

2013학년도 중앙대학교

수시 2차 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
CHUNG-ANG UNIVERSITY

2013학년도 중앙대학교 수시 2차 논술 문제지 (자연계열 II)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 세포 내로 흡수된 물질은 화학 변화를 거쳐 몸에 필요한 물질과 에너지를 만든다. 어떤 물질이 화학 반응을 일으키기 위해 필요한 최소한의 운동 에너지를 그 반응의 활성화 에너지라 한다. 단백질로 이루어진 효소는 그림 (1)과 같이 활성화 에너지를 낮추어서 물질대사가 잘 일어나게 해 주는 생체 촉매이다. 각 효소마다 기질과 결합하는 활성화 부위가 독특한 구조를 가지고 있어 특정한 종류의 기질에만 결합하며, 이러한 특징을 기질 특이성이라 한다.

대부분의 효소는 일정 범위 내에서는 온도가 높아질수록 반응 속도가 빨라져 35~40℃에서 가장 높은 활성을 나타낸다. 또한, 효소는 종류에 따라 최적 pH가 다르다. 효소는 최적 pH 범위를 벗어나면 그 기능이 급격히 떨어지는데, 이것은 pH의 변화에 따라 단백질의 구조가 달라지기 때문이다. 아밀라아제는 녹말을 엿당으로 분해하고, 펩신과 트립신은 단백질을 아미노산으로 분해하며, 카탈라아제는 과산화수소를 물과 산소로 분해하는 효소로서 그림 (2)는 pH에 따른 각 효소의 반응 속도를 나타낸 그래프이다. 이 외에 효소의 작용에 영향을 미치는 요인으로는 저해제가 있다. 경쟁적 저해제는 기질과 유사하게 생긴 물질로서 효소의 결합 부위와 결합하여 기질이 결합하지 못하게 하고 비경쟁적 저해제는 효소의 결합 부위 이외에 작용하여 효소 활성화 부위의 구조변화를 야기함으로써 기질의 결합과 상관없이 정상적인 효소의 작용을 저해한다.

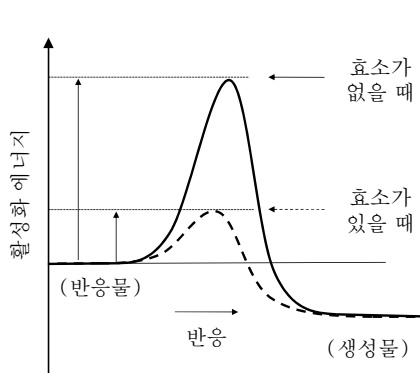


그림 (1)

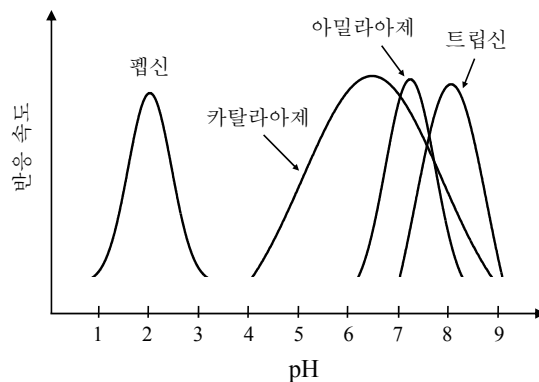


그림 (2)

(나) 금속에 빛을 쬐어줄 때 전자가 튀어나오는 현상을 광전 효과라 하며, 이때 튀어나오는 전자를 광전자라 한다. 광전 효과에서는 진동수가 어떤 한계값보다 낮은 빛을 쬐면

