

2014학년도 중앙대학교

수시 일반 논술 문제지 (자연계열 I)

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

◆ 답안 작성 시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 5장으로 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 (자연계열 I)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

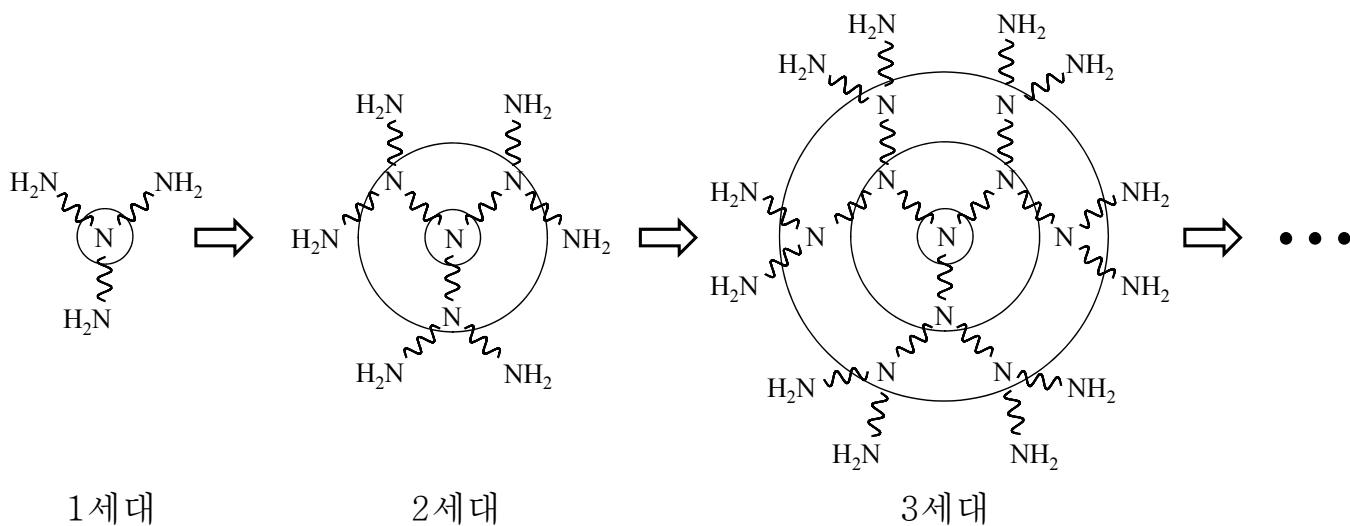
(가) 살아 있는 세포에서 물질이 합성되고 분해되는 화학 반응 과정을 통틀어 물질대사라고 한다. 물질대사에는 광합성이나 단백질 합성과 같이 작은 분자 물질을 큰 분자 물질로 합성하는 동화 작용과, 세포 호흡과 같이 큰 분자 물질을 작은 분자 물질로 분해하는 이화 작용이 있다. 세포 호흡은 세포 내에서 단계적으로 천천히 진행되는 효소 반응이며, 세포 내 유기물이 지닌 화학 에너지를 전자 전달 과정을 통해 ATP에 저장한다. 1몰의 ATP가 ADP와 인산염으로 분해될 때 7.3 kcal의 에너지를 생산할 수 있다. 세포 호흡에는 유산소 호흡과 무산소 호흡이 있다. 산소를 이용하는 유산소 호흡은 세포 내 미토콘드리아를 중심으로 일어난다. 미토콘드리아에서 유기물은 산소와 반응하여 물과 이산화탄소로 분해되고 그 과정에서 다량의 ATP가 ADP로부터 생성된다. 무산소 호흡이란 산소가 없는 상태에서 유기물을 분해하여 에너지를 얻는 것을 말하고, 유기물의 불완전 분해로 인해 중간 산물이 생기며 ATP 생성량이 적다. 이러한 물질대사 과정은 에너지를 전환하는 과정이며, 이 과정의 에너지 효율은 유기물의 이화 작용에서 ATP에 저장된 에너지를 해당 유기물의 동화 작용에서 사용된 에너지로 나눈 값이다.

