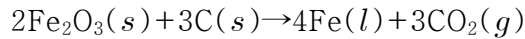


2016학년도 수시모집 논술시험 의예과(화학)

출제의도 및 제시문 분석

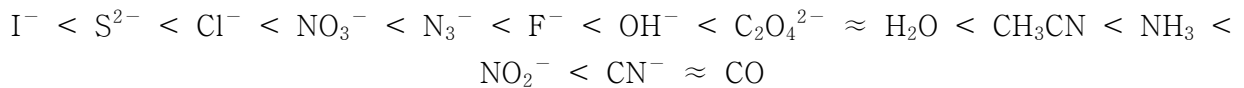
【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오. (40점)

(가) 인류는 불을 이용하여 광석에서 구리나 철, 금 등을 얻어내는 기술을 터득하게 되었고, 생활에 필요한 많은 도구를 만들어 쓰게 되었다. 금속은 지표상에서 광석의 형태로 존재하는데, 구리의 경우 황화구리(CuS)나 산화구리(CuO), 철이나 알루미늄은 각각 산화철(Fe₂O₃)과 산화알루미늄(Al₂O₃)의 형태로 광석에 포함되어 있다. 광석으로부터 금속을 추출하는 과정을 제련이라고 하는데, 철광석은 용광로 속에서 탄소(코크스)와 반응하여 아래와 같은 산화-환원 반응을 통해 순수한 철로 제련될 수 있다.



알루미늄 광석인 보크사이트는 철광석과 달리 코크스를 넣고 가열하는 방법으로는 제련이 불가능하다. 1886년 미국의 홀(Hall, C. M.: 1863~1914)은 1000℃까지 가열한 빙정석 용융액에 보크사이트를 넣어 녹인 후 탄소 전극을 각각 (+)극과 (-)극으로 하여 전기분해를 통해 순수한 알루미늄을 얻어 내었다.

(나) 원자들은 다른 원자들과 전자를 공유함으로써 비활성 기체와 같이 안정된 전자 배치를 이룰 수 있는데, 2개 이상의 원자들이 전자쌍을 공유하면서 형성되는 화학 결합을 공유 결합이라고 한다. 공유 결합의 형태 중 어떤 원자가 비공유 전자쌍을 일방적으로 제공하여 이루어지는 결합을 배위 결합이라고 한다. 배위 결합이 형성될 때 전자쌍을 제공하는 화학종을 전자쌍 주개, 전자쌍을 받는 화학종을 전자쌍 받개라고 하는데, 여러 가지 금속 이온들은 전자쌍 받개로서 리간드라고 불리는 화학종으로부터 전자쌍을 제공받아 배위화합물을 이룰 수 있다. 일반적으로 철 이온(Fe³⁺)은 6개의 리간드로부터 전자쌍을 받아 6배위화합물을 만들 수 있고, 아연 이온(Zn²⁺)은 4개의 리간드와 결합하여 4배위화합물을 만들 수 있으며, 은 이온(Ag⁺)은 2개의 리간드와 함께 2배위화합물을 만들 수 있다. 금속 이온들이 리간드로부터 전자쌍을 제공받아 배위화합물을 이룰 때 리간드의 종류에 따라 결합의 세기가 달라질 수 있다. 결합의 세기는 리간드에 따라 아래와 같은 경향성을 갖는다. (오른쪽에 위치할수록 강한 결합을 형성하는 리간드를 의미)



(다) 화학결합을 끊으려면 원자들 사이의 인력을 끊을 수 있을 만큼의 에너지가 필요한데, 이를 결합에너지라고 한다. 다음의 표는 몇 가지 결합에 대한 결합에너지를 나타낸다.

결합	Al-O	Fe-O	Mg-O	Cu-O	Cu-S
결합에너지(kJ/mol)	502	407	358	287	275

(라) 산화-환원 반응에서 환원되려는 경향 또는 산화되려는 경향의 크기를 전극전위(E)라고 한다. 이온 농도 1M, 기체 1기압, 온도 25℃에서의 환원 반응의 전극전위를 표준환원전

위(E^0)라고 하며 표준환원전위의 값이 (+)값이면 H^+ 보다 전자를 받아들이기 쉬우며, (-)값이면 H^+ 보다 전자를 받아들이기 어렵다. 다음의 표는 몇가지 환원반응에서의 표준환원전위를 나타낸다.

