

2014학년도 중앙대학교

수시 일반 논술 문제지 (자연계열Ⅱ)

대학		학과 (학부)		수험 번호		성명	
----	--	------------	--	----------	--	----	--

◆ 답안 작성 시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 6장으로 구성되어 있습니다.
 - 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
 - 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
 - 답안지는 한 장만 사용하십시오.
 - 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
 - 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오.
- ※ 지정된 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능함.
※ 수정액, 수정테이프는 절대 사용 불가함.



중앙대학교

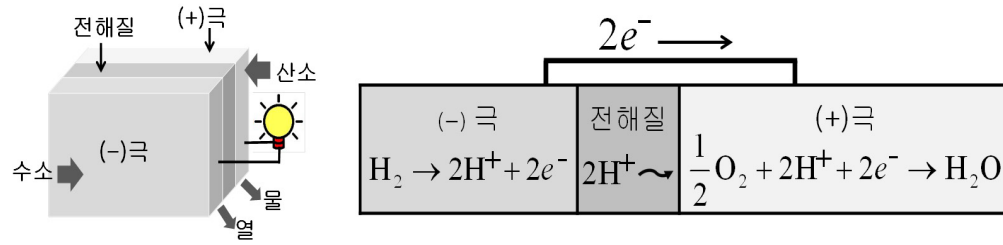
2014학년도 중앙대학교 수시 일반 논술 문제지 (자연계열Ⅱ)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 탄소는 생물체의 조직을 이루는 탄수화물, 단백질, 지방의 구성 성분으로, 생물체를 구성하는 원소의 약 18%를 차지하고 있다. 탄소는 대기에서는 주로 이산화 탄소(CO_2)로, 물 속에서는 대부분 탄산 수소 이온(HCO_3^-)으로 존재한다. 대기 중의 이산화 탄소는 녹색 식물과 같은 생산자의 광합성을 통해 유기물로 합성된다. 합성된 유기물 속의 탄소는 식물의 호흡에 일부 이용되고, 나머지는 먹이 사슬을 따라 소비자인 동물로 이동한다. 동물로 이동한 유기물의 일부는 에너지 대사 과정인 호흡을 통하여 다시 이산화 탄소 형태로 대기 중으로 돌아간다. 동식물의 사체나 배설물 속의 유기물은 미생물의 작용에 의하여 분해되고, 이때 유기물 속의 탄소는 다시 이산화 탄소 형태로 대기나 물로 되돌아간다. 이와 같은 탄소의 순환 과정의 대부분은 산화·환원 반응으로 이루어지며, 광합성 과정에서 흡수되는 이산화 탄소의 양과 생산자, 소비자, 분해자의 호흡에 의하여 방출되는 이산화 탄소의 양이 거의 같아, 대기 중 이산화 탄소 양은 일정하게 유지된다.

이산화 탄소의 배출과 흡수의 균형이 깨져서 나타나는 대기 중 이산화 탄소 양의 증가는 지구 온난화의 주된 원인이 된다. 이산화 탄소는 석유나 석탄과 같은 화석 연료가 연소될 때 가장 많이 발생한다. 화력 발전소, 제철 공장, 시멘트 공장뿐만 아니라 가정용 난방과 자동차 운행 과정에서도 석유가 많이 사용되어 다량의 이산화 탄소를 발생시킨다. 또한, 각종 산업 용지의 확보, 도시의 공업화 등에 의한 무차별적인 삼림 훼손으로 숲이 감소하여 대기 중 이산화 탄소의 양은 더욱 늘어나게 된다. 이를 극복하기 위한 방안으로 최근에는 여러 유형의 생태도시들이 생겨나고 있다. 다양한 생물이 서식하는 환경을 조성하고 유지하는 체계를 가진 생물 다양성 생태도시, 무공해 에너지를 사용하여 자원의 자연 순환 체계를 확립한 자연 순환성 생태도시가 그 예이다.

(나) 연료 전지는 수소와 산소의 화학 반응에 의해 생기는 화학 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 주는 발전 장치이다. 연료 전지는 수소를 직접 연소시키지 않고, 전극을 이용해 산화시켜서 전기 에너지를 생산한다. 연료 전지는 산화·환원 반응을 이용해 전기 에너지를 발생시키고 (+)극과 (-)극으로 되어 있다는 점에서는 일반 전지와 비슷하지만, 반응 물질인 수소와 산소를 외부에서 지속적으로 공급해 주고 생성 물질이 외부로 배출된다는 점에서 차이가 있다. 연료 전지에서 연료인 수소와 산화제인 산소는 전해질로 구분된 연료 전지의 두 영역으로 각각 들어가며 한 영역은 (-)극으로 작용하여 수소의 산화가 일어나고, 다른 영역은 (+)극으로 작용하여 산소의 환원이 일어난다. 산화 반응에서 수소가 잃은 전자를 환원 반응에서 산소가 얻는다. 이것을 화학 반응으로 나타내면 다음과 같다.



