

# 2013학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술(의예과) 입학시험 문제지

지원전형	일반 전형	모집단위	수험번호	성명	응시번호	감독확인
------	-------	------	------	----	------	------

**【문제 1】** 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (50점)

삼차원 공간에서 어떤 입체의 방정식

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \left(z - \frac{1}{c}\right)^2 = \frac{1}{c^2}$$

을 생각해보자. (단,  $a, b, c$ 는 양수이다.) 그리고 주어진 입체의 표면에 있는 한 점  $N\left(0, 0, \frac{2}{c}\right)$ 으로부터 입체의 표면을 통과하여  $xy$ -평면을 뚫고 지나가는 직선이 있다고 하자. 이 때, 이 직선과 입체의 교점을  $(\alpha, \beta, \gamma)$ 라고 하고,  $xy$ -평면과의 교점을  $(m, n, 0)$ 라고 하자.

(문제 1-1)  $a = 2, b = 3, c = 1$  인 경우, 입체 표면의 점  $(\alpha, \beta, \gamma)$ 가 주어졌을 때  $xy$ -평면에 대응되는 점  $(m, n, 0)$ 을 구하시오. (10점)

(문제 1-2) (문제 1-1)의 경우,  $xy$ -평면 위의 점  $(m, n, 0)$ 이 주어졌을 때 입체 표면의 점  $(\alpha, \beta, \gamma)$ 를 구하시오. (10점)

(문제 1-3)  $a = b = c = 1$  인 경우,  $xy$ -평면 위의 점  $(3, -1, 0)$ 과  $\left(1, \frac{1}{2}, 0\right)$ 에 대한 입체 표면의 대응점을 각각 찾아보고, 입체 표면에서 두 대응점 사이의 최단거리의 근삿값을 추정하시오. 이 추정에서 필요하면 주어진 표를 이용하시오. (단, 소수점은 반올림하여 소수점이하 두 자리까지 사용하고 사잇각은 반올림하여 정수로 나타시오.) (30점)

$\theta$ (도)	$\sin \theta$	$\cos \theta$
20	0.3420	0.9397
40	0.6428	0.7660
60	0.8660	0.5000
80	0.9848	0.1736

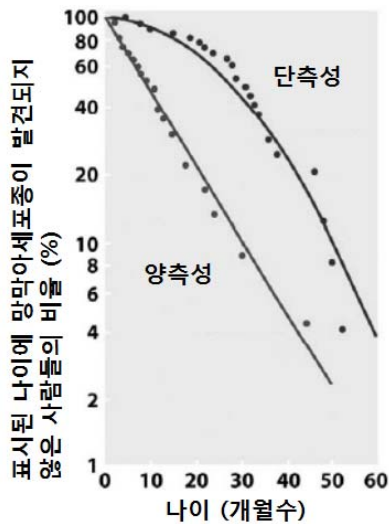
**【문제 2】** 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (25점)

가) 사람이 걸리는 많은 암은 암을 억제하는 유전자들이 돌연변이에 의해 기능을 잃어서 발생한다. 돌연변이는 매우 낮은 비율로 무작위(random)로 일어나기 때문에 나이가 들수록 돌연변이가 축적되어 암의 발병률이 증가하게 된다. 암은 유전 여부에 따라서 가족성 암(familial cancer)과 산발성 암(sporadic cancer)으로 나눌 수 있다. 가족성 암의 상당수는 한 쌍의 유전자 중에서 돌연변이 유전자 한 개를 물려받고, 정상이던 나머지 한 개의 유전자에서 돌연변이가 일어나 기능을 잃게 되어서 발생한다. 이에 반해 정상 유전자들을 물려받았지만, 이들 유전자에 순차적으로 모두 돌연변이가 일어나서 기능을 잃었을 때 발생하는 암을 산발성 암이라 한다.

