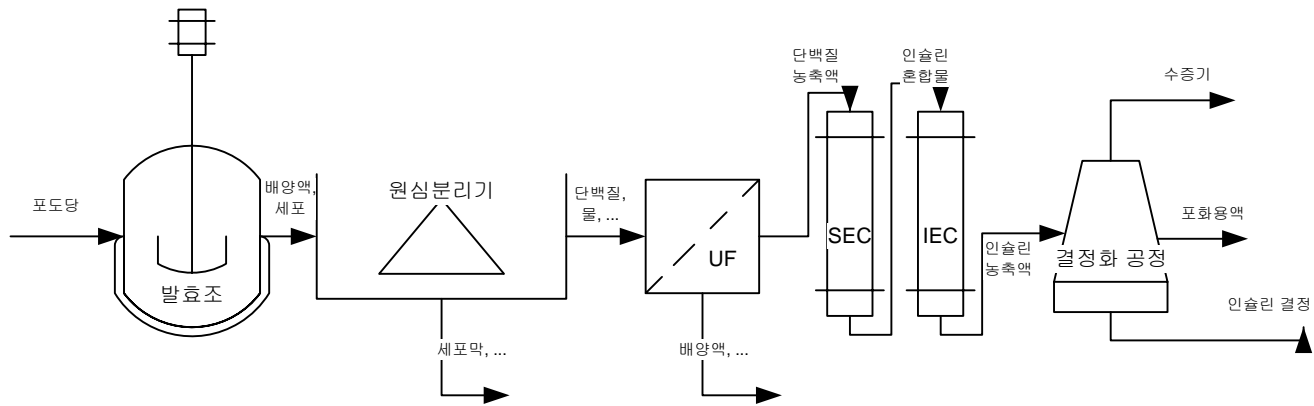


모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

I. 단위조작 강의시간에 배운 분리공정에 대하여 답하시오 (35).

1. 흡수, 흡착, 추출, 플래쉬, 증류, 결정화 그리고 막분리 공정의 개념도를 그림으로 그리고, 각흐름선에서 유량과 물분율을 기호로 명시하시오 (7).
2. 흡수, 흡착, 추출, 플래쉬, 증류, 결정화 그리고 막분리 공정의 원리 및 특징을 설명하시오 (7).
3. 상기의 7개 공정에 대한 대표적인 공정을 예로 들으시오 (7).
4. 상기의 7개 공정이 서로 유사한 점과 다른 점들이 무엇인지 각각의 공정을 서로 비교 설명하시오 (7).
5. 막분리공정에서 장치의 외형적 모양에 따라 구분하는 4개의 공정이름과, 막의 세공의 크기에 따라서 구분하는 3개의 공정이름을 적으시오 (가능하면 영어로 적으시오, 7).

II. 어느 생명공학회사에서는 재조합 유전자 E. Coli 미생물을 이용하여 인슐린을 생산하며, 대략적인 생산공정은 다음과 같다 (40).



여기에서 UF (ultrafiltration), SEC (size exclusion chromatography), IEC (ion-exchange chromatography) 를 의미한다. 이 인슐린 생산공정은 회분식공정이지만, 편의상 연속식 공정으로 표시하였다. 발효조에서는 미생물 E. Coli 가 포도당을 먹이로 인슐린을 합성하고, 발효가 종료되면, 세포분쇄기와 원심분리기를 거치며, 단백질, 인슐린 혼합용액이 한외여과막으로 유입된다. UF 에서는 배양액이 역상투압으로 배제되고, 용질이 농축된다. SEC 를 거치면서, 분자량이 큰 단백질은 제거되고, 인슐린과 비슷한 분자량의 용질이 IEC 를 거쳐서, 고순도 인슐린으로 정제된다. 결정화 공정에서는 온도를 냉각시켜서 인슐린 결정을 만든다.

	변수명	기호	값	단위
유입물 정보	유입 유속	q_f	2.50E-03	m^3/s
	인슐린 농도	c_f	4.0	kg/m^3
	용액 밀도	ρ_f	1003	kg/m^3
	인슐린 분자량	M_w	40	kg/mol
막 투과물 정보	유출유속	q_p	1.50E-03	m^3/s
	인슐린 농도	c_p	5.0E-03	kg/m^3
	밀도	ρ_p	998	kg/m^3
분리막 정보	압력차	ΔP	8.85	atm
	물에 대한 막투과도	π_M	1.50E-02	$kg/(m^2*s*atm)$
일반정보	기체상수	R	0.082	$atm*l/(mol*K)$
	공정 운전 온도	T	293.15	K
	20 °C 물밀도	ρ_w	998	kg/m^3

1. 한외여과막 (UF) 에서는 Hollow fiber 를 이용하여 물을 제거하고, 인슐린을 농축하려고 한다. 이 공정에 대한 실험결과를 포함하는 모든 정보는 왼쪽표를 참조하시오. 이 공정 운전자는 필요로 하는 막면적 (A_M) 과 막을 통과하지 않고 나오는 농축 인슐린의 유출량 (q_0) 과 농도 (c_0) 를 구하려고 한다. 공정개념도를 먼저 그리고, 각 흐름선의 유량과 농도를 표시한 후, 다음 순서대로 값을 구하시오 (20).