(나) 원자나 분자와 같이 작은 입자들의 많은 수량을 나타내기 위해서 필요한 단위를 ‘몰’이라고 한다. 1몰은 6.02×10^{23} 개 입자의 집단이며, 이 수를 아보가드로수라고 한다. 분자의 몰수를 알면 그 분자를 구성하고 있는 원자의 몰수도 알 수 있다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 반응에 관여한 물질의 몰수비를 의미한다.

유기 화합물을 연소시킬 때 생성되는 이산화탄소와 물의 질량을 측정하면 탄소, 수소, 산소의 성분 질량비를 알아낼 수 있다. 각 성분의 질량을 알게 되면 각각의 질량 값을 성분 원소의 원자량으로 나누어 조성비를 구할 수 있다. 조성비를 구한 후 구성 원소의 원자 개수의 비율을 가장 간단한 정수비로 나타낸 식을 실험식이라고 한다. 화합물의 분자량을 측정하면 실험식에 정수를 곱한 식인 분자식을 구할 수 있다.

화학 반응에서 물질이 산소와 결합하여 새로운 물질이 생성되는 현상을 산화라 하고, 결합하고 있던 산소를 잃는 현상을 환원이라 한다. 특히 금속이 공기 중의 산소 및 수분과 반응하여 에너지를 발생시키고 녹슬어 광택과 전기 전도성을 잃고, 강도가 약해져 쉽게 부스러지는 현상을 부식이라고 한다. 어떤 물질이 전자를 잃는 반응을 산화 반응이라 하고, 전자를 얻는 반응을 환원 반응이라고도 하는데, 공유 결합 물질에서는 전기 음성도 차이를 통해 반응 전과 반응 후의 전자 치우침을 비교하여 산화-환원 반응을 설명할 수 있다.

(다) 자연에 존재하는 대부분의 물질은 두 가지 이상의 원소가 서로 결합하여 화합물을 형성한다. 아래 그림과 같이 분자의 중심으로부터 일정한 단위 구조가 반복적으로 뻗어 나오는 거대한 분자가 있는데, 이 분자는 자라나는 모양이 마치 나뭇가지가 뻗어 나가는 모양과 비슷하다고 하여, 그리스어로 나무를 뜻하는 ‘덴드론(dendron)’에 어원을 둔 ‘덴드리머(dendrimer)’라 부른다. 덴드리머는 분자를 이루는 기본 단위 구조가 한 번 추가 될 때마다 다음 세대로 확장되는 구조로 되어 있다. 덴드리머의 이런 특성을 살리면 일정한 기능을 반복해야 하는 물질이나 특정 병원체에만 지속적으로 반응하여 병원체를 제거하는 물질을 만들어 의학이나 약학 등 여러 분야에 응용할 수 있다. 현재 덴드리머의 새로운 합성법과 응용 연구가 활발히 이루어지고 있다.



(라) 수열 1, 3, 9, 27, 81, ... 은 첫째항 1에서 시작하여 차례로 3을 곱하여 얻어진 수열이다. 이와 같이 수열 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ 이 첫째항 a_1 에서 시작하여 차례로 일정한 수 r 을 곱하여 얻어진 수열일 때, 이 수열을 등비수열이라 하고, 그 일정한 수 r 을 공비라 한다. 즉, 공비가 r 인 등비수열에서는

