딱히 해설할 만한 문항이 많지 않습니다. 시험 전반적으로 할 만한 코멘트도 많지 않고요. 아주 기본기적인 내용들을 적용하는 데 문제가 없었나? 정도를 점검하는 정도의 의미만 있을 것 같습니다.
해설도 특별한 코멘트 없이 담백하게 적은 것이 많습니다. 이번 시험 자체보다는 관련 문항들 몇개 더 풀어보는 게 좋을 것 같습니다.

1. 다음은 물의 광분해에 대한 설명이다.

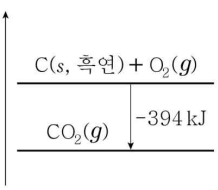
> 물의 광분해는 태양광 에너지를 이용하여 물을 분해하는 방법이다. 물이 광분해될 때 광촉매 전극에서 산소 기체가, 백금 전극에서 [(가)] 기체가 발생한다.

(가)로 가장 적절한 것은?

① 수소 ② 질소 ③ 메테인
④ 암모니아 ⑤ 이산화 탄소

물 광분해 개념은 자주 출제되므로 전극별로 잘 기억해 두도록 합시다. 빠르게 생각이 나지 않더라도 광촉매 전극에서 '산소' 기체가 생성된다는 것에서 반대로 (가)는 '수소'임을 실전에서 생각하고 넘어갈 수 있습니다.

2. 그림은 25℃, 1 atm에서 C(*s*, 흑연)의 연소 반응에 대한 엔탈피(*H*) 변화를 나타낸 것이다.



25℃, 1 atm에서 이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃, 1 atm에서 C(*s*, 흑연), $O_2(g)$의 생성 엔탈피는 0이다.)

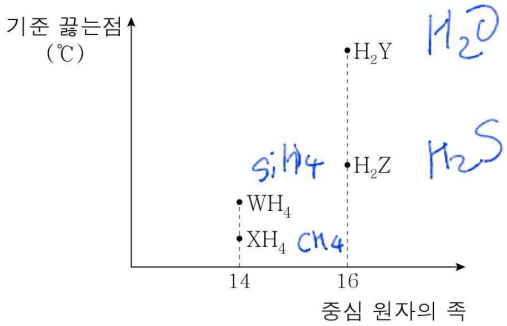
< 보 기 >

ㄱ. $C(s, 흑연) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 0보다 작다.
ㄴ. $CO_2(g)$의 생성 엔탈피는 −394 kJ/mol이다.
ㄷ. C(*s*, 흑연) 2 mol과 $O_2(g)$ 2 mol이 반응하여 $CO_2(g)$ 2 mol이 생성될 때 788 kJ의 열이 방출된다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

도식 보고 그대로 답 내면 되고, ㄷ 몰수 변화할 때 방출하는 것 체크하면 됩니다.

3. 그림은 WH_4, XH_4, H_2Y, H_2Z의 중심 원자의 족과 기준 끓는 점을 나타낸 것이다. W ~ Z는 2, 3주기 원소이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W ~ Z는 임의의 원소 기호이다.)

< 보 기 >

ㄱ. 원자 번호는 X > W이다.

ㄴ. 분자 사이의 인력은 $H_2Z(l)$ > $WH_4(l)$이다.

ㄷ. $H_2Y(l)$는 분자 사이에 수소 결합을 한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

이해를 돕기 위해 해당하는 분자들도 적었지만, ㄱ, ㄴ, ㄷ를 풀면서 굳이 필요하지는 않습니다. 도식만을 보고 비교해봅시다.

ㄱ. 14족에서는 분산력만 보면 되니 끓는점 높은 쪽이 원자 번호도 큽니다.

ㄴ. 끓는점만 비교하면 됩니다.

ㄷ. 16족, 2,3주기에서 끓는점 높은 쪽을 물어보고 있으니 수소 결합을 생각해야 하고, H_2O일 것입니다.

4. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k는 반응 속도 상수이고, m은 반응 차수이다.

$$\mathrm{A}(g) \rightarrow 2\mathrm{B}(g) \qquad v = k[\mathrm{A}]^m$$

표는 TK에서 강철 용기에 A(g)를 넣고 반응시킨 실험 Ⅰ~Ⅲ에 대한 자료이다.

