

서약서

성 명 (은)는 2019년도

한국중학생화학대회(KMChC 2019)에 임하여
시험지에 적힌 주의사항을 준수하며, 참가자들의
상호 신뢰와 상식적인 행동 규범을 존중하는
올림픽아드의 정신과 명예를 지킬 것을 서약합니다.

년 월 일

수험번호

성 명 (싸인)

2019년 한국중학생 화학대회
(KMChC 2019)

주최: 대한화학회

주관: 대한화학회 화학올림피아드 위원회

후원: 다우케미칼 · LG화학

협찬: 세진시아이

@ 이 출판물은 저작권법의 보호를 받습니다.

주의 사항

1. 시험시간은 오후 2시 ~ 4시까지 2시간입니다.
2. 감독관의 지시에 불응할 때 시험을 중단하고 퇴장시킬 수 있습니다.
3. 핸드폰을 시계 대신 사용할 수 없으며, 핸드폰 사용은 부정행위로 간주합니다.
4. 질문이 있는 경우 손을 들고 감독관이 올 때까지 기다립니다.
5. 첨부된 데이터와 주기율표를 참조할 수 있습니다.
6. 필기구 외에는 계산기 등을 일체 사용할 수 없습니다.
7. 이 문제지는 서약서 및 표지 포함 총 25쪽입니다.
8. 서약서를 잘 읽고 작성하여 제출합니다.
9. OMR 용지의 지정된 난에 수험번호, 소속 학교, 성명, 학년을 기입해야 하며, 답안은 주어진 OMR 용지의 해당 문항번호 옆에 바르게 표기해야 합니다.
10. 답안은 반드시 컴퓨터용 수정 사인펜을 이용하여 작성해야 합니다. 답안지를 수정할 경우는 수정테이프를 사용해야 하며, 수정테이프가 없는 경우 손을 들어 감독관에게 요청합니다.
11. 각 문제의 배점은 3점으로, 오답은 -1점, 미기입은 0점으로 처리됩니다.

기체 상수	$R = 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
플랑크 상수	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
빛의 속도	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
아보가드로 수	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
패러데이 상수	$F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
전자의 전하량	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
전자의 질량	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

1																		2		18																	
1	2																	13	14	15	16	17	2	H	He												
1.008	4																	5	6	7	8	9	10	4.003	20.18												
3	Li	Be																	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	Li	Be											
6.94	6.94	9.01																	13	14	15	16	17	18	Na	Mg											
11	11	12																	26.98	28.09	30.97	32.06	35.45	39.95	22.99	24.30											
Na	Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar	22.99	24.30											
20	20	Ca																	31	32	33	34	35	36	19	20											
39.10	40.08	40.08																	69.72	72.63	74.92	78.97	79.90	83.80	K	Ca											
39.10	40.08	44.96																	69.72	72.63	74.92	78.97	79.90	83.80	Sc	Ca											
37	38	39																	49	50	51	52	53	54	Sc	Sc											
Rb	Sr	Y																	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	37	38											
85.47	87.62	88.91																	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3	85.47	87.62											
55	56	72																	81	82	83	84	85	86	55	56											
Cs	Ba	Hf																	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Cs	Ba											
132.9	137.3	178.5																	204.4	207.2	209.0	-	-	-	132.9	137.3											
87	88	104																	113	114	115	116	117	118	87	88											
Fr	Ra	Rf																	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	87	88											
-	-	89-103																	-	-	-	-	-	-	89-103	88											
Fr	Ra	89-103																	-	-	-	-	-	-	Fr	Ra											

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
138.9	140.1	140.9	144.2	-	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0	138.9	140.1	140.9	144.2	-	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0	
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
-	232.0	231.0	238.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	232.0	231.0	238.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

문제 4

표준시험기관에서 측정한 초콜릿 1인분의 영양 성분 측정 결과는 아래와 같다.

1인분 (9조각): 41.000 g, 1인분 열량: 230 kcal, 1인분 지방 총량: 13 g

이 초콜릿 1인분의 질량을 저울 A~D로 각각 측정한 결과는 다음과 같다. 상대적으로 높은 정확도를 보이지만 낮은 정밀도를 보이는 저울은 어느 것인가?

측정	저울 A	저울 B	저울 C	저울 D
1차	40 g	40.0 g	40.9 g	39 g
2차	42 g	40.1 g	41.0 g	41 g
3차	44 g	39.9 g	41.1 g	43 g
(평균)	42 g	40.0 g	41.0 g	41g

- ① 저울 A ② 저울 B ③ 저울 C ④ 저울 D

문제 5

적정 등에서 액체 반응물을 정확하게 이송하기 위해 옮김 피펫(transfer pipette)을 종종 사용한다. 그 사용법으로 가장 옳은 것은?

- ① 피펫의 끝부분을 액체 표면 아래에 넣고, 피펫 반대편을 입으로 빨아 표시선 약간 위까지 흡입한다. 입을 대었던 부분을 손가락으로 막고 조심스레 조절하여 표시선에 맞춘다. 옮길 용기에 피펫을 넣고 손가락을 떼어 액체를 옮긴다.
- ② 피펫의 끝부분을 액체 표면 아래에 넣고, 피펫 반대편을 입으로 빨아 표시선 약간 위까지 흡입한다. 입을 대었던 부분을 손가락으로 막고 조심스레 조절하여 표시선에 맞춘다. 옮길 용기에 피펫을 넣고 손가락을 떼어 액체를 옮긴 후 피펫에 남은 용액은 입으로 가볍게 불어 용액을 완전히 이송한다.
- ③ 피펫의 끝부분을 액체 표면 아래로 넣고, 피펫 반대편에 피펫벌브(pipette bulb)를 이용하여 표시선보다 약간 위까지 액체를 흡입한다. 피펫벌브를 조심스레 조절하여 액체를 표시선에 맞춘다. 옮길 용기에 피펫을 넣고 피펫벌브를 이용하여 액체를 옮긴다.
- ④ 피펫의 끝부분을 액체 표면 아래로 넣고, 피펫 반대편에 피펫벌브(pipette bulb)를 이용하여 표시선보다 살짝 위까지 액체를 흡입한다. 피펫벌브를 조심스레 조절하여 액체를 표시선에 맞춘다. 옮길 용기에 피펫을 넣고 피펫벌브를 이용하여 액체를 이송하고 피펫 벌브를 쥐어짜 남은 액체를 완전히 옮긴다.

