

2025학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사

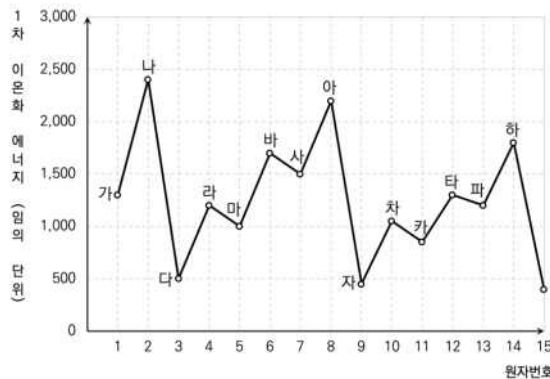
[화학]

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

문제 1.

우리의 세상은 다양한 물질로 이루어져 있다. 대기에는 질소와 산소가, 지상에는 다양한 금속과 비금속, 그리고 물과 생명체가 있다. 인간은 자연에 존재하는 물질의 성질을 이해할 뿐 아니라, 새로운 성질을 가진 신물질을 개발하고 있다. 이것을 가능하게 하는 주요 화학 원리는 원자와 분자의 전자 배치이다.

이제 다음과 같은 가상 세계에 대해 생각해 보자. 이 가상 세계는 3차원이 아닌 2차원 공간에 있고, 원자는 원자핵과 전자에 해당하는 입자로 이루어져 있다. 원소 기호는 원자 번호순으로 가, 나, 다, ... 로 나타낸다. 이들 원자로 이루어진 물질의 성질도 우리 세상처럼 전자 배치로부터 설명되며, 1차 이온화 에너지는 [그림 1]과 같이 원자 번호에 따른 변화를 보인다. 가상 세계의 환경에서 온도와 압력은 일정할 때, 물질의 성질에 대한 다음 문제에 답하시오.



[그림 1] 가상 세계 원자의 1차 이온화 에너지

1-1. 우리 세계에서 전자는 $1s$, $2s$, $2p_x$, $2p_y$, $2p_z$, $3s$, ... 오비탈에 순서대로 채워지지만, 2차원 가상 세계에서는 $1a$, $2a$, $2b_x$, $2b_y$, $3a$, ... 오비탈에 채워진다고 하자. 여기서 a 오비탈은 원형이며 3차원의 s 오비탈에 해당하고, b_x , b_y 오비탈은 x , y 축 상에서 아령 모양을 가지며 3차원의 p_x , p_y 오비탈에 해당한다.

(1) [그림 1]의 1차 이온화 에너지 변화를 우리 세계의 전자 배치 원리로 설명할 수 있는가?

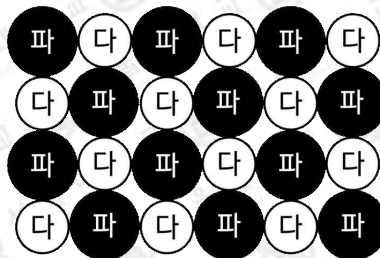
(2) '가', '마', '바' 세 원자의 바닥상태 전자 배치를 각각 구하시오.

1-2. 가상 세계 대기의 주요 구성 원소는 '나', '바', '아'이며, 존재 비율은 '바' > '나' > '아' 순으로 감소한다.

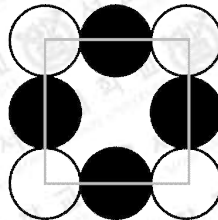
- (1) '나', '바', '아' 중 단위자 분자가 화학적으로 안정한 원소는 무엇인가?
- (2) '나', '바', '아' 중 이원자 분자가 화학적으로 안정한 원소는 무엇인가?
이 분자를 이루는 결합은 단일 결합과 이중 결합 중 어느 것인가?
- (3) 문항 (1), (2)의 '나', '바', '아'로 이루어진 단위자 또는 이원자 분자 물질의 끓는점 순서는 어떻게 되는지 설명하시오.
- (4) 이 물질들이 기체 상태로 존재한다는 사실로부터 가상 세계의 온도와 압력에 대해 무엇을 알 수 있는가?

