

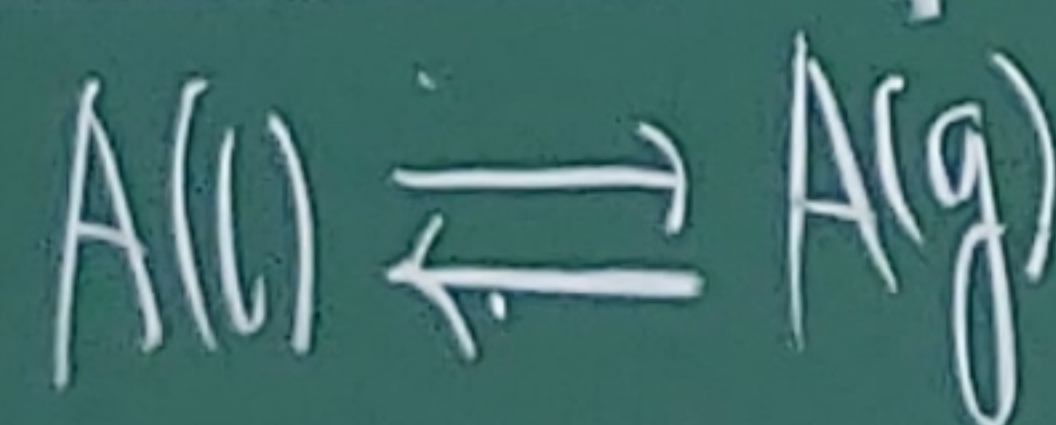
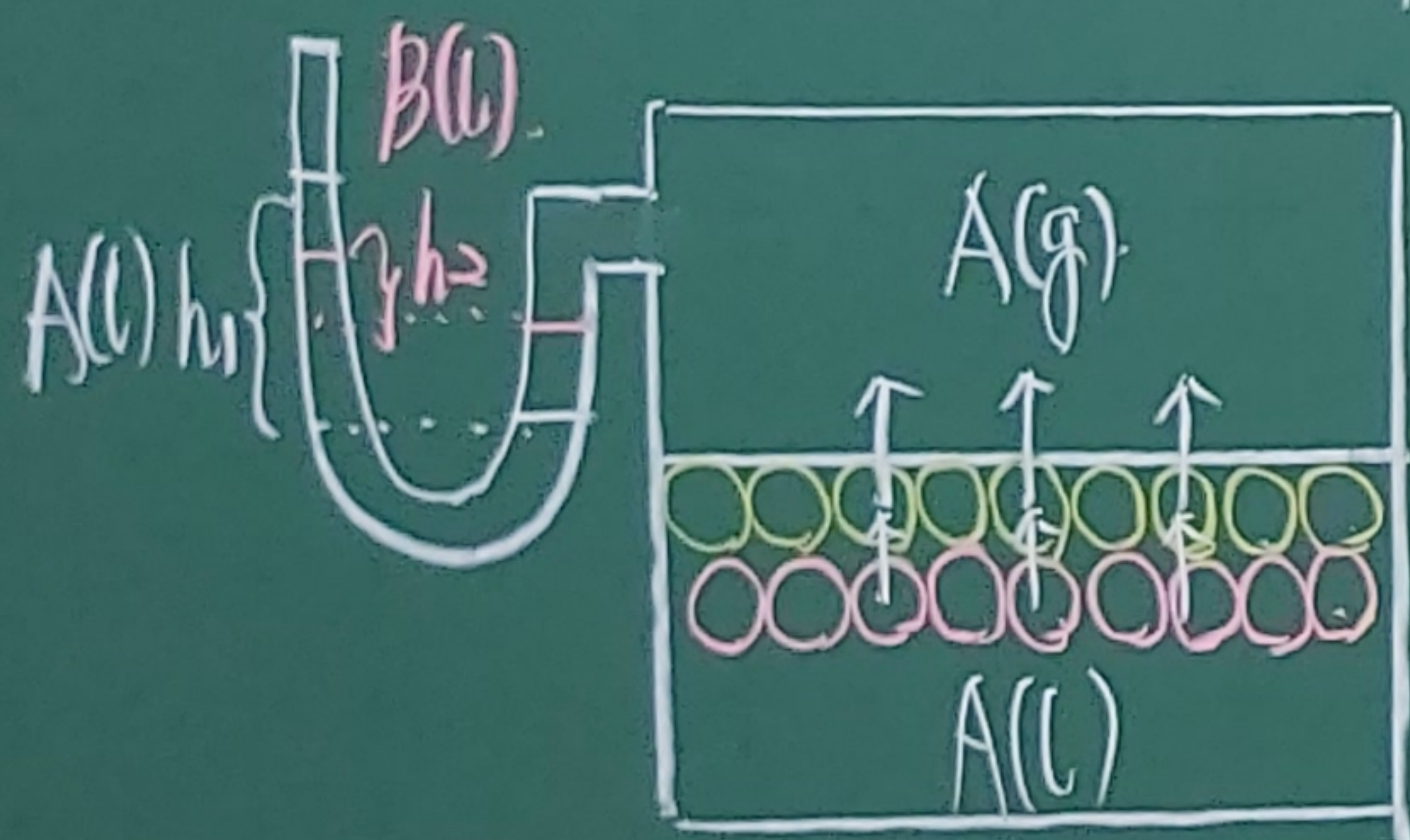
제와 2. 액체와 고체, 상평형 그림 $\rightarrow$ 증발 속도 = 액화 속도

