2008학년도 중앙대학교

수시 2-1학기 학업적성논술 문제지
(자연계열1)

대학		학 과 (학부·계열)		수험 번호		성명	

◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 5장으로 구성되어 있습니다.
- 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하시오.
- 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하시오.
- 답안을 작성할 때 문제 번호를 맨 앞에 쓰시오.
- 답안은 띄어쓰기를 포함하여 한 칸에 한 글자씩 쓰시오. (숫자나 수식, 표 등은 제외)
- 주어진 답안 작성 분량을 지키고 답안지는 한 장 이내로 작성하시오.
- 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마시오.

중앙대학교

2008학년도 중앙대학교 수시 2-1학기

학업적성논술 문제지(자연계열1)

I. 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (100점)

(가) 대부분의 생물은 산소를 이용한 유기호흡을 통해 에너지를 얻는다. 유기호흡은 유기 양분 속에 저장된 에너지를 ATP나 열에너지로 전환시키는 과정이다. 이 과정에서 포도당은 수소를 잃고 이산화탄소(CO_2)가 되며, 포도당에서 분리된 수소는 산소와 결합하여 물이 된다. 결과적으로 포도당이 산소에 의해 산화되면 CO_2와 물이 생성된다. 유기호흡은 크게 해당과정, TCA회로, 전자전달계의 세 과정으로 진행된다. 음식으로 섭취되는 탄수화물이 분해된 포도당은 혈관 속으로 흡수되어 각 세포로 운반되지만 포도당 분자만으로는 에너지를 얻을 수 없기 때문에 포도당은 세포 내에서 더 잘게 분해된다. 해당과정은 세포질에서 당을 분해하는 과정으로 포도당을 반으로 잘라 두 개의 피루브산을 만드는데, 이때 ATP라는 물질과 $NADH_2$라는 물질도 2개씩 얻어진다. 해당과정에서 만들어진 피루브산이 TCA회로에 투입되어 6분자의 CO_2가 생성되고, 8개의 $NADH_2$와 2개의 $FADH_2$, 2개의 ATP가 함께 만들어진다. 이 과정은 미토콘드리아의 기질에서 일어난다. 해당과정과 TCA회로를 통해 만들어지는 물질 중 ATP가 바로 에너지원으로 사용된다. 그렇지만 직접적으로 만들어진 ATP만을 사용하면 에너지의 양이 너무 적기 때문에 $NADH_2$와 $FADH_2$를 이용하여 ATP를 만든다. $NADH_2$와 $FADH_2$로부터 ATP를 추가적으로 만들어내는 곳이 바로 전자전달계이며, 이때 전자운반체로서 산소가 필요하다. 전자전달계 과정은 미토콘드리아의 내막에서 일어난다. $NADH_2$와 $FADH_2$는 전자전달계로 건너와 각각 3개, 2개씩의 ATP를 만든다. 따라서 ATP는 해당과정에서 2개, TCA회로를 통해 2개, 전자전달계를 통해 34개가 만들어져 총 38개를 얻는다. 그런데 진핵세포의 경우, 해당과정에서 만들어진 2개의 $NADH_2$가 전자전달계에 투입되기 위해 세포질에서 미토콘드리아 내부로 들어갈 때 2개의 ATP를 소모한다. 따라서 총 36개의 ATP를 만들어낸다. 이는 포도당 한 분자로부터 만들어지는 양이며, 무기호흡이 포도당 한 분자를 이용해 2개의 ATP를 만든다는 점을 감안하면 매우 효율적인 에너지 생성 방법임을 알 수 있다.

(나) 녹색식물이 빛에너지를 이용하여 CO_2와 물로부터 유기물을 합성하는 과정을 광합성이라 한다. 광합성 과정은 녹색식물의 엽록체에서 진행되며, 명반응과 암반응 두 단계로 이루어진다.