1-3. 가상 세계에서 발견되는 다음 고체 화합물에 대해 답하시오.

- (1) '다'와 '파' 원자의 개수 비가 1:1인 고체 A는 아래 그림과 같은 2차원 결정을 이룬다.
가상 세계의 환경에서 이 물질은 왜 기체나 액체가 아닌 고체로 존재하는지 설명하시오.



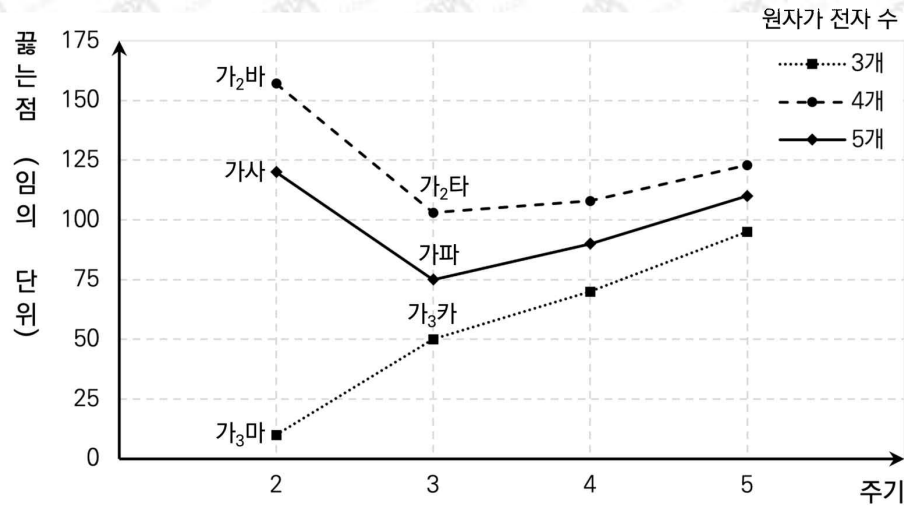
- (2) '라'와 '파' 원자로 이루어진 고체 B는 아래 그림과 같은 단위 세포가 2차원에 배열된 결정 물질이다. 아래 검은색과 흰색 원 중 어느 것이 '라'에 해당하는지 말하시오.
(그림에서 검은색과 흰색 원의 크기 비율은 실제와 무관하다.)



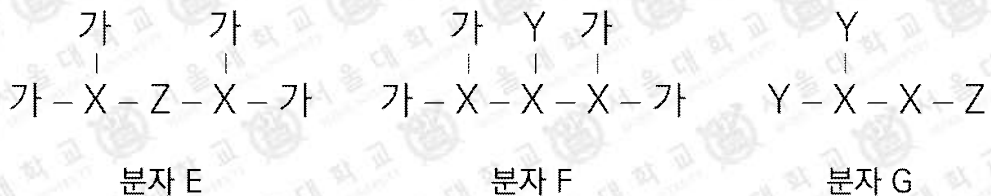
- (3) '마' 원자만으로 이루어진 어떤 고체 C는 (1), (2)의 고체 A, B보다 훨씬 단단하고 녹는점도 높다. 고체 C에서 '마' 원자 사이의 결합이 어떤 양상을 나타낼지 결합각을 포함하여 설명하시오.

1-4. 2차원 가상 세계에 존재하는 다음 물질에 대한 질문에 답하시오.

- (1) 다음 그림은 가상 세계에서 원자가 전자 수가 3개, 4개, 5개인 원자들이 ‘가’ 원자와 이루는 화합물의 끓는점을 주기에 따라 나타내고 있다. 이 데이터로부터 분자 간 인력에 대해 무엇을 알아낼 수 있는지 설명하시오.