(4) 증기 압력

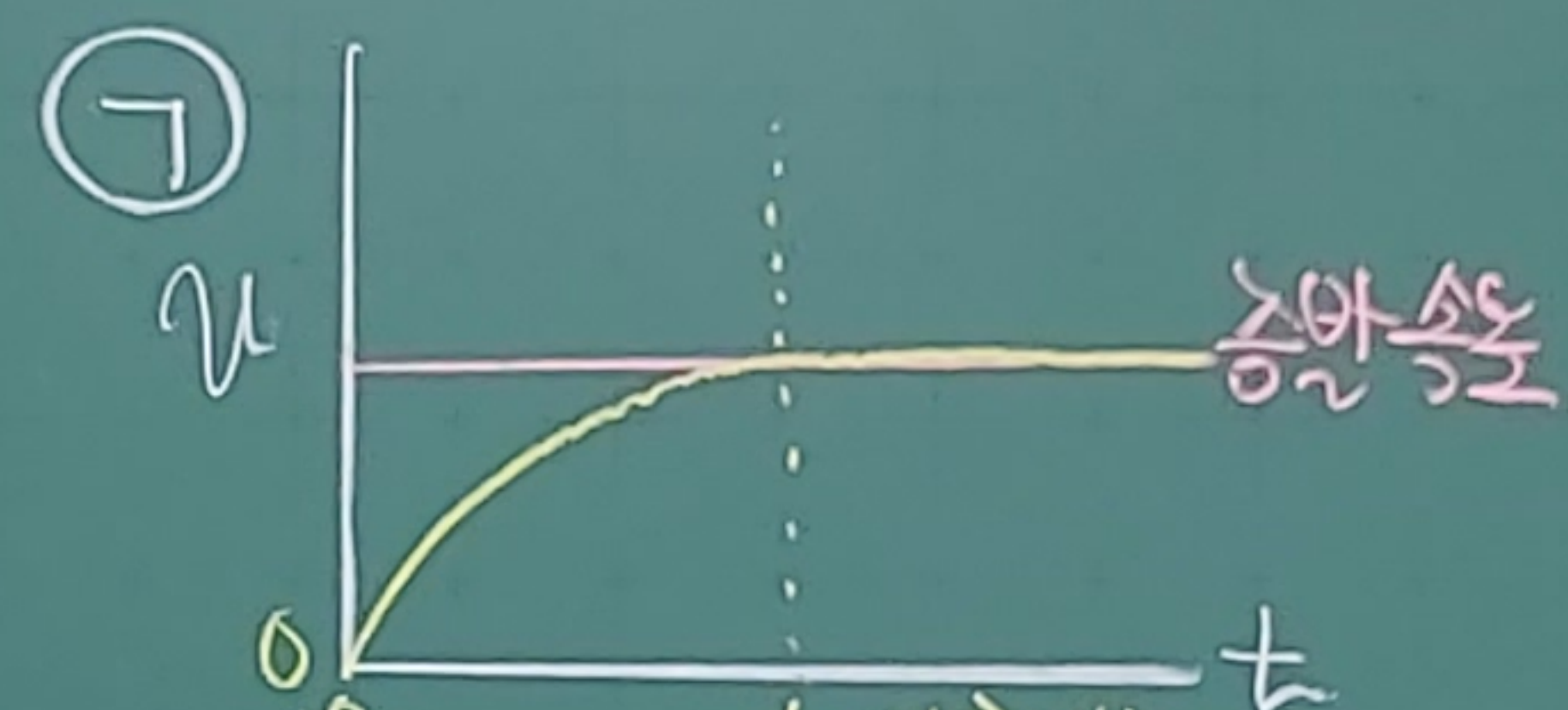
증기 상으로 증발
유지 기체 상으로 응축

① 증기: 기체 상이 작은 상과 공존 경우
기체 상을 증기 상이라고 표현.

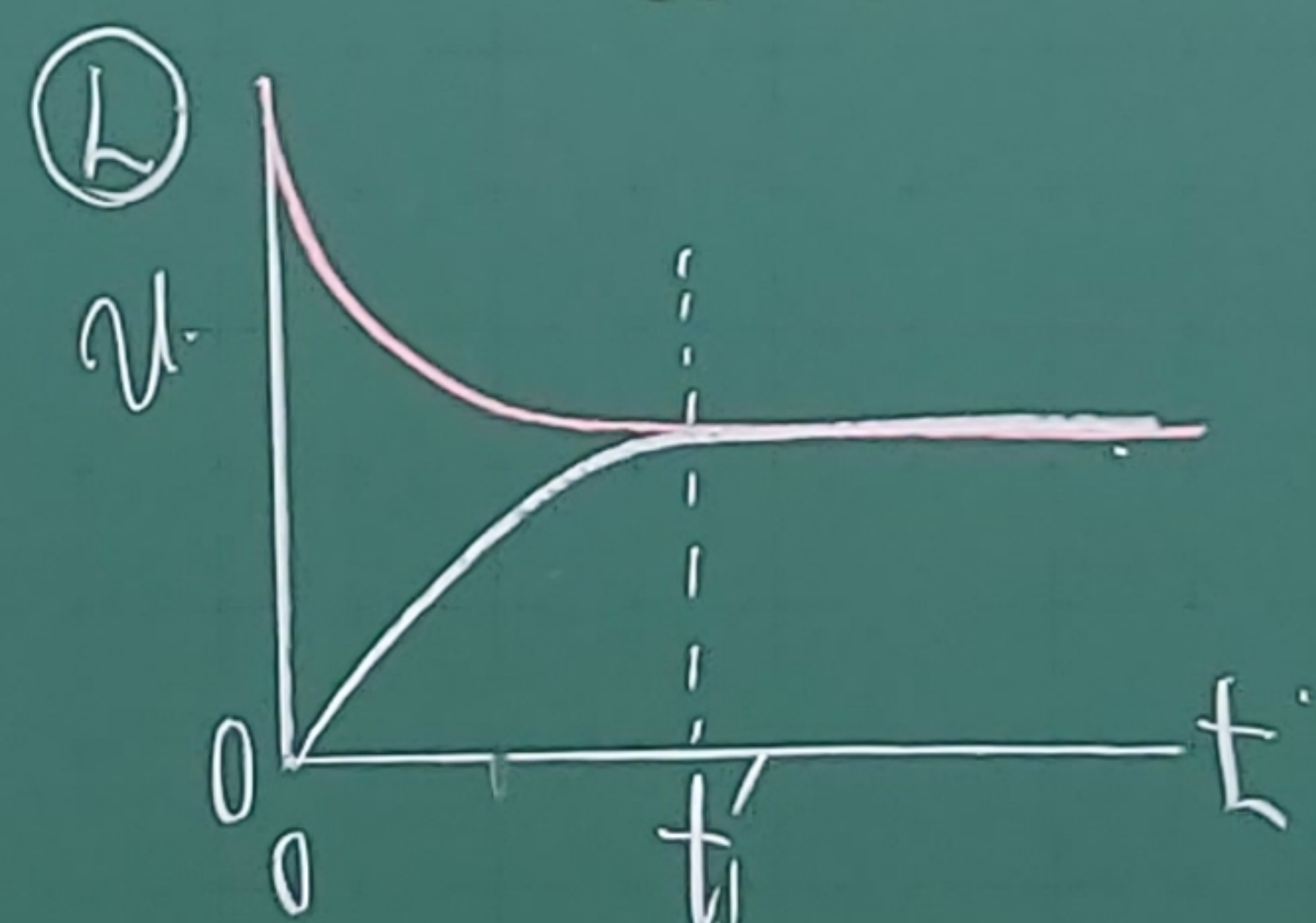
② 동적 평형 상태: 일정한 용기 (= 닫힌 용기)
+ 외부 압력 일정한