빛이 있어야 진행되는 명반응은 엽록체 안의 틸라코이드의 막에서 일어나고 물의 광분해와 광인산화의 두 과정으로 나눌 수 있다. 물의 광분해 과정은 엽록소에 흡수된 빛에너지에 의해 물이 분해되는 것이며, 이 과정에서 전자(e^-)와 수소이온(H^+), 산소(O_2)가 만들어 진다. 즉, 광합성의 최종 산물 중의 하나인 산소는 물에서 유래된 것임을 알 수 있

다. 광인산화 과정은 엽록소가 흡수한 빛에너지를 화학에너지로 전환시켜 ATP를 만들어 내는 과정이다. 빛에너지가 엽록소에 흡수되면 엽록소가 흥분하여 전자를 방출하게 되는데, 이 전자가 전자전달계를 거치면서 ATP를 만들어내는 것이다. 또 광인산화 과정에서 $NADPH_2$도 함께 만들어지는데 이들은 암반응에 쓰이게 된다. 즉, 명반응의 광인산화 과정은 암반응에 쓰일 물질을 만들어내는 과정이라고 볼 수 있다.

암반응은 엽록체의 스트로마에서 일어나는 반응으로, 명반응에서 생성된 ATP와 $NADPH_2$를 이용해 CO_2로부터 포도당과 같은 탄수화물을 합성하는 과정이다. 암반응에는 무수히 많은 효소가 관여하고 있기 때문에 온도의 영향을 받는다. 암반응의 전체적인 반응식은 다음과 같다.

$$6CO_2 + 12NADPH_2 \Longrightarrow 12NADP + 6H_2O + C_6H_{12}O_6$$

그리고 이 반응이 진행되는 데 필요한 에너지는 ATP에 의해 얻어지는데, 총 18개 분자의 ATP가 사용되어 18개 분자의 ADP로 바뀌게 된다.

전체적으로 보면, 광합성의 명반응에서 산소가 생성되며, 암반응을 통해 포도당이 합성되고 물이 생성되는 것이다. 광합성의 전체적인 반응식은 다음과 같다.

$$6CO_2 + 12H_2O \Longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

그리고 이렇게 광합성을 진행하는데 쓰이는 에너지는 궁극적으로 태양에서 오는 빛에너지이다.

(다) 연료전지를 발전장치로 간주할 때, 그 가장 중요한 장점은 원리적으로 에너지 변환효율(열효율)이 높다는 점이다. 화력발전에서는 연료의 화학 에너지를 일단 열의 형태로 보일러에 공급하고, 보일러에서 발생하는 증기에 의해서 터빈을 가동하여 전기 에너지를 만들어 낸다. 이러한 화력발전의 열효율은 현재 40~50% 정도에 머물고 있다. 이에 비하면 연료전지에서는 화학 에너지를 열의 형태로 변환하지 않고 직접 전기 에너지로 변환하므로 이론적인 열효율이 높다.

연료전지의 또 하나 중요한 장점은 환경 적합성이다. 연료와 공기를 공급하기 위한 송풍기 이외에는 터빈과 같은 회전기를 필요로 하지 않으므로 소음과 진동이 적다. 또한 수소를 연료로 사용하면 배출되는 것은 물 뿐이며 CO_2와 같은 지구 온난화 가스가 발생하지 않는다. 연료전지가 청정 발전장치로 평가 받는 이유도 바로 이 때문이다.

하지만 이 평가에 대해서는 좀 더 신중하게 생각할 필요가 있다. 연료전지의 연료로 사용되는 수소는 지구에 매장되어 있는 것이 아니다. 수소는 주로 석유나 천연가스의 부분연소 반응으로 만들어지는데, 그 과정에서도 CO_2가 배출된다. 따라서 지구 전체 환경의 차원에서 보면 CO_2를 배출하는 과정을 통해 만들어진 수소를 원료로 사용하는 연료전지는 결과적으로 화력발전과 마찬가지로 지구 온난화 가스를 배출하는 셈이다. 다만 효율이 문제가 된다. 예를 들어, 메탄을 연료로 하는 화력 발전의 현실적 효율을 40%라고 하면, 전력 에너지 1kWh당 CO_2 배출량은 약 490g이다. 한편, 메탄으로 만들어지는 수소를 연료로 하는 연료전지의 효율이 이론상 최대값인 95%라면 전력 에너지 1kWh를 생산하기 위해 연료전지를 사용하면 약 340g의 CO_2가 배출된다. 그러나 이와 같은 이론적인

최대 효율을 얻는 것은 불가능하다. 만약 연료전지의 효율이 60%라 하면, 전력 에너지 1kWh당 약 540g의 CO_2가 배출된다. 즉, 연료전지의 효율이 낮으면, 같은 양의 전력을 생산하기 위하여 더 많은 수소 원료가 필요하고, 따라서 수소를 생산하는 과정에서 CO_2 배출량이 증가하게 된다.