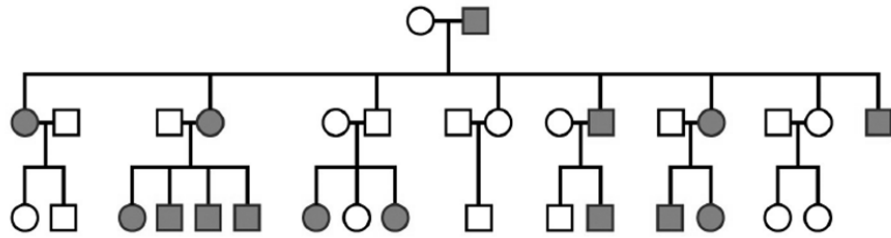
나) 망막아세포종(retinoblastoma)은 눈의 망막에 생기는 암으로서 5세 미만의 어린이에게서 드물게 나타난다. 망막아세포종은 한쪽 눈에만 암이 형성되는 단측성 망막아세포종(unilateral retinoblastoma)과 양쪽 눈에 암이 형성되는 양측성 망막아세포종(bilateral retinoblastoma)으로 나눌 수 있다. 이러한 분류는 암의 유전성 여부와도 관계가 있으며 유전이 되는 망막아세포종은 제시문 (가)에서 기술한 방식으로 유전된다. 망막아세포종을 일으키는 것으로 알려진 R유전자는 13번 염색체에 위치하며, 정상적인 경우를 R로 표현하고 원래 기능을 잃어버린 경우를 r로 표현하면, 열성 동형접합자(유전자형:rr)일 경우 망막아세포종을 일으키게 된다. 망막아세포종의 원인이 되는 유전자는 부모의 열성 유전자가 유전된 것일 수도 있고, 정상이던 R유전자가 돌연변이에 의해서 기능을 잃어버려서 r유전자로 전환된 것일 수도 있다.

다) 아래 <그림 1>은 단측성 망막아세포종에 걸린 25명과 양측성 망막아세포종에 걸린 23명의 사람들에게서 각 나이(개월 수)에 따라 망막아세포종이 발견되지 않은 비율을 보여주는 그래프로, 언제 최초의 망막아세포종이 발병하는지를 알려준다. 그리고 <그림 2>는 한 종류의 망막아세포종의 유전 양상을 보여주는 가계도로서, 사각형은 남자, 원형은 여자 그리고 색이 채워진 도형은 망막아세포종이 발병했다는 것을 보여주고 있다.

(뒷면에 계속)



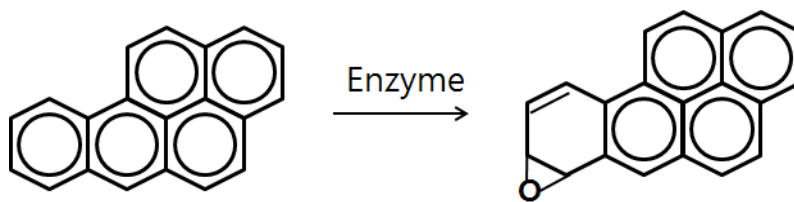
<그림 1>



<그림 2>

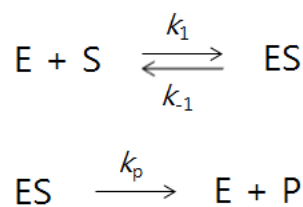
라) 화학 반응의 속도는 단위 시간 당 반응물 또는 생성물의 농도 변화로 나타낸다. 물질 A와 B가 반응하여 물질 C와 D가 생성되는 반응의 반응식이  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  ( $a, b, c, d$ 는 각각 A, B, C, D에 대한 계수임)라고 할 때, 반응 속도식은  $v = k[A]^m[B]^n$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서  $k$ 는 반응 속도 상수,  $[A]$ 와  $[B]$ 는 각각 A와 B의 몰 농도,  $m$ 과  $n$ 은 반응 차수이다(반응 차수는 실험적으로 결정되지만 반응 메커니즘(reaction mechanism) 상에서는 예외이다). 대부분의 화학 반응은 여러 단계를 거쳐 일어나는데, 어떤 반응을 구성하는 일련의 단계들을 반응 메커니즘이라고 한다. 반응 메커니즘을 구성하는 각 단계의 반응 속도식은 속도 상수( $k$ )와 각 반응 분자의 농도의 곱으로 나타낸다. 예를 들어, 반응 메커니즘을 구성하는 어떤 단계의 반응식이  $X + Y \rightarrow Z$ 라고 하면 이 반응의 속도식은  $v = k[X][Y]$ 로 표현된다. 반응 메커니즘의 단계 중, 반응 속도가 가장 느린 단계가 전체 반응 속도를 결정한다. 이러한 단계를 속도 결정 단계(rate determining step)라고 한다. 화학 반응에서 정반응과 역반응이 동시에 일어날 수 있는 반응을 가역 반응이라고 하고,  $\rightleftharpoons$  기호를 사용해서 화학 반응식을 나타낸다. 가역 반응에서 특히 정반응과 역반응이 같은 속도로 진행되는 상태를 화학 평형 상태(chemical equilibrium state)라고 한다.