1-1) 막 투과액은 주로 물로서 용질의 농도가

매우 낮아서 삼투압은 없는 것으로 간주하십시오. 유입물에 대한 인슐린의 삼투압 ($\pi_f = \frac{n_{insulin}RT}{V_{water}}$) 을 구하고, 막을

사이에 둔 두 용액간 삼투압차 ($\Delta\pi$) 를 구하십시오.

- 1-2) 물에 대한 막투과도 (π_M) 를 이용하여 물에 대한 질량플럭스 (N_{water}) 를 계산하십시오.
- 1-3) 위에서 구한 물에 대한 막투과 플럭스를 유지하기 위하여 요구되는 막면적 (A_M) 은 얼마인가?
- 1-4) 총괄물질수지식과 인슐린에 대한 성분물질수지식으로부터 농축된 인슐린의 유량 (q_0) 과 농도 (c_0) 는 얼마인가?

2. SEC 를 통과하여 분자량 40000 g/mol 근처의 용질은 수용액상으로 IEC 흡착공정에 주입된다. 이 흡착공정에서는 인슐린만 흡착시킬 수 있는 흡착제가 충전되어 있으며, 다른 단백질이나 펩타이드는 흡착되지 않는다고 가정한다. 유입되는 유입액은 유속 (\dot{Q}_F) 30 l/min 로 30 min 동안 주입되었다. 유입액의 인슐린 농도 (c_F) 는 15 g/l 이다. 흡착평형식은 선형으로 가정하며, $q_A[g_A/kg_adsorbent]=1750 \times c_A[g/l]$ 이다. 초기 충전물질은 총 10kg 으로, 기공은 버퍼용액 (inert buffer solution) 으로 채워져 있었다. 유출흐름의 총 유량을 측정한 결과 890 liter 였다. 유출액이 평형상태로 유출된다고 할 때, 다음을 구하십시오 (10).

- 2-1) 유출되는 용액의 액상 인슐린 농도 (c_A) 를 구하고, 이 농도와 평형상태에 있는 흡착제의 인슐린 농도 ($q_A, g/kg_adsorbent$) 를 구하십시오.
- 2-2) 유입된 인슐린의 양에 대한 흡착된 인슐린양을 인슐린 흡착율이라고 할 때, 이 흡착율을 % 로 구하십시오.