- (2) 가상 세계에는 화학식이 ‘가₂바’인 분자 D가 액체 상태로 존재한다. 이 화합물은 2차원에서 어떤 분자 구조를 가질지 결합각을 포함하여 설명하시오.
- (3) [문제 1-3]의 고체 A와 고체 C 중 어느 것이 액체 D에 더 잘 녹을지 설명하시오.
- (4) 아래는 2주기 원자 ‘다’~‘아’ 중 원자 X, Y, Z가 각각 ‘가’ 원자와 결합하여 만들어진 분자 E, F, G의 구조식을 나타낸 것이다. 이 그림에서는 단일 결합과 다중 결합을 구분하지 않았다. X, Y, Z에 해당하는 원소를 찾고, E, F, G 분자가 각각 극성인지 무극성인지 말하시오. (이들 분자에서 각 원자를 중심으로 하는 2a, 2b 오비탈은 모두 전자로 채워진다.)



1-5. 2차원 가상 세계의 물질과 우리 세계의 물질을 비교해 보자.

- (1) 우리 지구에서 물은 생명체의 주요 구성 성분이다. 가상 세계에서 물 분자와 유사한 역할을 할 수 있는 분자를 [문제 1-2]~[문제 1-4]에서 언급된 것 중에서 고르고, 그 이유를 설명하시오.
- (2) 얼음의 밀도가 물보다 작은 것은, 얼음에서 물 분자가 수소 결합으로 서로 맞물리면서 배열되어 생기는 결과이다. 위 (1)의 가상 세계 분자도 고체와 액체 상태에서의 밀도 차이 측면에서 유사한 양상을 나타낼지 설명하시오.
- (3) 지구상의 생명체는 탄소를 포함하는 다양한 유기물로 이루어져 있다. 가상 세계에서 탄소와 가장 유사한 역할을 할 수 있는 원소를 고르고, 그 이유를 설명하시오.
- (4) 지구의 생명체를 이루는 여러 유기물과 가상 세계에서 이에 해당하는 여러 물질 사이의 '종류 수' 차이를 결정하는 요소를 두 가지 제시하시오. (단, 1, 2주기 원소를 중심으로 고려한다.)
- (5) 지구의 지각은 다양한 규산염 광물로 이루어져 있다. 규산염 광물을 구성하는 기본 구조는 규소 1개와 산소 4개가 공유 결합을 이룬 사면체이다. 이를 참고하여 가상 세계에서도 규산염 광물에 해당하는 다양한 물질이 존재할 수 있을지 설명하시오.