전극 사이의 전해질은 (-)극에서 생성된 수소 이온을 (+)극으로 잘 이동시켜주는 물질이다. 연료 전지에서 (-)극에 공급된 수소는 전자를 잃고 수소 이온의 형태로 전해질을 통해 (+)극으로 이동하며 산소 분자와 만나 반응하여 물을 생성한다. 이때 외부 회로를 연결하면 수소가 잃은 전자가 회로를 따라 이동하여 (+)극으로 들어가 전류가 흐르게 된다.

(다) 원자 1 몰과 분자 1 몰은 각각 원자 6.02×10^{23} 개, 분자 6.02×10^{23} 개를 의미하고, 그 질량은 각각 원자량과 분자량에 g을 붙인 값과 같다. 예를 들어 탄소 원자 1 몰의 질량은 12 g이고 질소 기체 1 몰의 질량은 28 g, 산소 기체 1 몰의 질량은 32 g, 이산화 탄소 1 몰의 질량은 44 g이다. 또한, 몰수를 구하기 위해서는 질량을 원자량이나 분자량으로 나누어 주면 된다. 고체나 액체의 경우 원자, 분자, 이온의 수는 물질의 질량을 측정해서 쉽게 알 수 있다. 그러나 기체의 경우에는 질량과 함께 부피도 분자수에 대한 정보를 제공한다. 아보가드로는 “기체의 종류에 관계없이 같은 온도와 압력에서 같은 부피의 기체는 같은 수의 분자를 포함한다.”고 하였다. 예를 들어 0 °C, 1 기압에서 기체 1 몰이 차지하는 부피는 기체의 종류에 관계없이 항상 22.4 L이다.

(라) 에너지를 얻기 위한 유산소 세포 호흡 과정에는 산소가 필요하며, 세포 호흡이 일어나면 그 결과 이산화 탄소가 만들어진다. 따라서 세포 호흡을 하려면 끊임없이 몸 안의 세포에 산소가 공급되어야 하며, 생성된 이산화 탄소는 몸 밖으로 배출되어야 한다. 폐와 조직에서의 기체 교환은 기체의 분압 차이에 따른 확산에 의해 일어난다. 폐포에서의 산소 분압은 폐포 주변 모세 혈관에서의 산소 분압보다 높으므로 산소는 폐포에서 모세 혈관으로 확산되고, 폐포 주변 모세 혈관에서의 이산화 탄소 분압은 폐포에서의 이산화 탄소 분압보다 높으므로 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포로 확산된다. 모세 혈관으로 들어간 이산화 탄소 중 70%는 적혈구 속의 탄산 무수화 효소의 작용에 의해 물 분자와 결합하여 탄산을 형성하고, 다시 수소 이온과 탄산 수소 이온으로 해리된다. 탄산 수소 이온은 적혈구에서 혈장으로 확산되어 폐로 전달된다. 모세 혈관으로 들어간 이산화 탄소 중 23%는 적혈구에서 직접 헤모글로빈과 결합하여 운반된다. 탄산 무수화 효소에 의한 반응은 다음과 같다.



이러한 반응은 주로 이산화 탄소의 농도가 높은 조직에서 일어나며 반응 속도는 효소에 의해 일어나는 반응 중 가장 빠른 편에 속한다.

(마) 물체에 힘을 가해 힘의 방향으로 물체를 이동시키는 물리적 행위를 일이라 한다. 질량을 가진 물체에 힘을 가해 힘의 방향으로 이동시킬 때 물체에 일을 했다고 한다. 일의 양은 물체에 가한 힘의 크기와 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱으로 나타낸다. 물체에 가해지는 힘의 크기를 이동 거리에 따라 나타낸 그래프에서 넓이(적분값)는 일의 양을 의미한다. 질량 m 인 물체의 무게(중력)와 같은 크기의 힘 mg 로 물체를 높이 h 까지 들어 올렸다면 한 일의 양은 mgh 이고, 그만큼 물체의 에너지가 증가하는데 이 에너지를 위치 에너지(중력에 의한 퍼텐셜 에너지)라 한다. 여기서 g 는 중력 가속도이다. 지표면으로부터 높이 h 에 있는 질량 m 인 물체의 위치 에너지는 h 가 지구 반지름 R 보다 매우 작지 않다면 mgh 로 표현할 수 없다. 이때는 만유인력에 의한 일의 개념으로 위치 에너지를 구해야 한다. 지구 중심에서부터의 거리 x 에서의 만유인력을 $F(x)$ 라 하고 x 가 무한대일 때의 위치 에너지를 0으로 하면, 지구 중심에서부터의 거리 $r=R+h$ 에서의 위치 에너지는 다음과 같이 계산된다.

