

2013학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술(의예과) 입학시험 문제지

지원전형	일반 전형	모집단위		수험번호		성명		응시석번호		감독화인	
------	-------	------	--	------	--	----	--	-------	--	------	--

【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 (α, β, γ) 라고 하고, xy -평면과의 교점을 $(m, n, 0)$ 라고 하자.

(문제 1-1) $a = 2, b = 3, c = 1$ 인 경우, 입체 표면의 점 (α, β, γ) 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 (α, β, γ) 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)

θ (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

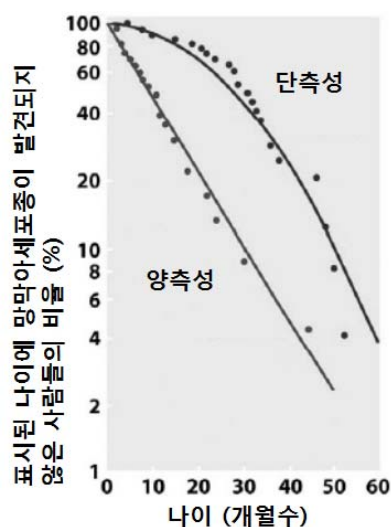
【문제 2】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (25점)

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.

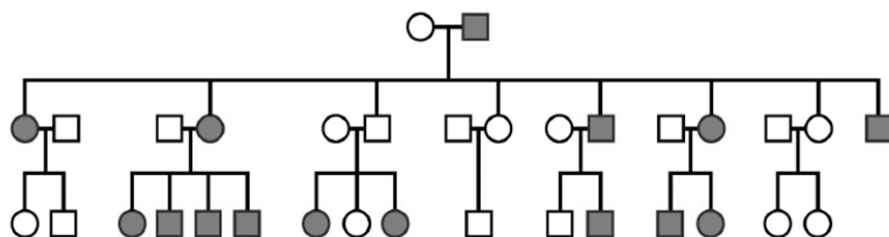
나) 망막아세포종(retinoblastoma)은 눈의 망막에 생기는 암으로서 5세 미만의 어린이에게서 드물게 나타난다. 망막아세포종은 한쪽 눈에만 암이 형성되는 단측성 망막아세포종(unilateral retinoblastoma)과 양쪽 눈에 암이 형성되는 양측성 망막아세포종(bilateral retinoblastoma)으로 나눌 수 있다. 이러한 분류는 암의 유전성 여부와도 관계가 있으며 유전이 되는 망막아세포종은 제시문 (가)에서 기술한 방식으로 유전된다. 망막아세포종을 일으키는 것으로 알려진 R유전자는 13번 염색체에 위치하며, 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)



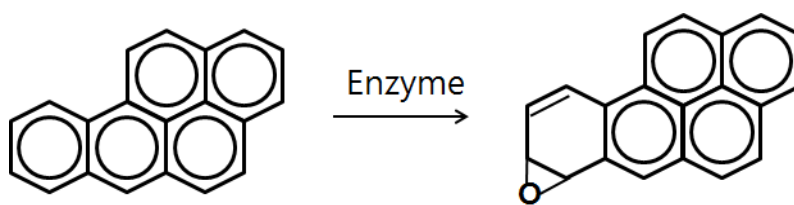
<그림 1>



<그림 2>

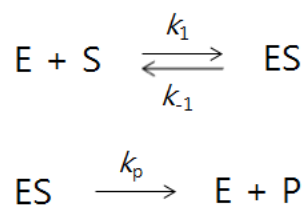
라) 화학 반응의 속도는 단위 시간 당 반응물 또는 생성물의 농도 변화로 나타낸다. 물질 A와 B가 반응하여 물질 C와 D가 생성되는 반응의 반응식이 $aA + bB \rightarrow cC + dD$ (a, b, c, d 는 각각 A, B, C, D에 대한 계수임)라고 할 때, 반응 속도식은 $v = k[A]^m[B]^n$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서 k 는 반응 속도 상수, $[A]$ 와 $[B]$ 는 각각 A와 B의 몰 농도, m 과 n 은 반응 차수이다(반응 차수는 실험적으로 결정되지만 반응 메커니즘(reaction mechanism) 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[α]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[α]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

