

자연계열 I (오전) 문제 해설

평가 목표와 출제 의도

수학

[문제 1]

다양한 상황에서 발생하는 확률적 사건과 이와 관련된 확률 및 기댓값의 개념은 논리적 사고 및 의사결정에서 중요한 부분이다. 본 문제는 스마트폰 제조사와 손님유형이라는 두 가지 상황의 확률 구조에 대한 이해도와 각 상황에서의 판매점 매출액 구조를 기댓값 계산에 정확하게 반영할 수 있는지를 평가한다. 본 문제는 조건부확률과 이산확률변수의 기댓값에 대한 개념의 이해도를 평가하며 난이도는 중하 정도로 볼 수 있다.

[문제 2-1]

점에서 직선에 수선을 받을 내리는 과정을 이해하고 있는지 평가한다. 이 과정을 통하여 얻어진 수열의 합을 구할 수 있는지도 평가한다.

[문제 2-2]

벡터의 합을 이용하여 원의 자취를 나타내는 곡선을 매개 함수로 나타낼 수 있는지 평가한다. 매개 함수의 미분을 이용하여 주어진 기울기를 갖는 접점을 구하고 이로부터 접선의 방정식을 구할 수 있는지 평가한다.

[문제 3-1]

이차함수의 최대, 최소를 잘 이해하고 있는지 평가하기 위한 문제이다. 다양한 다항식의 연산을 적용하여 식을 간단히 할 수 있는지 평가한다. 좀더 구체적으로, x 에 대한 사차식으로 주어진 함수 $f(x)$ 는 사실 x 의 이차함수 $x^2 - 6x + 3$ 의 이차함수로 표시될 수 있는 함수이다. 식 중 a 가 들어 있는 항들을 묶어 $x^2 - 6x + 3$ 에 대한 식이 나오도록 확인하고, 이를 이용해 $x^4 - 12x^3 + 42x^2 - 36x + 11$ 을 $x^2 - 6x + 3$ 으로 나누면 원래 식을 $x^2 - 6x + 3$ 의 이차식으로 표시할 수 있다. 그 다음 그것을 완전제곱식으로 표시하면 언제 최솟값을 가지는지를 a 를 이용해 표시할 수 있고, 최솟값에 대한 문제의 조건을 이용해 a 를 얻어내는 문제이다.

[문제 3-2]

이항정리를 이해하고 이를 다양한 상황에 적용할 수 있는지 묻고 있는 문제이다. 삼각형의 무게중심의 좌표를 이용하여 이를 각 조합에 대한 식으로 표시한 후 조합의 성질과 이항정리를 이용하여 값을 잘 계산할 수 있는지 평가한다. 좀더 구체적으로, 주어진 삼각형의 무게중심의 좌표를 계산하고 그들의 합을 계산하면 각 좌표는 조합 ${}_{30}C_k$ 들의 합의 형태로 표시된다.

x 좌표는 $(1+x)^{30} = \sum_{k=0}^{30} {}_{30}C_k x^k$ 의 이항정리에 $x=1$ 을 대입하면 쉽게 구할 수 있는 형태이고, y 좌표는 일견 어려워 보

이지만 $\frac{n C_k}{k+1} = \frac{n+1 C_{k+1}}{n+1}$ 가 성립함을 알고 있으면, 역시 본질적으로 $(1+x)^{31} = \sum_{k=0}^{31} {}_{31}C_k x^k$ 의 이항정리에 $x=-1$ 을

대입한 형태를 이용하면 그 값을 계산할 수 있다.

생명과학

[문제 4-1] 우리 몸은 항상성을 유지하기 위해 호르몬의 분비와 세포막을 통과하는 물질의 이동 등의 생리 현상을 정교하고 일정하게 조절해야 한다. 이와 같은 생리 현상이 정교하게 조절되지 않았을 경우 중대한 질병이 걸리기도 한다. [문제 4-1]은 (a) 결과에서 나타난 혈액 내의 A 호르몬의 존재를 제시문 (가)에 나와 있는 항원-항체 반응을 통하여 측정 할 수 있다는 것을 인식 할 수 있음을 확인한다. 또한, 세포막을 통한 물질의 투과 현상 중 일반 확산과 촉진 확산을 그래프를 통하여 이해하고 있는지를 평가한다. 더불어 결과 (a)와 (b)를 통합적으로 분석하고, 이를 제시문에 근거하여 논리적으로 추론할 수 있는지를 평가하는 문제로서, 두 가지 서로 다른 실험 결과를 가지고 하나의 생명 현상을 통합적으로 이해할 수 있는지 논리적 사고력을 측정하고자 하였다.

