



2015학년도 경희대학교

모의논술고사 문제지(의학계)

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 답안 작성시 수학은 필수이고, 물리/화학/생명과학 중 한 과목만 선택하여 작성하시오.
2. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
3. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
4. 답안작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
5. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우, 지정된 분량을 준수하지 않은 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다. 등)
6. 답안 정정 시에는 원고지 교정법에 따라야 하고 수정액 등을 사용한 경우에는 0점 또는 감점 처리합니다.
7. 띄어쓰기를 포함하여 각 논제별로 요구한 분량 이내로 논술하시오.
8. 의학계 문제지는 총 4장 5쪽입니다.

[수 학]

I. 다음 제시문과 그림을 참조하여 논제에 답하시오.

[가] 어떤 규칙에 따라 차례로 늘어놓은 수의 열을 수열이라 하고, 수열을 이루고 있는 각 수를 그 수열의 항이라고 한다. 이때, 앞에서부터 차례로 첫째항, 둘째항, 셋째항, ..., n 째항, ... 또는 제1항, 제2항, 제3항, ..., 제 n 항, ...이라 하고, $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$ 과 같이 나타낸다.

수열에서 제 n 항 a_n 이 n 에 대한 식으로 주어지면 n 에 1, 2, 3, ...을 차례로 대입하여 그 수열의 모든 항을 구할 수 있으므로 n 에 대한 식으로 나타낸 제 n 항 a_n 을 그 수열의 일반항이라고 한다. 또, 일반항이 a_n 인 수열을 간단히 $\{a_n\}$ 으로 나타낸다.

일반적으로 수열에서 첫째항과 임의의 이웃하는 두 항 사이의 관계식이 주어지면 수열 $\{a_n\}$ 의 모든 항을 구할 수 있다. 이와 같이 a_1 의 값과 a_n 에서 a_{n+1} 을 구할 수 있는 관계식을 이용하여 수열 $\{a_n\}$ 을 정의하는 것을 수열의 귀납적 정의라고 한다. 이때, a_n 과 a_{n+1} 사이의 관계식을 점화식이라고 한다.

[나] 자연수 n 에 대한 명제 $p(n)$ 이 모든 자연수 n 에 대하여 성립한다는 것을 증명하려면 다음 두 가지를 보이면 된다.

(i) $n=1$ 일 때, 명제 $p(n)$ 이 성립한다.

(ii) $n=m$ 일 때 명제 $p(n)$ 이 성립한다고 가정하면 $n=m+1$ 일 때에도 명제 $p(n)$ 이 성립한다.

이와 같이 증명하는 방법을 수학적 귀납법이라고 한다.

[다] 프랑스 혁명이 일어나던 해에 태어난 프랑스의 수학자 코시(Cauchy, A. L.; 1789~1857)는 수학적 재능이 매우 뛰어나 16세 때에 에콜 폴리테크니크(프랑스 국립 이공과 대학)에 입학하여 수석으로 졸업했다. 1815년 수학계에 세운 업적이 인정되어 교수가 되었고, 이듬해에 과학 아카데미(Academie des Science)의 회원이 되었다.

코시는 수학의 한 분야인 해석학에 많은 공헌을 하였는데, 그중 무한수열의 수렴 조건을 본격적으로 연구하여 극한 개념으로서의 함수의 연속성과 미분 개념을 정의하였다. 1821년 코시는 극한을 다음과 같이 정의하였다. 어떤 변수가 가질 수 있는 일련의 값들이 하나의 고정된 값으로 한없이 가까이 가서 우리가 원하는 만큼 그 차이를 줄일 수 있을 때, 그 고정값을 변수에 대한 극한이라고 한다. 코시는 ‘한없이 가까이 간다.’ 라는 모호한 표현을 ‘극한값과의 차이를 원하는 만큼 작게 줄인다.’ 라는 표현으로 엄밀하게 정의하였다.

[라] 함수 $y=f(x)$ 가 $x=a$ 에서 연속이고, x 가 증가하면서 $x=a$ 의 좌우에서 $f(x)$ 가 증가상태에서 감소상태로 변하면 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대라 하고, 그때의 함수값 $f(a)$ 를 극댓값이라고 한다. 또, 함수 $y=f(x)$ 가 $x=b$ 에서 연속이고, x 가 증가하면서 $x=b$ 의 좌우에서 $f(x)$ 가 감소상태에서 증가상태로 변하면 $f(x)$ 는 $x=b$ 에서 극소라 하고, 그때의 함수값 $f(b)$ 를 극솟값이라고 한다. 극댓값과 극솟값을 통틀어 극값이라고 한다. 만약 함수 $f(x)$ 가 $x=a$ 에서 미분가능하고 $x=a$ 에서 극값을 가지면 $f'(a)=0$ 이다.

[마] 한 도형을 일정한 비율로 확대하거나 축소하여 얻은 도형과 합동인 도형을 처음 도형과 서로 닮음인 관계에 있다고 하며 닮음인 관계에 있는 두 도형을 닮은 도형이라고 한다. 일반적으로 서로 닮은 입체도형에는 다음과 같은 성질이 있다. 대응하는 모서리의 길이의 비는 모두 같다. 대응하는 면은 서로 닮은 도형이다.

< 뒷면에 계속 >

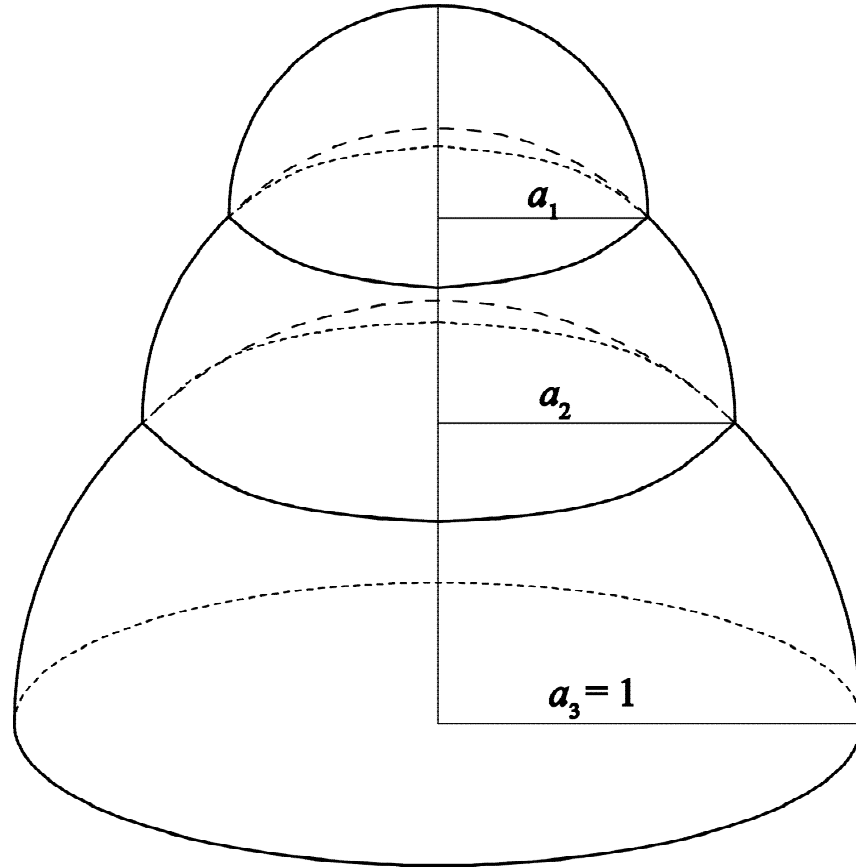


그림 1. $n = 3$ 인 경우

[문제 1] 자연수 n 에 대하여 크기가 다른 n 개의 반구 형태의 그릇을 거꾸로 하여 큰 것부터 작은 것 순서로 위 그림과 같이 수직으로 쌓고 있다. 그릇의 두께는 무시해도 무방할 만큼 얇다고 가정하자. n 개의 그릇을 모두 쌓아서 만든 입체를 P_n , 그 높이를 h_n , 위에서부터 k 번째 그릇의 반지름을 a_k ($k = 1, 2, \dots, n$)라고 표시하자. 가장 아래 n 번째 그릇의 반지름 a_n 이 1일 때, 다음 질문에 답하시오.