빛의 세기가 강해도 광전자는 튀어나오지 않는다. 이 한계 진동수를 문턱 진동수(f_c)라 한다. f_c 는 사용한 금속의 종류에 따라 달라진다. 아인슈타인은 진동수가 f 인 빛은 에너지가 $E=hf$ 인 양자의 흐름이라 하였다. 여기서 h 는 플랑크 상수이다. 이것을 광양자설이라 하며, 빛의 에너지 양자를 광양자라 한다. 금속 내부의 자유 전자가 금속 표면에서 밖으로 튀어나오기 위해서는 금속 표면의 위치 에너지 장벽을 넘어야 한다. 이 위치 에너지 장벽을 금속의 일함수라 한다. 진동수가 f_c 보다 낮은 빛을 쬐일 때는 전자가 빛으로부터 받는 에너지가 금속의 일함수보다 작기 때문에 전자는 금속의 표면으로부터 튀어나올 수 없다. 금속의 일함수 W 와 f_c 사이에는 $W=hf_c$ 의 관계가 성립한다. 진동수가 f 인 광양자가 한 개 입사하여 광전자 한 개가 튀어나올 때 그 최대 운동 에너지 E_k 는 $E_k=hf-W$ 로 주어진다.

(다) 감각 세포가 자극을 받아들여 일으킨 흥분은 뉴런을 따라 이동하여 다음 뉴런으로 전달된다. 뉴런은 흥분을 어떻게 이동시킬까? 자극을 받지 않은 휴지 상태에서 뉴런의 세포막은 Na^+ 을 능동적으로 밖으로 퍼내고 K^+ 은 안으로 받아들여, 세포막을 사이에 두고 전기적으로 안쪽은 (-)를, 바깥쪽은 (+)를 띠고 있다. 이런 상태를 분극이라 하고, 이때의 막전위를 휴지 전위라 한다. 뉴런의 휴지 전위는 대개 $-60 \sim -90 \text{ mV}$ 이다. 뉴런이 자극을 받으면 세포막의 투과성이 갑자기 변하여 바깥쪽의 많은 Na^+ 이 빠른 속도로 세포 안으로 들어온다. 그 결과 순간적으로 막 안쪽은 (+)로, 바깥쪽은 (-)로 전위가 역전되는데 이러한 현상을 탈분극이라 한다. 탈분극이 일어나면 휴지 전위와 약 100 mV 의 차이가 나는 활동 전위가 발생한다. 신경 흥분이 축삭 돌기 말단에 도달하면 말단에 있는 시냅스 소포에서 아세틸콜린과 같은 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 분비, 확산되어 다음 뉴런의 세포막 수용체와 결합하고 Na^+ 의 유입을 촉진시켜 흥분이 전달된다.

(라) 어떤 규칙에 따라 늘어놓은 수의 열을 수열이라 하고, 각 수를 그 수열의 항이라 한다. 수열 $(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots)$ 에는 등차수열, 등비수열, 계차수열 등이 있는데 그 일반항(a_n)은 다음과 같다.

$$\text{등차수열: } a_n = a_1 + (n-1)d \quad (n=1, 2, 3, \dots), \text{ 첫째항 } a_1, \text{ 공차 } d$$

$$\text{등비수열: } a_n = a_1 r^{n-1} \quad (n=1, 2, 3, \dots), \text{ 첫째항 } a_1, \text{ 공비 } r$$

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

함수 $y=f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 $f(x) \geq 0$ 일 때, 곡선 $y=f(x)$ 와 x 축 및 두 직선 $x=a, x=b$ 로 둘러싸인 영역의 넓이 S 를 구하는 방법은 다음과 같다.

구간 $[a, b]$ 를 n 등분하여 양 끝점과 각 등분점을 차례로

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

라 하고 각 소구간의 길이를 Δx 라 하면

$$\Delta x = \frac{b-a}{n}, \quad x_k = a + k\Delta x \quad (k = 0, 1, 2, \dots, n)$$

이다. 둘러싸인 영역을 소구간의 길이 Δx 로 나눈 직사각형의 넓이의 합을 S_n 이라 하고 $n \rightarrow \infty$ 이면 S_n 은 구하는 영역의 넓이 S 에 한없이 가까워진다. 이 극한값을 함수 $f(x)$ 의 a 에서 b 까지의 정적분이라 하고, 기호로 다음과 같이 나타낸다.

