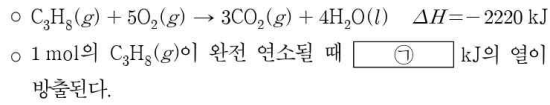


1. 다음은 25 °C, 1 atm에서 프로페인(C_3H_8)의 연소에 대한 열화학 반응식과 이에 대한 설명이다.



㉠은?

- ① 555 ② 1110 ③ 2220 ④ 3330 ⑤ 4440

1몰, 물질 확인하고 2220 쓰면 됩니다.

2. 다음은 X(l)와 Y(l)의 증기 압력 자료와 이에 대한 학생들의 대화이다.



제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? [3점]

- ① A ② C ③ A, B ④ A, C ⑤ B, C

늘 그렇듯 증기 압력, 인력, 끓는점의 관계를 잘 기억해 둡시다. 전부 X가 ~~와 같은 문장이므로 A가 맞는 순간 B, C는 반대로 틀립니다.

3. 표는 1 atm에서 시료 (가)~(라)에 대한 자료이다.

시료	물질	온도(°C)	밀도(g/mL)
(가)	$H_2O(s)$	-10	0.918
(나)	$H_2O(s)$	0	0.917
(다)	$H_2O(l)$	0	a
(라)	$H_2O(l)$	4	1.000

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. $a > 0.917$ 이다.
 ㄴ. 1 g당 부피는 (라)가 (가)보다 크다.
 ㄷ. 1 mL에 들어 있는 H_2O 의 분자 수는 (나)가 (라)보다 크다.

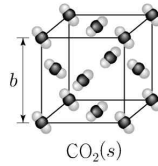
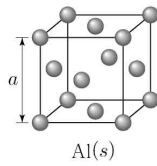
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

늘 나오던 H_2O 밀도 문제를 섞은 문제입니다.

- ㄱ. 액체가 되었고, 최대 밀도가 되는 4도에서보다 작은 $0.917 < a < 1$ 입니다.
- ㄴ. 밀도의 역수이므로 반대로 (가)가 큼니다.
- ㄷ. 분자 수는 H_2O 질량에 비례하고 밀도가 더 큰 (라)가 큼니다.

4. 그림은 $\text{Al}(s)$ 과 $\text{CO}_2(s)$ 의 결정 구조를 모형으로 나타낸 것이다.

$\text{Al}(s)$ 과 $\text{CO}_2(s)$ 의 단위 세포는 한 변의 길이가 각각 a , b 인 정육면체이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. $\text{Al}(s)$ 은 체심 입방 구조를 갖는다.
- ㄴ. $\text{CO}_2(s)$ 은 분자 결정이다.
- ㄷ. $\text{Al}(s)$ 의 단위 세포에 포함된 원자 수는 4이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 면심입니다.

ㄴ. 분자 결정 맞습니다.

ㄷ. 면심은 4개 맞습니다.

5. 다음은 삼투압과 관련된 실험이다.

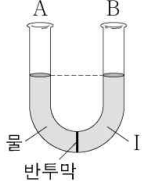
[실험 과정]

(가) 표와 같이 물질 X 또는 Y를 녹인 수용액 I ~Ⅲ을 준비한다.

수용액	용액의 부피 (mL)	용질의 질량(mg)	
		X	Y
I	V	1	0
Ⅱ	V	0	2
Ⅲ	V	2	0

(나) 그림과 같이 반투막으로 분리된 U자관의 A에 물을, B에 I을 같은 높이로 넣고, 평형 상태에서 수면의 높이 차를 측정한다.

(다) I 대신 Ⅱ와 Ⅲ을 각각 사용하여 과정 (나)를 수행한다.



[실험 결과]

수용액	I	Ⅱ	Ⅲ
높이 차(상댓값)	1	1	h

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하고, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이며, 용액은 라울 법칙을 따른다. 물과 수용액의 밀도는 같고, 물의 증발은 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. (나)의 평형 상태에서 수면의 높이는 A에서가 B에서보다 높다.
ㄴ. 화학식량은 Y가 X보다 크다.
ㄷ. $h > 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

- ㄱ. 용액이 있는 B 쪽이 더 높습니다.
 ㄴ. Ⅱ의 용질 질량이 더 큰데 높이 차는 동일하므로 Y가 화학식량이 큼니다.
 ㄷ. I에 비해 몰농도가 2배가 된 경우로 이럴 때 $1 < h < 2$ 라고 하였습니다.