마) DNA의 돌연변이는 생체 내로 섭취 또는 흡입된 화합물이 대사 과정을 통해 변환되는 과정에서 발생할 수 있다. 예를 들어 담배 연기나 탄 음식 등에서 발견되는 benzo[ $\alpha$ ]pyrene이 체내에 들어오면 효소(enzyme)라고 불리는 생체 촉매의 작용에 의하여 <그림 3>과 같이 변환되고, 추가적인 몇 단계의 변환 과정을 거쳐 DNA 분자와 반응하기 쉬운 구조로 바뀐다.



<그림 3> 효소에 의한 benzo[ $\alpha$ ]pyrene의 반응

바) 생체 내의 화학 반응에 있어서 기질(substrate)이라고 불리는 반응 물질은 효소의 활성 자리에 결합하여 반응한 후 활성 자리로부터 떨어져 나간다. 기질을 S, 효소를 E, 효소-기질 복합체를 ES, 생성물을 P라 할 때 단순화된 반응 메커니즘은 <그림 4>와 같다. 여기서  $k_1, k_{-1}, k_p$ 는 각 반응의 속도 상수이다. 반응 메커니즘 상의 어느 단계 반응에서 생성되어 다음 단계 반응에서 없어지는 물질을 중간체(intermediate)라고 하는데, 여기서는 ES가 중간체에 해당된다. 중간체의 농도는 측정하기 어렵기 때문에 전체 반응 속도식에 중간체의 농도 항은 포함시키지 않는다.



<그림 4> 효소에 의한 생체 내 반응의 메커니즘

(다음 장에 계속)

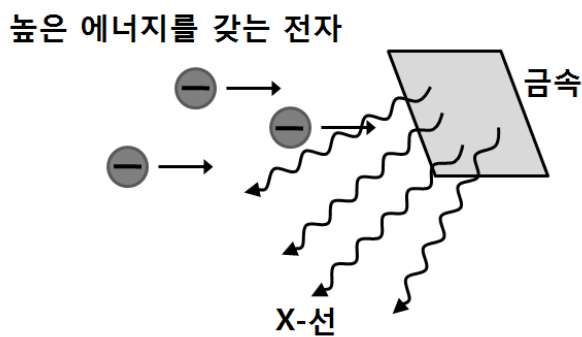
# 2013학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술(의예과) 입학시험 문제지

(문제 2-1) 제시문 (가)~(다)와 <그림 1>을 근거로 하여 단측성 망막아세포종과 양측성 망막아세포종의 유전적 차이를 설명하고, <그림 2>의 가계도가 단측성 망막아세포종의 가계도인지 양측성 망막아세포종의 가계도인지를 근거를 제시하여 설명하시오. (15점)

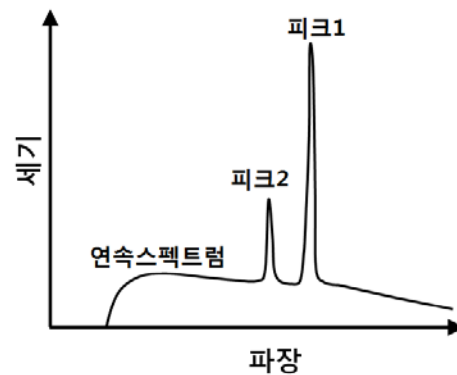
(문제 2-2) <그림 4>에 제시된 반응 메커니즘의 첫 번째 단계( $E + S \rightleftharpoons ES$ )는 빠르게 일어나고 두 번째 단계( $ES \rightarrow E + P$ )는 천천히 일어난다고 가정하고 다음 문제에 답하시오. (1) 제시문 (라)~(바)를 참고로 하여, 첫 번째 단계가 평형 상태인 경우 전체 반응의 반응 속도식은 어떻게 표현되는지 추론하시오. (2) <그림 4>에서 E의 농도가 매우 낮으면(즉,  $[S] \gg [E]$ ), 반응계는 E, S, ES 간의 평형이 이루어지지 않는 반면 ES의 농도는 일정하게 유지되는 상태로 존재할 수 있다(즉, ES의 생성 속도와 소모 속도가 동일함). 이 경우 전체 반응의 반응 속도식은 어떻게 표현되는지 추론하시오. (10점)

### 【문제 3】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (25점)

가) 높은 에너지를 가지는 전자가 금속에 충돌하면 파장 범위가 대략  $0.1 \text{ \AA} \sim 10 \text{ \AA}$ 인 X-선이 방출된다(<그림 1>).  $0.1 \text{ \AA}$ 과  $10 \text{ \AA}$ 의 파장을 갖는 X-선은 각각  $124 \text{ keV}$ 과  $1.24 \text{ keV}$ 의 에너지를 가진다. X-선 스펙트럼은 1) 전자의 속도 감소에 따른 에너지 방사(radiation)로 발생하는 연속 스펙트럼과 2) 특정한 에너지를 가지는 특성 파장 스펙트럼으로 이루어진다. <그림 2>는 두 개의 특성 피크(피크1, 피크2)가 존재하는 X-선 스펙트럼의 예이다.