① (확산성 작음) slow
② fast (확산성 큼)
 v_1 slow v_2 fast

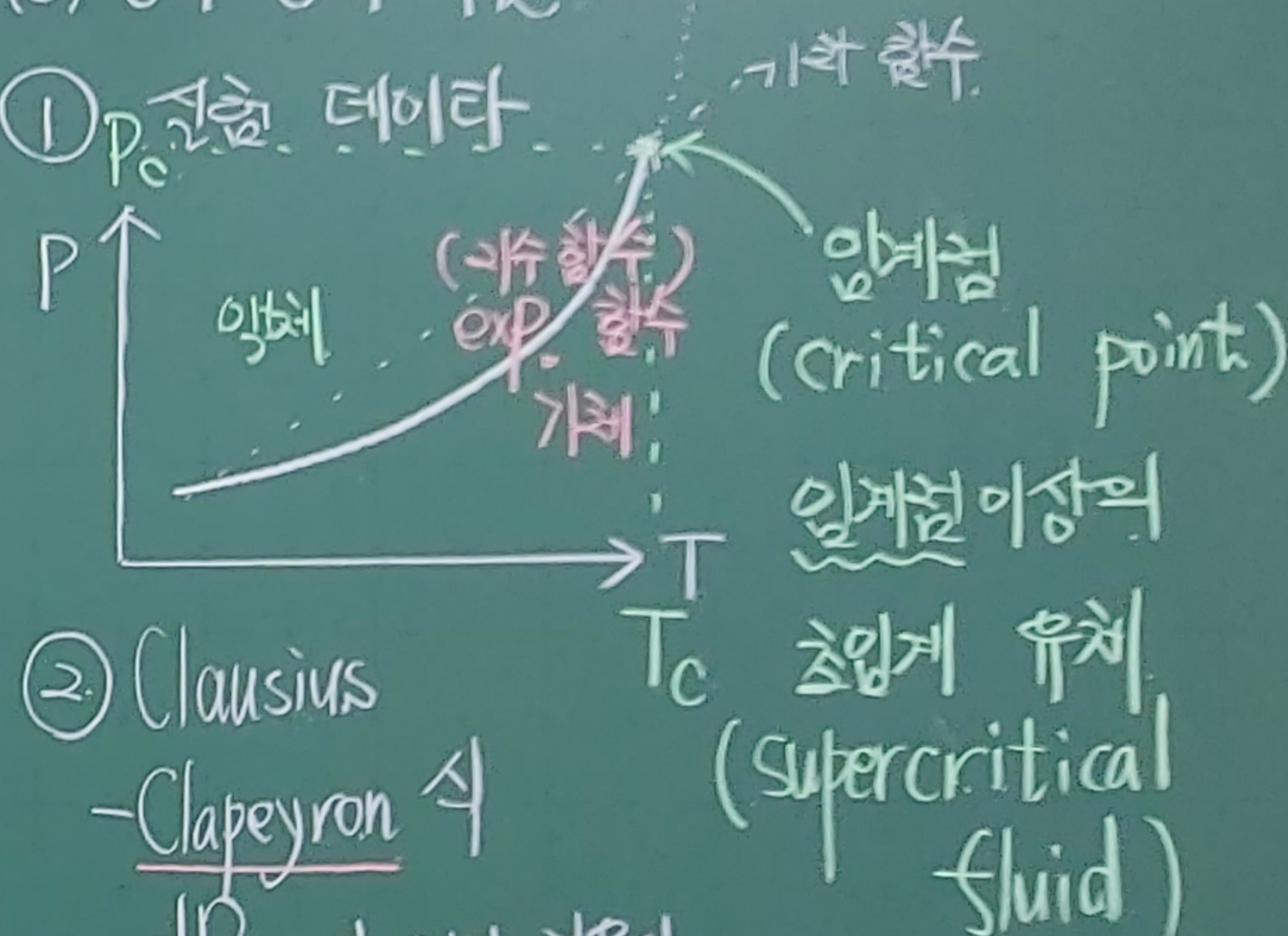


t_1 이후에는
동적 평형 상태 도달 (증기 상의
높은 유리)



(5) 증기 압력 곡선

① p_c 관련 데이터



② Clausius
- Clapeyron 식

① $\frac{dp}{dT}$ = 상 전이 기온
= 상 경계선의
기온
= $\frac{\Delta S_{상전이}}{\Delta V_{상전이}}$

$\Rightarrow$ 증기 상으로
기체 상으로 표현
 $\Rightarrow CO_2$

$\Rightarrow$ 증기 상으로
기체 상으로 표현
 $\Rightarrow CO_2$

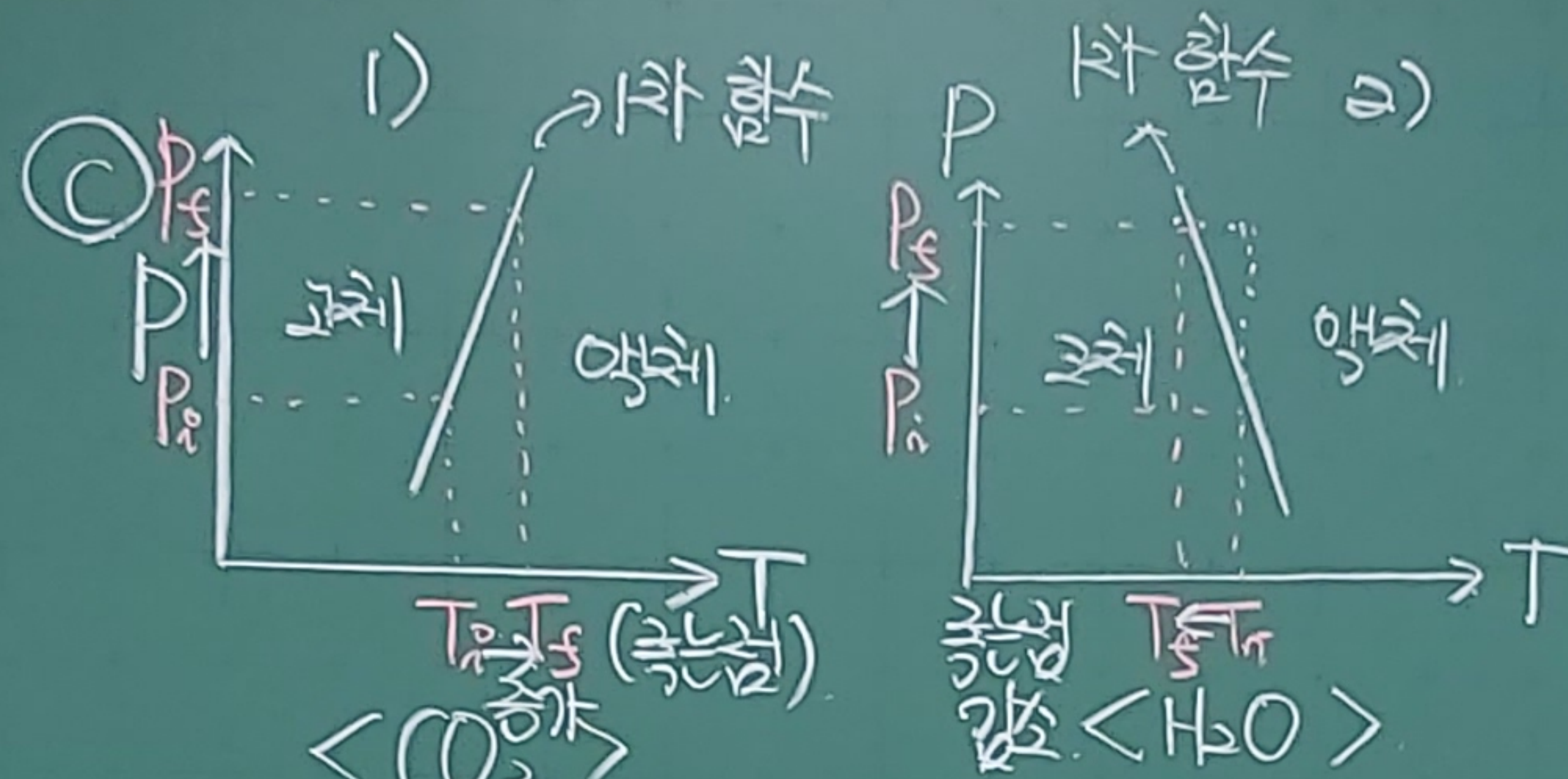
① Clapeyron 식의 의미
(클라페이론 식)

