

# 전달공정과 단위조작

## Transport Processes and **unit operation**

- 담당교수: 임영일 (N102)  
전화: 031-670-5207  
이메일: [limyi@hknu.ac.kr](mailto:limyi@hknu.ac.kr)  
홈페이지: <http://hknu.ac.kr/~limyi/index.htm>
- 교재: 화공단위조작, 서명교외 2인 공역,  
도서출판 대웅, 2004
- 평가방법:  
출석(8), 과제(10), 발표(2), 중간(40), 기말(40)

# <단위조작> 교재 구성

8-9 장: 증발, 건조

10 장: 분리 공정들

11 장: 증류탑

12 장: 흡착 및 추출공정

13 장: 막분리 공정

8-9 장: 열/물질 전달

10 장: 물질전달

11 장: 물질전달과 상평형

12 장: 물질전달과 상평형

13 장: 물질전달

# 전달현상과 단위조작

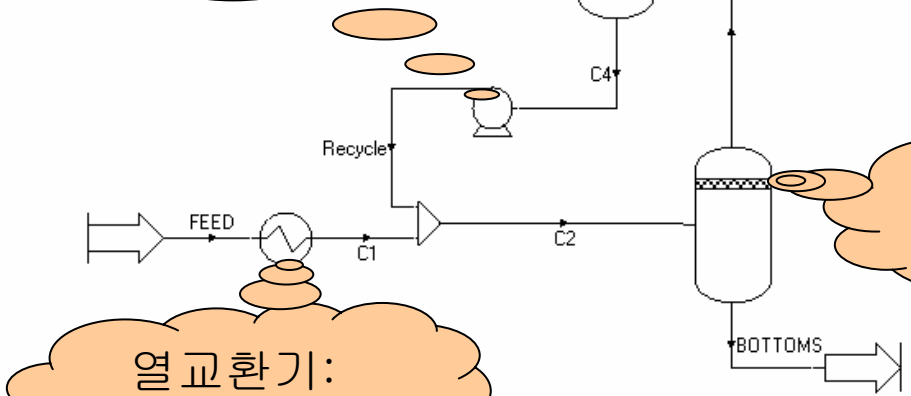
- 운동량 전달 (momentum balance):  
    펌프 및 유체흐름 현상
- 열전달 (heat balance): 열 교환기
- 물질전달 (mass balance): 증류(distillation), 흡수 (absorption), 흡착 (adsorption)  
    → 분리공정



Absorbers

- Packed absorber
- Plate absorber
- Packed absorber with a reboiler
- Plate absorber with a reboiler

액체 펌프:  
운동량 전달 현상



열교환기:  
열전달 현상

분리 공정:  
물질전달 현상

- Feed / Product stream
- Controls
- 2-phase distillation
- 3-phase distillation
- Heat exchangers
- Liquid-liquid extraction
- Flashes and decanters
- Compressor/Expander/Pump
- Mixers / Splitters / Separators
- User defined unit operations
- Reactors
- Liquid-solid separation
- Strippers

Streams	BOTTOMS	C1	C2	C3	C4	FEED	LIGHTS	Recycle
From	V1	E2	M1	V1	V2	Process feed	V2	PUMP
To	Sortie du pr...	M1	V1	V2	PUMP	E2	Sortie du pr...	M1
Partial flows	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h	kg/h
NITROGEN	47.744	252.12	253.03	205.28	0.90332	252.12	204.38	0.90332
METHANE	256.2	668.98	678.07	421.88	9.0866	668.98	412.79	9.0866
ETHANE	259.17	336.78	359.53	100.36	22.75	336.78	77.605	22.75
PROPANE	260.02	273.4	298.03	38.014	24.631	273.4	13.383	24.631
n-BUTANE	312.51	313.87	329.25	16.735	15.383	313.87	1.3521	15.383
n-PENTANE	216.37	216.45	221.14	4.7736	4.6889	216.45	0.08472	4.6889
n-HEXANE	698.02	698.04	703.58	5.5583	5.5464	698.04	0.011895	5.5464
n-HEPTANE	1332.7	1332.7	1337.3	4.5602	4.558	1332.7	0.0021685	4.558
n-OCTANE	239.89	239.89	240.24	0.35198	0.35195	239.89	3.3672E-005	0.35195
Total flow	kg/h	3622.6	4332.2	4420.1	797.51	4332.2	709.61	87.899
Total flow	m3/h	6.4804			10.213		21.563	0.16095
Physical state		Liquid	Liq./vap.	Liq./vap.	Vapor	Liquid	Liq./vap.	Vapor
Temperature	켈	13.468	15	13.508	13.468	-60	40	-60
Pressure	atm	74.7	75	75	74.7	25	75	25
Enthalpy	kcal/h	-3.2573E005	-3.3286E005	-3.4447E005	-18738	-11908	-2.6365E005	-32244
Vapor fraction		0	0.38355	0.37313	1	0	0.43991	1

# 분리공정 ?

- 왜 분리를 하는가?
- 어떻게 분리를 하는가?
- 기상, 액상 & 고상 상분리 (각각의 성분들이 어느 한가지 상으로 주로 포함할 수 있도록 운전조건을 준다)

