치한다.

그림에서 보듯이, 점 O 는 원점이고, 점 A 는 식(1)의 축좌표이다. 그런데,

문제에서 주어진 함수는 단위함수와 함께 있으므로,

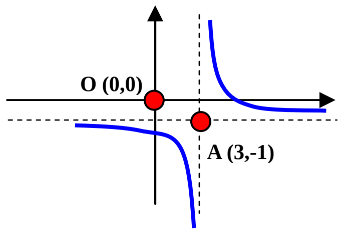


그림 1. 식(1) 에 대한 그래프

$$\begin{aligned} &if\ \ (x-4)\geq 0\ \ then\ \ f(x)=\frac{x+1}{x-3} \\ &if\ \ (x-4)<0\ \ then\ \ f(x)=0 \end{aligned} \qquad (2)$$

이다. 따라서 x 가 4보다 클 때만 함수값을 갖는다. 그림 1은 따라서 그림2와 같이 변형된다.

점 B 는 x 가 4일때의 좌표값을 표시한다.

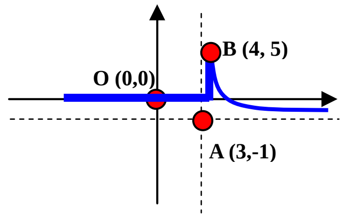


그림 2. 식(2) 에 대한 그래프

2. 다음의 **4**개의 쌍에 대하여 각각의 쌍 속에 개체간의 관계를 예와 함께 설명하고**(5),** 쌍과 쌍 간의 관계를 예와 함께 설명하세요**(5).**

덧셈-뺄셈, 곱셈-나눗셈, 지수-로그, sine function-arcsine function.

답안:

1) 쌍속에 개체간의 관계

덧셈과 뺄셈은 서로 역의 관계로서 덧셈 방정식에서 미지수를 구할 때 뺄셈을 사용하여 미지수값을 구할 수 있다. 예로서, $3+x=5$ 에서, $x=5-3$ 이며, 뺄셈을 이용하여 x 값을 구한다.

곱셈과 나눗셈 또한 서로 역의 관계로서 곱셈방정식에서 나눗셈을 이용하여 미지수값을 구할 수 있다. 예로서, $3x=5$ 에서, $x=\dfrac{5}{3}$ 이며, 나눗셈을 이용하여 곱셈방정식의 미지수값을 구한다.

지수와 로그도 서로 역의 관계 혹은 역함수 관계에 있으며, 지수방정식은 로그를 이용하여 미지수값을 구할 수 있다. 예로서, $10^x=3$ 에서 $x=\log_{10}3$ 이다. 즉, 로그를 이용하여 지수방정식의 미지수값을 구한다.

사인함수 ($\sin x$) 와 사인함수의 역함수인 arcsine 함수 ($\sin^{-1}x$) 는 또한 서로 역의 관계로서, 예로서, $\sin x=0.4$ 일 때, 미지수값 $x=\sin^{-1}0.4$ 이다.

2) 쌍간의 관계

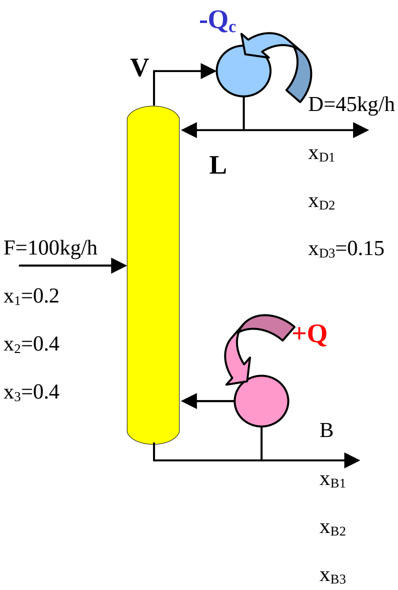
곱셈은 같은 수의 연속적인 덧셈을 계산하기 위한 연산자로서, 예로서 $2+2+2=2\times 3$ 으로 표현한다.

지수는 같은 수의 연속적인 곱셈을 계산하기 위하여 만든 연산자로서, 예로서 $2\times 2\times 2=2^3$ 이다.

