

2013학년도 대학수학능력시험 (화학 I)

정답 및 해설

<정답>

1. ④ 2. ⑤ 3. ⑤ 4. ③ 5. ⑤ 6. ① 7. ③ 8. ① 9. ③ 10. ⑤
11. ④ 12. ① 13. ② 14. ① 15. ④ 16. ③ 17. ② 18. ② 19. ⑤ 20. ③

<해설>

1. <정답 맞히기> ④ 수산화마그네슘($Mg(OH)_2$)은 약염기성 물질로 과다 분비된 위산을 중화하여 위벽을 보호하기 위해 복용하는 의약품으로 제산제이다.

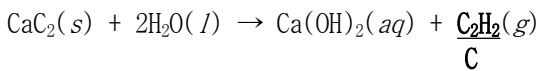
<오답 피하기> ① 해열제는 발열 상태의 체온을 낮추는 작용을 하는 의약품으로, 일반적으로 진통 효과도 있어 해열진통제라고도 하며 아스피린 등이 있다.

② 항암제는 암세포의 성장을 억제하거나 죽이는 기능을 하는 의약품이다.

③ 항생제는 미생물의 발육이나 기능을 억제하여 죽이며, 세균성 질병을 치료하는 의약품이다.

⑤ 각성제는 중추신경계를 자극하며 교감신경계를 흥분시키는 의약품으로, 몸 전체의 작용이 일시적으로 활성화되는 효과를 가진다. 우울증 등을 치료하기 위한 약으로 사용되기도 하지만 습관성이 있기 때문에 일부에서는 마약의 주성분으로 악용되기도 한다.

2. <정답 맞히기> 각각의 실험 장치에서 다음과 같은 화학 반응식에 의해 기체 A~C가 생성되며, A는 산소(O_2), B는 이산화탄소(CO_2), C는 아세틸렌(C_2H_2)이다.



⑤ C는 아세틸렌(C_2H_2)으로 충분한 산소를 공급하여 연소시키면 많은 열이 발생하여 $3000^\circ C$ 이상의 고온을 내므로 철의 용접과 절단에 사용된다.

<오답 피하기> ① 이산화망간(MnO_2)은 과산화수소(H_2O_2)의 분해를 빠르게 해주는 촉매이다. 따라서 이산화망간의 양은 변하지 않는다.

② A는 산소(O_2)로 공기의 주성분 중 반응성이 가장 큰 기체이며, 물질의 산화를 도와주는 조연성 기체이다. 형광등의 충전 기체로는 반응성이 거의 없는 아르곤(Ar)이 사용된다.

③ B는 이산화탄소(CO_2)로 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 생성하므로 산성을 띤다.

④ B는 공기보다 밀도가 크고 불에 타지 않으므로 소화기의 충전제로 사용된다.

3. <정답 맞히기> ⑤ 실험 (다)에서 금속 M을 넣은 수용액에 페놀프탈레인 용액을 떨어뜨렸을 때 수용액이 붉게 변하였으므로, 금속 M과 물이 반응하여 생성된 수용액은 염기성이다.

<오답 피하기> ① (가)에서 금속 M은 석유 속에 가라앉은 상태로 보관되었으므로 밀도는 금속 M이 석유보다 크을 알 수 있다.

② 금속 M을 석유 속에 보관하였으므로 금속 M과 석유는 반응하지 않음을 알 수 있다.

③ (가)에서 금속 M의 자른 단면의 광택이 빠르게 사라졌으므로 금속 M은 공기 중에서 산화물을 형성함을 알 수 있다.

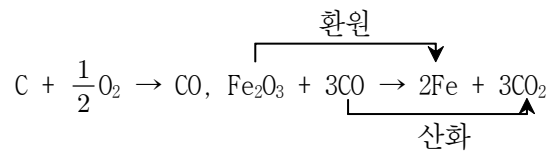
④ ⑤의 화학 반응식에서 금속 M이 물과 반응하여 M 양이온을 생성하므로 전자를 잃고 산화된다.

4. <정답 맞히기> ㄱ. A(금)는 자연계에서 원소로 산출되고, B(철)는 산화물로 산출되므로 산소와의 반응성이 큰 B가 A보다 반응성이 크다.

ㄴ. C는 세 가지 금속 중 밀도가 가장 작으므로 알루미늄이다. 알루미늄에 구리, 마그네슘, 망간을 섞어 만든 합금인 두랄루민은 가볍고 강하여 비행기나 자동차의 동체로 사용된다.