$$E_p(r) = - \int_{\infty}^r F(x) dx = - \int_{\infty}^r \left(-G \frac{Mm}{x^2} \right) dx = -G \frac{Mm}{r}$$

(M : 지구의 질량, G : 만유인력 상수)

일의 단위는 $N \cdot m$ 를 쓰며, 이것을 J(줄)이라고 한다. 단위 시간 동안 한 일의 양을 일률이라고 하며 단위로 J/s 즉, W(와트)를 사용한다. 전력 또한 단위 시간 동안 공급되거나 변환되는 전기 에너지를 의미하므로 단위가 W이다. 가솔린이나 기타 동력을 사용하는 기관에서는 일률이라고 표현하고 전기를 동력으로 사용하는 기관에서는 전력이라고 표현한다. 전력은 전압과 전류의 곱으로 표시한다. 이때 전류는 단위 시간 당 흐르는 전하의 양이다.

(바) 함수 $y=f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 $f(x) \geq 0$ 이라고 하자. 이때, 함수 $y=f(x)$ 와 두 직선 $x=a$, $x=b$ 및 x 축으로 둘러싸인 도형의 넓이 S 는 구분구적법을 이용하면 다음과 같이 구할 수 있다.

구간 $[a, b]$ 를 n 등분하여 양 끝 점과 각 분점의 x 좌표를 차례로

$$x_0(=a), x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n(=b)$$

이라 하고, 구간 $[x_{k-1}, x_k]$ ($k=1, 2, \dots, n$)의 길이를 Δx 라고 하면 $\Delta x = \frac{b-a}{n}$ 이다.

Δx 를 밑변으로 하고 높이가 각각 $f(x_k)$ ($k=1, 2, \dots, n$)인 n 개 직사각형의 넓이의 합을 S_n 이라고 하면

$$S_n = f(x_1)\Delta x + f(x_2)\Delta x + \dots + f(x_k)\Delta x + \dots + f(x_n)\Delta x = \sum_{k=1}^n f(x_k)\Delta x$$

이므로 구하는 넓이 S 는 다음과 같다.

$$S = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x$$

이때, 극한값을 함수 $y=f(x)$ 의 a 에서 b 까지의 정적분이라 하고, 기호로

$$\int_a^b f(x) dx$$

와 같이 나타낸다. 위 식에서 $b \rightarrow \infty$ 인 경우 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\int_a^{\infty} f(x) dx = \lim_{b \rightarrow \infty} \int_a^b f(x) dx$$

함수 $y=f(t)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속이고, $a \leq x \leq b$ 일 때 다음 식이 성립한다.

$$S(x) = \int_a^x f(t) dt \text{ 이면 } S'(x) = f(x)$$

[문제 1] ‘생태계의 탄소 순환’과 ‘연료 전지의 수소 이온 이동’의 공통점과 차이점을 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 설명하시오. [20점]

[문제 2] 대기 중 이산화 탄소의 농도는 다양한 요인에 의하여 변화하며 이는 인간 및 생태계 항상성 유지에 주된 조절 요인이 된다. 1994년도 대한민국의 세 도시 A, B, C의 건조한 대기 중 이산화 탄소의 농도는 1/2240 (몰/L)로 일정하였다. 2013년 현재 A, B, C의 대기를 분석한 결과가 아래 표와 같다. 각 도시의 건조한 대기 중 이산화 탄소 농도를 1994년과 비교하고, 이와 같은 결과가 나타나게 된 원인을 제시문 (가)와 (다)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 모든 측정은 실험실에서 0 °C, 1기압에서 수행되었고 대기는 질소 기체, 산소 기체, 이산화 탄소로만 구성되어 있다. 분석된 대기 중 질소 기체와 산소 기체의 상대 부피는 일정하다. (질소 기체의 부피:산소 기체의 부피 = 4:1) [20점]

