

GAZI ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ  
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
KM482 Kimya Mühendisliği Laboratuvarı III

**Deneyin Adı** : Sıvı-Sıvı Ekstraksiyonu 2a

**Deneyin Amacı:** Ekstraksiyon kolonunda kütle denkleğinin çalışılıoası. Su fazının sürekli faz olması durumunda kütle denkleğinin kurulması,ktütle aktarım katsayısının belirlenmesi ve akış hızı ile değişiminin gözlenmesi.

**TEORİ:**

Kimya Mühendisliğindeki proseslerin bir çoğunda bir sıvı karışımındaki bir veya daha çok bileşenin ayrılması, karışımın bir karışmaz çözücüyle muamele edilmesi ile sağlanır. Bileşenlerin bu çözücüyü terc edisleinin farklı olması sonucu ayırım sağlanır. Bazı durumlarda sıvının saflaştırılması, bazı durumlarda ise çözünen maddenin ekstrakivonu sonraki aşamalarda prosesler için gereklidir Çözünen maddeninin bir çözücüden diğerine geğme hızı, birçok parametre yanında iki karışmaz sıvı arasındaki arayüzey alanına bağlıdır. Bu nedenle bu arayüzeylerin damlacıklar (droplets) veya tabaka (film) şekinde oluşturulması avantajlıdır (Dolgulu distilasyon kolonlarında olduğu gibi.)

**1. KÜTLE DENKLIğİ:** (Kullanılacak Trikloroetilen - Propiyonikasit- Su sistemi için)

Organik fazdan alınan Propiyonikasit miktarı (Rafinat) =  $V_0(X_1-X_2)$

Su fazına ekstrakte edilen asit miktarı (Ekstrakt) =  $V_w(Y_1-0)$  ise  $V_0(X_1-X_2) = V_w(Y_1-0)$

Burada  $V_w$ : Su akış hızı (1/saniye)

$V_0$ : Trikloroetilen akış hızı (1/saniye)

$X$  : Organik fazdaki Propiyonikasit (PA) konsantrasyonu (kg/l)

$Y$  : Su fazındaki Propiyonikasit (PA) konsantrasyonu (kg/l)

Alt indisler :1- Kolonun tepesi 2- Kolonun altı

## 2. EKSTRAKSİYON VERİMİ:

Kütle Transfer Katsayısı, KTK (Rafinat fazı temel alınıyor)

$$KTK = \frac{\text{AsitTransferHızı}}{(\text{DoguHacmi})(\text{OrtalamaİticiGüç})}$$

$$\text{LogOrtalamaİticiGüç} = \frac{\Delta X_1 - \Delta X_2}{\ln \frac{\Delta X_1}{\Delta X_2}} = \frac{(X_0 - 0) - (X_1 - X_1^*)}{\ln \frac{(X_0 - 0)}{(X_1 - X_1^*)}}$$

Burada

$\Delta X_1$ ; Kolonun tepesindeki itici güç ( $X_2 - 0$ )

$\Delta X_2$ ; Kolonun altındaki itici güç ( $X_1 - X_1^*$ )

$X_1^*$ , konsantrasyonu  $Y_1$  olan su fazı ile dengede bulunacak olan organik konsantrasyondur. Denge değerlerini literatürden bulacağınız dağılım katsayısı (K) verilerini kullanarak hesaplayabilirsiniz.

$$K = \frac{Y}{X} = \frac{\text{ÇözünenMaddeninEkstraktFazdakiKonsantrasyonu}}{\text{ÇözünenMaddeninRafinatFazdakiKonsantrasyonu}}$$

