



KAIST

화학

문제편

수시 입학전형 면접 및 구술고사 기출 문항집

2019-2026 · 28문항 (8개년) · 전 학년도 문항·제시문 수록

목차

2026학년도

문제 1	미지 원소의 추론 · 산화 환원 반응 · 동소체	5
문제 2	반응 속도식 · 1차 반응과 반감기 · 연대 측정	5

2025학년도

문제 1	반응 속도와 촉매 · 반감기	7
문제 2	인체 구성 원소 · 전자 배치, 전기 음성도, 결합 에너지	7

2024학년도

문제 1	화학 평형과 기체의 압력	10
문제 2	수소 생성 반응과 에너지	10

2023학년도

문제 9	화학 반응식과 이상 기체의 압력	13
문제 10	양자수와 전자 배치 · 수산화물의 결합과 액성	14
문제 11	화학 평형 상수와 분자식의 결정	14
문제 12	반응 속도와 반감기 · 반응 엔탈피 · 전기 분해	15

2022학년도

문제 1	날숨 속 이산화 탄소와 탄산의 이온화 상수	17
문제 2	삼투압과 몰 농도	17
문제 3	이산화 탄소의 전기화학적 환원과 분자 구조	18
문제 4	기체 반응의 양적 관계와 질량 보존	18
문제 5	산화·환원 반응과 제철	18
문제 6	중화 반응과 약산의 이온화 상수	19

2021학년도

문제 1	상평형 그림과 삼중점	21
문제 2	광합성 · 결합 에너지와 반응 엔탈피	21
문제 3	약산의 이온화 평형 · 완충 용액 · pH	22
문제 4	화학 평형의 이동 · 르샤틀리에 원리	22
문제 5	총괄성 · 삼투압 · 분자량 결정	23
문제 6	수소 연료 전지 · 헤스의 법칙 · 최대 전기에너지	23

2020학년도

문제 1	기체의 확산 속도와 화학 평형	26
문제 2	동위원소와 분자량 분포	26
문제 3	물의 전기분해와 삼투압	27

2019학년도

문제 1	2차원 세계의 오비탈과 이온화 에너지의 주기성	30
문제 2	가수 분해 반응 속도와 활성화 에너지	30
문제 3	일산화탄소의 완전 연소 후 용기 내부의 압력	31

연도별 · 단원별 출제 경향

● 주된 단원 · ○ 함께 다루어진 단원. 한 문항이 여러 단원에 걸치는 것이 이 시험의 특징이다.

연도	문항	제목	물질의 구조	화학 결합·분자간 힘	반응과 에너지	평형·반응 속도	산·염기·산화환원	상태·용액
2026	문제 1	미지 원소의 추론 · 산화 환원 반응 · 동소체	○				●	
	문제 2	반응 속도식 · 1차 반응과 반감기 · 연대 측정				●		
2025	문제 1	반응 속도와 촉매 · 반감기				●		
	문제 2	인체 구성 원소 · 전자 배치, 전기 음성도, 결합 에너지	●	○				
2024	문제 1	화학 평형과 기체의 압력				●		○
	문제 2	수소 생성 반응과 에너지			●		○	
2023	문제 9	화학 반응식과 이상 기체의 압력			●			○
	문제 10	양자수와 전자 배치 · 수산화물의 결합과 액성	●	○				
	문제 11	화학 평형 상수와 분자식의 결정				●		
	문제 12	반응 속도와 반감기 · 반응 엔탈피 · 전기 분해				●	○	
2022	문제 1	날숨 속 이산화 탄소와 탄산의 이온화 상수				○	●	
	문제 2	삼투압과 몰 농도						●
	문제 3	이산화 탄소의 전기화학적 환원과 분자 구조		○			●	
	문제 4	기체 반응의 양적 관계와 질량 보존			●			○
	문제 5	산화·환원 반응과 제철					●	
	문제 6	중화 반응과 약산의 이온화 상수				○	●	
2021	문제 1	상평형 그림과 삼중점						●
	문제 2	광합성 · 결합 에너지와 반응 엔탈피		○	●			
	문제 3	약산의 이온화 평형 · 완충 용액 · pH				○	●	
	문제 4	화학 평형의 이동 · 르샤틀리에 원리				●		
	문제 5	총괄성 · 삼투압 · 분자량 결정						●
	문제 6	수소 연료 전지 · 헤스의 법칙 · 최대 전기에너지			○		●	
2020	문제 1	기체의 확산 속도와 화학 평형				○		●
	문제 2	동위원소와 분자량 분포	●					
	문제 3	물의 전기분해와 삼투압					●	○
2019	문제 1	2차원 세계의 오비탈과 이온화 에너지의 주기성	●					
	문제 2	가수 분해 반응 속도와 활성화 에너지				●		
	문제 3	일산화탄소의 완전 연소 후 용기 내부의 압력			○			●

2026학년도 · 문제편

문제 1 미지 원소의 추론 · 산화 환원 반응 · 동소체
문제 2 반응 속도식 · 1차 반응과 반감기 · 연대 측정

단원 물질의 구조 · 평형·반응 속도 · 산·염기·산화환원
핵심 개념 산화 환원 반응, 화학 반응에서의 양적 관계, 아보가드로 법칙, 탄소 동소체, 반응
 속도식, 1차 반응과 반감기
문항 수 2문항 (소문항 6개) · 10점

I. 문제

문제 1 미지 원소의 추론 · 산화 환원 반응 · 동소체

통합과학·화학 I·II · 소문항 3개 · 5점

미지의 원소 시료 A가 있다. 시료 A의 화학 조성을 조사하기 위해 실험 (가)~(다)를 수행하였다. 제시된 실험 조건별 관찰 결과를 종합적으로 해석하여 질문 (1), (2), (3)에 답하시오. H(수소 원자, 평균 원자량 1)를 제외한 모든 원소의 평균 원자량은 원자 번호의 두 배이며, 상온, 상압 기준 1몰 기체 부피는 24 L로 가정한다.

[실험]

(가) 상온, 상압의 조건에서 시료 A 60 mg을 묽은 염산에 넣자, 시료 A가 모두 반응하며 기체 B가 60 mL 발생하였다.

(나) 시료 A를 산소와 반응시켜 완전 연소시키자 A의 산화물이 흰색 가루 형태로 생성되었다. 이 산화물 수용액에 BTB 지시약을 넣자, 용액은 파란색으로 변하였다.

(다) 시료 A를 드라이아이스 내부에 넣고 불을 붙이자, 밝은 백색광과 함께 많은 열이 발생하였다. 반응 후에는 흰색 가루와 검은색 가루가 각각 생성되었다.

- (1) (가)~(다) 실험 결과를 종합하여 시료 A와 기체 B가 무엇인지 추론하고, 그 근거를 설명하시오. [2점]
- (2) (나)에서 생성된 흰색 가루와 (다)에서 생성된 흰색 가루의 화학식을 각각 제시하시오. 또한, (다) 반응이 일어날 수 있는 이유를 설명하시오. [2점]
- (3) (다)에서 생성된 검은색 가루와 동일한 화학식을 가지지만, 결합 구조나 배열이 서로 다른 물질을 두 가지 제시하시오. 또한 각 물질의 물리적, 화학적 성질을 고려하여 이들을 어떻게 응용할 수 있을지 논하시오. [1점]

문제 2 반응 속도식 · 1차 반응과 반감기 · 연대 측정

화학 II · 소문항 3개 · 5점

미지의 원소 X는 시간이 지남에 따라 서서히 원소 Y로 변환되고, 원소 Y와 Z는 안정하여 더 이상 변화하지 않는다고 하자. 표는 X 원소 5몰의 반응을 관찰하여 시간에 따른 양적 변화를 측정한 결과이다.

반응 시간 (년)	0	11,400	17,100
X의 원자 개수 (몰)	5	1.25	0.625

단, 살아 있는 생명체 내의 Z에 대한 X의 개수 비율(X/Z)은 살아 있는 동안 일정하게 평형을 유지한다고 가정하자. 또, X에서 Y로 변화하는 원자수는 정밀하게 측정 가능하며, 살아 있는 생명체 조직 1 g에서는 1분당 평균 14개의 X가 Y로 변환된다.

- (1) X의 농도를 [X], Y의 농도를 [Y], Z의 농도를 [Z], 반응 속도상수를 k 라 할 때 Y가 생성되는 반응 속도식을 기술하고, 그 근거를 제시하시오. [1점]
- (2) 어느 고대 생명체의 조직 4 g을 채취하여 2시간 동안 X에서 Y로 변환된 원자 수를 측정해 보니 1680 개였다. 이 생명체가 사망한 시점은 현재로부터 몇 년 전인지 추정하시오. [3점]
- (3) 과거 특정 시기에 생명체 내의 X/Z 비율이 평상시보다 현저히 낮았다고 가정하자. 이 사실을 알지 못한 채 그 시기에 묻힌 시료의 연대를 추정했다면, 추정된 연대는 실제 연대와 비교하여 어떻게 달라지는지 설명하시오. [1점]

2025학년도 · 문제편

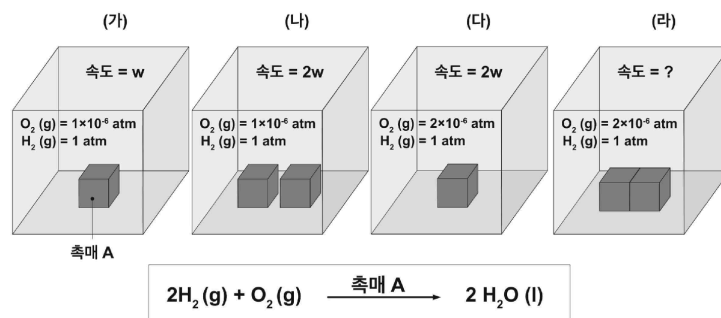
- 문제 1** 반응 속도와 촉매 · 반감기
문제 2 인체 구성 원소 · 전자 배치, 전기 음성도, 결합 에너지

-
- 단원** 물질의 구조 · 화학 결합 · 분자간 힘 · 평형 · 반응 속도
핵심 개념 반응 속도와 촉매, 표면적과 반응 속도, 반감기, 탄소 화합물과 물, 보어의 원자 모형과 전자 배치, 전기 음성도와 결합의 극성, 평균 결합 에너지
문항 수 2문항 (소문항 4개) · 10점

I. 문제

문제 1 반응 속도와 촉매 · 반감기

화학 II · 소문항 2개 · 5점



[그림 1] 고체 촉매 A 위에서 일어나는 물 생성 반응의 네 가지 실험 조건 (가)~(라)

그림 (가): 수소와 산소 기체를 반응시켜 물을 생성하는 고체 촉매 A가 있다. 온도와 부피가 일정하게 유지되는 상자 안에 정육면체의 촉매 A 한 개를 바닥에 두고 1 atm의 수소와 1×10^{-6} atm의 산소를 채운 뒤 초기 반응 속도를 측정하니 w 였다.