(라) 연료전지에서는 원료인 수소와 산소 기체가 외부 저장탱크로부터 연속적으로 공급된다. 수소-산소 연료전지의 알짜 전지 반응은 간단히 수소가 산화되어 물을 생성하는 것으로, 반응의 결과 발생한 에너지가 전류의 형태로 생성되도록 설계되었다. 수소 기체는 전지의 (-)극 쪽으로 공급되고, 산소 기체는 (+)극 쪽으로 공급된다. 연료전지 내의 (-)극과 (+)극 사이에는 K^+와 OH^-를 포함한 용액이 있어서 다음과 같은 반응이 일어난다.

(-)극(산화 전극): $2H_2 + 4OH^- \Longrightarrow 4H_2O + 4e^-$
(+)극(환원 전극): $O_2 + 2H_2O + 4e^- \Longrightarrow 4OH^-$
전체: $2H_2 + O_2 \Longrightarrow 2H_2O$

산화 전극에서 수소 분자가 잃은 전자는 외부회로를 통해 환원 전극으로 이동한다. 이 환원 전극에서 산소가 환원된다.

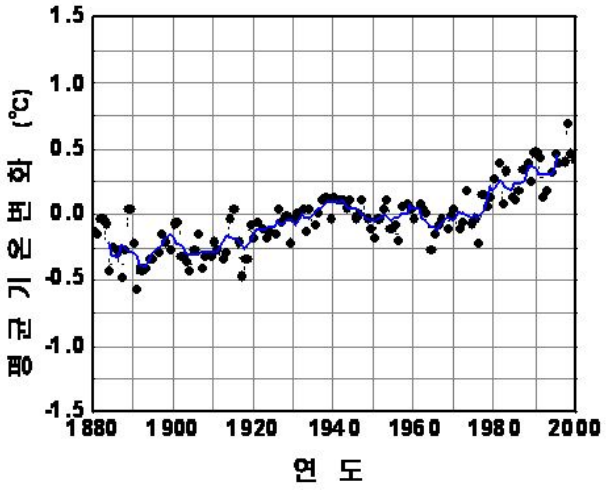
(마) 지난 5월 유엔에서는 지구온난화 최종보고서가 발표되었다. 이 보고서의 핵심 내용은 온실가스 배출량을 대폭 줄여야 한다는 것이며 온실가스의 주종인 CO_2 배출량의 증가를 줄이는 것이 시급하다는 것이었다. 또한 유엔의 기후변화 정부간 위원회인 IPCC에 따르면 지구온도는 2100년이 되면 1880년보다 5.8℃ 증가할 것이라 한다. 우리나라도 더 이상 지구온난화의 안전지대가 아니며 온난화의 속도가 세계 평균보다 빠른 것으로 나타나고 있다고 한다.

그러나 이러한 지구온난화 문제의 심각성에 대한 경고는 지나치게 편향된 연구결과이며 과학적으로 사기에 가깝다는 일부 과학자들의 다음과 같은 주장이 있다.

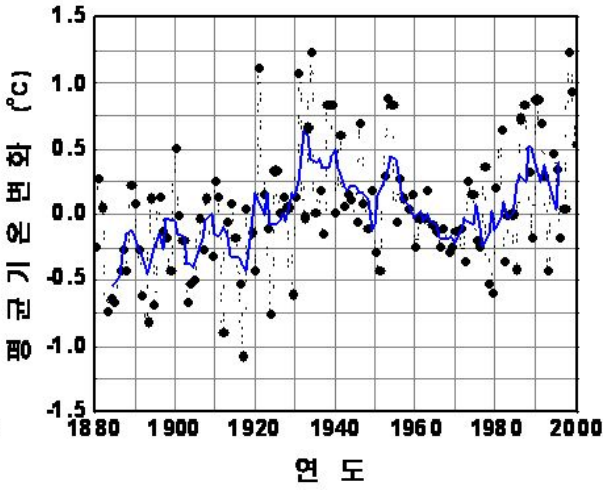
- 지구의 기후변화는 단순히 더하고 평균을 내는 정도로 가늠할 수 없는 무수히 많은 변수의 영향을 받기 때문에 이와 같이 복잡한 문제를 지구 전체의 평균 기온만을 가지고 설명하는 것은 불가능하다.
- 평균 기온은 지역적으로는 의미가 있지만 이것을 지구 전체에 적용시켜 설명하려는 것은 무의미하며, '지구의 평균 기온'이라는 것은 정의할 수 없다.