문제 1

활용 모집단위	자연과학대학 (화학부, 지구환경과학부) 간호대학 농업생명과학대학 (식품·동물생명공학부, 응용생물화학부) 사범대학 (화학교육과) 생활과학대학 (식품영양학과, 의류학과)
문항해설	[1-1] 제시문에 주어진 원소의 화학적 특성을 주기적 성질과 연관 지어 설명할 수 있는지 평가한다. [1-2] 원자의 전자 배치로부터 기체로 존재할 수 있는 조건을 이해하고, 설명할 수 있는지 평가한다. 전자 배치와 화학 결합의 연관성을 이해하고, 분자 간 상호 작용을 설명할 수 있는지 평가한다. [1-3] 원자의 전자 배치로부터 이온의 형성과 이온 결합의 특성을 설명하고, 단위세포 내의 이온의 개수를 구할 수 있는지 평가한다. 공유 결정의 특징과 전자쌍 반발 원리를 적용할 수 있는지 평가한다. [1-4] 분자의 끓는점과 분자 간 상호 작용을 연관 지어 설명할 수 있는지 평가한다. 전자쌍 반발 원리로부터 분자의 구조를 도출할 수 있는지 평가한다. 이온 결정과 공유 결정의 특성 및 분자의 극성을 이해하고 있는지 평가한다. [1-5] 우리 세계를 이루는 중요한 화합물(물과 얼음, 탄소 화합물, 규산염 광물)의 특성을 올바르게 설명할 수 있는지 평가한다.
출제의도	[1-1] 원자의 오비탈 전자 배치 규칙을 이해하는지 평가한다. [1-2] 비활성 기체, 단일 결합과 다중 결합, 분산력의 크기와 끓는점에 대해 이해하는지 평가한다. [1-3] 이온 결정과 공유 결정에 대해 이해하는지와 전자쌍 반발 이론을 이해하는지 평가한다. [1-4] 수소 결합, 전기 음성도, 비공유 전자쌍을 포함하는 분자 구조에 대해 이해하고 쌍극자 모멘트로 극성 및 무극성 분자를 구별할 수 있는지 평가한다. [1-5] 지구상의 생명체와 지각에 존재하는 화합물의 성질에 대해 이해하는지 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 전자 배치 규칙, 오비탈, 주기율표, 이온화 에너지의 주기성, 전기 음성도, 양자수, 공유 결합, 이온 결합, 금속 결합, 분자 구조, 전자쌍 반발 이론, 분자 간 상호작용, 증기압, 끓는점, 고체의 결정 구조, 탄소 화합물, 수소 결합 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《통합과학》 - (1) 물질의 규칙성과 결합, (2) 자연의 구성 물질 《화학Ⅰ》 - (2) 원자의 세계, (3) 화학 결합과 분자의 세계 《화학Ⅱ》 - (1) 물질의 세 가지 상태와 용액
자료출처	김성진 외, 《통합과학》, 미래엔, 2018, 26-48, 56-63쪽 송진웅 외, 《통합과학》, 동아출판, 2018, 34-55, 61-65쪽 신영준 외, 《통합과학》, 천재교육, 2018, 30-55, 58-73쪽 심규철 외, 《통합과학》, 비상교육, 2018, 28-50, 57-63쪽 정대홍 외, 《통합과학》, 금성출판사, 2018, 28-35, 38-53, 60-63쪽 강대훈 외, 《화학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 67-74, 77-88, 91-98, 101-109, 119-134, 137-142, 145-152, 155-160쪽 노태희 외, 《화학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 54-78, 80-97, 106-124, 126-149쪽 박종석 외, 《화학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 55-68, 75-91, 99-116, 123-130쪽 이상권 외, 《화학Ⅰ》, 지학사, 2018, 56-70, 76-92, 106-126, 132-142쪽 장낙한 외, 《화학Ⅰ》, 상상아카데미, 2018, 62-99, 108-127, 130-151쪽 최미화 외, 《화학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 58-77, 82-85, 88-93, 106-130, 134-141쪽 하윤경 외, 《화학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 55-74, 77-89, 99-119, 121-135쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅰ》, 교학사, 2018, 65-77, 80-91, 102-111, 114-117, 120-125, 128-135쪽 황성용 외, 《화학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 56-75, 80-97, 108-131, 136-157쪽 노태희 외, 《화학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 11-46쪽 박종석 외, 《화학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 11-31쪽 이상권 외, 《화학Ⅱ》, 지학사, 2018, 13-42쪽 장낙한 외, 《화학Ⅱ》, 상상아카데미, 2018, 32-53쪽 최미화 외, 《화학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 14-21, 30-42, 44-50쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅱ》, 교학사, 2018, 12-18, 30-49쪽

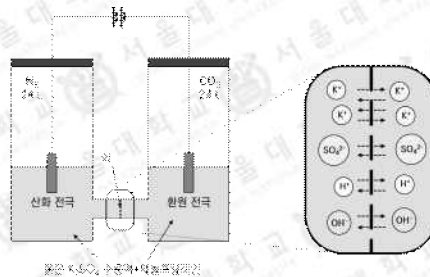
※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

문제 2.

심각해지는 지구 온난화 상황에서 탄소 중립을 위한 과학 기술 개발이 주목을 받고 있다. 온실 기체인 이산화 탄소(CO_2)는 화학 반응을 통해 유용한 화합물로 전환될 수 있으며, 이러한 전환 기술은 탄소 저감에 기여할 것으로 기대된다.