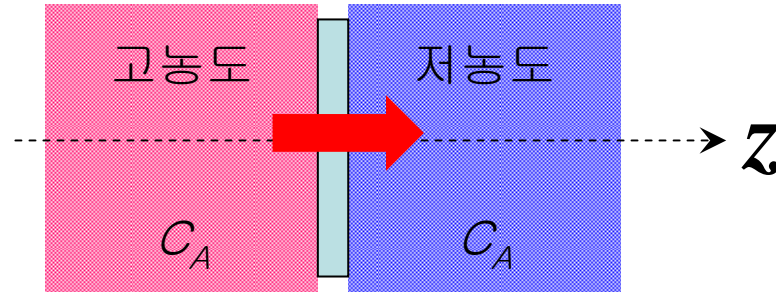
# 상분리공정 ?

1. **흡수공정** : 암모니아 기체를 포함하는 공기에서 액상의 물을 이용한 기-액상 분리
2. **증류공정**: 기액상 분리, 물이 다량 함유된 에탄올 혼합물에서 에탄올의 농축 → 비디오 상영
3. **액액 추출공정**: 섞이지 않는 두 액상에서 어느 한 용질이 어느 한 상으로 주로 용해됨
4. **고액 침출공정**: 고상의 용질을 액체로 분리
5. **막분리공정**: 식물의 잎, 인체의 세포 및 장기
6. **결정화 공정**: 고액 분리, 온도와 농도를 조절하여 과잉의 액상 용질을 고상으로 결정화 (의약품)
7. **흡착공정**: 액상의 용질이 고체의 표면에 흡착, 크로마토그래피, 단백질 분리, 열에 민감한 물질의 분리에 용이

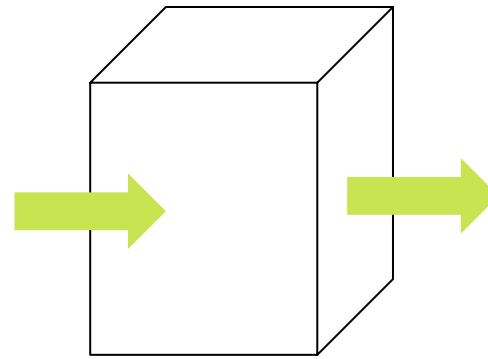
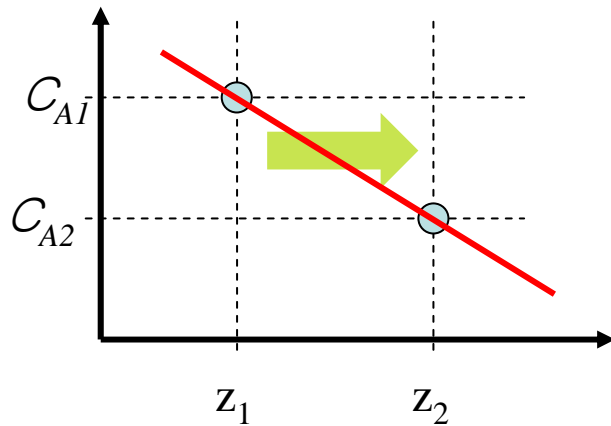
# 상분리 공정

- 물질전달
- 상평형
- 열전달

# 물질 전달-성분확산



Intensity  
농도 =  $C_A$



Distance  
 $z$

$$\text{flux} = \frac{\text{강도}}{\text{단위면적} \cdot \text{시간}}$$

$$\text{mass flux} = \frac{\text{mol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$= \frac{\dot{m}}{A} [\text{면적당 유속}]$$

단위부피당 물질전달

$$J_A = -D_A \frac{d(C_A)}{dz}$$



# 전달현상과 관련법칙

Flux	Law	단위	관계식	계수	Dimensionless group
운동량 유속 (momentum flux)	Newton's law	$\frac{kg \cdot m / s}{m^2 \cdot s}$	$\tau = -\nu \cdot \nabla(\rho v)$	운동량 확산계수 ( $\nu$ : m <sup>2</sup> /s)	Reynolds Number $Re = \frac{D \cdot \rho \cdot v}{\mu}$
열유속 (heat flux)	Fourier's law	$\frac{J}{m^2 \cdot s}$	$\frac{q}{A} = -\alpha \cdot \nabla(\rho c_p T)$	열확산계수 ( $\alpha$ : m <sup>2</sup> /s)	Prandtl Number $Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu \cdot c_p}{k}$
물질유속 (mass flux)	Fick's law	$\frac{mol}{m^2 \cdot s}$	$J_A = -D_A \cdot \nabla C_A$	성분확산계수 ( $D_A$ : m <sup>2</sup> /s)	Schmit number $Sc = \frac{\nu}{D_A} = \frac{\mu}{\rho \cdot D_A}$

# <단위조작> 강의 계획

8-9 장: 증발, 건조

10 장: 분리 공정들

11 장: 증류탑

12 장: 흡착 및 추출공정

13 장: 막분리 공정

1-3주: 10장 (분리공정들)

4-5주: 11장 (증류탑)

6-7주: 12장 (흡착공정)

9-10주: 12장 (추출공정)

11-12주: 13장 (막분리)

13-14주: 8/9장 (증발및건조)