<그림 1> X-선 발생 장치 모식도



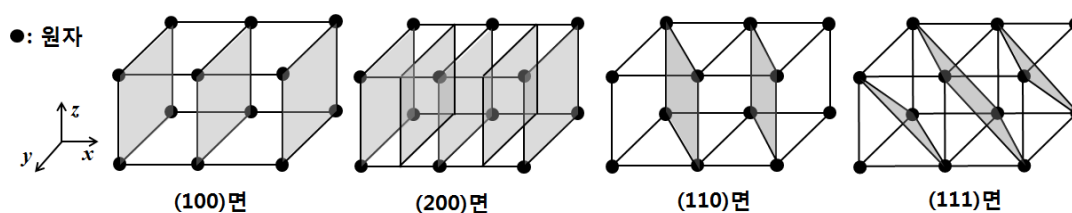
<그림 2> X-선 방출 스펙트럼

나) 전자는 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라 특정 에너지를 가진 몇 개의 궤도(에너지 준위) 상에 존재한다. 원자 내의 전자는 에너지를 흡수 혹은 방출하면서 한 에너지 준위에서 다른 에너지 준위로 이동할 수 있다. 아래의 <표 1>은 X-선 발생장치에서 주로 사용하는 물질의 대표적인 에너지 준위를 보여준다.

원소	에너지 준위1(eV)	에너지 준위2(eV)	에너지 준위3(eV)
Co	-7708.9	-793.6	-59.5
Cu	-8976.9	-925.9	-73.6
Mo	-19999.5	-2625.1	-409.7

<표 1> 금속 원소의 전자 에너지 준위

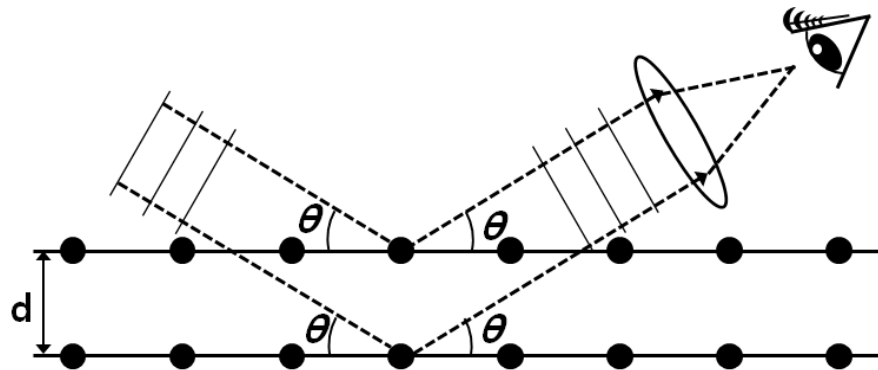
다) 대부분의 이온 결합 화합물은 결정 구조를 갖고 있으며, 이러한 결정 구조 내에는 원자들의 배열에 의해서 생성된 평행한 면들의 집합이 존재하는데, 이를 격자면이라 한다. 격자면은 <그림 3>에서와 같이 다양한 방향으로 존재할 수 있으며 격자면의  $xyz$ 축에 대한 배열에 따라  $(hkl)$ 로 표현되는 면지수를 갖는다. 결정에 쪼여진 X-선은 격자면에 있는 원자에 의해서 회절되고, 회절된 X-선 간의 보강 간섭에 의해 X-선 회절 스펙트럼에서 피크가 나타난다.