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

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

(마) 전구가 일렬로 나란히 연결되어 있는 경우를 직렬연결이라 한다. 아래 그림 (3)과 같이 두 개의 저항을 직렬로 연결했을 경우 각 저항에는 같은 세기의 전류가 흐르게 된다. 직렬연결에서 각 저항에 흐르는 전류의 세기 I 는 항상 같고, 전체 전압 V 는 각 저항에 걸리는 전압 V_1, V_2 의 합과 같다. 따라서 옴의 법칙에서 $V_1 = R_1 I$ 이고, $V_2 = R_2 I$ 가 되므로 AB 사이의 전체 저항을 R 이라 하면 $V = V_1 + V_2 = (R_1 + R_2)I = RI$ 가 되므로 $R = R_1 + R_2$ 가 된다. 이 전체 저항을 직렬연결 회로에서의 합성 저항이라 한다.

아래 그림 (4)와 같이 연결하는 것을 병렬연결이라 한다. 병렬연결에서는 두 개의 저항이 모두 같은 점 사이에 연결되어 있으므로 각각의 저항 양 끝에 걸리는 전압은 항상 같고, 전류는 각 저항에 흐르는 전류의 합과 같다. 병렬로 연결된 저항 R_1, R_2 의 양 끝에 전압 V 를 걸었을 때, 각 저항에 흐르는 전류의 세기를 각각 I_1, I_2 라 하면 $I_1 = V/R_1$ 이고, $I_2 = V/R_2$ 가 된다. 이때 회로에 흐르는 전체 전류 I 는 각 저항에 흐르는 전류의 합과 같으므로 $I = I_1 + I_2 = (1/R_1 + 1/R_2)V$ 가 된다. 따라서 합성 저항을 R 이라 하면

$I = V/R$ 이고 $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ 가 되므로 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 이다.

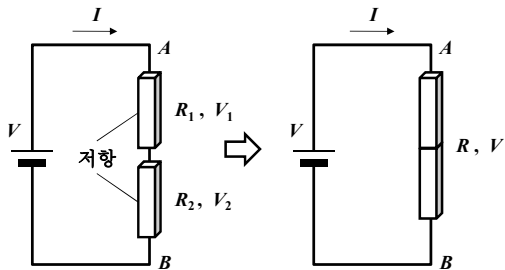


그림 (3)

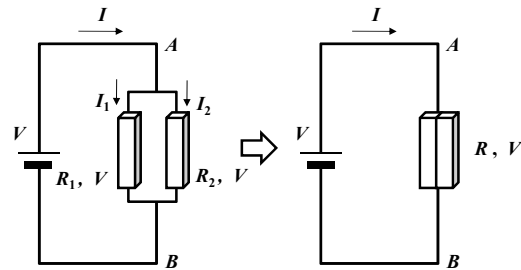


그림 (4)

[문제 1] 특정 기질과 1:1 결합을 통해 생성물을 만드는 분해 효소의 촉매 반응과 금속 내부의 자유 전자가 광양자에 의해 광전자가 되는 광전 효과를 비교하여, 촉매 반응에서 분해 효소의 역할과 광전 효과에서 광양자의 역할의 공통점과 차이점을 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [20점]

[문제 2] 아세틸콜린과 같은 신경 전달 물질이 특정 수용체와 결합하는 방식은 효소-기질 결합과 유사하므로, 신경 전달 물질 수용체의 활성 저해제는 효소 활성 저해제와 같은 방식으로 개발된다. 아래 표는 아세틸콜린 수용체에 대한 두 종류의 새로운 활성 저해제를 개발하여 150 nM의 아세틸콜린과 함께 신경 세포가 배양된 용액에 각각 처리한 후 얻은 실험 결과이다. 휴지 상태에서의 신경 내·외부의 이온 분포와 비교했을 때 각각의 실험 결과 A, B, C가 경쟁적 저해제를 사용하여 얻은 결과인지, 비경쟁적 저해제를 사용하여 얻은 결과인지, 아니면 저해제를 사용하지 않은 조건에서의 결과인지를 제시문 (가)와 (다)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 두 종류의 활성 저해제는 함께 사용되지 않았다. [20점]