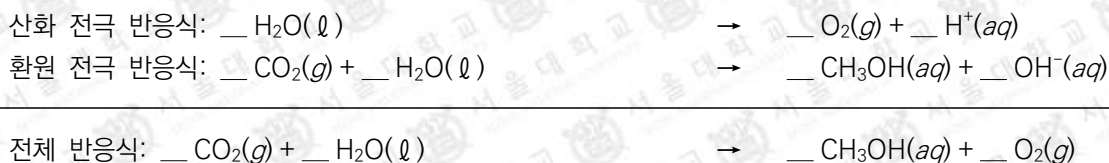
다음은 1 atm, 300 K에서 이산화 탄소를 환원하여 메탄올(CH_3OH)을 생성하는 전기 화학 반응기의 모식도이며, 물을 환원제로 사용하는 청정한 화학 반응이다. 반응기는 산화 반응과 환원 반응이 일어나는 두 개의 수조로 나누어져 있다.

두 수조는 기체 분자 및 메탄올은 통과할 수 없지만 모든 이온은 원활하게 투과할 수 있는 막으로 구분되어 있다. 양쪽 수조에는 동일한 중성 K_2SO_4 수용액이 들어있다. 이 수용액에는 반응에 참여하지 않는 페놀프탈레인을 넣었다. 두 수조에서 수면 위 공간은 각각 질소(N_2)와 이산화 탄소 기체로 충분한 양이 차 있고, 두 기체가 수용액에 녹는 양은 무시 가능하며, 이산화 탄소가 물 속에서 탄산이 되는 반응도 무시할 수 있다고 하자. 메탄올 생성 반응과 관련하여 다음 질문에 답하여라.



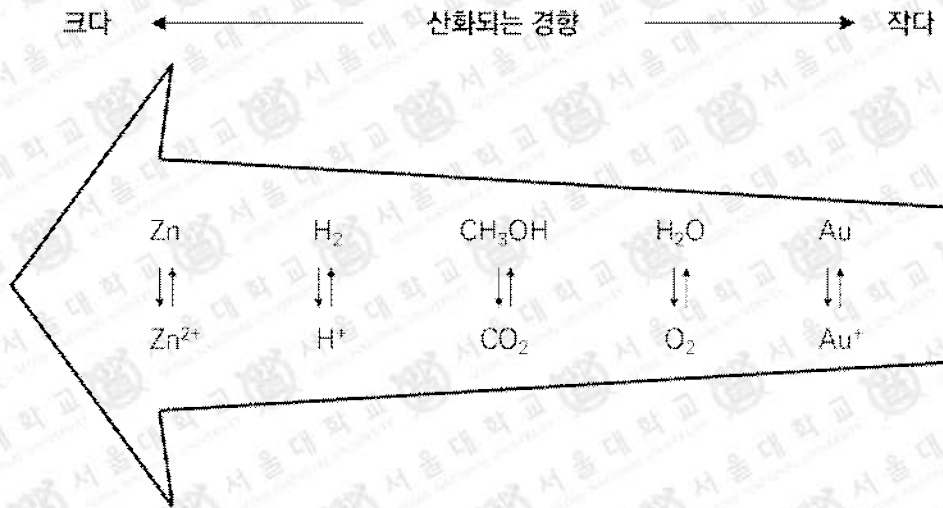
[그림 2-1] 메탄올 합성을 위한 전기 화학 반응기

2-1. 산화·환원 전극에서 일어나는 아래의 반쪽 반응식을 완성하고 전체 반응식을 도출하여라. (단, 각 반쪽 반응식에서 전자는 표시하지 않았으므로 반응에 참여하는 전자를 포함하여 반쪽 반응식을 완성하여라.)



2-2. 300 K에서 일정 시간 동안 전류를 흘려줬을 때 두 수조 사이에 압력 차이가 0.01 atm 이었다. 이때 생성되는 메탄올의 양을 구하고, 어느 쪽 수조의 수위가 높아질지 예측하여라. (단, 반응이 진행되는 동안 수위가 변하더라도 각 기체의 부피 변화에 미치는 영향은 무시 가능하며, 각 기체가 차지하는 부피는 24 L로 동일하다고 하자. 모든 기체는 이상 기체이고 기체 상수는 $0.08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 이다.)