<그림 3> 결정 구조 내의 격자면과 면지수

(뒷면에 계속)

라) X-선 회절 분석기는 파장이 고정된 X-선을 시료에 여러 각도  $\theta$ 로 쬐었을 때 각각의 격자면에서 회절된 X-선(점선) 간의 보강 간섭을 통해 강화된 X-선의 세기를 측정하여 격자면 간의 거리( $d$ )를 구할 수 있는 장치이다. <그림 4>와 같이 두 개의 격자면이 있고 그 간격이  $d$ 일 경우 평행한 두 X-선이 두 면에 비스듬히 입사해서 격자면에 있는 원자들에 의해 특정 반사각으로 산란될 경우 보강 간섭이 일어나는데, 이를 Bragg 법칙이라 한다. X-선 회절 분석기에서는 Bragg 법칙에 따라 나타나는 피크의 스펙트럼을 이용하여 물질의 결정구조를 확인한다.



<그림 4> 간격이  $d$ 인 두 개의 격자면에 의한 X-선 산란

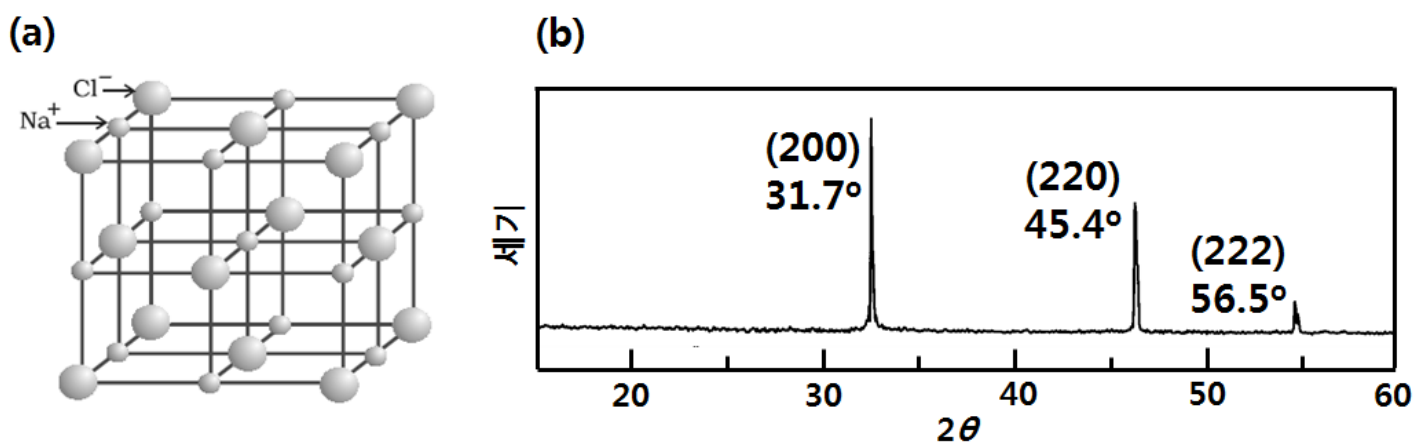
(문제 3-1) 높은 에너지를 가진 전자가 어떤 물질과 충돌하였을 때 파장이  $1.54 \text{ \AA}$ 와  $1.39 \text{ \AA}$ 인 두 개의 X-선 피크(<그림 2>에서 피크1과 피크2)가 검출되었다. 원자 내부에서 발생하는 일련의 과정을 추론하고 그 물질이 Co, Cu, Mo 중 어느 것인지를 기술하시오. (10점)

(문제 3-2) 염화나트륨(NaCl)은 <그림 5(a)>와 같은 결정구조를 갖는 이온 결합 화합물이다. 파장이  $1.54 \text{ \AA}$ 인 X-선을 염화나트륨에 쬐었을 때 입사각  $\theta$ 의 2배인  $2\theta$ 에 대하여 <그림 5(b)>에서와 같이 세 개의 격자면((200), (220), (222))에 의한 회절 피크를 갖는 스펙트럼을 보였다.

제시문 (라)의 Bragg 법칙과 <표 2>의 데이터를 이용하여 염화나트륨과 동일한 결정구조를 갖는 염화칼륨(KCl) 및 브롬화나트륨(NaBr)의 경우  $2\theta$ 가  $15^\circ$ 에서  $60^\circ$ 까지의 영역에서 어떤 X-선 회절 스펙트럼을 보일지 추론하시오.(단, Bragg 법칙에서 보강간섭이 일어날 때 시료에 조사된 X-선 간의 경로차는 파장의 2배 미만인 경우만 고려한다.) (15점)

이온	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$
이온 반지름 ( $\text{ \AA}$ )	1.02	1.38	1.81	1.96

<표 2> 결정 구조 내의 이온 반지름



<그림 5> (a) 염화나트륨 결정구조 (b) 염화나트륨의 X-선 회절 스펙트럼