그림 (나): 동일한 촉매 2개를 서로 닿지 않도록 상자 바닥에 두고 실험을 진행했을 때 초기 속도가 $2w$ 로 측정되었다.

그림 (다): 촉매 1개와 산소의 부분압력이 2×10^{-6} atm일 때 초기 속도가 $2w$ 로 측정되었다.

촉매 추가 과정에서 수소와 산소 기체의 압력 변화는 무시한다. 수소의 압력은 산소보다 훨씬 높아 반응 과정 중에 수소의 부분압력은 거의 변화하지 않는다. 반응이 진행되는 동안 온도 변화는 없다고 가정한다. 고체 표면이 서로 맞닿은 면에는 기체의 출입이 불가능하다고 가정한다. 촉매가 없을 때의 반응 속도는 무시할 만큼 작다.

- (1) 그림 (라)처럼 촉매 2개의 옆면이 완전히 밀착되도록 나란히 두고 2×10^{-6} atm의 산소와 1 atm의 수소를 채웠을 때 초기 속도를 예측하시오. [2점]
- (2) 실제 실험 과정에서 산소 농도의 반감기가 시간이 지남에 따라 길어지는 것이 관측되었다면, 해당 반응의 속도 및 촉매의 효율을 증가시킬 방법을 제시하시오. 수단과 방법을 가리지 마시오. [3점]

문제 2 인체 구성 원소 · 전자 배치, 전기 음성도, 결합 에너지

화학 I · II · 소문항 2개 · 5점

인간의 몸을 구성하고 있는 원소의 조성 비율은 개수 기준 대략 $\text{H}:\text{O}:\text{C}:\text{N} = 66 : 25 : 10 : 1$ 이다. 이 중 대부분의 수소와 산소는 체중의 60%를 차지하는 물 분자를 형성하고 있다. 원자량은 $\text{H} = 1$, $\text{O} = 16$, $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$ 이다.

- (1) 인간의 몸에서 물 분자를 제외한 나머지 구성 물질의 원자 개수 비를 구하시오. $\text{H}_{66}\text{O}_{25}\text{C}_{10}\text{N}_1$ 의 화학식량은 600이고, H_2O 의 분자량은 18이다. [2점]

- (2) 아래 주어진 원소의 전자 배치도, 전기음성도, 원자간 평균 결합 에너지 등을 고려하여 C, H, O, N이 생명체를 구성하고 생명 현상 유지에 유용하게 사용되는 이유를 세 가지 이상 논하시오. [3점]



표준 상태에서 원자 사이의 평균 결합 에너지 (kJ/mol)

H-H	436	C-C	348	F-H	565
F-F	159	C=C	611	C-H	412
O-O	146	C≡C	835	N-H	391
O=O	498	N-C	305	O-H	463

[그림 2] 원소의 전자 배치도 및 전기 음성도 / 표준 상태에서 원자 사이의 평균 결합 에너지 (kJ/mol)

2024학년도 · 문제편

- 문제 1 화학 평형과 기체의 압력
문제 2 수소 생성 반응과 에너지

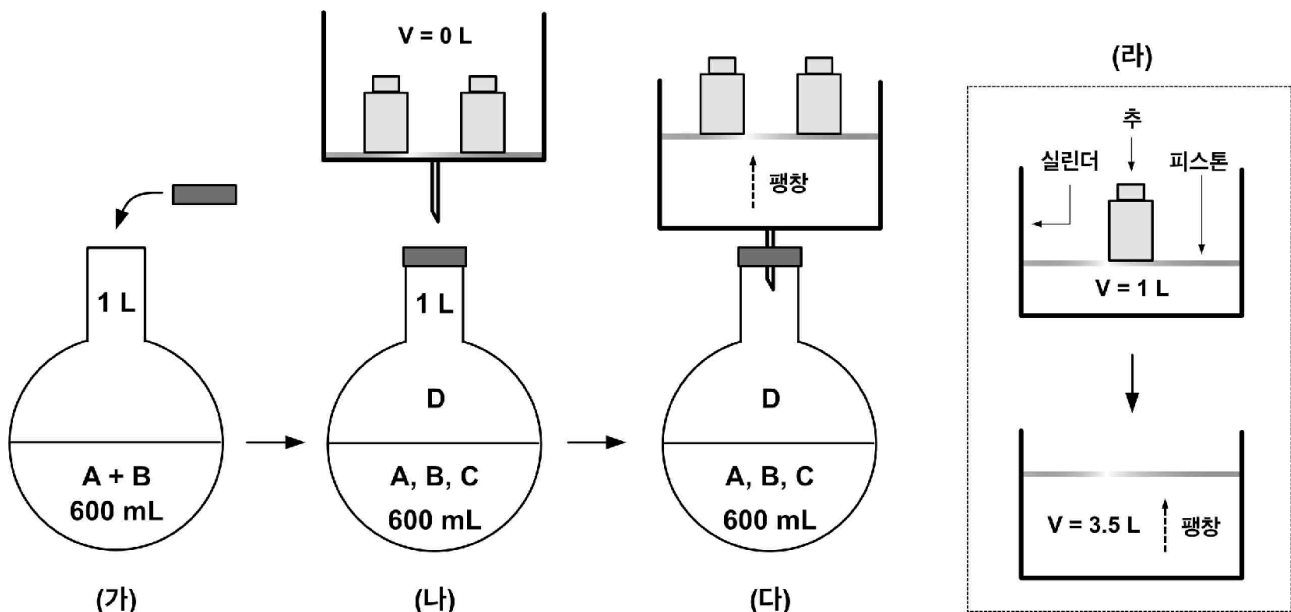
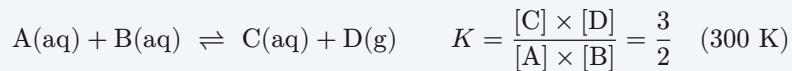
-
- 단원 반응과 에너지 · 평형·반응 속도 · 산-염기·산화환원 · 상태·용액
핵심 개념 몰 농도와 이상 기체 방정식, 부분 압력 법칙, 화학 평형 상수와 평형 이동, 르샤틀리에 원리, 산화·환원과 산화수, 결합 에너지와 반응 엔탈피, 헤스 법칙, 수소 연료 전지
문항 수 2문항 (소문항 6개) · 총 10점

I. 문제

문제 1 화학 평형과 기체의 압력

화학 I · II · 소문항 2개 · 5점

넙죽이는 1 기압, 300 K 대기 하에서 1 L의 용기에 반응물 A와 B가 포함된 용액을 넣고 밀폐시킨 뒤 충분한 시간 동안 격렬하게 섞어 아래 그림과 같은 화학 반응을 일으켰다. 이때 생성물로 용액에 녹는 C와 용액에 거의 녹지 않는 기체 D가 발생하였다. 기체 D의 용액에 대한 용해도는 무시할 만큼 낮지만, 용액의 표면에서 반응이 충분히 진행되어 빠르게 평형에 도달하였다. 해당 밀폐된 용기 내에서의 평형 상수는 아래와 같이 얻어졌고, 주어진 반응 이외의 다른 반응은 일어나지 않았다. 반응 전후의 용매의 부피 및 온도는 변함이 없었으며, 용매 및 A, B, C의 증발량은 무시할 수 있었다. 모든 기체는 이상 기체 방정식을 만족한다 가정하고, 기체 상수는 $0.08 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 로 근사한다.



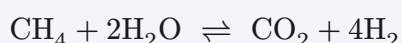
[그림] (가) 반응물 투입 → (나) 밀폐 후 평형 도달 → (다) 실린더 연결 후 팽창 / (라) 추 1개를 올린 실린더의 부피 변화

- (1) 그림 (가)처럼, $[\text{A}] = 1 \text{ M}$, $[\text{B}] = 2 \text{ M}$ 이 포함된 600 mL의 용액을 채운 뒤 입구를 닫고 평형에 도달할 때까지 반응을 보내 그림 (나)에 도달했다. 이때 용기 내 기체의 총 압력을 구하시오. (3점)
- (2) 그림 (나)의 평형에 도달한 반응 용기에 오른쪽 그림 (라)에 사용된 실린더와 추를 그림 (다)와 같이 연결하였다. 연결 전 실린더와 피스톤 사이의 초기 부피는 0 L였고, 이를 반응 용기에 연결하니 용기 내 기체가 피스톤을 그림과 같이 밀어냈다. 이때 반응의 평형이 어디로 이동할지 예측하고, 새로운 평형에 도달했을 때 실린더 내부 총 기체의 몰농도를 구하시오. (연결관의 부피, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다) (2점)

문제 2 수소 생성 반응과 에너지

통합과학·화학 I · II · 소문항 4개 · 5점

수소 기체는 현대 산업 전반에 걸쳐 차세대 에너지원으로써 각광받고 있다. 대량 생산되는 수소는 다음과 같은 수소 생성 반응을 통해 합성할 수 있다.