IPCC에서는 전 세계의 내륙 또는 섬에 위치한 기상 관측소 37곳의 기온을 측정한 값에 각 지역의 면적을 가중하여 구한 가중평균을 지구의 평균 기온이라고 제시한다. [그림 1]은 지구의 평균 기온 변화를 보여주는 그래프로서 IPCC가 지구 온난화의 심각성을 경고할 때 자주 인용하는 것이며, [그림 2]는 미국의 평균 기온 변화를 보여주는 그래프이다. 아르헨티나의 일부 과학자들은 가장 우수한 기상 측정 시스템을 가진 미국의 평균 온도변화 그래프인 [그림 2]를 보면 IPCC의 주장이 과학적으로 심각한 결점을

갖고 있음을 알 수 있다고 하며, 지구 온난화를 경고하는 IPCC의 주장은 현대 과학사에서 가장 큰 사기 중의 하나라고 주장한다.



[그림 1] 지구의 평균 기온 변화



[그림 2] 미국의 평균 기온 변화

[문제 1] 제시문 (가)와 (나)는 자연계에서 일어나는 서로 다른 두 현상의 반응과정에 대한 설명이다. 두 제시문 중 제시문 (라)의 반응과정과 유사한 반응과정에 대하여 설명한 것을 선택하여, 제시문 (라)의 반응과정과 선택된 제시문에 나타난 반응과정 사이의 공통점과 차이점을 설명하시오. [20점, 답지 8줄 이내]

[문제 2] 연료전지의 원료인 수소의 생산에는 상당한 에너지가 소비되고 그 과정에서 CO_2가 발생하기 때문에 현재 상황에서 연료전지가 고효율, 친환경 에너지원이라고 보기 어렵다는 주장이 제시문 (다)에 기술되어 있다. 이러한 주장이 타당하다고 보고 CO_2 발생의 문제점을 극복할 수 있는 새로운 수소 생산 방법을 제시문 (가)와 (나)의 내용만을 참조하여 제시하시오. [20점, 답지 8줄 이내]

[문제 3] 제시문 (다)에 의하면 연료전지로 발전(發電)할 때, 연료전지의 효율이 낮을 경우 화력발전에 비해 더 많은 CO_2를 배출한다. 그렇다면 화력발전의 경우보다 적은 CO_2를 배출하기 위하여 제시문에서 예시한 연료전지의 효율이 몇% 이상이 되어야 하는지 설명하고 그 타당성을 논술하시오. [20점, 답지 12줄 이내]

[문제 4] 어느 지역에 A라는 화력발전소와 B라는 연료전지 발전소가 있다. 실제로 생산하는 전력량 1 kWh의 생산원가는 A의 경우 60원이고, B의 경우 75원이다. A의 효율은 40%로 제시문 (다)에 의하면 전력량 1 kWh당 약 490g의 CO_2가 발생한다. 또한 B의 효율은 83%로 전력량 1 kWh당 약 390g의 CO_2가 발생한다. 이때 발생한 CO_2에 대하여는 아래 표와 같이 세금이 부과된다고 하자. 생산비용을 생산원가와 세금의 합이라고 할 때, 이 지역에서 1,000 kWh의 전기를 생산하는 비용을 최소화하려면 A와 B에서 각각 얼마의 전기를 생산해야 하는지에 대하여 논술하시오. [20점, 답지 24줄 이내]

CO_2 총 발생량(kg)	세금(원)
100이하	0
100초과 200이하	15,000
200초과 300이하	30,000
300초과 400이하	45,000
400초과 500이하	60,000
500초과 600이하	75,000
⋮	⋮

[문제 5] 기후연구에서 평균 온도를 측정하는데 100개 이상의 서로 다른 방법이 사용되고 있으나, 어떤 방법이 가장 타당한가에 대한 물리적인 근거는 제시되지 못하고 있다. 이러한 사실과 제시문 (마)의 내용에 근거하여, 기온 자료의 분석에 사용되는 가중 평균의 문제점을 지적하고, 그 문제점을 해결할 방법을 제시하시오. [20점, 답지 12줄 이내]