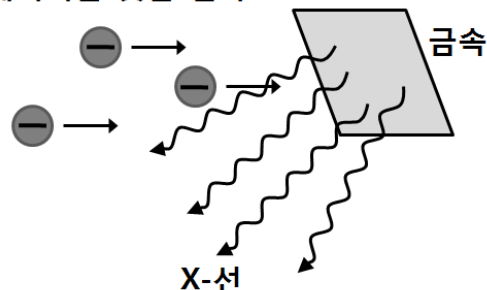
(문제 2-1) 제시문 (가)~(다)와 <그림 1>을 근거로 하여 단측성 망막아세포종과 양측성 망막아세포종의 유전적 차이를 설명하고, <그림 2>의 가계도가 단측성 망막아세포종의 가계도인지 양측성 망막아세포종의 가계도인지를 근거를 제시하여 설명하시오. (15점)

(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)

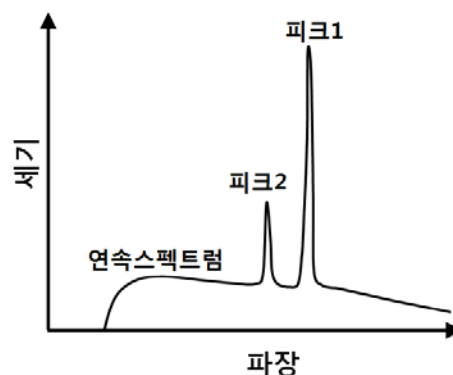
【문제 3】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (25점)

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 \AA 과 10 \AA 의 파장을 갖는 X-선은 각각 124 keV 과 1.24 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.

높은 에너지를 갖는 전자



<그림 1> X-선 발생 장치 모식도



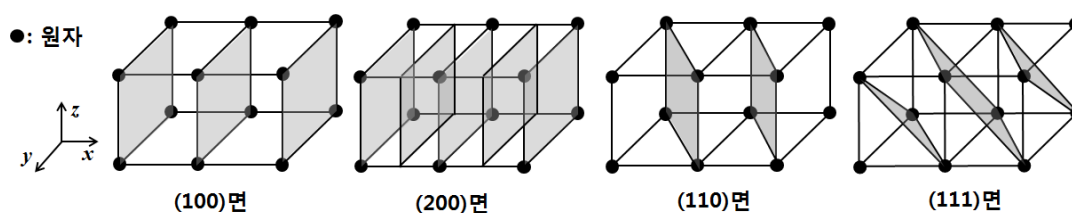
<그림 2> X-선 방출 스펙트럼

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

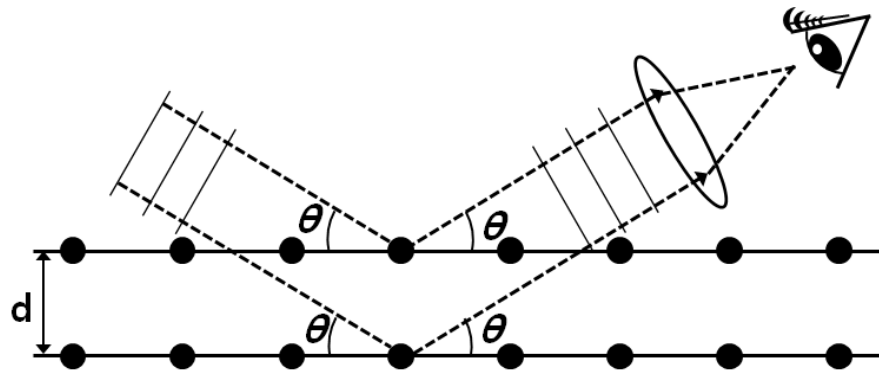
다) 대부분의 이온 결합 화합물은 결정 구조를 갖고 있으며, 이러한 결정 구조 내에는 원자들의 배열에 의해서 생성된 평행한 면들의 집합이 존재하는데, 이를 격자면이라 한다. 격자면은 <그림 3>에서와 같이 다양한 방향으로 존재할 수 있으며 격자면의 xyz 축에 대한 배열에 따라 (hkl) 로 표현되는 면지수를 갖는다. 결정에 쪼여진 X-선은 격자면에 있는 원자에 의해서 회절되고, 회절된 X-선 간의 보강 간섭에 의해 X-선 회절 스펙트럼에서 피크가 나타난다.