② 액체-증기의 상 평형선의 기울기

b) $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{증기}}}{\Delta V_{\text{증기}}}$ 엔트로피 (증기) - 엔트로피 (액체) / 증기 부피 - 액체 부피

1) $\Delta V_{\text{증기}} = V_m(l) - V_m(s)$
 - 증기 부피가 액체 부피보다 클 때: $\Delta V_{\text{증기}} > 0$ (예: CO_2)
 - 증기 부피가 액체 부피보다 작을 때: $\Delta V_{\text{증기}} < 0$ (예: H_2O)

2) $\Delta S_{\text{증기}} = S_m(l) - S_m(s)$
 - 증기 엔트로피가 액체 엔트로피보다 클 때: $\Delta S_{\text{증기}} > 0$
 - 온도 상승 시 엔트로피 증가: $T \uparrow \rightarrow S_m \uparrow$



1) 양의 기울기 (정상) $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{증기}}}{\Delta V_{\text{증기}}} > 0$
 (증기 부피 > 액체 부피) $\Delta V_{\text{증기}} > 0 \Rightarrow \frac{dP}{dT} > 0$

2) 음의 기울기 (비정상) $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{증기}}}{\Delta V_{\text{증기}}} < 0$
 (증기 부피 < 액체 부피) $\Delta V_{\text{증기}} < 0 \Rightarrow \frac{dP}{dT} < 0$

3) 수식

$$P = P^* + \frac{\Delta H_{\text{증기}}}{RT^*} \times \Delta T (= T - T^*)$$
 (클라페이론 식)

수식 $\leftarrow$ 증기-액체 상 평형선의 기울기

증기 부피가 액체 부피보다 클 때 $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_{\text{증기}}}{RT^*}$

증기 엔트로피 < 액체 엔트로피

㉔ Clausius-Clapeyron 식의 의미.
(클라우지우스 - 클라페이론 식)

㉑ $\left| \frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{융화}}}{\Delta V_{\text{융화}}} \right| > \frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{기화}}}{\Delta V_{\text{기화}}} = \frac{S_m(g) - S_m(l)}{V_m(g) - V_m(l)} > 0$

