한의대편입 전문교육기관
동의M스쿨
since 2005

17~20강 판서 자료

한의대편입 전문교육기관 동의M스쿨 since 2005

「만족하는 관계식」 (실험적으로 검증)

13. 기체에 관한 법칙들

대상 (system = 계) → 자연 현상

기체 종류에 관계없이

① 계의 종류

㉠ 고립계 : 물질 이동 X, 에너지 출입 X

→ 전체 에너지 일정

→ 순물질 계

$A(g) \xrightarrow[\text{완결}]{100\%} B(g)$ + C(g) (분리적 용어)

	A(g)	B(g)		C(g)
(반응 전) 최초	○	X	⇒ A(g) 순물질 계	X
(반응 후) 최종	X	○	⇒ B(g) 순물질 계 + C(g) 순물질 계	○

㉡ 닫힌계 : 물질 이동 X

에너지 출입 ○

ⓐ 보일의 법칙

ⓑ 샤를의 법칙

ⓒ 보일-샤를의 법칙

} 몰수 일정

$f(P, V, T, n)$ 총 변수 = 4개, 독립 변수 = 3개

R(기체 상수) $= \dfrac{P \cdot V}{nT} \rightarrow n = \dfrac{P \cdot V}{RT}$

} 열린계

↓ 조건 부여 : 몰수 일정

$f(P, V, T)$ 총 변수 = 3개, 독립 변수 = 2개

ⓐ ⓑ 확인 ○

ⓓ 확인 X

ⓒ 보일-샤를의 법칙

㉢ 열린계 : 물질 이동 ○, 에너지 출입 ○

ⓐ 에너지 출입 = ○ 가정

ⓑ 물질 이동 X ⟶ 물질 이동 ○

ⓒ 아보가드로의 법칙

$V = \boxed{k} n = \boxed{V_m} \times n$

몰부피

한의대편입 전문교육기관 동의M스쿨 since 2005

② f(P, V, T, n)에 의존

ㄱ 압력 = $\frac{F}{Area} = \frac{kg \cdot m/s^2}{1\ m^2} = kg/m \cdot s^2 \equiv 1\ Pa$ ($1\ N$)

ㄴ 대기압(력) : 토리첼리의 수은 기둥 실험 (측정)

ㄷ $1\ atm = ? = 760\ mmHg = 76\ cmHg = 0.76\ mHg$

$= \rho \times g \times h$

= 밀도(수은) × 중력 가속도 × 수은 기둥 높이

$= (13.6\ g/cm^3\ Hg) \times (9.80\ m/s^2) \times (0.76\ mHg)$ ($10^{-3}\ kg$, $10^{-6}\ m^3$)

$= 101 \times 10^3\ kg/m \cdot s^2 = Pa = 101\ kPa = 1.01 \times 10^5\ Pa = 1.01\ bar$ ($1\ bar$)

$(1\ cm)^3 = (10^{-2}\ m)^3 = 10^{-6}\ m^3$

ㅁ P와 나머지 변수 관계

→ 압력 조절 곤란 : 정밀성 매우 떨어짐 (측정)

ⓐ $P \propto n$

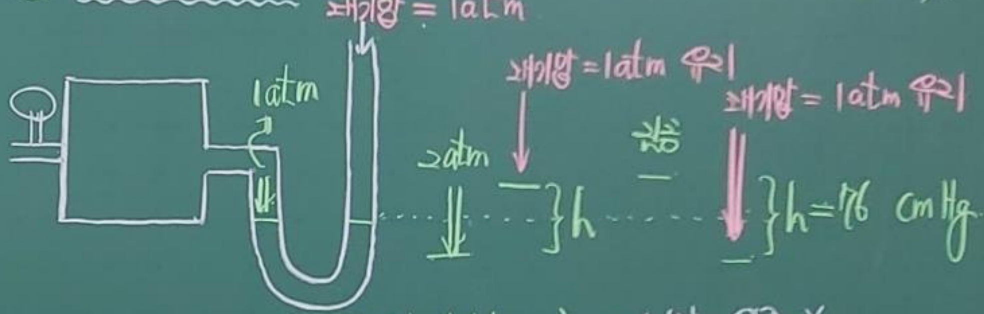
ⓑ $P \propto T$

ⓒ $P \propto \frac{1}{V}$ $\boxed{V}$

(큰 변화) → 변수 (큰 변화)

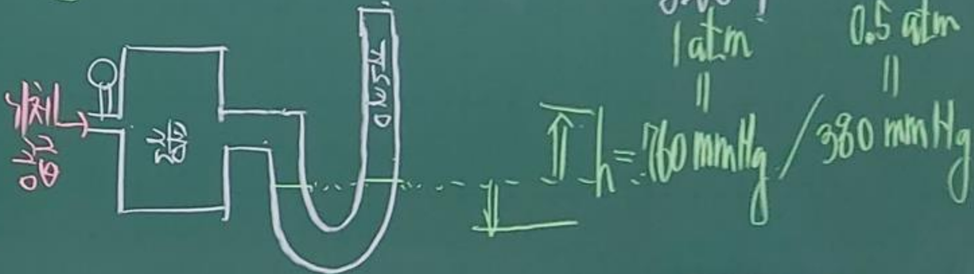
ㄹ 관심있는 기체의 압력은 측정.