<그림 3> 결정 구조 내의 격자면과 면지수

(뒷면에 계속)

라) X-선 회절 분석기는 파장이 고정된 X-선을 시료에 여러 각도 θ 로 쏘았을 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

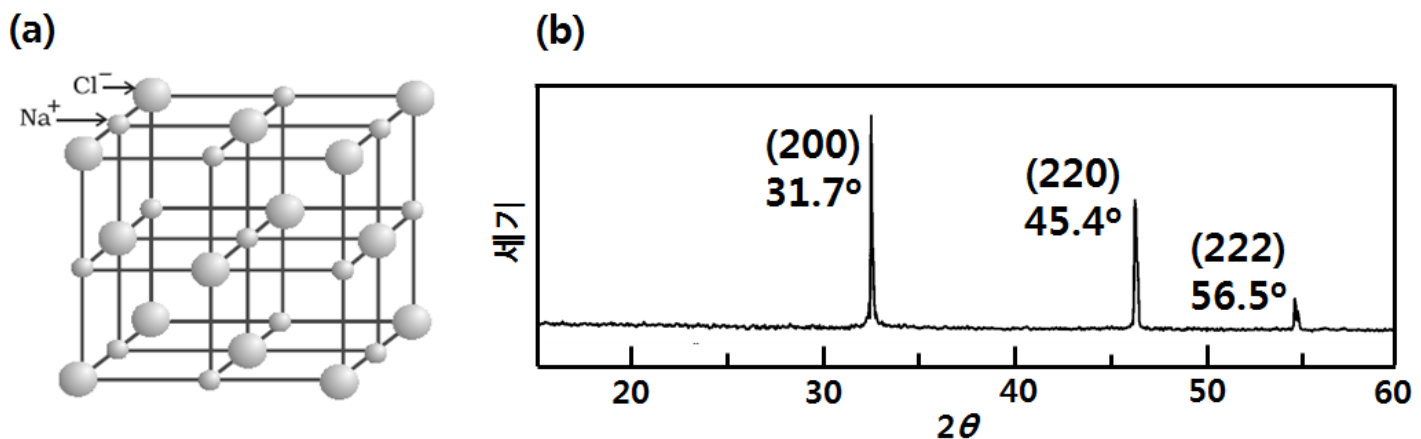
(문제 3-1) 높은 에너지를 가진 전자가 어떤 물질과 충돌하였을 때 파장이 1.54 \AA 와 1.39 \AA 인 두 개의 X-선 피크(<그림 2>에서 피크1과 피크2)가 검출되었다. 원자 내부에서 발생하는 일련의 과정을 추론하고 그 물질이 Co, Cu, Mo 중 어느 것인지를 기술하시오. (10점)

(문제 3-2) 염화나트륨(NaCl)은 <그림 5(a)>와 같은 결정구조를 갖는 이온 결합 화합물이다. 파장이 1.54 \AA 인 X-선을 염화나트륨에 쏘았을 때 입사각 θ 의 2배인 2θ 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 2θ 가 15° 에서 60° 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	Na^+	K^+	Cl^-	Br^-
이온 반지름 (\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

2013학년도 연세대학교 원주캠퍼스 수시모집 논술시험(의예과)

출제의도 및 제시문 분석

【문제 1】

(출제의도)

제시문에서 정보를 분석하고 논리적 추론을 통하여 주어진 문제를 해결하는 종합적 문제해결 능력을 측정할 수 있도록 하였다. 특히, 고등학교 수학 I, II(기하와 벡터, 적분과 통계 포함) 교과과정에 들어있는 기본적인 개념과 원리를 활용하여 여러 가지 다양한 형태의 답안이 가능하도록 하였다.