[문제 4-2] 생체 내에서 다양한 기능을 하는 효소는 그 구조가 정확한 아미노산의 배열에 의해 이루어지고, 이러한 아미노산의 배열 순서는 유전자에 암호화 되어 있다. 문제에 주어진 자료들을 통합적으로 분석하여, 효소의 기능과 다양한 돌연변이와의 관계를 이해하는 것이 본 문제의 핵심이다. 그림(1)의 그래프를 해석하여 기질의 농도가 줄어드는 것을 효소의 반응 속도로 인지하고, 민수가 정상인임을 파악하여 그림(2)에서 주어진 민수의 DNA 유전 정보를 바탕으로 철수, 영희, 광수에서 발생한 돌연변이의 특성을 이해 할 수 있는지 확인한다. 또한, 주형 DNA로부터 생산되는 mRNA 유전 정보를 찾아내고, 이 mRNA가 단백질로 해독 되었을 때 어떠한 아미노산을 만들어 내는지 mRNA 유전 암호표를 이용하여 제시할 수 있다. 그림(2) 민수의 DNA 염기서열 안에 효소 활성 부위를 포함하고 있는데, 돌연변이 중에 효소 활성 부위를 만들지 못하는 경우, 효소 활성 부위의 아미노산이 다른 아미노산으로 바뀐 경우, 돌연변이가 발생했는데도 불구하고 아미노산이 바뀌지 않는 경우를 효소의 작용 기능과 연결하여 통합적으로 이해할 수 있는지 확인한다.

물리

[문제 4] 전하와 전기장, 전기력, 전위차, 축전기에 대한 이해는 물리를 공부하는 데 필요한 기본 개념 중 하나로 전자기학의 중요한 개념이다. 본 논술에서는 학생들이 수업에서 중요하게 다루어지는 축전기의 방전에 따른 전기장과 유전체로 채워진 축전기를 직렬 또는 병렬로 연결할 때 합성 전기 용량에 문제를 출제하였다.

[문제 4-1]은 충전된 축전기가 방전되어 저장된 퍼텐셜 에너지가 반으로 감소했을 때 축전기 내부의 전기장의 세기는 어떻게 변하는 계산을 하고 이러한 전기장이 형성된 공간에 놓여 있는 전하가 받는 힘인 전기력을 구하여 전기력의 비를 결정하는 문제로 전위차를 축전기가 방전되어 저장된 퍼텐셜 에너지로 나타내고 이를 이용하여 전기장과 전기력을 구하게 된다. 물리 문제에 대한 이해력과 응용 능력을 평가하는 문제이다.

[문제 4-2]는 유전체로 채워진 축전기의 전기 용량을 결정하고 축전기를 직렬 또는 병렬로 연결할 때 전기 용량을 결정하면 이를 이용해 유전체로 채워진 축전기의 전기 용량도 결정할 수 있다. 동일한 축전기를 직렬로 연결하면 합성 전기 용량이 작아지고 동일한 축전기를 병렬로 연결하면 합성 전기 용량이 커지므로 합성 전기 용량이 문제에서 제시된 조건을 만족하기 위해서는 가능한 연결의 종류는 논리적으로 하나 뿐이다. 연결의 종류를 먼저 결정하게 되면 각각의 합성 전기 용량을 계산을 통해 결정하고 문제에 주어진 조건에 따라 유전율의 비율을 결정한다. 유전체로 채운 축전기의 연결에 대한 이해력, 논리적 사고력, 응용 능력 및 계산 능력을 평가하는 문제이다.

화학

[문제 4]

본 논술고사에서는 고등학교 화학 교과과정의 전반적인 내용을 평가하고자 하였다. 화학의 언어에 해당하는 화합물의 조성, 화학식, 화학 반응 등 양적 관계에 대한 이해와 아름다운 분자 세계에 관련된 분자의 구조, 탄소화합물의 다양성 및 구조적 특징에 대한 통합적인 성취도를 평가하고자 하였다. 또한, 물질 변화와 에너지에 관련하여 화학 반응을 통하여 출입하는 열, 에너지 보존, 자유 에너지와 반응의 자발적 변화 등의 기본 지식에 대한 이해도를 평가하고자 하였다.

[문제 4-1]은 제시문에서 제공하는 정보를 정확하게 숙지하여 실린더 내부에 있는 두 기체의 분자 개수, 부피, 몰수 등 양적 관계를 이해하여 실험식과 분자식을 논리적으로 찾아내고, 분자식을 바탕으로 탄화수소의 가능한 구조식을 제시하며, 탄화수소 내의 탄소 사이의 결합각을 조사하여 실제 실린더 내부에 존재하는 탄화수소를 찾아낼 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

[문제 4-2]는 화학 I에서 다루는 화학 반응, 화학 반응식, 양적 관계, 화학 II에서 다루는 화학 반응 중 열의 출입, 헤스 법칙, 반응의 자발적 변화 등에 대한 전반적인 이해도를 평가하는 문제이다. 제시문의 내용을 이해하여 흑연과 다이아몬드의 연소 반응식을 나타내고 연소 반응에서 1몰당 생성된 연소열을 구하며 헤스 법칙을 이용하여 반응의 엔탈피를 논리적으로 구하는 능력에 대한 평가를 하고자 하였다. 또한 제시문에 있는 내용을 바탕으로 엔트로피 변화와 엔탈피 변화 및 자유 에너지 변화를 계산하고, 반응에 있어서 자발적 변화의 방향을 설명할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.