문제 6

3주기 원소인 Na, Mg, S, Cl에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. 원자 반지름이 가장 큰 것은 Cl이다.
- 나. 금속성이 가장 큰 것은 Na이다.
- 다. 제1이온화 에너지가 가장 작은 것은 Na이다.
- 라. 전기음성도가 가장 작은 것은 Cl이다.

- ① 가, 나 ② 나, 다 ③ 다, 라 ④ 가, 라

문제 7

다음 이온의 크기가 큰 순으로 나열된 것을 고르시오

- ① $\text{Ga}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{S}^{2-} > \text{K}^+$
- ② $\text{Ga}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{S}^{2-}$
- ③ $\text{S}^{2-} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Ga}^{3+}$
- ④ $\text{S}^{2-} > \text{Ga}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$

문제 8

Ne을 제외한 원자번호 7~13번에 해당하는 원소 N, O, F, Na, Mg, Al의 성질 중 원자가 전자(valence electron) 수의 변화와 가장 비슷한 경향성을 가지는 것은?

- ① 원자 반지름 ② 전기음성도
- ③ 제1 이온화 에너지 ④ Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름

문제 9

산소산에 대한 산의 세기를 비교한 것 중 옳지 않은 것은?

- ① $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HClO}_4$ ② $\text{HNO}_3 > \text{HNO}_2$
- ③ $\text{HOCl} > \text{HOBr}$ ④ $\text{HClO}_3 > \text{HClO}_2$

문제 10

다음 표는 4가지 원소 A~D의 순차적 이온화 에너지를 나타낸 것이다. (단, A~D는 2주기 또는 3주기의 임의의 원소 기호이다)

원소	순차적 이온화 에너지 (kJ/mol)			
	E_1	E_2	E_3	E_4
A	899	1757	14849	21007
B	496	4562	6911	9543
C	738	1451	7733	10542
D	578	1817	2745	11577

- 가. A와 D는 같은 족에 속하는 원소들이다.
 나. 원자가 전자 수가 가장 작은 것은 B이다.
 다. C가 안정한 이온이 되려면 2189 kJ/mol의 에너지가 필요하다.

이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다

문제 11

기체 상태에 있는 아래 분자들의 평균 운동 속력이 증가하는 순서로 바르게 나열한 것은? (단, 온도는 모두 같다)

- ① $\text{Cl}_2 < \text{F}_2 < \text{O}_2 < \text{N}_2$ ② $\text{Cl}_2 < \text{O}_2 < \text{F}_2 < \text{N}_2$
 ③ $\text{N}_2 < \text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{O}_2$ ④ $\text{Cl}_2 < \text{F}_2 < \text{N}_2 < \text{O}_2$

문제 12

기체와 관련된 여러 법칙 중에서 틀린 것은?

- ① 보일의 법칙: 몰수와 온도가 일정할 때, 이상 기체의 부피는 압력에 반비례한다.
 ② 샤를의 법칙: 몰수와 압력이 일정할 때, 이상 기체의 부피는 절대 온도에 반비례한다.
 ③ 아보가드로의 법칙: 온도와 압력이 일정할 때, 이상 기체의 부피는 기체의 몰수에 비례한다.
 ④ 부분 압력의 법칙: 기체 혼합물에서 기체의 전체 압력은 각 기체들의 부분 압력의 합과 같다.

문제 13

기체 염소(Cl_2)를 같은 온도와 압력에서 두 개의 용기에 분리 보관하였다.

	용기 A	용기 B
부피 (m^3)	1.30	2.33
기체 염소의 질량 (g)	6.70	X

용기 B에 있는 Cl_2 의 질량 X는?

- ① 3.8 g ② 8.7 g ③ 12.0 g ④ 22.4 g

문제 14

다음 중 용액의 총괄성과 관계가 가장 깊은 것은?

- ① 높은 산 정상에서는 물의 끓는점이 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 보다 다소 낮아서 밥이 설익기 쉽다.
 ② 채소를 볶으면 물이 나와서 부피가 줄어든다.
 ③ 콜라를 얼려 먹으려면 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 보다 낮은 온도에서 얼려야 한다.
 ④ 날씨가 추워지면 호수의 물은 표면부터 얼기 시작한다.

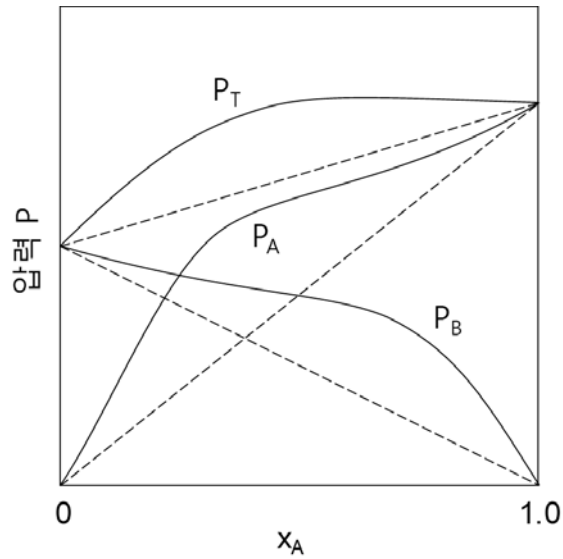
문제 15

일정 온도에서 물의 증기압은 250 torr이다. 1800 g의 물에 일정량의 포도당(분자량 180 g/mol)을 넣었더니 수증기압이 245 torr로 변하였다. 첨가한 포도당의 질량은 얼마인가?