실험	A(g)의 초기 농도(M)	초기 반응 속도(M/s)
Ⅰ	a	b
Ⅱ	$2a$	$4b$
Ⅲ	x	$6b$

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

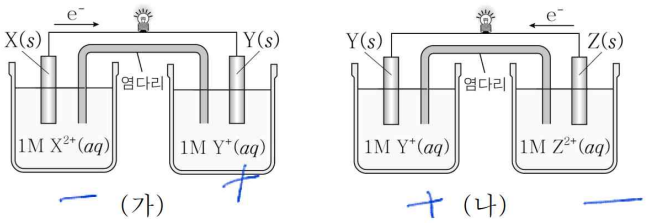
< 보 기 >

ㄱ. $m = 2$이다.
ㄴ. $x = 3a$이다.
ㄷ. k는 Ⅱ에서가 Ⅰ에서보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. I과 II를 비교했을 때 농도는 2배이고 반응 속도는 4배가 되었으므로 $m = 2$입니다.
ㄴ. 1차 반응이라고 생각하고 II와 III을 비교했을 때 나오는 오답입니다. 굳이 정확한 숫자를 구하자면 $x = \sqrt{6}a$일 것입니다.
ㄷ. 초기 농도만 변했으므로 k는 일정합니다.

5. 그림은 금속 X ~ Z를 전극으로 사용한 화학 전지 (가)와 (나)에서 전지 반응이 진행될 때 전자의 이동 방향을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X ~ Z는 임의의 원소 기호이고, 온도는 25℃로 일정하다.)

< 보 기 >

ㄱ. 금속의 이온화 경향은 X > Y이다.

ㄴ. (나)에서 Z^{2+}은 환원된다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 Y(*s*) 전극은 모두 (+)극이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

화학 전지이고, (가), (나) 전자 이동 방향을 보고 (+), (-)를 쓰고 시작합니다.

ㄱ. 화학 전지에서 (-)극 쪽이 이온화 경향이 큽니다. X > Y입니다.

ㄴ. 화학 전지에서 (-)극 쪽이 산화됩니다. 정확히는 Z(*s*)가 산화되는 것입니다.

ㄷ. 둘 다 (+)극 맞습니다.

6. 표는 A(*aq*)과 B(*aq*)의 농도에 대한 자료이다.

수용액	퍼센트 농도(%)	몰랄 농도(*m*)
A(*aq*)	20	$7a$
B(*aq*)	30	$8a$

$\frac{\text{A의 화학식량}}{\text{B의 화학식량}}$은?

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

결국 퍼센트 농도를 몰랄 농도로 변환하는 문제입니다. 반대로 몰랄 농도를 퍼센트 농도로 변환해도 되고 그것은 마음대로입니다.

이것저것 정확히 계산해볼 수도 있겠지만, 이 풀이에서는 정의에 따라 간단히 비교해봅시다.

퍼센트 농도를 몰랄 농도의 정의와 비슷한 형식으로 써봅시다.

$\frac{\text{용질 몰수}}{\text{용매 질량}} = (\frac{\text{용질 질량}}{\text{용매 질량}}) \times \frac{1}{(\text{분자량})}$, $\frac{\text{용질 몰수}}{\text{용매 질량}}$이 몰랄 농도이고 $\frac{\text{용질 질량}}{\text{용매 질량}}$은 퍼센트 농도에서 $\frac{1}{4}, \frac{3}{7}$과 같이 알아낼 수 있습니다.

$\frac{1}{4} : \frac{3}{7} = 7 : 12$이고, 몰랄 농도$(= \frac{\text{용질 몰수}}{\text{용매 질량}})$는 7 : 8이므로 $\frac{1}{(\text{분자량})}$은 3 : 2이고 분자량은 2 : 3입니다. 역수 관계를 잘 파악하여 2 : 3과 3 : 2를 헷갈리지 않도록 합시다. 이해하기 쉽게

이렇게 풀어 적었으나, 분자량이 분모에 들어간다는 사실을 이해하면 쉽게 역수 관계를 파악하여 암산으로 2:3임을 결론내릴 수 있었을 것입니다.

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

$$A(g) \rightarrow 2B(g)$$

표는 강철 용기에 A(g)를 같은 농도로 넣고 반응시킨 실험 Ⅰ~Ⅲ에 대한 자료이다. $v_2 > v_3$이고, 반응의 활성화 에너지(E_a)는 Ⅲ > Ⅰ 이다.

실험	온도(K)	첨가한 촉매	초기 반응 속도(M/s)
Ⅰ	T_1	없음	v_1
Ⅱ	T_1	X(s)	v_2
Ⅲ	T_2	X(s)	v_3

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. $T_1 > T_2$이다.
ㄴ. X(s)는 정촉매이다.
ㄷ. $v_1 > v_3$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. II와 III의 비교에서 $T_1 > T_2$입니다.

ㄴ, ㄷ I과 III의 비교에서 부촉매임을 알 수 있고, $v_1 > v_3$입니다.

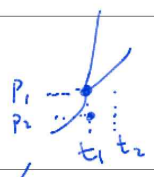
8. 표는 압력과 온도에 따른 H_2O과 CO_2의 안정한 상을 나타낸 것이다.

압력(atm)	온도(℃)	H_2O의 안정한 상	CO_2의 안정한 상
P_1	t_1	고체	고체, 액체, 기체
	t_2		㉠
P_2	t_1	고체	기체
	t_2	액체	

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. $t_1 > t_2$이다.
ㄴ. $P_1 > P_2$이다.
ㄷ. ㉠은 기체이다.



① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

상평형 그래프를 그리고 온도, 압력을 비교하는 연습을 하기 좋은 문제입니다. 표를 해석하는

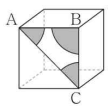
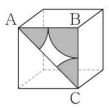
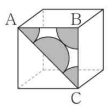
데에 지체되는 부분이 없었는지 점검합시다.

ㄱ. t_1과 t_2를 비교할 수 있는 표는 H_2O, P_2에서입니다. 상평형 그래프를 그리지 않아도 고체 -> 액체로의 변화이므로 $t_1 < t_2$입니다.

ㄴ. P_1과 P_2를 비교할 수 있는 표는 CO_2, t_1에서입니다. 상평형 그래프를 그려보면 $P_1 > P_2$입니다. 굳이 그래프를 그리지 않아도 기체가 되었다는 것은 압력이 작아졌다는 것으로 이해해도 좋습니다.

ㄷ. 이것 역시 상평형 그래프에서 확인해도 좋고, 온도가 증가해서 기체가 된 것으로 이해해도 좋습니다.

9. 표는 금속 X ~ Z 결정의 단위 세포 모형과 단위 세포에 포함된 원자 수를 나타낸 것이다. 단위 세포 모형에서 면 ABC만 나타내었고, X ~ Z의 결정 구조는 각각 단순 입방 구조, 체심 입방 구조, 면심 입방 구조 중 하나이다.

금속	X	Y	Z
단위 세포 모형			
단위 세포에 포함된 원자 수	2 체	a 단	b 면

X의 결정 구조와 $a + b$로 옳은 것은? (단, X ~ Z는 임의의 원소 기호이다.)

1 4

	X의 결정 구조	$a + b$
①	단순 입방 구조	5
②	단순 입방 구조	6
③	체심 입방 구조	5
④	체심 입방 구조	6
⑤	면심 입방 구조	3

단면이 핵심 힌트로 제시되었습니다. X와 Y는 비슷해보이지만 각 사분원 간에 접하는지 접하지 않는지로 체심, 단순을 구별할 수 있습니다. 접하지 않는 것이 체심이고 접하는 것이 단순입니다. 이 문제에서는 단위 세포에 포함된 원자 수를 제시해서 X가 체심임을 더 확실하게 할 수 있습니다.

단순, 면심에서 $a = 1, b = 4$이므로 답은 3번입니다.

10. 다음은 액체 A와 B에 대한 자료이다.

- t_1℃에서 A(l)의 증기 압력은 P_1 atm, B(l)의 증기 압력은 P_2 atm이다.
- P_1 atm에서 끓는점은 A(l)가 B(l)보다 높다.
- P_2 atm에서 A(l)의 끓는점은 t_2℃이다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

< 보 기 >

ㄱ. $P_1 > P_2$이다.

ㄴ. $t_2 > t_1$이다.

ㄷ. t_2℃에서 증기 압력은 A(l)가 B(l)보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

증기 압력과 끓는점, 인력 간의 관계를 묻는 문항입니다.

ㄱ. 증기 압력과 끓는점의 관계는 반대이므로, 증기 압력은 A < B, 끓는점/인력은 A > B의 관계가 성립합니다.

ㄴ. 증기 압력이 커졌다는 것은 온도가 증가했다는 것입니다. $t_2 > t_1$입니다.

ㄷ. 온도가 바뀌었어도 증기 압력 대소 관계는 변하지 않습니다. A < B입니다.

11. 다음은 25℃, 1 atm에서 2가지 열화학 반응식과 이와 관련된 3가지 결합의 결합 에너지에 대한 자료이다.

- $H_2O_2(l) \rightarrow H_2O_2(g)$ $\quad \Delta H = 52$ kJ
- $2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$ $\quad \Delta H = x$ kJ

결합	O−H	O−O	O=O
결합 에너지(kJ/mol)	460	180	498

이 자료로부터 구한 x는? [3점]

① −266 ② −242 ③ −86 ④ −34 ⑤ −17

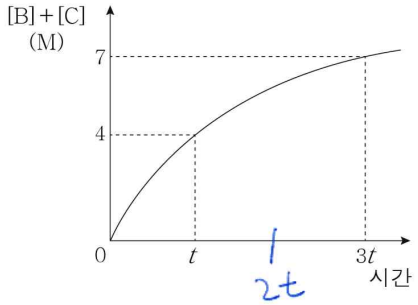
$x - 104 = 180 \times 2 - 498$

평범한 반응 엔탈피 문제입니다. 결합 에너지 식을 쓰기 위해 $H_2O_2(l)$을 소거하고, 좌우 식을 비교해서 결합 에너지를 계산하면 됩니다. O−H도 제시되어 있지만 좌우를 비교하면 동일하기 때문에 불필요한 정보입니다. 올해 이러한 문제가 또 나온 적이 있기 때문에 한번 유심히 보고 넘어가면 좋습니다.