[문제 I-1] 어떤 고정된 양수 r 에 대하여 a_k 가 점화식 $a_{k+1} = \frac{a_k}{r}$ ($k = 1, 2, \dots, n-1$)를 만족할 때, 입체 P_n 의 높이 h_n 을 $c + dr^n$ 형태로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. 단, c 와 d 는 n 을 포함하지 않는다. 만약 n 이 한없이 커질 때, h_n 이 수렴하는지 발산하는지를 결정하고 그 근거를 논술하시오. 만약 수렴하는 경우에는 그 극한값을 구하시오. (배점 15점)

[문제 I-2] 두 개의 그릇을 쌓았을 때, 입체 P_2 의 높이 h_2 가 최대가 되는 a_1 과 최대 높이 h_2 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (배점 15점)

[문제 I-3] 반지름 a_k 가 점화식 $a_{k+1} = \sqrt{\frac{k+1}{k}} a_k$ ($k = 1, 2, \dots, n-1$)를 만족할 때, 입체 P_n 의 높이 h_n 을 구하고 그 근거를 논술하시오. (배점 10점)

[문제 I-4] 모든 가능한 입체 P_n 에 대하여 문항 (3)번과 같이 a_k 가 점화식 $a_{k+1} = \sqrt{\frac{k+1}{k}} a_k$ ($k = 1, 2, \dots, n-1$)을 만족하는 경우에 높이 h_n 이 최대가 됨을 수학적 귀납법을 적용하여 증명하시오. (배점 20점)

[물 리]

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가] 여러 발전소에서 생산된 전기는 송전용 변전소로 보내진다. 이곳에 모여진 전기는 먼 곳에 있는 소비자(공장 또는 가정)로 보내기 위하여 전압을 초고압(154kV, 345kV, 765kV)으로 높여 배전용 변전소로 보내지게 된다. 배전용 변전소에서는 전압을 22.9kV로 낮추어 공장과 같이 전기를 많이 사용하는 곳에 보내지고 우리 가정에서는 전주에 있는 변압기를 통해 전압을 220V로 낮추어 전기를 공급받는다.

[나] 우리나라에 거미줄처럼 연결된 송배전 전선의 총 길이는 무려 지구 둘레의 34배에 해당하는 137만 km나 되므로 전선의 저항에 의해 손실되는 전기 에너지를 무시할 수 없을 정도로 큰 규모이다. 따라서 에너지의 효율적 활용이라는 측면에서 전기 에너지를 수송할 때 전선의 저항에 의한 손실을 될 수 있으면 줄여야 한다.

[다] 직류는 시간이 지나도 그 크기와 방향이 변하지 않는 전류이다. 직류는 변화가 없으므로 각종 노이즈 발생이 적어 전지의 충전이나 전기 분해, 전자 회로의 전원으로 사용된다. 교류는 한 방향으로 일정하게 흐르는 직류와 다르게 전류의 세기와 방향이 주기적으로 바뀐다. 우리나라 발전소에서 만들어지는 교류의 주파수는 60Hz이다.

[라] 1831년 패러데이는 자기장의 변화로부터 전류가 발생한다는 전자기 유도 법칙을 발견하였다. 코일을 지나는 자기장이 변하면 유도기전력이 발생하여 유도 전류가 흐르게 된다. 이러한 현상을 전자기 유도라고 한다.

[마] 핵분열이나 핵융합과 같은 핵반응에서는 핵자들의 방출이 이루어지며, 반응 전후의 관계를 따질 때는 전하량 보존 법칙과 질량수 보존 법칙이 적용된다. 전하량 보존 법칙은 반응 후 전하량의 합이 반응 전 전하량의 합과 같다는 것이며, 질량수 보존 법칙은 반응 전 질량수의 합이 반응 후 질량수의 합과 같다는 것이다. 이렇게 핵반응 전후의 보존 관계를 나타낸 식을 핵반응식이라고 한다.

[바] 상대성 이론에 따르면 질량과 에너지의 개념도 확장되어야 한다. 이것을 질량-에너지 동등성이라고 한다. 따라서 정지한 물체도 에너지를 가지며 그 질량의 일부는 에너지로 바뀔 수 있다. 반대로 큰 에너지의 빛이 물질을 통과하면서 전자와 양전자를 생성하는 현상과 같이 에너지도 질량으로 변할 수 있다.

[표1] 몇 원소의 원자번호, 질량수, 원자질량 표 ($1u=1.66 \times 10^{-27} \text{kg}$)

	원자번호	질량수	원자질량(u)		원자번호	질량수	원자질량(u)
^1H (수소)	1	1	1.007825	^{92}Kr (크립톤)	36	92	91.926270
^2H (중수소)	1	2	2.014102	^{141}Ba (바륨)	56	141	140.914363
^3H (삼중수소)	1	3	3.016050	^{235}U (우라늄)	92	235	235.043924
^4He (헬륨)	2	4	4.002603	^{238}U (우라늄)	92	238	238.050784

[표2] 주요 입자의 질량과 전하량

입자		질량	정지에너지	전하량
		kg	MeV	C
전자		9.11×10^{-31}	0.51	-1.602×10^{-19}
원자핵	양성자	1.6726×10^{-27}	938.27	$+1.602 \times 10^{-19}$
	중성자	1.6749×10^{-27}	939.57	0

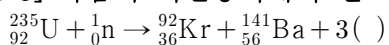
[논제 II-1, 2] 제시문 [가]-[라]를 참조하여 다음에 답하시오. (배점 20점)

[논제 II-1] 송전용 변전소에서 배전용 변전소로 보내지는 전기가 초고압으로 높여져 보내지는 이유를 설명하시오. 100MW의 전력이 총저항 10Ω의 송전 전선을 통해 전달된다고 하자. 초고압이 200kV인 경우와 500kV인 경우 전선에서 손실되는 전력을 비교하고 논의하시오.

[논제 II-2] 발전소에서 전압을 높이거나 가정에서 전압을 낮추는 방법에 대해 교류의 성질과 유도기전력의 개념을 이용하여 설명하고, 220V의 교류 전압을 110V로 낮추려고 할 때 그 변압기의 구조가 어떻게 되어 있을지 설명하시오.

[논제 II-3, 4] 제시문 [마], [바]와 [표1], [표2]를 참조하여 다음에 답하시오. (배점 20점)

[논제 II-3] 다음의 핵반응식에서 괄호() 안에 들어갈 입자는 무엇인지 설명하시오.



이 반응의 질량결손은 약 $3.5 \times 10^{-28} \text{kg}$ 이라 한다. 이 때 나오는 에너지의 크기는 약 몇 MeV인지 구하시오.