$\frac{RT}{P} = \frac{V(g)}{n} \approx V_m(g) \sim 1600 \sim 1700 \text{ cm}^3$

$S_m(s) < S_m(l) < S_m(g)$
연역할 때 3 단계

분포량이 더 큼

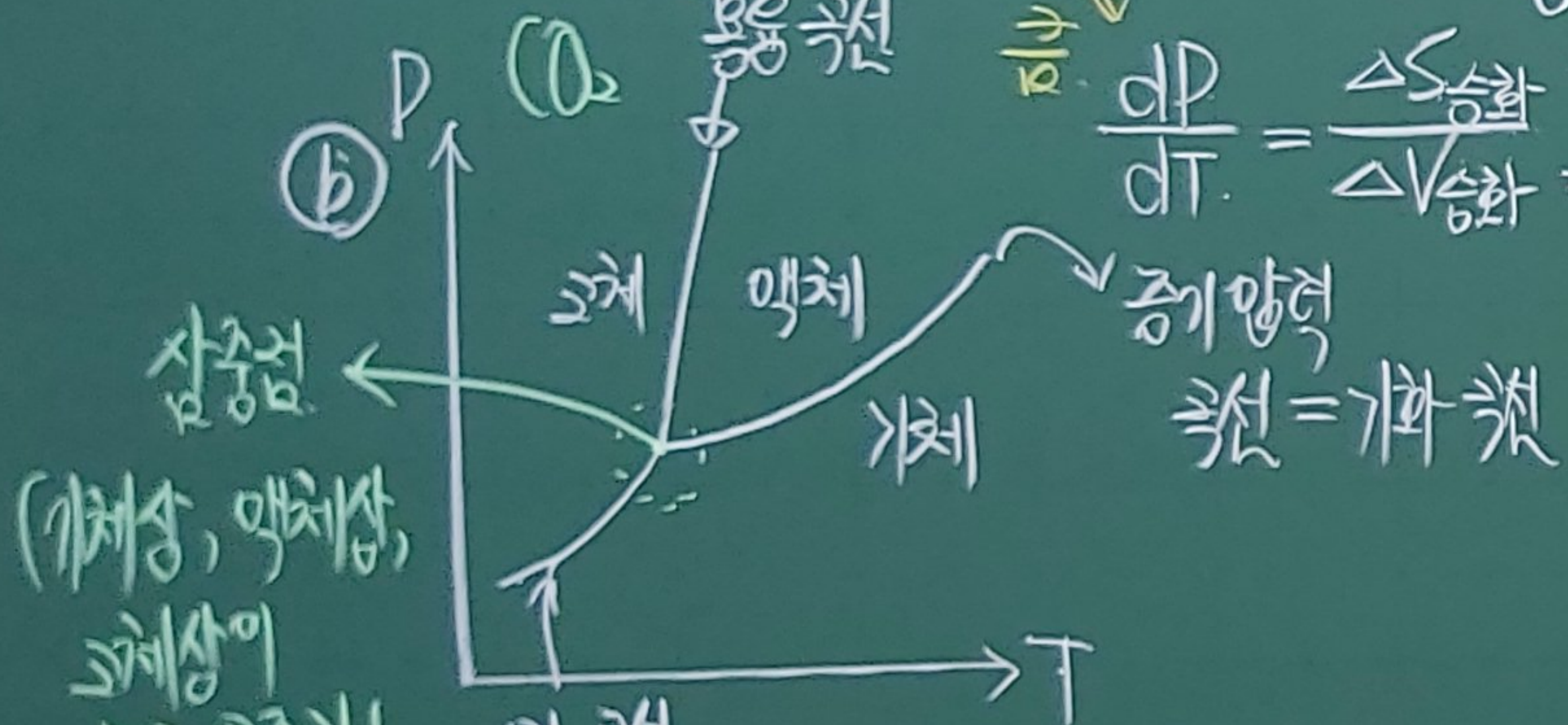
분포량이 매우 큰 값

분포량 차이가 거의 없음

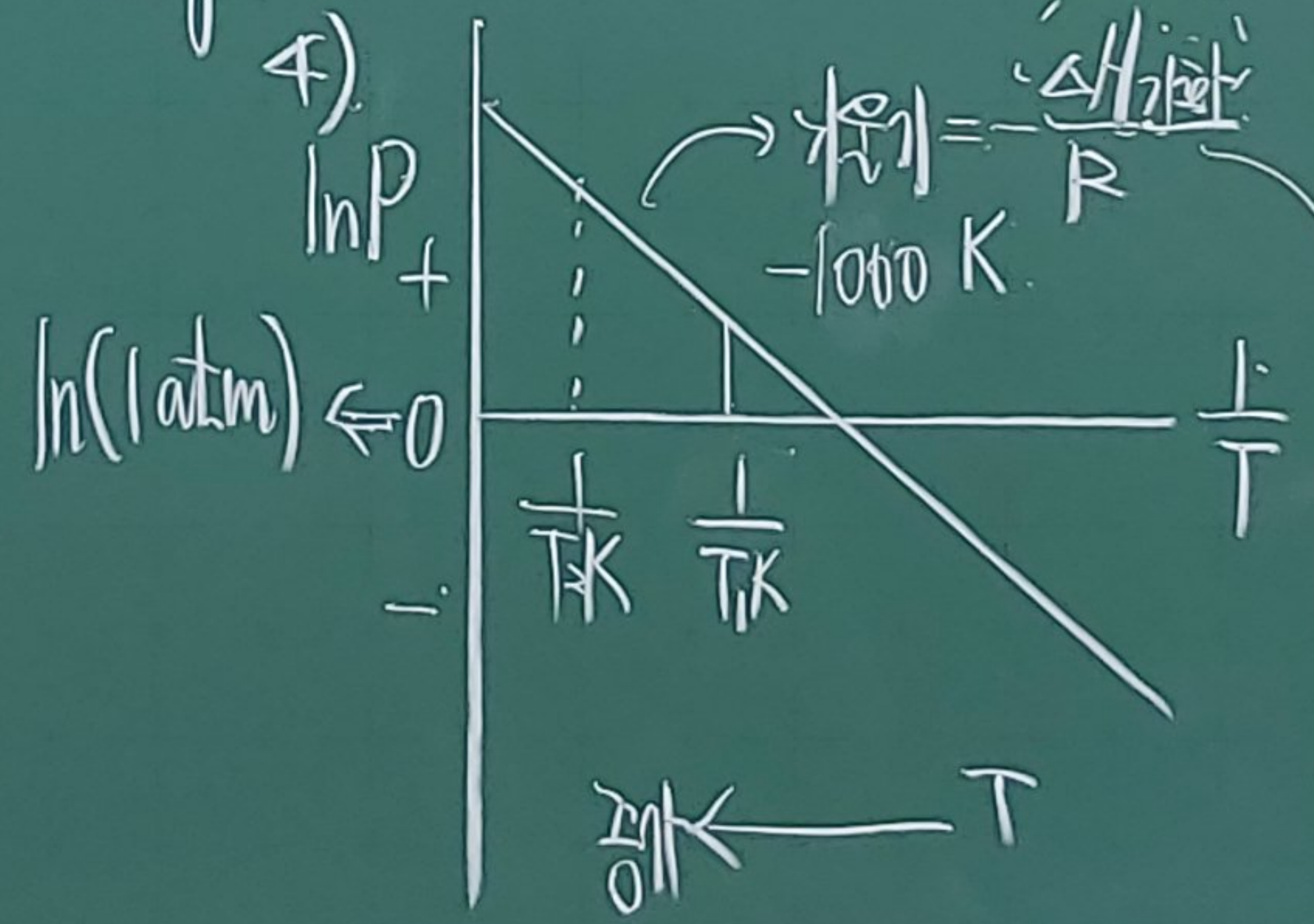
양의 기온기 vs $S_m(l)$

$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{승화}}}{\Delta V_{\text{승화}}} = \frac{S_m(g) - S_m(s)}{V_m(g) - V_m(s)} > 0$

$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_{\text{승화}}}{\Delta V_{\text{승화}}} = \frac{S_m(g) - S_m(s)}{V_m(g) - V_m(s)} \approx \frac{S_m(g)}{V_m(g)} > 0$



상중립점
(기체상, 액체상, 고체상이 모두 공존하는 압력과 온도) $\Rightarrow$ 융화점 (정상압) : 순수한 물질



㉒ Clausius-Clapeyron 식의 유도

1) $\ln \frac{P}{P^*} = -\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) \Rightarrow$ 수직 해석 (1차 함수)

2) $\frac{P}{P^*} = e^{-\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)}$

$p = p^* \cdot e^{-\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)} > 0$ } 증기압력 증가의 추세 (수직축)

3) $\Delta H_{\text{기화}} > 0$

$\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} = \frac{1}{200K} - \frac{1}{100K} = -\frac{1}{200K}$

$-\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) > 0$

$\Delta H_{\text{기화}} = -R \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)^{-1}$

$\Delta H_{\text{기화}} = 8300 \text{ J/mol}$

< 2/분 >

$$-1000K = \text{기온기} = -\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} = \text{증발}$$