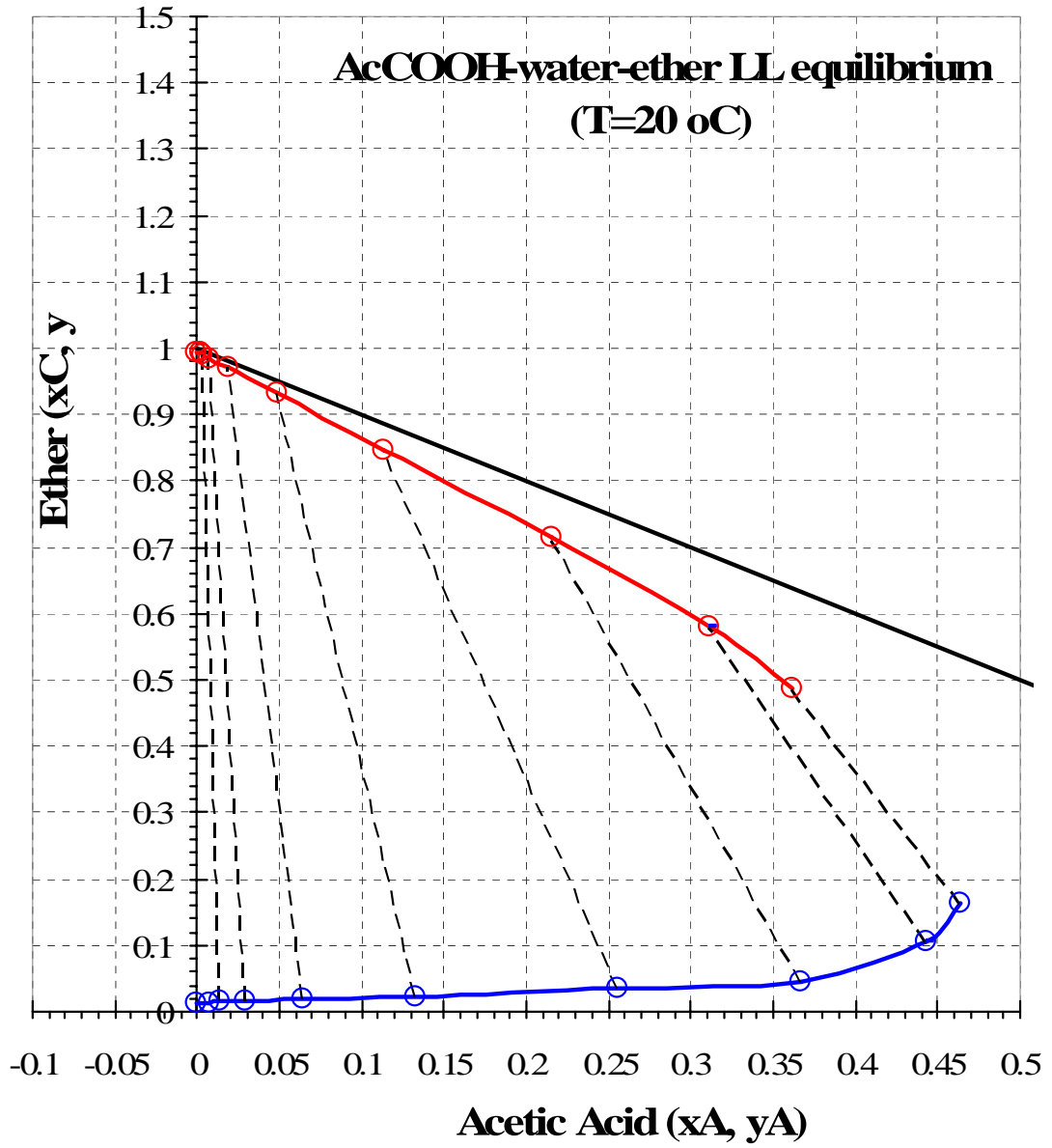
3. 이온교환크로마토그래피 (IEC) 에 흡착된 인슐린을 용출액을 이용하여 액상으로 용출시킨다. 그 다음 이 용액을 결정화 공정에 주입하였다. 인슐린의 질량분율은 0.4 이고, 총 30 kg 의 용액은 초기에 20 °C 에 있다가, 온도를 서서히 5 °C 까지 낮추어 인슐린을 결정화시킨다. 5 °C 에서 인슐린의 용해도는 (10 kg_insulin)/(100 kg_water) 이고, 냉각중 초기 존재하는 물의 양에서 10% 가 수증기로 증발하였다. 공정개념도를 그림으로 표현하고, 각흐름선에서의 유량과 질량분율을 명시한 후 다음을 구하십시오 (10).

- 3-1) 5 °C 에서 용액이 포화용액으로 존재한다고 할 때, 포화용액의 양 (S) 과 결정화된 인슐린의 양 (P) 을 구하십시오.
- 3-2) 초기의 인슐린양에 대한 결정화된 인슐린의 비율은 몇 % 인가?

III. 액액추출공정을 이용하여 수용액속에 들어있는 35 wt% 아세트산을 순수 유기용매인 isopropyl ether 로 추출하려고 한다. 아세트산을 포함하는 수용액은 20°C 에서 800 kg/h 로 공급되고, 순수 유기용매는 1500 kg/h 로 공급된다. 수용액상의 잔류물을 3 wt% 아세트산으로 낮추려고 할 때, 다음 주어진 삼각평형도를 이용하여 평형단수를 구하려고 한다 (25).

- 1. 문제에서 주어진 정보를 이용하여 액액추출 공정의 개념도를 그리고, 각각의 흐름선에 기호를 쓰고, 알려진 값은 명시하십시오.
- 2. 주어진 삼각평형도 위에 L_0 점 (공급되는 수용액), V_{n+1} 점 (공급되는 순수유기용매), 그리고 혼합 평균점 (M) 을 표시하십시오. 또한 유출 수용액상의 알려진 조성 (x_{An}) 을 이용하여, L_n 점을 표시하고, 유출 유기용매상 (V_1) 의 좌표를 찍고, V_1 과 L_n 의 조성을 삼각평형도에서 읽어서 쓰시오.
- 3. 총괄물질수지식과 아세트산에 대한 성분물질수지식을 이용하여 V_1 과 L_n 의 유량을 구하십시오.
- 4. 각 단에서의 유량의 차이값을 의미하는 G 점을 구하고, 삼각평형도에 표시하십시오.
- 5. 평형단수는 약 몇단이 나오는지 주어진 삼각평형도를 이용하여 구하십시오.

IV. 본 과목에 있어서 수업내용, 수업방법, 수업태도 등에 보완할 점이 있다면 무엇입니까 (5) ?



<아세트산-물-에테르 3성분 삼각 평형도>