반응	$E^0(V)$	반응	$E^0(V)$
$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	1.692	$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$	0.000
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	0.957	$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	-0.037
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	0.799	$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	-0.762
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	0.342	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e^- \rightarrow SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0.930
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	0.172	$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	-1.662

(문제 2-1) 알루미늄, 철, 구리는 지각의 구성 성분 중 각각 8.1%, 6.3%, 0.0068%를 차지한다. 인류가 광석으로부터 금속을 추출하여 사용한 역사는 청동기 시대(기원전 3000년경)까지 거슬러 올라가지만, 알루미늄의 대량 생산 및 사용은 19세기가 되어서야 가능하였다. 위 제시문들의 내용을 토대로 알루미늄, 철, 구리 세 금속이 광석에서 추출되어 이용된 시기에 차이가 나게 된 이유를 추론하시오. (10점)

(문제 2-2) 제시문 (가)의 내용을 토대로 보크사이트에서 알루미늄을 제련하는 전기분해 장치를 구상하고, 각 전극에서 일어나는 화학반응에 대하여 추론하시오. (10점)

(문제 2-3) 은(Ag)은 광석 중에 황화물(Ag_2S)의 형태로 발견된다. 광석으로부터 순수한 은을 제련하기 위해서는 사이안화나트륨($NaCN$)과 금속을 이용한 일련의 화학적 과정이 필요하다. 제시문 (나)와 (라)의 내용을 토대로 은을 제련하는 화학적 과정을 추론하고 이러한 반응이 가능한 이유를 설명하시오. (10점)

(문제 2-4) 금(Au) 금속 조각을 묽은 황산($H_2SO_4(aq)$)과 묽은 질산($HNO_3(aq)$)에 각각 넣었을 때와 구리(Cu) 금속 조각을 묽은 황산($H_2SO_4(aq)$)과 묽은 질산($HNO_3(aq)$)에 각각 넣었을 때의 네 가지 경우에 각각 어떠한 반응이 일어날지 제시문 (라)를 바탕으로 설명하고 필요시 화학반응식을 기술하시오. (10점)

1. 출제 의도

주어진 제시문을 토대로 화학I 과정에서 소개된 금속의 제련과정, 화학결합의 세기 및 산화-환원 반응을 복합적으로 추론해야 하는 문제로서 여러 가지 개념을 통합적으로 사고하여 화학적 현상을 추론할 수 있는지를 평가한다. 화합물 내의 화학 결합의 세기, 산화-환원에 대한 자료의 해석 및 통합적 이해를 바탕으로 역사적 사실이나 산업적 응용성 측면에서 화학적 과정을 적용할 수 있는지를 검증한다.

2. 제시문 분석

- 제시문 (가)에서는 광석으로부터 금속을 추출하는 제련에 대해 설명하고, 철광석으로부터 철을 제련하는 화학적 과정을 제시하였으며, 보크사이트로부터 알루미늄을 제련하는 방법에 대해 간략히 설명하였다.
- 제시문 (나)에서는 공유결합과 배위결합에 대해 설명하고, 금속이 다른 화학종과 결합할 때의 결합 세기에 대한 자료를 제시하였다.
- 제시문 (다)에서는 화학 I에 제시된 결합에너지 개념에 대해 설명하고, 금속 원소와 비금속 원소가 결합한 몇 가지 경우에서의 결합에너지 자료를 제시하였다.
- 제시문 (라)에서는 화학 I에서 제시된 산화-환원 반응에서 반응의 경향성을 예측하는 방법으로서 표준환원전위를 설명하였고, 몇 가지 환원반응에서의 표준환원전위 자료를 제시하였다.

3. 문항 분석

(문제2-1)은 제시문 (다)와 (라)의 내용을 바탕으로 화합물의 결합 세기와 금속의 환원 경향성에 대한 개념을 이해하고 있는지 평가한다. 또한 이러한 개념 이해를 바탕으로 금속 제련의 화학적 과정에 대한 이해도를 평가한다.

(문제 2-2)는 산화알루미늄을 주성분으로 하는 보크사이트에서 알루미늄을 제련할 때 일어나는 산화-환원반응을 이해하고 있는지 확인하며, 아울러 이러한 산화-환원 반응을 기반으로 전기분해 장치를 구성할 수 있는지 평가한다.

(문제2-3)은 제시문 (나)에서 설명된 금속과 다른 화학종의 결합 세기 경향성 자료와 제시문 (라)에서 제시된 금속의 표준환원전위 자료를 분석하여, 황화은으로부터 은을 제련하는 화학적 과정을 추론할 수 있는지 평가한다.

(문제2-4)는 제시문 (라)에서 제시된 표준환원전위 자료를 분석하여, 산화력 및 환원력의 상관관계를 분석하고, 금속과 산의 화학반응을 산화-환원 반응의 측면에서 이해하고 있는지 평가한다.