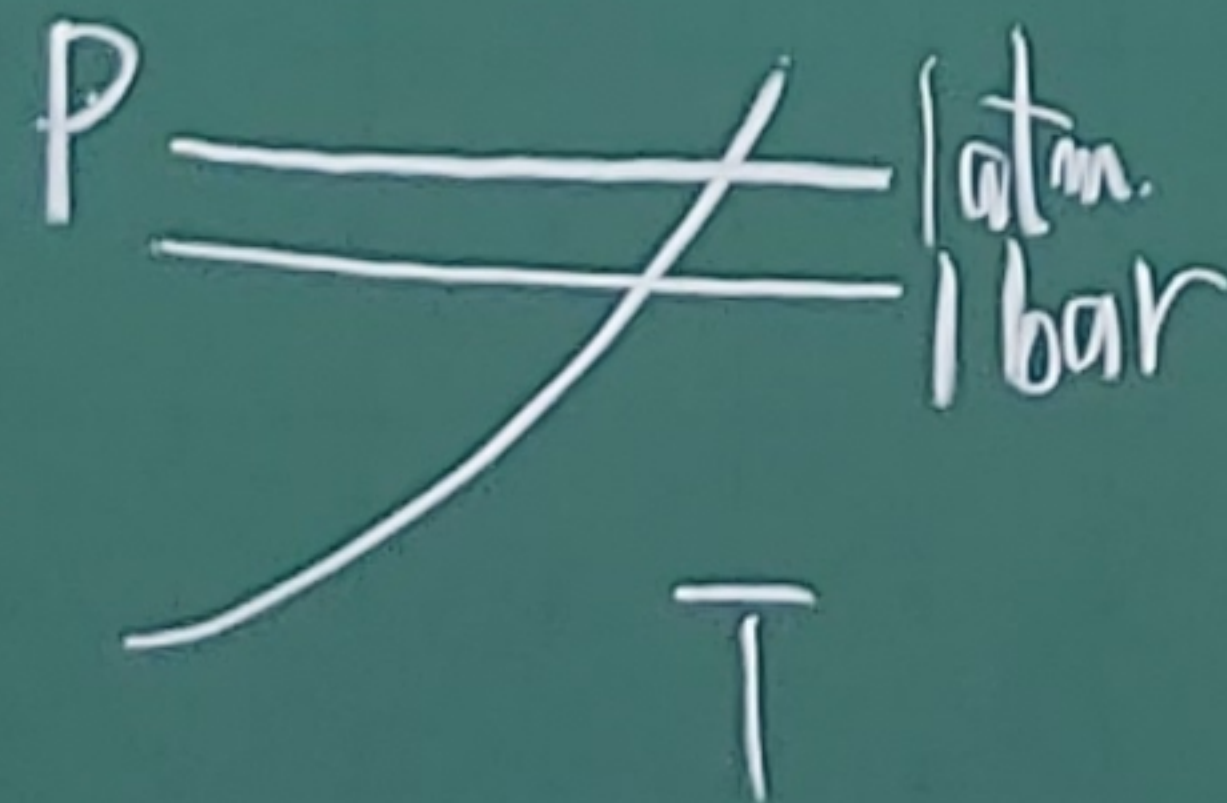
$$\ln \frac{P}{P^*} = -\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)$$

$$-\frac{\Delta H_{\text{기화}}}{R} = \frac{\ln \frac{P}{P^*}}{\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*}} = \frac{1}{K} = \text{기온기 (K)} < 0$$

(6) 끓는점

① 끓는점 (= 기화 끓는점) : 액체 용기에서 외부 압력 (= 1 atm)에 도달해서 액체 표면의 증발 뿐만 아니라 액체 내부에서 기포가 발생하는 현상.

② 기화 (= 증발)이 일어날 때의 온도 : 끓는점

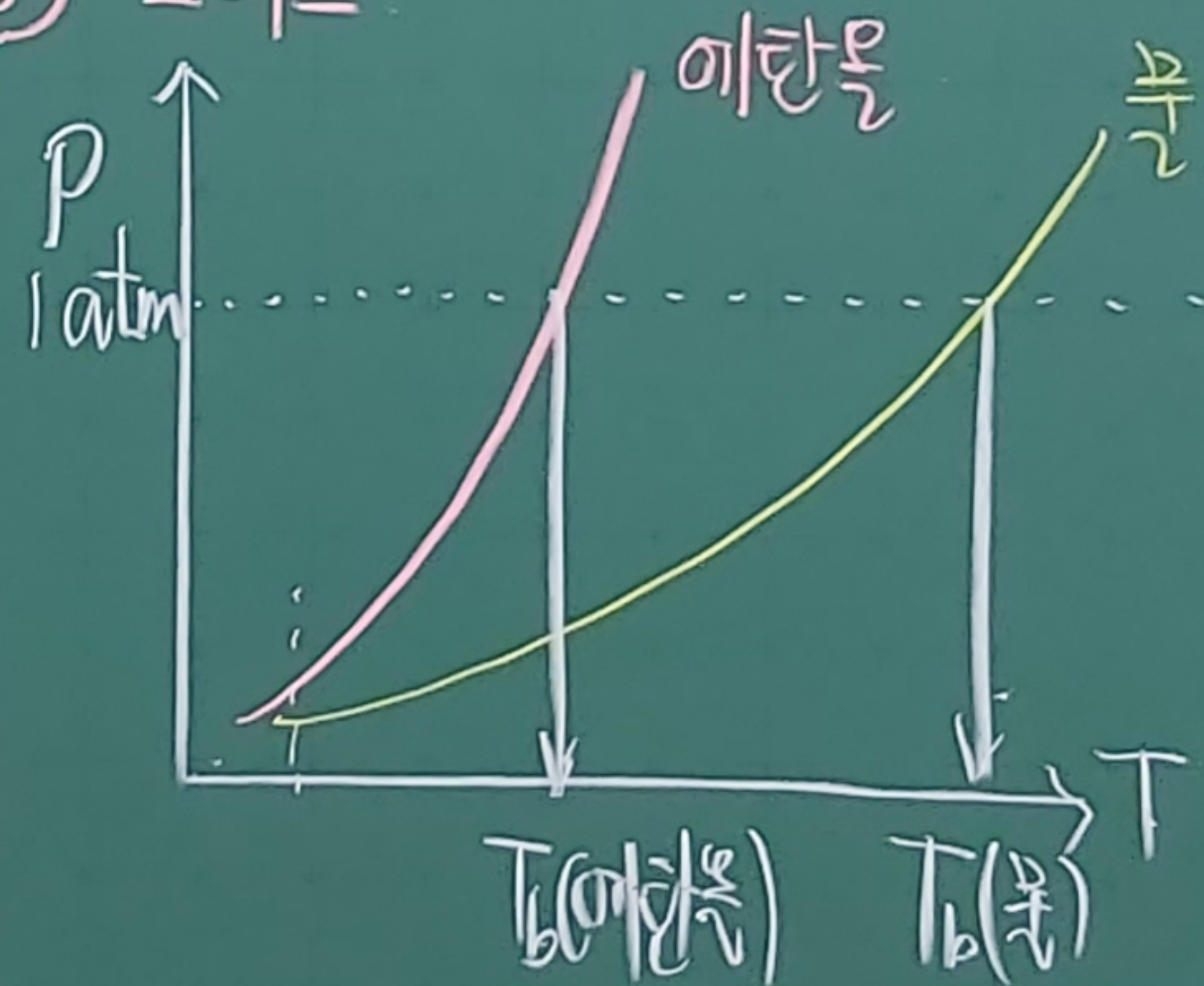


$1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$

③ 상전 온도 : 1 atm 이 형성될 때의 온도 $\square$
(ex) H_2O : 100°C

④ 표준 끓는점 : 1 bar 가 형성될 때의 온도
 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$
(ex) H_2O : 99.6°C

⑤ 그래프



⑥ 물 기화열 (= 물 증발열 = $\Delta H_{\text{기화}}$ = 증발)

: 1 mol 의 액체를 1 mol 의 기체로 기화시키기 위해 흡수한 열 (J) $\rightarrow$ 단위 (J/mol , kJ/mol)

① 물 기화열 증가

② 증발 끓는점 증가 (1 atm 기준)

③ 증기 압력 감소 (동일한 온도 조건)
 $\downarrow$ 해석 : -25°C (-273K) 에서.

