



2011 성대로 가는 길

논술 가이드 북

SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY

목 차

I. 성균관대학교 논술고사의 특징

1. 인문계 논술 문제 유형
2. 자연계 논술 문제 유형

II. 2011학년도 모의논술고사와 해설

1. 인문계 모의논술
2. 자연계 모의논술

III. 2010-2009학년도 논술고사 문제와 해설

1. 인문계 수시논술
2. 자연계 수시논술

I. 성균관대학교 논술고사의 특징

본교는 그 동안 ‘정상적인 학교 교육을 통해 대비 가능한’ 논술고사를 표방해 왔다. 이를 위해서 논술고사의 출제 패턴을 일정하게 유지하고, 고교 교과 과정 안에 나와 있거나 혹은 그와 관련된 내용을 주제로 채택하고, 제시문의 가독성을 충분히 고려하고, 난이도를 적절히 유지하는 등 가능한 한 수험생의 입장을 많이 고려하고자 하였다. 뿐만 아니라 수시 2학기 전형에서 절대적 비중을 차지하는 논술고사의 변별력 그리고 채점의 공정성을 확보하기 위해서도 꾸준히 노력해 왔다. 이러한 점들이 반영된, 성균관대학교 논술고사가 지니는 일반적 특징은 아래와 같다.



첫째, ‘**통합교과적**’이다. 성대 논술의 통합교과적 성격은 제시문 및 자료, 그리고 주제와 접근 방식에서 드러난다. 우선, 제시문 및 자료의 측면에서 보면, 성대 논술은 문헌 텍스트 뿐만 아니라 그림, 표, 수치 데이터, 사진 등 다양한 텍스트를 제시하고 이에 대한 올바른 해석을 요구한다. 이를 통해 수험생의 통합적 문해 능력을 평가하고자 한다. 또한 성대 논술고사는 대체로 ‘여러 학문 분야에서 접근 가능한 통합적 이슈’를 주제로 채택해 왔다. 인문계의 경우, 인문학과 사회 과학, 혹은 사회 과학들 상호 간의 통합적 접근이 가능한 문제를 논제로 삼는 경우가 많았다. 이는 자연계의 경우도 마찬가지다. 생물과 화학, 물리와 수학, 물리와 공학, 화학과 공학 등 근접 학문의 지식들 간의 자연스런 통합이 요구되는 문제가 자주 출제되었다. 어떤 학문적 이슈이든지 깊이 들어가면 근접한 학문 영역과 만나기 마련이다. 따라서 통합교과형 논술은 비판적 사고에 기반한 통합적, 창의적 사고 능력을 평가하고, 또 수험생의 심화학습 정도 혹은 학습 수준을 변별하는 데 필수적인 요소라고 할 수 있다.

둘째, ‘**문제해결적**’이다. 성대 논술 고사는 순수히 작문 능력만을 평가하는 글짓기 시험이

아니다. 성대 논술은 주로 ‘비판적 사고에 기반한 문제해결 능력’을 평가하고자 한다. 텍스트의 분석 및 독해 내용, 이를 활용한 실제적 문제 해결 그리고 그 내용을 설득력 있게 표현하는 서술방식 등이 주된 평가 항목이다. 실제로 출제되는 문제 유형도 이를 충실히 반영하고 있다. 수험생이 자신의 생각으로 완성된 전한 글을 써내려 가는 형태가 아니라 한 두 단락으로 이루어진 답안글을 여러 개 써야 하며, 각 답안글은 출제자가 요구하는 문제 해결 내용을 충실히 담아야 한다.

셋째, ‘**형식과 분량이 자유**’롭다. 수험생의 폭넓고, 깊이 있으며, 창의적인 사고를 통한 문제해결을 유도하기 위해 형식적 제약 없이 자유롭게 글을 쓰도록 허용한다. 뿐만 아니라 답안글의 분량을 제한하지도 않으며, 원고지를 사용하지도 않는다. 심지어 필기도구도 자유다. 다만 고사시간 만큼은 120분으로 제한한다.

1. 인문계 논술 문제 유형

인문계 논술은 수험생이 인간 및 사회에 대한 깊이 있고, 폭넓은 이해를 추구하는 인문학 및 사회과학적 탐구의 기본 소양 및 자질을 갖추었는지 그리고 학문적 성취의 가능성을 지녔는지를 심층적으로 평가하기 위한 시험이다. 따라서 인문계 논술고사는 인문학 또는 사회과학적 탐구의 성격을 반영하여, 인문학 및 사회과학의 다양한 텍스트에 대한 독해 및 분석 능력 그리고 그 결과를 활용하여 실제적인 문제들을 해결하는 능력, 그리고 이러한 모든 내용을 설득력 있게 표현하는 서술 능력을 평가하는 시험이다.

이에 따라 인문계 논술고사는 대체로 아래의 다섯 가지 유형의 글들을 쓰도록 출제된다. 이 다섯 개의 유형들은 개별 문항으로 나뉘어 나오기도 하며, 두 개 이상의 유형들이 합쳐진 복합 문항으로 출제되기도 한다.



첫째는 **요약형**으로, 인문학 및 사회과학의 원리적 견해 혹은 이론을 담은 글들을 제시문으로 주고, 그 핵심 내용을 축약적으로 서술하게 하는 유형의 문제이다.

둘째는 **평가형**으로, 특정 제시문을 직접 지지 혹은 비판하거나 또는 통계표와 그림과 같은 자료를 활용하여 제시문의 견해를 반박하거나 지지하는 글을 쓰게 하는 유형의 문제이다.

셋째는 **설명형**으로, 그림이나 통계적 자료를 통해 어떤 현상이나 사실을 제시하고 그것을 제시문 속에 들어 있는 원리적 견해나 이론에 근거하여 설명(예측)하도록 하는 문제이다.

넷째는 **대안제시형**으로, 전체적인 논의 주제와 밀접한 연관성을 지니는 어떤 현안 혹은 문제 상황을 주고 이에 대한 수험생의 견해나 해결책을 제시하게 하는 유형의 문제이다.

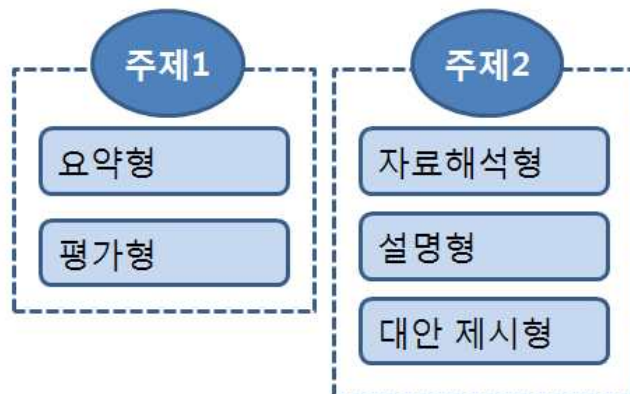
다섯째는 **자료해석형**으로, 통계자료나 도표, 그림과 같은 다양한 텍스트의 의미를 파악하게 하는 유형의 문제이다. 이 유형은 독립적으로 출제되기 보다는 평가형이나 설명형 문제의 부분으로 출제되는 경우가 많다.

또 이상의 다섯 가지 문제 유형은 아래의 출제 패턴에 따라 다양한 문항 조합을 구성할 수 있다. 아래는 두 가지 출제 패턴에 따른 위 문제 유형들의 조합 방식을 보여준다.

출제 패턴 (Ⅰ)



출제 패턴 (Ⅱ)



서로 다른 주제로 문항들의 조합을 만들 수 있음

2. 자연계 논술 문제 유형

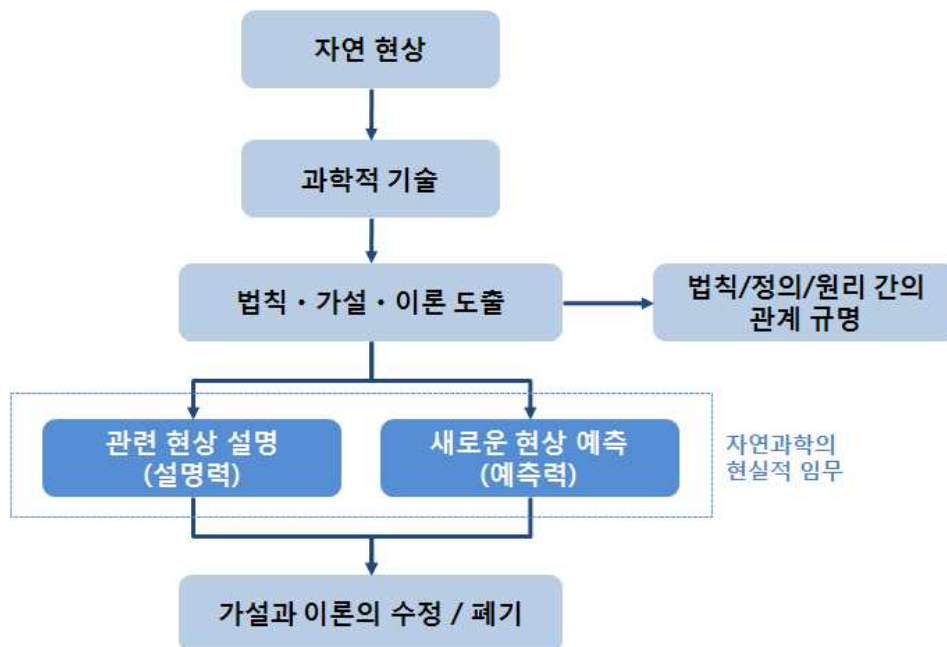
대학별 고사로서 자연계 논술은 수험생이 자연과학 및 공학 등 이공계 분야의 탐구에 필요한 기초 소양으로서 관련 분야의 텍스트 이해 및 평가 능력, 문제 해결력 및 서술 능력을 갖추고 있는지를 종합적으로 평가하는 시험이다. 자연계 논술에 대비하기 위해서는 먼저 이 분야의 기초 영역으로서 자연과학의 특성을 이해할 필요가 있다. 자연과학은 다음의 세 가지 과정을 중심으로 이루어진다.

첫째, 자연 과학은 자연 현상의 배후에 숨겨진 ‘기계적이면서도 규칙적인’ 질서를 찾아 이를 수학적으로 표현하며, 이를 ‘과학적 가설’이라고 부른다.

둘째, 이러한 가설들에 대해서는 관찰과 실험을 통한 엄밀하고도 가혹한 검증이 가해지며, 이를 통과한 가설을 ‘법칙 혹은 이론’이라고 부른다.

셋째, 이러한 법칙 혹은 이론으로부터 발생한 자연 현상에 대한 설명 그리고 미래의 자연 현상에 대한 예측이 도출되며, 이 과정이 자연과학의 현실적 임무이다.

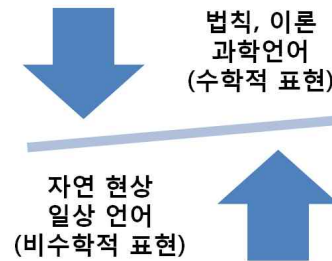
물론 자연과학적 탐구가 이것들만으로 이루어진 것은 아니다. 자연 현상에 대한 호기심으로부터 출발해 하나의 과학 이론이 만들어지고 그것이 현상에 대한 설명력과 예측력을 갖다가 결국 더 나은 이론에 의해 폐기되기까지 복잡한 과정이 존재한다. 이를 도표화하면 대체로 아래와 같다.



여기서 강조되어야 할 것은 위와 같은 복합적 과정에서 수학적 표현들이 유난히 많이 사용된다는 점이다. 자연 세계에 대한 과학적 서술은 ‘수학적 서술’이라고 해도 과언이 아닐 정도이다. 수학적 서술은 정확하며, 엄밀하므로 과학적 개념들을 표현하는 가장 좋은 수단이다. 그리하여

자연현상을 수학적으로 기술하면 할수록 그 현상에 대한 정밀한 설명과 확실성 높은 예측이 가능해진다. 문제는 수학적으로 서술되는 과학 이론과 일상 언어로 표현되는 자연 세계를 적절하게 연결하는 일이다. 자연계 논술에서 핵심적으로 점검하고자 하는 것이 바로 이 연결 능력이다.

연결은 두 가지 방향으로 이루어 질 수 있다. 아래로 향한 화살표는 수학적으로 표현되는 법칙이나 이론을 구체적인 자연 현상에 적용하는 과정을, 위로 향한 화살표는 일상 언어로 표현되는 구체적인 자연 현상을 수학적으로 서술하는 과정을 뜻한다. 과학적 법칙 및 이론과 자연 세계의 구체적인 현상 간의 관계가 이리하다는 것을 감안하면 자연계 논술은 다음의 네 가지 능력을 주로 묻는 것이라고 정리할 수 있다.