## 3. SÜREKLİ EKSTRAKSİYON İÇİN H VE N HESAPLAMALARI

“x” ve “y” mol kesirleri cinsinden

$$H_{OR} = \left[ \frac{R}{K_R a S (1-x)_{LM}} \right]_{a \text{ var } aj}$$

$$N_{OR} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{(1-x)_{LM}}{(1-x)(x-x^*)} dx = \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{(x-x^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{(1-x_2)}{(1-x_1)}$$

$$H_{OE} = \left[ \frac{E}{K_E a S (1-y)_{LM}} \right]_{a \text{ var } aj}$$

$$N_{OE} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{(1-y)_{LM}}{(1-y)(y^*-y)} dy = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{(x-x^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{(1-y_1)}{(1-y_2)}$$

$$(1-y)_{LM} = \frac{(1-y) - (1-y^*)}{\ln \frac{(1-y)}{(1-y^*)}} \quad \text{ve} \quad (1-x)_{LM} = \frac{(1-x^*) - (1-x)}{\ln \frac{(1-x^*)}{(1-x)}}$$

"x" ve "y" kütle kesirleri cinsinden:  $r = \frac{MW_{\text{çözünmeyen}}}{MW_{\text{çözünen}}}$

$$N_{OR} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{(x-x^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{(1-x_2)}{(1-x_1)} + \frac{1}{2} \ln \frac{x_2(r-1)+1}{x_1(r-1)+1}$$

$$N_{OE} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{(y-y^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{(1-y_1)}{(1-y_2)} + \frac{1}{2} \ln \frac{y_1(r-1)+1}{y_2(r-1)+1}$$

"x'" ve "y'" kütle oranları cinsinden:

$$N_{OR} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx'}{(x'-x'^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{rx'_2}{rx'_1} \quad \text{ve} \quad N_{OE} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy'}{(y'-y'^*)} + \frac{1}{2} \ln \frac{ry'_1}{ry'_2}$$

Seyreltik sistemler için geçerli denklemler ise şunlardır. (mol kesirleri cinsinden)

$$E(y_2-y_1) = R(x_1-x_2)$$

$$Ka = \frac{\text{Transfer Olan (PA) Miktarı}}{(\text{Dolgu Hacmi})(\text{Ortalama İtici Güç})}$$

$$K_E a = \frac{E(y_2 - y_1)}{(V) \frac{\Delta y_1 - \Delta y_2}{\ln \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}}}, \text{ burada } \Delta y_1 = y_1^* - y_1 \text{ ve } \Delta y_2 = y_2^* - y_2 \text{ 'dir.}$$

$$H_{OE} = \left[ \frac{E}{K_E a S (1-y)_{LM}} \right]_{a \text{ var } aj} = \left[ \frac{E'}{K_E a S (1-y)_{LM}} \right]$$

$$\overline{(1-y)}_{LM} = \frac{1}{2} \left[ \frac{(1-y_1) - (1-y_1^*)}{\ln \frac{(1-y_1)}{(1-y_1^*)}} + \frac{1}{2} \frac{(1-y_2) - (1-y_2^*)}{\ln \frac{(1-y_2)}{(1-y_2^*)}} \right]$$

$$N_{OE} = \int_{y_2}^{y_1} \frac{(1-y)_{LM}}{(1-y) - (y^* - y)} dy \cong \frac{(y_1 - y_2)}{(y^* - y)_{LM}}$$

$$(y^* - y)_{LM} = \frac{(y_1^* - y_1) - (y_2^* - y_2)}{\ln \frac{(y_1^* - y_1)}{(y_2^* - y_2)}}$$