$$a_{n+1} = ra_n \quad (\text{단, } n=1, 2, 3, \dots)$$

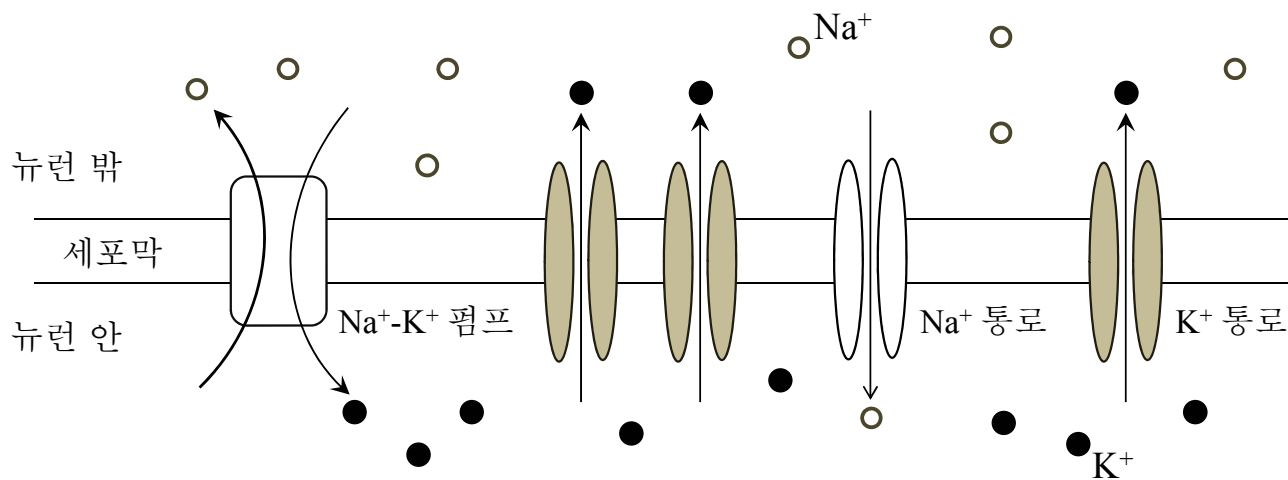
이 성립한다. 첫째항이 a , 공비가 r 인 등비수열의 일반항 a_n 과, 첫째항부터 n 번째 항까지의 합 S_n 은 각각 다음과 같다. (단, $n=1, 2, 3, \dots$)

$$a_n = ar^{n-1}, \quad S_n = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1} \quad (\text{단, } r \neq 1)$$

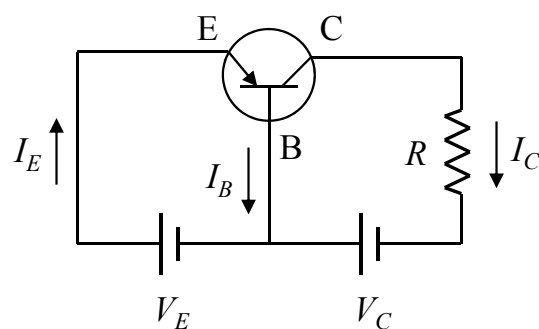
수열 1, 3, 6, 10, 15, 21, ... 에서 이웃하는 두 항의 차로 새로운 수열을 만들면 2, 3, 4, 5, 6, ... 이 되고, 이 수열은 첫째항이 2, 공차가 1인 등차수열이 된다. 일반적으로 수열 $\{a_n\}$ 에서 $b_n = a_{n+1} - a_n$ (단, $n=1, 2, 3, \dots$)을 항으로 하는 새로운 수열 $\{b_n\}$ 을 수열 $\{a_n\}$ 의 계차수열이라고 한다. 이때 수열 $\{a_n\}$ 의 일반항 a_n 은 다음과 같다.

$$a_n = a_1 + \sum_{k=1}^{n-1} b_k \quad (\text{단, } n=2, 3, 4, \dots)$$

(마) 자극을 받지 않은 뉴런의 세포막 안쪽과 바깥쪽의 전위차를 휴지 전위라고 한다. 휴지 전위는 뉴런의 세포막에 있는 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프와 Na^+ 통로 및 K^+ 통로에 의해 유지된다. 아래 그림과 같이, $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프는 ATP를 소모하여 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 능동 수송하며 그 결과 세포막 외부에는 Na^+ 이, 내부에는 K^+ 이 많이 분포하게 된다. 따라서 세포 안팎에 농도 차가 발생하여 Na^+ 은 세포 안으로, K^+ 은 세포 밖으로 확산 되려고 하는데, 이들은 각각 Na^+ 통로와 K^+ 통로를 통해 이동한다. 이때 Na^+ 통로에 비해 K^+ 통로의 수가 많아 Na^+ 에 비해 K^+ 의 투과도가 더 높다. K^+ 이 외부로 이동하고 내부에 존재하는 단백질이 (-) 전하를 띠기 때문에 뉴런 내부는 (-), 외부는 (+)가 되며, 세포막 안팎의 전위차는 70 mV 정도이다.