2-3. 이온화 경향은 금속 원자가 전자를 잃고 산화되기 쉬운 정도를 나타내며, 금속이 아닌 다른 물질이 산화되기 쉬운 정도에도 대응될 수 있다. 현재 실험 조건에서 몇 가지 화학종의 산화되는 경향은 [그림 2-2]와 같다. [문제 2-2]와 동일한 조건에서 산화 전극만 아연(Zn) 전극으로 바꾼 후, 환원 전극에서 동일한 양의 메탄올을 생성하였다. 다음 질문에 답하여라.



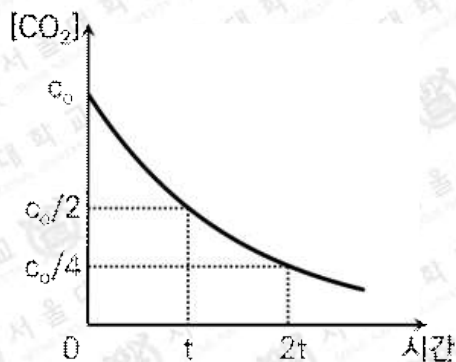
[그림 2-2] 다양한 화학종의 산화되는 경향

- (1) 아연 전극에서 산화되는 물질은 무엇인가?
- (2) 산화 전극으로 아연을 사용하였을 때, [문제 2-2]에 비해 수조의 수위는 어떻게 달라질지 설명하여라.
- (3) 산화 전극으로 아연을 사용하였을 때와 금(Au)을 사용하였을 때 수용액의 색은 어떻게 다른지 설명하여라.

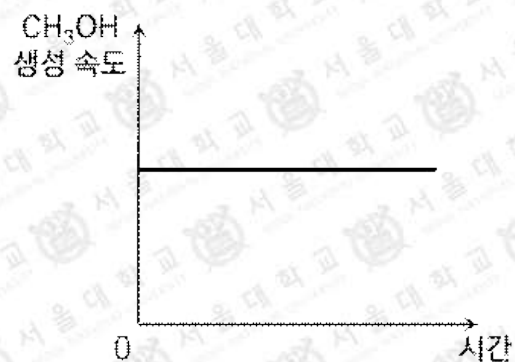
2-4. 이제 반응 환경에 따라서 메탄올이 생성되는 속도가 어떻게 달라지는지 알아보자. 아래 [그림 2-3 (1)]은 <기본 조건>에서 반응 시간에 따른 이산화 탄소(CO_2) 농도 그래프이고, [그림 2-3 (2)]는 <A 조건>에서 반응 시간에 따른 메탄올의 생성 속도 그래프이다. <A 조건>에서 시작하여 일정 시간 후 <B 조건>, 이후 <C 조건>으로 바꿀 때, 반응 시간에 따른 메탄올 농도 개형을 추론하여라. 단, 모든 기체는 이상 기체이고, 모든 반응 조건에서 온도는 일정하게 유지되며 산화 전극 수조는 열려있다.

▶ 기본 조건: 환원 전극 수조에 이산화 탄소는 1 mol을 넣고, 반응 중 추가 공급하지 않는다.

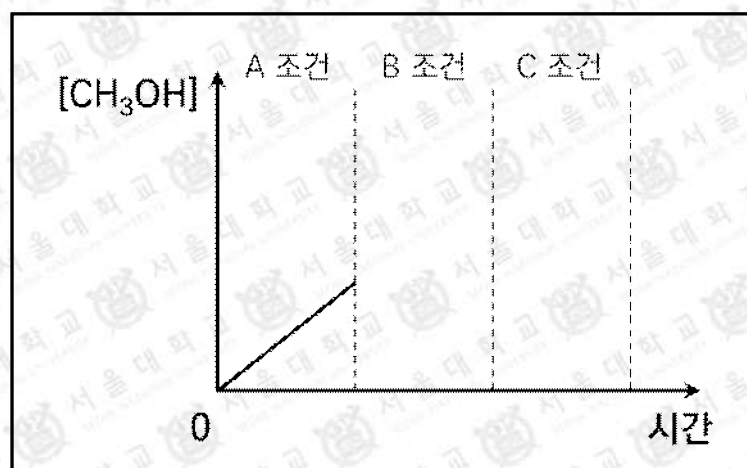
A 조건	환원 전극 수조에 CO_2 는 1 atm이 유지되도록 계속 공급한다.
B 조건	<A 조건>에서 환원 전극 수조에 CO_2 는 1 atm 대신 0.2 atm이 유지되도록 계속 공급한다.
C 조건	<B 조건>에 질소를 추가하여, 환원 전극 수조의 전체 압력이 1 atm이 유지되도록 계속 공급한다.



