

2009학년도 중앙대학교

수시 2-2학기 논술 문제지 (자연계열)

대학		학 과 (학부·계열)		수험 번호		성명	
----	--	----------------	--	----------	--	----	--

◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

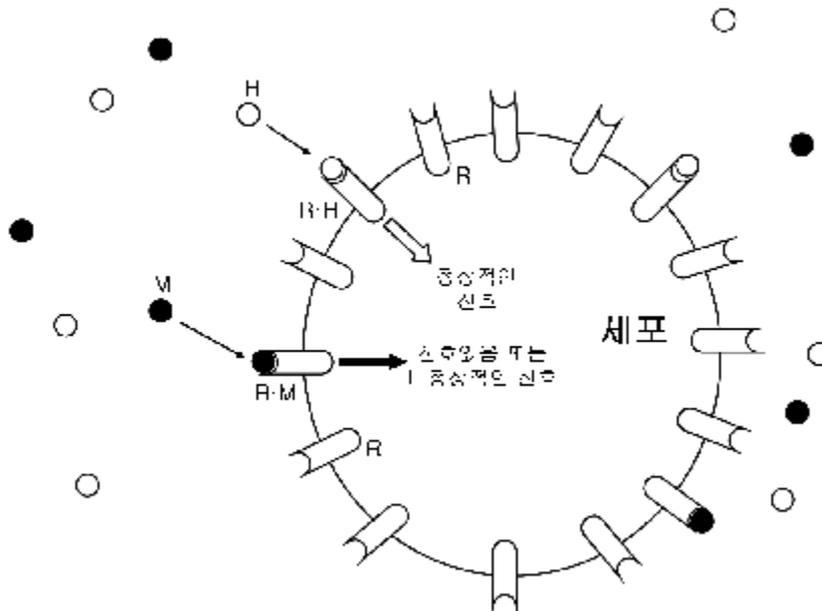
- 문제지는 표지를 제외하고 모두 6장으로 구성되어 있습니다.
- 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
- 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하십시오.
- 답안을 작성할 때 문제 번호를 맨 앞에 쓰십시오.
- 답안은 띄어쓰기를 포함하여 한 칸에 한 글자씩 쓰십시오. (숫자나 수식, 표 등은 제외)
- 주어진 답안 작성 분량을 지키고 답안지는 한 장만 사용하십시오.
- 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.



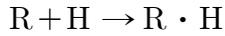
2009학년도 중앙대학교 수시 2-2학기 논술 문제지(자연계열)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (100점)

(가) 내분비 교란물질은 외부 물질이 몸 속으로 들어와 정상적인 호르몬의 작용을 방해하여 내분비계를 교란시키는 물질로, 쉽게 말하면 ‘인간이 만든 환경 오염 물질에서 나오는 가짜 호르몬’이다. 내분비 교란물질은 인체 내에서 주로 ‘호르몬 모방작용’과 ‘호르몬 차단작용’을 한다. 호르몬 모방작용은 내분비 교란물질이 마치 정상 호르몬인 것처럼 호르몬 수용체와 결합하여 세포 반응을 일으키는 것으로, 자연 호르몬의 반응보다 약한 경우와 강한 경우가 있다. 호르몬 차단작용은 내분비 교란물질이 호르몬 수용체의 결합 부위를 봉쇄함으로써 정상 호르몬이 수용체에 접근하는 것을 막아 내분비계가 기능을 발휘하지 못하도록 하는 것이다. 호르몬이 수용체의 외부에 위치한 특별한 부위와 결합하면 수용체가 세포 안으로 신호를 전달하여 호르몬에 대한 세포의 반응을 유도하게 된다. 아래 그림은 수용체(R), 호르몬(H), 내분비 교란물질(M)의 작용을 보여준다. 즉, 결합되지 않은 R은 신호를 전달할 수 없지만, R과 H의 결합체 R·H는 정상적인 신호를 전달한다. R과 M의 결합체 R·M이 전달하는 신호는 M의 종류에 따라 다를 수 있다. R·M이 신호를 전달하지 못하는 경우를 호르몬 차단작용이라 하고, R·M이 비정상적인 신호를 전달하는 경우를 호르몬 모방작용이라 한다.