물질	뉴런 내부	뉴런 외부
아세틸콜린	-	-
Na ⁺	1 mM	140 mM
K ⁺	125 mM	5 mM
Cl ⁻	5 mM	125 mM
음이온	108 mM	-
H ₂ O	55 M	55 M

[휴지 상태]

물질	뉴런 내부	뉴런 외부
아세틸콜린	-	120 nM
Na ⁺	50 mM	110 mM
K ⁺	105 mM	60 mM
Cl ⁻	5 mM	125 mM
음이온	108 mM	-
H ₂ O	55 M	55 M

[실험 결과 A]

물질	뉴런 내부	뉴런 외부
아세틸콜린	-	120 nM
Na ⁺	1 mM	140 mM
K ⁺	125 mM	5 mM
Cl ⁻	5 mM	125 mM
음이온	108 mM	-
H ₂ O	55 M	55 M

[실험 결과 B]

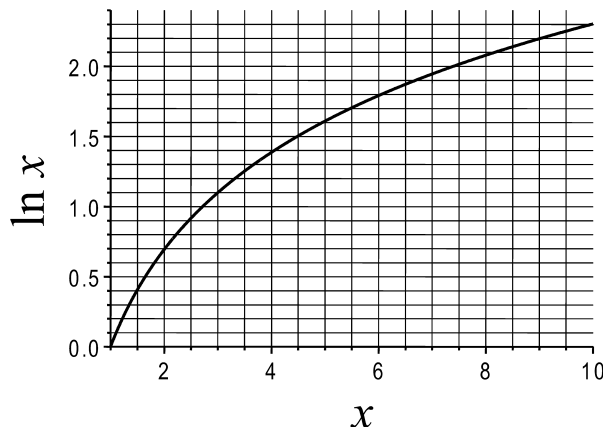
물질	뉴런 내부	뉴런 외부
아세틸콜린	-	150 nM
Na ⁺	1 mM	140 mM
K ⁺	125 mM	5 mM
Cl ⁻	5 mM	125 mM
음이온	108 mM	-
H ₂ O	55 M	55 M

[실험 결과 C]

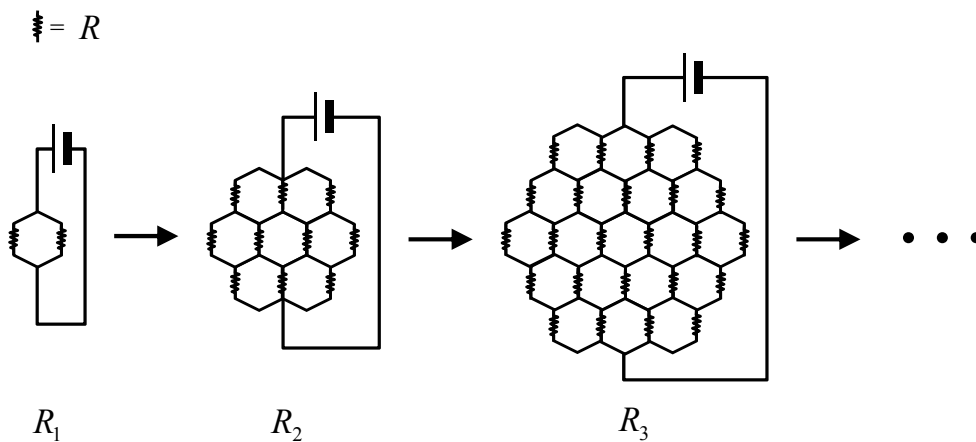
[문제 3] 각 효소가 제 기능을 원활히 수행하기 위해서는 효소 및 기질의 농도, 온도와 pH 등 주변 환경이 적절하여야 한다. 아래 표는 제시문 (가)에서 설명한 어떤 효소의 pH에 대한 활성 반응 속도를 측정한 결과이다. 반응 속도 식이 아래와 같이 주어졌을 때 반응 속도가 최대가 되는 최적 pH 값을 구하는 과정을 설명하고, 이 실험에 사용된 효소의 생체 내 기능을 제시문 (가)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 여기서 v 는 반응 속도, P 는 pH이고, $\alpha(>0)$, β , γ 는 임의의 상수이다. 필요시 아래 자연로그 그래프를 참조하시오. [20점]