12. 다음은 A(g)로부터 B(g)와 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k는 반응 속도 상수이다.

$$2\mathrm{A}(g) \rightarrow b\mathrm{B}(g) + \mathrm{C}(g) \quad v = k[\mathrm{A}] \quad (b\text{는 반응 계수})$$

그림은 TK에서 1 L 강철 용기에 A(g) 3.2 mol을 넣어 반응시킬 때, 시간에 따른 생성물의 농도의 합([B] + [C])을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 TK로 일정하다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. 이 반응의 반감기는 t이다.

ㄴ. $b = 4$이다.

ㄷ. $2t$일 때 용기에 들어 있는 기체의 양(mol)은 B(g)가 A(g)의 6배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 반감기, $\frac{1}{4}$감기의 해석이 중요합니다. $0 \rightarrow t$ 구간 동안 4M, $t \rightarrow 3t$ 동안 3M 변화하였으므로 $\frac{3}{4}$배로 $2t$가 $\frac{1}{4}$감기, t가 반감기가 됩니다.

ㄴ. 반감기를 지났을 때, A 1.6몰이 감소하고 B, C가 4몰 증가한 것으로 생각해서 $b = 4$를 구해도 되고, 반감기 동안 B, C 4몰 증가했으니 최종 8몰으로 3.2→8로 $b = 4$를 구해도 됩니다.

ㄷ. $\frac{1}{4}$감기를 지났고, 계수비가 1 : 2이므로 $1 : 3 \times 2 = 1 : 6$입니다.

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

$$A(g) \rightleftarrows 2B(g) \quad K = 18$$

표는 TK에서 강철 용기 (가)와 (나)에 A(g)와 B(g)를 넣은 초기 상태에 대한 자료이다.

용기	A(g)의 초기 농도(M)	B(g)의 질량 백분율(%)	반응 지수 (Q)
(가)	0.25	80	
(나)	0.5	x	2

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 TK로 일정하다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. (가)에서 B(g)의 초기 농도는 2 M이다.

ㄴ. (가)에서 평형에 도달하기 전까지 역반응이 우세하게 진행된다.

ㄷ. $x = 40$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

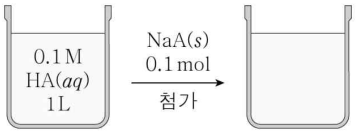
A와 B의 분자량 2 : 1에서 질량을 몰수로 변환합시다.

ㄱ. (가)에서 질량비 A : B = 2 : 8이니 몰수비는 1 : 8이고, B는 2M입니다.

ㄴ. (가)에서 Q를 계산하면 16이고, $Q < K$이므로 정반응이 진행됩니다.

ㄷ. $\frac{[B]^2}{0.5} = Q = 2$에서 [B] = 1M이고, ㄱ과는 반대로 몰수비 1 : 2에서 질량비 $1 \times 2 : 2 = 1 : 1$이고 $x = 50$입니다.

14. 그림 (가)는 약산 HA의 수용액을, (나)는 (가)에 NaA(s) 0.1 mol을 첨가한 용액을 나타낸 것이다. 25℃에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 4×10^{-5}이다.



(가) (나)

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 용질의 용해에 따른 용액의 부피 변화는 무시한다.)

< 보 기 >

ㄱ. (가)에서 $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-3}$ M이다.

ㄴ. (나)는 완충 용액이다.

ㄷ. pH는 (가)와 (나)가 같다.

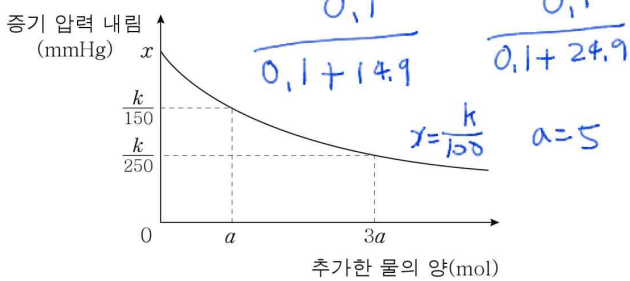
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 이온화 상수에 따라 계산하면 맞습니다.

ㄴ. HA 0.1몰, A^- 0.1몰 있는 완충 용액 상황 맞습니다.

ㄷ. 약염기 A^-를 추가했으니 당연히 pH가 변합니다.

15. 그림은 t℃에서 X(s) 0.1 mol을 녹인 X(aq)에 물을 추가할 때, 추가한 물의 양(mol)에 따른 증기 압력 내림을 나타낸 것이다. t℃에서 물의 증기 압력은 k mmHg이다.