[논제 II-4] 자연 상태에서의 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 의 반감기는 매우 길지만, 위 핵반응을 이용한 원자로에서는 에너지를 빠르게 얻는 것이 가능하다. 그 이유를 위 핵반응의 성질을 이용하여 설명하고, 원자로에서 핵연료가 적절히 핵분열을 할 수 있도록 조절하는 방법에 대해 논의하시오. 또한 100MW의 전력을 공급하는 핵발전소에서 하루에 소모되는 ${}^{235}\text{U}$ 의 질량을 유효숫자 1자리로 대략 어려워 제시하시오.

< 물리가 끝났습니다. 다음 장은 화학입니다. >

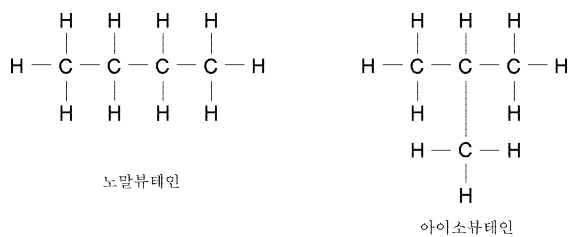
[화 학]

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하십시오.

[가] 여러 가지 화학 반응 중 산화-환원 반응이나 산-염기 반응은 우리 주위의 일상생활이나 산업 현장에서 흔히 볼 수 있다. 예를 들어, 식물의 광합성 반응에서 이산화탄소의 탄소 원자는 산소 원자를 내어 놓고 환원이 된다. 식물의 호흡은 광합성의 역반응으로, 포도당의 탄소 원자는 산소 원자를 얻어 산화된다. 철광석에서 철을 제련하는 반응도 산화-환원 반응으로, 제련 과정에서 코크스(cokes)가 산소와 결합하여 일산화탄소로 되는 것은 산화 과정이며 철광석이 산소를 잃고 철로 되는 것은 환원 과정이다. 이러한 산화-환원 반응은 산화수의 개념을 도입하여 설명할 수 있다. 이와 같은 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 어떤 물질이 산화되면 다른 물질은 반드시 환원된다. 산화-환원 반응에서 산화되는 물질은 다른 물질을 환원시키므로 환원제라고 하고, 환원되는 물질은 다른 물질을 산화시키므로 산화제라고 한다. 한편, 신맛이 나는 과일에는 산성 물질인 시트르산이 들어 있으며, 미끄러운 촉감이 나는 비누는 염기성 물질인 수산화나트륨을 사용하여 만든다. 이러한 산과 염기는 아레니우스의 정의, 브뢴스테드-로우리의 정의, 루이스의 정의에 따라 구분할 수 있다. 중화 반응은 산과 염기의 반응으로 별에 쏘였을 때 암모니아수를 바르거나 위산이 많이 분비되어 속이 쓰릴 때 제산제를 복용하는 것은 중화 반응을 이용한 예이다.

[나] 루이스는 화학 결합을 나타내기 위하여 원자들의 원자가 전자를 점으로 나타내는 방법을 이용하였는데, 이것을 루이스 전자점식이라고 한다. 원자의 최외각 전자 껍질에 존재하는 원자가 전자 중에서 쌍을 이루지 않은 전자를 홀전자라고 하는데, 원자들이 공유 결합을 할 때에는 홀전자들이 전자쌍을 이루어 공유 전자쌍을 만든다. 전자가 쌍을 이루고 있으나 공유 결합에 참여하지 않은 전자쌍은 비공유 전자쌍이라고 한다. 공유 결합 분자의 전자 배치를 간편하게 나타내기 위해서 공유 전자쌍은 결합선(-)으로 나타내고, 비공유 전자쌍은 1쌍의 점으로 나타내거나 생략하기도 하는데, 이것을 루이스 구조식이라고 한다.

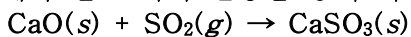
[다] 분자의 구조는 물질의 화학적 성질을 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 흑연과 다이아몬드는 모두 탄소로만 이루어진 물질이다. 그런데 흑연은 매우 무르고 연한 성질을 가지고 있어서 연필심으로 이용되지만, 다이아몬드는 세상에서 가장 단단한 고체로서 아름다운 광택을 내기 때문에 보석으로 이용된다. 흑연과 다이아몬드처럼 성분 원소는 같지만 서로 다른 특징을 가지고 있는 홑원소 물질을 동소체라고 한다. 탄소의 동소체인 흑연과 다이아몬드가 서로 다른 성질을 나타내는 것은 탄소 원자들이 결합하여 서로 다른 분자 구조를 가지기 때문이다. 탄소는 다른 탄소 원자뿐만 아니라 수소, 산소, 질소, 플루오린 등과 같은 다른 여러 종류의 원자들과 공유 결합을 하여 다양한 탄소 화합물을 만들 수 있다. 이러한 탄소 화합물 중에는 분자식은 같으나 탄소 원자의 배열이 다른 화합물이 존재한다. 뷰테인(butane, C₄H₁₀)은 오른쪽 그림에 나타난 것과 같이 탄소의 배열이 서로 다른 노말뷰테인(normal butane)과 아이소뷰테인(isobutane)이 존재한다. 이 두 가지 뷰테인은 분자식은 같지만 녹는점이나 끓는점과 같은 성질이 모두 다르므로 서로 다른 물질이다. 이와 같이 분자식은 같으나 구조가 달라서 성질이 다른 화합물을 구조 이성질체라고 한다.



[라] 과일의 맛과 향기, 그리고 색깔은 과일즙에 들어 있는 여러 화학 물질의 종류와 농도에 의해서 결정된다. 생각만 해도 입에 침이 고이게 하는 시큼한 오렌지나 레몬의 신맛은 과일 안에 있는 시트르산 때문이다. 그런가 하면 위산의 성분이기도 한 염산은 금속이나 피부 조직 등을 녹이거나 손상시킬 수 있을 만큼 반응성이 크다. 어떤 산은 산도가 높고, 어떤 산은 산도가 낮다고 말한다. 이처럼 다양한 산과 염기의 세기를 구별하기 위하여 산과 염기의 이온화 평형에 대한 평형 상수, 즉 산의 이온화 상수(K_a)와 염기의 이온화 상수(K_b)를 이용한다. K_a와 K_b는 다른 평형 상수와 마찬가지로 온도에 의존하며, 일정한 온도에서는 농도와 관계없이 항상 동일한 값을 나타낸다. K_a와 K_b는 각각 산과 염기의 세기를 나타내는 척도가 된다. 한편 산이나 염기와 같은 전해질이 수용액에서 이온화하는 정도는 이온화도(α)로 나타낼 수 있다. 수용액에서 용해된 전해질의 몰수에 대한 이온화된 전해질의 몰수의 비를 이온화도(α)라고 한다. 이온화도는 산과 염기의 종류에 따라 다르며, 온도가 높을수록 대체로 증가하는 경향을 나타낸다.

[논제 II-1, 2] 제시문 [가]와 [나]를 참조하여 다음 질문에 답하십시오. [배점 20점]

[논제 II-1] 공장 지대나 발전소 등에서 발생하는 이산화황(SO₂)과 같은 황산화물은 공기 중의 빗물에 녹아 산성비의 원인이 되기도 한다. 이로 인해 이산화황 제거 시설은 아래와 같은 화학 반응을 통해 이산화황을 제거한다.

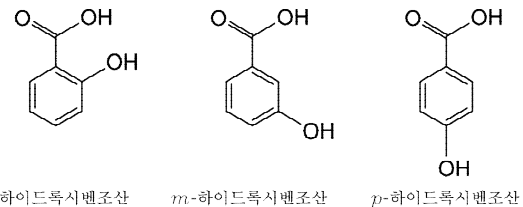


위의 이산화황 제거 반응이 산화-환원 반응인지 아니면 산-염기 반응인지 각 반응의 특성을 고려하여 논하십시오.