- ① 180 g ② 360 g ③ 400 g ④ 540 g

문제 16

아래 그림은 휘발성 액체 A와 B를 섞은 용액의 비율에 따른, 증기압의 변화에 관한 그림이다. x_A 는 용액에서 A의 몰분율 $x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ 를 나타내고, P_A 는 A의 증기압, P_B 는 B의 증기압, P_T 는 두 압력의 합인 전체 압력이다. 점선은 라울의 법칙을 따를 때 예상되는 이상적인 용액의 증기압을 나타내고, 실선은 실제로 측정된 결과에 대한 모식도이다. 이 결과를 볼 때 다음 중 가장 약한 힘은 무엇인가?



- ① A 분자와 A 분자 사이의 인력
- ② B 분자와 B 분자 사이의 인력
- ③ A 분자와 B 분자 사이의 인력
- ④ 이 결과로 알 수 없다.

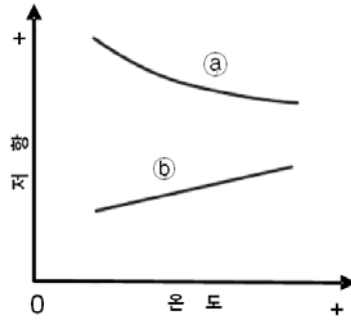
문제 17

25 °C에서 액체 A와 B의 증기압은 각각 40 torr, 90 torr 이다. 같은 온도에서 닫힌 용기 안에 액체 A 0.2 몰과 액체 B 0.8 몰을 넣고 평형 상태에 도달했을 때 기체로 존재하는 A(g)와 B(g)의 몰비로 가장 가까운 것은? (단, A와 B는 용액 상태에서는 이상 용액, 기체 상태에서는 이상기체로 거동한다. 또한 평형 상태에서 두 물질은 액체 상태가 남아있다.)

- ① 0.1 : 0.9 ② 0.15 : 0.85 ③ 0.2 : 0.8 ④ 0.25 : 0.75

문제 18

고체 결정격자에서 최외각전자는 주변의 원자들에 비편재화되어 밴드함수가 연속적인 것처럼 보이는 때 이론(band theory)에서 다양한 성질을 유추할 수 있다. 그래프는 어떤 고체 결정들의 온도에 따른 저항의 변화를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡를 올바르게 짝지은 것으로 가장 올바른 것은?



- | | | |
|---|-----|-----|
| | ㉠ | ㉡ |
| ① | 도체 | 부도체 |
| ② | 도체 | 반도체 |
| ③ | 반도체 | 도체 |
| ④ | 반도체 | 부도체 |

문제 19

상온에서 아래 수용액의 전기 전도도가 감소하는 순서대로 옳게 나열한 것은?

- 가. 1 M NaCl 수용액
- 나. 0.1 M Na₂CO₃ 수용액 100 mL에 0.2 M HCl 수용액 100 mL를 첨가한 수용액
- 다. 1 M 아세트산 수용액 (단, 아세트산의 이온화도는 0.01이다)

- | | |
|-------------|-------------|
| ① 가 > 나 > 다 | ② 가 > 다 > 나 |
| ③ 나 > 다 > 가 | ④ 다 > 가 > 나 |

문제 20

다음 중 액체의 분자 간 인력이 클수록 큰 값을 가지지 않는 것은?

- ① 점성 ② 표면장력 ③ 증기압 ④ 끓는점

문제 21

아래 화합물을 끓는점이 감소하는 순서대로 옳게 나열한 것은?

C_6H_6 (벤젠)	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ (부테인)	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$ (헥산올)	$CH_3(CH_2)_4CH_3$ (헥세인)
------------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------------

- ① 헥산올 > 벤젠 > 헥세인 > 부테인
- ② 벤젠 > 헥산올 > 부테인 > 헥세인
- ③ 벤젠 > 헥세인 > 헥산올 > 부테인
- ④ 헥산올 > 부테인 > 헥세인 > 벤젠

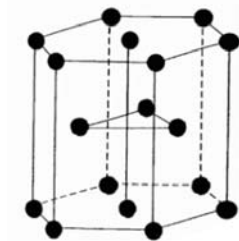
문제 22

아래의 현상 중 1 기압에서 자발적 과정이 안난 것은?

- ① 25℃에서 얼음이 녹는다.
- ② 25℃의 물 150 g에 60℃의 금속 조각(질량 10 g)을 넣으면 금속 조각의 온도는 내려간다.
- ③ 25℃에서 포화되지 않은 소금물에서 소금이 고체로 석출된다.
- ④ 25℃에서 질소(N_2) 기체 용기와 산소(O_2) 기체 용기를 연결하면 두 기체가 섞인다.

문제 23 _문제삭제

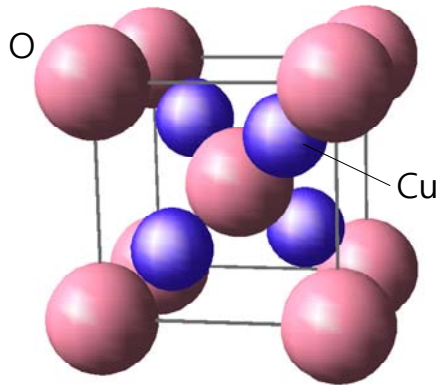
다음 그림은 한가지 구로 이루어진 육방조밀구조를 나타낸 것이다. 이 구조에서 단위 세포당 구의 개수는?