$$\text{반응 속도 식 : } v = e^{-\frac{(P-\beta)^2+\gamma}{\alpha}}$$

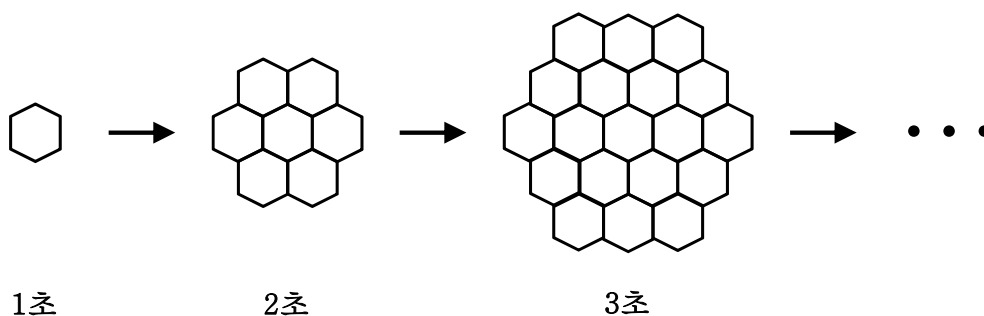
	P	v
실험 1	6.0	5.0
실험 2	7.0	18.0
실험 3	8.0	16.0



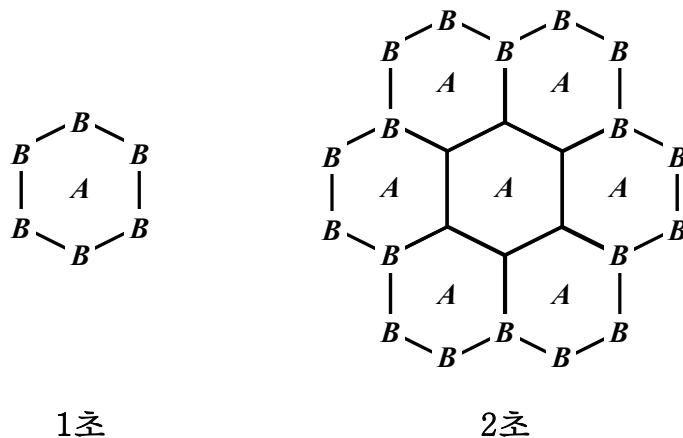
[문제 4] 아래 그림과 같은 구조에서 수직 방향의 변에는 저항 R 이 있고, 나머지 변은 도선으로 연결되어 있다. 이와 같은 형태로 회로를 확장한다고 하자. 합성 저항을 R_n ($n=1, 2, 3, \dots$)이라 할 때 R_4 를 구하는 과정을 제시문 (라)와 (마)에 근거하여 설명하고, $\lim_{n \rightarrow \infty} R_n$ 을 논리적으로 추론하시오. [20점]



[문제 5] 탄소로 이루어진 그래핀은 아래 [그림 1]과 같은 구조로 커진다고 가정하자. 한 개의 꼭짓점은 한 개의 탄소를 의미한다. 아래 [그림 2]와 같이 A 기체는 각 육각형 탄소 고리 중심에 붙고 B 기체는 형성된 그래핀의 최외각 모서리의 꼭짓점에 붙는다. A, B 는 서로에게 비경쟁적 저해제로 작용하여 그 수가 다를 경우 수가 많은 기체의 특성만 나타난다. 기체가 그래핀의 모든 가능한 자리에 붙는다고 할 때, 그래핀에 붙은 A, B 기체 수의 시간에 따른 변화와 그래핀이 A 기체의 특성을 띠기 시작하는 시간을 구하는 과정을 제시문 (가)와 (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 시간(초)은 정수일 경우로 한정한다. [20점]



[그림 1]



[그림 2]

- 끝 -