- (1) 산화되는 반응물과 환원되는 반응물을 각각 무엇인가? (1점)

- (2) 아래 주어진 결합 에너지를 활용해 위 반응식의 반응 엔탈피를 구하라. 수소 생산의 수득률을 높이려면 반응의 온도를 어떻게 변화시켜야 하는지 논하라. 단, 모든 온도에서 빠르게 평형에 도달한다고 가정한다. (1점)
- (3) 화합물에 저장된 결합 에너지는 화학반응을 통해 다른 형태의 에너지로 방출될 수 있다. 메테인을 반응물로 하여 수소 기체를 생산하고 생산된 수소 전부를 수소 연료 전지 반응에 투입해 에너지를 얻는 과정을 방법 A라고 하자. 메테인을 완전 연소시켜 에너지를 얻는 과정을 방법 B라고 하자. 총 에너지(ΔH)를 더 많이 발생시키는 방법은 무엇인가? 1 mol의 메테인을 반응물로 사용할 때, 어떤 방법이 몇 kJ의 에너지를 더 생성하는지 답하라. 단, 각 화학 반응에서 열 손실은 없다고 가정한다. 반응물로 쓰이는 산소는 충분히 공급된다. (1점)
- (4) 위에 제시된 메테인을 활용한 수소 생산 반응의 문제점을 환경친화적 관점에서 논하라. 이를 극복할 수 있는 새로운 수소 생산법과 그 화학 반응식을 제시하라. (2점)

참고 자료 1. 결합 에너지(단위 kJ/mol).

C-H	O-H	H-H	C=O	O=O
410	460	436	799	498

2023학년도 · 문제편

문제 9	화학 반응식과 이상 기체의 압력
문제 10	양자수와 전자 배치 · 수산화물의 결합과 액성
문제 11	화학 평형 상수와 분자식의 결정
문제 12	반응 속도와 반감기 · 반응 엔탈피 · 전기 분해

단원	물질의 구조 · 화학 결합·분자간 힘 · 반응과 에너지 · 평형·반응 속도 · 산·염기·산화환원 · 상태·용액
핵심 개념	화학 반응식과 양적 관계, 이상 기체 상태 방정식, 양자수와 바닥상태 전자 배치, 이온 결합과 수소 결합, 산·염기 액성과 르샤틀리에 원리, 화학 평형 상수, 반응 차수와 반감기, 결합 에너지와 반응 엔탈피, 전기 분해
문항 수	4문항 · 문항 9~12 (소문항 13개)

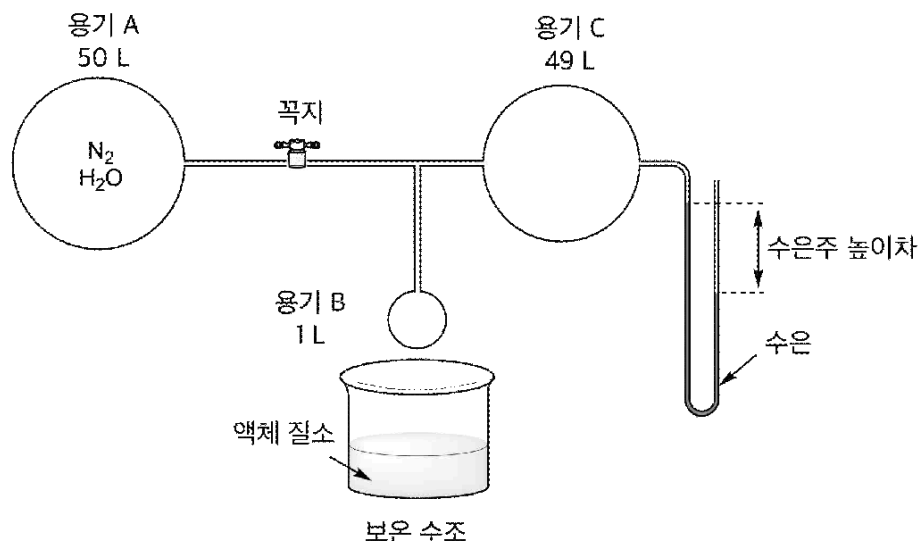
I. 문제

문제 9 화학 반응식과 이상 기체의 압력

화학 I · II · 소문항 4개

하버-보슈 법은 질소와 수소 기체를 혼합해 암모니아로 전환하는 유용한 화학 반응이다. 그러나 고온·고압의 반응 조건 때문에 엄청난 양의 천연가스를 소모하고 이 과정에서 다량의 이산화탄소를 발생시키는 점 등 많은 문제를 초래해 왔다. 이를 해결하기 위해 카이스트의 대학원생 넙죽이는 새로운 고체 촉매와 화학 반응을 개발했다. 이 반응은 촉매 존재 하에 100% 효율로 질소 기체와 물을 반응시켜 암모니아 기체와 산소 기체를 생성한다. 아래 참고 자료를 활용해 다음 물음에 답하여라. 단, 실험은 1 기압(760 mmHg), 상온에서 진행되었고, 용기 사이 연결관의 부피와 고체의 부피, 수은의 증기압은 무시한다. 모든 기체는 이상 기체로 가정한다. 원자량은 수소 1, 질소 14, 산소 16이다.

- (1) 넙죽이가 개발한 반응의 화학 반응식을 써라.
- (2) 넙죽이는 촉매 반응을 위해 아래 그림과 같은 실험 기구를 제작했다. 상온에서 꼭지가 닫혀 있는 용기 A에 28 g의 질소, 54 g의 물, 1 mg의 촉매를 투입하여 반응을 완결했다. 꼭지를 열기 전 수은주 높이차가 76 cm였다면, 반응이 완결된 후 꼭지를 열었을 때 수은주 높이차를 구하라. 단, 수은주의 오른쪽은 대기 중에 노출되어 있고, 상온·1 기압 하에서 1 mol의 기체가 차지하는 부피는 20 L로 어림한다.



[그림] 용기 A(50 L)·B(1 L)·C(49 L)와 꼭지, 대기에 열린 수은 압력계

- (3) (2)의 최종 상황에서 넙죽이는 용기 B의 외부를 액체 질소가 가득 담긴 보온 수조 속에 담그고, 수은주가 더는 움직이지 않을 때까지 기다렸다. 이때 수은주의 높이차는 (2)의 최종 상황보다 커질까, 작아질까, 일정할까? 그 이유에 관해 설명하라. 액체 질소의 온도는 77 K이다.
- (4) (3)의 최종 상황에서 꼭지를 잠그고 액체 질소가 담긴 수조를 제거하였다. 용기 A, B, C의 온도가 같아졌을 때 용기 A와 용기 C 중 압력이 더 큰 용기는 어떤 쪽일까? 그 이유에 관해 설명하라.

문제 10 양자수와 전자 배치 · 수산화물의 결합과 액성

화학 I · II · 소문항 3개

표는 바닥상태 원자 A~D에 대한 자료이다. l 과 m_s 는 각각 방위(부) 양자수와 스핀 자기 양자수를 가리킨다.

	A	B	C	D
$l = 0$ 인 전자 수	3	1	?	?
$l = 1$ 인 전자 수	?	?	1	?
모든 전자의 m_s 의 합	1/2	1/2	?	1/2

- (1) A~D의 원소는 무엇인지 답하여라. 이 원소들이 수산화(OH)와 결합하여 만드는 수산화물의 실험식은 $A(OH)_W$ (화합물 (가)), $B(OH)_X$ (화합물 (나)), $C(OH)_Y$ (화합물 (다)), $D(OH)_Z$ (화합물 (라))와 같이 표기된다. 화합물 (가)~(라)의 숫자 W, X, Y, Z는 각각 얼마인가? 그 이유를 설명하시오.
- (2) 화합물 (가)의 녹는점은 735 K인 데 반해, 화합물 (나)의 녹는점은 273 K으로 훨씬 낮다. 그 이유를 설명하시오.
- (3) 화합물 (가)~(다)를 1 L의 물에 각각 10 g씩 섞어 세 종류의 용액을 만든 뒤, 이들 용액에 이산화탄소를 녹이고자 한다. 이산화탄소를 많이 녹일 수 있는 용액의 순서대로 나열하고 그 이유를 설명하시오.

문제 11 화학 평형 상수와 분자식의 결정

화학 I · II · 소문항 3개

카이스트의 대학원생 납죽이는 독감 증상을 유발하는 바이러스 단백질 A에 선택적으로 결합하는 의약품 후보 물질 X를 최초로 합성했다. 몰 질량이 1500 g/mol인 단백질 A의 활성 자리에 X가 결합하여 A와 X의 복합체 A-X가 형성되면서 독감 증상이 없어지는 것을 관찰했고, 이 반응에는 평형 상수 $K = 10$ 의 화학 평형이 존재함이 밝혀졌다. 다음 물음에 답하여라. 원자량은 수소 1, 탄소 12, 산소 16이다.

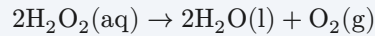


- (1) 실험실에서 단백질 A와 물질 X가 담긴 1 L 수용액을 만들고 평형 상태를 만들었다. 평형 상태에서 수용액에 녹아 있는 A, X, A-X의 질량이 각각 10 g, 10 g, 9 g일 때, 의약품 후보 물질 X의 몰 질량을 구하라.
- (2) 의약품 후보 물질 X를 구성하는 원소는 탄소, 수소, 산소이고, 구성 원자들의 개수비가 탄소 : 수소 : 산소 = 1 : 2 : 1일 때, X의 분자식을 구하라.
- (3) 실험실에서 수행한 앞선 (1), (2)의 결과를 바탕으로 임상 실험을 계획하였다. 체액 내 바이러스 단백질 A의 농도가 0.1 M인 환자에게 의약품 후보 물질 X를 투약하여 독감을 치료하고자 한다. 이 환자의 체내 단백질 A의 농도를 50% 이하로 낮추는 데 필요한 물질 X를 최소량으로 투입했다면, 이때 투약 후 체액 내 X의 초기 농도를 구하여라. 투약 전후 체액 부피와 밀도의 변화는 무시한다. 투약 전 체액 내 X의 초기 농도는 0이다.