$Z_T = H_{OE} \quad N_{OE}$

$$K_R a = \frac{R(x_1 - x_2)}{(V) \frac{(\Delta x_1 - \Delta x_2)}{\ln \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}}} \quad \text{Burada } \Delta x_1 = x_1 - x_1^* \quad \text{ve} \quad \Delta x_2 = x_2 - x_2^*$$

$$H_{OR} = \left[ \frac{R}{K_R a S(1-x)_{LM}} \right]_{a \text{ var } a_j} \cong \frac{R'}{(K_R a) S(1-x)_{LM}}$$

$$\frac{1}{(1-x)_{LM}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{(1-x_1^*) - (1-x_1)}{\ln \frac{(1-x_1^*)}{(1-x_1)}} + \frac{1}{2} \frac{(1-x_2^*) - (1-x_2)}{\ln \frac{(1-x_2^*)}{1-x_2}} \right]$$

$$N_{OR} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{(1-x)_{LM}}{(1-x) - (x-x^*)} dx \cong \frac{(x_1 - x_2)}{(x-x^*)_{LM}}$$

$$(x-x^*)_{LM} = \frac{(x_1 - x_1^*) - (x_2 - x_2^*)}{\ln \frac{(x_1 - x_1^*)}{(x_2 - x_2^*)}}$$

$Z_T = N_{OR} \quad H_{OR}$

## DENEYSSEL YÖNTEM

1. Organik faz besleme tankını 10 litre trikloroetilen ile doldurduktan sonra 100 ml Propiyonikasit ekleyiniz. Homojen karışım sağlamak için iyice karıştırınız.
2. Seviye kontrol düğmesini kolonun altına göre ayarlayınız.
3. Su besleme tankını 15 litre su ile doldurunuz. Su besleme pompasını çalıştırıp, kolonu yüksek bir akış hızıyla doldurunuz.
4. Su kolon dolgununun üst seviyesine gelir gelmez akış hızını 0.2 l/dakika'a düşürünüz.
5. Ölçüm pompasını 0.2 l/dakika akış hızına ayarlayınız.
6. Sistemin kararlı hale gelmesi için 15-20 dakika bekeviniz. Bu sırada akış hızlarını kontrol edip, sabit kaldıklarını gözlemleyiniz.

- 7 Beslemeden (Feed), Rafinat(Raffinate) ve Ekstrakt dan (Extract) 15 ml lik örnekler, alınır.
8. 10 ml lik örnekleri 0.1 M NaOH ile titre ediniz