[그림 2-3 (1)]



[그림 2-3 (2)]



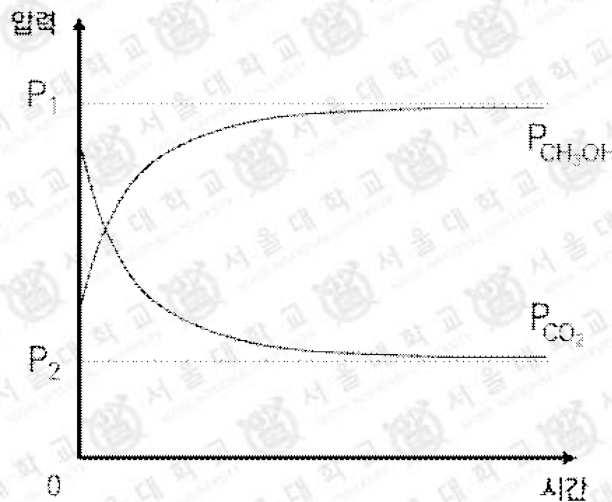
2-5. 이산화 탄소로부터 메탄올을 생성하기 위해 전기 화학 반응 외에도 다양한 열화학 반응이 시도되고 있다. 다음 질문에 답하여라.

- (1) $\text{CO}_2(g)$ 와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 로부터 메탄올($\text{CH}_3\text{OH}(g)$) 과 $\text{O}_2(g)$ 를 생성하는 반응 ('가' 반응)의 반응식을 완성하고, 반응 엔탈피(ΔH)를 구하여라. $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성 엔탈피(ΔH)는 -242 kJ/mol 이다. 수소 기체를 환원제로 사용한 '나' 반응식의 반응 엔탈피(ΔH)를 참고하여라.

'가' 반응:

'나' 반응: $\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(g) + \text{H}_2\text{O}(g)$, $\Delta H = -49 \text{ kJ}$

- (2) '가' 반응식의 반응 엔탈피(ΔH)와 [문제 2-1]의 전체 반응식의 반응 엔탈피(ΔH)를 비교하고, 두 값이 다르다면 그 이유는 무엇인지 설명하라. (단, [문제 2-1]의 전체 반응식의 반응 엔탈피(ΔH)를 구할 필요는 없다.)
- (3) '가' 반응이 온도 T_1 에서 평형에 도달하였을 때 메탄올의 압력을 P_1 , 이산화 탄소의 압력을 P_2 라고 하자. 반응 온도가 T_2 로 올라가면 ($T_2 > T_1$), 새로운 평형에서 메탄올과 이산화 탄소의 압력 P_1' 와 P_2' 은 어떻게 변할지 추론하여라. 또한, 평형에 도달하는 데 걸리는 시간이 어떻게 변할지 설명하여라.



