2011학년도 수시모집 자연계 A 논술 출제의도와 문제해설

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

이번에 실시된 수시모집 자연계 A 논술 시험의 특징은 다음과 같다.

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

2. 고교 과학교육 및 공교육의 정상화를 돕기 위해 제시문과 논제에 사용된 소재와 개념은 이미 중·고등학교 교과서를 통해 익숙하게 다루어지는 것들로 택하였으며, 충실한 학교교육을 받은 학생이라면 충분히 풀 수 있는 문제들을 출제하였다.

논제 해설

논제 1

고등학교 수학에서 기초적인 개념을 이해하고 주어진 조건들을 분석하여 논리적인 결론을 도출할 수 있는지를 평가하도록 출제하였다. 이 논제를 해결하기 위해서 직선의 기울기의 의미를 이용하여 주어진 조건에 해당하는 두 함수의 관계식을 찾을 수 있어야 하며, 이와 함께 이차함수의 미분계수의 성질을 그래프 상에서 적절하게 조합하여 직접적인 계산 없이도 주어진 두 각이 같음을 정성적으로 설명할 수 있어야 한다.

논제 2

고등학교 자연계 수학교과과정에서 다루는 공간도형, 공간벡터, 내적, 함수의

극한 등의 개념을 잘 이해하고 활용할 수 있는지 측정하고자 하였다.

본 논제에 답하기 위해서는 먼저 공간 개념을 활용하여 주어진 각의 삼각비를 찾아야 한다. 또한 공간좌표를 이용하여 벡터의 내적을 구하는 방법을 알고 잘 활용할 수 있어야 한다. 평면에서 이차곡선에 대한 이해와 함수의 극한 이론을 바탕으로 논제에서 요구하는 답을 얻을 수 있다.

본 논제의 해결을 위해서는 수학 교과과정에서 다루는 여러 가지 개념들을 잘 이해하고 활용할 수 있는 종합적인 능력이 필요하다.

<u>논제 3</u>

제시문 라는 고등학교 물리 I과정에서 배우는 등가속도 운동과 등속 원운동을 응용하여 물체의 운동을 물리적으로 이해할 수 있는 능력을 판단하고자 출제 하였다. 특히, 자유낙하 하는 물체가 바닥과 완전 탄성 충돌할 경우 매번 충돌할 때까지 걸린 시간 및 거리의 주기성과 등속 원운동 하는 물체의 회전 주기를 연결하여 원 운동하는 미지의 물체 속도를 구함으로써 기초적이면서도 약간의 복잡한 운동을 해석할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 특히 물리량들의 크기를 구체적으로 구할 수 있는 능력도 함께 평가할 수 있게 하였다. 물리학에서 가장기초적인 물체의 운동을 명확히 이해하고, 물체의 위치 좌표를 읽고 이해하며 벡터 물리량의 크기와 방향을 명확히 파악할 수 있으면 좋은 답안을 작성할 수 있다.

(a): 반복적으로 지유 낙하하는 물체의 이동시간과 등속 원운동하는 물체의 운동 주기를 이용하며 원 운동하는 물체의 속력을 구해 가장 기본적인 물체의 운동을 이해하는 지 평가한다.

(b): 직선 운동하는 물체와 원 운동하는 물체가 완전 탄성 충돌 시 합쳐진 물체의 운동량은 충돌전과 비교하여 보존된다. 충돌 후 속도 벡터의 크기를 구해 운동량의 크기의 값을 구할 수 있는 지 평가한다.

제시문 마는 물리 I 및 II 과정의 현대물리 영역에서 다루는 보어의 원자모형과 광자의 흡수방출 및 이 과정에서 광자의 운동량이 원자에 전달될 때

운동량 보존 법칙을 이용하여 원자의 운동 상태를 조작할 수 있는 방법을 응용하여 학생들의 현대물리학의 핵심기초 과정을 이해하고 있는 지 평가하고자 하였다. 질량이 없는 광자들도 운동량을 가지고 있으며, 광자가 원자에 흡수 될 때 운동량 보존법칙이 동일하게 적용되어 원자의 운동 상태를 조작할 때 필요한 기본 물리를 이해하면 이 문제를 쉽게 해결할 수 있어서 높은 점수를 받을 수 있다. 원자세계에서 보존되는 운동량의 크기와 거시적인 규모에서 운동량이 보존되는 운동에서 운동량의 크기를 정량적으로 구할 수 있는 능력도 함께 평가하고자 하였다.

