2021학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연2 (화학)

모집단위		수험번호		성명	

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 원자는 양성자, 중성자, 전자라는 기본 입자들로 구성된다. 양성자와 중성자는 거의 비슷한 질량을 가지며, 전자는 양성자와 중성자의 질량에 비하면 무시할 수 있을 정도로 작은 값을 갖는다. 따라서 원자의 질량을 양성자와 중성자 수의 합으로 나타낼 수 있는데 이를 질량수라 한다. 같은 종류의 원소라도 원자핵 속에 존재하는 중성자의 수는 다를 수 있는데, 원자번호는 같지만 중성자의 수가 다른 원소들을 동위 원소라고 한다. 예를 들어 대부분의 탄소 원자는 질량수 12를 갖지만, 질량수가 13 또는 14인 동위 원소들이 일부 존재한다. 질량수가 12인 탄소 원자 1개의 질량은 1.99×10^{-23} g이다. 질량수가 12인 탄소 원자 1몰의 질량은 12 g이다.

[나] 전자는 입자성과 파동성을 동시에 가지며 현대의 원자 모형에서 전자의 상태는 특정 영역에서 발견될 확률 분포로 나타낸다. 전자가 발견될 확률 분포는 공간적으로 표현할 수 있는데 이를 오비탈이라 한다. 하나의 오비탈은 주 양자수(n), 방위 양자수(l), 자기 양자수(m_l)의 세 가지 양자수로 결정된다. 한 개의 오비탈에는 서로 반대되는 스핀 자기 양자수(m_s)를 갖는 두 개의 전자가 채워질 수 있다.

[다] 과학 기술의 획기적인 발달로 생활 수준이 높아짐에 따라 에너지 소비량이 급격하게 증가하고 있다. 이에 따라 에너지를 얻기 위해 탄소를 주성분으로 하는 화석 연료를 많이 사용하고 있는데, 화석 연료의 사용은 환경 오염과 기후 변화 등의 다양한 문제를 발생시킨다. 과학자들은 환경 오염이나 기후 변화를 최소화하고자 태양광, 풍력, 조력 등의 신재생 에너지 기술을 개발하기 위해 노력하고 있다. 하지만 이들 기술은 환경의 영향을 크게 받으며 발전량이 항상 일정하지 않다는 단점이 있다. 식물의 광합성 원리를 적용하여, 태양광을 화학 에너지로 변환하여 저장하고 필요시에 활용하고자 하는 연구도 활발히 진행되고 있다.

[라] 화력 발전은 연료의 화학 에너지를 열에너지로 변환하고 이를 이용하여 발전기의 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 과정으로 이루어진다. 천연 가스(CH_4)를 이용한 화력 발전 과정에서 1 kg의 연료를 완전 연소시킬 때 발생하는 열에너지의 총량은 56,250 kJ이며 이 중에서 40%가 전기 에너지로 변환될 수 있다.

[마] 연료 전지는 촉매가 포함된 전기화학 회로 내에서의 화학 반응을 이용하여 연료의 화학 에너지를 곧바로 전기 에너지로 변환한다. 수소 연료 전지는 수소를 산화시켜 에너지를 얻기 때문에, 발전 과정에서 물이 생성되고 따라서 환경 오염을 일으키지 않는다. 수소 연료 전지는 화학 에너지의 80%를 전기 에너지로 변환한다. 연료 전지에 사용되는 수소는 천연 가스(CH_4)를 물과 반응시켜 얻을 수 있다. 1몰의 천연 가스가 수소와 이산화 탄소로 변환되는 과정에서 252 kJ의 에너지가 흡수된다. 천연 가스로부터 수소를 생성하는 과정의 열효율은 80% 정도로, 1몰의 CH_4에 대하여 315 kJ 이상의 에너지가 요구된다. 수소를 얻기 위한 또 다른 방법으로는 물을 직접 전기 분해하는 것이 있다.

[문제 1] 제시문 **[가]**를 참고하여 아보가드로수를 계산하고, 탄소의 동위 원소 존재 비를 구하시오. (단, 탄소는 질량수 12와 13을 갖는 동위 원소만으로 구성되어 있으며 각 동위 원소의 원자량은 질량수와 같다고 가정하시오. 탄소의 평균 원자량은 12.01이다.) **[10점]**

[문제 2] 제시문 **[나]**의 양자수를 고려하여 바닥 상태인 탄소의 오비탈을 이용한 전자 배치를 나타내고, 전자 배치 과정에 사용한 규칙에 대해서 구체적으로 논하시오. **[10점]**

[문제 3] 제시문 **[라]**, **[마]**를 참고하여, 화력 및 수소 연료 전지를 이용한 발전 과정에서 이산화 탄소 1몰이 생성될 때 얻을 수 있는 전기 에너지의 양을 비교하시오. (단, 관련된 화학 반응에서 H_2O는 액체 상태로 가정한다. 수소, 탄소 및 산소의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) **[10점]**

[문제 4] 제시문 **[다]**, **[라]**, **[마]**를 참고하여 화력 및 수소 연료 전지를 이용한 발전 과정을 환경 및 경제적인 측면에서 비교하시오. 또한, 이에 근거하여 에너지를 생성할 수 있는 대안을 제시하시오. **[10점]**

연세대학교