

3. 물질의 물리적 성질과 단위

3-1 물 질 량

물질량(amount of substance) 단위 : 몰(mol)

1 mol : ^{12}C 의 12(kg) 중에 들어 있는 원자와 똑같은 수의 기본단위로 이루어진 물질의 양 => 아보가드로수 (6.0229×10^{23}) 원자, 분자, 이온(ion), 전자 등의 집합체

「분자량」 : 단위가 없지만, [g/mol]의 단위를 사용하는 것이 물질량의 계산이 간단. (예, 물은 1mol당 18g)

화학식량(분자량, 원자량, 이온량) : 특정 물질의 물질량과 질량의 관계에 중요 단위는 g/g·mol, kg/kg·mol, lb/lb·mol 등.

1mol중의 요소(원자+분자)의 수는 모두 같음



그림 3-1 몰 개념

$$M = m/n \quad (M : \text{화학식량}, m : \text{질량}, n : \text{물질량})$$

탄소의 원자량 $M_C = 12 \text{ g/g} \cdot \text{mol} = 12 \text{ kg/kg} \cdot \text{mol} = 12 \text{ lb/lb} \cdot \text{mol}$

물의 분자량 $M_{H_2O} = 18 \text{ g/g} \cdot \text{mol} = 18 \text{ kg/kg} \cdot \text{mol} = 18 \text{ lb/lb} \cdot \text{mol}$

수소 이온의 이온량 $M_{H^+} = 1 \text{ g/g} \cdot \text{mol} = 1 \text{ kg/kg} \cdot \text{mol} = 1 \text{ lb/lb} \cdot \text{mol}$

3-2 밀 도

밀도(density, ρ) : 물질 단위 부피가 갖는 질량으로서, 표준 단위는 kg/m^3 이고, g/l 도 사용.

$$\rho = m/V \quad [\text{M/L}^3]$$

여기서 m : 질량, V : 부피, ρ : 밀도

$$1 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/l}$$

물질량 밀도(ρ_M) 또는 몰밀도 : 물질 단위 부피의 물질량(몰수)으로 나타낼 때

$$\rho_M = \rho/M \quad [\text{N/L}^3]$$

순수물질의 밀도는 온도와 압력에 따라서 변하므로, 밀도를 나타낼 때에는 측정조건을 명시하여야 한다.

몰부피 : 물질량 밀도의 역, v

비용 : 밀도 그대로의 역수, $[\text{m}^3/\text{kg}]$

$$v = 1/\rho_M = M/\rho \quad [\text{L}^3/\text{N}]$$

3-3 비 중

비중(s.g., specific gravity) : 기준물질의 밀도에 대한 측정물질의 밀도의 비

기준물질 : 측정대상이 액체나 고체일 때는 물(4℃),

대상이 기체일 때는 표준 상태(0℃, 1atm)의 공기

기준물질 A 를 물질 B의 비중

$$s.g. = \frac{\rho_B(T_A, P_A)}{\rho_A(T_A, P_A)} \quad [-]$$

비중 단위 : [-], 무차원(dimensionless)

3-4 비 중 량

비중량(γ) : 물질 단위 부피당의 중량 또는 무게

$$\gamma = F/V = \rho g/g_c \quad [F/L^3]$$

3-5 비 체 적

비용 또는 비체적(ν) : 밀도의 역 => 단위 질량의 부피

$$\nu = 1/\rho = V/m \quad [L/M^3]$$

3-6 압 력

압력(pressure) : 단위 넓이에 수직으로 미치는 힘,

표준 SI 단위 : $N/m^2 =$ 파스칼(Pascal)



그림 3-2 압력계

$$P = F/A \text{ [(ML/s}^2\text{)]} = \text{[F/L}^2\text{]}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

1기압 : 1 atm = 1.013×10^5 Pa, 큰 수치로 나타나는 것이 흠.