(나) 수용체와 호르몬의 결합은 다음과 같은 반응식으로 표현된다.



여기서 R은 결합되지 않은 수용체, H는 결합되지 않은 호르몬, R·H는 수용체와 호르몬의 결합체를 의미한다. []가 해당 물질의 농도를 의미한다고 하면, 수용체와 호르몬의 결합 정도를 나타내는 해리상수 K_{DH} 를 다음과 같이 정의한다.

$$K_{DH} = \frac{[R][H]}{[R \cdot H]}$$

수용체와 내분비 교란물질 M의 결합체 R·M에 대해서도 유사한 방법으로 해리상수 K_{DM} 을 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$K_{DM} = \frac{[R][M]}{[R \cdot M]}$$

수용체는 R, R·H, R·M의 세 가지 형태 가운데 하나로 존재한다. 따라서, 생체 내에서 수용체의 총농도를 $[R_{total}]$ 이라고 하면 다음과 같은 관계가 성립한다.

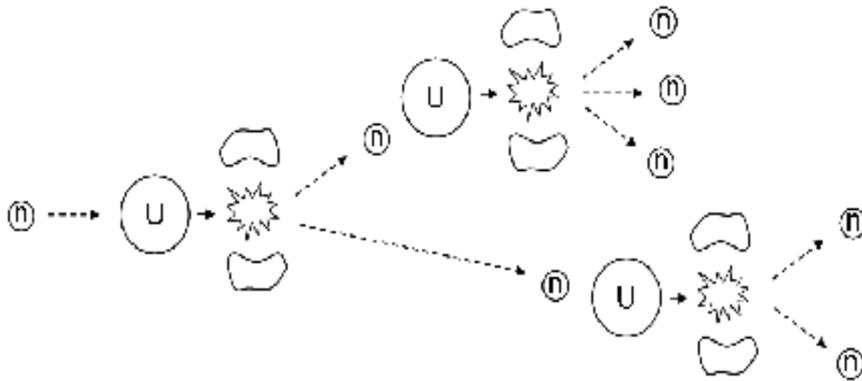
$$[R_{total}] = [R] + [R \cdot H] + [R \cdot M]$$

(다) 우리는 당구공의 충돌이나 자동차의 충돌과 같이 주변에서 일어나는 여러 가지 충돌 현상을 경험한다. 이러한 충돌 현상의 설명에 유용한 물리량으로는 운동량과 운동에너지가 있다. 운동을 하고 있는 물체는 질량이 m 이고 속력이 v 이면 mv 크기의 운동량과 $mv^2/2$ 크기의 운동에너지를 가지고 있다. 모든 충돌 현상에서 운동량의 방향을 고려하면 충돌 후 운동량의 합은 충돌 전 운동량의 합과 같다. 이러한 관계를 ‘운동량 보존 법칙’이라고 한다. 그러나 운동에너지의 보존 여부는 경우에 따라 다르며, 충돌 전후에 운동에너지가 보존되는 충돌을 ‘탄성 충돌’이라 하고 운동에너지가 보존되지 않는 충돌을 ‘비탄성 충돌’이라고 한다. 일반적으로 비탄성 충돌의 경우에는 충돌 후의 역학적 에너지가 작아지는데, 이는 에너지의 일부가 충돌 중에 소리에너지나 열에너지 등으로 변환되기 때문이다. 탄성 충돌의 경우에는 충돌 전의 역학적 에너지가 다른 에너지로의 전환 없이 충돌 후의 역학적 에너지로 변환되는데, 이러한 경우에는 운동량과 운동에너지가 모두 보존된다.

(라) 반응이 일어나기 위해서는 반응 물질이 충돌해야 한다는 것이 ‘충돌 이론’이다. 이 이론에 의하면 A 분자와 B 분자가 반응할 경우 충돌수는 각 분자 수의 곱, 즉 농도의 곱에 비례하기 때문에, 반응 속도(W)는 $W = k[A][B]$ 로 표현된다. 여기서 k 는 반응 속도 계수이고, []는 해당 물질의 농도를 의미한다. 1889년 스웨덴의 화학자 스테판 아레니

우스는 반응 속도 계수 k 에 관하여 거의 모든 화학 반응에 적용될 수 있는 실험식을 발표하였는데 이를 아레니우스 공식* 이라 부른다. 아레니우스 공식은 반응 속도 계수가 반응의 활성화 에너지 E_a 와 온도 $T(^{\circ}\text{C})$ 에 따라 달라지는 양상을 보여준다.

