

2022학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사

[화학]

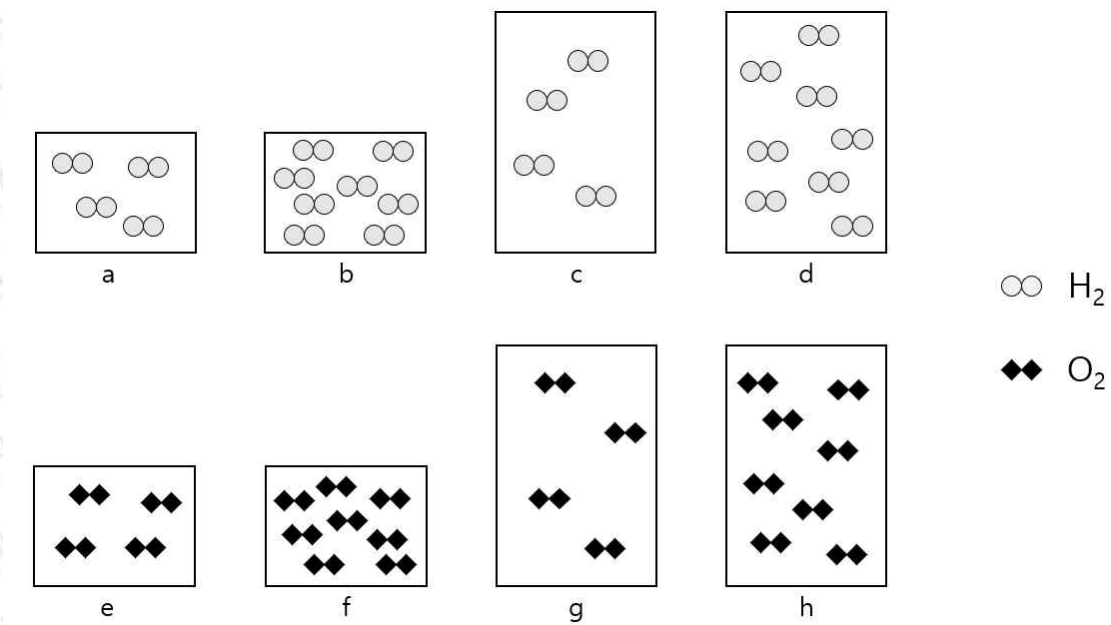
※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

문제 1. 기체 분자는 서로 멀리 떨어져 있고, 액체나 고체에 비해 밀도가 매우 작으며, 빠른 속도로 무질서한 운동을 하고 있어 용기의 모양이나 부피에 관계없이 용기를 가득 채우게 된다. 기체 분자 운동론은 이러한 기체의 성질을 분자 운동으로 설명하고 있으며, 이때 가정하는 이상 기체는 다음의 특징을 가진다. 기체 분자 사이에 인력과 반발력이 없고, 기체 분자는 완전 탄성체로 분자끼리의 충돌이나 용기 벽면과의 충돌 과정에서 에너지는 손실되지 않으며, 입자 자체의 부피는 매우 작아 무시할 수 있다.

〈문제 1〉에 나오는 기체는 모두 이상 기체라 가정하고, 아래 조건을 고려하여 답하시오.

- 상온(25 °C), 1.00 atm 조건에서 이상 기체 1몰당 부피 = 24 L
- $R = 0.08 \text{ (atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K)}$
- $0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$
- H의 원자량 = 1, C의 원자량 = 12, O의 원자량 = 16

1-1. 수소와 산소 기체를 상온(25 °C)으로 유지되는 용기에 아래 [그림 1]과 같이 보관하였다. 큰 용기는 작은 용기보다 2배 큰 부피를 가지고 있다.



[그림 1] 다양한 용기에 보관된 기체

각 용기 내부 기체의 다음 특성들을 작은 것부터 큰 것 순으로 나열하시오.

- (1) 압력
- (2) 밀도
- (3) 분자당 평균 속력

1-2. 수소 기체와 산소 기체를 반응시켜 물을 만드는 실험을 수행했다. 실험은 둘 중 하나의 반응물이 모두 소진될 때까지 진행하였다.