사인함수는 직각삼각형의 대변에 대한 높이의 비를 구하는 것으로 한 개의 나눗셈으로 계산된다. 예로서, $\sin 30^o=\dfrac{1}{2}$ 이며, 30^o 의 각을 이루는 직각삼각형의 대변의 길이는 2이고, 높이는 1이며, 그 비는 0.5 이다.

<화공수학 및 전산응용> 중간고사 2008
주간 (closed book)
담당교수: 임영일 (N110) 학번:____________________

3. 다음 그림과 같은 증류탑 공정에 대하여 답하시오 (25).



주어진 증류탑을 이용하여 세가지 성분의 혼합물을 분리하려고 한다. 원료의 유량은 F=100kmol/h 이며, 세 성분의 질량분율은 각각 0.2, 0.4 그리고 0.4 이다. 유출유량은 상부와 하부에서 각각 D 와 B 이고, D=45 kmol/h 이다. 상부의 세번째 성분의 질량분율은 x_{D3} =0.15 이다 (그림 참조).

1) 하부 유출물의 유량 (B) 은 얼마인가 (단위 명시)?

질량보존식에 근거하여 총괄물질수지식을 세우면,

$$F = D + B$$

이므로, $B = F - D = 100kg/h - 45kg/h = 55kg/h$ 이다.

2) 세번째 성분에 대한 질량보존식을 이용하여 변수 x_{B3} 를 구하시오.

세번째 성분에 대한 성분물질수지식을 세우면,

$$F \cdot x_3 = D \cdot x_{D3} + B \cdot x_{B3} \tag{1}$$

이고, x_{B3} 에 대하여 정리하면,

$$x_{B3} = \frac{F \cdot x_3 - D \cdot x_{D3}}{B} \tag{2}$$

이다. 식(2) 에 주어진 값을 대입하면, $x_{B3} = \frac{100 \cdot 0.4 - 45 \cdot 0.15}{55} = 0.6045$ 이다.

3) 질량분율의 합은 항상 $\sum_{i=1}^{3} x_{Di} = \sum_{i=1}^{3} x_{Bi} = 1$ 을 만족해야 한다. 또한 $x_{D2}/x_{D1} = 0.95$ 을 만족한다고 할 때, x_{D1}, x_{D2}, x_{B1}, x_{B2} 를 구하시오 (10).

첫번째 성분과 2번째 성분에 대하여 성분물질수지식을 세우면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} F \cdot x_1 &= D \cdot x_{D1} + B \cdot x_{B1} \\ F \cdot x_2 &= D \cdot x_{D2} + B \cdot x_{B2} \end{aligned} \tag{3}$$

식(3) 은 미지수가 4개 (x_{B1}, x_{B2} x_{D1} x_{D2}) 이고, 식이 2개 이며, 2개의 식이 추가로 필요하다. 질량분율의 합이 1이라고 하는 조건을 이용하면,

$$\begin{aligned} x_{D1} + x_{D2} + 0.15 = 1 &\Rightarrow x_{D1} + x_{D2} = 0.85 \\ x_{B1} + x_{B2} + 0.6045 = 1 &\Rightarrow x_{B1} + x_{B2} = 0.3955 \end{aligned} \tag{4}$$

대입법을 이용한다면,

식(4)의 첫번째식에 $x_{D2}/x_{D1} = 0.95$ 을 대입하면,

$$\begin{aligned} x_{D1} &= 0.4359 \\ x_{D2} &= 0.4141 \end{aligned} \tag{5}$$

식(3) 에 식(5) 의 값을 대입하면,

$$x_{B1} = \frac{F \cdot x_1 - D \cdot x_{D1}}{B} = \frac{20 - 45 \cdot 0.4359}{55} = 0.007$$

$$x_{B2} = \frac{F \cdot x_2 - D \cdot x_{D2}}{B} = \frac{40 - 45 \cdot 0.4141}{55} = 0.3885$$

4) 상기의 증류탑 공정은 분리공정의 일종이다. 3개의 성분이 각각 Benzene, Toluene, Xylene 이라고 할 때, 이 분리공정의 성능 및 특성을 기술하시오.

