2012학년도 수시모집 자연계 B 논술 출제의도와 문제해설

2012학년도 고려대학교 수시모집 자연계 B 논술시험이 2011년 11월 19일 시행되었다. 2011학년도 자연계 논술은 수리 및 물리, 화학, 생물, 지학이 출제되었다.

이번에 실시된 수시모집 자연계 B 논술 시험의 특징은 다음과 같다.

1. 출제범위는 선택과목으로 인한 문제점을 고려하여 과학 과목의 경우 과학 과목 I의 내용을 기본으로 하였다.

논제 해설

논제 1

행렬의 기본적인 성질을 이용하여 점화식 수열을 행렬 사이의 관계식으로 나타낼 수 있는가를 평가하도록 출제하였다. 두 수열이 점화식의 형태로 주어져 있을 때, 이 점화식을 이차 정사각행렬들 사이의 관계식으로 나타내고 이를 이용하여 좀 더 일반적인 경우의 관계식을 유추하고 논리적으로 정확하게 설명할 수 있는가에 초점을 두었다.

논제 2

고교 과정 중 함수의 연속, 피타고라스 정리, 부채꼴의 호의 길이,공간도형과 등의 수학과정을 포함하였다.

여러 개념을 통합한 문제를 출제하였고 기본 개념에 대한 이해도와 계산능력을 측정하고자 하였다. 제시문의 이해를 돕기 위해 그림을 추가하였다. 또한 문제를 파악할 때 오해를 방지하기위해 부연설명 (단, 경로는 윗면의 경계 또는 밑면의 경계의 일부를 포함할 수 있다.)을 하였다.

(a)는 경로가 최단거리를 가지게 되는 경우에서 특수한 경우 ($x=2$)를 생

각해 봄으로써 주어진 문제를 구체적으로 접근할 수 있도록 도와준다. 문제를 풀기위해서는 직원뿔대의 전개도를 그려보고 윗면과 밑면의 원주를 구하고 부채꼴의 각과 반지름 그리고 호의 길이의 관계를 이용하여 최단거리는 구한다. (b) 는 경로의 최단거리는 x의 함수로 x에 따라서 답의 형태가 달라진다. 이는 (a)번의 문제를 푼 후에는 충분히 유추할 수 있는 문제이다. (c)는 $x=6$에서 해의 형태가 달라진다는 것에 대한 힌트이다. 또한 해를 올바르게 유도하였는지 자가 검토할 수 있는 문제이기도 하다.

논제 3

(a)는 가속기는 현대 순수 과학 분야 뿐 아니라 의학 분야에도 환자 치료용으로, 많이 쓰이는 중요한 장치이다. 본 문제는 이러한 가속기에 대한 기본 원리를 이해 할 수 있도록 작성되었다. 본 문제를 풀기 위해서는 고등학교 교과 과정에 잘 설명되어 있는 운동 역학과 전자기학 부분에 대한 다양한 지식을 요구하고 있다. 특히 전하 입자가 균일한 자기장에서 원운동을 한다는 지식이 필요하고 이를 역학에 응용하여 운동 거리 및 속도를 계산하는 것이 핵심 사항이다.

문제에서는 전하 입자의 전하량, 질량, 전압 차이를 주고 다양한 물리량, 즉, 반경, 위치, 그리고 전압 인가 주기에 대하여 풀이 하는 것을 요구한다. 임의의 입력 값에 대해서도 인가전압 주기는 일정한 상수가 되는 것을 유도해 내는 것도 요구한다. 이를 통하여 고등학교 교과 과정에 있는 중요한 개념들을 잘 이해하고 있는지를 파악하는 것이 본 문제의 핵심 사항이다.

(b)는 물리학 분야에서 가장 먼저 개척된 역학에서 가장 중요한 개념 중에서 역학적 운동량 법칙과 에너지 보존 법칙이 있는데 이에 대한 학생들의 이해도를 테스트 한다. 완전 탄성 충돌이라는 물리학적 상황에서는 운동량 및 에너지 모두 보존이 된다는 기초 지식을 테스트 하는 것이 본 문제의 핵심이다. 그리고 임의의 시간이 흐른 후 충돌하게 되는 조건이 어떻게 전개되는가에 대한 질문도 포함되어 있다. 이는 역학 분야에서 가장 기초적으로 다루어지는 분야로 여겨지며 이에 대한 학생들의 이해도에 대한 문제이다.