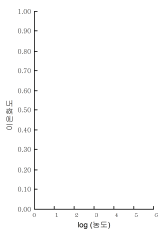
[논제 II-2] 이산화황(SO₂)의 실제 분자 결합 구조를 살펴보면 S와 O 사이의 공유 결합은 단일 결합과 이중 결합의 중간 상태의 결합으로 모두 동일하다는 것이 밝혀졌다. 아울러, 위의 이산화황 제거 반응을 통해 생성되는 아황산염(CaSO₃)의 아황산 이온(SO₃²⁻)도 실제 분자 결합 구조를 살펴보면 S와 O 사이의 공유 결합이 단일 결합보다 짧고 이중 결합보다는 긴 결합으로 모두 동일하다고 밝혀졌다. 이산화황(SO₂)과 아황산 이온(SO₃²⁻)의 가능한 루이스 구조식들을 모두 제시하고, 제시한 루이스 구조식들을 활용하여 실제 각 분자들의 결합 구조를 보다 정확하게 표현하기 위한 방안을 논하십시오.

[논제 II-3, 4] 제시문 [다]와 [라]를 참조하여 다음 질문에 답하십시오. [배점 20점]

[논제 II-3] 하이드록시벤조산(hydroxybenzoic acid)은 방향족 탄화수소의 하나로 그 구조는 오른쪽 그림과 같이 벤젠 고리에 하이드록시기 -OH와 카복시기 -COOH가 달려 있는 구조를 가진 탄소 화합물이다. 하이드록시기와 카복시기의 상대적인 위치에 따라 *o*-하이드록시벤조산, *m*-하이드록시벤조산, 그리고 *p*-하이드록시벤조산의 세 가지 구조 이성질체가 있다. 이 중 이온화상수(K_a) 값이 가장 큰 하이드록시벤조산 이성질체를 유추하고 그 이유를 논하십시오. (단, 하이드록시벤조산은 이온화할 수 있는 수소 이온(H⁺)을 1개 포함하는 일양성자산이라 가정한다.)



[논제 II-4] 하이드록시벤조산의 이성질체 중 *o*-하이드록시벤조산과 *p*-하이드록시벤조산 각각의 농도에 따른 각 이온화도(α) 값들의 변화를 오른쪽 그래프 상에 함께 나타내고 그 이유를 설명하십시오.



< 화학이 끝났습니다. 다음 장은 생명과학입니다. >

[생명과학]

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가] 1980년 [영국에서] 발표된 ‘블랙 리포트’의 핵심은 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 많은 사람들이 반신반의했던 직업을 기준으로 분류한 사회 계급에 따른 건강 불평등, 즉 ① 사회적 지위가 낮은 사람이 더욱 질병에 시달리고 사망률도 높다는 사실을 통계자료를 이용해 확인했다. 둘째, 사회계급에 따라 의료서비스 접근성이 다르고 제공받는 서비스의 내용과 질도 달라 사망률과 유병률의 차이를 낳기도 하지만, 물질적 생존 조건 즉 빈곤, 노동조건, 사회적 박탈, 노동의 사회적 분화와 같은 계급구조도 영향을 준다고 주장했다. 셋째, 당장 건강 불평등의 근본적인 원인과 기전이 어떤 것인지 밝히지 못한다고 해도, 정부가 사회 각 분야의 서비스를 통합적으로 제공한다면 사회 계급에 따른 건강상의 차이를 줄일 수 있다고 주장했다.

[나] ‘사회적 불안’에 대한 연구는 부정적인 사회적 평가에 대한 두려움이라고 부를 만한 것에 관한 연구를 포함하는데, 다른 사람이 우리를 어떻게 보는가에서 비롯된 불안에 집중하고, 창피함, 멸시, 부당한 사회적 비교, 사회적 지위나 ‘존경’에 대한 갈망, 받아들여지고 싶다는 욕망, 친구에게 거절당하는 데 대한 두려움 같은 것을 망라한다. 심리학자 피터 트라우어와 동료들에 따르면 “사회적으로 불안한 사람은 적대적인 위계질서 안에서 자신이 최하층에 속한다고 느끼고, 지위를 잃거나 거절을 당함으로써 잃는 것을 최소화하기 위해 복종과 또 다른 ‘귀속 모면’¹⁾을 이용한다.”

¹⁾서열로 구성된 집단에서 지위가 낮은 동물은 집단의 가장자리를 맴돌면서 도망칠 기회를 엿보지만, 지배적인 동물의 공격을 받을까 두려워 실제로는 도망치지 못하는데, 이 같은 ‘귀속 모면’ 때문에 지위가 낮은 동물이 자원을 장악할 수 있는 힘은 더 작아지고, 시간이 흐를수록 더욱 종속적이고 해를 피하려는 행동이 많아지게 된다.

[다] 순간의 응급 상황에서 신체는 근육활동을 위해 에너지를 동원하는 반면, 당면한 위험에 빠르고 효과적으로 반응하는 데 필수적이지 않은 생리적 반응은 대기상태가 된다. 민첩성, 반응시간, 빠르게 달릴 수 있는 능력에 의해 생존이 결정된다면 세포 유지와 보수, 면역, 성장, 소화, 재생산 과정 같은 생물학적 관리업무 기능은 나중으로 미뤄둘 수도 있다. 아마 보통은 몇 분 이상 걸리지 않는 투쟁 혹은 도피가 성공적으로 이뤄지고 응급 상황이 끝나면 잠깐 동안 자원을 돌려 쓴 결과로 잃는 것은 없다. 그러나 불안과 흥분이 몇 주, 몇 달, 몇 년 동안 계속되면 건강 비용이 축적되기 시작한다. 흥분이 유지되는 기간 때문에 체계를 정상으로 되돌리려는 되먹임(feedback) 기전이 손상될 수 있고, 코르티솔 조절을 위해 되먹임을 하는 해마의 신경세포가 손상된다. 오랫동안 흥분이 지속되면 코르티솔은 면역체계를 실질적으로 억제하고, 이로 인해 감염성 질환의 위험이 높아진다. 축적된 만성 스트레스의 생리적 충격은 고혈압, 인슐린 저항, 복부 비만 등으로 이어져 심혈관 질환, 암, 감염의 위험이 커지고 노년의 정신적 기능이 빨리 쇠퇴한다.

[라] 원인이 그 결과를 위해 필요조건이면서 충분조건인 경우, 원인의 예를 통해 결과를 연역적으로 추론할 수도 있고 그 반대로 결과에서 원인을 추론할 수도 있는 것이다. 어떤 경우에는 그 원인이 결과를 위한 필요조건이지만 충분조건은 아닌 경우도 있는데, 이런 경우에는 결과로부터 원인을 추론할 수는 있지만 그 역은 불가능하다. 대부분의 질병은 그러한 예에 해당된다. 예를 들어 ② 폐결핵균은 폐결핵에 걸리는 데 필요조건이지만 충분조건은 아닌 것이다. 그러나 보통의 경우에는 원인이 그 결과에 대한 필요조건도 아니고 충분조건도 아니다. 이러한 경우에는 원인으로부터 결과를 연역적으로 추론할 수도 없고 결과에서 원인을 추론할 수도 없지만, 그렇다고 해서 원인과 결과가 서로 무관한 것은 아니다. ③ 많은 사람들이 흡연을 즐기면서도 폐암에 걸리지 않았고 폐암에 걸린 사람이라고 다 흡연 경험이 있는 것은 아니다. 만일 원인이 충분조건 아니면 필요충분조건이라는 용어로 정의되어야만 한다면 우리는 결코 폐암의 원인을 발견할 수 없을 것이다.