$a \times x$는? (단, X는 비휘발성, 비전해질 용질이며, 수용액은 라울 법칙을 따른다.) [3점]

① $\frac{k}{150}$ ② $\frac{k}{100}$ ③ $\frac{k}{50}$ ④ $\frac{k}{20}$ ⑤ $\frac{k}{10}$

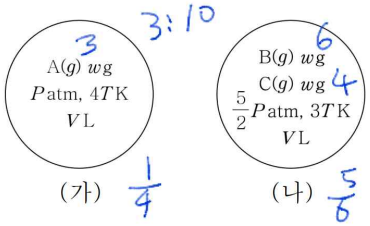
자주 출제되었던 몰분율의 해석입니다.

X가 0.1몰이라고 제시되었으니 0.1몰을 기준으로 다음과 같이 분수를 해석할 수 있습니다.

$\frac{0.1}{15}, \frac{0.1}{25}$을 해석한 것입니다. 즉 물의 몰수가 14.9몰, 24.9몰이라는 것인데, 물의 양 $a, 3a$ 또한 몰수로 제시되어서 $2a = 24.9 - 14.9 = 10$이고 $a = 5$입니다.

추가한 물이 없을 때에는 $\frac{0.1}{0.1+9.9}$이므로 $x=\frac{k}{100}$입니다.

16. 그림은 강철 용기 (가)와 (나)에 기체가 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 분자량은 A가 B의 2배이다.



(가) (나)

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, B와 C는 반응하지 않는다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. 용기에 들어 있는 기체의 양(mol)은 (나)에서가 (가)에서의 3배이다.

ㄴ. (나)에서 B(g)의 부분 압력은 $\frac{3}{2}P$atm이다.

ㄷ. 분자량 비는 A : C = 4 : 3이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

온도까지 제시되어 있으니 $n=\frac{PV}{T}$로 생각하면 (가) : (나) $=\frac{1}{4}:\frac{5}{6}=3:10$입니다. A가 3몰이라고 하면, 분자량에 따라 B는 6몰, C는 4몰입니다.

ㄱ. 3 : 10입니다.

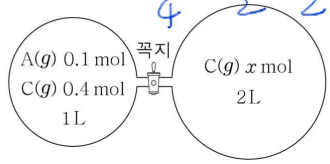
ㄴ. B : C = 3 : 2이므로 부분 압력은 $\frac{3}{2}P$입니다.

ㄷ. 같은 질량인데, 몰수비가 3 : 4이므로 분자량 비는 4 : 3입니다.

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

$$A(g) + 2B(g) \rightleftarrows 2C(g) \quad \Delta H < 0 \quad K$$

그림은 꼭지로 분리된 강철 용기 (가)와 (나)에 기체가 들어 있는 초기 상태를, 표는 (가)와 (나)에서 반응이 진행되어 TK에서 각각 평형 상태에 도달하였을 때 B(g)의 몰 분율을 나타낸 것이다.



(가) (나)

용기	평형 상태에서 B(g)의 몰 분율
(가)	$\frac{1}{3}$
(나)	$\frac{2}{5}$

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 연결관의 부피는 무시한다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. $K = 5$이다.
ㄴ. $x = 1.6$이다.
ㄷ. 평형 상태에서 꼭지를 열고 온도를 높여 새로운 평형에 도달하면 몰 농도는 C(g) > B(g)이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

먼저 몰분율에서 몰수를 계산합시다. 이 문제는 비교적 이 과정이 쉬운데, 지난번 9월 모의고사에서 이 계산이 어려워 ㄱ 선지에서 힌트를 제시했던 적이 있으니 그 점도 염두해 둡시다. 이번 시험을 풀 때, 계산이 어려우면 선지 대입을 할 생각을 하고 있었는지를 점검하라는 뜻입니다. 수능 때에도 그 생각을 하지 않으면 선지 대입을 못 하고 있을 수 있기 때문입니다.

아무튼 이 문제는 계산이 간단한데, (가)에서 몰분율 $\frac{1}{3}$에서 적당히 3의 배수가 될 만한 전체 0.6몰로 만들어줄 직관을 가지면 좋겠고, (나)에서 몰분율 $\frac{2}{5}$에서 반응 속도에서 자주 본 몰분율임을 인지하고 C→A + 2B가 되는 반응의 반감기 상황과 비슷함을 인지하면 좋겠습니다. 이런 직관 없이 바로 계산을 해도 간단하겠지만, 문제 풀이 경험이 많으니 이 정도는 알면 좋겠습니다.

이렇게 계산하면 (가)는 A, B, C 모두 0.2몰, (나)는 $\frac{x}{4}, \frac{x}{2}, \frac{x}{2}$몰이 됩니다.

ㄱ. $K = \frac{0.2^2}{0.2 \times 0.2^2} = 5$입니다.