<오답 피하기> ㄷ. 금속을 사용하기 위해서는 자연계에서 쉽게 얻을 수 있어야 하므로, 반응성이 작아 자연계에서 원소 상태로 산출되는 금속부터 먼저 사용하였다. 따라서 A-C 중 인간이 가장 먼저 사용한 금속은 반응성이 작은 A이다.

5. <정답 맞히기> ㄱ. 철광석의 철 산화물(Fe_2O_3)은 다음의 과정에 의해 산소를 잃고 철(Fe)로 환원된다.



ㄴ. 위와 같이 코크스(C)는 불완전 연소되어 CO를 생성하며, CO는 철광석의 철 산화물을 환원시킨다.

ㄷ. 탄산칼슘($CaCO_3$)의 열분해로 생성되는 산화칼슘(CaO)과 SiO_2 가 반응하여 슬래그($CaSiO_3$)를 생성한다. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2, CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$

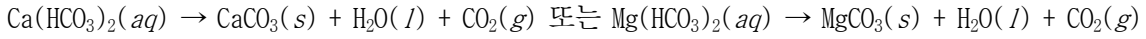
6. <정답 맞히기> ㄱ. 상태 변화 구간에서는 가해진 열이 물의 수소 결합을 끊는 데 사용되므로 온도가 일정하게 유지되며, 온도가 일정하게 유지되는 구간이 길수록 상태 변화에 필요한 열이 많음을 알 수 있다. 따라서 물의 기화열은 얼음의 용해열보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. A는 0°C 얼음, B는 0°C 물이다. 물이 얼음으로 상태가 변할 때, 수소 결합에 의해 육각형 모양의 빈 공간이 형성되므로 얼음(A)의 부피가 같은 질량의 물(B)의 부피보다 크다.

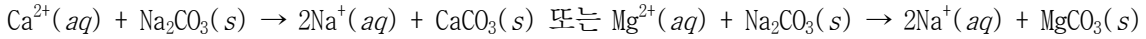
ㄷ. 얼음이 물로 상태가 변할 때 수소 결합의 일부가 끊어지므로, 분자 당 수소 결합의 평균 개수는 얼음(A)일 때가 물(B)일 때보다 많다.

7. <정답 맞히기> ㄷ. 용액 X는 칼슘 이온이 제거되지 않은 상태이고, 용액 Y는 칼슘 이온이 제거된 상태이므로 용액 속 칼슘 이온의 수는 X가 Y보다 많다. 따라서 소량의 비눗물을 넣고 흔들면 칼슘 이온의 수가 적은 Y에서 더 많은 거품이 생성된다.

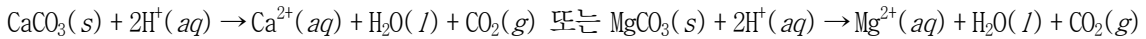
<오답 피하기> ㄱ. 가열 후 식힌 용액 X에는 앙금이 생성되지 않았으므로 (가)는 영구적 센물이라 할 수 있다. 일시적 센물은 HCO_3^- 이 포함되어 있는 물로 가열하면 다음의 화학 반응식에 의해 탄산칼슘의 앙금이 생성된다.



ㄴ. (가)에 Na_2CO_3 을 넣어 주면 다음과 같은 반응에 의해 앙금 A(CaCO_3 또는 MgCO_3)가 생성된다.



앙금 A는 탄산 이온을 포함하므로 다음과 같이 수소 이온과 반응하여 이산화탄소를 생성한다.



8. <정답 맞히기> ㄱ. 공기 성분 중에는 부피 비율로 질소가 78.03%, 산소가 약 20.99%, 아르곤이 0.93%를 차지하므로, A는 산소, B는 질소, C는 아르곤이다. 따라서 반응성은 A가 B보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 0°C, 1기압에서 기체의 밀도는 C가 B보다 크므로, 분자의 상대적 질량도 C가 B보다 크다.

ㄷ. 액화된 공기를 분별 증류하면 끓는점 차이에 의해 질소, 아르곤, 산소를 분리할 수 있으며, 끓는점이 낮은 기체일수록 증류탑의 위쪽에서 얻어진다. 따라서 X는 끓는점이 낮은 B이다.

9. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 표면 장력이 물이 에탄올보다 큼을 알 수 있다. 표면 장력이 클수록 액체 방울의 모양이 구형에 가깝다. 따라서 (나)에서 표면 장력이 작아 퍼져 있는 A가 에탄올, 표면 장력이 커 구형에 가까운 B가 물이라 할 수 있다.

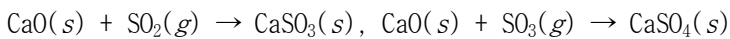
ㄴ. (가)를 보면 B(물)의 표면 장력은 온도가 증가할수록 작아진다. 표면 장력은 액체의 표면적을 작게 하려는 힘이므로 표면장력이 클수록 액체의 표면적은 작아지고, 표면 장력이 작을수록 액체의 표면적은 커진다. 따라서 B의 표면적은 표면 장력이 작은 40°C에서가 20°C에서보다 크다.

<오답 피하기> ㄷ. 물보다 표면 장력이 작은 에탄올을 물에 넣으면, 물 분자 사이에 에탄올 분자가 들어가게 되어 물의 표면 장력이 감소한다. 따라서 물에 에탄올을 첨가한 용액은 물보다 표면 장력이 작다.

10. <정답 맞히기> ㄱ. 런던형 스모그는 화석 연료의 연소에 의해 생성된 황 산화물, 분진, 일산화탄소에 의해 발생한다.

ㄴ. 깨끗한 비는 공기 중에 있는 이산화탄소가 녹아 있어 pH 5.6의 산성을 띤다. 산성비는 pH가 5.6미만인 비로, 황 산화물이 비에 녹아 수소 이온을 생성하므로 비의 pH를 5.6이하로 낮추기 때문에 나타난다. $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_2(g)$, $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{SO}_3(g)$, $\text{SO}_3(g) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(aq)$

ㄷ. 황 산화물은 산화칼슘과 반응하여 아황산칼슘(CaSO_3) 또는 황산칼슘(CaSO_4)을 생성한다.



11. <정답 맞히기> 네 가지 탄화수소를 각 기준에 의해 분류하면 다음과 같다.

	탄화수소	분자식	분자 모양	화합물의 종류
(가)		C ₆ H ₁₀	고리 모양	불포화 탄화수소, 지방족 탄화수소
(나)	HC≡C-C(CH ₃) ₃	C ₆ H ₁₀	사슬 모양	불포화 탄화수소, 지방족 탄화수소
(다)		C ₆ H ₆	고리 모양	불포화 탄화수소, 방향족 탄화수소
(라)		C ₆ H ₁₂	고리 모양	포화 탄화수소, 지방족 탄화수소

ㄴ. (나)는 탄소 원자 사이에 삼중 결합이 있으므로 브롬수 탈색 반응을 한다.

ㄷ. (다)는 벤젠으로 탄소와 탄소 사이의 결합 길이가 모두 같다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)는 탄소 원자 사이에 이중 결합이 있는 불포화 탄화수소이다.

12. <정답 맞히기> ㄱ. (나)에서 적갈색이 무색으로 변하였으므로 마그네슘(Mg)과 X₂(Br₂)이 반응하였음을 알 수 있다. 이 때, 마그네슘은 전자를 잃으므로 Mg²⁺이 되며, X₂은 전자를 얻으므로 X⁻이 된다. 따라서 마그네슘은 산화된다. Mg(s) + X₂(aq) → MgX₂(aq)

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 Y₂ 수용액을 넣었을 때 용액의 색이 적갈색이 되었으므로 Y₂와 MgX₂가 반응하여 X₂(Br₂)이 생성되었음을 알 수 있다. 이 때, Y₂는 전자를 얻어 Y⁻이 되고, X⁻는 전자를 잃어 X₂이 된다. 따라서 X⁻는 산화된다. Y₂ + 2X⁻ → 2Y⁻ + X₂

ㄷ. (라)에서 Mg 조각을 넣고 시험관을 흔들었을 때 적갈색이 무색으로 변하였으므로, X₂가 Mg와 반응하였을 알 수 있다. (마)에서 Z₂를 넣고 흔들었을 때, 사염화탄소 층이 보라색을 나타내므로 시험관 속에 있는 X⁻과 Y⁻은 Z₂와 반응하지 않았음을 알 수 있다. 따라서 Z₂는 Y₂보다 반응성이 작으므로 환원되기 어렵다.