ⓐ 열린 수은 압력계(뉴튼) : 대기압이 일정하지 않음 (정밀성 ↓)



ⓑ 닫힌 수은 압력계(켈빈 : Kelvin) : 대기압 의존 X

정밀성 ↑



③ 기체에 관한 법칙

㉠ 보일의 법칙

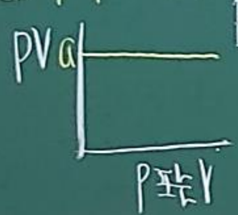
ⓐ $P \propto \frac{1}{V}$ 「조건 : n, T 일정」

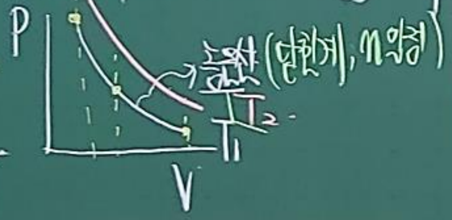
ⓑ $P_{초기} \cdot V_{초기} = P_{최종} \cdot V_{최종}$ (에너지 보존의 법칙)

$\underbrace{P_{초기}}_{kg/m\cdot s^2} \cdot \underbrace{V_{초기}}_{m^3}$

$kg \cdot m^2/s^2 = \underbrace{kg \cdot m/s^2}_{1N} \times \frac{m}{1m} = J$ (에너지 단위)

ⓒ $P \cdot V$ = 상수 = a = 기울기, $P = a \cdot \frac{1}{V} = x$





P 일정 (— N_A, — $1.5\,N_A$)

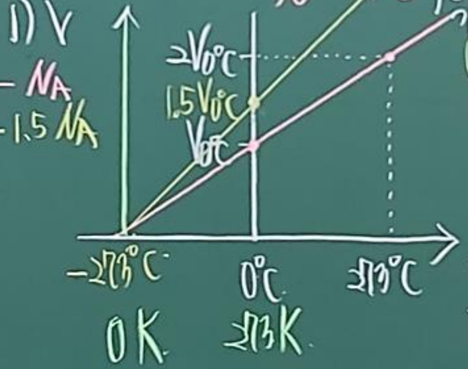
㉡ 샤를의 법칙

ⓐ $\underbrace{V \propto t°C}_{샤를}$, $\underbrace{V \propto T}_{켈빈(Kelvin)}$

ⓑ $\frac{V_{초기}}{T_{초기}} = \frac{V_{최종}}{T_{최종}}$ 「조건 : n 일정, P 일정」

ⓒ 샤를 : $y = \underset{>0}{a}x + \underset{>0}{b}$

1)



$= \frac{V_{0°C}}{273°C} \times x + V_{0°C}$

$0 = \frac{V_{0°C}}{273} \times x + V_{0°C}$

$\therefore x = -273°C$

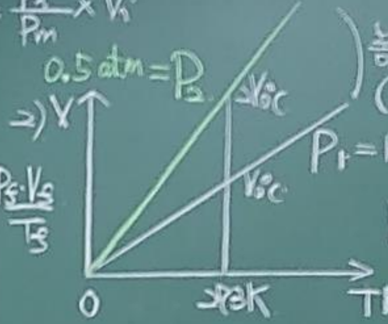
t°C → T K

TK = t°C + 273 K

i) $P_i \times V_i = P_m \times \boxed{V_m} \rightarrow V_m = \frac{P_i}{P_m} \times V_i$

$\Rightarrow \frac{\boxed{V_m}}{T_m} = \frac{V_f}{T_f}$

$P_f = P_m$, $\frac{\frac{P_i}{P_m} \times V_i}{T_m = T_f} = \frac{V_f}{T_f}$, $\frac{P_i \times V_i}{T_i} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f}$



동일한 기체 (몰수 일정)

$V_{최종} = \frac{V_{초기} P_{초기}}{T_{초기}} \times \frac{T_{최종}}{P_{최종}}$

㉢ 보일-샤를의 법칙

ⓐ $\frac{V_{초기} \cdot P_{초기}}{T_{초기}} = \frac{V_{최종} \cdot P_{최종}}{T_{최종}}$ 「조건 : n 일정」