[마] 실증주의자들은 직접적인 경험에 근거한 주장을 담고 있는 지식만이 참된 지식이라고 단언한다. 현대의 논리 실증주의, 특히 비엔나 학파의 실증주의는 분석의 주요한 도구로서 <수학 원리>에서 전개된 기호논리학의 체계를 받아들이고 있다. 논리 실증주의의 중심적인 신조는 의미의 검증 이론이다. 이 이론에 의하면 우연적 명제는 그것이 경험적으로 검증될 수 있는 경우, 오직 그 경우에 한해서만 유의미하다. 달리 말하면 그 명제가 참인가 아니면 거짓인가를 결정할 수 있는 경험적인 방법이 있는 경우에 한해서만 유의미하다.

[바] 나[데카르트]는... 다음 네 가지 방침을 따르기로 결정하였다. 첫째, 내가 확실하게 참이라고 인식하지 아니하는 어떤 것도 진리로서 받아들이지 않겠다. 둘째, 내가 검토하는 각각의 어려움들을 더 잘 해결하기 위하여 필요한 한에서 가급적 세분한다. 셋째, 나의 생각을 질서 있게 인도하기 위하여 인식하기에 가장 단순하고 가장 쉬운 대상들로부터 출발하여 단계적으로 차례차례 복잡한 것의 인식에 이르기까지 거슬러 올라간다. 그리고 마지막으로 내가 아무 것도 빼놓지 않았다는 것을 확신하기 위하여 어떠한 경우라도 전체적인 열거와 일반적인 검열을 실시한다.

[사] 유전자는 선택지를 제공하고, 환경은 (단백질 생성물들을 제공하는 유전자와 더불어) 어떤 선택지를 취할 것인지 결정하는 데 영향을 미친다. 분자생물학자라 할지라도 한 생명체의 유전체(genome)를 보고서 그 완성물이 어떤 모양일지 알아낼 수는 없다. 우기에 태어나면 화려한 색을 띠고 건기에 태어나면 회색을 띠는 나비나 크고 지배적인 수컷 물고기의 존재 여부에 따라 성별을 바꿀 수 있는 물고기 등은 하나의 유전형에서 하나의 표현형이 나온다는 개념이 얼마나 잘못된 것인지 잘 보여준다. 하지만 환경의 역할만을 강조하고 유전자가 표현형에 중대하고 미묘한 역할을 한다는 사실을 끝내 부정하는 사람은 심각한 실수를 저지르는 것이다.

[논제 II-1] 제시문 [가]의 ①번 명제를 제시문 [나]와 [다]에 근거하여 인과론적 설명(제시문 [라] 참조)으로 제시하시오(배점 12점).

[논제 II-2] 제시문 [가]의 ①번 명제는 ‘세 조건 p: 사회적 지위가 낮다, q: 더욱 질병에 시달린다, r: 사망률이 높다’에 대하여 ‘ $p \rightarrow (q \wedge r)$ ’로 나타낼 수 있다. 제시문 [라]의 ②, ③번 명제를 참, 거짓에 유의하여 같은 방식으로 표현하시오[\rightarrow , \leftarrow , \leftrightarrow , \sim , \Rightarrow , \Leftarrow , \Leftrightarrow , \nRightarrow , \nLeftarrow , \nLeftrightarrow , \wedge (그리고), \vee (또는) 등의 기호를 사용할 것](배점 8점).

[논제 II-3] 제시문 [가]의 ①번 명제를 (1) 제시문 [마]의 논리 실증주의의 입장, (2) 제시문 [바]의 화자(데카르트)의 입장에서 비판 혹은 옹호인지 밝히고, 그 이유를 제시하시오(배점 12점).

[논제 II-4] 제시문 [가]의 ①번 명제에 대해 제시문 [사]의 입장을 갖는 의생명과학자로서 비판적으로 분석하고 그 근거를 제시하시오(배점 8점).

출 제 개 요 (의학계)

2015학년도 경희대학교 의학계 논술고사는 고등학교 교과 교육을 충실히 이수한 학생들을 대상으로 자연계 고교 교과과목들의 기본 개념들에 대한 이해도와 응용력을 바탕으로 한 학생들의 융합적이고 통합적 사고 능력, 창의적 사고 능력, 해석력, 그리고 논리적 설명 능력을 측정할 수 있도록 출제되었다.

문제 I <수학>에서는 고등학교 수학 교육과정의 수열과 극한, 미분의 영역에서 문제를 출제하였으며 단편적인 수학 공식의 적용 능력보다는 기본적인 정의를 충분히 이해하여 문제를 파악하고 설명하는 종합적 능력을 갖추고 있는가를 평가하고자 하였다. 점화식과 수학적 귀납법으로 증명하는 방법 등을 활용하여 기하적인 문제의 값을 구하고 또한 미분을 활용하여 함수의 최댓값을 찾는 법을 이해하여 문제를 해결하는데 종합적으로 활용할 수 있는지를 파악하고자 하였다.

문제 II

<물리>

물리 문제에서는 고등학교 물리 교과서의 범위 안에서 과학 분야의 통합적인 사고능력을 측정하고자 하였다. 먼저 전기 에너지 수송의 과정을 통해 전력, 전압, 유도기전력, 교류 등의 물리적 개념의 이해도를 파악하고, 구체적인 상황에 과학적인 추론을 통해 합리적인 결론을 정량적으로 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 그리고 핵반응과 상대론의 기본적인 이해를 통해 핵에너지의 발생과정과 그 활용을 연관시켜 사고 할 수 있는가를 묻고 제시된 표 등으로부터 정보를 적절히 찾아내어 문제해결방법에 효과적으로 접근할 수 있는지의 여부를 평가하고자 하였다.

<화학>

화학 문제에서는 고등학교 과정에서 학습한 화학분야 교과 내용에 대한 이해 정도와 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다. 특히, 화학반응의 특성, 분자의 구조와 기능, 수소결합, 산과 염기의 성질과 세기와 같이 고등학교 교과과정에서 학습한 내용들에 대한 이해 정도와 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 통합적으로 파악하고자 하였다.

<생물>

의학계열의 생물 논술은 의생명과학 연구를 주제로 특정 과학적 지식의 유무보다는 과학적 연구 방법론에 대한 이해, 논리적 추론 능력, 제시된 과학적 지식을 바탕으로 한 설명과 비판의 능력, 인문-사회과학적 기초 소양에 대한 종합적인 평가를 목표로 하였다. 건강 불평등이라는 사회적 현상과 이를 설명하기 위한 과학적 이론을 포함하는 핵심 제시문과 함께, 생명과학철학의 인과론, 논리실증주의, 데카르트의 연구방법론, 유전과 환경의 관계에 대한 균형 잡힌 시각 등을 제시하였는데, 책을 미리 읽지 않았더라도 고등학교 생물 I, II 교과서의 내용을 충실하게 이해하고 있으며 기본적인 인문-사회과학적 소양을 갖춘 학생이라면 쉽게 독해할 수 있는 내용으로 선정하였다. [문제 II-1]은 ‘건강 불평등’을 주어진 과학적 지식(과 기초 생물학 지식)을 바탕으로 논리적이면서 일관성 있는 인과론적 설명으로 이끌어낼 수 있는가를 평가한다. [문제 II-2]는 논리적 사고력을 평가한다. [문제 II-3]은 자연과학과 관련된 인문-사회과학적 소양을 평가하고자 하였는데, 과학철학자들의 시각과 입장을 올바르게 이해하고 있으며, 이를 바탕으로 논지를 전개할 수 있는지가 평가의 척도이다. [문제 II-4]는 표현형에 미치는 유전과 환경의 역할에 대해 올바른

이해를 가지고 있는가와 연구의 결과를 그대로 바라보는 것이 아니라 비판적인 의생명과학 연구자의 시각에서 바라볼 수 있느냐가 평가의 척도이다.