논제 4

논제 4(화학 논술 문제)에서 물질의 구조와 반응성에 관한 문제로 고교 교과과정인 화학 I, II에서 다루고 있는 기체의 성질, 기체의 용해도, 분자의 구조 및 극성, 수용액에서 산과 염기의 이온화반응, 산-염기 중화반응, 용액의 산도 등에 대해서 통합적 이해력과 논리적 분석력을 측정하고자 하였다. 기체 분자의 극성이 달라짐에 따라 물에 대한 용해도가 달라지는 것을 논리적으로 예측할 수 있고, 용해된 기체가 물과 반응해서 산성과 염기성이 되는 과정을 이해하고, 산성 용액과 염기성 용액이 섞이면 산-염기 중화반응이 일어나는 것을 이해하고, 산-염기 중화반응이 끝났을 때 용액의 산도(pH)를 논리적으로 예측할 수 있는지를 평가하고자 했다. 또한, 이를 통해서 산성 용액과 염기성 용액의 성질을 이해하고, 산-염기 중화반응은 수소이온(H^+)과 수산화이온(OH^-)이 일대일(1:1)로 반응하여 물을 생성하는 반응으로 평형상수(1.0×10^{14})가 커서 반응이 완결됨을 이해하고 있는지를 평가하고자 했다. 용액의 산도는 가장 많이 녹아 있는 화학종에 의해서 결정된다. 중화반응이 끝났을 때 용액 내의 주요한 화학종을 결정하고, 또한 주요한 화학종의 이온화반응을 통해서 용액의 산도를 예측할 수 있어야 한다.

제시문 (마)에서는 분자구조와 극성을 어떻게 논리적으로 결정할 수 있는지 설명하고 있다. 고등학교 교과과정에 나와 있는 전자쌍 반발 원리를 적용하여 분자 구조를 예측하고, 원자의 전기음성도 차이를 이용하여 분자 내 결합의 극성을 예측할 수 있으며, 이 두 가지 개념을 이용하여 분자가 극성인지 무극성인지 결정할 수 있어야 한다.

제시문 (바)에서는 서로 다른 화합물이 섞일 때, 분자의 극성이 중요한 역할을 함을 설명하고 있다. 이를 기체의 용해도에 적용할 수 있어야 한다. 따라서, 기체 분자가 극성 분자인 물에 용해될 때, 기체 분자가 무극성이면 용해도가 작을 것이고, 기체 분자가 극성이면 용해도가 클 것이라는 것을 예측할 수 있어야 한다.

제시문 (사)에서는 무극성분자인 이산화탄소와 극성분자인 암모니아가 물에 용해도될 때 용해도의 차이가 있음을 보이고 있다. 또한, 이산화탄소가 물에 용해되면 탄산(H_2CO_3)이 생성된다. 탄산은 해리되어 수소이온(H^+)이 생성

되고 산성 용액이 만들어진다. 암모니아가 물에 용해되면 수산화 이온(OH^-)이 생성되어 염기성 용액이 된다. 산-염기 중화반응은 고등학교 교과과정에 나오는 중요한 화학반응 중에 하나이며, 산도(pH), 산의 이온화 상수(K_a), 염기의 이온화 상수(K_b), 물의 이온곱 상수(K_w) 등의 산-염기 평형에 관련된 성질을 정확하게 이해하고 있어야 한다.

제시문 (아)에서는 위의 제시문에서 설명한 개념을 이해하고 활용할 수 있는지를 평가하기 위한 실험 장치를 설명하고 있다. 막혀 있는 중간밸브로 분리된 두 용기 각각에 증류수 0.50 L가 채워져 있고, 왼쪽 용기에 무극성 기체 분자인 이산화탄소가 2.24 L(0.10 mol) 채워져 있고, 오른쪽 용기에는 극성 기체 분자인 암모니아가 2.24 L(0.10 mol) 채워져 있다. 이 실험 과정을 통해서, 기체의 용해도, 산과 염기의 이온화반응, 산-염기 중화반응, 용액의 산도에 대해서 충분히 이해하고 있어야 한다.