④ 분자간 힘 : 에탄올 < 물

⑤ P. 45 표

2. 고체 화학

고체 상태에서 일정한 모양과 부피를 가지면서 일정 운동하는 상태 (phase)

⇒ 다른 상에 비해 안정 또는 불안정이 큼
vs. 액체상 용해열

(1) 고체의 용해(또는 응축)와 녹는점(또는 응축점)

① 용해(= 응축) : 고체 상이 액체 상으로 상 전이가 일어나는 현상
vs. 녹음 (순차 결정)

② 녹음 : 순차적으로 표현되는 고체 상 → 액체 상
(순차의 결정 유한 상태) ⇒ 원자간의 거리, 순차 구조 (배열 X)

③ 응축 : 신속적으로 표현된 고체 상 → 액체 상 (원자간의 거리, 원자의 배열 상태가 변함)
(순차 결정, 비정질, 액체 결정)

① 몰 용융열 (= 몰 용해열 = 몰 녹음열 = $\Delta H_{\text{융}}$)

∴ 1mol의 고체 상을 1mol의 액체 상으로 상 전이할 때 흡수한 열 (단위: J/mol 또는 kJ/mol) (필요한)

(2) 결정성 고체와 비결정성 고체 = 유리 (= 정형 고체) (= 무정형 고체)

결합 길이 원자간의 결합 길이 불균일 원자 간의 결합 길이 일정 X

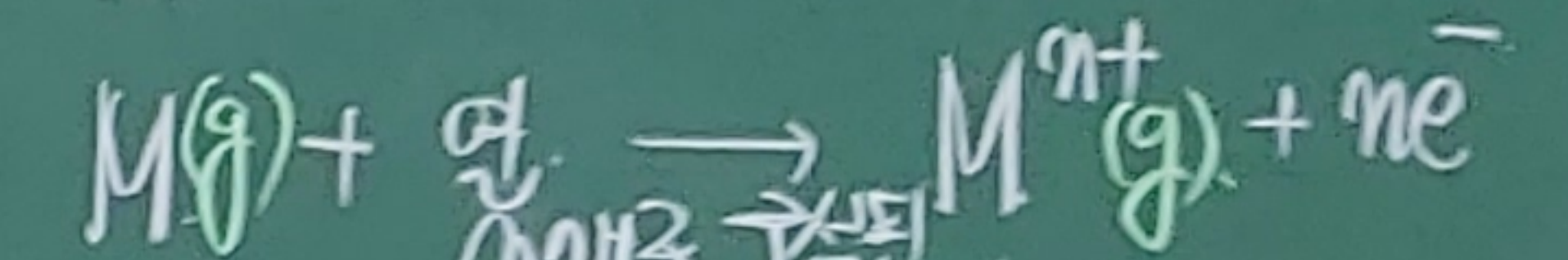
배열 방식 질서 (정기) 질서 X

↓ lattice (crystal, 晶格) Bravais 14개 격자 ← 격자 배열

(3) 금속 결합 (장단)

① 금속 원소 (= 전형 원소 중, 금속 원소)