- 첫째, 일상어로 표현된 현상을 과학적(수리적)으로 서술하는 능력
- 둘째, 과학 법칙(이론)에 근거하여 주어진 현상을 설명하는 능력
- 셋째, 과학 법칙(이론)으로부터 미래에 나타날 현상을 예측하는 능력
- 넷째, 과학 법칙(이론)을 최대한 응용하여 최선의 방안이나 결과를 도출하는 능력

자연계 논술이 한정된 시간에, 한정된 장소에서, 고등학교에서 배운 물리, 화학, 생물, 지구과학 등의 기초적인 과학적 지식에 토대를 두고 과학적 탐구자로서의 자질을 평가하는 것이니만큼, 논술 시험이 위의 네 유형에 집중될 수밖에 없음은 당연하다. 다만 과학적 탐구 활동에 필요한 수리적, 논리적 능력뿐만 아니라 자연계 논술이 언어적 표현, 전달 능력까지도 테스트한다는 점을 염두에 두어야 한다. 이러한 수리적, 논리적 능력과 언어적 표현 능력은 과학적 탐구에 있어서 서로 무관한 것이 결코 아니며 오히려 서로를 보완하며 완성시키는 역할을 한다. 자연계 논술이 요구하는 언어적 표현 능력(의사소통 능력)은 학생으로 하여금 자연과학적 지식의 심화 및 그 탐구 과정에 대한 심층적 이해로 나아가게 해주는 매우 긍정적인 기능을 갖는다고 할 수 있다.

이제 앞서 말한 네 가지 유형과 실제로 출제되는 종류 유형까지 포괄할 경우 자연계 논술 문제들은 대체로 아래의 다섯 가지로 유형화될 수 있다.

- 유형1 자연 현상의 과학적 서술
- 유형2 과학 법칙(이론)을 통한 현상 설명
- 유형3 과학 법칙(이론)을 통한 현상 예측
- 유형4 과학 법칙(이론)의 응용 및 최선의 방안 및 결과 도출
- 유형5 수리적 문제 해결(수학문제 독립적 출제)

Ⅱ. 2011학년도 모의논술고사와 해설

1. 인문계 모의논술

■ 문제

I. 다음 <제시문 1>에서 <제시문 4>를 읽고 [문제 1]과 [문제 2]에 답하십시오.

<제시문 1> 오늘날 ‘협력’이란 미덕이 과거 ‘복종’이 점해왔던 자리를 차지하게 된 데에는 민주주의의 영향이 크다. 옛날에 교사들은 흔히 아이가 불복종한다고 말했지만 요즘의 교사들은 아이가 ‘비협조적’이라고 말한다. 결국에는 같은 얘기다. 아이는 선생님이 바라는 것을 하지 못한다. 옛날의 교사는 권위적 정부처럼 행동하는 것이고, 요즘의 교사는 ‘국민의 대표’ 즉 그 아이를 제외한 모든 아이들의 대표처럼 행동하는 것이다. 다수결이 지배하는 민주주의 시대에는 고분고분함, 무비판적 수용, 패거리 본능, 인습 등이 존중되고, 그리하여 필연적으로 독창성과 주도력, 비범한 사고는 저지당한다. 가치있는 일을 이루어낸 성인들이 ‘협조적인’ 아이였던 경우는 드물다. 대체로 그들은 고독을 즐겼다. 야만적인 동시대인들의 주목을 벗어날 때 가장 큰 행복을 느꼈다. 예술가나 작가, 과학자로서 명성을 떨친 거의 모든 사람들이 어린 시절에는 학교 친구들의 조소와 경멸의 대상이었고, 교사들도 패거리를 편드는 경우가 많았다. 조그만 아이가 남다르게 구는 것이 아마도 그들에게 불쾌하게 느껴졌을 것이다.

나만을 위해 살지 않고 공동체와의 관계 속에서 사는 것은 옳다. 그러나 공동체를 위해 산다는 것이 공동체가 하자는 대로 한다는 의미는 결코 아니다. 당신이 불이 난 극장에 있다고 해보자. 사람들이 아귀다툼 하며 우르르 몰려 나갈 것이다. 이 때 이른바 ‘협력’ 보다 더 차원이 높은 도덕성을 배우지 못한 사람은 그 아귀다툼에 가세할 것이다. 무리에 반대할 수 있게 만들어 주는 내적인 힘을 갖지 못했기 때문이다.

<제시문 2> 아래는 교사였던 한 시인이 핀란드에 가서 직접 그 나라의 학교 교육 현장을 살펴보고 돌아와 감회를 적은 시의 일부다:

아는 걸 다시 배우는 게 아니라
모르는 걸 배우는 게 공부이며
열의와 속도는 아이마다 다르므로
배워야 할 목표도 책상마다 다르고
아이들의 속도가 생각보다 빠르거나 느르면
학습목표를 개인별로 다시 정하는 나라
변성기가 오기 전까지는 시험도 없고
잘했어, 아주 잘했어, 아주 아주 잘했어
이 세 가지 평가밖에 없는 나라

친구는 내가 싸워 이겨야 할 사람이 아니라

서로 협력해서 과제를 함께 해결해야 할 멘토*이고
경쟁은 내가 어제의 나하고 하는 거라고 믿는 나라

나라에서는 뒤쳐지는 아이가 생기지 않게 하는 게
교육이 해야 할 가장 큰일이라 믿으며
공부하는 시간은 우리 절반도 안 되는데
세계에서 가장 공부 잘하는 학생들을 보며
그는 입꼬리 한쪽이 위로 올라가곤 했다

.....
* ‘멘토’(mentor): 경험 없는 사람에게 장기간에 걸쳐 조언과 도움을 주는 유경험자

〈제시문 3〉 경쟁은 이기적이고 자기 본위적이라는 비난이 있다. 경쟁의 목적이 무엇이든 (부, 권력, 명성, 혁신을 불문하고) 모든 경쟁의 바탕에는 이기적인 동기가 존재한다. 시장경쟁의 다른 측면에 향해져야 할 비난도 경쟁동기에 대한 비난과 혼동되는 경우가 많다. 그러나 사회관계 속에서 이기심을 충족하려면 예상롭지 않은 노력이 필요하다. 헤겔은 그 과정을 도야의 과정(the process of education)이라고 불렀다. 경쟁은 개인에 있어서는 자발성, 자율, 자기실현과 발전을 위한 노력의 발로이며, 사회로서는 활력의 원천이고 합리적 조직의 기초다. 경쟁은 자애심이라고 하는 인간 본성에 불을 붙여 자기 이익을 추구하는 원동력이 된다. 경쟁은 또 자유의지와 결합해 사회에 활력과 효율을 보장하고 인습, 나태와 방종을 억제하고 진보와 혁신을 고취시킨다.

경쟁은 흔히 목적론적으로 이해되어, 목적을 달성하기 위한 단순한 조건으로 되는 경우가 많다. 그러나 경쟁을 작동시키는 것은 그렇게 간단하지 않다. 경쟁의 바탕인 진취, 향상, 근면, 사려 등 자애심의 덕목은 본질적으로 선이다. 경쟁이 자유를 기초로 해서 이들 덕목을 얼마나 배양하고 육성하는가가 윤리적인 측면에서 핵심적인 문제다. 이를 경쟁의 미덕(virtues of competition)으로 부른다.

〈제시문 4〉 자연선택을 경쟁을 통한 성공과 동일한 것으로 여기는 것은 문화적 편견에 가깝다. 성공을 더 많은 자손을 남기는 것으로 정의한다면 ... 그 목표는 상호부조와 공생을 포함하는 다양한 전략을 통해 달성될 수 있으며, 이것을 우리는 ‘협력’이라고 부른다. 자연선택은 경쟁을 요구하지 않는다. 오히려 경쟁을 꺼린다. 생존을 위해 일반적으로 각 개체들이 서로 대립하기 보다는 협력하기를 요구하여, 여기엔 같은 종뿐만 아니라 서로 다른 종과의 협력도 포함된다. 이것이 진실이다. 또한 자연선택이 진화의 엔진이라면 대다수의 동물들이 서로 협력하고 있다는 사실을 깨닫는 것은 어렵지 않다. 우리 인간 또한 그렇다.

투쟁도 가끔 발생하기는 하지만 늘 그런 것은 아니다. 투쟁은 오히려 자연선택을 반대로 작용하게끔 할 가능성도 있다. 다양한 재생산에 유리한 것은 대부분 평화적인 과정이며 여기서 투쟁은 실로 부적절하다. 평화적인 과정에는 생태 환경을 자연의 균형에 맞게 적절하게 사용하며, 이용할 수 있는 식량을 효율적으로 분배하고, 미성숙한 개체들을 보호하며, 재생산을 방해하는 집단 내부의 불화(투쟁)를 억제하고, 또한 경쟁의 대상이 아니거나, 다른 이들이 별로 사용하지 않는 환경을 사용 가능하도록 개발하는 것 등이 포함된다.

[문제 1] <제시문 1>에서 <제시문 4>까지는 사회에서 문제 해결을 위하여 개체들이 맺는 관계에 관한 글들이다. 이들을 상반된 두 입장으로 분류하고, 각 입장을 요약하라.

[문제 2] 아래의 <보기>를 활용하여 [문제 1]의 한 입장을 비판하시오.

〈보기〉

1차 세계대전 당시 서부전선에서는 몇 치의 영토를 놓고 치열한 전투가 벌어졌다. 그러나 전투가 중단된 동안은 물론 전투를 하는 동안에도 프랑스와 벨기에 영토의 800킬로미터에 걸친 여러 전선에서는 적군끼리 서로 상당히 자제를 하는 일이 허다했다. 이들 참호를 둘러 본 한 영국군 참모 장교는 이렇게 기록했다.

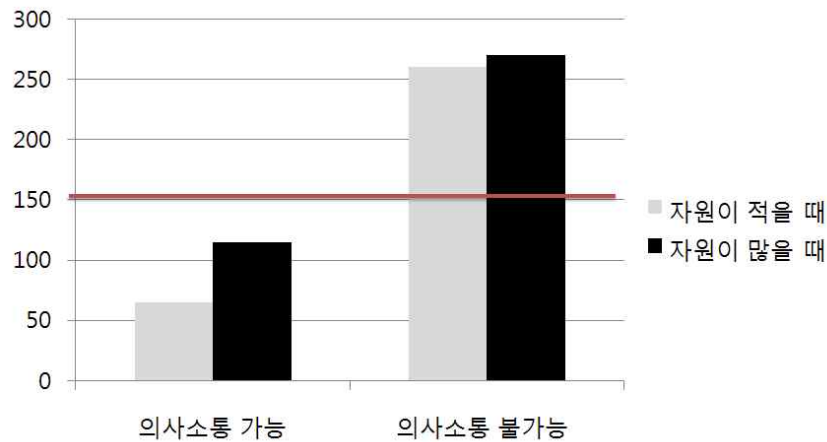
나는 독일 병사들이 그들 방어선 안의 아군 소총 사정거리 내에서 태연하게 걸어 다니는 모습을 보고 깜짝 놀랐다. 아군 병사들도 그것을 보고도 신경을 쓰지 않는 것 같았다. 나는 나중에 우리가 이 지구를 맡게 되면 이런 것부터 뜯어 고쳐야겠다고 마음먹었다. 그건 있을 수 없는 일이었다. 병사들은 현재 전쟁을 하고 있다는 사실을 까맣게 잊은 듯했다. 양측 모두 “공존공영” 정책을 철석같이 믿고 있는 게 분명했다.

이런 일은 이 참호에서만 일어난 것이 아니었다. 공존공영 시스템은 참호전에서 고질적인 것이었다. 상급 지휘자들이 아무리 그렇게 하지 못하도록 해도, 전투가 아무리 치열해져도, 죽이지 않으면 죽는다는 전투 논리 앞에서도, 그리고 상부 명령으로 국지적 휴전이 좀처럼 이뤄지지 힘든 데도 공존공영 시스템은 활개를 쳤다. 이것은 극한의 적대 관계에 있음에도 불구하고 경기자들 사이에서 협력이 발생할 수 있음을 증명하는 생생한 예이다.

II. 다음 <제시문 5>를 읽고 [문제 3]에서 [문제 5]까지 답하시오.

<제시문 5> 목축업자들이 공동의 목초지를 사용한다고 가정하자. 이 목초지는 아주 넓어서 많은 수의 양떼를 기르기에 충분하다. 그러나 몇몇 이기적인 목축업자들이 자신의 이익을 극대화하기 위하여 양떼를 더 사 넣는다. 이것을 보고 다른 목축업자들도 자신의 양떼를 늘린다. 결국 그 목초지는 머지않아 황폐화된다. 이러한 사회적 함정(social trap) 또는 공동자원 딜레마(common dilemma)는 집단 전체를 위해서 잘 보존되고 유지되어야 할 공동자원을 지닌 사람들이, 각각 자신의 몫 이상을 가져가고 싶은 유혹을 받을 때 일어난다. 만약 모든 사람들이 이기적으로 행동하면 공동자원은 파괴된다.

공동자원 딜레마 상황을 좀 더 잘 이해하기 위해 가상적 상황을 만들어서 모의실험을 진행하였다. 실험의 내용은 이러하다. 남녀 대학생 72명으로 총 24개의 3인 집단을 구성하고, 이 집단들에게 아래 네 조건 중 한 조건에서 구성원 각자가 자신의 몫으로 취하고자 하는 자원의 양을 적어내도록 했다. 그 결과는 아래 <그림 1>과 같았다.