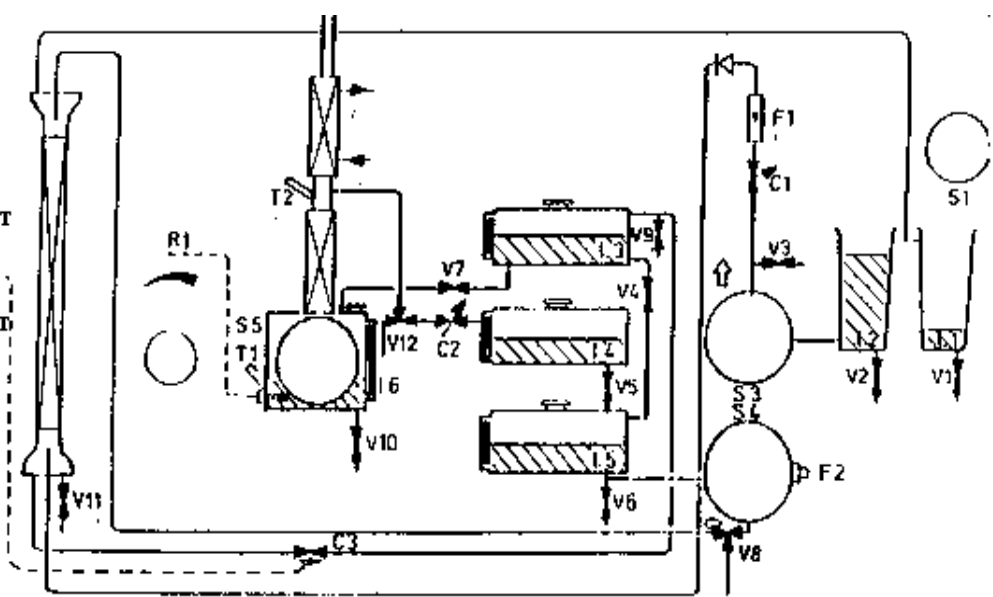
## HESAPLAMALAR

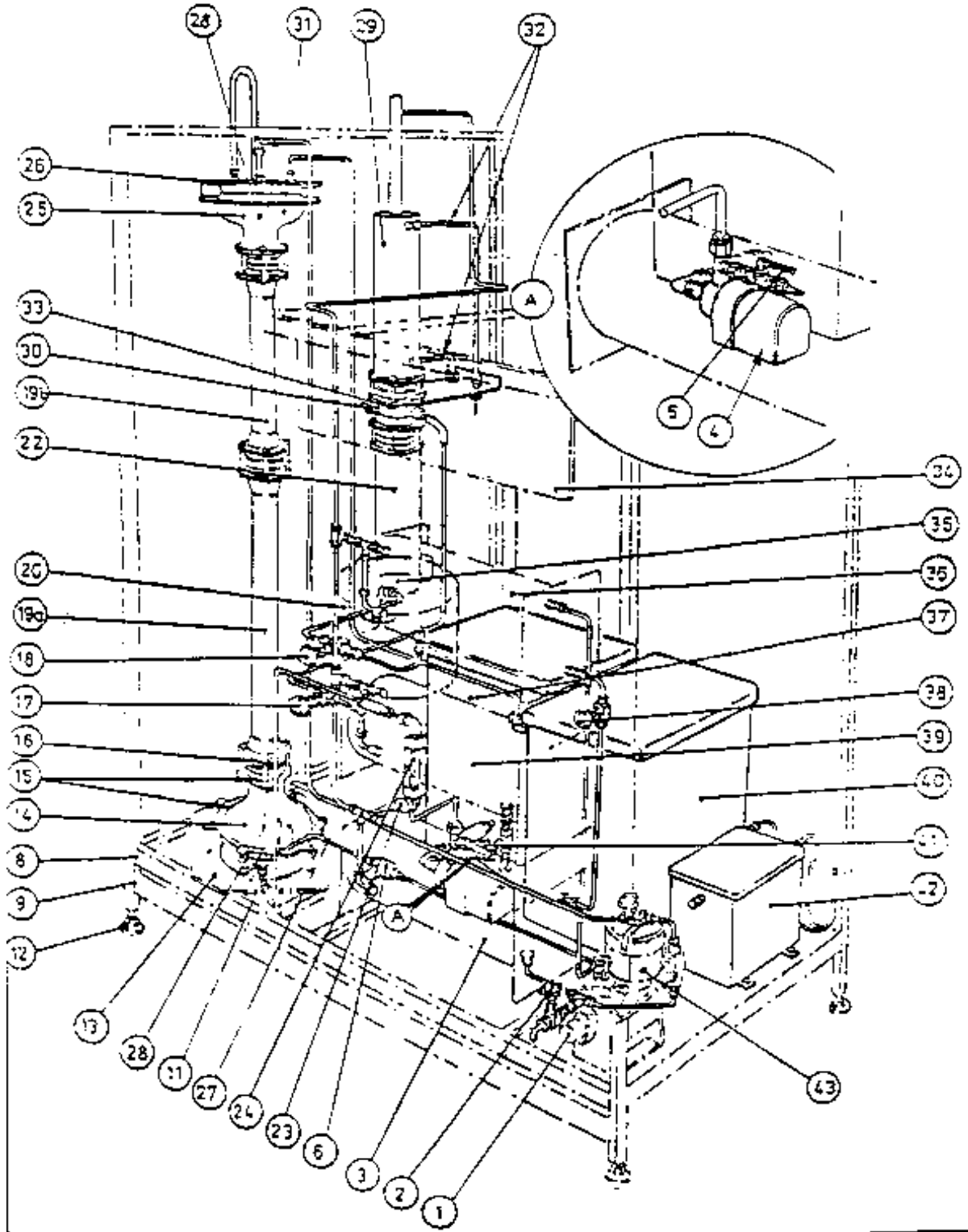
1.