6. 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다.

[학습 내용]

○ F, O, N와 같이 전기 음성도가 매우 큰 원자에 결합된 H 원자와 이웃한 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력을 수소 결합이라 한다.

[가설]

○

㉠

[탐구 과정 및 결과]

○ 4가지 17족 원소의 수소 화합물에 대해 분자량과 기준 끓는점을 조사한다.

화합물	HF	HCl	HBr	HI
분자량	20.0	36.5	80.9	127.9
기준 끓는점(℃)	20	-85	-66	-36

[결론]

○ 가설은 옳다.

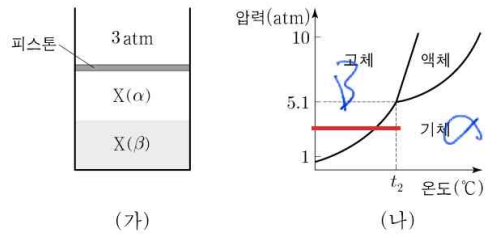
학생 A의 결론이 타당할 때, ㉠으로 가장 적절한 것은? [3점]

- ① 수소 화합물의 분자량이 클수록 기준 끓는점이 높다.
- ② 액체 상태에서 HF 분자 사이에 수소 결합이 존재한다.
- ③ 수소 화합물의 분자량이 클수록 수소 결합의 세기가 크다.
- ④ 기준 끓는점이 HI가 HBr보다 높은 주된 이유는 수소 결합 때문이다.
- ⑤ 17족 원소의 전기 음성도가 작을수록 수소 화합물의 기준 끓는점이 낮다.

지금까지는 이렇게 가설 문제를 객관식으로 낸 적은 없었습니다. 같은 맞는 내용이라도 [학습 내용]과 관련있고 [탐구 과정 및 결과]로 검증 가능한 것이 [가설]에 들어갈 가장 적절한 답이기 때문에, 다음에도 이런 객관식 문제가 출제된다면 시간이 허락하는 선에서 1~5번까지를 간단하게 다 볼 필요는 있습니다. 지금은 ‘실제로 맞는지’와 ‘검증 가능한 내용인지’를 위주로 1~5번 선지를 보겠습니다.

- ① 일단 H_2O 같은 것이 있으니 틀린 선지기도 하고, 여기서는 수소 결합이 하나밖에 없으니 검증도 불가능합니다.
- ② 실제로 맞는 내용이고, 이는 다른 수소 화합물에 비해 분산력이 낮음에도 끓는점이 높은 것으로 검증할 수 있습니다.
- ③ 1번과 동일한 의미의 선지입니다.
- ④ 두 분자 모두 수소 결합이 이루어지지도 않아서 틀렸습니다.
- ⑤ 수소 결합이 하나밖에 없어서 알 수 없는 내용입니다.

7. 그림 (가)는 $t_1^\circ\text{C}$, 3 atm에서 물질 X의 2가지 상이 실린더 속에서 평형을 이루고 있는 것을, (나)는 X의 상평형 그림을 나타낸 것이다. X(α)와 X(β)의 상은 각각 고체, 액체, 기체 중 하나이고, 밀도는 $X(\beta) > X(\alpha)$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. $t_1 > t_2$ 이다.

ㄴ. 6 atm에서 X의 어는점은 $t_2^\circ\text{C}$ 보다 높다.

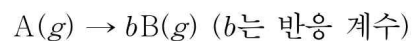
ㄷ. (가)에서 외부 압력을 변화시켜 $t_1^\circ\text{C}$, 5 atm에서 충분한 시간이 흐르면 X(α)의 질량은 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

여기서는 3기압 선을 그으면 고체, 기체로 확정됩니다. 왼쪽 그림을 보고 α 가 당연히 기체라고 생각했을 수도 있겠지만 이런 그림에서 α 가 액체, β 가 고체일 수도 있습니다.

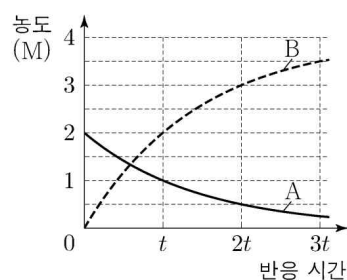
- ㄱ. 빨간 선과 만나는 온도 $t_1 < t_2$ 임을 알 수 있습니다.
- ㄴ. 용해 곡선의 기울기가 양수이니 그렇습니다. 마찬가지로 선을 그려보면 바로 알 수 있습니다.
- ㄷ. 고체 쪽으로 평형이 이동하며 전부 고체로 변합니다.

8. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



그림은 강철 용기에 A(g)를 넣은 후 반응이 진행될 때, 반응 시간에 따른 [A]와 [B]를 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)



<보 기>

ㄱ. $b = 2$ 이다.

ㄴ. 평균 반응 속도는 0~t 동안이 t~2t 동안의 2배이다.

ㄷ. 순간 반응 속도는 t일 때가 3t일 때의 4배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. A가 t 동안 두 번 반감되는 것에서 1차 반응이고 반감기는 t 입니다. 그동안 B의 증가량과 4에 수렴하는 것에서 $b = 2$ 입니다.

ㄴ. 변화량을 직접 계산해도 되고, 1차 반응이고 반감기 한 번 지난 뒤이므로 맞습니다.

ㄷ. 1차 반응이고 반감기 2번 지난 후이므로 4배가 맞습니다.

9. 다음은 CH_3OCH_3 와 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 의 $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서의 생성 엔탈피와 구조식 및 4가지 결합의 결합 에너지에 대한 자료이다.

물질	$\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$		$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$	
생성 엔탈피(kJ/mol)	x		y	
구조식	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	
결합	C-C	C-O	C-H	O-H
결합 에너지(kJ/mol)	348	360	412	463

이 자료로부터 구한 $|x - y|$ 은? [3점]

- ① 39 ② 63 ③ 167 ④ 181 ⑤ 193

$$360 + 412 - 348 - 463 = 12 - 51 = -39$$

10. 그림 (가)와 (나)는 각각 25°C 의

좌우를 비교하여 상쇄되는 결합을 지우고 계산하면 최종 계산식은 $y - x = 360 + 412 - 348 - 463 = 12 - 51 = -39$ 입니다.

10. 그림 (가)와 (나)는 각각 25°C 의 $\text{HA}(aq)$ 과 $\text{BOH}(aq)$ 을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?
(단, 25°C 에서 물의 이온화 상수 (K_w)는 1×10^{-14} 이고, 수용액의 온도는 25°C 로 일정하다.) [3점]

0.2 M $\text{HA}(aq)$ 100 mL pH=3.0	0.1 M $\text{BOH}(aq)$ 100 mL pH=13.0
(가)	(나)

① (가)에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 0.2 M이다. ✗

② (나)에서 OH^- 의 양은 0.1 mol이다. ✗

③ 25°C 에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 5×10^{-6} 이다. ○

④ (가)와 (나)를 모두 혼합한 수용액에서 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{1}{2}$ 이다. |

⑤ 0.1 M $\text{BA}(aq)$ 의 액성은 중성이다. ✗

(가), (나)의 pH를 보고 빠르게 약산, 강염기임을 파악합니다. 각각의 선지 역시 강산/강염기, 약산/약염기의 성질을 비교한 것 혹은 실수할 만한 부분으로 출제하였습니다.

- ① 강산일 때 해당하는 답입니다. 약산이므로 $10^{-3}M$ 입니다.
- ② 0.1M이지만 0.1L이므로 0.01몰입니다.
- ③ 0.2M에서 10^{-3} , 여기에 이온화도 $\frac{1}{2} \times 10^{-2}$ 를 더 곱하면 5×10^{-6} 맞습니다.
- ④ (가)와 (나)에서 산, 염기의 몰수가 2:1이므로 혼합 시 1:1이 됩니다.
- ⑤ B는 구경꾼이온, A는 약염기가 되므로 액성은 약염기가 됩니다. 약염기와 강산의 차이입니다.

11. 표는 부피가 같은 강철 용기 I과 II에 들어 있는 기체에 대한 자료이다. I과 II에서 전체 기체의 질량은 같다.

용기	A(g)의 질량(g)	B(g)의 질량(g)	압력(atm)	온도(K)
I	x	x	$2P$	T
II	$3y$	$5y$	$\frac{5}{4}P$	$\frac{3}{4}T$

$\frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}}$ 은? (단, A와 B는 반응하지 않는다.)

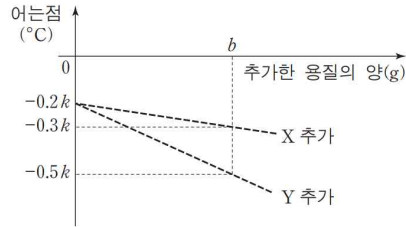
- ① 2
- ② $\frac{11}{4}$
- ③ 4
- ④ 5
- ⑤ 7

같은 온도로 보정해주면 I은 $2P$, II는 $\frac{5}{3}P$ 입니다.