문제 12 반응 속도와 반감기 · 반응 엔탈피 · 전기 분해

화학 I · II · 소문항 3개

과산화수소는 좋은 산화제이며 세균이나 바이러스 등을 죽이는 살균제로 활용된다. 하지만 체내에 과산화수소가 일정량 이상 존재할 경우 신진대사에 필수적인 생체 물질까지 산화되어 우리 몸의 노화가 유발될 수 있다. 우리 몸은 과산화수소의 축적을 신속하게 방지하기 위해 카탈라제(catalase)라는 효소를 이용하여 아래와 같은 반응을 촉진한다.



- (1) 반응 용기 A~C에 1 M 과산화수소 수용액 1 L를 각각 넣고, B에는 10 g의 산화철 촉매를, C에는 1 mg의 카탈라제를 더 넣었다. 이후 일정량의 과산화수소가 소모될 때까지의 반응 시간을 측정하여 아래 표에 나타내었다. 각 용기에서 일어난 과산화수소 분해 반응의 반응 차수는 얼마인가? 또한 촉매가 없을 때에 비해 산화철 촉매와 카탈라제 효소가 각각 반응 속도를 몇 배 높였는가? 이를 위해 초기 과산화수소의 농도가 반이 되는 동안의 평균 반응 속도를 비교하여라.

과산화수소 농도 (M)	1	0.5	0.25	0.125
A의 반응 시간 (초)	0	1000	2000	3000
B의 반응 시간 (초)	0	500	1000	1500
C의 반응 시간 (초)	0	1×10^{-7}	2×10^{-7}	3×10^{-7}

- (2) 반응 용기 A~C를 열량계에 넣고 반응이 시작된 뒤 2000초가 지난 뒤 각 용액 온도를 측정하였다면, 어느 용기 용액의 온도가 가장 낮을지 고르고 그 이유를 설명하시오. (각 화학 결합 에너지는 아래와 같고, $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ 와 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 의 기화열은 같다. 열량계 부피는 충분히 커서 발생한 산소는 용액 내 반응 속도에 영향을 주지 않았다.)

결합	H-H	H-O	O-O	O=O
결합 에너지 (kJ/mol)	440	460	180	500

- (3) A의 용액을 전기 분해한다면 양극과 음극에서 각각 어떠한 반응이 일어나는지 화학 반응식을 서술하여라. 전기 분해를 위해 전해질을 넣어 주었고, 물이 전기 분해되지 않는 조건에서 실험이 진행되었다.

2022학년도 · 문제편

문제 1	날숨 속 이산화 탄소와 탄산의 이온화 상수
문제 2	삼투압과 몰 농도
문제 3	이산화 탄소의 전기화학적 환원과 분자 구조
문제 4	기체 반응의 양적 관계와 질량 보존
문제 5	산화·환원 반응과 제철
문제 6	중화 반응과 약산의 이온화 상수

단원	화학 결합·분자간 힘 · 반응과 에너지 · 평형·반응 속도 · 산·염기·산화환원 · 상태·용액
핵심 개념	이상 기체 방정식과 몰 농도, 탄산의 이온화 상수, 삼투압과 반트 호프 법칙, 이산화 탄소의 전기화학적 환원, 전자쌍 반발 이론과 분자 구조, 기체 반응의 양적 관계, 산화·환원과 제철, 중화 반응과 이온화 상수
문항 수	6문항 (소문항 14개) · 20점

I. 문제

문제 1 낚숨 속 이산화 탄소와 탄산의 이온화 상수

소문항 1개 · 3점

하윤이는 고무풍선에 물을 넣은 후 풍선에 입을 대고 계속 숨을 넣었다. 공기 불어 넣기를 멈춘 직후에 물을 포함한 풍선 내부 공간의 전체 부피를 재었더니 3.5 L였고, 풍선에 넣은 물의 무게는 500 g이었다. 이때, 하윤이의 낚숨에 포함되어 있는 이산화 탄소의 양은 부피비로 4 %였다.

(대기압: 1 기압, 온도: 300 K, 물의 밀도: 1 kg/L, 기체 상수: $0.08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 이산화 탄소 분자량: 44 g/mol)

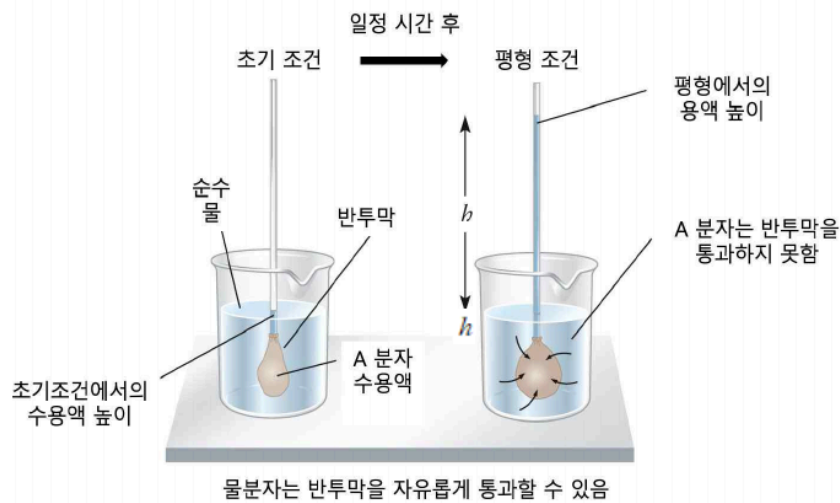
- (1) 충분한 시간이 지난 후, 풍선 내부에 불어 넣은 이산화 탄소 기체 중 절반이 물에 녹아서 풍선 내부 물의 pH가 6이 되었다. 물에 녹은 이산화 탄소 500 분자당 한 분자가 물과 결합하여 탄산이 되므로, 아래 반응식을 이용하여 이산화 탄소의 이온화 상수를 계산하면 얼마인가? [3점]



문제 2 삼투압과 물 농도

소문항 1개 · 3점

태양계 밖에 사는 외계인들을 위해 특별히 합성된 분자 A(분자량은 200 g/mol)가 그들의 혈액 지표에서 반투막 주머니에 격리된 채, 27 °C 외계 행성의 물에 녹아 수용액 상태로 있다. 일정 시간이 흐른 후, 삼투압 현상으로 인해 순수한 물이 반투막 주머니에 들어가면서, 반투막 주머니와 연결된 얇은 관에서 수용액이 솟아올라 그 최종 높이 h 가 5 m가 되었다고 한다.



[그림 1] 초기 조건과 평형 조건. 물 분자는 반투막을 자유롭게 통과하지만 분자 A는 통과하지 못한다.

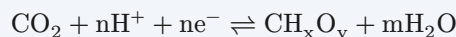
- (1) 이때 초기 조건의 수용액의 농도는 g/L 단위로 얼마인가? [3점]

(행성에서의 대기압은 2 atm, 행성의 중력 가속도는 9 m/s^2 , $1 \text{ atm} = 100000 \text{ Pa}$, 기체 상수는 $0.08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$ 이며, 수용액의 밀도는 농도에 상관없이 1000 kg/m^3 라 가정하라.)

문제 3 이산화 탄소의 전기화학적 환원과 분자 구조

소문항 3개 · 4점

공기 중에 농도가 증가하는 이산화 탄소를 유용한 자원으로 변환하기 위해 다양한 연구가 활발히 진행 중이다. 아래는 그 일환인 이산화 탄소의 전기화학적 환원 반응을 나타낸 화학식이다. (아래 n 은 1 이상의 정수이고, m 은 물의 계수이다.)

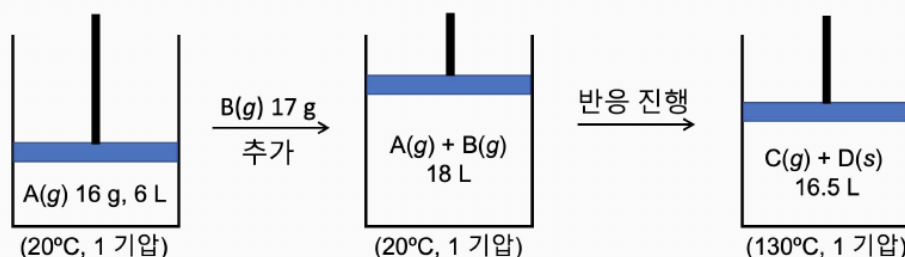


- (1) 위에 표시된 이산화 탄소의 환원 반응식을 참고하여 각 생성물 화학식과 그에 맞는 분자 구조를 나타내시오. 이때 생성될 물질의 구조를 나타내는 데 전자쌍 반발 이론을 이용하고, 각각의 분자에 대한 예측 방법을 설명하시오. [2점]
- (2) 위의 화학식에서 생성물이 탄소의 산화수가 -2인 화합물일 경우, 계수인 n 의 값은 무엇인가? [1점]
- (3) 같은 양의 이산화 탄소를 전기화학적으로 환원 반응시킬 때, 가장 적은 전자를 사용한 경우와 가장 많은 전자를 사용한 경우 각각의 반응에 사용된 전자의 비율은 얼마인가? [1점]

문제 4 기체 반응의 양적 관계와 질량 보존

소문항 3개 · 3점

20 °C, 1 기압에서 A 기체 16 g이 들어 있는 실린더에 B 기체 17 g을 추가하여 넣어 주었더니 전체 부피가 6 L에서 18 L로 증가하였다. 이 실린더 내 A와 B가 반응하여 기체 C와 고체 D를 생성하였고, 반응이 완료된 후 실린더 내부의 온도는 130 °C, 부피는 16.5 L였다. (단, 1 기압에서 20 °C일 때 기체 1몰의 부피는 24 L, 130 °C일 때 기체 1몰의 부피는 33 L이다.)