- ① 3
- ② 4
- ③ 5
- ④ 6

문제 24

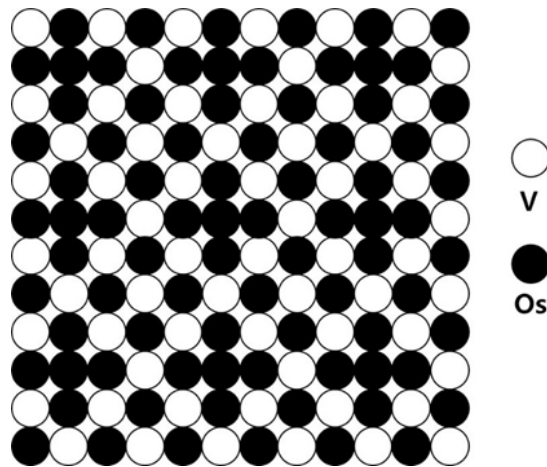
다음 그림은 구리산화물의 단위 세포를 나타낸 것이다. 산소는 체심 입방 구조를 가지며, 구리는 산소 원자 사이에 위치하고 있다. 이 물질의 화학식은?



- ① CuO ② Cu₂O ③ Cu₃O₄ ④ Cu₂O₃

문제 25

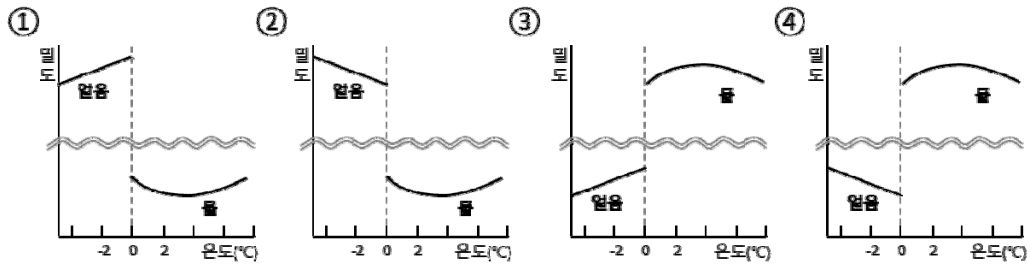
아래 그림은 바나듐(V)과 오스뮴(Os)으로 이루어진 가상의 2차원 고체 합금에서 원자의 배열 규칙을 나타낸 것이다. 이 합금의 화학식은?



- ① V₄Os₅ ② V₅Os₇ ③ V₆Os₇ ④ V₇Os₉

문제 26

다음 중 온도와 상태에 따른 물의 밀도 변화에 대한 그래프로 옳은 것은?



문제 27

수소 원자에 대한 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- ㄱ. 이온화 에너지를 a 라고 하면 전자가 $n=2$ 인 에너지 준위에서 $n=1$ 로 전이 할 때 $0.75a$ 의 에너지를 방출한다.
- ㄴ. $2s$ 오비탈의 에너지가 $2p$ 오비탈의 에너지보다 낮다.
- ㄷ. 전자가 수소 원자 주위를 돌고 있기 때문에 전자의 위치에 따른 운동량을 정확하게 알 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

문제 28

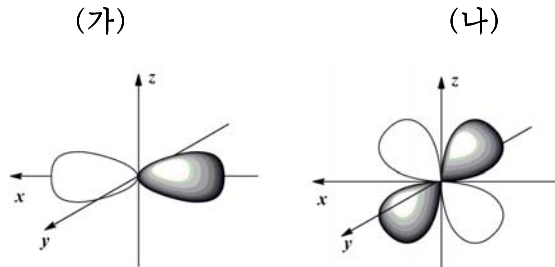
바닥 상태의 구리(Cu)는 29개의 전자를 가진다. 다음 표의 a, b, c의 합(a+b+c)은?

주양자수(n)가 3인 전자 수	a
각 운동량 양자수(l)가 2인 전자 수	b
자기 양자수(m_l)가 +1인 전자 수	c

- ① 34 ② 36 ③ 38 ④ 40

문제 29

아래 그림은 수소 원자오비탈 (가)와 (나)를 나타낸 것이다. 전체 마디(node)의 개수는 각각 1, 2이다. 다음 중 (가)와 (나)에 대한 설명으로 틀린 것은?



- ① 각방향 마디(angular node)의 개수는 같다.
- ② 방사방향 마디(radial node)의 개수는 같다.
- ③ yz 평면에서 전자가 발견될 확률은 같다.
- ④ 주양자수는 (가) < (나) 이다.

문제 30

분자 오비탈 이론의 관점에서 N_2^+ , N_2 , N_2^- , N_2^{2-} 중 결합차수가 가장 작은 것은?

- ① N_2^+ ② N_2 ③ N_2^- ④ N_2^{2-}

문제 31

분자 오비탈 이론의 관점에서, 다음 이원자 분자 중 가장 안정한 것은?

- ① He_2 ② Li_2 ③ Be_2 ④ Ne_2

문제 32

분자 오비탈 이론의 관점에서 이원자 분자에 대한 아래 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① C_2 의 결합차수는 2이고 반자기성이다.
- ② O_2 의 결합차수는 2이고 상자기성이다.
- ③ F_2 의 결합차수는 1이고 상자기성이다.
- ④ B_2 의 결합차수는 1이고 상자기성이다.

문제 33

분자 오비탈 이론을 사용하여 화학결합을 다음과 같이 설명하기도 한다.

- 가) 반결합 오비탈의 전자쌍과 상쇄되고 남은 결합 오비탈의 결합 전자쌍이 화학결합에 기여한다.
 나) 반결합 오비탈에 홀전자가 없으면, 결합 오비탈의 결합 전자쌍은 각각 2-전자 결합을 만든다.
 다) 반결합 오비탈의 홀전자는 결합 오비탈의 결합 전자쌍과 각각 3-전자 결합을 만든다.