연립방정식을 풀어도 되는데, I과 II의 차이에서 A가 $\frac{1}{4}x$ 감소하였을 때 압력이 $\frac{1}{3}P$ 감소하였으므로, 전부 B일 때는 압력 $2P - \frac{1}{3}P \times 4 = \frac{2}{3}P$, 전부 A일 때는 압력 $2P + \frac{1}{3}P \times 4 = \frac{10}{3}P$ 로 답은 4번입니다.

이러한 선형성의 개념은 [2017.06.16.] 문항을 주제로 다루어 보았습니다.

16. 그림은 1기압에서 물 1kg에 ㉠X와 Y의 혼합물 ag 을 녹여 만든 수용액 A에 X 또는 Y를 추가할 때, 추가한 용질의 양에 따른 용액의 어는점을 나타낸 것이다. 물의 몰랄 내림 상수(K_f)는 $k^\circ\text{C}/m$ 이다.

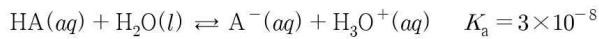


㉠에 들어 있는 $\frac{X \text{의 질량}}{Y \text{의 질량}}$ 은? (단, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이고 서로 반응하지 않는다.) [3점]

- ① $\frac{b-3a}{2b-2a}$ ② $\frac{3a-2b}{2b-a}$ ③ $\frac{2b-a}{3a-2b}$
 ④ $\frac{3a-b}{2b-3a}$ ⑤ $\frac{3a-2b}{b-3a}$

답은 2번입니다.

12. 다음은 수용액에서 약산 HA의 이온화 반응식과 25°C 에서의 이온화 상수(K_a)이다.



그림은 1L 수용액 (가)~(다)에 녹아 있는 용질의 양을 나타낸 것이다.

NaCl 0.5 mol	HA 0.5 mol	NaA 0.25 mol HA 0.25 mol
(가)	(나)	(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25°C 로 일정하고, 고체의 용해에 의한 수용액의 부피 변화는 무시한다.)

<보 기>

☒ ㄱ. (가)는 완충 용액이다.

☒ ㄴ. pH는 (다)가 (나)보다 크다.

☒ ㄷ. NaOH(s) 0.01 mol을 (가)와 (다)에 각각 첨가하여 녹였을 때 pH 변화는 (가)가 (다)보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

- ㄱ. 완충 용액의 정의상 약산과 약산의 짝염기 HA와 A^- 가 다 있어야 합니다. (X)
 ㄴ. 적정 곡선 상 당연합니다. (O)
 ㄷ. (다)가 완충 용액이니 그렇습니다. (O)

13. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

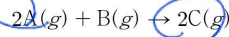
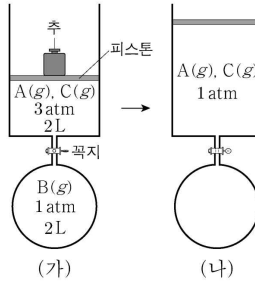


그림 (가)는 실린더에 A(g)와 C(g)를, 강철 용기에 B(g)를 넣은 초기 상태를 나타낸 것이고, (나)는 꼭지를 열고 반응이 완결된 후, 추를 제거하고 충분한 시간이 흐른 상태를 나타낸 것이다. (나)에서 A(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{6}$ 이다.



(가)의 실린더 속 A(g)의 부분 압력은? (나)의 실린더 속 C(g)의 부분 압력은? (단, 온도는 일정하고, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

- ① 2 ② $\frac{5}{2}$ ③ 3 ④ $\frac{10}{3}$ ⑤ $\frac{7}{2}$

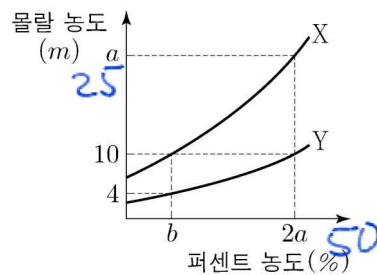
21

A와 C의 계수가 같다는 것에서 반응 전후 A, C의 몰수합이 같다는 걸 알아야 합니다. 따라서 반응 후에도 A, C 몰수합은 6이니 A의 몰분율에서 A, C 1, 5몰로 쓸 수 있고 다시 반응식을 거슬러 가면 A, B, C 몰수는 5, 2, 1몰입니다.