<화공수학 및 전산응용> 중간고사 **2008**
주간 **(closed book)**
담당교수: 임영일 **(N110)** 학번:____________________

4. 액상의 페놀이 고상의 활성탄 기공속으로 흡착되어 제거된다. 매우 오랜 시간이 지난 후, 평형상태에서 페놀의 액상 농도에 따른 활성탄에 흡착된 페놀의 농도 실험결과를 선형식으로 구하면 다음과 같다 **(20).** $q = 3C_A + 1$. 여기에서 q 는 활성탄 기공속의 활성탄 단위질량당 페놀의 질량으로 단위는 g/kg 이고, C_A 는 액상페놀의 농도로서 단위는 g/l 이다.

1) Bloom 의 학습영역에 대한 이론에서, 지적영역 (cognition domain) 의 5개 요소에 대하여 기술하시오.

5개의 요소는 암기, 이해, 응용, 분석/비판, 그리고 창의이다. 인간의 학습영역중 지적영역의 단계는 초기의 암기단계를 거쳐서 원인과 결과를 설명할 수 있는 이해단계에 도달하며, 이해를 바탕으로 실제 문제에 응용할 수 있는 능력이 생길 수 있다. 이해하고 있는 지식을 실제 문제에 다양한 응용을 통하여 비로서 그 실제 문제를 분석과 비판할 수 있다. 이러한 분석과 비판을 바탕으로 새로운 생각 혹은 창의적인 사고를 할 수 있다. 이러한 5단계의 과정은 반복되고, 순환되며, 서로 상호작용을 통하여 인간은 지적으로 학습하게 된다.

2) 흡착평형계수 (K) 란 선형 흡착평형식 직선의 기울기를 의미한다. 흡착평형계수 (K) 는 얼마인가? 단위도 명시하시오.

흡착평형계수의 단위는 $\dfrac{q}{C_A} = \dfrac{g-phenol}{kg-carbon}\cdot\dfrac{l-solution}{g-phenol} = \dfrac{l-solution}{kg-carbon}$ 이다. 따라서, 주어진 평형식으로부터

$\text{흡착평형계수} = K = 3\dfrac{l}{kg}$ 이다.

3) 앞서 구한 흡착평형계수 (K) 의 단위를 바탕으로 흡착평형계수의 물리적 의미를 기술하시오.

흡착평형계수 단위는 활성탄 1kg 당 최대로 처리할 수 있는 (또는 제거 가능한) 액상페놀용액의 부피로 정의된다. 따라서, 좋은 성능의 활성탄은 단위질량당 많은 액상페놀용액을 처리할 수 있는 것으로, 흡착평형계수 (K) 가 큰 값을 갖는 활성탄이 좋은 제품으로 볼 수 있다.

4) 페놀을 제거할 수 있는 활성탄 제조공장의 입장에서 고품질의 활성탄 제조를 위한 창의적 방안을 제시하시오.

5**.** 다음과 같은 함수에 대하여 답하시오 **(25).** $T(t) = 1 - e^{-t/(2\tau_p)}\left(\cos\omega t + \dfrac{1}{2\omega\tau_p}\sin\omega t\right)$**.** 여기에서 $\omega = 2,\ \tau_p = 1$ 라고 한다.

1)주어진 식에서, 독립변수 (혹은 입력변수) 와 종속변수 (혹은 출력변수) 는 무엇인가?

독립변수: t (시간)

종속변수: T (온도)

2) Sin(x) 함수의 덧셈 공식이 다음과 같을 때, 상기 함수의 위상은? Sin(A+B) = sinA·conB + conA·sinB

주어진 함수의 삼각함수 부분만 사인의 덧셈공식을 이용하여 한 개의 사인함수로 변환하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\cos 2t + 0.25\sin 2t &= \sqrt{1+0.25^2}\left(\frac{1}{\sqrt{1+0.25^2}}\cdot\cos 2t + \frac{0.25}{\sqrt{1+0.25^2}}\sin 2t\right) \\ &= \sqrt{1.0625}\cdot\sin(2t+\theta)\end{aligned} \qquad (1)$$

식(1) 에서 $\sin\theta = \dfrac{1}{\sqrt{1.0625}}$ 이므로, 사인의 역함수를 이용하면, $\theta = \sin^{-1}\dfrac{1}{\sqrt{1.0625}} = 1.326(radian) \cong 76^o(\deg ree)$ 이다.