문제 2

활용 모집단위	자연과학대학 (화학부, 지구환경과학부) 농업생명과학대학 (응용생물화학부) 사범대학 (화학교육과)
문항해설	[2-1] 전자를 포함하여 반쪽 반응식을 완성하고, 이로부터 전체 반응식을 올바르게 구할 수 있는지 평가한다. [2-2] 이상 기체 방정식을 활용하여 화학 반응에서의 양적 관계를 올바르게 설명할 수 있는지 평가한다. 기체의 압력 차이로부터 수조의 수위 차를 설명할 수 있는지 평가한다. [2-3] 이온화 경향으로부터 산화·환원 반응을 예측하고, 이로부터 화학 반응에서의 양적 관계를 올바르게 설명할 수 있는지 평가한다. 반응 생성물로부터 수조의 pH 변화와 지시약의 색 변화를 올바르게 설명할 수 있는지 평가한다. [2-4] 반응물과 농도와 반응 속도의 관계를 설명할 수 있는지 평가한다. [2-5] 화학 반응식을 완성하고, 헤스 법칙을 적용하여 열화학 반응식의 반응 엔탈피를 구할 수 있는지 평가한다. 르샤틀리에 원리와 온도에 따른 반응 속도 변화를 올바르게 설명할 수 있는지 평가한다.
출제의도	[2-1] 화학 반응에서의 양적 관계를 이해하고 산화·환원 반응을 파악하고 있는지 평가한다. [2-2] 화학 반응에서의 양적 관계와 이상 기체 방정식을 이해하고 활용할 수 있는지 평가한다. [2-3] 금속의 이온화 경향을 이해하고, 이온화 경향이 큰 화학종이 산화 반응에 참여함을 알 수 있는지 평가한다. 산·염기를 이해하고 적용할 수 있는지 평가한다. [2-4] 반응물의 농도와 반응 속도의 관계를 이해하고 있는지 평가한다. [2-5] 헤스 법칙, 화학 평형, 르샤틀리에 원리와 반응 속도의 개념을 파악하고 활용할 수 있는지를 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 산화·환원, 산화수, 전기 분해, 화학 반응에서의 양적 관계, 산·염기 중화 반응, 이상 기체 방정식, 열화학 반응식, 엔탈피, 헤스 법칙, 반응 속도, 반응 속도식, 반감기, 반응 속도에 영향을 미치는 요인인 르사틀리에 원리, 화학 평형 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《통합과학》 - (6) 화학 변화 《화학Ⅰ》 - (1) 화학의 첫걸음, (4) 역동적인 화학 반응 《화학Ⅱ》 - (1) 물질의 세 가지 상태와 용액, (2) 반응 엔탈피와 화학 평형, (3) 반응 속도와 촉매, (4) 전기 화학과 이용
자료출처	김성진 외, 《통합과학》, 미래엔, 2018, 176-200쪽 송진웅 외, 《통합과학》, 동아출판, 2018, 169-193쪽 신영준 외, 《통합과학》, 천재교육, 2018, 182-213쪽 심규철 외, 《통합과학》, 비상교육, 2018, 173-196쪽 정대홍 외, 《통합과학》, 금성출판사, 2018, 176-215쪽 강대훈 외, 《화학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 35-40, 47-58, 169-210쪽 노태희 외, 《화학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 23-39, 159-201쪽 박종석 외, 《화학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 27-39, 143-181쪽 이상권 외, 《화학Ⅰ》, 지학사, 2018, 27-39, 156-189쪽 장낙한 외, 《화학Ⅰ》, 상상아카데미, 2018, 30-47, 160-201쪽 최미화 외, 《화학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 28-43, 156-194쪽 하윤경 외, 《화학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 29-39, 145-179쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅰ》, 교학사, 2018, 38-42, 146-189쪽 황성용 외, 《화학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 29-35, 39-45, 168-208쪽 노태희 외, 《화학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 11-23, 74-103, 111-117, 136-147, 155-165, 187-203쪽 박종석 외, 《화학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 11-19, 61-75, 77-95, 100-110, 119-126, 135-145, 165-173쪽 이상권 외, 《화학Ⅱ》, 지학사, 2018, 12-25, 74-84, 90-105, 114-119, 139-142, 146-156, 185-197쪽 장낙한 외, 《화학Ⅱ》, 상상아카데미, 2018, 14-25, 82-113, 120-127, 144-155, 162-173, 192-207쪽 최미화 외, 《화학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 14-24, 78-106, 112-121, 136-147, 150-157, 180-191쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅱ》, 교학사, 2018, 19-24, 80-89, 92-102, 108-114, 131-141, 146-155, 178-187쪽