일기예보 : mb(milibar) => hPa(hector pascal)

공학분야 : kPa를 사용

압력의 관습단위 : kgf/cm^2 , kgf/m^2 , gf/cm^2 , dyne/cm^2 , lbf/in^2 , lbf/ft^2 , mmHg, cmHg, mH₂O, bar, mbar, torr 등

표 3-1 압력 [ML⁻¹T⁻²], [FL⁻²]

atm	bar	kgf/cm ²	lbf/in ²	mmHg(0℃)	mH ₂ O(4℃)	Pa=N/m ² (SI)
1	1.013	1.033	14.70	760.0	10.33	101300
0.9869	1	1.020	14.50	750.1	10.20	100000
0.9678	0.9807	1	14.22	735.6	10.00	98066
0.06805	0.06896	0.0703	1	51.72	0.7038	6895
0.001316	0.001333	0.00136	0.01934	1	0.01360	133.3
0.09678	0.09807	0.10000	1.422	73.56	1	9806.6
98.69×10^{-6}	1×10^{-5}	1.020×10^{-5}	1.450×10^{-4}	7.501×10^{-3}	10.20×10^{-4}	1

* 1 bar = 10^6 dyn/cm², 1 mmHg = 1 torr, 1 mmH₂O ≈ 1 kgf/m²

표준 대기압 : 1atm이며, 0℃의 수은기둥 높이로 환산하면 760 mmHg.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ atm} &= 760 \text{ mmHg} = 76 \text{ cmHg} = 29.92 \text{ inHg} \\
 &= 760 \text{ torr} \\
 &= 10332 \text{ mmH}_2\text{O} = 10332 \text{ mmH}_2\text{O} = 33.9 \text{ ftH}_2\text{O} \\
 &= 1.013 \text{ bar} = 1013 \text{ mbar} \\
 &= 101325 \text{ N/m}^2 = 101.325 \text{ kN/m}^2 = 101.325 \text{ kPa} \\
 &= 101325 \text{ kgf/m}^2 = 1.0132 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

3-7 표면장력

표면장력(surface tension) : 액체는 그 표면적을 최소로 하려는 응집력

$$\sigma = \frac{F}{l} \quad [\text{kgf}]$$

자유표면의 길이 : l , 장력 : F

3-8 모세관 현상

모세관현상 : 모세관 안에서의 액면이 모세관 밖에서의 액면보다 상승하거나 하강하는 현상 => 액체의 응집력과 액체와 고체 사이의 부착력의 차이

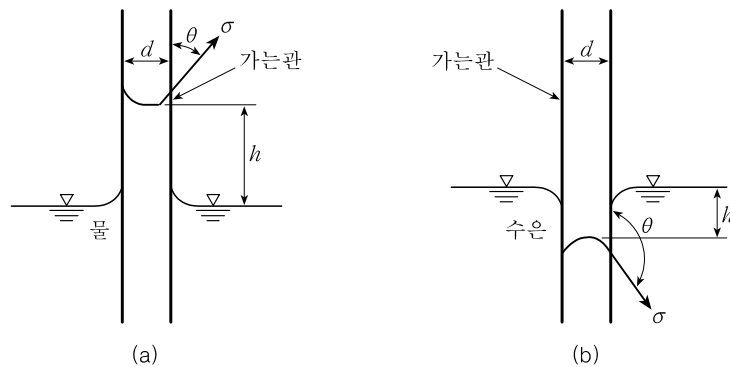


그림 3-3 모세관현상

유체와 고체면의 부착력 > 유체의 응집력 : 벽면의 액이 상승하여 액주의 면이
 凹모양 [그림 3-3(a) 유체가 물인 경우]

유체의 응집력 > 유체와 고체면의 부착력 : 액주면이 하강하여 凸모양 [그림 3-3
 (a) 유체가 수은인 경우].

표면장력의 크기와 액체 무게의 평형

모세관에서의 힘 : $\pi d\sigma \cos\theta$

상승 또는 하강한 액주의 무게 : $\gamma h = r \left(\frac{\pi}{4} \right) d^2 h$

$$F = \pi d\sigma \cos\theta = \gamma h = r \left(\frac{\pi}{4} \right) d^2 h$$

$$\therefore h = \frac{4\sigma \cos\theta}{rd}$$

여기서 σ : 유체의 표면장력, γ : 유체의 비중량

θ : 유체의 접촉각, d : 관의 지름

h : 모세관 안에서의 액면과 모세관 밖에서의 액면의 높이