[그림 2] B 기체의 추가와 반응 진행에 따른 실린더 내부의 변화

- (1) 추가하여 넣어 준 B 기체의 분자량은 얼마인가? [1점]
- (2) 위 반응의 화학 반응식에서 A, B, C의 계수비를 구하시오. [1점]
- (3) 반응식에서 C 기체와 D 고체의 계수비가 2 : 3이고 C 기체의 분자량이 18 g/mol이라면 D의 분자량은 얼마인가? [1점]

문제 5 산화·환원 반응과 제철

소문항 3개 · 3점

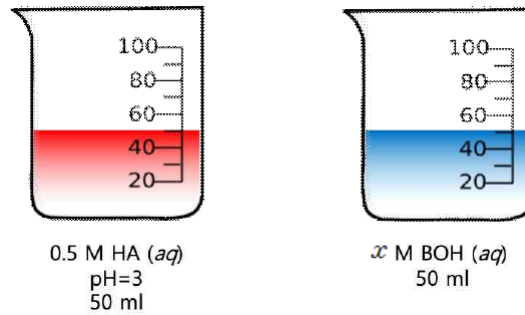
산화·환원 반응을 통해 이산화 탄소를 환원시켜 유용한 자원으로 변환하는 연구가 진행 중이다. 아래는 산화·환원 반응의 예로, 철의 제련(제철) 과정에서 일어나는 화학 반응들과 관련된 문항이다.

- (1) 철이 산소와 산화·환원 반응을 하여 산화철(III)이 되는 반응식을 기술하시오. [1점]
- (2) 코크스(C)가 산화철(III)과 직접 반응하는 산화·환원 반응식과, 코크스가 산소와 반응하여 생성된 일산화 탄소가 산화철(III)과 반응하는 산화·환원 반응식을 각각 작성하시오. [1점]
- (3) 위 두 방법으로 같은 양의 철을 얻을 때 생성되는 이산화 탄소의 양적 관계를 비교하시오. 또한 반응물의 상(相)이 반응 속도에 미치는 영향을 설명하시오. [1점]

문제 6 중화 반응과 약산의 이온화 상수

소문항 3개 · 4점

아래 그림은 20 °C에서 pH가 3이고 농도가 0.5 M인 HA(aq) 50 mL와 x M인 BOH(aq) 50 mL를 나타낸 것이다. 온도가 일정하고 물의 이온화 상수가 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 일 때 아래의 문제에 답하시오.



[그림 3] 왼쪽 0.5 M HA(aq) 50 mL (pH 3)와 오른쪽 x M BOH(aq) 50 mL

- (1) 20 °C에서 HA의 이온화 상수 K_a 는 얼마인가? [1점]
- (2) 왼쪽 HA 용액에 오른쪽 BOH 용액을 모두 섞은 후 pH를 재 보았더니 4가 되었다. 오른쪽 BOH의 섞기 전 농도 x 는 얼마인가? [2점]
- (3) pH를 다시 3으로 되돌리고자 1 M의 HA 용액을 새로 제조하였다. (2)처럼 섞은 용액에 몇 mL의 1 M HA 용액을 섞어야 pH가 다시 3으로 되돌아올 수 있는가? [1점]

2021학년도 · 문제편

문제 1	상평형 그림과 삼중점
문제 2	광합성 · 결합 에너지와 반응 엔탈피
문제 3	약산의 이온화 평형 · 완충 용액 · pH
문제 4	화학 평형의 이동 · 르샤틀리에 원리
문제 5	총괄성 · 삼투압 · 분자량 결정
문제 6	수소 연료 전지 · 헤스의 법칙 · 최대 전기에너지

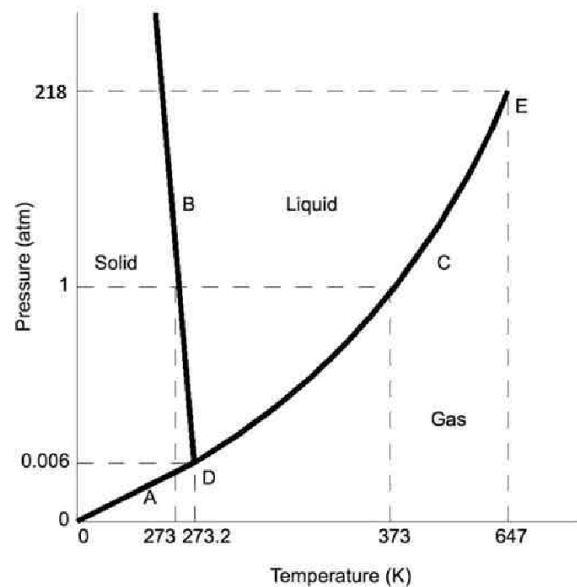
단원	화학 결합·분자간 힘 · 반응과 에너지 · 평형·반응 속도 · 산-염기·산화환원 · 상태·용액
핵심 개념	상평형 그림과 삼중점, 결합 에너지와 반응 엔탈피, 약산의 이온화 평형·완충 용액·pH, 르샤틀리에 원리, 총괄성과 삼투압, 헤스의 법칙과 수소 연료 전지
문항 수	6문항 (소문항 17개) · 20점

I. 문제

문제 1 상평형 그림과 삼중점

소문항 2개 · 3점

2035년 행성 X로 여행을 떠나게 되었다. 7개월의 긴 여정 끝에 도달한 행성 X는 일반적인 지구의 환경과는 달리 중요한 몇몇 조건들이 달랐다. 온도 213 K, 기압이 매우 낮았다 (0.006 atm).



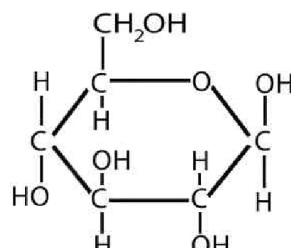
[그림 1] H_2O 의 상평형 그림. A는 승화 곡선, B는 용해 곡선, C는 기화 곡선, D는 삼중점, E는 임계점이다.

- (1) 상평형 그림을 고려했을 때, 지구에서의 H_2O 의 3중점은 0.006 atm, 273.2 K이다. 행성 X에서는 H_2O 의 3중점이 지구에서와 비교하면 어떻게 달라지는가? [1점]
- (2) 행성 X의 지표면에서 H_2O 를 발견하였다. 행성 X에는 H_2O 가 어떤 상태로 존재하겠는가? 이를 액체 상태의 물로 마시려면 어떤 방법을 써야 하는가? 3가지 방법을 서술하시오. [2점]

문제 2 광합성 · 결합 에너지와 반응 엔탈피

소문항 3개 · 3점

식물은 햇빛 에너지를 사용하여 물과 이산화 탄소를 포도당과 산소로 만든다. 포도당의 구조식은 아래 그림과 같다.



[그림 2] 포도당 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 의 구조식

- (1) 광합성을 반응물과 생성물로 나누어 화학 반응식으로 표현하시오. [0.5점]
- (2) 위 반응식의 정반응은 흡열 반응인가 발열 반응인가? 또한 반응의 열적 특성을 어떻게 알 수 있는가? [1점]
- (3) 아래의 결합 엔탈피 자료를 사용하여 위 반응의 반응 엔탈피 ΔH 를 계산하고, 정반응이 흡열 반응인지 발열 반응인지 서술하시오. [1점]

결합	결합 엔탈피 (kJ/mol)	결합	결합 엔탈피 (kJ/mol)	결합	결합 엔탈피 (kJ/mol)
C - H	413	O - H	463	C - O	358
C = O	799	C - C	348	O = O	495

문제 3 약산의 이온화 평형 · 완충 용액 · pH

소문항 3개 · 4점

아래 그림과 같이 같은 부피의 두 개의 수용액이 분리막에 의해 좌·우로 나뉘어져 있다. 왼쪽에는 순수한 물에 약한 산성 물질인 HA를 초기 농도 1 M로 녹였으며, 오른쪽은 HA는 전혀 포함되어 있지 않지만 pH 8로 맞추어진 완충 용액을 채워 넣었다. 이온 형태의 산성 물질 (A^-)과 물 분자 및 그 외 모든 화학종은 분리막을 통과하지 못하고, 오직 중성 형태의 산성 물질인 HA만 이 분리막을 통과할 수 있다. (산성 물질 HA의 이온화 상수 K_a 는 10^{-4} 이다.)



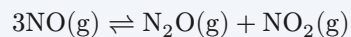
[그림 3] 분리막으로 나뉜 두 수용액. 중성 형태의 HA만 막을 통과한다.

- (1) 평형 상태를 이루었을 때 왼쪽 수용액과 오른쪽 수용액에 녹아 있는 화학종 중 농도가 같은 화학종은 무엇인가? [1점]
- (2) 평형 상태에서 (1)에서 답한 화학종의 농도는 몇 M인가? [2점]
- (3) 왼쪽 수용액의 pH는 얼마인가? [1점]

문제 4 화학 평형의 이동 · 르샤틀리에 원리

소문항 4개 · 3점

다음의 발열 반응이 있다.



반응이 아래의 각각의 경우에 왼쪽 혹은 오른쪽으로 갈지 답하고 설명하시오.

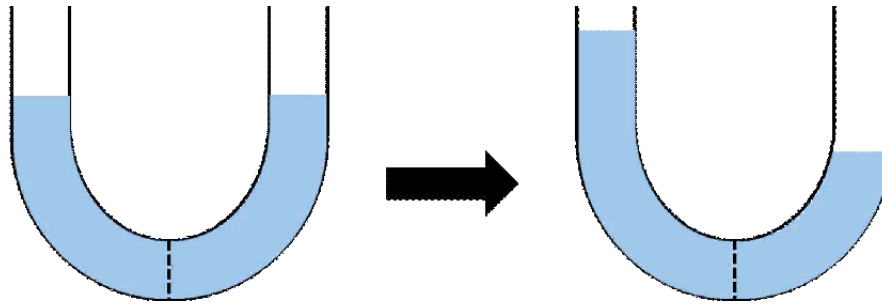
- (1) 온도 변화 없이 부피가 감소하면 반응이 어느 쪽으로 가겠는가? 그 이유는 무엇인가? [0.5점]
- (2) 반응 온도를 낮추면 반응이 어느 쪽으로 가겠는가? 그 이유는 무엇인가? [0.5점]
- (3) 압력이나 온도의 변화 없이 비활성 기체가 더해지면 반응이 어느 쪽으로 가겠는가? 그 이유는 무엇인가? [1점]
- (4) 부피의 변화 없이 비활성 기체를 넣으면 반응이 어느 쪽으로 가겠는가? 그 이유는 무엇인가? [1점]

문제 5 총괄성 · 삼투압 · 분자량 결정

소문항 3개 · 3점

물 농도는 몰랄 농도와 동일하다고 가정하라.