위 내용을 참조로 다음 분자들에 관한 화학결합에 대한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

분자	결합 특성
CO	2-전자 결합 3개
NO	2-전자 결합 2개 + 3-전자 결합 1개
O ₂	2-전자 결합 1개 + 3-전자 결합 2개

- ① CO, NO, O₂ ② CO, NO ③ CO, O₂ ④ O₂

문제 34

다음 공유 결합과 이온 결합에 관한 설명 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

- 가. NaCl은 이온 결합 화합물이다.
 나. 비금속 원소들이 서로 결합할 때 이온 결합을 형성한다.
 다. 금속 양이온과 비금속 음이온은 공유 결합을 형성한다.
 라. 두 원자의 전기음성도 차이가 커질수록 공유 결합 성질보다 이온 결합 성질이 강해진다.

- ① 가, 나 ② 나, 다 ③ 다, 라 ④ 가, 라

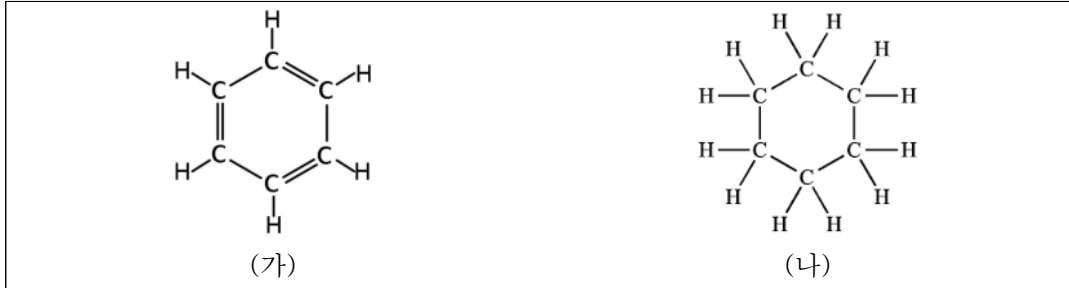
문제 35

다음 분자 또는 이온을 구성하고 있는 모든 원자들이 동일 평면상에 존재하지 않는 것은?

- ① ClF₃ ② PCl₃ ③ I₃⁻ ④ XeF₄

문제 36

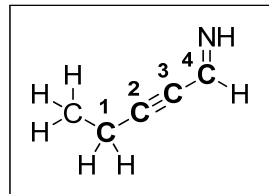
다음 두 탄화수소에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① (가)는 평면 구조이다.
- ② (나)는 포화 탄화수소이다.
- ③ (가)는 공명구조를 갖는다.
- ④ 탄소 결합각($\angle C-C-C$)은 (나)가 (가)보다 크다.

문제 37

다음 구조의 화합물에서 C1, C2, C3, C4 원자의 혼성오비탈이 순서대로 쓰인 것을 고르시오.



- | | C1 | C2 | C3 | C4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| ① | sp^3 | sp^3 | sp^3 | sp^2 |
| ② | sp^3 | sp | sp | sp^3 |
| ③ | sp^2 | sp | sp | sp^3 |
| ④ | sp^3 | sp | sp | sp^2 |

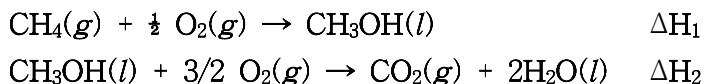
문제 38

다음 화합물 중 가장 극성인 것은?

- ① BF_3
- ② SO_2
- ③ KrF_4
- ④ AsF_5

문제 39

다음 반응들의 반응 엔탈피의 부호들이 모두 옳은 것은? (단, 반응들은 모두 표준 상태에서 일어난다고 가정한다.)



	ΔH_1	ΔH_2	$\Delta H_1 + \Delta H_2$
①	+	+	+
②	+	-	-
③	-	+	+
④	-	-	-

문제 40

수소는 차세대 연료로 널리 연구되고 있는데, 수소를 보편적으로 사용하기 위해서는 여러 가지 장애물들을 해결해야 한다. 다음 물질들의 생성 엔탈피를 고려할 때 수소 1 g을 연료로 사용하여 가장 많은 에너지를 얻을 수 있는 산화제는? (단, 각 경우 완전 연소가 일어난다고 가정한다.)

물질	생성 엔탈피 (kJ mol^{-1})
$\text{NH}_3(g)$	-46
$\text{H}_2\text{O}(g)$	-286
$\text{HCl}(g)$	-92
$\text{HF}(g)$	-13

- ① $\text{N}_2(g)$ ② $\text{O}_2(g)$ ③ $\text{Cl}_2(g)$ ④ $\text{F}_2(g)$

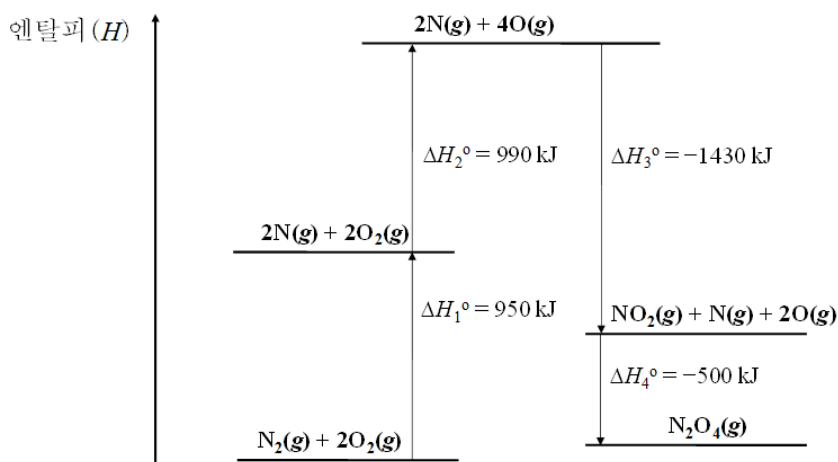
문제 41

어떤 금속 표면에 단원자 이상기체가 결합하였다. 이 과정의 엔탈피 변화 ΔH 와 엔트로피 변화 ΔS 의 부호를 올바르게 짝지은 것은?

