

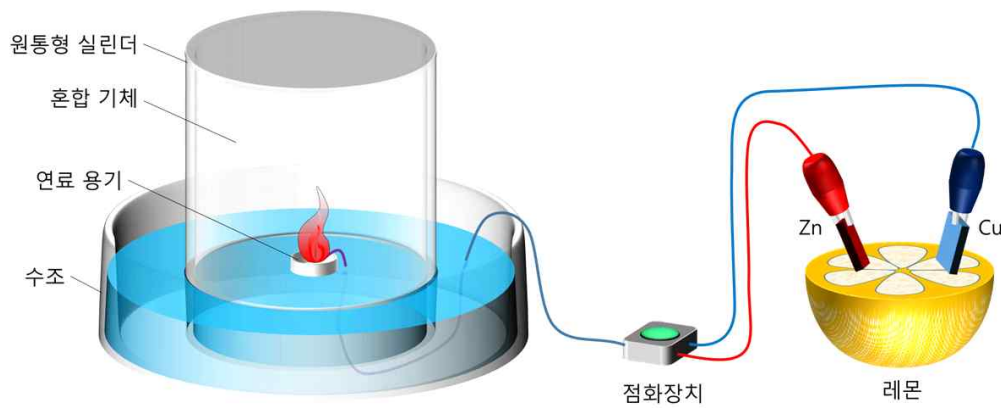
2024학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연계열(화학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 물질이 전자를 잃고 산소와 결합하는 과정을 산화라고 하며, 물질이 연소되는 과정은 산화반응의 일종이다. 산화 반응 중 전자를 얻는 반응인 환원도 동시에 진행되는데 이를 산화-환원 반응이라 한다. 철이 공기 중의 산소와 반응하여 녹슬거나, 식물이 광합성을 통해서 포도당을 형성하는 과정에도 산화-환원 반응이 관여한다. 이 과정에서 물질은 전자를 얻거나 잃는다. 산화-환원 과정에서 생성되는 전자의 흐름을 에너지원으로 활용한 것이 화학 전지이다.

[나] [그림 1]의 장치를 이용하여 에탄올(C_2H_5OH), 에텐(C_2H_4), 포도당($C_6H_{12}O_6$) 등을 연료로 사용하는 연소반응을 혼합 기체 내에서 진행하였다. 수조 안에 혼합 기체가 밀폐된 원통형 실린더를 설치하였으며, 실린더 내부에 연료를 담은 용기를 띄웠다. 연료의 연소는 외부 점화장치의 스위치를 켜면 시작된다. 점화장치는 레몬과 아연(Zn)판 및 구리(Cu)판으로 구성된 화학 전지와 연결되어있다. 외부 1기압, $27^\circ C$ 조건에서 연소반응이 시작되기 전 실린더 내/외부 수면의 높이는 같다. 원통형 실린더의 내부 밀면적은 100 cm^2 이며 수면에서 실린더 내부 윗면까지 높이는 24 cm 이다. 본 실험에서 연소반응 과정에서 나온 열은 물에 흡수되어, 기체의 최종 온도는 $27^\circ C$ 로 평형을 이룬다.



[그림 1] 연료의 연소반응 실험 장치 모식도

[다] 제시문 [나]의 각 실험에서 사용된 혼합 기체의 조성은 [표 1]과 같다.

[표 1] $27^\circ C$ 에서 혼합 기체의 몰 분율(%)

	질소	산소	에텐
혼합 기체 A	60	40	0
혼합 기체 B	50	40	10

[라] 화학 반응이 일어나기 위해서는 반응물이 충분한 에너지를 가지고 반응에 적합한 방향으로 충돌해야 한다. 반응물과 생성물 사이에 넘어야 하는 에너지 장벽, 즉 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지를 활성화 에너지라고 한다. 활성화 에너지는 반응 속도에 큰 영향을 준다. 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 상대적인 양은 화학 평형뿐만 아니라 반응 속도를 동시에 고려해야 한다. 화학 반응에서 반응물이나 생성물이 기체일 때, 반응 속도는 시간에 따른 부피 변화나 압력 변화로 나타낼 수 있다.

- ※ 모든 기체는 이상기체라 가정한다.
- ※ 반응 후에 생성된 물은 모두 액체로 변환되며 에탄올과 물의 증기압은 0으로 가정한다.
- ※ 원통형 실린더 내의 연료와 연료 용기의 질량 및 부피와 수면의 높이 변화에 따른 압력차는 무시할 수 있을 정도로 작다.
- ※ H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이고, 기체상수는 $0.08\text{ Latm}/(\text{mol}\cdot K)$ 이다.

[문제 1] [그림 1]의 장치를 이용하여 외부압력 1기압, $27^\circ C$ 에서, 혼합기체 A에서 0.46 g 의 에탄올을 연소시켰다. 연소반응 후 실린더 내에 존재하는 모든 기체의 부분압력을 구하고 실린더 내의 수면의 높이 변화량을 논하시오. [10점]

[문제 2] 혼합 기체 A를 포함하는 장치에 외부압력을 2기압으로 증가시켰다. 이때 실린더 내 수면의 높이 변화량을 외부압력 1기압일 때와 비교하여 구하고, 이 상태에서 0.46 g 의 에탄올을 연소시켰을 때, 반응 전/후 수면의 높이 변화량에 대하여 논하시오. 또한, 1기압과 2기압 조건에서의 에탄올 연소반응에 대한 반응 속도, 속도상수, 활성화 에너지를 비교하여 논하시오. (단, 압력의 변화에 따른 실린더 내부의 온도 변화는 없는 것으로 가정한다.) [10점]

[문제 3] [그림 1]의 장치를 이용하여 외부압력 1기압, $27^\circ C$ 에서, 실험 ①에서는 혼합기체 A에서 고체 연료 포도당을, 실험 ②에서는 혼합기체 A에서 액체 연료 에탄올을, 실험 ③에서는 혼합기체 B에서 기체 연료 에텐을 각각 연소시켰다. 각 실험에서 같은 양의 산소가 소비되었을 때, 실험 ①~③에서 수면의 높이 변화량을 비교하여 논하시오. [10점]

[문제 4] [그림 1]의 장치에서 레몬의 과즙은 약 pH 2의 산성을 띠고 있다. 이 화학 전지의 산화 전극과 환원 전극을 제시하고 각 전극에서 일어나는 반쪽반응을 쓰시오. [10점]