(가)의 A와 (나)의 B의 몰분율은 $\frac{5}{6}$ 로 같지만 전체 압력이 각각 3, 1atm이므로 답은 3번입니다.

14.

14. 그림은 X(aq)과 Y(aq)의 몰랄 농도를 퍼센트 농도에 따라 나타낸 것이다.



$\frac{b}{a}$ 는? [3점]

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{4}{7}$ ③ $\frac{3}{4}$ ④ $\frac{8}{7}$ ⑤ $\frac{3}{2}$

용매 질량 : 용질 질량 용매 질량 : 용질 몰수

10m	1 : 1	1 : 10
4m	1 : 0.4	1 : 4

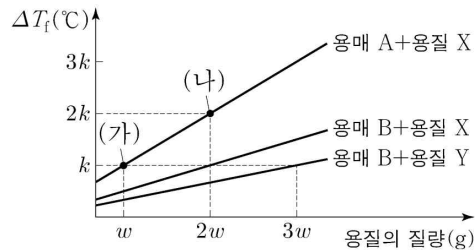
용매, 용질의 관계를 늘 강조합니다. 퍼센트 농도가 곧 용매 질량 : 용질 질량을 나타낸다고

하였고, 몰랄 농도는 용매 질량 : 용질 몰수를 나타낸다고 하였습니다. 즉 퍼센트 농도 → 몰랄 농도로 변환할 때 분자량에 의해서만 결정되며, $b\%$ 에서 $4 \rightarrow 10$ 으로 2.5배 되는 것은 $2a\%$ 에서도 마찬가지입니다. $a = 25$ 입니다.

Y에서 퍼센트 농도 50%일 때 용매 : 용질 질량비 1:1이고, 용매 질량 : 용질 몰수비는 용질 질량비에 10을 곱한 1:10임을 알 수 있습니다.

그런데 $b\%$ 에서는 용매 질량 : 용질 몰수비가 1:4이므로 용매 : 용질 질량비는 1:0.4, $b = \frac{2}{7} \times 100 = \frac{200}{7}$ 입니다. 답은 4번입니다. 손풀이의 화살표를 따라가면 쉽게 이해할 수 있을 것입니다.

15. 그림은 $t^\circ\text{C}$, 1 atm에서 A(l)와 B(l) 각 100 g에 X 또는 Y를 녹여 만든 용액의 어는점 내림(ΔT_f)을 용질의 질량에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 비휘발성, 비전해질이고, 용액은 라울 법칙을 따른다.)

- <보 기>
- ㄱ. 몰랄 내림 상수(K_f)는 A가 B보다 크다.

ㄴ. $t^\circ\text{C}$ 에서 용액의 증기 압력 내림은 (나)가 (가)의 2배이다.

ㄷ. A(l) 200 g에 Y 3w g을 녹인 용액의 ΔT_f 은 $2k^\circ\text{C}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

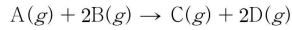
용매, 용질이 전부 다른 그래프입니다. 용매만 다른 그래프부터 비교해봅시다.

ㄱ. 그래프의 기울기가 2배이니 맞습니다.

ㄴ. 증기 압력 내림은 몰분율에 비례하고, 이는 항상 2배보다 작다고 하였습니다.

ㄷ. 용매의 종류가 A로 바뀌는 데에서 2배, 용매의 양이 2배가 되는 것에서 $k \times 2 \div 2 = k$ 입니다.

16. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.



표는 온도 T에서 부피가 같은 강철 용기에 혼합 기체의 압력이 2 atm이 되도록 A(g)와 B(g)를 넣은 후 반응을 완결시킨 실험 I과 II에 대한 자료이다.

실험	반응 전 B(g)의 몰 분율	반응 후 C(g)의 부분 압력(atm)
I	a	b
II	2a	$\frac{1}{2}b$

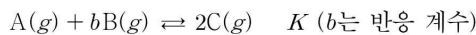
a+b는? (단, 온도는 일정하다.)