- (1) 0.002 M 설탕 수용액 (설탕 분자량: 342 g/mol)과 0.0015 M 소금 수용액 (소금 분자량: 60 g/mol) 중 끓는점이 더 높은 수용액은 무엇이고 그 이유는? [0.5점]
- (2) 아래 그림의 U자관 중앙에는 설탕은 통과할 수 없고 물과 이온은 통과할 수 있는 반투과성 막이 있다. 이 U자관 한 쪽에는 0.002 M 설탕 수용액 1 L를, 다른 한 쪽에는 0.0015 M 소금 수용액 1 L를 부었다. 충분한 시간이 흐른 후 양 쪽 물기둥 사이의 높이 차이가 생겼다. 어느 수용액을 넣은 쪽의 수면이 더 높은 쪽인가? 그 이유가 무엇인가? (온도는 300 K로 유지되었다.) [1점]



[그림 4] 반투과성 막으로 나뉜 U자관 — 처음(왼쪽)과 충분한 시간이 흐른 뒤(오른쪽)

- (3) 위 U자관의 어느 한 쪽에 분자량을 모르는 단백질 10 g을 넣어 녹여 주었더니 충분한 시간이 흐른 후 양쪽 물기둥의 높이가 동일해졌다. 단백질은 어느 수용액을 넣어 주어야 하는가? 이 단백질의 분자량은 얼마인가? [1.5점]

문제 6 수소 연료 전지 · 헤스의 법칙 · 최대 전기에너지

소문항 2개 · 4점

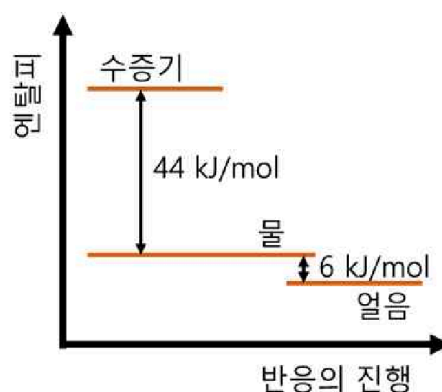
최근 에너지, 환경 문제가 대두되면서 친환경 자동차에 대한 관심이 높아지고 있다. 그 중 수소 연료 전지 자동차는 수소 기체를 연료로 하여 공기 중의 산소와 만나 물을 생성하며 전기 에너지를 얻는다.

수소 자동차가 120 L 부피의 탱크에 상온 300 K의 수소 기체를 700 기압으로 저장하고 있다고 하자. 이러한 수소 탱크에 저장된 수소 기체를 이용하여, 상온 1 기압에서 공기 중의 산소와 반응시켜서 전기를 생성할 경우, 아래의 참고 정보 중 필요한 정보를 활용하여 답하시오.

[참고 정보 1] 표준 상태에서 원자 사이의 평균 결합 에너지

결합	결합 에너지 (kJ/mol)	결합	결합 에너지 (kJ/mol)	결합	결합 에너지 (kJ/mol)
H — H	436	O — O	146	C — O	360
O — H	460	O = O	500	C = O	732

[참고 정보 2] 물의 상태 변화에 따른 엔탈피 변화



[그림]

탈피

[참고 정보 3] 1 V의 전압이 걸려 있는 회로 내에서 1 몰의 전자가 회로를 따라 이동할 경우에, 화학 전지가 생성할 수 있는 최대 전기에너지는 100 kJ/mol이라 가정하자.

- (1) 생산할 수 있는 최대 전기에너지의 양을 구하시오. **[3점]**
- (2) 생산할 수 있는 최대 전압을 구하시오. (기체 상수: $0.08 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) **[1점]**

2020학년도 · 문제편

문제 1	기체의 확산 속도와 화학 평형
문제 2	동위원소와 분자량 분포
문제 3	물의 전기분해와 삼투압

단원	물질의 구조 · 평형·반응 속도 · 산·염기·산화환원 · 상태·용액
핵심 개념	확산 속도와 화학 평형, 동위원소와 평균 원자량, 물의 전기분해와 삼투압, 결합 엔탈피와 르샤틀리에의 원리, 산·염기 평형과 끓는점 오름, 이상기체 상태 방정식과 전자쌍 반발 이론
문항 수	전형별 3문항, 총 6문항

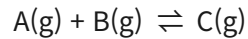
I. 문제

일반전형

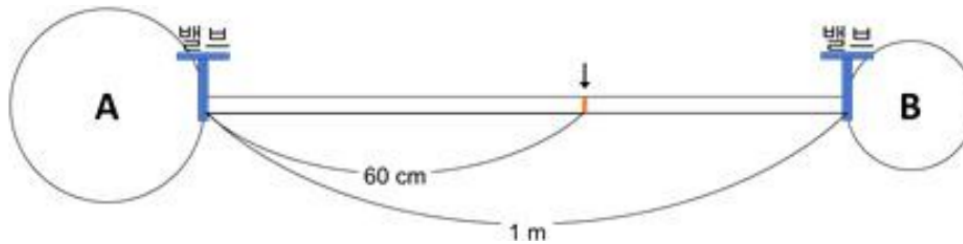
문제 1 기체의 확산 속도와 화학 평형

화학 I · II · 5분 · 3점

기체 A와 기체 B는 화학반응을 통해 기체 C를 형성한다.



아래 그림과 같이 1 기압의 공기로 채워져 있는 1 m 길이의 유리관 양쪽에서 1 기압의 기체 A와 1 기압의 기체 B를 밸브를 동시에 열어 유입시키고 기체 C가 형성되는 위치를 측정하였더니 왼쪽에서 60 cm이었다.



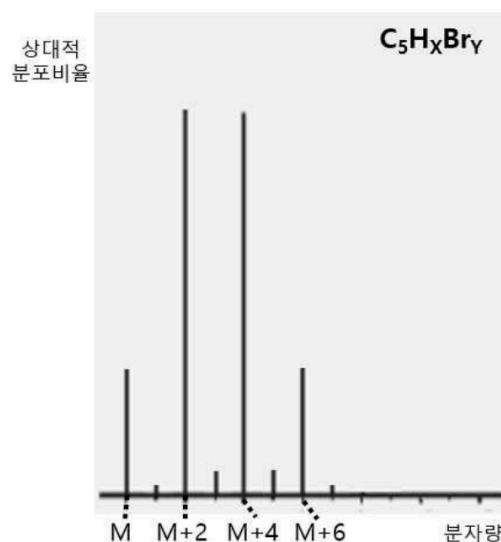
1 m 유리관 양쪽의 기체 A·B와 기체 C가 형성된 위치

- (1) 기체 A와 기체 B의 분자량의 비율이 어떻게 되는가? (각 기체의 용기 내에서의 이동 거리는 없고 가운데 유리관 내에서의 이동 거리만 가정한다.) [1점]
- (2) 밸브를 열기 전 기체 A가 포함된 용기의 부피는 2 L, 기체 B가 포함된 용기의 부피는 1 L, 두 기체 사이를 연결하는 유리관의 부피는 1 L 였다. 위 반응의 평형상수가 4 라고 할 때 평형을 이룬 후 유리관 내의 기압의 값을 구하여라. (단, $\sqrt{2} = 1.4$ 로 사용) [2점]

문제 2 동위원소와 분자량 분포

화학 I · 5분 · 3점

$C_5H_xBr_y$ 의 분자식을 갖는 분자 A는 자연상태에서 아래와 같은 분자량 분포를 보인다. 자연계에서 탄소(C), 수소(H), 그리고 브롬(Br)의 평균 원자량은 각각 12.011, 1.008, 79.9이다. 자연계에 탄소의 안정한 동위원소는 ^{12}C (원자량 12.000)와 ^{13}C (원자량 13.003), 수소의 안정한 동위원소는 1H (원자량 1.008)과 2D (원자량 2.014), 브롬(Br)의 안정한 동위원소는 ^{79}Br (원자량 78.9)와 ^{81}Br (원자량 80.9)이 존재한다.