〈그림 1〉

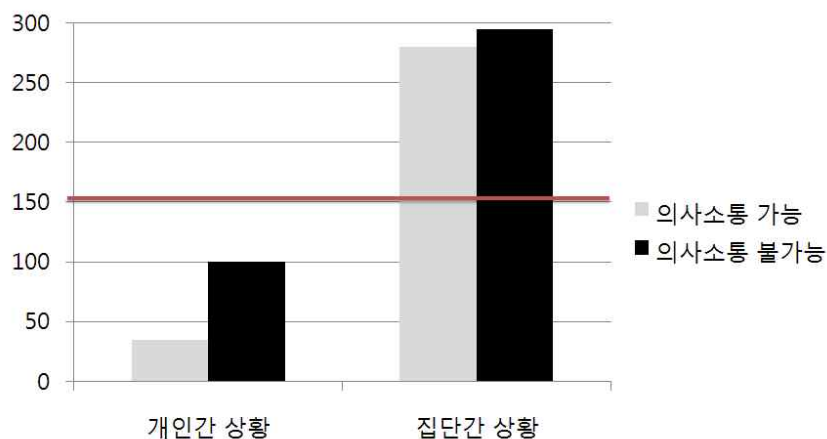
[그림 1의 실험조건 설명]

- 의사소통 가능 조건: 구성원 간 의사소통 허용
- 의사소통 불가능 조건: 구성원 간 의사소통 불허
- 자원이 적을 때: 개인이 취할 수 있는 공동자원의 양이 적은 경우
- 자원이 많을 때: 개인이 취할 수 있는 공동자원의 양이 많은 경우

* 한 집단이 공동 자원을 고갈시키지 않으면서 취할 수 있는 최대량=150

* Y축은 각 조건에서 집단들이 취하려고 의도한 양의 평균

또 다른 연구에서는 공동 자원 딜레마 상황에서 개인과 집단이 어떤 행동 차이를 보이는 지 알아보기 위한 실험을 진행하였다. 한 조건에서는 두 명의 개인이 공동자원을 나누어 갖도록 하고, 다른 조건에서는 세 사람씩 두 집단을 만들어 두 집단이 공동자원을 나누어 갖도록 하였다. 즉, 전자는 ‘갑’과 ‘을’ 두 사람이 공동자원을 나누어 갖는 상황이며, 그리고 후자는 ‘집단A’와 ‘집단B’ 두 집단이 공동자원을 나누어 갖는 상황을 말한다. 그 결과는 아래 〈그림 2〉와 같았다.



〈그림 2〉

[그림 2의 실험조건 설명]

- 개인 간 상황: 두 명의 개인이 공동 자원을 나누어 갖는 조건
- 집단 간 상황: 두 개의 집단이 공동 자원을 나누어 갖는 조건
- 의사소통 가능 조건: 구성원 간 (또는 집단 간) 의사소통 허용
- 의사소통 불가능 조건: 구성원 간 (또는 집단 간) 의사소통 불허

* 두 개인 또는 두 집단이 공동 자원을 고갈시키지 않으면서 취할 수 있는 최대량=150

* Y축은 각각의 조건에서 각 개인 또는 집단이 취하려고 의도한 양의 평균

[문제 3] <그림 1>의 결과가 왜 발생하는지, 앞의 <제시문 1>에서 <제시문 4>까지의 논점과 연관시켜 설명하시오.

[문제 4] <그림 2>의 결과를 해석하시오.

[문제 5] <그림 2>의 결과와 유사한 실제 사례를 한 가지 들고, 어떤 점에서 유사한지 밝히시오.

■ 문항별 해설 및 예시 답안

1. 모의논술 실시 취지

이번 모의 논술은 다음과 같은 원칙에 따라 출제하였다. 첫째 성대 인문계 논술의 전형적인 패턴으로부터 약간의 변형을 추구한다. 한 주제 하에서 4 문항이 내용적으로 밀접하게 연관되는 방식에서 복수 주제의 도입 및 문항 수의 변화 가능성을 제시한다. 둘째 복잡한 자료 해석 및 그것을 활용한 문제 해결 문항의 비중을 높인다. 이는 논술고사의 변별력을 보강하기 위한 것이며, 또한 장기적으로는 수리적 접근이 필요한 문항의 출제도 고려하고 있다.

2. 평가 항목

※ 아래의 평가 항목과 세부 지침은 이번 모의논술 평가에만 적용되는 것임.

전통적으로 성대 논술은 작문 능력 보다는 텍스트에 대한 분석, 비판 능력, 그리고 이를 활용한 설명 및 문제 해결 능력을 주로 평가해 왔다. 이러한 방향성은, 대학에서의 학업 능력에 대한 평가라는 논술 시험의 기본 취지가 달라지지 않는 한, 앞으로도 지속될 것이다. 이를 감안하여 이번 모의 논술의 평가 항목과 점수 비중을 제시하면 아래와 같다 :



3. 문항별 해설 및 예시 답안

※ [문제 1]과 [문제 2]는 인문-사회과학적 탐구에 필요한 텍스트의 독해 및 비판적 고찰 능력을 서술능력과 함께 평가하고자 출제된 문항들이다.

[문제 1 해설] 이 문제는 본교 논술의 전형적인 첫째 문제 유형으로, 제시된 글들의 논지를 파악해 대립된 두 입장으로 분류하고, 각 입장의 논지를 축약적으로 서술하라는 문항이다. 최선은 제시문에서 키워드들을 포착해 이들로 논지를 표현하는 문장을 구성하는 것이다.

■ 예시 답안

전체적으로 말하면, 제시문 1과 3은 사회적 삶에서 직면하는 문제를 해결하기 위해 개인들은 어설픈 협력 보다는 경쟁하는 것이 바람직하다는 입장이며, 제시문 2과 4는 그와 반대로 경쟁하기 보다는 협력하는 것이 바람직하다는 입장이다. 각 제시문 별로 내용을 요약하면 다음과 같다:

제시문 1: 협력은 뛰어나지 못한 개체들의 모임으로서 민주주의 공동체의 미덕일 뿐이다. (즉, 협력은 열등한 개체들의 행동 양식이다.)

제시문 2: 경쟁이 아닌 협력 중심의 윤리적 교육 방식을 통해서도 세계 최고의 학력 수준에 도달할 수 있다.

제시문 3: 경쟁은 자유(자율)를 바탕으로 개인이 자기실현과 발전을 이루는 원동력이자, 사회적 활력과 효율적 조직화의 기반이다.

제시문 4: 자연에서의 생존에 진정으로 필요한 것은 경쟁이 아니라 협력이며, 사회에서 사는 인간에게도 마찬가지다.

[문제 2 해설] 이 문제 또한 본교 논술의 전형적인 두 번째 문제 유형으로, 주어진 보기의 내용을 정확히 파악하고 이를 근거로 앞 문제의 상반된 두 입장 중 한 쪽을 비판하라는 문항이다. 여기서 중요한 포인트는 보기의 참호 전투 상황이 구체적으로 어떤 점에서 한 입장의 비판 근거가 되는가를 가능한 상세하게 밝히는 일이다.

■ 예시 답안 1

<보기>는 1차 세계 대전 당시 서부 전선에서의 참호 전투에서 발생한 협력 상황을 말하고 있다. 전쟁이라는 극단적인 적대 상황에서조차도 공생을 위한 협력이 가능함을 실제로 보여주는 사례이다. 이는 사회적 관계에서 결코 경쟁이 능사가 아님을 말하는 것으로, 경쟁을 바람직하다고 보는 입장에 대한 반대 근거가 될 수 있다. 이 사례는 제시문 1의 불난 극장 상황에서도 아귀다툼에 가세하지 않고, 질서를 외치며 협력할 수 있음을 보여준다. 뿐만 아니라 제시문 3의 논지, 즉 경쟁이야말로 사회적 활력과 효율적 조직화의 기반이라는 점에 대한 통렬한 비판이라고 할 수 있다. 왜냐하면 그 전투 상황에서 경쟁은 적군과 아군이 모두 살 수도 있는 상황에서도 자신이 속한 집단만 살아남으면 된다는 적대적 이기심을 반영할 뿐이기 때문이다.

■ 예시 답안 2

보기의 사례는 협력을 바람직하다고 보는 입장에 대한 반대 근거로 활용될 수 있다. 왜냐하면 그 사례에서 보이는 공존공영 시스템, 즉 협력은 한시적이고 제한적인 국면에서 이뤄지는 것일 뿐이며, 주변 사정이 조금이라도 달라지면 언제라도 전쟁 상황으로 돌아갈 것이기 때문이다.

따라서 그 사례는 제시문 2나 4의 논지, 즉 협력을 생존 혹은 문제 해결의 주된 기제로 여기는 것 또한 편견임을 보여주는 것으로써 협력을 바람직하다고 여기는 입장을 비판한다고 볼 수 있다.

※ [문제 3]에서 [문제 5]는 사회과학적 탐구에 필요한 자료 해석 및 그를 통한 현상의 설명 및 문제 해결 능력을 평가하고자 출제된 문항들이다. 다만 이 문제들은 전통적으로 본교 논술에서 출제되었던 유형의 문제들이긴 하지만, [문제1]과 [문제 2]로부터 독립해서도 답해질 수 있도록 하였다.

[문제 3 해설] 이 문제는 그림 자료를 정확하게 해석하고, 그 같은 결과가 발생한 이유를 추정하여 제시함으로써 그림 2가 보여주는 현상을 설명해 보라는 문항이다. 먼저 학생들은 그림1의 결과를 상세히 분석해 기술해야 한다. 그런 다음 그 발생 이유를 제시문 1~4의 논점, 즉 ‘경쟁인가 협력인가’와 연관지어 설명해야 한다.

■ 예시 답안

그림1은 의사소통 유무와 자원의 많고 적음에 따라 공동자원의 딜레마 상황에서 개인들의 행동이 어떻게 달라지는가를 보여주고 있다.

우선 공동자원의 딜레마 상황에서 당사자들 간에 의사소통이 이뤄질 경우엔 공동 자원의 양이 많은 적든 간에 자원의 고갈이 초래되지 않는다. 이는 의사소통 과정에서 딜레마 상황에 대한 이해가 촉진되고 그 상황에서 어떻게 행동하는 것이 바람직할지에 관한 의견이 교환되는 등 협력을 발생시키는 요인들이 증대되어 결과적으로 자원의 고갈을 피할 수 있게 된다는 점을 시사한다.

반면에 당사자들 간에 의사소통이 불가능한 경우에는 공동 자원의 양이 많고 적음을 떠나 각 개인들이 자원의 고갈을 야기할 정도로 많은 자원을 취하고자 하였다. 이는 의사소통이 불가능한 경우 각 개인의 이기심이 작동하여 자신만의 이익을 추구하려는 경쟁 상황이 발생하고, 이로 인해 공유 자원은 고갈될 수 밖에 없음을 시사한다.

그런데 특이한 것은 공동자원이 많을 때 개인들은 의사소통이 가능한 상황임에도 불구하고 공동자원의 고갈을 초래할 정도로 많은 양의 자기 몫을 취하고자 하였다는 점이다. 이는 공동자원의 양이 많을 때 개인들은 협력하기 보다는 경쟁적으로 자신의 이익을 돌보는 경향, 즉 이기적 성향이 강하게 나타난다는 것을 보여준다. 역으로 말하면 소통을 통한 협력의 증진 효과는 공동자원이 많을 때보다 적을 때 특히 강하게 나타남을 알 수 있다.

[문제 4 해설] 이 문제는 자료에 대한 정확하고도 올바른 해석을 묻는 문항이다. 따라서 그림 2의 결과가 무엇을 말하는지 정확하고 상세하게 기술하고, 그것이 함축하는 바를 밝혀야 한다. 정확성을 기하기 위해 그림 안의 수치적 정보를 활용할 수 있다. .

■ 예시 답안

그림2는 공동자원 딜레마 상황에 처한 개인 간의 관계와 집단 간의 관계의 차이를 보여준다.

두 개인이 딜레마 상황에 처했을 때는, 두 사람 간에 의사소통이 가능하든 안하든 간에, 협력이 발생하여 공동자원의 고갈이 일어나지 않았다. 특히 의사소통이 가능할 때에 각 개인들 간에는 협력적 상황이 의사소통이 불가능할 때에 비해 더욱 잘 형성되었다.

반면에 한 집단이 다른 집단과 '집단' 대 '집단'으로 공동자원 딜레마에 처해있는 경우에는, 두 집단 간에 의사소통이 가능하든 불가능하든 간에, 자원의 고갈이 초래되었다. 즉, 집단 간 상황에서는 의사소통이 있느냐 없느냐와 관계없이 각 집단은 협력하기 보다는 이기적으로 행동하여 공동자원을 고갈시키는 행동을 하는 것으로 나타났다. 특히 또한 막대 기둥의 높이의 차이에서 알 수 있듯이, 의사소통과 협력 간의 상관관계가 개인 간에서는 비교적 뚜렷하게 나타나지만 집단 간에는 미미한 정도에 그치고 있다.

이상으로부터 우리는 협력이 집단 간 보다는 개인 간에서 더 잘 일어날 수 있음을 알 수 있으며, 또한 집단 간 상황에서는 의사소통이 경쟁을 줄이고 협력을 증진시키는 방향으로 작용하지 않는다는 점을 알 수 있다.

[문제 5 해설] 이 문제는 그림 2의 결과의 특성을 정확히 이해하여 일상생활의 현상 가운데서 그와 유사한 사례를 찾고, 유사성의 근거를 제시해야 하는 문항이다.