(바) 트랜지스터는 두껍게 도핑한 두 조각의 같은 형의 반도체와 반대의 극성으로 도핑한 얇은 조각의 반도체를 접합하여 만든다. 샌드위치 모양의 두 바깥 조각으로 사용하는 도핑 형태에 따라 p-n-p 또는 n-p-n 접합 등이 만들어 질 수 있다. 다음 그림은 p-n-p 트랜지스터의 동작을 나타낸 것이다.



트랜지스터는 이미터(E), 베이스(B), 컬렉터(C)라고 하는 세 부분으로 이루어져 있으며, 두 다이오드가 베이스를 공유하며 결합된 형태이다. 위 그림의 왼쪽 회로에 전류가 흐르지 않으면 오른쪽 회로의 저항에 전류가 거의 흐르지 않는다. 왜냐하면 베이스와 컬렉터 사이에 가해지는 전압이 역방향이기 때문이다. 그러나 이미터와 베이스 사이에 순방향 전압이 가해지면 이미터에서 베이스로 이동하는 많은 양공이 매우 얇게 도핑된 베이스를 관통하여 컬렉터가 있는 회로를 흐르면서 저항으로 흘러갈 수 있게 된다. 이러한 방법으로 컬렉터 회로를 흐르는 전류는 이미터 회로에서의 전류에 의해 조절될 수 있다.

전류는 단위 시간 당 흐르는 전하의 양이고 전하의 총량은 보존되므로, 전류가 흐르는 분기점에 들어온 전류의 양과 분기점에서 나간 전류의 양은 항상 같다. 따라서 트랜지스터의 에미터, 베이스, 컬렉터를 흐르는 전류 I_E, I_B, I_C 사이에는 $I_E = I_B + I_C$ 의 관계가 성립한다. 베이스의 전류를 이용하여 컬렉터에 흐르는 전류를 제어할 때 I_C/I_B 의 크기를 전류 이득이라고 한다.

[문제 1] 무산소 호흡과 부식의 공통점과 차이점을 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 설명하시오. [20점]

[문제 2] 화합물 A는 탄소, 수소, 산소로만 이루어져 있으며, 동화 작용으로 1몰을 합성하는 데 688 kcal의 에너지가 필요하다. 세포 내 미토콘드리아의 유산소 호흡을 통해 화합물 A 90 g이 완전히 연소되어, 이산화 탄소(CO_2) 132 g과 물(H_2O) 54 g이 형성되고, ADP 19몰이 ATP로 전환되었다. 화합물 A의 분자식이 실험식의 6배일 때 화합물 A의 분자량과 이 반응의 에너지 효율을 구하는 과정을 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, C, H, O의 원자량은 각각 12 g/몰, 1 g/몰, 16 g/몰이다. [20점]

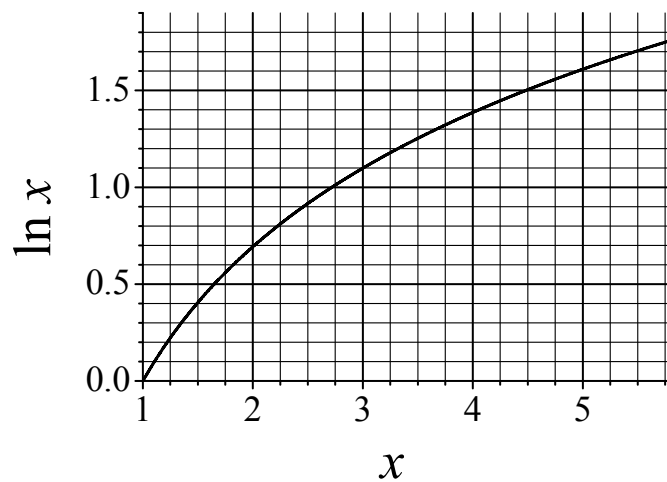
[문제 3] 제시문 (다)의 덴드리머에서 N—H 사이의 결합 수를 a , N—N 사이의 결합 수를 b 라고 하자. 예를 들어, 1세대 덴드리머에서 N—H 사이의 결합 수는 6, N—N 사이의 결합 수는 3이다. 이 덴드리머가 확장되어 20세대가 되었을 때 b/a 를 구하는 과정을 제시문 (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [20점]