ⓑ <증명> 밀폐계

$(P_i, V_i, T_i) \xrightarrow[T 일정]{보일} (P_m, V_m, T_m)$

$T_i = T_m$

(P_f, V_f, T_f) ← 샤를 (P 일정)

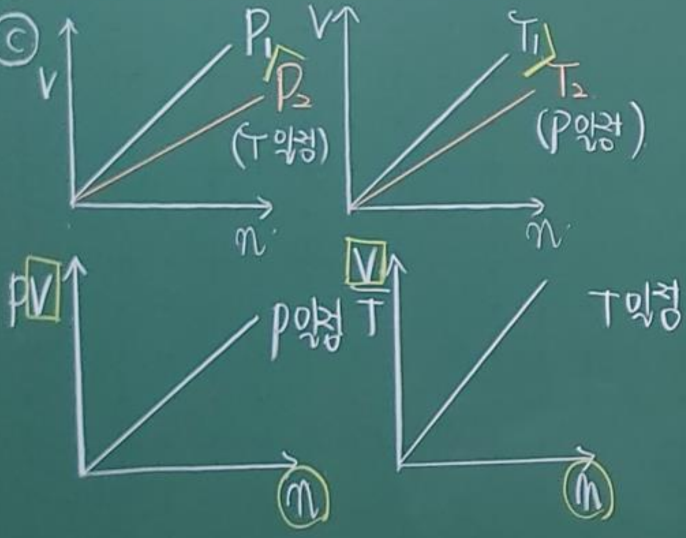
$P_m = P_f$

㉣ 아보가드로의 법칙

ⓐ $V \propto n$ 「조건: P와 T 일정」

ⓑ $V = k \cdot n$

ⓒ



④ 이상 기체 상태 방정식(4가지 법칙)

㉠ 추가: $P \propto T$ (조건: n와 V 일정)

㉡ $V \propto \frac{1}{P},\ T,\ n$

$\Rightarrow V \propto \frac{nT}{P}$, $V = a\frac{n \cdot T}{P}$

㉢ $a \equiv R = \frac{P \cdot V}{nT}$ (at STP 조건)

$= \frac{(1\,atm) \times (22.4\,L)}{(1\,mol) \times (273.15\,K)}$

부피 삼총사 이용

$= 0.0821\ \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}$ → P, V → /J

$* M_A = \frac{d_A}{d_B} \times M_B$

$\frac{M_A}{M_B} = \frac{d_A \times \cancel{\frac{RT}{P}}}{d_B \times \cancel{\frac{RT}{P}}} = \frac{d_A}{d_B}$

「기준」 $1\,atm \times 1\,L = 1.01325 \times 10^5\,Pa \times 10^{-3}\,m^3$

$= 1.01325 \times 10^2\ \underbrace{Pa \cdot m^3}_{J} = 1.01325 \times 10^2\,J \approx 101\,J$

$R = 0.0821 \times 1.01325 \times 10^2\,J$

$8.21 \times 10^{-2}\left(\frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}\right) \times \frac{1.01325 \times 10^2\,J}{1\,atm \cdot L}$

기체 종류 ↑ 무관 $= 8.314\ J/mol \cdot K$ (에너지 환산)

㉣ 기체의 종류 구분 ($PV = nRT$ 「J 단위」)

ⓐ 질량차 존재: 동일한 V와 n에서 몰질량(= g 분자량) 차이

「조건: P와 T 일정」

ⓑ $PV = nRT = \frac{w\,g}{M\,g/mol} \times RT$

$\Rightarrow M_{A\,or\,B} = \frac{w}{V} \times \frac{RT}{P} = d_{A\,or\,B} \times \frac{R\boxed{T}}{\boxed{P}}$

⑤ 돌턴의 부분 압력의 법칙

㉠ 조건: A와 B에 관해서 동일한 V와 T

㉡ 분압 수은 압력계

A 분압 B

$P_A = 760\ mmHg = 1\ atm$

$P_B = 380\ mmHg = 0.5\ atm$

$P_{전체} = 760 + 380 = 1140\ mmHg = 1.5\ atm$

돌턴

㉢ $P_i = n_i \times \frac{RT}{V} \rightarrow n_i = P_i \times \frac{V}{RT}$

㉣ $P_{전체} = \sum_i P_i = \sum_i \left\{ n_i \times \frac{RT}{V} \right\} = \frac{RT}{V} \sum n_i = \frac{RT}{V} \times n_{전체} \rightarrow n_{전체} = P_{전체} \times \frac{V}{RT}$

㉤ 최초의 농도식: 몰 분율 (단위 X)

$\frac{n_i}{n_{전체}} \equiv \chi_i = \frac{P_i \times \cancel{\frac{V}{RT}}}{P_{전체} \times \cancel{\frac{V}{RT}}} = \frac{P_i}{P_{전체}}$