도시	A	B	C
대기의 질량	28.952 g	14.438 g	58.208 g
대기의 부피	22.4 L	11.2 L	44.8 L

[문제 3] 대사 과정 중 생성된 이산화 탄소는 혈액에 용해된다. 이산화 탄소가 용해된 혈액에 담겨 있는 두 전극에 1V의 전압을 가했을 때 흐르는 전류의 세기는 다음의 식을 만족한다.

$$I = a(2 - e^{-bC})$$

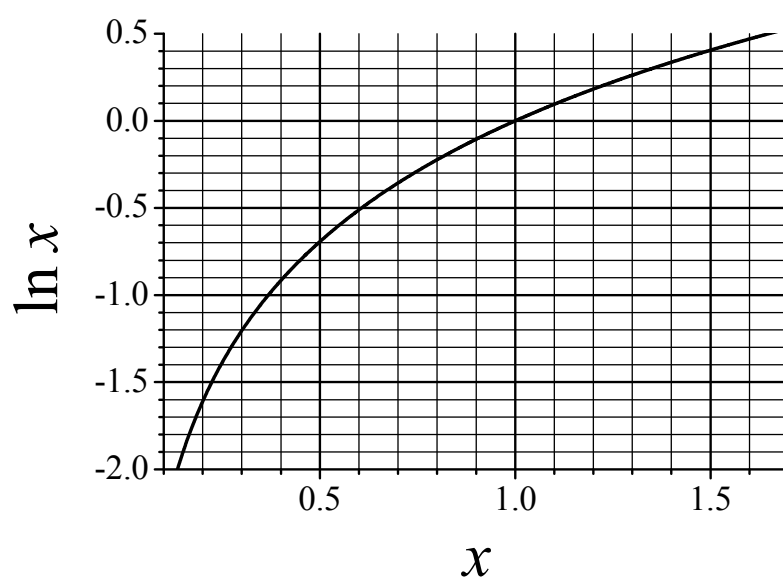
(I : 전류, C : 혈액 1L에 용해된 이산화 탄소의 몰수, a, b : 상수)

위 식에서 상수 a, b 의 값을 구하기 위해 다음 실험을 수행하였다.

- (1) 플라스크 A, B에 산소가 제거된 혈액을 100 mL씩 담았다.
- (2) 0 °C, 1 기압에서 각 플라스크의 혈액에 아래 표와 같은 부피의 이산화 탄소를 넣어 완전히 용해시켰고, 이때 혈액의 부피 변화는 관찰되지 않았다.
- (3) 각 혈액에 담겨 있는 두 전극에 1V의 전압을 가했을 때 흐르는 전류를 측정하여 얻은 결과가 다음과 같다.

플라스크	이산화 탄소의 부피(L)	전류(mA)
A	0	0.10
B	1.12	0.14

위 실험과 동일한 조건에서 일정한 양의 이산화 탄소가 용해되어 있는 100 mL의 혈액을 새로운 플라스크에 넣고 1V의 전압을 가했을 때, 흐르는 전류의 양이 0.15 mA로 측정되었다. 이 혈액 속의 헤모글로빈과 결합된 이산화 탄소의 전체 질량을 구하는 과정을 제시문 (다)와 (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 필요 시 아래의 자연로그함수 그래프를 참조하시오. [20점]



[문제 4] 전압이 0.8 V 인 연료 전지가 1000 초 동안 일정한 일률로 에너지를 공급하여 지표면에 있던 질량 1 g 인 물체를 지구 중심에서 $2R$ 만큼 떨어진 지점으로 이동시켰다 (R : 지구 반지름). 이동 전과 이동 후 이 물체의 속도는 변하지 않았다. 아래의 사항을 고려하여 이 연료 전지에서 공급한 전류의 크기와 발생한 H_2O 의 분자 수를 구하는 과정을 제시문 (나)와 (마)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [20점]

- 연료 전지에서 공급한 에너지는 이 물체의 위치 변화에만 사용되었다.
- 전자의 전하량의 크기는 $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$, 지구 표면에서 중력 가속도는 10 m/s^2 , R 은 6400 km 이다.

[문제 5] 질량이 m 이고 지구 중심에서부터의 거리가 r 인 물체와 지구 사이에 작용하는 만유인력이 다음과 같이 $F_1(r)$ 로 바뀌었다고 가정하자.

$$F_1(r) = -G \frac{Mm}{r^2} \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \quad \text{단, } r_0 > R, r > R$$

위 식에서 M 은 지구의 질량, R 은 지구 반지름, G 는 만유인력 상수이다. 이 물체의 위치 에너지의 최솟값을 구하는 과정을 제시문 (마)와 (바)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, r 이 무한대일 때의 위치 에너지를 0 으로 한다. [20점]

- 끝 -