<논제 I 출처>

고등학교 수학 I, 이강섭 외 3인, 지학사, 2011
고등학교 수학 I, 유희찬 외 12인, 미래엔, 2011
고등학교 수학 II, 유희찬 외 12인, 미래엔, 2011
중학교 수학 2, 김홍중 외 3인, 성지출판, 2011
Calculus Early Transcendentals 5e, James Stewart, Thomson, 2003

<논제 II 출처>

[물리]

고등학교 물리 I, 김영민 외 7인 교학사, 2011
고등학교 물리 I,곽성일 외 7인 천재교육, 2011
고등학교 물리 II, 곽성일 외 7인 천재교육, 2011
고등학교 물리 II, 김영민 외 7인 교학사, 2011
전기이야기, 한국전력 홈페이지 <http://cyber.kepco.co.kr/kepco/main.do>

[화학]

고등학교 화학 I, 박종석 외 4인, 교학사
고등학교 화학 I, 노태희 외 7인, 천재교육
고등학교 화학 II, 김희준 외 8인, 상상아카데미
고등학교 화학 II, 노태희 외 7인, 천재교육
고등학교 화학 II, 류해일 외 7인, 비상교육

[생물]

건강 불평등: 무엇이 인간을 병들게 하는가?, 리차드 월킨슨 지음, 손한경 옮김, 이음, 2011
생명과학철학, 데이비드 헐 지음, 하두봉·구혜영 옮김, 민음사, 1994
논리실증주의의 과학철학과 새로운 과학철학, HI 브라운 지음, 신중섭 옮김, 서광사, 1987
방법서설, 르네 데카르트 지음, 김형효 옮김, 삼성출판사, 1982
마음이 태어나는 곳, 개리 마커스 지음, 김명남 옮김, 해나무, 2005

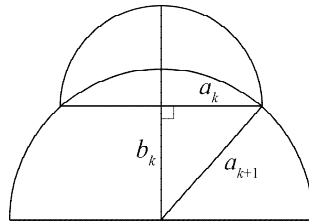
예 시 답 안 (의학계)

<문제 I> 수학

문제 I-1

(1) 그릇의 모양이 모두 다르고 큰 것부터 작은 것 순서로 쌓고 있다고 하였으므로 $0 < r < 1$ 이다.

수열 $\{a_k\}$ 는 등비 $\frac{1}{r}$, $a_n = 1$ 인 등비수열 $a_n = 1, a_{n-1} = r, a_{n-2} = r^2, \dots, a_1 = r^{n-1}$ 이 되어 일반항이 $a_k = r^{n-k}$ 가 됨을 알 수 있다. $k+1$ 번째 그릇 밑면에서 k 번째 그릇 밑면까지의 거리를 b_k 라고 하면 아래 그림과 같이 $b_k = \sqrt{a_{k+1}^2 - a_k^2} = \sqrt{r^{2(n-k-1)} - r^{2(n-k)}} = r^{n-k-1} \sqrt{1-r^2}$ 이다.



높이 h_n 은

$$\begin{aligned} h_n &= a_1 + b_1 + b_2 + \dots + b_{n-1} = r^{n-1} + \sqrt{1-r^2} \sum_{k=1}^{n-1} r^{n-k-1} \\ &= r^{n-1} + \sqrt{1-r^2} \frac{1-r^{n-1}}{1-r} = r^{n-1} + \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} (1-r^{n-1}) \\ &= \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} + \frac{1}{r} \left(1 - \sqrt{\frac{1+r}{1-r}} \right) r^n \end{aligned}$$

이다.

만약 n 이 한없이 커진다면, $0 < r < 1$ 이기 때문에 r^n 은 0으로 수렴한다. 그 극한값은 $\sqrt{\frac{1+r}{1-r}}$ 이다.

문제 I-2

a_1 을 x 라고 하면 b_1 은 앞에서처럼 $b_1 = \sqrt{a_2^2 - a_1^2} = \sqrt{1-x^2}$ 이고 $h_2 = a_1 + b_1 = x + \sqrt{1-x^2}$ 이 되어 h_2 는 x ($0 < x < 1$)의 미분가능 함수로 생각할 수 있다. 최댓값을 구하기 위하여 h_2 를 x 에 대하여

미분하고 정리하여 도함수 $h_2'(x) = 1 - \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{\sqrt{1-x^2} - x}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{1-2x^2}{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{1-x^2}+x)}$ 를 얻는다.

$h_2'(x)$ 는 $x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 에서 0, $x < \frac{\sqrt{2}}{2}$ 에서 양수, $x > \frac{\sqrt{2}}{2}$ 에서 음수이므로 $h(x)$ 는 $x = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 에서 극

대이면서 최대이다. 최대 높이는 $h_2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} + \sqrt{1 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \sqrt{2}$ 이다.

문제 I-3

점화식은 $a_k = \sqrt{\frac{k}{k+1}} a_{k+1}$ 로 바꾸어 적을 수 있고, $a_n = 1$ 로부터 $a_{n-1} = \sqrt{\frac{n-1}{n}}$, $a_{n-2} = \sqrt{\frac{n-2}{n}}$, ..., $a_1 = \sqrt{\frac{1}{n}}$ 이 되어, 일반항이 $a_k = \sqrt{\frac{k}{n}}$ 임을 알 수 있다. 이때, $b_k = \sqrt{a_{k+1}^2 - a_k^2} = \sqrt{\frac{k+1}{n} - \frac{k}{n}} = \frac{\sqrt{n}}{n}$ 으로 k 에 상관없이 일정하다. 이로부터 $h_n = a_1 + b_1 + \dots + b_{n-1} = \frac{\sqrt{n}}{n} + \underbrace{\frac{\sqrt{n}}{n} + \dots + \frac{\sqrt{n}}{n}}_{n-1\text{개}} = \sqrt{n}$ 이다.

문제 I-4

수학적 귀납법을 이용하여 h_n 의 최댓값이 \sqrt{n} 임을 증명한다.

(i) $n=1$ 일 때, $h_1 = a_1 = 1$ 인 한 경우밖에 없으므로 $1 = \sqrt{1}$ 이 최댓값이다.

(ii) $n=m$ 일 때, \sqrt{m} 이 h_m 의 최댓값이라고 가정하자. $n=m+1$ 일 때, 반지름의 수열이 $a_1, a_2, \dots, a_m, a_{m+1}$ 이고 $a_{m+1} = 1$ 인 입체 P_{m+1} 의 높이를 h_{m+1} 이라고 하자. 이 그릇들 중 가장 밑그릇을 제외한 위에서부터 m 개의 그릇을 쌓아올린 입체는 반지름 a_1, a_2, \dots, a_m 을 가지고 있다. 이

입체는 반지름을 $\frac{a_1}{a_m}, \frac{a_2}{a_m}, \dots, \frac{a_k}{a_m}, \dots, \frac{a_m}{a_m}$ 로 가지고 높이가 h_m 인 입체 P_m 과 닮음비가 $a_m : 1$ 인 닮은 도형이다. 그래서 $h_{m+1} = a_m h_m + b_m$ 임을 알 수 있다. h_m 의 최댓값은 (i)에서 \sqrt{m} 으로 가정되어 있고 $b_m = \sqrt{a_{m+1}^2 - a_m^2} = \sqrt{1 - a_m^2}$ 이므로 $h_{m+1} = a_m h_m + b_m \leq a_m \sqrt{m} + \sqrt{1 - a_m^2}$ 이다.