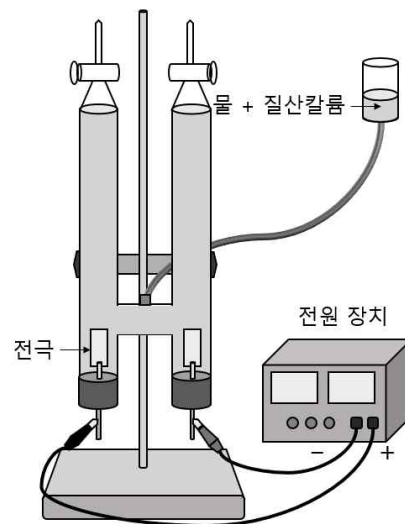
- (1) 227 °C로 온도가 유지되는 20.0 L 스테인레스 용기에서 2.00 atm 수소 기체와 3.00 atm 산소 기체를 반응시켰을 때, 용기 내부의 압력은 얼마인지 구하시오.
- (2) (1)의 반응이 진행된 이후, 온도를 0 °C로 내렸을 때 생성되는 얼음의 질량이 얼마인지 구하시오.
- (3) 수소 기체와 산소 기체가 만나 반응을 하면 큰 에너지를 방출하지만, 수소 기체와 산소 기체의 혼합물은 상온에서 서로 반응을 하지 않고 독립적으로 존재할 수 있다. 두 기체가 해당 조건에서 반응하지 않는 이유를 설명하시오.

1-3. 수소, 산소 기체 생산을 위한 하나의 방법으로 물의 전기분해를 활용할 수 있다. 전기 분해는 외부에서 전기 에너지를 공급하여 비자발적인 산화 환원반응을 일으키는 과정으로, 이때 전극과 전해질을 구성하는 물질 사이의 반응성을 필수적으로 고려해야 한다. 25 °C에서 전해질의 농도가 1 M, 기체의 압력이 1.00 atm일 때, 반쪽 전지 중 환원 반응이 일어나는 전극의 전위를 표준 환원 전위라 한다.

반쪽 반응	표준 환원 전위 (V)
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq)$	+ 2.87
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	+ 1.23
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$	+ 0.54
$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	+ 0.00
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	- 0.45
$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	- 0.83
$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$	- 2.71
$K^+(aq) + e^- \rightarrow K(s)$	- 2.92

[표 1] 25 °C에서 반쪽 전지의 표준 환원 전위

아래와 같은 장치([그림 2] 참고)에 물을 채우고 충분한 전압을 걸어줄 수 있는 전원 장치를 연결하여 전기 분해를 수행하였다. 위의 [표 1]을 이용하여 다음의 질문에 대답하시오.



[그림 2] 물의 전기 분해 장치

- (1) (+)극과 (-)극에서 일어나는 pH 변화를 전극 인접 부위에 한정하여 설명하시오.
- (2) 25 °C, 1.00 atm 조건에서 18.0 L의 기체가 만들어졌을 때, 소모된 물의 양은 얼마인지 제시하시오.
- (3) 위 [그림 2]의 질산칼륨 대신에 NaI를 넣으면, NaI가 소진되기 전까지 (+)극과 (-)극에서 어떤 차이가 발생하는지 서술하시오.

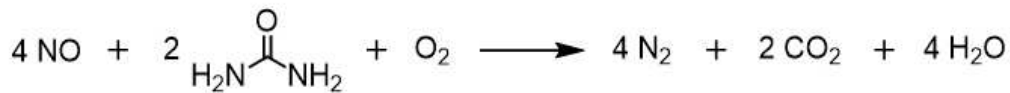
1-4. 16.0 g의 메테인(CH_4) 기체와 64.0 g의 산소(O_2) 기체를 온도가 227 °C로 유지되는 10.0 L 밀폐 용기에 넣고 반응시켰더니 완전 연소 (이산화탄소와 수증기 형성)와 불완전 연소 (일산화탄소와 수증기 형성)가 동시에 일어난 후 평형에 도달하였다. 평형에서 산소의 압력이 1.00 atm이고 수증기의 압력이 7.50 atm이다. 평형 상태에서 메테인, 일산화탄소, 그리고 이산화탄소의 압력은 각각 얼마일지 구하시오.