13. <정답 맞히기> ㄴ. 추운 겨울에는 끓는점이 -0.5°C인 부탄은 액화되어 액체로 존재하므로 겨울에 기화를 쉽게 하기 위해서는 끓는점이 낮은 프로판의 성분비를 높여야 한다.

<오답 피하기> ㄱ. LNG가 LPG보다 끓는점이 낮으므로 액화시키기 어려워 LPG보다 저장과 운반이 어렵다.

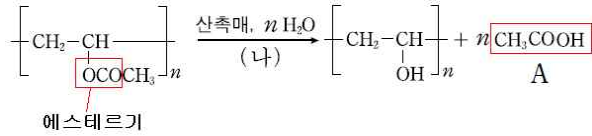
ㄷ. 부탄은 C₄H₁₀(g) + $\frac{13}{2}$ O₂(g) → 4CO₂(g) + 5H₂O(l)의 반응과 같이 산소와 반응하여 완전 연소된다. 따라서 생성된 분자 수비는 CO₂ : H₂O = 4 : 5이다.

14. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 일어난 반응 MgBr₂(aq) + 2KOH(aq) → 2KBr(aq) + Mg(OH)₂(s)이다. 따라서 알짜 이온 반응식은 Mg²⁺(aq) + 2OH⁻(aq) → Mg(OH)₂(s)이다.

<오답 피하기> ㄴ. (나)에서 일어난 반응은 KBr(aq) + AgNO₃(aq) → KNO₃(aq) + AgBr(s)이다. 이 반응에서 Ag⁺은 전자를 잃거나 얻지 않았으므로 산화되거나 환원되지 않았다.

ㄷ. 양금 A는 AgBr이다.

15. <정답 맞히기> ④ 폴리비닐아세테이트가 가지고 있는 에스테르기(-COO-)가 끊어지면서 PVA와 아세트산을 생성하므로 A는 CH₃COOH(아세트산)이다.



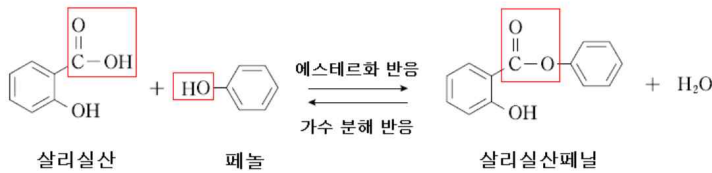
<오답 피하기> ① (가)에서 비닐아세테이트(단위체)의 탄소 사이의 이중결합이 끊어지면서 비닐아세테이트가 계속적으로 첨가 반응이 일어나 폴리비닐아세테이트(중합체)를 생성하였으므로 (가)는 첨가 중합 반응이다.

② 폴리비닐아세테이트가 가지고 있는 에스테르기(-COO-)가 끊어지면서 히드록시기(-OH)를 가지고 있는 PVA와 아세트산을 생성하였으므로 (나)는 가수 분해 반응이다.

③ 폴리비닐아세테이트가 강한 염기인 NaOH에 의해 아세트산나트륨(CH₃COONa)과 히드록시기(-OH)를 가지고 있는 PVA를 생성하였으므로 (다)는 비누화 반응이다.

⑤ PVA는 사슬모양의 고분자 화합물이므로 열가소성 고분자이다.

16. <정답 맞히기> ㄱ. 살리실산페닐을 가수분해하면 살리실산과 페놀(A)이 생성된다. 따라서 살리실산과 페놀의 반응은 카르복시기(-COOH)와 히드록시기(-OH)의 반응에 의해 에스테르(-COO-)가 생성되는 에스테르화 반응이다.



ㄷ. 살리실산페닐에는 페놀이 있으므로 염화철(FeCl₃) 수용액과 정색 반응을 한다.

<오답 피하기> ㄴ. A는 페놀이므로 A를 녹인 수용액은 산성이다.