편의상 a_m 을 x 로 표시하고 $h(x) = x\sqrt{m} + \sqrt{1-x^2}$ 이라고 하자. 함수 $h(x)$ 의 도함수가

$$h'(x) = \sqrt{m} - \frac{x}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{m - (m+1)x^2}{\sqrt{1-x^2}(\sqrt{m}\sqrt{1-x^2} + x)} \text{ 이므로 } x = \sqrt{\frac{m}{m+1}} \text{ 에서 최댓값}$$

$$h\left(\sqrt{\frac{m}{m+1}}\right) \text{을 가지고 그 값은 } h\left(\sqrt{\frac{m}{m+1}}\right) = \sqrt{\frac{m}{m+1}}\sqrt{m} + \sqrt{1 - \left(\sqrt{\frac{m}{m+1}}\right)^2} = \sqrt{m+1} \text{이다.}$$

이로부터 $h_{m+1} \leq \sqrt{m+1}$ 임을 알 수 있다. 또한 (3)번에 주어진 수열 a_k ($k=1, 2, \dots, m+1$)에 대하여 h_{m+1} 이 $\sqrt{m+1}$ 이 되므로 최댓값은 $\sqrt{m+1}$ 임을 알 수 있다.

(i), (ii)에 의하여 모든 자연수 n 에 대하여 h_n 의 최댓값은 \sqrt{n} 이다.

<문제 II> 물리**문제 II-1**

전력은 전압과 전류의 곱이므로 ($P=IV$) 전압이 클수록 작은 전류로 전력을 전달하게 된다. 저항에서 소모되는 전력은 I^2R 이므로 전류의 제곱에 비례하고, 따라서 전압에 대해서는 제곱의 역수에 비례한다. 예를 들어 100MW의 전력이 총저항 10Ω인 전선을 통해 전달될 때, 전압이 200kV이면 전류는 500A 이고 전압이 500kV이면 전류는 200A 이다. 이 경우 도선에서 소모되는 전력은 각각 2.5MW (총 전력의 2.5%)와 0.4MW (총 전력의 0.4%)로 전압이 높을수록 저항에 의한 손실을 더 줄일 수 있음을 알 수 있다.

문제 II-2

교류는 변압기를 이용하여 전압을 바꿀 수 있는 장점이 있다. 변압기는 1차 코일에 공급된 교류전압에 의해 자기장의 변화가 유도되면, 철심을 통해 2차 코일에서 자기장의 변화가 교류전압을 다시 유도한다. 1차 코일에 발생하는 자기력 선속이 2차 코일에 모두 전달된다고 할 때 페러데이의 법칙에 의해 1차코일의 전압은 1차코일의 감은 횟수에 비례하고, 2차코일의 전압은 2차코일의 감은 횟수에 비례하게 된다. 따라서 220V에서 110V전압으로 낮추기 위해서는 감은 수의 비가 2:1인 변압기를 사용할 수 있다.

문제 II-3

전하량과 질량수가 보존되기 위해서는 팔호안의 입자의 전하량은 0, 질량수는 1이어야 한다. 따라서 팔호안의 입자는 중성자 일 것으로 추론할 수 있다. 이 핵반응의 질량결손에 의한 에너지의 양은 mc^2 인데, 표1에서 질량과 정지에너지의 비($0.51\text{MeV}/9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$)를 얻을 수 있다. 이를 통해 대략 계산하면 약 200MeV이다.

문제 II-4

이 핵반응에서는 1개의 중성자가 이용되고 그 결과로 3개의 중성자가 만들어진다. 이 중성자가 계속해서 다른 우라늄을 분열하게 하여 연쇄반응을 일으킨다면 막대한 에너지를 얻을 수 있다. 원자로에서는 핵연료가 적절히 핵분열을 할 수 있도록 감속재와 흡수체(제어봉)를 사용한다. 감속재는 고속 중성자를 저속 중성자로 만들어 연쇄반응을 지속적으로 일으키게 하고, 흡수체(제어봉)는 핵에 충돌하는 중성자를 흡수함으로써 연쇄 반응이 천천히 일어나도록 한다. 100MW를 24시간동안 얻는다면 총 에너지는 약 $9 \times 10^{12}\text{J}$ 이고 반응 한번 당 200MeV 즉 $3 \times 10^{-11}\text{J}$ 이 발생한다. 따라서 3×10^{23} 번의 핵분열이 필요하고 우라늄235원자 하나의 질량은 약 $4 \times 10^{-25}\text{kg}$ 이므로 소모되는 우라늄235의 양은 약 0.1kg* 정도이다. (* 다른 핵반응이나 효율 등을 무시한 근사임을 고려해 모범답안의 해 0.1kg 이외의 값을 얻었더라도 논리적이고 타당하게 어려운 경우 정답이다.)

<논제 II> 화학

논제 II-1

제시된 이산화황 제거 반응에서 칼슘, 산소, 황의 산화수는 각각 +2, -2, +4로 반응 전후 변화가 없다. 즉, 제시된 이산화황 제거 반응은 산화-환원 반응이 아님을 알 수 있다. 반면, 반응에 참여한 산화칼슘(CaO)은 공유결합 형성 과정에서 비공유전자쌍을 내놓고 이산화황(SO₂)은 비공유전자쌍을 받고 있으므로 루이스 산-염기 정의에 따라 산화칼슘(CaO)은 루이스 염기, 이산화황(SO₂)은 루이스 산이라 할 수 있다. 즉, 제시된 이산화황 제거 반응은 루이스의 산-염기 반응임을 알 수 있다.

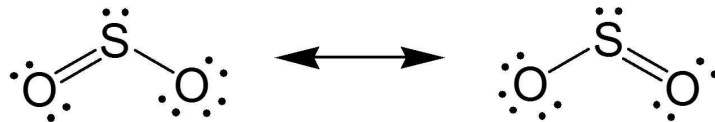
논제 II-2

이산화황(SO₂)의 가능한 루이스 구조식들을 나타내면 아래와 같다.



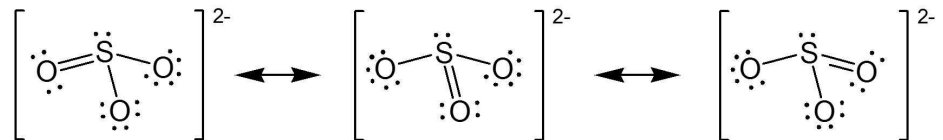
만약 이것이 이산화황(SO₂)의 구조라면 두 종류의 S와 O 사이 공유 결합들이 관측되어야 할 것이다. 하나는 결합 길이가 짧은 이중 결합이고, 다른 하나는 결합 길이가 긴 단일 결합일 것이다. 그러나 S와 O 사이의 공유 결합 길이는 단일 결합과 이중 결합의 중간 정도의 길이를 가지며 모두 동일하다는 것이 관측되었다. 따라서 보다 정확한 이산화황(SO₂)구조를 나타내기 위해서는 루이스 구조식을 일부 수정할 필요가 있다. 즉, 이산화황(SO₂)은 아래 두 가지 루이스 구조식 중 어느 것도 아니며 두 구조의 평균이라고 생각할 수 있다. 실제 이산화황(SO₂) 분자는 아래 두 가지 루이스 구조의 혼성으로 나타낼 수 있다. (이 때 공명이 일어난다고 한다.)