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{4}{9}$ ③ $\frac{5}{9}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ $\frac{8}{9}$

2

상황을 이해하는 것이 중요한 문항입니다. B의 몰분율이 늘었는데 C의 부분 압력(몰수)가 감소했다는 것은 반응이 적게 일어났음을 뜻합니다. 즉, 우측 그래프와 같은 상황으로 모든 A, B가 반응하는 몰분율인 $\frac{2}{3}$ 를 기준으로 $a < \frac{2}{3}$ 이고 $\frac{2}{3} < 2a < 1$ 인 상황입니다. 따라서 I에서는 B가 전부 반응하고, II에서는 A가 전부 반응하는 것으로 이해하면 됩니다. 시험 볼 때에는 이 과정을 B가 더 많아졌는데 C가 적어졌네? 그럼 II는 A가 다 반응한 것일 거고 I은 B가 다 반응한 것이겠네~ 정도의 생각만 하면 됩니다. I에서 반응 전 B 2a기압이 반응 후 C a기압이 될 테니 $a=b$ 이고, II에서 반응 전 A $2(1-2a)$ 기압이 $\frac{1}{2}b$ 기압이 될 것이므로 식을 풀어주면 $a=b=\frac{4}{9}$ 로 답은 5번입니다.

17. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



그림은 온도 T에서 강철 용기에 혼합 기체가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 표는 반응이 진행되어 도달한 평형 상태에 대한 자료이다. 초기 상태에서 반응 지수(Q)는 20이다.

A(g) x mol B(g) 3x mol C(g) 3x mol 2L
--

기체	A(g)	B(g)	C(g)
몰 분율	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$

T에서 K는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{25}$ ② $\frac{4}{25}$ ③ $\frac{1}{5}$ ④ $\frac{2}{5}$ ⑤ $\frac{16}{25}$
- Handwritten calculations:
 $2x$
 $5x$
 x
 $b=2$
 $\frac{2}{x} = 20$
 $\frac{1}{25} \times \frac{2}{2x} = \frac{2}{5}$

계수 b 를 아는 방법으로는 평형 상수 Q, K 의 관계를 이용하거나 반응식에서 반응 전후 몰수 비교를 해야 하는데, 전자를 모르므로 후자의 방법으로 계수 b 를 알아내야 한다고 풀이를 시작해야 합니다.

(B는 모르므로) A, C의 몰수에서 일차방정식 $1+k=2(3-2k)$ 을 세우거나 직관을 이용하여 반응 후 A, C가 $2x, x$ 몰임을 알아내야 합니다. 이러면 반응 후 B는 $5x$ 이므로 $b=2$ 입니다.

반응 전 $\frac{(3x)^2 \times 2}{x \times (3x)^2} = \frac{2}{x} = 20$ 에서 $x=0.1$ 임을 알 수 있고, (*B, C의 계수가 같으므로 $(3x)$ 항이 소거됨을 생각하면 조금 더 편합니다.)

반응 후에 대입하면 $\frac{2}{5}$ 가 나옵니다.

18. 다음은 P_{atm} 에서 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 열화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.

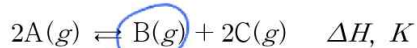
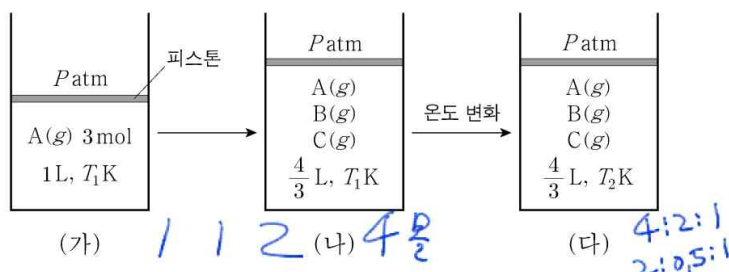


그림 (가)는 T_1 K에서 실린더에 A(g)가 들어 있는 초기 상태를, (나)는 (가)에서 반응이 진행되어 도달한 평형 상태를, (다)는 (나)의 온도를 T_2 K로 변화시킨 후 반응이 진행되어 도달한 새로운 평형 상태를 나타낸 것이다. (다)에서 C(g)의 부분 압력은 $\frac{2}{7} P_{\text{atm}}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. $\Delta H < 0$ 이다. $\Delta T \cdot \Delta H < 0$

ㄴ. $\frac{T_2 \text{ K에서 } K}{T_1 \text{ K에서 } K} = \frac{1}{32}$ 이다. $\frac{1}{8} = \frac{1}{32}$

ㄷ. $\frac{T_2}{T_1} = \frac{9}{8}$ 이다. $\frac{8}{9}$

$4:3:5$

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17번과 비슷하게 반응식에서 몰수를 알아내는 것이 중요합니다.