ㄴ. $\frac{(\frac{x}{2})^2 \times 2}{\frac{x}{4}(\frac{x}{2})^2} = 5$이고 정리하면 $x = 1.6$입니다.

ㄷ. 생각보다 재미있는 선지인데, Q도 변할 수 있고 K도 변하는 상황입니다. 먼저 x를 대입하면 (나)는 0.4, 0.8, 0.8몰이었던 상황인데, (가)와 (나)를 혼합하면 0.6, 1, 1몰입니다. 이 때

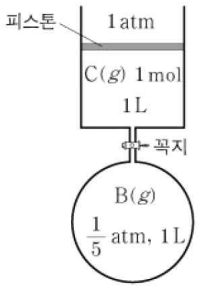
부피 3L이므로 $Q=5$로 동일합니다. 온도가 증가하고(+) ΔH (-)이므로 역반응 (-)이고 B > C가 됩니다.
이 문제에서는 우연히 Q가 동일하였으나, 일반적인 문제에서 Q와 K 모두 변하는 것으로 답을 낼 수도 있는 선지입니다. (Ex. Q도 작아지고 K도 증가해서 결국 정반응이 일어나는 것과 같은 상황, Q도 커지고 K도 증가해서 알 수 없는 상황도 가능) 여기에 Q가 동일한 상황은 작년 수능에서도 출제되었으니 다시 점검하고 넘어가면 좋을 것입니다.

[2022.11.16.]

16. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 온도 T에서 농도로 정의된 평형 상수(K)이다.

$$A(g) + B(g) \rightleftarrows C(g) \quad K$$

그림은 T에서 꼭지로 분리된 강철 용기와 실린더에 B(g)와 C(g)가 각각 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 실린더에서 반응이 진행되어 평형 상태 I에 도달하였을 때, 실린더 속 혼합 기체의 부피는 $\frac{5}{4}$ L이다. I에서 피스톤을 고정하고 꼭지를 연 후, 새로운 평형 상태 II에 도달하였다.



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

<보 기>

ㄱ. $K=15$이다.

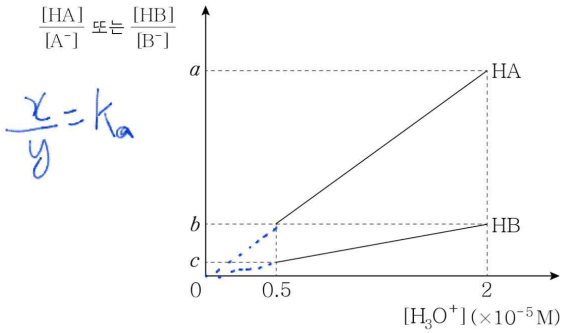
ㄴ. I에서 C(g)의 부분 압력은 $\frac{3}{5}$ atm이다.

ㄷ. II에서 A(g)의 양은 $\frac{1}{4}$ mol보다 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 3번입니다.

18. 그림은 약산 HA와 HB의 수용액의 pH를 변화시킬 때, 평형 상태에서 $[H_3O^+]$에 따른 $\frac{[HA]}{[A^-]}$ 또는 $\frac{[HB]}{[B^-]}$를 나타낸 것이다. 25℃에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 1×10^{-5}이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액의 온도는 25℃로 일정하고, 25℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14}이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. 25℃에서 HB의 이온화 상수(K_a)는 4×10^{-5}이다.

ㄴ. $b^2 = ac$이다.

ㄷ. 0.1 M NaB(aq)의 pH < 9이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

그래프 해석만 되면 쉽게 풀리는 문항입니다. x축, y축의 관계에서 평형 상수에 따라 $\frac{x}{y} = K_a$와 같이 생각할 수 있고 기울기의 역수가 곧 K_a임을 알 수 있습니다. 처음에 생각이 잘 안 나더라도 그래프 직선 형태에서 기울기($\frac{y}{x}$ or $\frac{x}{y}$)가 의미 있을 것임을 생각하고 해석하는 것이 좋습니다. 그래프에서 점선을 그려둔 것 또한 그런 의미로 그린 것입니다.

ㄱ. HB가 0.5→2로 4배 변할 때 HA 0.5와 동일하므로 이온화 상수는 4배 차이이고, 기울기의 역수이니 HB의 이온화 상수가 더 큽니다. 따라서 맞습니다.

ㄴ. c, b, a는 공비가 4인 일종의 등비수열 관계입니다. 맞습니다.

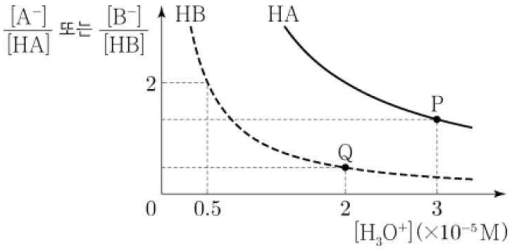
ㄷ. 계산을 해도 되고, Another class에서 나온 중화점에서의 계산 공식을 사용해도 됩니다. B^-만 있는 중화점의 상황과 동일합니다.