논제 5

논제 5의 제시문 (자)-(타)는 고등학교 생물 I 교과과정에 포함된 감각과 신경계에 관한 내용을 기초로 뉴런 간의 시냅스 전달, 축색의 전도도 그리고 피부 감각의 전달 등에 관한 정보를 담고 있다. 또한 생물 I의 순환계에서 소개되는 면역반응의 이해를 기반으로 하는 자가면역질환의 정의에 대하여 정보를 제시한다. 논제의 3개 문항은 이 제시문을 바탕으로 수험생의 교과과정의 이해도와 주어진 정보의 분석 및 논리적 사고력을 평가하기 위한 의도로 출제되었다.

문제 (a)는 활동전위의 발생 과정에 대한 이해를 바탕으로 주어진 막전위 변화의 결과를 분석하여 이를 바탕으로 제시문 (자)에서 언급된 시냅스 전도의 특성 (화학적 혹은 전기적)을 예측하도록 하였다. 전기적 시냅스와 화학적 시냅스의 시간적 특성의 차이 및 방향성 등에 대한 이해와 데이터를 해석하는 능력 등을 통합적으로 알아보고자 하였다. 실험 결과를 바탕으로 사실을 추론하는 과학적 사고력을 갖추고 있다면 어렵지 않게 풀 수 있는 문제이다.

문제 (b)는 제시문 (자)에서 주어진 근육 조절에서의 시냅스 전달의 역할 및 과정에 대한 정보와 (차)에 주어진 자가면역질환의 정의를 바탕으로 질병의 원인을 추론하는 문제이다. 면역체계의 기본적 이해와 주어진 정보를 분석하는 능력을 알아보고자 하였다. 암기에 의한 지식의 양보다는 주어진

정보를 해석하는 능력의 측정에 주안점을 둔 문제이다.

문제 (c)는 제시문 (카)에 주어진 식과 제시문 (타)에 주어진 감각 전달 과정에 관한 내용을 통합하여 추론하는 문제이다. 수식을 이용한 계산을 요구하는 것이라기보다는 수식으로부터 관계성을 추출해 내고 이를 주어진 현상에 적용할 수 있는 분석력을 측정하고자 하였다. 전도도에서의 축색 지름 및 막저항의 역할을 수식으로부터 알아내기만 하면 매우 쉽게 풀 수 있는 문제이다.

논제 6

과거 지구환경 변화의 기록을 분석하여 제안된 “철 가설”을 소재로 하여 “철을 바다에 비료로 주어 기후변화를 해결한다”는 지구공학적 방법을 유추하는 문제이다. 지구과학 I과 공통과학의 개념을 이해하고 있으면 주어진 그래프와 제시문 내용을 활용하여 답할 수 있는 전형적인 통합 과학논술 유형에 속한다.

지구과학 I의 I단원 하나뿐인 지구 내 2. 지구의 구성 중 지구환경의 구성 요소와 그 사이 상호작용의 큰 틀에 대한 이해를 3. 지구환경의 변화 즉 과거의 기후변화 기록을 이해하는데 활용하고 미래의 기후변화에 연계하여 대처 방안을 유추하도록 유도하였다.

제시문 (파) 해설

1) 지구환경 구성 요소, 즉 지각-대기-해양 간의 생지화학 상호작용을 철(Fe) 원소를 예로 설명하는 제시문으로 문제의 틀을 제공한다. 철은 무기작용 뿐 아니라 생물작용에도 관여하여 지구의 생지화학 순환의 중요성을 가장 잘 표현할 수 있는 대표적인 원소이다.

2) 철은 지각에서 기원하여 먼지(dust)로 대기의 순환에 의해 이동되어 해양에 떨어져 생물에게 필요한 철 성분을 공급하게 된다. 이라한 철의 지각-

대기−해양을 통한 생지화학 순환에 대한 구체적인 현상을 황사를 예로 들어 설명한다.

3) 철의 화학적 특성에 대한 설명으로 철의 용해도가 매질 특성에 따라 달라짐을 나타낸다. 해양에서는 철의 용해도가 매우 낮아 생물에게 흡수될 수 있는 철의 농도는 매우 낮다. 하지만 산성물질이 함께 존재하는 경우 철의 용해도를 증가시켜 생물에게 흡수될 수 있는 철의 농도가 증가할 수 있음을 지시한다.

4) 대기중 황과 질소의 산화물이 산성물질로 변환되는 과정에 대한 설명이다. 위의 철의 용해도 증가와 관련되어 황과 질소의 산화 과정과 황의 산호 과정에서 H_2O (기체상과 액체상 모두)의 역할이 중요하다는 것을 보여준다.