■ 예시 답안

그림 2는 협력이 개인 간에서 보다 집단 간에서 발생하기 더욱 어렵다는 점을 보여준다. 개인 간의 관계와는 달리 집단 간의 관계에서는 어느 한 개인의 양보만으로는 협력이 이루어지기 어렵고 구성원 전체가 동의해야만 협력이 이루어질 수 있으므로 그만큼 협력이 발생할 가능성이 낮다. 뿐만 아니라 공동자원 딜레마 상황에서 사람들은 통상 이기적으로 행동하는 경향이 있음을 고려하면, 집단들 간의 협력이 이뤄질 가능성은 더욱 낮다고 할 수 있다.

이러한 현상은 우리의 현실 생활에서도 어렵지 않게 찾아볼 수 있다. 예를 들어 노-사 간에 임금교섭을 벌이는 장면을 생각해보자. 노동자와 사용자가 공유할 수 있는 자원(예: 금전)의 양은 한정되어 있는 상황에서 노동자 집단과 사용자 집단은 서로 협력하기 보다는 자기 집단에 더 많은 이익을 담보하는 방향으로 경쟁한다. 비록 이 두 집단이 교섭과 협상을 통해 의사소통하기는 하지만, 의사소통 과정이 항상 협력을 증진하는 방향으로 이루어지는 경우는 드물며, 때로는 격한 집단 간의 대치 상황이 전개되기도 한다. 그리하여 자율적 합의가 이루어지기 보다는 외부의 압력에 의한 중간 지점에서의 타협 정도로 결말이 나는 경우가 많다. 이런 점에서 우리 사회의 노사 갈등은 그림 2의 결과와 매우 흡사한 현상이라고 할 수 있다.

2. 자연계 모의논술

■ 문제

1. 다음 <제시문 1-1>에서 <제시문 1-3>을 읽고 [문제 1-i]와 [문제 1-iii]에 답하시오.

<제시문 1-1> 사람의 혈액을 원심분리하면 맑은 액체 성분인 혈장과 고형 성분인 혈구로 나누어진다. 혈구는 적혈구, 백혈구, 혈소판으로 구성되며, 적혈구는 핵이 없는 세포로 지름이 약 $8\mu\text{m}$ 이며, 산소를 운반하는 붉은색의 헤모글로빈(Hb)이 들어있다. 모세혈관의 지름은 $8\text{--}20\mu\text{m}$ 으로 매우 가는 것은 적혈구 1개가 겨우 통과할 정도이다.

<제시문 1-2> 유전자를 구성하는 DNA 염기서열은 여러 가지 요인에 의해 1개 이상의 염기가 다른 염기로 바뀌는 경우가 있다. 정상 헤모글로빈 β 사슬의 6번째 아미노산은 글루탐산(Glu)인데 이것이 발린(Val)으로 치환되면 겸상 적혈구가 나타나게 된다.

<제시문 1-3> 단백질은 고유한 3차원 구조로 접히는(Folding) 폴리펩티드 사슬을 말한다. 단백질이 자연 상태에서 접히는 구조는 단백질의 이 폴리펩티드를 이루는 아미노산들의 서열(sequence)에 의해 결정된다. 생화학자들은 단백질의 구조를 4개의 단계로 나누어 설명한다. 특정 폴리펩티드의 아미노산이 다른 아미노산으로 치환되면 바뀐 아미노산이 가지는 곁사슬(side chain 또는 R-그룹)의 성질에 따라서 단백질의 구조에 영향을 주기도 한다.

[문제 1-i] 어느 등산가는 평지에서는 아무런 증상을 느끼지 못하다가 에베레스트 산을 등반하는 도중 극심한 어지럼증을 느꼈다. 이 때 등산가의 체내에서 일어나고 있는 변화를 유전자상의 돌연변이, 단백질의 구조, 적혈구의 구조, 어지럼증을 느끼는 생리적 이유, 평지에서는 증상이 없다가 높은 고도에서 증상이 나타나는 이유 등의 내용이 포함되도록 <제시문 1-1, 1-2, 1-3>을 참고하여 설명하시오.

[문제 1-ii] 위의 문제에서 언급한 등산가가 에베레스트 등반을 하기 위해서 정상 사람의 혈액을 수혈 받는 방법과 정상 사람으로부터 골수를 이식 받는 방법을 고려한다고 가정하면 각 방법을 통해 치료를 받았을 때 이 등산가가 무사히 등반을 마칠 수 있을지 자신의 생각을 논리적으로 설명하시오.

2. 다음 <제시문 2-1>에서 <제시문 2-3>을 읽고 [문제 2-i]에서 [문제 2-iii]까지 답하시오.

<제시문 2-1> 산화 반응은 산화수가 증가하는 반응이다. 환원 반응은 산화수가 감소하는 반

응이다. 두 반응은 반드시 함께 발생한다.

〈제시문 2-2〉 산화수의 총 증가량은 산화수의 총 감소량과 같아야만 한다. 계수가 맞추어진 모든 화학 방정식은 다음 두 가지 기준은 만족하여야만 한다. 첫째, 질량 균형이 잡혀야 한다. 즉 반응물과 생성물의 원자 수가 같아야 한다. 둘째, 전하 균형이 잡혀야 한다. 즉 방정식의 좌변과 우변의 실제 전하의 총합은 서로 같다. 균형 화학식 단위 방정식에서는 각 변의 총 전하가 영이 되어야 한다. 균형 알짜 이온 단위 방정식에서는 각 변의 총 전하가 영이 아닐 수도 있지만, 총 전하는 반드시 방정식 양변에서 같아야만 한다.

〈제시문 2-3〉 산화/환원 반응에서 균형 방정식을 만들 때, 산성 용액에서는 H^+ 또는 H_2O 만 첨가될 수 있다. 염기성 용액에서, OH^- 또는 H_2O 만 첨가될 수 있다.

[문제 2-i] 위의 <제시문 2-1, 2-2, 2-3> 모두를 참고하여 답하시오.

황산 용액 내에서 MnO_4^- 이온은 Fe^{2+} 이온을 Fe^{3+} 이온으로 산화시킨다. MnO_4^- 이온 자신은 Mn^{2+} 이온으로 환원된다. 이 반응에 대한 균형 알짜 이온 반응식을 제시하시오.

[문제 2-ii] 위 반응이 염기 조건에서도 발생한다고 가정했을 때, 이 반응에 대한 균형 알짜 이온 반응식을 제시하시오.

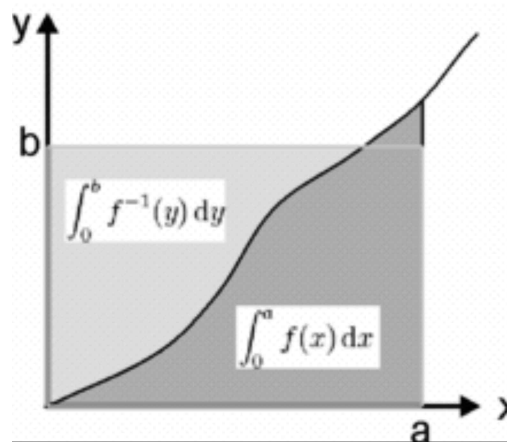
[문제 2-iii] 0.100 M $FeSO_4$ 용액 40.0 mL를 산화시키는데 필요한 0.0200 M $KMnO_4$ 용액의 부피는 몇 mL 인가? (이 반응은 산 용액 조건에서 발생한다고 가정하시오.)

3. 다음 <제시문 3-1>에서 <제시문 3-2>를 읽고 [문제 3-i]와 [문제 3-ii]에 답하시오.

〈제시문 3-1〉 폐구간 $[a, b]$ 에서 정의된 함수 $f(x)$ 의 구간위의 정적분 $\int_a^b f(x) dx$ 는 좌표평면에서 $y=f(x)$ 와 x 축, $x=a$ 와 $x=b$ 로 둘러싸인 영역의 부호를 가진 넓이로 해석될 수 있다.

〈제시문 3-2〉 함수 $f:[0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$ 가 〈그림 1〉과 같이 $x \geq 0$ 에서 연속이고 증가하는 일대일 대응이라고 하자. 만약, $f(0)=0$ 이고 $x \geq 0$ 에서 $f(x)$ 의 역함수 $x=f^{-1}(y)$ 가 모든 $y \geq 0$ 에 대하여 존재한다면, 〈그림 1〉과 <제시문 3-1>로부터 모든 양수 a, b 에 대하여 다음의 부등식이 성립함을 알 수 있다.

$$ab \leq \int_0^a f(x)dx + \int_0^b f^{-1}(y)dy \dots \dots \dots (1)$$



〈그림 1〉

[문제 3-i] p 가 1보다 큰 양수이고, q 가 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$ 을 만족하는 양수일 때, <제시문 3-2>의 식 (1)을 이용하여 모든 양수 a, b 에 대하여 다음 부등식이 성립함을 논증하시오.

(필요한 경우, $k \neq -1$ 인 실수일 때, $\int x^k dx = \frac{1}{k+1} x^{k+1} + C$ 임을 이용하시오.)

$$ab \leq \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q}$$

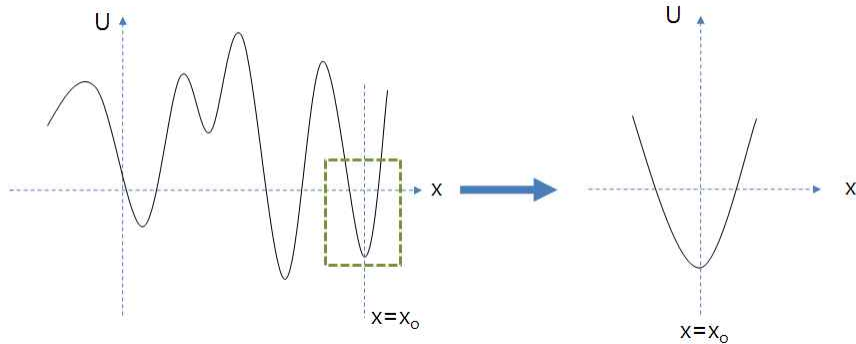
[문제 3-ii] <제시문 3-2>의 식 (1)에서 등호가 성립할 때, a 와 b 의 관계를 <그림 1>로부터 유추하고 또한 이로부터 [문제 3-i]의 부등식에서 등호가 성립할 조건, 즉,

$$ab = \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q} \text{ 가 성립할 조건을 추론하시오.}$$

4. 다음 <제시문 4-1>에서 <제시문 4-3>을 읽고 [문제 4-i]와 [문제 4-ii]에 답하시오.

〈제시문 4-1〉 아래 〈그림 2〉에 기술되어 있는 바와 같이 물리 시스템에서 위치(x)에 따른 퍼텐셜에너지(U)가 복잡한 경우에 국소적으로 $U \approx \frac{1}{2}k(x-x_o)^2 - U_o$ 와 같은 에너지를 가진

다는 것을 착안하여 국소적으로 조화진동 근사(harmonic oscillator approximation)라는 것을 사용하는 경우가 있다.



<그림 2>

<제시문 4-2> 아래 <그림 3>에서와 같이 바닥과의 마찰력이 없는 질량 m_1 을 가진 용수철 시스템을 가정해보자. 위치에 따른 용수철의 퍼텐셜 에너지(U)가 일반적인 형태들 중 하나인 수식 (2)와 같다고 하자.

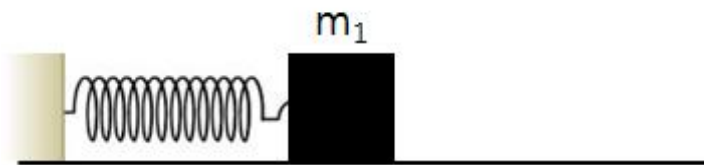
$$U = k_1 x^2 + k_2 x^4 + k_3 x^6 + k_4 x^8 + \dots \quad (2)$$

여기서, k_n (n 은 정수)은 상수이다.

힘(F)과 퍼텐셜 에너지의 상관관계는 $F = -\frac{dU}{dx}$ 이고, 힘과 위치와의 상관관계는

$F = m \frac{d^2 x}{dt^2}$ 이다. $C_1 \frac{d^2 x}{dt^2} = -C_2 x$ 의 이차 미분 방정식의 경우 가능한 해들 중에 하나는

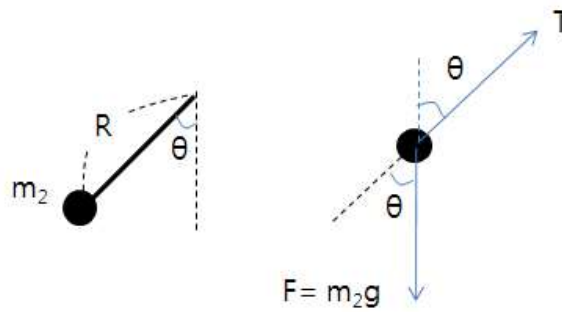
$x = A \sin(2\pi f t)$ 이고, 진동수 $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$ 이다. A 는 상수이다.



<그림 3>

<제시문 4-3> 아래 <그림 4>에서와 같이 중력 하에서 질량이 m_2 이고, 길이가 R 인 단진자 운동을 가정하자. T 는 줄이 m_2 에 작용하는 장력이고, $F = m_2 g$ 는 중력이 물체에 작용하는 힘이다. 여기서, 줄의 무게는 무시하자.

θ 가 0에 가까울 경우 근사적으로 $\sin \theta \approx \theta$ 이고, 반지름이 R 인 원을 따라 움직이는 미소거리(dx)는 근사적으로 $dx \approx R d\theta$ 이다.