17. <정답 맞히기> ㄴ. 일정한 양의 기체의 부피가 일정할 때 기체의 압력은 절대 온도에 비례하고, 일정한 양의 기체의 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대 온도에 비례하므로, 일정한 양의 기체의 압력과 부피의 곱도 절대 온도에 비례한다. (가)에서 x축은 $\frac{1}{\text{압력}}$ 이므로 A는

$\frac{1}{2}$ 기압, B는 $\frac{1}{3}$ 기압이다. 또한 A와 B에서의 압력과 부피의 곱(PV)을 각각 구하면 A는 1.0, B는 0.5이다. 따라서 기체의 절대 온도는 A에서가 B에서의 2배이다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에서 A에서의 부피는 2.0L이고 (나)에서 A에서의 밀도가 2.0g/L이므로, 이 기체의 질량(=밀도×부피)은 4.0g이다. 따라서 B에서의 밀도(= $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$)는 $\frac{8}{3}$ g/L이다.

ㄷ. C에서의 부피(= $\frac{\text{질량}}{\text{밀도}}$)는 2.0L이고, 압력은 1.0기압이므로 압력과 부피의 곱은 2.0이다. 따라서 절대 온도는 C에서가 B에서보다 4배 높다. 그러나 분자의 평균 운동 속력은 절대 온도의 제곱근에 비례하므로, 기체 분자의 평균 운동 속력은 C에서가 B에서의 2배이다.

18. <정답 맞히기> ㄷ. 반응한 B 원자 수 $1.2N$ 개 중 N 개는 수소 이온과 반응하였으므로 나머지 $0.2N$ 개는 A^{m+} 과 반응하였다. A^{m+} 과 B^{n+} 의 전하의 비는 $m : n = 2 : 3$ 이므로 반응할 때의 이온 수는 $A^{m+} : B^{n+} = 3 : 2$ 이다. 따라서 $0.2N$ 개의 B가 반응하면 $0.3N$ 개의 A^{m+} 이 반응하므로 수용액 속에 남아 있는 A^{m+} 의 이온 수는 $0.7N$ 개이다.

<오답 피하기> ㄱ. 금속 A 원자를 N 개 녹인 묽은 염산에 금속 B를 넣었을 때, (나)에서 금속 B가 N 개 반응하는 동안 기체가 $1.5N$ 개 발생하였고, (가)에서 추가로 금속 B가 $0.5N$ 개 반응하는 동안 전체 금속 이온 수가 $0.25N$ 개 감소하였다. 그러므로 금속 B는 수소 이온(H^+) 및 A^{m+} 과 모두 반응하였다. 따라서 금속의 반응성은 B가 A보다 크다.

ㄴ. (가)에서 금속 B가 N 개에서 $1.5N$ 개로 $0.5N$ 개 더 반응할 때, 전체 금속 이온 수가 $2N$ 개에서 $1.75N$ 개로 $0.25N$ 개 감소하였으므로, B가 $0.5N$ 개 반응할 때 A^{m+} 은 $0.75N$ 개 반응했음을 알 수 있다. 이온의 전하의 비는 반응한 이온 수의 역수에 비례하므로 전하의 비 $m : n = \frac{4}{3} : 2 = 2 : 3$ 이다. 따라서 m 은 2이다.

19. <정답 맞히기> (가)와 (나)에서 중화 반응으로 생성된 물 분자 수가 N 으로 같으므로 $Ba(OH)_2$ 5mL에 들어 있는 OH^- 이온 수와 HCl 5mL에 들어 있는 H^+ 이온 수가 같다. 이를 바탕으로 혼합 용액 속에 들어 있는 이온 수를 계산하여 정리하면 다음과 같다.

혼합 용액	혼합 용액의 부피(mL) 및 이온 수						혼합 용액 속 전체 음이온 수		중화 반응으로 생성된 물 분자 수
	$Ba(OH)_2(aq)$		HCl(aq)		$Na_2SO_4(aq)$				
(가)	15	$Ba^{2+} 1.5N$ $OH^- 3N$	5	$H^+ N$ $Cl^- N$	10	$Na^+ 2N$ $SO_4^{2-} N$	$\ominus 3N$	$OH^- 2N$ $Cl^- N$	N
(나)	10	$Ba^{2+} N$ $OH^- 2N$	10	$H^+ 2N$ $Cl^- 2N$	10	$Na^+ 2N$ $SO_4^{2-} N$	$2N$	$Cl^- 2N$	$\ominus 2N$
(다)	5	$Ba^{2+} 0.5N$ $OH^- N$	15	$H^+ 3N$ $Cl^- 3N$	10	$Na^+ 2N$ $SO_4^{2-} N$	$3.5N$	$Cl^- 3N$ $SO_4^{2-} \frac{1}{2}N$	N

⑤ 표에서 (가)와 (나) 모두 $Ba^{2+} N$ 과 $SO_4^{2-} N$ 이 반응하였으므로 생성된 양금의 양은 같다.