(문항분석)

3차원 공간에서 직선, 평면, 입체의 위치관계를 통하여 점들의 대응관계를 알아보는 문제이다. 즉, 입체 표면의 점과 평면 위의 점을 대응시켜 두 점 사이의 관계를 알아본다. [문제 1-1]은 입체 표면의 점이 주어졌을 때 이에 대응되는 xy -평면 위의 점을 알아본다. [문제 1-2]는 xy -평면 위의 점이 주어졌을 때 이에 대응되는 입체 표면의 점을 알아본다. [문제 1-3]은 xy -평면 위의 점들이 주어졌을 때 이에 대응되는 구 표면의 점들을 각각 찾아서 사잇각과 호의 길이의 근삿값을 구하는 문제이다. 즉, 구 표면의 점들을 벡터로 해석하여 내적을 이용하면 벡터들의 사잇각에 대한 정보를 알 수 있다. 특히, 주어진 표를 활용하여 사잇각에 대한 근삿값을 알아보고 구 표면에서 두 대응점의 최단거리의 근삿값을 추정하는 문제이다.

【문제 2】

《출제의도》

1. 사망의 주요 원인으로 알려진 암과, 암 발생의 원인이 되는 돌연변이를 주제로 한 문제이다.
2. 암과 돌연변이에 유전법칙이 어떻게 적용되고, 또 어떻게 변형되어서 적용되는지를 묻는 문제이다. 제시문 (가)~(다)에는 생물 I 과정에서 배우는 멘델의 유전법칙이 나오고, 열성 동형 접합자에 의해서 암이라는 질환이 발생하는 것에 대해서 설명하고 있다. 따라서 문제에서는 유전법칙에 대해서 명확하게 이해하고 있는지와 제시문에 주어진 새로운 정보를 분석하고 이를 활용하여 추론하는 능력을 종합적으로 평가하고자 한다.
3. 고등학교 생물 교과 과정에 나오는 돌연변이와 관련된 반응을 화학 반응식으로 나타내어 반응속도를 유추하는 문제이다. 제시문 (라)~(바)에서 반응속도, 속도식의 표현, 반응 메커니즘, 화학 평형에 대한 기본적인 개념을 설명하였고, 돌연변이와 관련된 화학 반응식을 예시하였다. 제시문에 제공된 화학반응 속도론의 개념과 반응 예에 대한 이해를 토대로, 반응 메커니즘을 이용하여 반응 속도식을 유추하는 능력을 평가하고자 한다.

《제시문 분석》

제시문 (가)에서는 가족성 암과 산발성 암에 대한 개념과 돌연변이의 관계에 대해서 설명하였고, 제시문 (나)에서는 단측성 망막아세포종과 양측성 망막아세포종에 대해서 설명하여 문제 추론에 필요한 정보를 제공하였으며, 제시문 (다)에서는 단측성 망막아세포종과 양측성 망막아세포종에 대한

그래프와 가계도 등의 분석해야 할 자료를 제시하였다.

제시문 (라)에서는 화학 반응 속도의 개념, 반응 속도식의 표현 방법, 반응 메커니즘, 화학 평형의 개념 등을 설명하였다. 제시문 (마)에서는 생체 내에서 효소에 의해 일어나는 유전자 돌연변이 관련 화학 반응을 예시하여 이해를 돕고자 하였다. 제시문 (바)에서는 효소에 의하여 일어나는 생체 내 반응의 메커니즘(<그림 4>)을 제시하고, 메커니즘 상의 2단계 반응을 이용하여 전체 반응의 속도식을 추론하도록 하였다.

(문항분석)

[문제 2-1] 단측성 망막아세포종과 양측성 망막아세포종이 가족성 암인지 산발성 암인지를 유추하고 가계도를 토대로 분석할 수 있는지를 확인하는 문제로 유전법칙에 대한 명확한 개념을 가지고 제시문을 정확히 이해하는 능력을 평가한다.