<그림 4>

[문제 4-i] <제시문 4-2>에서 물체의 운동이 $x = 0$ 에 매우 가까운 곳에서만 일어난다고 가정할 경우에 용수철의 조화진동의 진동수가 근사적으로 $f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k_1}{m_1}}$ 임을 증명하시오.

[문제 4-ii] <제시문 4-3>에서 물체의 운동이 지면에서 가장 가까운 $\theta = 0$ 근처에서만 일어난다고 가정할 경우, 단진자의 조화진동의 진동수가 근사적으로 $f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R}}$ 임을 증명하시오. 진동수 계산 시 <제시문 4-2>에서의 수식들 중 일부를 사용하여도 된다.

■ 문항별 해설 및 예시 답안

□ 문제 1 해설

유전자의 발현과정은 가장 기본적인 생명현상의 하나로서 유전, 생식과 발생, 혈액 및 순환 등 다양한 인체 생리적 조절을 정확히 이해하기 위해서 매우 필수적이다. 유전자에서 전사, 번역 과정을 거쳐 단백질을 합성하는 과정을 'central dogma'라고 하며 살아있는 모든 세포가 기능을 하기위해 반드시 거치는 과정이다. 인간의 많은 질병은 유전자 발현 과정이 비정상적으로 일어나거나 유전자의 돌연변이에 의해 비정상적 단백질이 생성됨으로써 야기된다. 혈액과 순환은 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 과학적 주제이다. 따라서 생명 현상의 각 주제를 통합적으로 이해하고 종합하여 사고할 수 있는 능력을 평가하기 위한 문제 유형의 하나로 혈액과 산소운반의 문제를 유전자 발현과 접목하여 통합적으로 사고 할 수 있는 능력을 평가하고, 수혈과 골수 이식이라는 치료 방법을 빈혈과 어떻게 연관시켜 자신의 생각을 논리적으로 전개할 수 있는지 판단하기 위한 의도로 문제를 출제하였다.

[문제 1-i]은 헤모글로빈 β 사슬 유전자의 돌연변이가 헤모글로빈의 구조에 어떻게 영향을 미치며, 이 과정에서 아미노산의 치환이 어떻게 단백질의 구조와 적혈구의 구조에 변화를 야기하며, 최종적으로 빈혈을 초래하는지 유전자-단백질-세포-생리적 변화의 순서로 체계적이고 과학적으로 분석하고 기술하는 능력을 보기 위한 질문이다.

[문제 1-ii]는 사람의 혈액 구성 성분 중에 비정상적인 요인이 있을 때 수혈과 골수 이식이라는 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 매우 보편적인 치료 방법을 통해서 그 결과를 적절하게 예상하고 그러한 결론에 대한 과학적이고 논리적인 근거를 제공할 수 있는지를 평가하기 위한 문제이다.

■ 예시 답안

(1-i) 사람이 빈혈을 경험하게 되는 요인은 여러 가지가 있을 수 있으나 <제시문 1-2>를 근거로 하였을 때 헤모글로빈 β 사슬의 돌연변이로 인한 겸상적혈구 빈혈증에 의한 어지럼증으로 추측할 수 있다. 인간의 염색체는 한 쌍을 가지고 있어서 두 개의 유전자에 모두 돌연변이가 일어난 경우와 하나의 유전자에만 돌연변이가 일어난 경우 그 결과가 달라지는 경우가 대부분이다.

문제에서 등산가는 평지에서는 아무런 증상을 느끼지 못하다가 높은 고도에서 빈혈 증상을 보였으므로 한 쌍의 헤모글로빈 β 사슬 유전자 중 하나의 유전자에서만 6번째 아미노산이 글루탐산에서 발린으로 치환이 일어났을 것이다(제시문 1-2). 글루탐산은 산성 아미노산이고 발린은 소수성 아미노산이므로 헤모글로빈 β 사슬이 서로 다른 성질을 가지는 아미노산으로 치환됨으로써 헤모글로빈의 구조가 변하게 된다(제시문 1-3). 이 때 헤모글로빈의 구조는 산소 분압이 높은 평지에서는 거의 정상 구조를 이루다가 산소 분압이 낮은 높은 산에서는 비정상적인 구조를 가진다. 이로 인해 비정상적 구조를 가지는 헤모글로빈을 포함하고 있는 적혈구는 낫 모양으로 변하고 이를 겸상적혈구

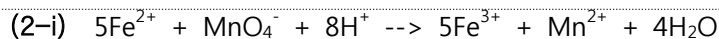
라 한다. 적혈구는 가는 모세혈관을 겨우 빠져 나갈 수 있는 크기이므로 낫 모양으로 변한 겸상적혈구는 그 구조 때문에 모세혈관을 잘 통과하지 못하고 쉽게 파괴된다(제시문 1-1). 그 결과 산소 운반에 필요한 적혈구의 수가 줄어서 원활하게 산소 공급을 하지 못해 어지럼증을 경험하게 된다. 평지에서는 증상이 없다가 높은 산에서 증상이 나타나는 이유는 헤모글로빈 β사슬 글루탐산-발린 돌연변이 단백질은 산소가 결합하지 않은 상태에서 쉽게 구조가 변하므로 산소 분압이 높은 평지에서는 증상이 나타나지 않다가 산소 분압이 낮은 높은 산에서는 헤모글로빈 구조가 쉽게 변하고 그 결과 겸상적혈구 형성 빈도가 높아지기 때문이다.

(1-ii) 혈액의 수혈은 일시적으로 혈액의 구성 성분을 보충해 주는 것이며, 골수이식은 골수 안에 혈구 세포를 생성하는 줄기세포가 포함되어 있어서 근본적으로 혈구 세포 생성을 바꾸어 줄 수 있다. 혈액의 어느 구성 성분에 문제가 생겼을 때 골수 이식은 근본적으로 모든 문제를 해결할 수 있다. 예를 들면 백혈병과 같이 백혈구 생성에 문제가 생겼을 때 골수 이식을 통해서 정상적인 백혈구를 지속적으로 생산하게 할 수 있다. 적혈구에 생기는 문제도 마찬가지로 해결이 가능하므로 골수 이식은 혈액에 생기는 모든 문제를 해결할 수 있는 좋은 치료 방법이다. 혈액을 수혈하는 경우를 고려해 보면 수혈한 혈액에 포함되어 있는 적혈구의 평균 수명은 120일이다. 그 기간이 지나서 파괴되기 이전까지는 수혈 받은 적혈구는 산소를 운반하는 자신의 기능을 충분히 수행할 수 있다. 따라서 이 문제에서 제시한 등산가가 정상인의 혈액을 충분히 수혈 받은 후 120일 이내에 등반을 시도한다면 어지럼증이 상당 부분 완화될 수 있다. 이론적으로는 골수 이식이 좀 더 완전한 치료 방법이나 적절한 공여자를 구하기 어렵다는 점을 감안하면 혈액의 수혈은 그 치료 효과 면에서는 효율이 낮을 수 있으나 쉽게 치료를 받을 수 있다는 측면에서 장점도 있다.

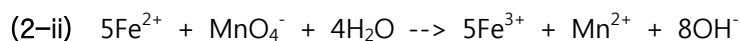
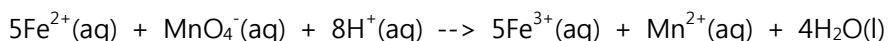
□ 문제 2 해설

산화/환원 반응의 균형 방정식을 해결하는 문제이다. 화학에서 많이 활용되는 산화/환원 반응을 이해하고, 이들의 균형 방정식이 산/염기 조건 하에서 서로 다르게 표현됨을 평가하고자 하는 문제이다. 간단한 수학적 사고와, 원자와 전자의 총량은 보존된다는 법칙을 활용하여 균형 방정식을 적절히 표현할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 이들 산화/환원 균형 방정식을 활용하여 미지의 시료에 포함된 분석물을 적정 과정을 통하여 정확히 계산할 수 있는지 평가하고자 하였다.

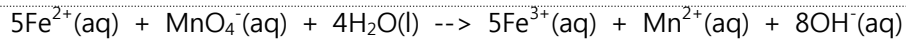
■ 예시 답안



또는



또는



(2-iii) 정답: 40 mL (풀이과정은 아래에 기술되어 있음)

$$2 \text{ mol Fe}^{2+} = 40.0 \text{ mL} \times \frac{0.100 \text{ mol Fe}^{2+}}{1000 \text{ mL}} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$2 \text{ mol MnO}_4^{-} = 4.00 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+} \times \frac{1 \text{ mol MnO}_4^{-}}{5 \text{ mol Fe}^{2+}} = 8.00 \times 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^{-}$$

$$\text{필요한 부피 (KMnO}_4, \text{ mL}) = \frac{8.00 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.0200 \text{ M}} = 4 \times 10^{-2} \text{ L} = 40 \text{ mL}$$

□ 문제 3 해설

적분은 미분과 함께 미적분학에 있어서 가장 중심이 되는 작용소이다. 미적분학은 자연과학, 공학 등 여러 학문 분야에서 필수 불가결한 언어로 쓰이고 있을 뿐 아니라, 자연과학과 공학을 공부하고자 하는 학생들의 학문 발전의 밑거름이 되는 분야이다. 이러한 배경 아래에서 수학 문제를 출제함에 있어서 고교교육 과정을 넘어서는 독창적인 답안을 유도하거나 기술적인 계산을 요구하는 문제를 지양하고, 이공계 고교 수학 교육 과정을 정상적으로 이수한 학생이면 논리 전개가 가능한 문제를 출제하고자 하였다. 또한 고교 교육과정에서 배운 적분에 대한 직관적인 이해의 중요성을 강조하고자 하였다.

[문제 3-i]은 고교 교육 과정에서 중요한 개념 중의 하나인 역함수를 찾아내어 그 역함수를 이용하여 주어진 부등식을 유도하는 능력을 판단하고자 하였다. 처음부터 주어진 함수를 적분하는 것이 아니라 결과를 유도하기 위하여 적당한 함수를 찾아내는 능력을 보고자 하였다. 또한 실제로 간단한 경우의 함수의 적분을 직접 계산할 수 있는 능력의 중요성을 강조하고자 하였다.

[문제 3-ii]는 <제시문 3-2>에 나오는 <그림 1>을 기하학적으로 세밀히 관찰할 수 있는 능력을 판단하고자 하였다. 여러 가지 형태의 그래프를 학생들이 실제로 그려봄으로써 등호가 성립하는 경우를 추론할 수 있는 능력을 강조하고자 하였다.

■ 예시 답안

(3-i) $\frac{a^p}{p}$ 라는 항을 만들기 위해서는 x^{p-1} 을 적분하여야 한다. $p > 1$ 인 경우 $f(x) = x^{p-1}$ 은 구간 $[0, \infty)$ 에서 $[0, \infty)$ 로 가는 일대일대응이 된다. x 와 y 를 바꾸는 과정, 즉, $y = x$ 에 관하여 대칭이동을 함으로써 역함수를 구할 수 있다. 주어진 함수의

역함수는 $x = y^{p-1}$, 즉, $y = x^{\frac{1}{p-1}}$ ($x \geq 0$) 가 된다.

<제시문 3-2>에 주어진 식 (1) $ab \leq \int_0^a f(x)dx + \int_0^b f^{-1}(y)dy$ 을 적용하고자 한

다. $f(x) = x^{p-1}$, $f^{-1}(y) = y^{\frac{1}{p-1}}$ 라 두면, $\int_0^a x^{p-1}dx = \left[\frac{1}{p} x^p \right]_{x=0}^a = \frac{a^p}{p}$ 가 되고,
 $\int_0^b y^{\frac{1}{p-1}} dy = \left[\frac{p-1}{p} y^{\frac{p}{p-1}} \right]_{y=0}^b = \frac{p-1}{p} b^{\frac{p}{p-1}}$ 가 성립한다. 문제에서 q 는 $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$

을 만족하므로, $q = \frac{p}{p-1}$ 이고 따라서, $\int_0^b y^{\frac{1}{p-1}} dy = \frac{p-1}{p} b^{\frac{p}{p-1}} = \frac{b^q}{q}$ 가 성립한다.

그러므로, 이 경우 식 (1)의 우변은 $\frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q}$ 가 되고 따라서, $ab \leq \frac{a^p}{p} + \frac{b^q}{q}$ 가 성립한다.

(3-ii) 직사각형의 넓이와 적분 영역의 넓이가 같아지려면 <그림 1>로부터 등식이 성립할 때, $f(a)$ 와 b 가 같아야 함을 알 수 있다. 즉, 식 (1)의 등호가 성립할 조건은 $b = f(a)$ 이다. 마찬가지로, [문제 3-i]에 주어진 부등식의 등호가 성립할 조건은 $b = a^{p-1}$, 즉 $b^q = a^p$ 이다.

□ 문제 4 해설

물리를 학습하는 주된 이유 중의 하나는 복잡한 현상들을 모델화를 통해 체계적으로 이해하는데 있다. 물리를 학습하는 학생들에게는 연구수준에 해당하는 복잡한 실제 시스템들도 고등학교 교과과정에서 배우는 간단한 일반물리 내용으로도 이해할 수 있음을 알려줌으로써 간단한 물리 지식으로도 다양한 현실적인 문제들을 해결할 수 있음을 알려주는데 목적이 있다. <제시문 4-1>은 물리시스템들 중에 퍼텐셜 에너지가 위치의 함수로 잘 정의가 되지 않는 경우에도 국소적으로는 퍼텐셜 에너지가 조화진동과 유사하기 때문에 조화진동 근사를 사용할 수 있음을 기술하고 있다.