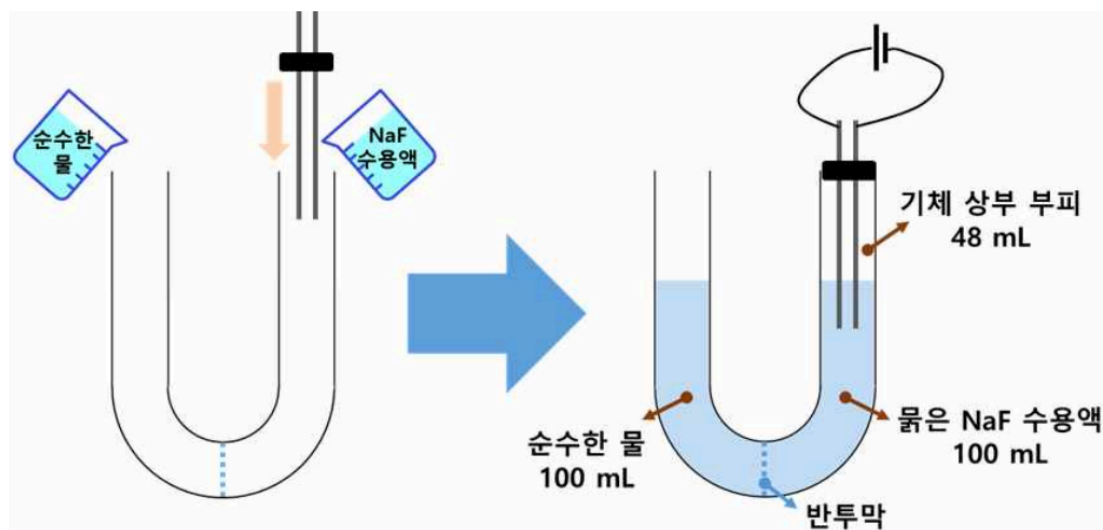
분자 A의 자연 상태 분자량 분포

- (1) 분자 A에 포함된 브롬 원자의 개수(Y)는 몇 개인가? 그 이유는 무엇인가? [1.5점]
- (2) 위 그래프와 같이 자연 상태에서 M, M+2, M+4, M+6 이외에 M+1, M+3, M+5, M+7 등의 분자량도 소량 존재하는 주된 이유는 무엇인가? [1.5점]

문제 3 물의 전기분해와 삼투압

화학 II · 5분 · 4점

1기압에서, 아래와 같이 가운데가 이온을 투과시킬 수 없고 물은 투과시킬 수 있는 반투막으로 분리되어 있는 U자형 유리관이 있다. 이 유리관 왼쪽에는 순수한 물 100 mL를, 오른쪽에는 묽은 NaF 수용액 100 mL를 채웠다. 양쪽을 채운 직후에 오른쪽 유리관을 전극이 연결된 고무마개로 기체가 새어나가지 못하도록 막았으며, 이 때 NaF 수용액 상부에 기체가 차지하고 있는 공간의 부피는 48 mL로 측정되었다(아래의 오른쪽 그림 참조). 모든 실험은 300 K에서 진행되었다. 모든 기체는 이상기체로 가정하며, 기체 상수는 $0.08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 이다.



반투막으로 나뉜 U자형 유리관 — 용액을 채우기 전(왼쪽)과 채운 직후(오른쪽)

전압 2 V로 3,860초 동안 0.1 A의 전류를 흘려 준 이후에 충분한 시간이 흘렀을 때 유리관의 왼쪽과 오른쪽에 채워진 액체의 높이가 정확히 같았다. 전기화학 반응에 따른 수용액의 부피 변화는 무시하며, NaF는 수용액에서 모두 이온화 된다고 가정하고, 처음 유리관의 오른쪽에 넣었던 NaF 수용액의 몰농도는 얼마였는지 구해보시오. [4점]

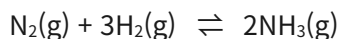
(참고 정보: 패러데이 상수 96,500 C/mol)

학교장추천전형 · 고른기회전형

문제 1 암모니아 합성 공정의 반응성과 수득률

화학 II · 5분 · 3점

공기 중 질소 기체를 대량으로 암모니아로 바꾸는 방법이 개발됨으로 인해 질소 비료 생산이 가능해지고 농업의 효율을 높여 식량문제의 해결에 크게 기여하였다. 이 공정의 반응식은 아래와 같이 나타낼 수 있다.



참고로 주요 화학결합의 결합 엔탈피 값은 다음과 같다.

결합	D (kJ/mol)	결합	D (kJ/mol)	결합	D (kJ/mol)
N-N	163	N=N	418	N≡N	945
N-H	390	H-H	436		

이 반응은 1 기압, 상온에서는 거의 일어나지 않는다.

- (1) 그 이유는 무엇인가? [0.5점]
- (2) 이 공정에서 암모니아의 수득률을 높이기 위해서는 어떤 방법을 사용할 수 있는지 최대한 많은 방법과 그 이유를 설명하시오. [2.5점]

문제 2 산·염기 평형과 끓는점 오름

화학 II · 5분 · 3점

각각 1 kg의 물이 담긴 두 개의 비커가 있다. 한 비커에는 염화나트륨을 넣어 완전히 녹이고 다른 한 쪽에는 염기의 이온화 상수가 0.01인 미지의 염기($\text{BOH} \rightleftharpoons \text{B}^+ + \text{OH}^-$)를 넣고 완전히 녹여 부피를 측정하니 각각 1 L 이었다. 두 수용액 모두 1 기압에서 끓는점이 100.00153°C 이었고 염기 수용액의 pH를 측정해 보니 12이었다.

(1) 처음 넣어준 염화나트륨의 몰수는 얼마인가? [1.5점]

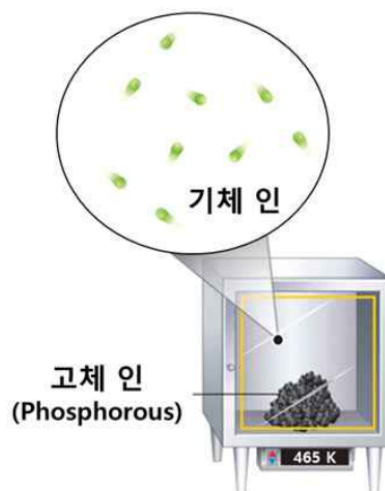
(2) 미지의 산 ($\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$) 용액 0.5 L를 위 미지의 염기 용액에 넣으면 중화점에 이른다. 이 때 미지의 산이 100% 이온화된다고 하면 넣어준 미지의 산 용액의 끓는점은 얼마인가? [1.5점]

(문제에 나오는 모든 용액에서 몰농도와 몰랄농도는 동일하다고 가정)

문제 3 인의 기체 분자와 삼차원 구조

화학 I · II · 5분 · 4점

인(Phosphorous)은 다양한 동소체를 갖는 물질로 질소족에 위치하여 원자가 전자가 5개이며, 원자량은 31 g/mol 이다. 고체 인을 아래 그림과 같이 용기에 담고 1기압, 465 K 조건에서 위쪽의 기체와 상평형에 도달하도록 충분한 시간을 주었다. 모든 기체는 이상기체로 가정하며, 기체 상수는 $0.08 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 이다.



1기압 · 465 K에서 고체 인과 상평형을 이룬 기체 인

(1) 기체 상태의 인의 증기압력은 0.1기압으로 측정되었으며, 이 때 인 증기의 밀도는 $1/3 \text{ kg/m}^3$ 이다. 한 가지 종류의 분자만이 인 증기를 구성하고 있다고 가정하자. 이 분자에 대해 다음을 답하시오. [2.5점]

(a) 분자식. (b) 삼차원 구조. (c) 단일결합, 이중결합, 삼중결합의 개수.

(2) 용기를 열고 온도를 올리면 (1)에서 언급한 인 분자는 동일한 두 개의 기체 분자로 분해된다. 이 때 생성되는 분자에 대해 다음을 답하시오. [1.5점]

(a) 분자식. (b) 삼차원 구조. (c) 단일결합, 이중결합, 삼중결합의 개수.

2019학년도 · 문제편

- 문제 1** 2차원 세계의 오비탈과 이온화 에너지의 주기성
문제 2 가수 분해 반응 속도와 활성화 에너지
문제 3 일산화탄소의 완전 연소 후 용기 내부의 압력

-
- 단원** 물질의 구조 · 반응과 에너지 · 평형·반응 속도 · 상태·용액
핵심 개념 오비탈과 이온화 에너지의 주기성, 전자쌍 반발과 활성화 에너지, 이상 기체 상태 방정식과 양적 관계, 연소 반응의 양적 관계, 금속 결합과 결합 에너지, 화학 평형과 평형 상수
문항 수 전형별 3문항, 총 6문항

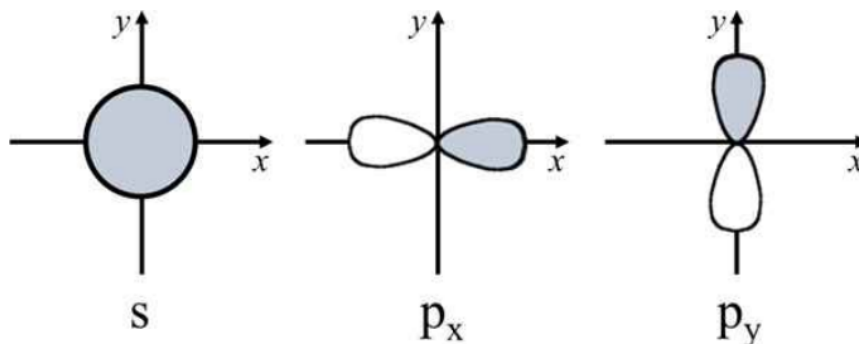
I. 문제

일반전형

문제 1 2차원 세계의 오비탈과 이온화 에너지의 주기성

화학 I · 5분 · 3점

우리가 사는 3차원 세상이 아닌, 2차원 세상에서는 아래 그림과 같이 원모양의 s 오비탈과 x축, y축으로 놓여있는 2개의 p 오비탈이 존재하게 될 것이다.



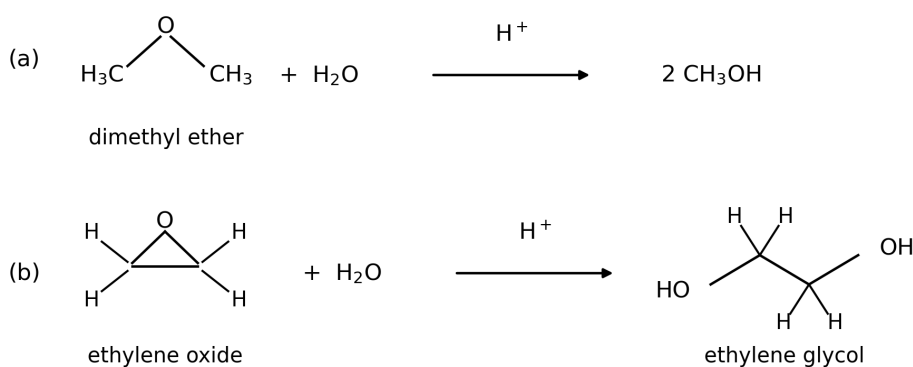
2차원 세상의 s 오비탈과 두 개의 p 오비탈

2차원 세상에서의 주기율표에는 2주기에 몇 개의 원소가 있으며, 이 2주기 원소들의 원자번호 증가에 따른 이온화 에너지 변화는 어떠한 경향성을 가지게 될지 자세히 서술하시오. [3점]

문제 2 가수 분해 반응 속도와 활성화 에너지

화학 I · II · 5분 · 3점

다음은 다이메틸에테르(dimethyl ether)와 에틸렌옥사이드(산화에틸렌, ethylene oxide)의 가수 분해 반응식을 나타낸 것이다. 에틸렌옥사이드는 산 촉매 하에서 상온에서 물과 반응하여 에틸렌 글리콜(ethylene glycol)을 생성하지만, 다이메틸에테르는 같은 조건에서 물과 매우 느리게 반응하고 더 높은 온도가 필요하다.