(c) 보어 모델로 설명되는 수소원자에서 광자가 하나 흡수되면 흡수 전과 후에 에너지 및 운동량이 보존된다. 이때 운동량 보존 법칙을 이용하여 정지해 있던 수소원자의 속도를 구할 수 있는 지 평가한다.

(d) 수소원자가 연속적으로 광자를 흡수할 때 속력 V로 운동하던 수소원자의 속도의 방향을 바꿀 수 있다. 주어진 수소원자의 파라미터를 이용하여 방향을 바꾸기 전까지 몇 개의 광자가 흡수되고, 얼마의 시간동안 그리고 얼마만한 거리를 이동했는지 구할 수 있는 능력을 평가한다. 마지막으로 수수원자의 가속도의 크기가 중력가속도의 크기와 비교할 수 있는 지 평가한다.

논제 4

고등학교 화학과정에서 중요하게 다루고 있는 산화-환원 반응, 몰 개념, 기체분자 운동론에 대한 이해도 및 논리적 분석력을 측정하고자 하였다. 화학이라는 학문에서 가장 중요한 능력 중 하나는 주어진 데이터에서 최대한의 정보를 도출하는 것이다. 하나의 현상을 설명할 수 있는 가능한 다양한 해답을 차례로 소거해 감으로써 그 현상의 실체적인 진실에 도달할 가능성을 높일 수 있는데 화학이라는 학문도 그에 다른바 없다. 또한 하나의 불완전한 방법으로만 특정 현상을 해석하는 것은 치명적 과학적 오류를 낳을 수 있으므로 과학자는 언제나 자신이 사용할 수 있는 최대한의 다양한 기법을 이용함으로써 오류의 가능성을 줄이려고 노력해야 한다.

제시문 (바) 와 (자) 는 화학실험과 법의학에서 일반적으로 쓰이는 불완전하나 유용한 지시반응에 대하여 설명하고 있고 이들 테스트의 불완전함을

인지하는 것이 중요하다는 것을 주장하고 있다. 제시문 (사)는 고등학교 교과과정에 나오는 기체분자 운동론의 결과를 설명하고 있다. 제시문 (아)는 화학자가 원소분석이라는 기법 및 기체분자 운동론의 응용을 통한 분자량 측정을 통하여 이 분자가 C_4H_8 이라는 분자식을 가지고 있다는 것을 밝혀내고 이 분자가 가질 수 있는 두 가지 구조 alkene 또는 cyclic alkane 중 어느 구조가 맞는지를 MnO_4^- 를 이용한 지시반응을 통하여 검사하는 내용을 다루고 있다.

(a)는 주어진 제시문에서 다루어진 반응이 산화-환원 반응임을 인식하고 산화-환원 반응식을 완성할 수 있는지 묻고 있다. (b)는 화학에서 가장 중요한 개념인 몰과 분자량의 의미를 알고 있는지와 이를 이용하여 주어진 식에서 기체분자 속도와 분자량간의 상호관계를 유도할 것을 요구하고 있다. (c)은 (a)에서 유도된 산화-환원 반응식에서 유기화합물 종만 바꾸어 새로운 산화-환원 반응식을 쓸 수 있는지, 즉 특정한 내용에서 일반성을 도출할 능력을 묻고 있다. (d)는 제시문 (바) 와 (자)가 실제로는 똑같은 일반적인 결론을 내리기 위한 서로 다른 예에 지나지 않음을 파악할 것을 요구하고 있다. 마지막으로 (e)는 '화학자가 다양한 실험 기법을 통하여 alkene 또는 cyclic alkane 이외에는 다른 구조를 가질 수 없는 C_4H_8 이라는 분자식을 도출하였고, 이러한 전제조건 하에서 이 화학자는 대상 화합물과 MnO_4^- 간의 지시반응 만으로도 이 화합물이 alkene 이라는 구조식을 가짐을 알 수 있다'는 사실을 화학자의 관점에서 볼 수 있는지를 묻고 있다.