[문제 4-i] 위치에 따른 퍼텐셜 에너지가 복잡한 일반적인 용수철 시스템들 중 하나로써 아래와 같은 퍼텐셜 에너지를 가정할 경우에도,

$$U = k_1 x^2 + k_2 x^4 + k_3 x^6 + k_4 x^8 + \dots$$

$x = 0$ 근처에서의 운동은 고등학교 물리에서 배운 용수철의 퍼텐셜 에너지인 $U = \frac{1}{2} kx^2$ 에서의 운동과 유사하게 기술될 수 있음을 알려주고자 하였다.

[문제 4-ii] 일상생활에서 접할 수 있는 단진자의 조화운동에 대한 일반적인 해를 구하는 것은 어려움이 있다. 하지만, 시계추와 같이 $\theta = 0$ 인 부근에서만 움직이는 단진자 경우 고등

학교 물리에서 배운 용수철의 힘인 $F = -kx$ 와 유사하게 기술될 수 있음을 보여주고자 하였다. 또한, 실제 시스템들에 대해서 고등학교에서 배운 물리 지식으로도 적절한 근사를 통해서 일부분 이해가 될 수 있음을 알려주고자 하였다.

■ 예시 답안

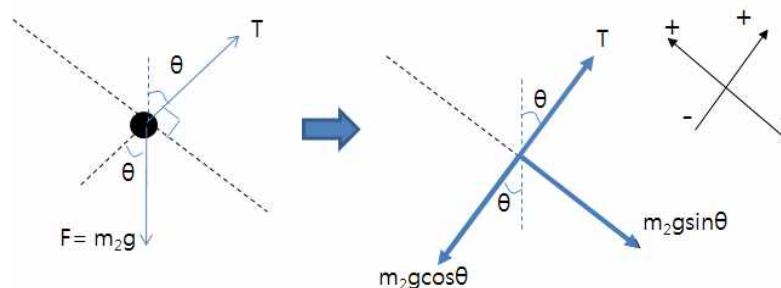
(4-i) <제시문 4-2>에서의 퍼텐셜 에너지인

$$U = k_1x^2 + k_2x^4 + k_3x^6 + k_4x^8 + \dots \text{는 } x \approx 0 \text{ 인 경우}$$

$$U \approx k_1x^2 \text{로 근사할 수 있다. 이 경우, } F = -\frac{dU}{dx} = -2k_1x \text{이다.}$$

또한, $F = m_1 \frac{d^2x}{dt^2} = -2k_1x$ 이다. $C_1 \frac{d^2x}{dt^2} = -C_2x$ 의 경우 $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$ 이므로, 이 문제에
서 진동수는 근사적으로 $f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k_1}{m_1}}$ 이다.

(4-ii) <제시문 4-3>에서와 같은 단진자의 경우 물체에 작용하는 힘들을 아래의 그림과 같이 바꿀 수 있다.



이 경우 물체의 진행방향으로의 힘은 $F = -m_2g \sin \theta$ 이고 진행과 수직되는 방향은 평행을 유지하고 있으므로 $T = m_2g \cos \theta$ 이다. θ 가 매우 작을 경우 $\sin \theta \approx \theta$ 이므로 근사적으로 $F \approx -m_2g\theta$ 이다.

또한, $dx \approx R d\theta$ 이므로 $F = m_2 \frac{d^2x}{dt^2}$ 는 근사적으로 $m_2 R \frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -m_2g\theta$ 가 된다. 양변을 정리하면 $R \frac{d^2\theta}{dt^2} \approx -g\theta$ 가 된다. $C_1 \frac{d^2x}{dt^2} = -C_2x$ 의 경우 $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$ 이므로, 이 문제
에서의 진동수는 근사적으로 $f \approx \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R}}$ 가 된다.

Ⅲ. 2010-2009학년도 논술고사 문제와 해설

1. 인문계

■ 인문계 2010학년도 수시논술 (인문1)

[문제 1] 아래 제시문들(1~4)은 현상을 탐구하는 방법에 대한 입장을 담고 있다. 이 제시문들을 서로 다른 두 입장으로 분류하고, 각 입장을 요약하시오.

<제시문 1>

지식도 시장에 내다 팔고 돈을 주고 거래하는 상품으로 전락한 포스트모더니즘 시대에 이르러 거대이론에 대한 믿음도 모두 깨졌다. 료타르가 말하는 ‘거대이론’이란 인간의 삶을 지배하고 통제하는 보편적 제도나 사고구조 또는 체계를 말한다. 모더니티는 이른바 거대이론을 만들어 내려고 하였다. 이러한 이론의 예로는 프랑스 대혁명에서 시작하는 해방의 담론과 독일 사상에서 볼 수 있는 정신의 실현에 대한 담론, 부(富)의 담론, 자본주의 정치경제학의 담론을 들 수 있다. 이러한 거대이론을 좀 더 구체적으로 말한다면, 헤겔의 관념철학, 하이데거의 해석학, 스미스와 리카도의 경제이론, 마르크스와 엥겔스의 변증법적 유물론 등 인간과 사회에 관한 총체적인 가설이나 역사서술을 꼽을 수 있다. 또한 다윈의 진화론과 프로이트의 정신분석학도 모두 거대이론에 들어간다. 료타르는 이러한 모든 총체적인 사고체계가 현대사회에 이르러 완전히 파산선고를 맞이하였다고 지적한다. ... 19세기 이단아 니체의 말대로 “절대성을 신봉하는 것이야말로 하나같이 병적(病的)”이라고 할 수 있다. 상대성이나 다원주의적 입장을 취한다고 하여 윤리적 결정이나 심미적 판단을 내릴 수 없는 것은 아니다. 또한 거대이론을 거부한다고 하여 지식과 담론에서의 실용적인 합의를 포기하는 것은 아니다.

<제시문 2>

신고전파 경제이론체계는 ‘합리적이고 유용성을 극대화하는 개인’이라는 비교적 단순한 인간 모델에 의존하고 있다. 인간이란 자기에게 유용하다고 생각되는 물건을 가능한 많이 취득함으로써 효용을 추구하고, 이를 합리적인 방식으로 수행하며, 이 때 자신이 속해 있는 더 큰 집단의 이익을 도모하기에 앞서 자신의 이익을 최대로 하고자 하는 개인의 입장에서 판단을 내린다. 신고전파 경제학은 말하자면 80%의 정확성을 갖고 있다고 말할 수 있다. 이들이 제시한 합리적이고 이기적인 인간 행동의 기본 모델은 그 시대에 80% 정도 들어맞았고, 이로써 화폐와 시장의 본질에 관한 중요한 진실을 밝혀낼 수 있었다. ... 자유시장 경제이론이 거둔 지적 승리는 자기 확신을 가져왔다. 많은 신고전파 경제학자들은 이미 얻은 성공에 만족하지 못하고, 그들이 발견한 경제법칙을 통해 인간에 대한 일원론적이고 보편과학에 근접한 학문을 수립할 수 있으리라고 믿게 되었다. 신고전파 경제학자들은 경제학의 법칙이 어디에나 적용된다고 주장한다. 이 법칙은 러시아나 미국, 일본, 부룬디, 파푸아뉴기니를 막론하고 똑같이 타당성을 가지며, 그 적용에 있어서 의미 있을 정도의 문화적 편차를 허용치 않는다. 신고전파 경제학자들은 보다 심원한

인식론적 의미에 있어서도 역시 자기가 옳다고 믿고 있다. 경제학 방법론을 통해 인간의 본성에 관한 근원적 진실이 밝혀져, 인간 행위의 거의 모든 측면을 설명할 수 있게 되었다는 것이다. 신고전파 경제학자들은 경제학 방법론을 정치, 관료제도, 인종차별, 가족, 출생률 등 통상 비경제적 현상으로 간주되는 영역에까지 확대했다.

〈제시문 3〉

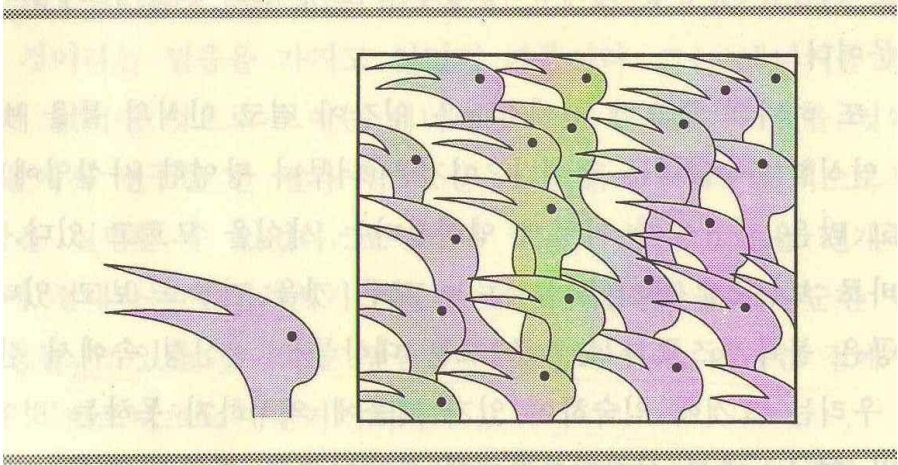
고교 시절 생물시간에 선생님은 플라스틱으로 만든 인체모형을 사용해서 인체의 구조를 가르쳐주었을 것이다. 이 플라스틱 모형에는 심장, 간, 신장 등 사람의 주요 장기가 있다. 선생님이 이 모형을 사용해서 사람 몸속의 장기들이 서로 어떻게 연결되고 맞춰졌는지 설명할 수 있다. 물론 이 플라스틱 모형은 실제 인간의 몸이 아니고, 이것을 실제 인간의 몸이라고 생각하는 학생도 없을 것이다. 이 모형은 단순화되어 실제와는 많이 다르다. 그러나 실제와 다른 단순성에도 불구하고, 오히려 이 비현실적인 단순성 때문에 인체의 구조가 어떻게 생겼는지 이해하는데 도움이 된다. 경제학에서도 현실세계를 이해하기 위해 모형을 사용한다. ... 마치 물리학자가 조약돌이 낙하할 때 공기의 저항을 받지 않는 것처럼 가정하듯이, 경제학자들도 분석하고자 하는 현상과 직접 관련 없는 세부사항은 없는 것으로 가정한다. 물리학이나 생물학, 경제학의 모든 모형은 현실을 더 잘 이해하기 위해 현실을 단순화한 것이다. ... 경제학의 모든 모형에서 경제적 유인은 사람의 행동을 예측하는데 핵심적 역할을 한다. 심지어 어떤 경제학자는 경제학 전체가 “사람들은 경제적 유인에 반응한다. 나머지는 모두 부수적이다”라는 말로 요약될 수 있다고 주장한다.

〈제시문 4〉

사회·문화현상은 매우 복잡하고 다면적이며 급속하게 변화하기 때문에 어느 하나의 학문에서 접근하는 것보다는 포괄적으로 다루는 것이 바람직하다. 예컨대, 우리 사회에서는 급속한 경제 성장과 사회구조의 변화, 민주화의 진전에 따라 다양한 사회갈등이 표출되고 있다. 이러한 사회갈등 현상은 경제학적으로 그리고 사회학적으로도 설명 가능하다. 사회갈등과 관련하여 경제학적으로는 개인들간에 자원의 희소성을 두고 벌어지는 경쟁과 자원배분의 문제로서 접근하면서 시장원리에 기반한 해법을 제시할 수 있을 것이다. 반면 사회학의 갈등이론에 따르면, 사회 안에서 벌어지는 갈등은 위세, 권력, 자산의 추구와 같은 목적을 달성하기 위해 개인, 집단, 조직간에 발생하는 대립적 상호작용이다. 그런데 이와 같은 희소가치를 둘러싸고 벌어지는 사회 내부의 갈등이 구성원간의 대립과 반목을 가져오기도 하지만, 일단의 이론가들은 예컨대 사회구성원들의 자발적 합의에 근거한 구속력 있는 계약이나 전략을 의미하는 시민사회적 해법 내지는 참여자치적 해법을 통해 사회질서의 유지가 가능하며 사회체계는 재통합되는 과정을 겪는다고 본다.

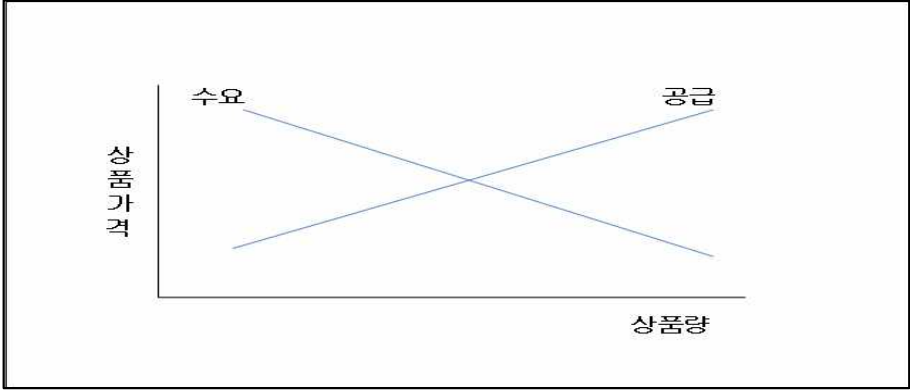
[문제 2] 아래 자료는 [문제 1]의 제시문들의 두 입장을 각각 대변한다. 아래 자료 중 하나를 활용해서, [문제 1]의 두 입장 중 하나를 택하여 그 입장에서 다른 입장을 비판하시오.