이산화황(SO₂):



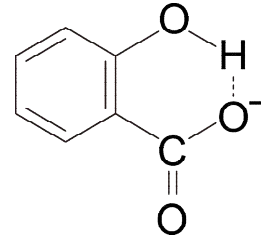
마찬가지로 아황산 이온(SO₃²⁻) 분자도 아래 세 가지 가능한 루이스 구조의 혼성으로 나타낼 수 있다.

아황산 이온(SO₃²⁻):



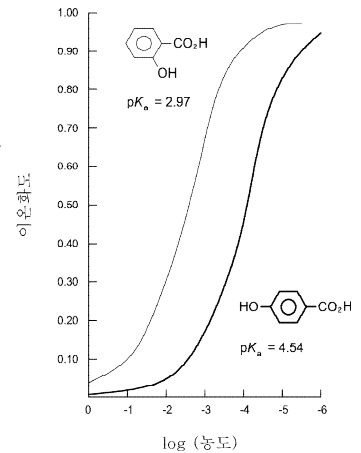
논제 II-3

산의 세기는 이온화상수(K_a) 값으로 나타낼 수 있다. 따라서 이온화상수가 가장 큰 하이드록시벤조산 이성질체는 산의 세기가 가장 큰 산이다. 산의 세기는 복잡한 요인에 의해 결정되지만, 일반적으로 산에서 수소 이온(H^+)을 떼어내는 용이함의 정도와 수소 이온이 떨어져 나와 생성된 짝염기 이온의 안정성에 의존한다. 이로 인해 산의 세기는 수소 원자(H)와 수소가 결합한 원자(A) 간의 결합(H-A) 에너지나 수소와 결합한 원소의 전기 음성도 등에 의해 결정되는 것이다. 하이드록시벤조산의 이성질체 중 생성된 짝염기 이온의 안정성을 살펴보면 다른 두 구조 이성질체와는 달리 오른쪽 그림에 나타낸 바와 같이 *o*-하이드록시벤조산만이 분자 구조 상 분자 내부의 수소 결합이 가능하여 생성된 짝염기 이온이 안정화됨을 알 수 있다. 이로 인해 세 가지 구조 이성질체 중 *o*-하이드록시벤조산의 산의 세기가 가장 크다. 따라서 이온화상수 값이 가장 큰 하이드록시벤조산 이성질체는 *o*-하이드록시벤조산이다.



논제 II-4

하이드록시벤조산의 이온화도(α)는 수용액에서 용해된 하이드록시벤조산의 전체 몰수에 대한 이온화된 하이드록시벤조산의 몰수의 비를 의미한다. 그런데, 하이드록시벤조산이 용해된 용액에 H_2O 를 가하여 농도가 묽어지면 르샤틀리에 원리(Le Chatelier's principle)에 의해 평형이 정반응 쪽으로 이동하여 이온화된 하이드록시벤조산의 몰수가 증가하므로 하이드록시벤조산의 이온화도(α)는 농도가 묽어질수록 커진다. 한편, *o*-하이드록시벤조산은 *p*-하이드록시벤조산 보다 강한 산이기 때문에 모든 농도에 대해 *o*-하이드록시벤조산의 이온화도는 *p*-하이드록시벤조산의 이온화도 보다 크다. 따라서 이러한 경향을 그래프로 나타내면 오른쪽 그림과 같다.



<논제 II> 생물**논제 II-1**

사회적 지위가 낮으면 심리적으로 부정적인 사회적 평가에 대한 두려움(사회적 불안)이 생길 수 있고, 생리적으로는 만성적인 스트레스(chronic stress)로 이어진다. 이에 따라 생체의 면역기능이 억제되어 감염성 질병에 쉽게 노출되고, 비만, 당뇨, 고혈압, 암을 비롯한 만성적인 질환으로 이어질 가능성이 커지며, 정신 기능도 빨리 쇠퇴하며 사망률도 증가하게 된다. [부연설명: 불안에 중요한 뇌 영역인 대뇌편도는 대뇌변연계(limbic system)의 일부로서 자율신경계 및 내분비계 조절에 중요한 시상하부와 밀접한 관련을 맺고 있다. 생명체는 위기(스트레스)의 순간에 생존가능성을 높이기 위해 교감신경계가 흥분하고 스트레스 호르몬을 분비하는 등, 신경내분비계가 작동하는데, 이 과정은 뇌, 골격근 및 심장으로의 혈류량을 높이는 반면, 다른 기관으로의 혈류량은 줄인다. 더불어 에너지 소모는 커지고, 심장 박동은 빨라지며, 혈압은 상승하는 등, 전형적인 교감신경 흥분의 증상이 나타난다. 성공적으로 일시적인 위기를 모면한 경우라면 생명체는 교감신경 흥분 및 스트레스 호르몬의 감소와 부교감신경의 작용 등으로 생리적 반응을 정상 때의 수준으로 되돌릴 수 있다. 그러나 스트레스가 만성적으로 지속될 경우에는 부교감신경이 우세할 때 활발해지는 소화기능, 세포의 유지와 보수기능, 면역기능, 성장과 생식기능 등이 모두 억제될 뿐만 아니라, 고혈압, 비만과 당뇨, 심장 및 뇌혈관 질환 등으로 이어질 가능성이 증가한다.]

논제 II-2

③번 명제: 두 조건 ‘p: 폐결핵 균이 있다, q: 폐결핵에 걸린다’에 대하여 ‘ $p \Leftarrow q$ ’

④번 명제: 두 조건 ‘p: 흡연을 한다, q: 폐암에 걸린다’에 대하여 ‘ $(p \nrightarrow q) \wedge (q \nrightarrow p)$ ’

논제 II-3

(1) [마]의 논리실증주의의 입장: 옹호. 명제 ①은 경험적인 ‘(통계적) 사실’로서 검증이 가능한 유의미한 관찰이며, 통계적 설명에 해당한다. [부연설명: 통계적 설명은 연역적 설명과는 달리 전제(‘사회적 지위가 낮다’)가 주어졌을 때 설명되어야 할 사건(‘질병과 사망’)이 필연적으로 발생한다는 것을 의미하지 않고, 그것이 발생할 가능성이 높거나 혹은 아마도 거의 확실하다는 것을 보여주는 것이다.]

(2) [바]의 화자(데카르트)의 입장: 비판. 명제 ①은 연역적으로 도출되지 않았고, 사안을 파악하기 위한 분석적(환원적) 방법이 사용되지도 않았으며, 모든 대안들을 빠짐없이 꼼꼼하게 고려한 것도 아니기 때문에 확실하게 참이라고 인식할 수 없(고 진리로서 받아들일 수 없다).

논제 II-4

통계를 활용한 역학조사를 통해 사회적 지위라는 환경적 요인이 건강에 미치는 효과를 보여준다는 점에서 명제①은 (유전과 환경 중) 환경적 요인의 중요성을 부각시키고 있다. 그러나 겉으로 드러난 표현형(높아진 유병률과 사망률)을 사회적 지위라는 단 하나의 환경적 요인만으로 설명하거나 강조하는 것은 지나친 단순화가 될 것이다. 유전적 요인(예: 질병에 대한 타고난 유전적 감수성)이 사회적 지위와 밀접하게 관련되어 있을 수도 있고, 사회적 지위와 관련된 다른 환경적 요인이 드러난 표현형에 더욱 직접적인 영향을 미치는 것일 수도 있다. 특정 표현형의 발현은 전적으로 유전적이거나 환경적인 요인에 의해 결정되는 것은 아닐 것이며, 유전자와 환경의 복잡한 상호작용의 결과로 보아야 한다.