<오답 피하기> ① 표의 (가)에서 $Ba^{2+} 1.5N$ 중 N 과 $SO_4^{2-} N$ 이 모두 반응하였고, 중화 반응 후 남은 $OH^- 2N$ 과 구경꾼 이온 $Cl^- N$ 이 남아 있으므로 혼합 용액 속 전체 음이온 수(\ominus)는 $3N$ 이다.

(나)에서 $Ba(OH)_2$ 10mL와 HCl 10mL에 들어 있는 OH^- 이온 수와 H^+ 이온 수는 각각 $2N$ 이므로 중화 반응에 의해 생성되는 물 분자 수(\ominus)는 $2N$ 이다. 따라서 $\ominus + \ominus = 5N$ 이다.

② (가)에서 $1.5N$ 의 Ba^{2+} 중 N 이 $SO_4^{2-} N$ 과 반응하므로 남아 있는 Ba^{2+} 이온 수는 $0.5N$ 이다.

③ Na^+ 은 반응하지 않는 구경꾼 이온이므로 (나)에서 $2N$ 이다.

④ (다)에서 $3N$ 의 H^+ 중 N 이 $OH^- N$ 과 반응하므로 남아 있는 H^+ 이온 수는 $2N$ 이다. 또한 반응하지 않는 $Na^+ 2N$ 이 들어 있으므로 전체 양이온 수는 $4N$ 이다.

20. <정답 맞히기> ㄱ. 일정한 온도에서 기체의 분자 수는 압력과 부피의 곱에 비례한다. 콕을 열기 전 실린더 속에 있는 X와 Y의 압력과 부피의 곱을 구하면 각각 3이므로 X와 Y의 분자 수는 $3M$ 이라 할 수 있다. (나) 실험 후 실린더 속 X의 압력은 2.8기압, Y의 압력은 0.9기압이 되었으므로 실린더에 남아 있는 X와 Y의 분자 수는 각각 $2.8M$, $2.7M$ 이다. 콕을 열었다 닫았을 때 A, B로 빠져 나간 분자 수가 Y가 X보다 더 많으므로, 기체 분자의 평균 운동 속력은 Y가 X보다 빠르다. 따라서 분자의 상대적 질량은 X가 Y보다 크며, (가)에서 같은 분자 수가 들어 있는 실린더 속 기체의 부피가 X가 Y보다 작으므로 기체의 밀도는 X가 Y보다 크다.

ㄴ. (다)에서 X의 부피는 1L에서 6L로 6배 증가하므로 압력은 콕을 열기 전 압력(3기압)의 $\frac{1}{6}$ 이 되고, Y의 부피는 3L에서 4L로 $\frac{4}{3}$ 배 증가하므로 압력은 콕을 열기 전 압력(1기압)의 $\frac{3}{4}$ 이 된다. 따라서 (다)에서 용기 A의 압력은 0.5기압, 용기 B의 압력은 0.75기압이므로 기체의 압력은 B에서가 A에서의 1.5배이다.

<오답 피하기> ㄷ. (라)에서 콕 a, b를 닫고 고정 장치 1을 풀면 X의 압력(0.5기압)이 He의 압력(1기압)보다 작으므로 피스톤 1은 왼쪽으로 이동하고, 단위 부피당 분자 수(\propto 압력)가 같아질 때 피스톤 1은 더 이상 이동하지 않는다. 고정 장치 1을 풀기 전 압력과 부피의 곱으로 X와 He의 분자 수 비(\propto 압력 \times 부피)를 구하면 $X : He = 1 : 2$ 이다. 피스톤 1이 더 이상 이동하지 않았을 때, 단위 부피당 분자 수가 같아지려면 He의 부피가 X의 2배가 되어야 하므로, X의 부피는 $\frac{2}{3}L$, He의 부피는 $\frac{4}{3}L$ 이고, 이 때 He의 압력은 보일의 법칙($1기압 \times 1L = P \times \frac{4}{3}L$)에 의해 0.75기압이 된다. 따라서 (라)에서 Y의 압력과 He의 압력이 0.75기압으로 같으므로 (마)에서 피스톤 1을 고정시키고, 고정 장치 2를 풀어도 피스톤 2는 움직이지 않는다.