Su fazının akış hızı		
Organik fazın akış hızı		
	Harcanan 0.1 M NaOH miktarı (ml)	Propiyonik asit konsantrasyonu (kg/l)
Besleme		
Rafinat		
Ekstrakt		
Organik fazdan alınan Propiyonik asit miktarı		
Su fazına ekstrakte edilen Propiyonik asit miktarı		
Kütle transfer katsayısı		

2. a) Ekstrakt fazını temel alarak  $H_{OE}$  ve  $N_{OE}$ 'yi hesaplayınız.
- b) Rafinat fazını temel alarak  $H_{OR}$  ve  $N_{OR}$ 'yi hesaplayınız
- c) Yukarıda bulduğunuz değerleri (H ve N) kullanarak gerekli ekstraksiyon kolonu yüksekliğini bulunuz.

TEPE ELEKTROT  
 C3 KAPATMA  
 ALTELEKTROT  
 S2





Deney Düzeneği: Sistemi oluşturan en önemli bölümleri aşağıda verilmiştir.

1. : Strok ayarlama düğmesi
2. ( V6) : Örnek alma vanası
3. (L5) : Organik çözücü besleme tankı
4. : Santrifüj pompa
6. (C3) : Solenoid vana
- 17 (C2) : Akış kontrol vanası
- 18.(V7) :Çözücü distilasyon kolonu kaynatıcısına gönderen vana
- 19a/19b :Ekstrasyon kolonu
20. (LC) : Distilasyon kolonu kaynatıcısı (Boiler)
- 23 (C1) : Akış kontrol vanası ( Flow control valve)
24. (F1) : Akış ölçer (Flowmeter)
- 28 : Enjektör (Injector)
29. : Distilasyon kolonu yoğuşturucusu (Condenser)
30. (T2) : Buhar sıcaklığını ölçen termometre
33. : Cam reflux bölücü
- 34 : Kontrol paneli
36. (L3) : Çözücü toplama tankı
37. (L2) : Su besleme tankı (Water supply tank)
38. (V4) : Sistemin sürekli veya kesikli çalışmasını sağlayan vana
39. (L4) : Üç çözücü tankından biri (ortadaki)
40. (L1) : Su toplama tankı
43. (F2) : Ölçü pompası
- (S2) : Kolonun tepesindeki veya altındaki elektrotları çalıştıran düğme

Kullanacağınız bu sıvı/sıvı ekstraksiyon unitesindeki dikey dolgulu kolonda önce kolon su ile doldurulup yukarıdan çözücü akıtılacağı gibi, kolon önce çözücüyle doldurulup dolgu maddeleri üzerinden geçecek olan su kolonun altından verilebilir Her iki durumda da proses süreklidir ve sıvılar sisteme pompalanmaktadır. Kolonun altındaki ve üstündeki elektrotlar, kolonun su veya çözücü ile dolu olup olmadığını, su seviyesini hissederek kaydederler. Elektrot sistemi, kolondan yerçekimi ile olan su akışını kontrol eden bir solenoid vanayı etkiler.



Çözücü ölçüm pompası maximum akış hızı temel alınarak kalibre edilmelidir. Pompa şu şekilde kalibre edilir. Önce F2 100%' e ve vana V8 kalibrasyon pozisyonuna set edilirler ve pompadan olan akış bir mezür ye kronometre ile ölçülür 0% aralıklarla (ml/dakika) elde edilecek akış hızları gözlemlenir ve sonra kalibrasyon grafiği (ml/dakika ya karsin %) hazırlanır Blu grafikten yararlanarak daha sonra herhangi bir akış hızında çalışmak mümkündür.

Sistemde ayrıca çözücünüc geri kazanılmasını sağlayan bir distilasyon ünitesi vardır.