문제 1

활용 모집단위	자연과학대학(화학부, 지구환경과학부) 농업생명과학대학 응용생물화학부 사범대학 화학교육과 간호대학 농업생명과학대학 식품·동물생명공학부 생활과학대학(식품영양학과, 의류학과)
문항해설	[1-1] 이상 기체 방정식을 이용해서 기체의 온도, 압력, 부피, 몰수 사이의 관계를 설명할 수 있는지 평가한다. 압력과 밀도를 주어진 조건으로 변환해서 나타낼 수 있는지 평가한다. 기체 분자의 평균 에너지가 온도에 따라 어떻게 변하는지 판단하고 운동 에너지의 식을 이용해 분자량과 속력 관계를 유도할 수 있는지 평가한다. [1-2] 주어진 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이상 기체 방정식을 이용해서 화학 반응의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가한다. 물의 특성을 이해하고 주어진 상황에서 물의 상평형 그림을 떠올려 이를 문제에 적용할 수 있는지 평가한다. 주어진 반응이 실제 상황에서 적용되는지 생각해 보고 반응이 일어나는데 필수적인 활성화 에너지의 의미를 떠올릴 수 있는지 평가한다. [1-3] 전기분해의 원리를 산화 환원 반응으로 나타내서 화학 반응식을 완성할 수 있는지 평가한다. 생성된 반응물로 인해 변하는 pH를 고려할 수 있는지 평가한다. 생성된 기체의 부피로 주어진 조건을 이용해 기체의 양을 계산할 수 있는지 평가한다. 환원과 산화의 관계를 이해하고 표준 환원 전위를 활용해 전해질의 종류에 따라 변하는 산화 환원 반응에 대해 생각할 수 있는지 평가한다. [1-4] 화학 반응의 평형을 이해하고 동시에 일어나는 두 가지 화학 반응식에서 그 계수를 구할 수 있는지 평가한다. 양적 관계를 통하여 구한 반응물과 생성물의 양을 바탕으로 이상 기체 방정식을 적용하여 각각의 반응에서 생성된 생성물의 양을 구할 수 있는지 평가한다.
출제의도	[1-1] 이상 기체 방정식을 이용해서 기체의 온도, 압력, 부피, 몰수 사이의 관계를 설명할 수 있는지 평가한다. 기체 분자의 평균 운동 에너지와 온도의 관계를 파악하고, 이를 바탕으로 분자량과 속력 관계를 유도할 수 있는지 평가한다. [1-2] 이상 기체 방정식을 이용해서 화학 반응의 양적 관계를 설명하고, 주어진 상황을 물의 상평형과 연계하여 해석할 수 있는지 평가한다. 화학 반응에서 활성화 에너지의 의미를 설명할 수 있는지 평가한다. [1-3] 화학양론 및 이상 기체의 부피에 대한 이해를 통해 생성된 기체의 양을 계산할 수 있는지 평가한다. 전기분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명하고, 표준 환원 전위를 활용하여 산화 환원 반응을 해석할 수 있는지 평가한다. [1-4] 화학 반응의 평형을 이해하고, 동일한 반응물로부터 동시에 생성되는 다른 생성물의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 물, 이상 기체 방정식, 화학 반응식, 분자 간 상호작용, 액체의 성질, 상평형 그림, 활성화 에너지, pH, 산화, 환원, 화학 전지, 전기 분해, 화학 평형 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《화학Ⅰ》 - (1) 화학의 첫걸음 《화학Ⅰ》 - (4) 역동적인 화학 반응 《화학Ⅱ》 - (1) 물질의 세 가지 상태와 용액 《화학Ⅱ》 - (2) 반응 엔탈피와 화학 평형 《화학Ⅱ》 - (4) 전기 화학과 이용
자료출처	홍훈기 외, 《화학Ⅰ》, 교학사, 2018, 27-33, 39-40, 157, 175-181쪽 하윤경 외, 《화학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 29-32, 34-39, 149-152, 168-173쪽 황성용 외, 《화학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 29-33, 39-45, 169-173, 189-196쪽 최미화 외, 《화학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 28-33, 36-43, 160-163, 176-186쪽 박종석 외, 《화학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 27-31, 34-39, 148-152, 166-171쪽 장낙한 외, 《화학Ⅰ》, 상상아카데미, 2018, 30-37, 40-45, 167-170, 183-189쪽 강대훈 외, 《화학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 34-40, 47-57, 174-177, 193-196쪽 이상권 외, 《화학Ⅰ》, 지학사, 2018, 26-39, 165-167, 175-179쪽 노태희 외, 《화학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 23-39, 170-172, 185-192쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅱ》, 교학사, 2018, 12-28, 35-39, 87-88, 93-94, 103-105, 142-143, 179-180, 184-185쪽 최미화 외, 《화학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 14-29, 36-39, 90-91, 108-111, 148-149, 180-183, 188-191쪽 박종석 외, 《화학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 11-19, 24-25, 66-67, 77-78, 97-98, 127-128, 165-168, 172-173쪽 장낙한 외, 《화학Ⅱ》, 상상아카데미, 2018, 14-30, 42-44, 92-93, 97-99, 115-117, 157-159, 195-199, 203-205쪽 이상권 외, 《화학Ⅱ》, 지학사, 2018, 13-25, 31-34, 91-93, 106-108, 144-145, 185-191, 194-196쪽 노태희 외, 《화학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 11-23, 31-36, 84-85, 89-91, 104-107, 148-150, 187-190, 193-196쪽