따라서 위상은 1.326 혹은 76^o 이다.

3) 함수 T(t) 의 최대 진폭은 얼마인지 설명과 함께 구하시오.

식(1)을 주어진 원식에 대입하면 다음과 같다.

$$T(t) = 1 - e^{-t/2}\cdot\sqrt{1.0625}\cdot\sin(2t+\theta) \qquad (2)$$

최대 진폭은 식(2) 를 미분하여 0이 되는 최초의 점으로 볼 수 있으며, 따라서,

$$\frac{dT(t)}{dt} = \frac{1}{2}e^{-t/2} \cdot \sqrt{1.0625} \cdot \sin(2t+\theta) - 2e^{-t/2} \cdot \sqrt{1.0625} \cdot \cos(2t+\theta) = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot \sin(2t+\theta) - 2 \cdot \cos(2t+\theta) = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot \sin(2t+\theta) = 2 \cdot \cos(2t+\theta) \tag{3}$$

$$\tan(2t+\theta) = 4$$

$$t = \frac{-\theta + \tan^{-1} 4}{2} + \frac{n\pi}{2} = 0, \frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{2} \ldots$$

식(3)으로부터 t 가 0 보다 클 때, 최대 진폭을 보여주는 점은 $\pi/2$ 이다. 따라서

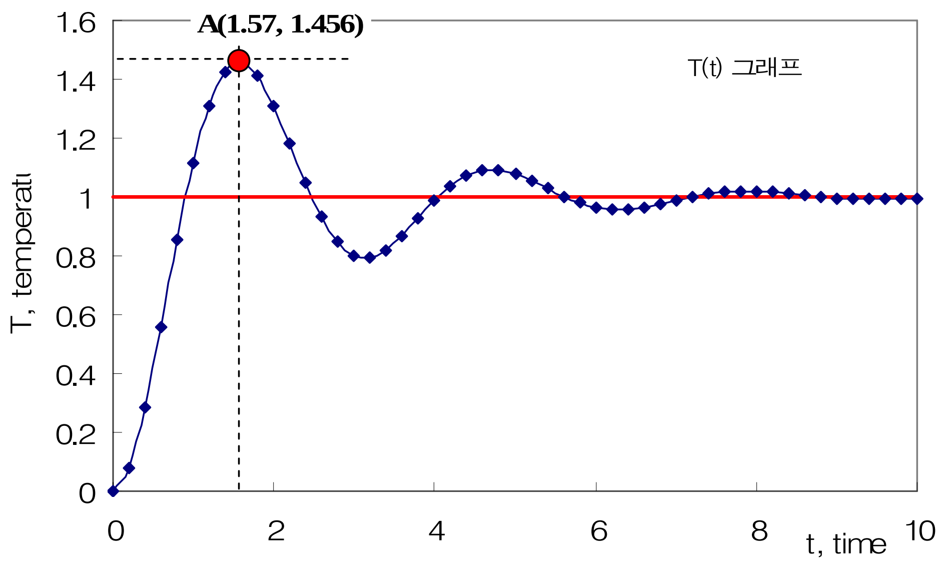
$$T(\frac{\pi}{2}) = 1 - e^{-\pi/4} \cdot \sqrt{1.0625} \cdot \sin(\pi + 1.326) = 1.456$$

그런데, 이함수의 점근선은 $T(\infty) = 1$ 이므로, 진폭은 $T(\infty) - T(\frac{\pi}{2}) = 0.456$ 이다.

4) 상기 함수의 초기값 (t=0) 과 최종값 (t=∞) 을 구하시오.

식(2) 에 값을 대입하면, T(0)=0, T(∞)=1 이다.

5) 상기의 함수에 대하여 대략적인 그래프를 그리고, 중요한 부분마다 좌표값을 명시 하시오.



<u>6. 본 과목에 있어서 담당교수가 보완해야 할 사항을 다음 항목에 맞도록 적어 주세요 (5)</u>

1) 수업내용 (난이도, 교재의 적절성 등), 2) 수업방법 (질문, 빔프로젝트 사용 등)

3) 수업태도 (강의시간엄수, 수업에 임하는 담당교수의 자세 등), 4) 과제/퀴즈 운영 방식, 5) 기타 요구사항