직접 계산을 하면 B^-의 $K_b = \frac{1}{4} \times 10^{-9}$이니 $[H^+] = \frac{1}{2} \times 10^{-5}$이고 $[OH^-] = 2 \times 10^{-9}$이므로 pH < 9입니다.

중화점에서의 계산 공식을 사용하면 pH = 7 + p(HB의 이온화도)이므로, 이온화도는 2×10^{-2}이므로 pH < 9입니다. 이 공식은 처음 보면 어려울 수 있으니 잘 이해가 되지 않는다면 넘어가거나 Another class 산염기 평형 파트를 다시 보는 것이 좋습니다.

[2021.11.13.]

13. 그림은 약산 HA와 HB의 수용액에 각각 NaOH(s)을 가할 때, 평형 상태에서 $[H_3O^+]$에 따른 $\frac{[A^-]}{[HA]}$ 또는 $\frac{[B^-]}{[HB]}$를 나타낸 것이다. 25 ℃에서 HA의 이온화 상수(K_a)는 4×10^{-5}이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25 ℃로 일정하다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. HB의 $K_a=1\times10^{-5}$이다.

ㄴ. P에서 $\frac{[A^-]}{[HA]}$는 Q에서 $\frac{[B^-]}{[HB]}$의 3배이다.

ㄷ. HB(aq)에서 $[HB]=0.1\,M$일 때, $[H_3O^+]=1\times10^{-3}\,M$이다.

1)

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

답은 3번입니다. 사실 이 문항과 동일한 문항이라고 생각하면 되고 $xy=k$ 형태를 $\frac{x}{y}=k$ 형태로 바꾼 것입니다.

19. 다음은 A(g)로부터 B(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식과 반응 속도식이다. k는 반응 속도 상수이다.

$$2\mathrm{A}(g) \rightarrow \mathrm{B}(g) \quad v = k[\mathrm{A}]$$

표는 TK에서 강철 용기에 A(g)를 넣고 반응시킬 때, 시간에 따른 A(g)의 몰 분율과 용기에 들어 있는 기체의 압력을 나타낸 것이다.

시간	0	t_1	t_2
A(g)의 몰 분율		$\frac{2}{5}$	x
용기에 들어 있는 기체의 압력(atm)	P	$\frac{5}{4}$	$\frac{9}{8}$

$\frac{x}{P}$는? (단, 온도는 TK로 일정하다.) [3점]

① $\frac{1}{17}$ ② $\frac{1}{9}$ ③ $\frac{2}{17}$ ④ $\frac{1}{5}$ ⑤ $\frac{2}{9}$

t_1에 대한 정보가 가장 많으니 이를 통해 P, x를 계산해야 합니다. 17번에서 몰분율을 보고 직관을 가져야 한다고 했던 것처럼, 이것 역시 자주 나오는 반응식이기에 직관적으로 보면 좋겠습니다. A : B = 2 : 3이고 계수비는 2 : 1이므로 $\frac{1}{4}$감기 된 1 : 3의 상황으로 해석할 수 있습니다.

P를 구할 때 두 가지 정도의 방법을 사용할 수 있는데, A의 몰분율에서 A가 $\frac{2}{4}$기압이고 $\frac{1}{4}$감기인 점을 고려하여 $P = 2$라고 결론낼 수도 있고, 반응 초기와 완결점을 비교하는 것으로 $\frac{1}{4}$감기 $\frac{5}{4}$기압에서 초기는 $\frac{5}{4} + 3x$, 완결점에서는 $\frac{5}{4} - x$로 초기와 완결점이 계수비 2배 차이인 것으로 계산할 수도 있습니다.

이후 t_2가 어느 시점인지 판단해야 하는데, 총 2→1기압으로 변하는 반응에서 $\frac{9}{8}$기압은 총 87.5% 반응한 지점이므로 반감기 3번을 지난 시점입니다. 따라서 A : B = 1 × 2 : 7 = 2 : 7이고 $x = \frac{2}{9}$입니다. 답은 2번입니다.

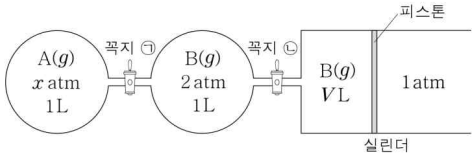
20. 다음은 기체와 관련된 실험이다.

[화학 반응식]

$A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$ (b는 반응 계수)

[실험 과정]

(가) TK, 1 atm에서 그림과 같이 꼭지 ㉠과 ㉡으로 분리된 2개의 강철 용기와 실린더에 $A(g)$와 $B(g)$를 넣는다.