$n_{전체} = \sum n_i$

돌턴의 부분압력 법칙 만족

㉥ $P_i = \chi_i \times \underbrace{P_{전체}}_{가중치}$

ⓐ $P_A = \chi_A \times P_{전체}$

ⓑ $P_B = \chi_B \times P_{전체}$

㉦ 〈확인 문제〉 P.57, P.58

ⓐ $PV = \boxed{n}RT$, $n = \frac{w}{M}$

$\rightarrow M = \frac{wRT}{PV} = \frac{(0.41\ g) \times (0.082\ atm \cdot L/mol \cdot K) \times (300\ K)}{(1\ atm) \times (0.41\ L)}$

4.7×10^{-1}, 8.2×10^{-2}, 3×10^{2}, 4.1×10^{-1}

$= 2 \times 4.7 \times 3 = 6 \times 4.7 = 28.2$

$\Rightarrow N_2$

ⓑ

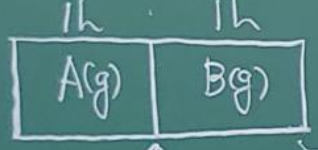
압력	온도(t°C)	부피
1기압	273°C (546 K)	V_1
2기압	0°C (273 K)	$V_2 = \frac{1}{4}V_1$
2기압	273°C (546 K)	$V_3 = \frac{1}{2}V_1$

$V_1 > V_3 > V_2$

14. 기체에 관한 화학 반응식 취급

① 약속 (사회적 합의)

㉠ 혼합 전의 상태로 출발



T 일정

칸막이

투명벽 (강철 용기 = 일정 부피 용기)

㉡ 칸막이 제거 후

ⓐ 실제 : 기체의 혼합 & 화학 반응이 일어남 ⇒ 해결 X

($V_i \xrightarrow{혼합} V_m$)

ⓑ 구분 (2단계 구분)

1) 기체의 혼합 ⇒ 충분히 균일한 혼합 기체를 형성함!! (충분한 시간)

돌턴의 부분 압력 법칙 만족

} T 일정 (돌턴의 법칙 이용)

㉢ 반응 후

ⓐ $P_{A,반응후} = X_{A,반응후} \times P_{전체,반응후}$

$= \frac{2}{3} \times \frac{3}{4}$ 기압

$= \frac{1}{2}$ 기압

2) 일정한 부피 조건에서 화학 반응이 일어남 $\xrightarrow[완결]{100\%}$, 혼합 생성물의 기체를 형성함 } T 일정

↳ 돌턴의 부분 압력 법칙 만족

ⓑ $P_{B,반응후} = X_{B,반응후} \times P_{전체,반응후}$

$= (1 - X_{A,반응후}) \times P_{전체,반응후}$

$= P_{전체,반응후} - P_{A,반응후}$

$= 0.25$ 기압

② 대표적인 예

㉠ $C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$

$\quad\ \ \text{A(g)} \qquad\quad \text{B(g)} \qquad\quad \text{C(g)}$

㉡

T 일정

㉢ $\underbrace{P_{A,초기} \cdot V_{A,초기}}_{n_A RT} + \underbrace{P_{B,초기} \cdot V_{B,초기}}_{n_B RT}$ (혼합 전) $= \underbrace{P_{전체} \times V_{전체}}_{혼합 후,\ 반응 X} = \underbrace{(n_A + n_B)}_{n_{전체}} \cdot RT$

$P_{전체} = \dfrac{(3기압 \times 1L) + (1기압 \times 1L)}{V_{전체} = 4L}$

$= 1기압 = P_A + P_B$

$\qquad\qquad (0.75기압)\ (0.25기압)$

㉣ 화학 반응

반응 전 압력비 = 몰수 비

$C_2H_4(g) + H_2(g) \xrightarrow[완결]{100\%} C_2H_6(g)$

	$C_2H_4(g)$	$H_2(g)$	$C_2H_6(g)$
반응 전	3	1 (한계 반응물)	0
반응 후	2	0	1

② <확인 문제> P.60

$$\underset{\sim\sim\sim}{2NH_4NO_3(s)} \xrightarrow[\text{완결}]{100\%} 2N_2(g) + O_2(g) + 4H_2O(g)$$

초기	1 mol	0 mol	0 mol	0 mol
100% 완결	0 mol	1 mol	0.5 mol	2 mol ⇒ 3.5 mol

($P_{\text{완결 후, total}}$ = 3.5 기압)

$\chi_{N_2} = \frac{1}{3.5}$ $\chi_{O_2} = \frac{0.5}{3.5}$ $\chi_{H_2O} = \frac{2}{3.5}$

P_{N_2} = 1기압 P_{O_2} = 0.5기압 P_{H_2O} = 2기압