∴ 전자를 쉽게 내놓을 원소, 양이온 되기 쉬움, 이온화 에너지가 낮음

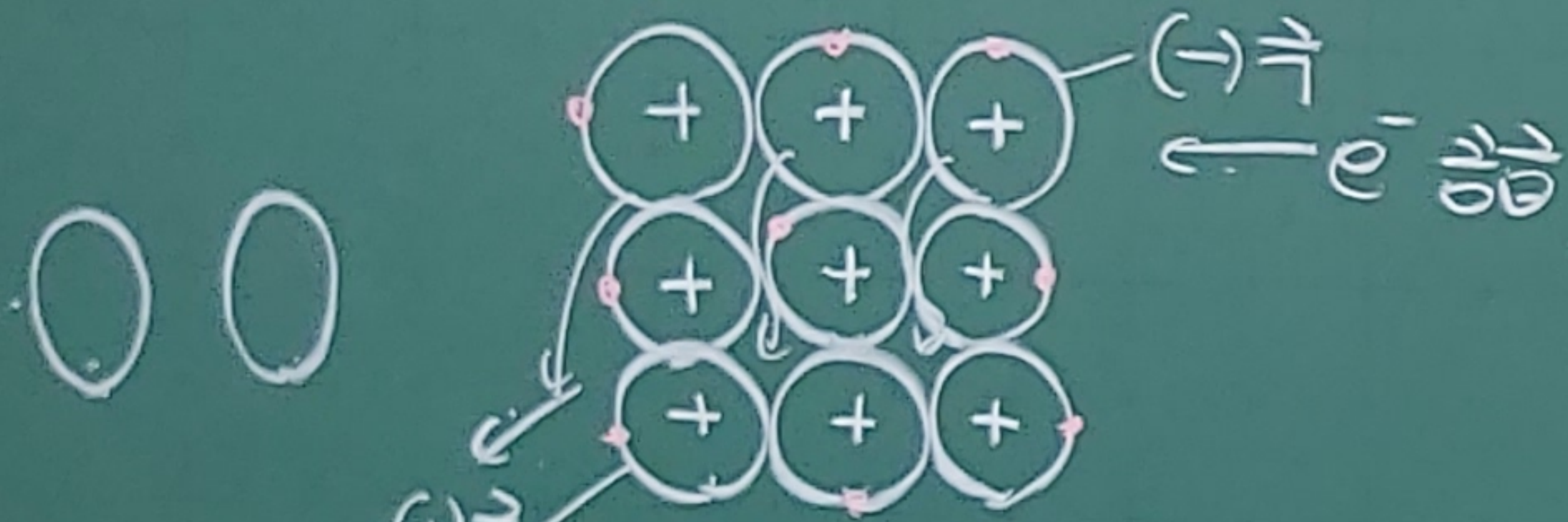


② 고체 및 액체 결합의 관측은 (배열 × 양자수) 만의 정량적 입력이 존재

③ 금속 결합은 비공유 전자와 금속 양이온 간의 정전기적 인력에 의한 결합

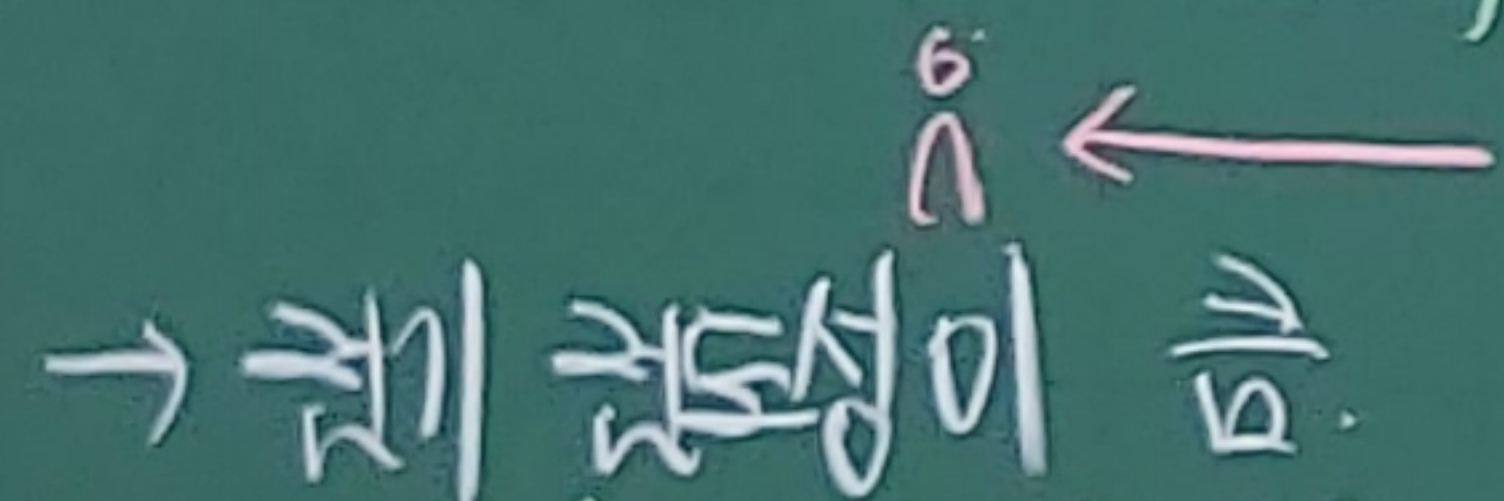
④ 금속 결합의 물리적 성질 (특성)

① 외부 요인이 없는 경우: 전하적 중성



② 외부 요인이 존재하는 경우

① 전기장 속에서 전자 이동 생김



→ 전기 전도성이 큼

② 열전도: 열을 흡수한 반대 방향으로 전자 이동 (열전도) 열전도성 큼

⑤ 금속 (변형)

1) 연성: 가늘어진 선으로 뽑을 수 있음

2) 전성: 망치 등으로 두드려서 평평한 형태를 만드는 과정

(4) 대표적인 금속 결합의 종류

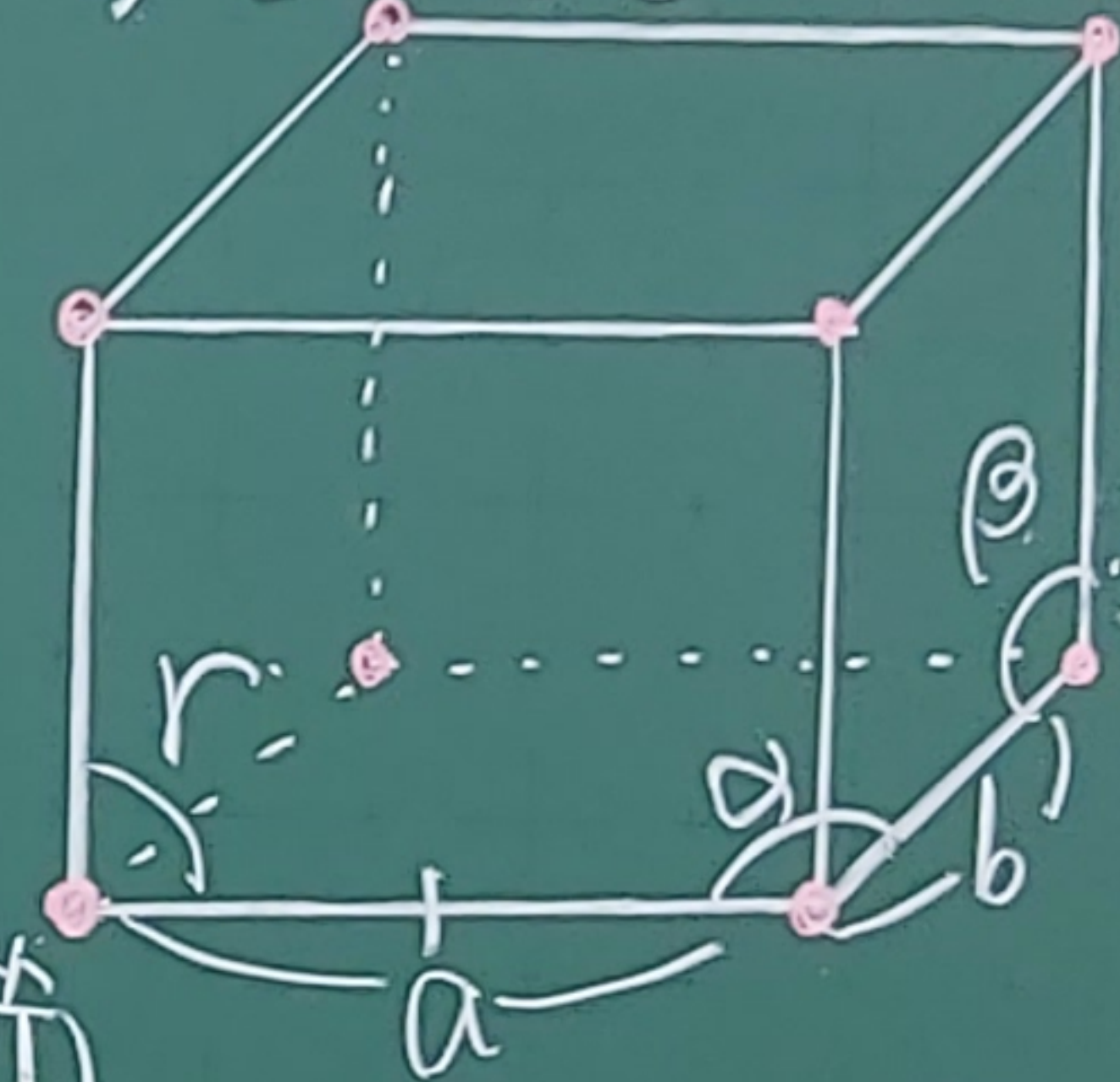
① 격자의 종류 (Bravais의 14개 격자)

① 단위 세포: 기본적인 격자의 최소 반복 단위 (Unit cell)

② 구성: 격자 선 } 3차원 격자
방향과 축 방향

⑤ 입방 격자 (= 입방 단위 세포 = 입방 격자)

1) 단순 입방 격자 (simple cubic structure)



(SC 구조)

c (primitive cubic structure: PC 구조) 'X-선 회절'

격자 상수 } $a = b = c = a = \text{격자 상수}$ → 입방의 반지름 $(r) = \frac{a}{2}$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

2) 체심 입방 격자 (bcc)

3) 면심 입방 격자 (fcc)

⑥ 육방 격자 (육방 단위 세포 구조)

- 실제 존재 X

- 3개 구 채우기 ⇒ 실제 존재

⑦