[문제 4] 자극을 받지 않은 뉴런에 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 작동을 억제하는 시약을 처리하였다. $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 작동이 멈춘 후, 이온 통로를 통한 확산에 의해 뉴런 외부의 Na^+ 은 뉴런 내부로 이동하고, 뉴런 내부의 K^+ 은 뉴런 외부로 이동한다. 이때, 뉴런 내부에 존재하는 Na^+ 의 수 n 과 K^+ 의 수 m 이 다음과 같이 시간 t (초)에 따라 각각 변한다고 하자.

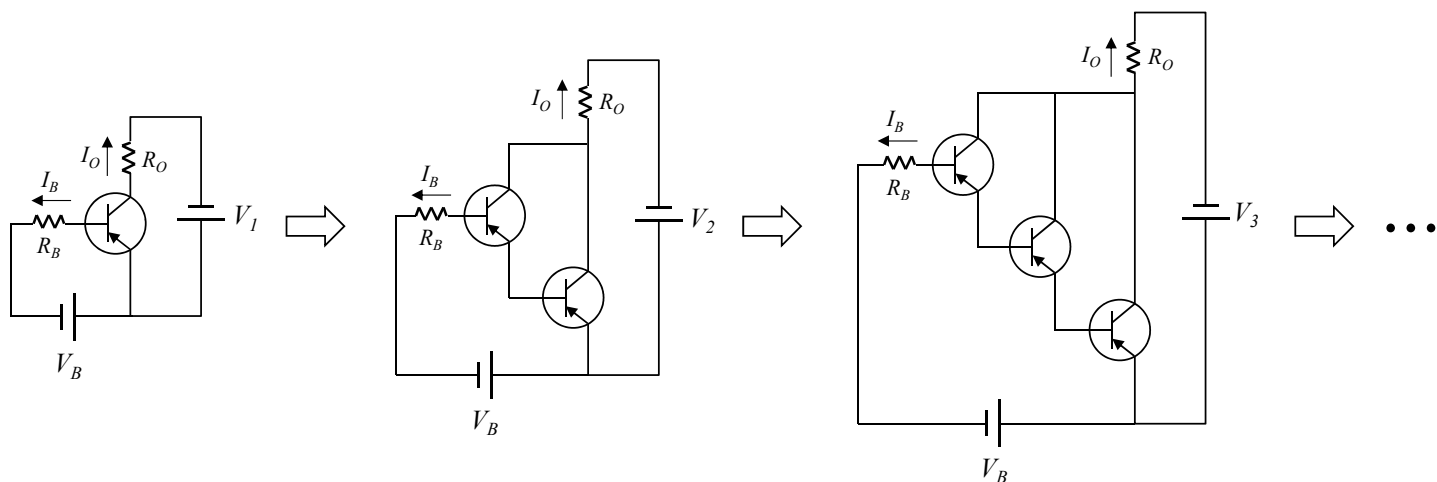
$$n(t) = 1000 - 800e^{-at}$$

$$m(t) = 1100 + 900e^{-2t}$$

뉴런의 내부와 외부 사이 이온의 이동에 의한 전류를 측정해 보니, $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 작동이 멈춘 후 1초가 지나자 전류가 순간적으로 0이 되었다. 이 결과를 이용해 $n(t)$ 식의 계수 a 를 구하는 과정을 제시문 (마)와 (바)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, $a < 1$ 이며, 필요 시 아래의 자연로그함수 그래프를 참조하시오. [20점]



[문제 5] 전류 이득이 β 인 p-n-p 형 트랜지스터를 아래 그림과 같이 차례로 연결하여 회로를 구성하려 한다. k 개의 트랜지스터가 사용된 회로의 전류 이득 $\beta_k = I_O/I_B$ 를 구하는 과정을 제시문 (라)와 (바)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, $k = 1, 2, 3, \dots$ 이다. [20점]



- 끝 -