(가)→(나)일 때 3몰 → 4몰로 1몰 증가하였으므로 반응식 계수에서 B가 1몰이고 C가 2몰, A가 1몰입니다.

다음은 (다)인데, 부분 압력에서 $A:B:C=4:1:2$ 이므로, A로 몰아 생각하면 초기 A 3몰 중

반응 후 A는 2몰이 되고, B, C는 각각 0.5, 1몰입니다.

ㄱ. (나)→(다)에서 역반응으로 몰수가 감소하였는데 (ΔK (-)), 부피는 그대로이므로 온도는 증가하였고 (ΔT (+)), $\Delta H < 0$ 입니다.

(다)의 몰수를 먼저 구하지 않았다면 ΔK 가 (+)인지 (-)인지 판단이 헷갈렸을 수도 있는데 (+)든 (-)든 ΔT , ΔK 의 부호는 반대여야 함을 알 수 있습니다. 이렇게 출제되더라도 판단할 수 있도록 잘 기억해 둡시다.

ㄴ. 부피가 동일하니 몰수만으로 계산하면 쉽게 $\frac{1}{32}$ 이 나옵니다.

ㄷ. 17번처럼 계산하는 방법에 두 가지가 있습니다. 단순 몰수 합으로 비교하는 방법과 평형 상수 K 로부터 계산하는 방법입니다. 4몰과 3.5몰이니 쉽게 $\frac{8}{7}$ 임을 알 수 있습니다. (다)에서 몰분율이 $\frac{2}{7}$ 로 나오는 것에서 ㄷ의 답에는 분모 혹은 분자에는 7이 들어가야 함을 직관적으로 이해하면 ㄷ을 틀렸다고 넘어갈 수 있습니다.

평형 상수 K 로부터 계산하는 방법은 따로 추가하진 않겠지만, 이를 다른 문항이 [2017.11.19.]이니 참고하시길 바랍니다.

19. 다음은 A가 B와 C를 생성하는 반응의 열화학 반응식과, 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다. a 는 정수이다.

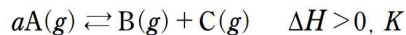
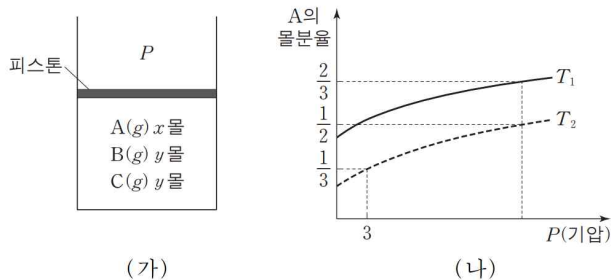


그림 (가)는 실린더에서 이 반응이 일어나 평형에 도달한 상태를, (나)는 (가)에서 절대 온도가 T_1 또는 T_2 일 때 압력 P 에 따른 A의 몰분율을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

— < 보 기 > —

- ㄱ. $T_1 < T_2$ 이다.
 ㄴ. $\frac{T_2 \text{에서의 } K}{T_1 \text{에서의 } K} = \frac{3T_1}{T_2}$ 이다.
 ㄷ. (가)의 실린더에 $\text{He}(g)$ 1몰을 넣은 후 3기압, T_2 일 때 도달한 평형에서 몰수는 B가 A보다 크다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ
 답은 5번입니다.

19. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다.

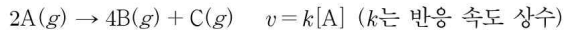
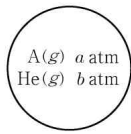
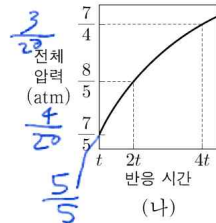


그림 (가)는 강철 용기에 A(g)와 He(g)이 들어 있는 초기 상태를, (나)는 반응 시간에 따른 용기 속 기체의 전체 압력을 나타낸 것이다. 2t일 때 B(g)의 부분 압력은 c atm이다.