문제 2. 최근 요소의 공급부족으로 인한 ‘요소수 대란’이 사회적으로 문제가 되고 있다. 요소($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)는 디젤 엔진의 선택적 환원 촉매장치에 활용되어 질소산화물(NO_x)의 분해를 돕는다. 이러한 질소산화물은 산성비와 미세먼지를 유발하는 등 대기오염의 주요 원인이기 때문에, 디젤 엔진에서 요소수의 사용을 통해 이를 분해하는 과정이 필수적이다. 대표적인 질소산화물인 일산화질소(NO)와 요소의 화학 반응식은 다음과 같다.



2-1. 위 반응식을 바탕으로, 25 °C, 1 atm에서 1 mol의 NO가 반응할 때의 엔탈피 변화를 구하라. 단, 각 화합물의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 다음과 같다.

$\Delta H_f^\circ(\text{NO}(g))$	$= +100 \text{ kJ/mol}$	$\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(g))$	$= -350 \text{ kJ/mol}$
$\Delta H_f^\circ((\text{NH}_2)_2\text{CO}(s))$	$= -350 \text{ kJ/mol}$	$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(g))$	$= -250 \text{ kJ/mol}$
$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(l))$	$= -300 \text{ kJ/mol}$		

2-2. NO의 루이스 전자점식을 그려라. 가능한 루이스 전자점식을 두 가지 이상 제시하고, 가장 안정한 구조의 전자점식과 그 이유를 설명하라.

2-3. 일산화질소와 요소의 산화·환원 반응에서 (1) 산화되는 물질과 환원되는 물질을 찾고, 그 물질들의 산화수 변화를 구하라. (2) 산화수의 변화를 바탕으로 전체 반응계의 전자 이동을 설명하고, (3) 이를 바탕으로 산화·환원 반응의 일반적인 특징을 서술하라.

2-4. 또 다른 질소산화물인 이산화질소(NO_2)는 암모니아(NH_3)와 반응하여 질소 기체와 물을 생성한다. 이 반응이 일어날 때 주위의 온도가 어떻게 변화할지, 그 이유를 논리적으로 설명하라. NO_2 와 NH_3 의 반응은 아래와 같은 간단한 화학 반응식으로 나타낼 수 있다.



2-5. 문제 2-4의 반응이 상온에서 가역적으로 일어나며, 반응 과정에서 온도가 일정하게 유지된다고 가정하자. 반응 용기의 부피가 줄어들었을 때 화학 평형이 어느 쪽으로 이동할지 서술하라.