(마) 모든 원자는 원자핵과 전자로 구성되어 있으며, 원자핵은 (+)전하를 띠고 전자는 (-)전하를 띠고 있다. 원자핵은 (+)전하를 띤 양성자와 전하를 띠지 않은 중성자로 이루어져 있는데, 두 입자의 질량은 거의 비슷하다. 원자력 발전소는 우라늄이라는 큰 원자의 원자핵이 작은 원자핵들로 분열되면서 발생하는 열에너지를 전기에너지로 전환하는 방식으로 에너지를 생산한다. 아래 그림과 같이 중성자(n)가 빠른 속력으로 우라늄 원자핵(U)과 충돌하면 핵에 흡수되면서 핵이 분열되는데, 이 때 열에너지와 함께 핵 속에 들어있던 중성자를 평균 2.5개 방출한다. 방출된 중성자들은 다른 우라늄 원자핵을 연쇄적으로 분열시켜 다량의 열에너지가 발생하게 된다. 원자력 발전소의 원자로에서는 이러한 연쇄반응의 속도를 조절하기 위해 중성자를 잘 흡수하는 물질로 만들어진 제어봉이나, 그 원자핵과의 충돌을 통해 중성자의 속력을 늦추는 감속재 등을 사용한다.



* $k = R_1 e^{-\frac{R_2}{T+273}}$ 이다. 단, R_1 과 R_2 는 고유한 양의 실수이고, e 는 '오일러의 수'라 불리는 무리수로 2.71828... 이다.

[문제 1] 내분비 교란물질에 전혀 노출된 적이 없는 청정 지역과 오염 지역의 주민들을 대상으로 혈액 중 호르몬 H와 내분비 교란물질 M의 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 이 때, 인체 내의 $[R_{total}]$, K_{DH} , K_{DM} 은 다음과 같다고 가정한다.

	단위(nM)		단위(nM)		
	[H]	[M]	$[R_{total}]$	K_{DH}	K_{DM}
청정 지역	1.0	0.0			
오염 지역	1.0	1.0	10.0	1.0	2.0

제시문 (가), (나)의 내용에 포함된 내분비 교란물질 M의 작용을 고려하여, 청정 지역 주민과 오염 지역 주민의 세포 내로 전달되는 신호의 크기를 비교 설명하시오. [15점, 답안지 12줄 이내]

[문제 2] 제시문 (가)의 수용체(R) 두 개를 이용하여 센서를 개발하였다. 이 센서에서는 수용체에 결합된 물질의 종류에 따라 서로 다른 신호가 발생하며, 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- (1) 두 수용체 중 한 곳에만 물질이 결합되어도 신호가 발생한다.
- (2) 두 수용체에 모두 물질이 결합되지 않으면 신호가 발생하지 않는다.
- (3) 한 종류의 물질이 두 수용체에 모두 결합한 경우와 한 수용체에만 결합한 경우의 신호는 서로 다르다.

이 센서를 사용하여 오염된 지역의 지하수를 분석하는 실험을 독립적으로 반복 시행한 결과, 모두 14 종류의 신호가 측정되었다. 제시문 (가)를 참조하여, 몇 종류의 내분비 교란물질이 지하수를 오염시키고 있는지를 논리적으로 설명하시오. 단, 지하수에서 호르몬은 발견되지 않았다. [15점, 답안지 8줄 이내]

[문제 3] 질량 m 인 호르몬 분자 H가 일정한 속력 v 로, 초기에 정지해 있는 질량 M_0 인 세포에 하나씩 정면 충돌한다고 하자. 충돌한 H는 모두 세포와 결합하며, 충돌은 세포의 좌·우 측면에서 교대로 발생한다고 가정할 때, 각각의 충돌 후 역학적 에너지가 어떻게 변화할지 제시문 (가), (다)를 참조하여 설명하시오.