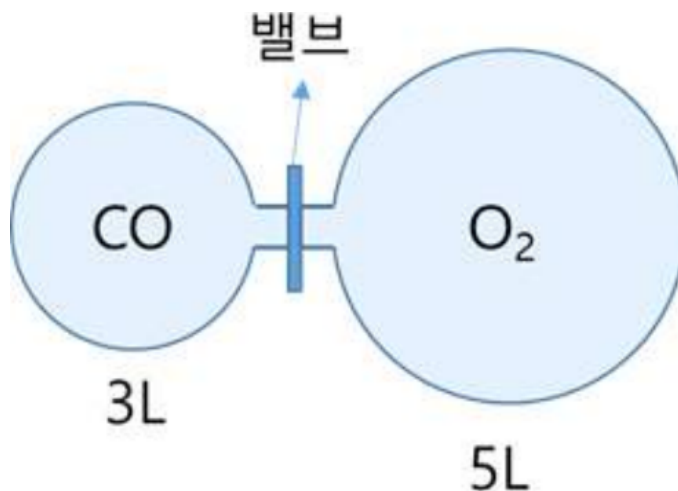
(a) 다이메틸에테르의 가수 분해 · (b) 에틸렌옥사이드의 가수 분해

이 두 화합물의 반응 속도의 차이는 반응 경로에 따른 에너지 변화를 이용하여 설명할 수 있다. 에틸렌옥사이드의 가수 분해 반응이 빨리 일어나는 이유를 분자의 구조 및 안정성에 따른 에너지 변화를 활용하여 구체적으로 설명하시오. [3점]

문제 3 일산화탄소의 완전 연소 후 용기 내부의 압력

화학 I · II · 5분 · 4점

아래 모양과 같은 용기에서 가운데 밸브가 잠겨있으며 전체의 온도는 절대 온도 T 인 상황에서, 왼쪽 용기에는 2기압의 일산화탄소 (CO)를 오른쪽 용기에는 3.4기압의 산소 (O_2)를 채워 넣었다.



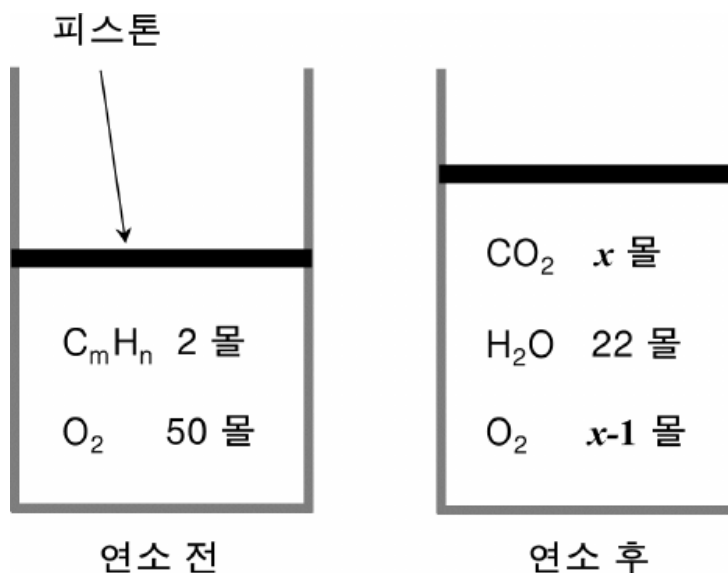
밸브로 연결된 3 L 및 5 L 용기

가운데 밸브를 연 이후에, 온도를 올려서 일산화탄소를 완전 연소 후 전체 내부 온도를 측정해보니 $3T$ 가 되었다. 이때의 용기 내부의 압력을 구하시오. 모든 기체는 이상 기체로 가정하고, 가운데 연결 부위의 부피는 무시하시오. [4점]

학교장추천전형 · 고른기회전형**문제 1 탄화수소의 완전 연소와 양적 관계**

화학 I · 5분 · 3점

아래는 일정한 온도와 압력에서 탄화수소(C_mH_n)를 실린더에서 연소시키기 전후 물질의 조성을 나타낸 그림이다.



연소 전(왼쪽)과 연소 후(오른쪽) 실린더 내부의 조성

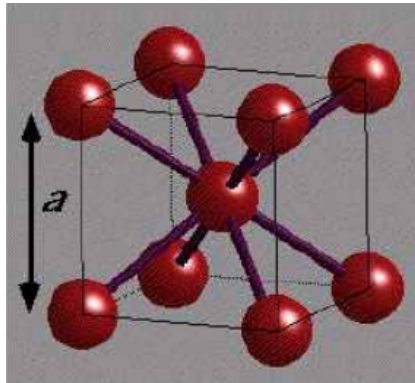
- (1) m, n, x 를 구하시오.
- (2) 위에서 구한 탄화수소를 이용한 연소반응의 반응식을 제시하시오.

(전체 3점)

문제 2 리튬 결정의 해리 에너지와 금속 결합

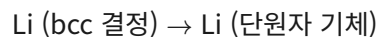
화학 I · II · 5분 · 3점

배터리에 널리 사용되는 리튬은 금속 결정 물질로 상온, 상압에서 아래와 같은 체심 입방 구조 (body centered cubic structure; bcc)를 갖는다.



리튬의 체심 입방 구조와 한 변의 길이 a

- (1) 고체 리튬을 단원자 기체의 리튬으로 해리하는 아래의 화학 반응을 생각해보자.



체심 입방 구조 내에서 그림과 같이 리튬 원자가 가장 근접한 이웃 리튬 원자와 공유 결합을 하고 있다고 단순히 가정해보자. 그리고 단순히 리튬 이합체 (Li-Li)의 결합 에너지가 24 kcal/mol 인 점과 체심 입방 구조의 원자당 배위수를 이용하여 위 화학 반응식의 반응 에너지를 예측해보시오.

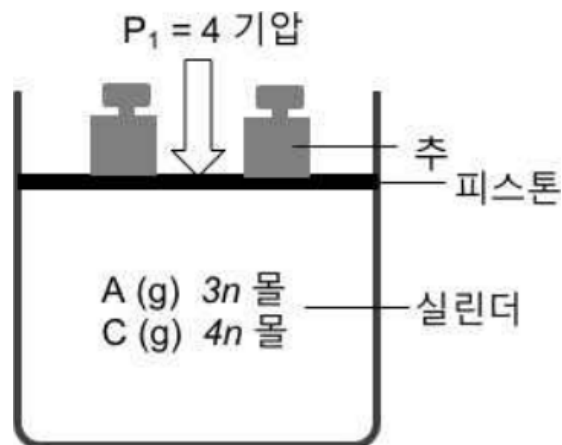
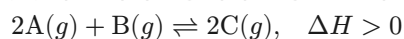
- (2) 실제 실험적으로 고체 리튬을 단원자 리튬으로 해리하는 화학 반응 에너지는 37.6 kcal/mol 이다. 이합체 결합 에너지로부터 예측한 값과 실제 실험값을 비교하고, 차이가 있다면 그 원인에 대해 서술하시오.

(전체 3점)

문제 3 기체 반응의 평형 상수와 부피 변화

화학 II · 5분 · 4점

절대 온도 T 에서 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 화학반응식과 반응 엔탈피의 변화(ΔH)는 다음과 같다.



반응 초기 상태의 실린더

반응 초기 실린더에는 A가 $3n$ 몰 그리고 C가 $4n$ 몰이 들어있었다. 피스톤 위에 추를 올려 외부 기압(P_1)을 4기압으로 유지한 상태에서 평형에 도달한 실린더 내부의 B는 $1/8$ 의 몰 분율을 가지고 있었다. 실린더의 피스톤의 질량과 마찰은 무시하고 $RT = 25 \text{ L} \cdot \text{기압} / \text{몰}$ 이다.

- (1) 평형상수 K 를 구하시오.
 (2) (1)의 평형 상태에서 온도를 $2T$ 로 높여 새로운 평형을 만들 때 평형상수 및 부피의 증감을 예측하고 그 이유를 설명하시오.

(전체 4점)

써봄 AI 논술 자동 첨삭

쓴 글을 올리면, 바로 채점과 피드백이 돌아옵니다.

무료

3회 무료 분석

회원가입만 하면 3회까지 무료로 분석해 드립니다.

결제 정보 없이 바로 시작할 수 있습니다. 첨삭 결과는 PDF 리포트로 내려받을 수 있습니다.

네 가지 영역을 점수로 보여 줍니다

- 논리 구조
- 근거 타당성
- 주장 명확성
- 언어 표현

받아 보는 것

영역별 점수와 함께 **강점, 개선점, 구체적 제안사항**이 담긴 상세 피드백이 나옵니다.

이런 분께

혼자 쓴 답안을 바로 점검하고 싶은 **수험생**, 여러 학생 글을 한 번에 채점해야 하는 **논술 교사·강사·학원**.



writegrow.net

QR 을 찍으면 바로 열립니다

이용 방법

1

회원가입

이메일로 가입하면 곧바로 무료 분석 3회가 주어집니다.

2

답안 올리기

PDF · DOCX · TXT 파일을 올립니다. 한 번에 최대 10편까지 일괄 처리됩니다.

3

첨삭 받기

영역별 점수와 상세 피드백을 확인하고 PDF 리포트로 내려받습니다.