문제 2

활용 모집단위	자연과학대학(화학부, 지구환경과학부) 농업생명과학대학 응용생물화학부 사범대학 화학교육과
문항해설	[2-1] 표준 생성 엔탈피의 개념을 올바르게 이해하고, 엔탈피를 이용하여 열화학 반응식을 표현할 수 있는지 평가하는 문항이다. 표준 생성 엔탈피와 화학 반응식의 계수를 연계하여 반응 엔탈피를 구할 수 있는지 평가한다. [2-2] 공유 결합의 특성을 이해하고, 각 원소의 최외각 전자 및 전기음성도의 비교를 바탕으로 안정한 루이스 전자점식을 유도할 수 있는지 평가한다. [2-3] 산화·환원 반응의 기본 개념을 이해하고, 복잡한 반응식에서 산화수의 변화를 올바르게 구할 수 있는지 평가한다. 산화수의 변화로부터 전자의 이동을 이해하고, 일반적인 산화·환원 반응의 특성을 연결할 수 있는지 평가한다. [2-4] 반응물과 생성물의 분자 구조를 바탕으로 상대적인 결합 세기를 예상하고, 이로부터 반응 엔탈피와 주위와의 열 출입을 이해하여 온도변화를 정성적으로 유추하는 논리적인 전개 과정을 평가한다. [2-5] 주어진 반응 조건에서 반응물과 생성물의 물리적 상태를 예측할 수 있는지 평가한다. 일정한 온도의 조건에서 반응 용기의 부피가 달라질 때 압력의 변화와 그에 따른 가역반응의 평형 이동 방향을 설명할 수 있는지 평가한다.
출제의도	[2-1] 표준 생성 엔탈피의 개념을 이해하고, 열화학 반응식을 엔탈피를 이용하여 표현할 수 있는지 평가한다. 서로 다른 계수를 포함한 화학 반응식의 반응 엔탈피를 유도할 수 있는지 평가한다. [2-2] 비금속 원소의 원자들이 전자쌍을 서로 공유하면서 형성되는 공유 결합의 개념을 이해하였는지 평가한다. 이를 바탕으로 안정한 루이스 전자점식을 유도하고 NO 분자의 다중 결합을 설명하며, 전기음성도의 경향성으로부터 분자 내의 전자분포를 유추할 수 있는지 평가한다. [2-3] 화학양론 및 이상 기체의 부피에 대한 이해를 통해 생성된 기체의 양을 계산할 수 있는지 평가한다. 전기분해의 원리를 산화 환원 반응으로 설명하고, 표준 환원 전위를 활용하여 산화 환원 반응을 해석할 수 있는지 평가한다. [2-4] 엔탈피와 결합 에너지의 관계에 대한 이해를 바탕으로, 반응물과 생성물의 상대적인 결합 세기의 정성적인 비교를 통해 반응 엔탈피를 예측할 수 있는지 평가한다. 또한, 흡열, 혹은 발열 반응이 일어날 때 각각의 온도변화를 설명할 수 있는지 평가한다. [2-5] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 르샤틀리에 원리를 바탕으로 압력 변화에 따른 화학 평형의 이동을 설명할 수 있는지 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 엔탈피, 열화학 반응식, 공유 결합, 루이스 전자점식, 전기 음성도, 산화, 환원, 산화수, 가역 반응, 동적 평형, 발열 반응, 결합 에너지, 화학 평형, 르샤틀리에 원리 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《화학Ⅰ》 - (3) 화학 결합과 분자의 세계 《화학Ⅰ》 - (4) 역동적인 화학 반응 《화학Ⅱ》 - (1) 물질의 세 가지 상태와 용액 《화학Ⅱ》 - (2) 반응 엔탈피와 화학 평형
자료출처	홍훈기 외, 《화학Ⅰ》, 교학사, 2018, 108-109, 115-125, 147-153, 175-181쪽 하윤경 외, 《화학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 109-111, 115-129, 145-148, 168-175쪽 황성용 외, 《화학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 120-125, 137-151, 189-196, 201-203쪽 최미화 외, 《화학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 118-121, 126-139, 156-159, 176-189쪽 박종석 외, 《화학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 106-108, 112-116, 123-126, 143-147, 166-172쪽 장낙한 외, 《화학Ⅰ》, 상상아카데미, 2018, 118-137, 160-163, 182-189, 192-194쪽 강대훈 외, 《화학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 127-147, 169-173, 193-200, 203-206쪽 이상권 외, 《화학Ⅰ》, 지학사, 2018, 116-125, 133-136, 157-160, 175-179, 187-189쪽 노태희 외, 《화학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 116-120, 132-146, 185-192, 194-199쪽 홍훈기 외, 《화학Ⅱ》, 교학사, 2018, 13-18, 31-36, 81-88, 93-102쪽 최미화 외, 《화학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 14-19, 30-35, 78-86, 90-106쪽 박종석 외, 《화학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 11-14, 23, 61-68, 77-90쪽 장낙한 외, 《화학Ⅱ》, 상상아카데미, 2018, 14-20, 32-37, 82-93, 96-111쪽 이상권 외, 《화학Ⅱ》, 지학사, 2018, 13-24, 26-30, 75-84, 91-105쪽