(나) 꼭지 ㉠을 열어 반응을 완결시킨 후, 온도를 TK로 유지시킨다.

(다) 꼭지 ㉠을 닫고 꼭지 ㉡을 열어 반응을 완결시킨 후, 온도를 $2T$K로 유지시킨다.

[실험 결과]

○ (나) 과정 후 $C(g)$의 부분 압력은 $\frac{2}{3}$ atm이다.

○ (다) 과정 후 $B(g)$의 부분 압력은 $\frac{1}{3}$ atm이고, 실린더에 들어 있는 기체의 부피는 $(V+1)$ L이다.

$b \times V$는? (단, 연결관의 부피와 피스톤의 마찰은 무시하고, 대기압은 1 atm으로 일정하다.) [3점]

① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ 3 ⑤ 6

맥락 상 (나)에서는 B가 한계 반응물, (다)에서는 A가 한계 반응물일 것입니다. (다)에서 B를 추가했고 (다) 과정 후 B가 남았기 때문에 확실합니다.

(나)에서 C의 $PV = \frac{4}{3}$이고 B의 $PV = 2$가 전부 반응해서 C가 되는 것이기 때문에, $b : 2 = 3 : 2$이면 됩니다. 따라서 $b = 3$입니다.

(다) 과정을 계산하기 전에, (나) 반응 후의 A, C의 농도를 대입해서 계산할 수도 있겠으나, 어차피 반응 전이든 후이든 A, B, C의 절대량은 변하지 않으므로 (나)에서 반응이 일어나지 않고 (다)에서 한 번에 반응이 전부 일어났다고 생각해도 무방합니다. 이러한 생각은 7월 모의고사 20번에서도 사용하였습니다.

이러면 A의 $PV = \frac{x}{2}$, B는 $PV = V+1$이 반응한 것이고, 반응 후 전체 $PV = \frac{V+2}{2}$입니다. (온도 보정과, 실린더 + 강철 용기 부피를 고려한 결과입니다.) A가 한계 반응물이므로 무시하고, B, C의 몰분율(부분 압력비)로 반응을 해석하면 다음과 같은 상황입니다.

	3B→2C	
반응 전	?	0
반응량	-3	+2
반응 후	1	2

?가 4임을 확인할 수 있을 것입니다. 반응 전 B가 상댓값 4에 해당하고, 반응 후 전체 PV가 상댓값 3에 해당하는 것입니다. 즉 반응 후 $PV=\frac{V+2}{2}$의 $\frac{4}{3}$배가 B의 초기 $PV=V+1$가 됩니다. $\frac{V+2}{2}\times\frac{4}{3}=V+1$이고 $V=1$입니다.

[2023.07.20.]

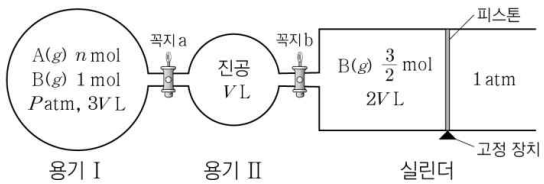
20. 다음은 기체의 성질을 알아보기 위한 실험이다.

[화학 반응식]

$$x\mathrm{A}(g)+\mathrm{B}(g)\rightarrow 2\mathrm{C}(g)\ (x\text{는 반응 계수})$$

[실험 과정]

(가) TK에서 꼭지로 연결된 강철 용기 Ⅰ, Ⅱ와 실린더에 A(g)와 B(g)를 그림과 같이 넣는다.



(나) 꼭지 a를 열어 B가 모두 소모될 때까지 반응시키고, 충분한 시간이 흐른 후 꼭지 a를 닫는다.

(다) 꼭지 b를 열어 A가 모두 소모될 때까지 반응시키고, 충분한 시간이 흐른 후 꼭지 b를 닫는다.

(라) 고정 장치를 제거하고 온도를 $\frac{5}{3}T$K로 유지시킨다.

[실험 결과]

○ (나)와 (다)의 각 과정이 끝난 후 측정한 용기 Ⅱ 내 혼합 기체 압력

과정	(나)	(다)
용기 Ⅱ 내 혼합 기체 압력(atm)	$\frac{3}{5}P$	$\frac{9}{20}P$

○ (다) 과정 후 실린더 속 C(g)의 몰 분율은 $\frac{4}{9}$이다.

○ (라) 과정 후 실린더 속 기체의 부피는 2.5 VL이다.

$\frac{x}{P}$는? (단, 외부 압력은 일정하고, 연결관의 부피 및 피스톤의 마찰은 무시한다. (나)와 (다)에서 온도는 TK로 일정하다.) [3점]

① $\frac{3}{5}$ ② 1 ③ $\frac{6}{5}$ ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ $\frac{9}{5}$

답은 3번입니다.