- ① $\Delta H > 0, \Delta S > 0$ ② $\Delta H > 0, \Delta S < 0$
 ③ $\Delta H < 0, \Delta S > 0$ ④ $\Delta H < 0, \Delta S < 0$

문제 42

아래 도표는 N과 O를 포함하는 화학종의 변화 과정에 대한 표준엔탈피 변화 (ΔH_i° , $i=1,2,3,4$)를 나타낸 것이다. $\text{NO}_2(\text{g})$ 의 표준생성엔탈피(ΔH_f°)는 얼마인가? (단, 온도는 25°C 이다.)



- ① 10 kJ/mol ② 510 kJ/mol
 ③ -460 kJ/mol ④ -1430 kJ/mol

문제 43

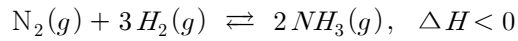
현재 개발되고 있는 다양한 대체 에너지 자원 중 대표적인 바이오 연료는 에탄올 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)과 바이오디젤이다. 연료용 에탄올은 바이오에탄올이라고 불리기도 하는데 엔진 안에서 에탄올은 우선 기체로 변환 이후에 연소되면서 에너지를 방출한다. 아래의 결합 에너지(D)값들을 이용하여, 기체 상태의 에탄올이 완전 연소될 때의 연소열(ΔH_c , kJ/mol)을 계산한 것으로 가장 가까운 것은?

결합에너지(D, kJ/mol)					
단일결합					
H-H	436	H-C	410	H-O	460
C-C	350	C-O	350	O-O	180
이중결합					
C=C	728	C=O	804	O=O	498

- ① -500 kJ/mol ② -1,200 kJ/mol
 ③ -2,200 kJ/mol ④ -3,300 kJ/mol

문제 44

어떤 용기 안에서 발생하는 다음 화학반응식에 관한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?



- 가. 정반응은 발열반응이다.
- 나. 일정 온도에서 용기의 부피를 증가시키면 평형은 왼쪽으로 이동한다.
- 다. NH₃분자는 평면 삼각형 구조이다.
- 라. N₂ 기체 2몰과 H₂ 기체 2몰을 넣어 완전히 반응하면, 2몰의 NH₃가 형성된다.

- ① 가, 나 ② 가, 다 ③ 나, 라 ④ 다, 라

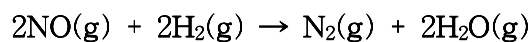
문제 45

탄산 칼슘(CaCO₃)은 탄산 이온과 칼슘이온이 만나 생성되는 흰색 물질로 탄산 석회라고도 하며, 물에 잘 녹지 않아 수용액 상에서 침전한다 (K_{sp} = 3.3×10⁻⁹). 탄산 칼슘(CaCO₃)의 용해도를 높이는 방법으로 적합한 것은?

- ① 용액 안에 이산화 탄소를 불어 넣는다.
- ② 용액을 잘 저어준다.
- ③ CaCO₃를 곱게 갈아서 가루로 만든 후 녹인다.
- ④ 더 많은 물을 넣어준다.

문제 46

특정 온도에서 다음 기체 반응의 초기 속도를 측정하였다. 다음 실험 결과를 이용하여 속도상수(M⁻²s⁻¹)를 구하시오.

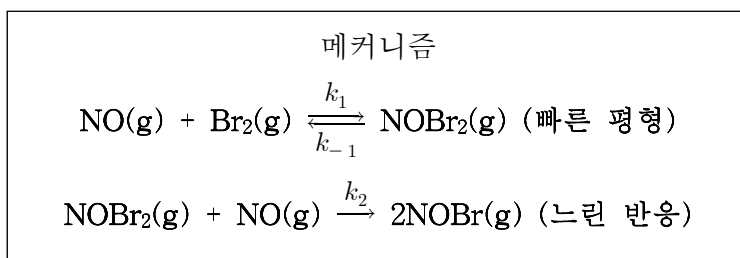
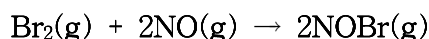


[NO] ₀ (M)	[H ₂] ₀ (M)	초기 속도 (M/s)
0.10	0.20	0.030
0.10	0.30	0.045
0.20	0.20	0.120

- ① 15 ② 1.5 ③ 8.5 ④ 0.85

문제 47

NOBr(g)의 생성에 대한 메커니즘으로 다음 두 단계 반응이 제안되었다.

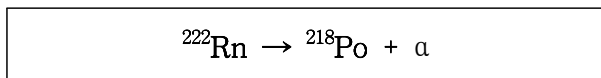


제안된 메커니즘에 따라 NOBr(g)의 생성 속도법칙으로 옳은 것은?

- ① $k_1[\text{NO}]^{1/2}$ ② $\frac{k_1 k_2}{k_{-1}}[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]$
 ③ $\left(\frac{k_2}{k_{-1}}\right)^2[\text{NO}]^2$ ④ $\frac{k_1 k_2}{k_{-1}}[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]^2$

문제 48

라돈은 무색 무취의 비활성 기체이고, 우라늄과 토륨의 자연 붕괴 과정 중에 발생된다. 라돈의 동위원소 중 가장 안정적인 라돈-222(²²²Rn)는 아래 식처럼 알파 입자를 내어 놓으면서 폴로늄-218(²¹⁸Po)로 붕괴한다.



라돈-222에서 나오는 방사선을 측정하는 실험을 수행했다. 처음 나오는 방사선의 양에 비해 그 양이 50%로 줄어드는 데까지 3.8일이 걸렸다. 처음 양의 10%로 줄어드는데 걸리는 시간은 대략 얼마인가?

- ① 5.7 일 ② 7.6 일 ③ 12.6 일 ④ 19 일

문제 49

농도가 0.9 M인 약산의 이온화도가 3%일 때 농도를 묽혀 0.1 M로 만들면 묽힌 용액의 이온화도와 가장 가까운 값은 얼마인가?