논제 5

논제 5의 제시문은 고등학교 교과서 생물 1의 '유전', 생물 2의 '유전자와 형질발현'과 '암의 정복'에 나오는 내용으로, 암세포의 발생에 중요한 역할을 하는 발암유전자와 암억제유전자에 대한 개념과 이 유전자들에 의한 비정상적인 단백질 발현이 암세포 발생에 어떻게 영향을 미치는지 원리를 설명한 것이다. 세포 성장 과정은 다양한 단백질들이 관여하여 조절되며, 암유전자가 발현한 비정상적인 단백질 또는 암억제유전자의 이상에 의한 변형된 암억제단백질은 세포의 무절제한 성장을 유도하여 암세포 발생의 원인이 된다. 제시문에 설명되어 있는 발암유전자와 암억제유전자의 작용 원리를 올바로 이해하고 성장을 조절하는 단백질들의 기능을 파악하여 암세포가 발생할 수 있는 원인을 논리적으로 표현할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 암세포

발생에 관한 생물학적 실험 결과를 제시문에 근거하여 해석할 수 있는지 평가하고자 하였다. 생물 1에는 없는 내용이 있지만 제시문을 통해 충분히 용어 및 개념들이 설명되어 있으므로, 생물 2를 배우지 않은 학생들도 제시문을 올바로 이해한다면 풀 수 있는 문제이다.

논제 6

지구과학에서는 지구환경에 있어 가장 중요한 지질과정의 하나인 지각물질의 풍화가 토양 생성과 물의 화학적 특성 결정에 어떻게 영향을 주는지를 묻는 문제로 출제하였다. 특히, 통합과학적인 성격이 강한 지구과학의 문제해결에 있어 가장 핵심이 되는 논리적 분석능력을 평가하기 위하여, 지구과학의 기본 개념 및 학습 내용에 관해 제시한 자료(표와 그림)에 대하여 과학의 기본원리를 응용하여 추론하고 해석하는 문제를 구성하였다.

고등학교 지구과학 I 교과과정의 핵심 내용을 구성하고 있는 여러 지구환경 문제 중에서 특히 '광물과 암석으로 구성된 지각물질의 풍화가 토양, 유용광물, 그리고 물의 생성과 특성 결정에 있어 얼마나 중요한지 그리고 이들이 어떻게 연결되는지'를 과학의 기본 개념을 활용한 통합과학적 사고로 이해하고 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.
지각물질 중 가장 중요한 규산염광물의 화학적 풍화반응에 관한 일반화된 반응식, 풍화된 토양과 신선한 암석의 분석 자료, 지하수의 화학성에 관한 분석 자료, 광물의 반응속도에 관한 실험 자료를 제시하고, 1) 다양한 원소들의 결합으로 이루어진 화합물인 광물이 물에서 용해될 때, 광물 구성 원소 간의 결합 특성(이온성 결합의 상대적 크기)을 평가하여 풍화과정 중의 원소별 용해 정도(이동성)를 추론하는 과정, 2) 주어진 풍화 반응식에 대하여 화학의 기본 원리인 르샤틀리에 법칙을 적용하여, 지구화학 반응의 방향과 정도를 조절하는 주요 환경 요소(인자)들, 그리고 그러한 인자를 만족시키는 환경 조건을 추론하는 과정, 3) 다양한 용해 반응 속도를 갖는 상이한 광물들로 구성된 2가지 화성암이 분포하는 지역에서의 지하수의 화학성 차이를 평가하고, 그 이유를 암종별 주요 구성광물의 원소 조성과 용해 정도로부터 추론하는 과정, 4) 화석연료의 사용 증가에 따른, 즉 황 산화물과 질소 산화물의 다량 용해에 기인한 산성비가 암석의 풍화반응을 촉진하여 석조문화재의 손실을 유도할 수 있음을 이해하는 것 등을 단계별로 물어 보았다. 개별

문항들은 상호 밀접하게 연계되어 있으므로, 통합분석과 논리 전개 능력이 요구되며 또한 주어진 자료에 관한 과학적 분석 능력도 평가 대상이 된다.