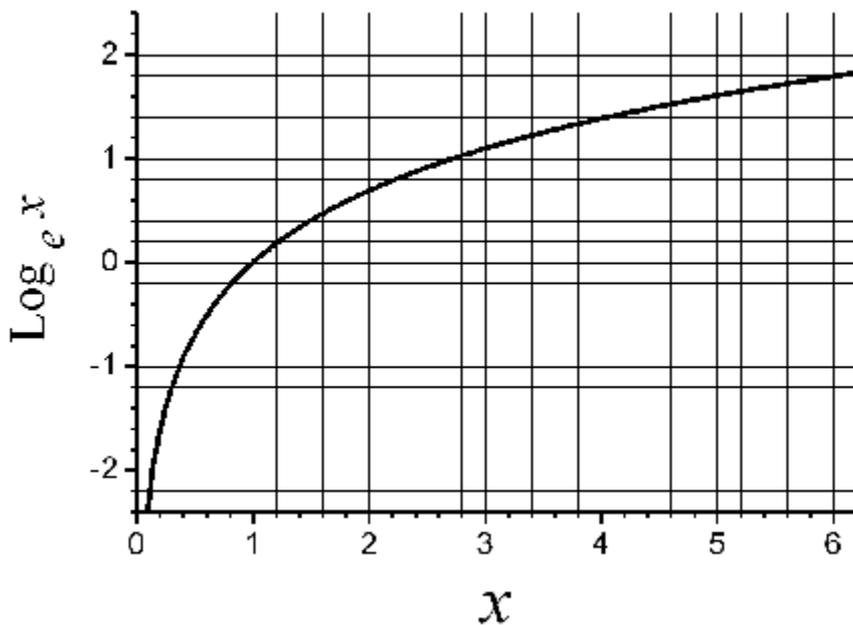
[15점, 답안지 12줄 이내]

[문제 4] 화학 반응을 일으키는 물질 A와 B가 일정량 섞인 수용액을 비이커에 넣고 촉매의 첨가 효과를 알아보는 실험을 수행하였다. 실험에서 온도와 촉매 첨가를 제외한 다른 모든 조건은 동일하게 설정되었으며, 실험 결과는 다음과 같다.

	온도(°C)	촉매	반응 소요 시간 (초)
실험1	27	있음	3.0
실험2	87	없음	8.1

위의 결과와 제시문 (라)를 참조하여 촉매의 첨가를 통해 활성화 에너지가 어떻게 변화하는지를 논리적으로 설명하시오. 필요 시 다음의 그래프를 참고하시오.

[15점, 답안지 10줄 이내]



[문제 5] 원자로에서 과도하게 발생한 중성자를 흡수하기 위해 제어봉을 사용하여 일정 수준의 중성자 수를 유지하려 한다. 발생한 중성자가 핵분열을 일으키지 않고 제어봉에 의해 흡수되는 상황을 화학 반응으로 가정하고, 그 확률이 반응 속도 계수 k 에만 비례한다고 하자. 이 때, 일정 수준의 중성자 수를 유지하는 것이 가능할지 제시문 (라), (마)에 근거하여 논리적으로 설명하시오.

[20점, 답안지 10줄 이내]

[문제 6] 다음 표는 여러 물질의 특성을 나열한 것이다. 아래에 주어진 세 가지 가정이 모두 성립할 때, 제시문 (다), (마)에 근거하여 이 표에서 감속재로 사용하기에 가장 적당한 물질을 찾는 과정을 논리적으로 설명하시오.

[20점, 답안지 12줄 이내]

- 가정1: 중성자와 감속재의 원자핵은 항상 정면충돌하며 그 충돌은 탄성충돌이다.
- 가정2: 모든 물질의 원자핵은 구형이며 중성자 1개와 동일한 부피를 가지고 있다.
- 가정3: 감속재의 원자핵은 초기에 정지해 있으며 중성자와 충돌해도 분열하지 않는다.

물질명	원자핵의 구성		녹는점 (°C)	끓는점 (°C)	밀도 (g/cm ³)
	양성자의 수	중성자의 수			
리튬	3	4	180.54	1342	0.534
탄소	6	6	3527	4027	2.267
나트륨	11	23	97.72	883	0.968
철	26	30	1538	2861	7.86
카드뮴	48	64	321.07	767	8.65