- ① 0.3% ② 0.9% ③ 9% ④ 30%

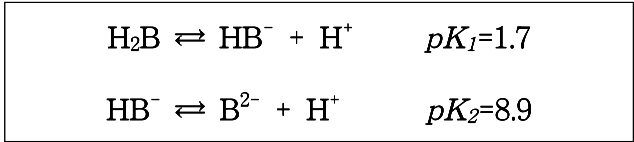
문제 50

다음 반응식 중에서 루이스 산-염기 반응식이 아닌 것은?

- ① $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l)$
 ② $Cu^{2+}(aq) + 4NH_3(g) \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)$
 ③ $HCl(g) + NH_3(g) \rightarrow NH_4Cl(s)$
 ④ $2Al(s) + 3Cl_2(g) \rightarrow 2AlCl_3(s)$

문제 51

티몰 블루는 이양성자 산 (H_2B :붉은색, HB^- :노란색, B^{2-} :파란색) 이며, 평형 상수는 다음과 같다.

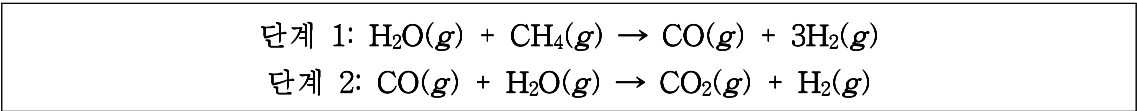


pH 8.9 에서 티몰 블루의 색깔에 가장 가까운 것은?

- ① 노란색 ② 초록색 ③ 주황색 ④ 파란색

문제 52

연료전지의 연료로도 사용되는 수소는 화석연료로부터 다음과 같은 반응 단계를 거쳐 만들어질 수 있다. 단계 1과 2에서 산화된 화학종을 각각 올바르게 짝지은 것은?



	단계 1	단계 2
①	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{CO}(g)$
②	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$
③	$\text{CH}_4(g)$	$\text{CO}(g)$
④	$\text{CH}_4(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$

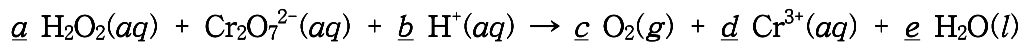
문제 53

다음 중 산화-환원 반응이 아닌 것은?

- ① $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- ② $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4$
- ③ $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- ④ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

문제 54

다음 화학반응식의 계수를 맞게 짝지은 것은?



	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>	<u>e</u>
①	3	6	2	2	7
②	2	7	3	1	8
③	3	8	3	2	7
④	2	9	2	1	8

문제 55

AgNO_3 수용액을 첨가하였을 때, 다음 중 침전이 일어나는 배위 화합물은?

- ① $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$
- ② $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
- ③ $[\text{Cr}(\text{NH}_3)\text{Cl}]\text{NO}_3$
- ④ $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$

문제 56

다음 중 거울상 이성질체가 존재하는 것은? (단, en은 두 자리 리간드인 ethylenediamine (NH₂CH₂CH₂NH₂)이다.)

- ① 시스(*cis*)-[Co(en)₂(H₂O)₂]³⁺ ② 시스(*cis*)-[Co(NH₃)₄Br₂]⁺
 ③ 트랜스(*trans*)-[Co(en)₂(NH₃)Cl]²⁺ ④ Co(NH₃)₃Cl₃

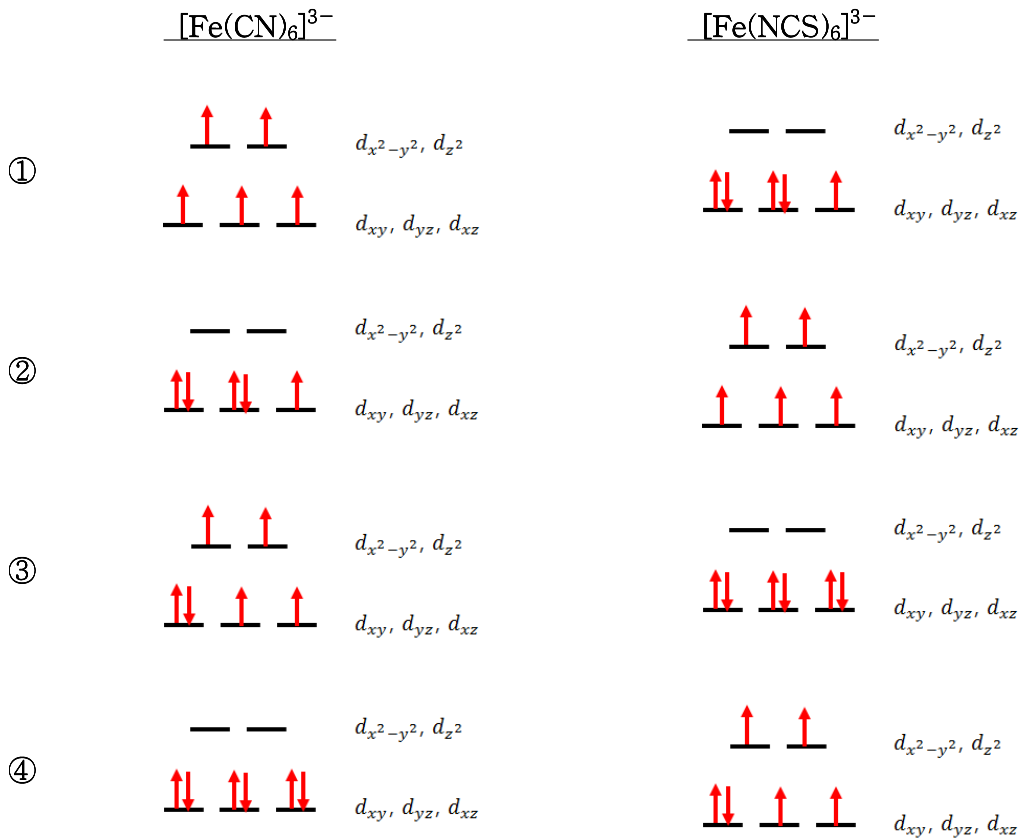
문제 57

배위수 4를 가지는 니켈(II) 착화합물은 사각 평면과 사면체 기하 구조 모두를 가질 수 있다. [NiCl₄]²⁻는 상자기성이고 [Ni(CN)₄]²⁻는 반자기성이다. 두 착물 중 하나는 사각 평면이고, 다른 하나는 사면체이다. 각 착물의 기하구조와 홀전자 개수를 옳게 짝지은 것은?