<자료 1>



* 형태심리학(Gestalt psychology)에서는 동일한 현상에 대한 이해도 인식의 틀에 따라서 달라진다고 한다. 그림을 한 쪽에서 보면 토끼들처럼 보이고, 다른 쪽에서 보면 새들처럼 보인다.

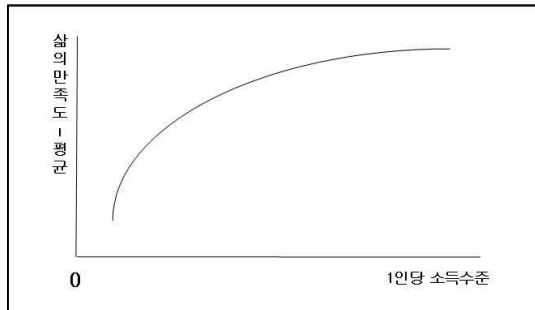
<자료 2>



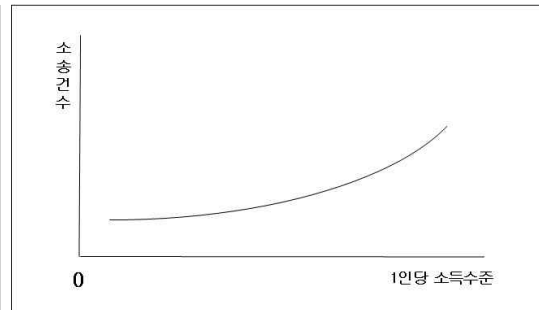
* 노벨경제학상 수상자인 코즈(Coase)는 “어떠한 사물이 보다 높은 (상대)가격을 가질 때 수요량은 감소한다고 하는 지식, 즉 수요법칙은 매우 광범위한 인간행동과 사회·경제현상을 설명하는 원리다”라고 강조하였다.

[문제 3] 아래 그림들이 결합해서 보여주는 현상을 설명하시오. 단, [문제 1]의 두 입장 중에서 이 현상을 보다 적절히 설명하는 입장에 근거하시오.

<그림 1> 소득과 삶에 대한 만족도



<그림 2> 소득과 사회갈등



[문제 4] <제시문 4>의 관점에서, 아래에 제시된 문제상황의 원인 및 해결방안을 설명하시오.

‘공유지의 비극(tragedy of the commons)’은 생물학자 하딘(Hardin)이 제기한 사회갈등의 대표적인 사례로서, 주인이 따로 없는 공동 목초지는 마을의 농부들이 각자 점점 더 많은 양(羊)을 키우려고 함으로써 결국에는 황폐화된다는 것이다.

(1) 출제의도

수험 대상자가 사회과학계열 지원 학생들인 점을 고려하여, 사회현상을 과학적으로 탐구하는 방법을 논술고사 문제의 주제로 선정하였다. 이 주제는 사회과학의 본원적인 문제일 뿐만 아니라, 고등학교 사회문화 교과서의 1단원 1장 2~3절에서 다루고 있는 중요한 주제이기도 하다. 4번 논술문항의 소재는 올해 노벨경제학상 수상자와 연관되어 언론에서도 많이 다루어진 현상을 선택하였다.

수험생들의 대학 수학능력을 정확하게 측정하기 위해 위에 언급한 중점 평가영역에 관련시켜 4문제를 출제하였는데, 문제의 형식은 본고가 이미 모의논술고사를 통해 제시한 틀을 그대로 유지했다. 1번 문제는 제시문의 논지를 입장별로 구분하고 논지를 요약하는 능력, 2번 문제는 관련 자료를 이용하여 반대 입장을 비판하는 능력, 3번 문제는 제시문과 관련하여 자료를 분석하고 해석하는 능력, 4번 문제는 제시문의 한 관점을 활용하여 문제해결 방안에 대해 논리적으로 설명하는 능력을 평가하기 위한 것이다.

과학적 탐구의 방법에 대한 입장은 기준에 따라 다양하게 분류할 수 있지만, 이번 논술에서는 현상을 가능한 단순화 하여 설명하는 법칙성을 추구하는 일원적(보편주의) 입장과 현상을 가능한 다양하고 상세하게 설명하려는 다원적(상대주의) 입장을 대비시켰다.

일원적 입장은 신고전경제학의 경우처럼 단순화된 가정과 제한된 변수에 기반하여 현상을 설명하려는 것이 대표적인 예가 될 수 있다. 반면에 이러한 단순화의 문제점을 지적하면서 있는 그대로의 현상을 여러 요인에 대한 고려를 통해 가능한 상세하고 다양한 측면(관점)에서 설명하는 것을 추구하는 사회학이나 인류학의 입장은 다원주의에 더 가깝다.

탐구의 방법에 대한 위의 두 가지 입장은 학문 분야의 성격이나 학자들에 따라서 커다란 차이를 보이는 것인데, 본 논술고사에서는 수험생의 개인적 입장이 어떤 쪽을 더 선호하는지는 측정의 대상이 아니다. 즉 일원론과 다원론의 비교에서 어느 쪽을 지지하느냐 하는 것은 채점 기준이 아니며, 주어진 제시문과 자료들을 분명하게 분석하고 질문에 대해 논리적으로 설명하는 능력을 확인하려고 하였다.

(2) 출제내용

- 문제 1: 과학 탐구의 방법이 현상을 가능한 단순화하고 법칙성을 추구하는 일원적인 것이어야 하는지 아니면 가능한 다양한 요인과 관점을 통해 있는 그대로에 가까운 상세한 설명을 추구하는 다원적인 것이어야 하는지에 대한 상반된 입장을 담고 있는 4개의 제시문(각 2개씩 입장이 대비되며, 이중 2개의 제시문은 일원론과 연관되고, 2개는 다원론과 연관됨)을 제시하고, 이를 상반된 입장으로 분류하고 각각의 논지를 요약하여 정리하도록 함.
- 문제 2: 다원론의 입장을 지지하는 자료와 일원론을 대표하는 자료를 각각 제시하고, 이 중 하나의 자료를 이용하여 문제 1의 한 입장에 대해 비판하도록 함.
- 문제 3: 소득과 삶의 만족도, 사회갈등을 연결한 두 개의 그림을 제시하고, 이 두 그림이 결합하여 보여주는 현상에 대해서 문제 1의 입장 중 더 적절한 입장을 활용하여 설명하도록 함.
- 문제 4: 현대사회의 핵심적인 문제의 하나인 ‘공유지의 비극’현상의 원인과 해결방안을 다원주의적 입장에서 논술하도록 함.

(3) 제시문 및 자료의 출처

- <제시문 1> 포스트모더니즘 (김옥동. 연세대출판부, 2009)
 - <제시문 2> 트러스트 (후쿠야마. 한국경제신문사, 1996)
 - <제시문 3> 맨큐의 경제학 (맨큐. 교보문고, 2009)
 - <제시문 4> 출제 위원회에서 구성
 - <자료 1> 경제학사 (주명진. 박영사, 1998)
 - <자료 2>, <그림 1>, <그림 2>: 출제 위원회에서 구성
- * 각 제시문과 자료 등은 출제의도에 맞추어 수정 보완 및 윤문을 하였음.

(4) 문항별 해설

□ 문제 1 해설

현상을 과학적으로 탐구하는 데 있어 일원론이 더 유용하다는 입장(제시문 2와 3)과 다원론이 더 유용하다는 입장(제시문 1과 4)을 대비시켜 각 입장의 내용을 요약해야 함

일원론적 관점	• 제시문 2: 신고전파 경제이론은 단순한 가정과 모델에 기반하여 일원론적이고 보편적인 학문을 추구하는데 이러한 경제학의 법칙이 경제 현상뿐만 아니라 인간 사회생활의 모든 영역에 보편적으로 적용된다고 주장함 • 제시문 3: 경제학을 비롯한 일부 학문 분야에서는 복잡한 현실을 객관적으로 분석하고 본질에 도달하기 위해서 현상을 단순화하고 모형화하여 파악하려고 함. 예컨대, 경제학은 모든 현상을 사람의 이기적 동기나 경제적 유인으로 환원해서 설명함
다원론적 관점	• 제시문 1: 보편성을 추구하는 거대 이론은 더 이상 설명력이 없으며 다원주의적 접근이 모호하거나 비실용적이지도 않음 • 제시문 4: 사회적 현상의 복잡성으로 인해 다양한 방법으로 현상의 본질을 이해하려고 함. 예컨대, 사회 갈등을 설명하는 데에도 경제학, 사회학 등 다양한 학문 분야의 관점에서 이해할 수 있음

□ 문제 2 해설

<자료 1> 을 활용 할 경우	<자료 1>은 보는 관점에 따라 동일한 현상이 달리 해석될 수 있음을 보여주고 있음 → 다원론에 해당되는 사례이므로 일원론에 대한 반박 근거로 사용해야 함. 즉, 다면적이며 복합적인 현상을 일면적이고 단순하게 해석함으로써 지나친 단순화의 오류를 범할 수 있음
------------------------	--

<자료2> 를 활용 할 경우	<자료2>는 경제학의 수요법칙을 보여주고 있음. 각주의 설명을 통해 수요법칙이 보편성과 원리를 지니고 있다고 설명하였음 → 일원론에 해당되는 사례이므로, 다원론에 대한 비판과 반박의 근거로 사용해야 함. 즉, 다원주의는 과도한 주관주의와 상대주의의 우를 범할 수 있음. 현상의 개별성에 대한 지나친 강조로 인해 이론화가 어려움. 과학적 지식이 의견이나 신념으로 비하될 수 있음
-----------------------	--

□ 문제 3 해설

<그림 1>은 소득 수준의 상승에 따라 삶의 만족도가 증가하고 있음을 보여줌. 하지만 소득수준이 높아지면서 만족도의 증가는 체감하는 경향을 보이는데 그 원인 중의 하나는 <그림 2>의 소송건수 지표에서 보듯이 사회적 갈등이 증가하는 사회구조의 변화와도 연관되어 있다는 점을 설명해야 함

<그림 1>의 자료를 한계효용체감의 관점으로 설명할 수 있으나, 문제에서 두 그림이 결합해서 보여주는 현상을 설명하도록 요구하고 있으므로, <그림 2>가 시사하고 있는 사회적 요인들과 관련지어 설명해야만 완전한 답임

□ 문제 4 해설

<제시문 4>를 특정함으로써 다원론적 입장에 기반하도록 하였고, <제시문 4>에서 제시된 경제학적 입장과 사회학적 입장을 활용하게끔 유도함

경제학적 접 근	• 원인: 인간 활동은 개인의 이기심에 기반하여 자원을 두고 벌어지는 경쟁과 배분의 문제 • 해결방안: 재산권 설정 등 시장적 방식. 소유권을 도입하여 시장에서 거래가 이루어지게 함
사회학적 접 근	• 원인: 희소자원의 확보를 둘러싼 경쟁 집단 간의 갈등 • 해결방안: 사회 구성원들에 의한 자율적 참여와 협상

5. 문항별 채점 포인트

문제1	• 각 제시문의 내용을 올바르게 파악하여 적절히 분류하였는가? • 두 입장의 핵심 내용을 적절히 요약하였는가?
문제2	• 자료의 의미를 올바르게 그리고 상세하게 파악하였는가? • 그 자료를 비판의 근거로 적절히 활용하였는가?
문제3	• 분석을 통해 그림이 보여주는 현상의 특징이 무엇인지 정확히 서술하였는가? • 그러한 현상적 특징이 발생하게 된 이유를 다원론적 입장과 긴밀하게 연관지워 설명하고 있는가?
문제4	• 원인과 해결방안에 대한 설명이 다원주의에 기반하여 일관성 있게 기술되었는가? • 원인과 해결방안에 대한 논술 내용이 포괄적이고, 창의적인가?

■ 인문계 2010학년도 수시논술 (인문2)

[문제 1] <제시문 1> ~ <제시문 4>는 집단 내에서 다수에 대한 개인의 동조(同調) 현상과 관련된 내용을 담고 있다. 이 네 개의 제시문을 상반된 두 입장으로 분류하고, 각 입장의 논지를 서술하시오.

<제시문 1> 집단성을 강조하는 사회에서는 개인의 고유성이 동일한 전체 속으로 녹아든다. 일단 ‘우리’를 강조하는 집단 상황에 접하게 되면, 개인의 개별적 특성의 합으로는 설명할 수 없는 ‘우리’ 자체의 독특한 특성과 역동성이 나타난다. (중략) 이는 개인 정체성이 집단 정체성으로 전환되는 것을 의미하며, 전체적 통일을 향한 개인의 변화가 ‘우리’ 형성의 충분조건임을 나타내는 것이다. 그리하여 ‘우리’의 형성은 인지적 측면뿐 아니라 감정적, 행동적 요소까지 결합하여 강력한 집단적 힘을 발휘할 잠재적 가능성을 내포하게 된다. 특히 정서적 요소의 결합은 전체적 조화를 자연스럽게 유도하는 데 중요한 역할을 한다. (중략) 타인과의 인지적 유사성을 지각하는 것은 ‘친밀감’, ‘따뜻함’, ‘안정감’ 등의 정서적 요인들을 자극하여 전체 ‘우리’로의 적응을 자연스럽게 신속하게 일어나도록 촉매 역할을 하며, 무리한 강요 없이도 집단을 위한 양보나 헌신을 가능하게 한다.