[문제 2-2] 제시문 (라)~(바)의 개념을 이해하고, <그림 4>의 2단계 메커니즘으로 구성된 화학 반응의 속도식을 유추할 수 있는지를 평가하는 문제이다. 본 문제는 서로 다른 반응 조건이 적용되는 2개의 문제로 구성되어 있다. 제시문 (라)의 이해를 토대로 반응 속도식을 정확하게 표현할 수 있어야 하고, 반응 메커니즘 상의 느린 단계 반응이 속도 결정 단계가 된다는 논리에서부터 출발해야 한다. 첫 번째 문제에서는 반응 속도식에서 중간체의 농도 항을 소거하기 위하여 화학 평형의 원리가 적용될 수 있다는 추론이 필요하다. 두 번째 문제에서는 중간체의 농도 항을 소거하기 위하여 효소-기질 복합체(ES)의 생성 속도와 소모 속도가 동일하다는 조건의 적용이 필요하다.

【문제 3】

《출제의도》

1. 이 문제는 고등학교 과학 교과 과정에 소개되어 있는 빛의 이중성, 파동의 회절 및 원자 구조 간의 상관관계를 논리적으로 사고하여 이온결합 화합물의 결정 구조에 적용할 수 있는지 확인한다.
2. 주어진 제시문 및 데이터 분석을 토대로 하여 원자 내의 전자가 에너지 준위간을 이동하면서 방출하는 X-선의 발생 원리 및 에너지와 파장 간의 상관관계를 이해하는지 확인하는 한편, X-선을 이용한 화합물의 결정 구조 분석에 대한 물리와 화학의 통합적 사고가 가능한지 확인한다.
3. 주어진 제시문을 통하여 이온 결합 화합물의 결정구조를 분석하는 X-선 회절 분석의 원리를 이해하고, 이를 바탕으로 이온 결합 화합물의 구조에 따른 X-선 회절 스펙트럼의 양상을 추론해 낼 수 있는지 확인한다.

《제시문 분석》

제시문 (가)는 X-선 발생 장치의 원리 및 X-선 스펙트럼의 종류를 설명하고, 제시문 (나)는 특성 X-선 스펙트럼의 발생 원리를 추론하는 데 필요한 전자의 에너지 준위 간 이동과 실제 X-선 발생 장치에 주로 이용되는 물질의 대표적인 전자 에너지 준위를 제시하였다.

제시문 (다)는 고등학교 화학 교과과정에 소개되어 있는 결정성 이온 결합 화합물의 구조를 분석하기 위하여 필요한 결정 격자면에 대하여 설명하고, 격자면에 대한 개념을 토대로 X-선 회절 분

석법에서 결정 구조를 분석하는 원리를 설명한다.

제시문 (라)는 X-선 회절 분석기에서 스펙트럼이 나타나는 원리에 대한 설명으로, 고등학교 물리 교과과정에 소개되어 있는 파동의 간섭 효과를 이용하여 결정 구조를 분석할 수 있음을 설명한다.

(문항분석)

[문제 3-1] 제시문 (가)와 (나)에서 제시된 원리와 데이터를 활용하여 X-선 발생의 과정을 추론할 수 있는지 평가한다. 높은 에너지를 가지는 전자가 원자에 충돌할 때 가장 낮은 에너지 준위의 전자가 방출되고 그 빈자리에 높은 에너지 준위의 전자가 이동하여 특정 에너지를 갖는 빛(X-선)이 발생할 수 있음을 이해하고, 주어진 데이터를 분석하여 전자 이동에 의해 발생된 X-선의 파장과 원자 내 에너지 준위의 상관관계를 정량적으로 해석할 수 있는지 평가한다.

[문제 3-2] 제시문 (다)와 (라)에서 설명된 결정 구조와 파동의 성질을 토대로 하여 X-선 회절 분석을 통한 이온 결합 화합물의 결정 구조 분석의 원리를 추론하고 실제 화합물에 적용할 수 있는지 평가한다. 결정의 격자면에서 회절된 파동이 보강 간섭되는 조건을 논리적으로 찾아내고, 이 조건과 제시된 데이터를 바탕으로 하여 서로 다른 원소 조합으로 이루어진 이온 결합 화합물들에 각각 X-선을 쬔었을 때 X-선이 보강 간섭되는 변화양상을 추론할 수 있는지 평가한다.