- | [NiCl ₄] ²⁻ | [Ni(CN) ₄] ²⁻ |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| ① 사면체 구조, 홀전자 2개 | 사각 평면 구조, 홀전자 0개 |
| ② 사각 평면 구조, 홀전자 1개 | 사면체 구조, 홀전자 1개 |
| ③ 사면체 구조, 홀전자 1개 | 사각 평면 구조, 홀전자 2개 |
| ④ 사각 평면 구조, 홀전자 2개 | 사면체 구조, 홀전자 0개 |

문제 58

착이온 [Fe(CN)₆]³⁻와 [Fe(NCS)₆]³⁻의 각 수용액에 대해 가시광선 영역에서 흡수스펙트럼을 분석하니, [Fe(CN)₆]³⁻은 400 nm에서, [Fe(NCS)₆]³⁻은 700 nm에서 최대 흡수를 보였다. 다음 중 착이온의 d-전자 배치로 가장 적절하게 짝지어진 것은?



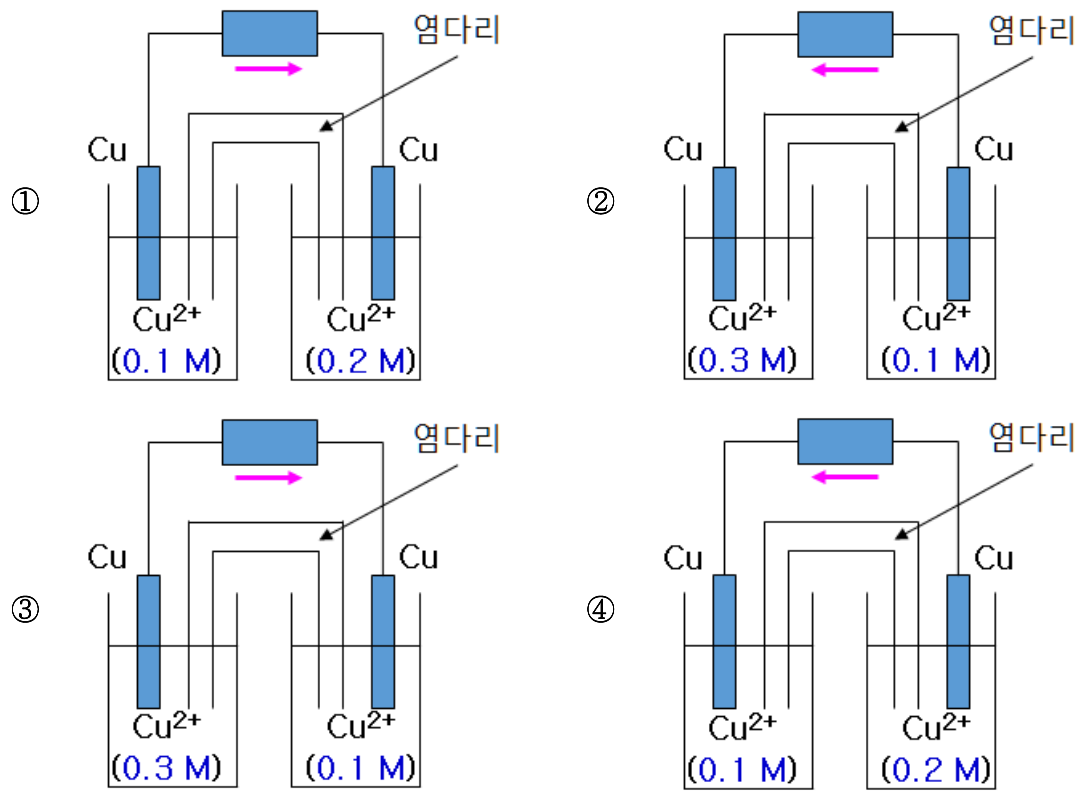
문제 59

크로뮴은 여러 가지 산화 상태의 이온으로 존재할 수 있다. 한 가지 산화 상태의 크로뮴염이 녹아있는 전해질에 전지를 연결하여 $2F$ (패러데이 상수) 만큼의 전하를 공급하였더니 34.7 g의 금속 크로뮴이 석출되었다. 공급된 전하는 모두 금속 크로뮴의 석출에 사용되었다면, 이 전해질에 있는 크로뮴염은 어떤 산화 상태였다고 볼 수 있는가? (Cr의 원자량은 52.0 g/몰이다).

- ① Cr^+ ② Cr^{2+} ③ Cr^{3+} ④ Cr^{6+}

문제 60

“농도 전지”는 아래의 그림에서와 같이 용질의 농도를 제외한 모든 것이 동일한 두 개의 반쪽 전지를 연결하여 만들 수 있다. “농도 전지”에서 전위차의 절댓값은 “[용질]_{높은 농도}/[용질]_{낮은 농도}”의 값이 클수록 증가하고, 산화-환원 반응은 두 용질의 농도가 같아지는 방향으로 진행된다. 아래의 농도 전지에서 전위차의 절댓값이 더 큰 농도 전지와 해당하는 전지에서의 전자의 이동 방향이 모두 옳은 것은?



수고 많이 했습니다!