(가)



(나)

c-b는? (단, 온도는 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{2}{15}$ ② $\frac{1}{5}$ ③ $\frac{4}{15}$ ④ $\frac{1}{3}$ ⑤ $\frac{2}{5}$

$$\begin{aligned} 1 &\rightarrow 1.8 \\ 1.5a &= 0.8 \\ a &= \frac{8}{15}, b = \frac{7}{15} \\ C &= \frac{8}{15} \times \frac{3}{4} \times 2 \\ &= \frac{12}{15} \end{aligned}$$

t→2t, 2t→4t의 변화량을 비교하면 $\frac{4}{20} \cdot \frac{3}{20}$ 으로 농도 패턴을 이해하고 있다면 바로 반감기 t

라고 답해야 합니다. (정확히는 1차 반응임이 주어졌기 때문에 바로 확정할 수 있습니다.) 이

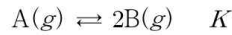
러면 0초일 때 a+b=1일 것입니다. 계산의 편의를 위해 반응 초기와 반응 완결점을 생각합니다. 반응이 완결되면 초기 1기압에서 1.8기압이 될 것이고, 반응물의 계수 2와 생성물의 계수 5에서 1.5a=0.8이 됨을 알 수 있습니다. 따라서 $a = \frac{8}{15}, b = \frac{7}{15}$ 입니다.

반감기가 두 번 된 2t이므로 $\frac{3}{4}$ 을 곱하고, 계수비가 2배이므로 $c = \frac{12}{15}$ 가 됩니다.

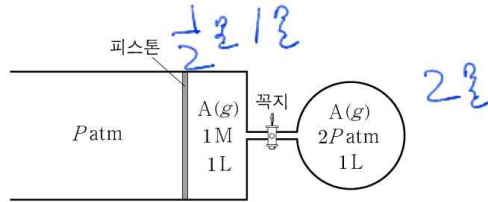
c-b = $\frac{7}{15}$ 입니다.

현장에서 잘 못 풀었어도 풀이 과정을 다시 돌이켜보면 딱히 어려운 발상은 없었을 것입니다. 반응식의 계수에서 계산하는 것을 막힘 없이 잘할 수 있어야 합니다. 주먹구구식이 아니라 본인만의 체계가 있고 그대로 수행할 수 있어야 합니다. 이번 시험지는 전체적으로 그러함이 컨셉입니다.

20. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 농도로 정의되는 평형 상수(K)이다.



그림은 온도 T에서 꼭지로 분리된 실린더와 강철 용기에 A(g)가 각각 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 실린더와 강철 용기에서 반응이 진행되어 각각 도달한 평형 상태에서 실린더 속 A(g)의 몰 분율은 $\frac{1}{3}$ 이고, 강철 용기 속 B(g)의 몰 농도는 x M이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도와 외부 압력은 일정하고, 연결관의 부피 및 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. T에서 $K=2$ 이다.

ㄴ. $x = \frac{4}{3}$ 이다.

ㄷ. 꼭지를 연 후 새로운 평형에 도달하면 전체 기체의 부피는 $\frac{13}{3}$ L보다 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

몰농도를 제시하긴 했지만 전부 1L로 제시되어 있어 사실상 몰농도가 몰수입니다. 만약 부피가 1L가 아니었다면 조금 더 복잡할 수 있는 문제로 [2021.06.20.]과 성격이 비슷합니다.

ㄱ. 실린더에서 몰분율로 A, B 각각 $\frac{1}{1 + \frac{2}{2}} = \frac{1}{2}$, $\frac{2}{1 + \frac{2}{2}} = 1$ 몰입니다. 부피까지 고려하면

$K = \frac{4}{3}$ 가 나옵니다. ㄱ의 $K=2$ 는 부피를 고려하지 않은 답입니다.

ㄴ. 직관적으로 $\frac{4}{3}$ 라는 숫자가 나오려면 분모, 분자에 3이 들어가 있어야 하므로 가능한 후보를 생각해봅시다. 일차방정식으로 풀어도 되겠지만 이 정도는 직관으로 해결할 수 있으면 좋겠습니다. 이 문제는 합답형이므로 $x = \frac{4}{3}$ 라고 제시된 값을 대입해서 $K = \frac{4}{3}$ 가 맞는지 확인하는 것도 좋은 방법입니다.

ㄷ. 반응 전 왜 이런 숫자를 주었는지 이해는 잘 되지 않지만, 제시된 그대로 대입해서 비교해보면 됩니다. 총 3몰에서 $\frac{13}{3}$ 몰이 된 상황은 $\frac{4}{3}$ 몰 반응하여 A $\frac{5}{3}$, B $\frac{8}{3}$ 몰인 상황입니다.

이때 $Q = \frac{64}{65}$ 로 $K = \frac{4}{3}$ 보다 작으므로 정반응이 일어나며 $\frac{13}{3}$ 몰보다 크게 됩니다.