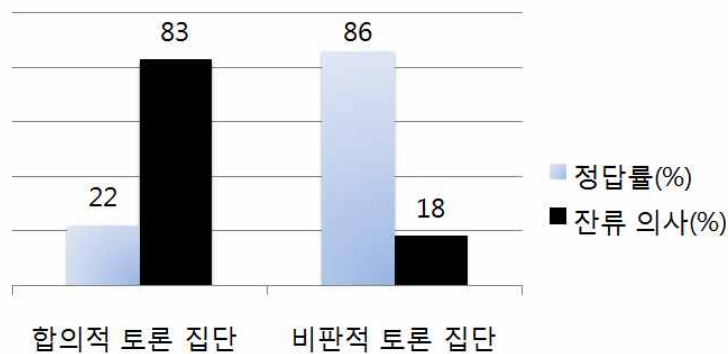
<제시문 2> 집단의 결정에 동조하는 것이 때로는 커다란 재앙으로 이어질 수 있다. 예를 들어, 1986년 미국 항공우주국(NASA)은 우주선 챌린저(Challenger)호의 발사 여부에 관한 최종 회의에서 이 우주선의 폭발 가능성을 경고한 소속 엔지니어의 의견을 무시하고 우주선 발사를 강행하기로 결정했다. 그 결과, 발사 후 불과 73초 만에 부품 결함으로 우주선이 공중 폭발하는 참사가 일어났다. 이 사고가 일어난 데에는 여러 가지 원인이 있지만, 우주선 부품의 결함을 사전에 발견한 엔지니어가 다수의 의사에 맞서서 자신의 의견을 끝까지 관철시키지 못한 것도 하나의 원인이라고 볼 수 있다. 챌린저호 폭발 사고의 예처럼 집단 의사결정 과정에서 발생하는 동조 현상이 막대한 재정 손실이나 인명 피해 또는 자원 낭비 등을 초래한 경우는 어렵지 않게 찾을 수 있다. (중략) 이러한 사례들은 대부분 응집성이 매우 높은 집단에서 구성원들이 과도하게 합치점을 추구하려는 경향 때문에 효율적 사고나 현실 검증력 등이 저해되어 빚어진다.

<제시문 3> 집단 구성원들이 서로 독립적일 경우, 그 집단은 정확한 예상치를 구해내거나 좋은 결정을 내릴 가능성이 훨씬 높다. 현명한 의사결정에서 독립성이 중요한 이유는 두 가지다. 첫째, 독립성은 사람들이 저지른 실수가 서로 연관되는 것을 막아준다. 개인의 판단에서 생긴 오류가 집단 전체의 판단을 손상시키지는 않는다. 여러 오류가 구조적으로 같은 방향을 향하고 있지 않다면, 그런 일은 생기지 않는다. 정보를 얻기 위해 서로 의지하게 되면 사람들의 판단은 구조적으로 편향되기 마련이다. 둘째, 독립성이 존재할 경우 구성원들은 이미 익숙한 자료 외에 새로운 정보를 갖고 있을 가능성이 높다. 따라서 가장 현명한 집단은 다양한 관점을 갖고 서로 독립적 상태를 유지할 수 있는 사람들로 구성된 집단일 것이다. 독립성이 반드시 합리적이라거나 한 쪽에 치우치지 않는다는 의미는 아니다. 사람에게는 편견과 비합리성이 있을 수 있다. 그러나 독립성을 유지하는 한, 편견과 비합리성으로 인해 집단이 더 우둔해지지는 않는다.

〈제시문 4〉 집단 규범에 대한 개인들의 동조는 사회문화적 진화를 촉진시키는 적응적 가치를 지니는 행동이다. 집단주의 사회에서는 사람들 사이의 상호의존성 및 집단의 통합과 조화가 강조되므로 타인에게 단결심, 공손함, 배려, 소속감 등을 보이기 위해 노력한다. 이 사회에 사는 사람들은 내집단(內集團)과 동일시된 자기관(self-view)을 가지고 있으므로, 동조를 집단 소속과 자기 확대의 수단으로 보아 중시하게 된다. (중략) 집단에 동조하는 사람이라고 해서 사회 압력에 저항하여 자신의 지각, 태도, 신념 등을 유지하는 능력이 없는 것은 아니다. 이들에게 있어서 타인에 대한 동조는 고도로 높이 평가되는 목표 상태로서, 중요한 관계를 유지하기 위해 자신의 욕구와 소망을 조절하고 타인에게 화합하려는 자발적 의지의 표현이다.

[문제 2] <설명>과 <그림 1>을 활용하여 [문제 1]의 한 입장을 비판하시오.

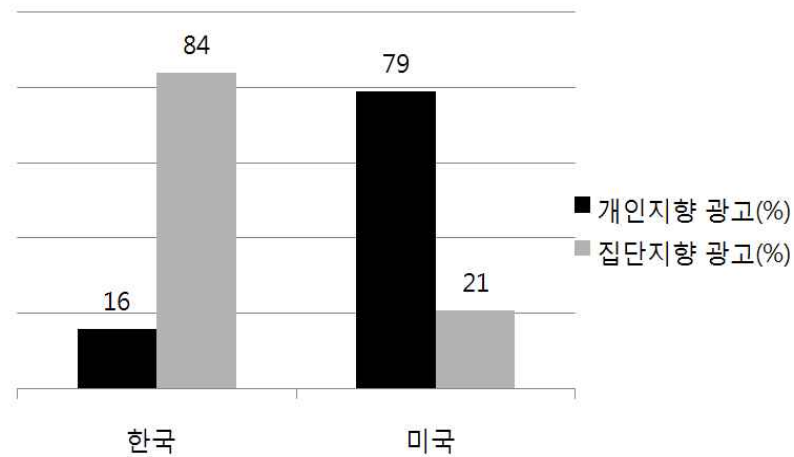
〈설명〉 집단의 의사결정을 알아보기 위해 7명씩 집단을 이루어 서로 다른 조건에서 과제를 수행하도록 하였다. 한 조건에서는 집단 구성원들이 합의를 추구하며 토론하도록 유도한 반면, 다른 한 조건에서는 비판적으로 토론하도록 유도했다. 그런 다음 구성원들에게 직원 채용에 응모한 세 명의 학력 및 경력, 입사시험 성적, 직무 적합도 등을 알려주고 세 사람 중 가장 적합한 사람이 누구인지를 맞추도록 했다. 과제가 끝나고 정답률과 집단 잔류 의사(구성원들이 계속 자기 집단에 남아있고 싶은 정도)에 있어서 두 조건 간에 차이가 있는지 알아보았다. 결과는 〈그림 1〉과 같았다.



〈그림 1〉 (그림 안의 수치는 위 과제에 참가한 모든 집단의 자료를 평균한 값임)

[문제 3] <그림 2>는 한국과 미국의 잡지에 등장하는 광고들이 ‘개인’을 강조하는지, ‘집단’을 강조하는지 조사한 자료이다. <표 1>은 사람들이 자신의 의견과 다른 다수 의견에 동조하는 정도를 알아본 연구들에서 나타난 나라 별 평균이다. 동조 현상과 관련지어 두 자료에 나타난 특징을 설명하시오.

〈그림 2〉



〈표 1〉

나라	중국	일본	미국	영국	벨기에
*외집단 동조율(%)	38	35	19	17	14
**내집단 동조율(%)	47	51	22	21	18

* 외집단 동조율: 소속이 다른 사람들에 대한 동조 정도

**내집단 동조율: 소속이 같은 사람들에 대한 동조 정도

[문제 4] <보기>에서 A가 어떻게 행동하는 것이 바람직할지에 대하여 자신의 견해를 논술하시오.

〈보기〉

최근 대기업에서 명예퇴직한 A는 죽마고우 5명과 함께 인터넷 쇼핑몰을 열고 신개념 등산화를 판매하였다. 그들의 전 재산을 투자해 개발한 이 등산화는 자세교정 기능까지 갖춘 첨단 제품으로 전문가들로부터 호평을 받았다. 그런데 사업을 시작한지 두 달이 넘도록 판매는 커녕 쇼핑몰 방문자도 극소수에 불과했다. 너무 실망한 나머지 A는 기분전환을 위해 1주일 간 여행을 떠났다. 여행에서 돌아온 A는 깜짝 놀랐다. 불과 1주일 사이에 쇼핑몰 방문자 수가 천 명에 이르고, 구매한 제품에 매우 만족한다는 사용후기들이 수십 편이나 남겨져 있었다. 또한 A는 그 다섯 친구 중 한 명으로부터 뜻밖의 이야기를 듣게 되었다. A가 여행을 떠난 사이 친구들이 합의해서 쇼핑몰 방문자 수를 부풀리고, 자신들이 구매자인 것처럼 꾸며서 그 등산화를 극찬하는 후기를 올려놓았다는 것이다. 만약 A가 이 사실을 포털업체에 알리면 쇼핑몰은 즉각 폐쇄될 것이며, 앞으로 인터넷상에서 어떤 사업도 할 수 없게 된다. 뿐만 아니라 투자한 돈도 모두 잃고, 그 동안 쌓아온 우정도 산산조각날 것이다.

(1) 출제 의도

인문 II의 주제는 ‘동조(conformity)’ 현상이다. 동조란 집단 안에서 개인이 다수의 생각이나 행동을 자발적으로 따라하는 행위를 말한다. 동조는 일상생활에서 흔히 찾아볼 수 있는 개인들의 행위 유형일 뿐만 아니라, 고등학교 도덕 교과서의 “도덕 공동체의 의미와 공동선의 중요성” 그리고 전통 윤리 교과서의 “전통 윤리의 현대적 계승”의 내용과도 연관된다.

이번 논술고사에서는 집단 내에서 다수에 대한 개인의 행위 유형 중의 하나로서 ‘동조’가 지니는 긍정적인 측면(순기능)과 부정적인 측면(역기능)을 정확히 이해하고 있는지(문제 1), 또 ‘동조’ 현상에 영향을 주는 요인들을 자료들을 통해 보여주고, 동조와 집단 규범의 관계(문제 2) 그리고 동조 현상과 문화적 배경 간의 연관 관계(문제 3)를 발견할 수 있는지 평가하고, 또 실제적인 문제 상황에서의 개인의 선택과 관련하여 동조 및 반동조 행위에 대한 가치 평가(문제 4)를 해보도록 하였다.

‘동조’를 긍정적으로 보느냐 부정적으로 보느냐 자체는 평가 대상이 아니다. 주제 현상을 얼마나 깊이 폭넓게 이해하고 있는지, 문제의 해결 수준은 어느 정도인지 등 대학 수학능력으로서 수험생의 논리적, 비판적 사고력 그리고 문제 해결력과 창의성을 평가하고자 했다. 문항을 구성함에 있어서도 성균관대학교 논술고사의 전형적인 패턴을 따름으로써 수험생에게 가급적 혼란을 주지 않으려고 했으며, 정상적인 학교 수업 과정을 통해 대비할 수 있는 수준으로 가급적 쉽게 출제하려고 노력했다.

(2) 출제 내용

- 문제 1: 요약 능력을 평가하는 문제이다. 집단 혹은 다수의 결정이나 규범에 대한 개인의 동조가 지니는 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 말하는 4개의 제시문을 주고, 이것들을 상반된 두 개의 입장으로 분류하여 요약 정리해야 한다. 관건은 4개의 제시문에서 동조의 순기능과 역기능에 대한 내용을 정확히 찾아 얼마나 간결하고 명확하게 서술하고 있는가 이다.
- 문제 2: 자료 해석을 바탕으로 특정 입장을 비판하는 문제이다. 주어진 설명을 토대로 그래프의 의미가 무엇인지 정확히 해석하고, 그것을 문제 1에서의 특정 입장을 비판하는 근거로 삼아야 한다.
- 문제 3: 자료 해석 및 설명 문제. 동조 현상의 정도를 보여주는 두 자료를 상세히 해석하여 동조 정도의 차이를 명확히 해석하고, 왜 그런 차이가 발생하는지 설명해야 한다.
- 문제 4: 대안 제시능력을 평가하는 문제이다. ‘동조할 것인가 내부 고발자가 될 것인가’의 딜레마 상황에서 어느 한편을 결정하고, 이를 나름의 근거 제시를 통해 정당화해야 한다.

(3) 제시문 및 자료의 출처

- 〈제시문 1〉 한국인 심리학. 최상진 저. 중앙대학교출판부. 2007.
- 〈제시문 2〉 인간의 마음과 행동. 한덕웅 등. 박영사. 2004.
- 〈제시문 3〉 대중의 지혜. James Surowiecki 저. 홍대운, 이창근 역. 랜덤하우스. 2004.

- 〈제시문 4〉 동아시아 집단주의의 유학사상적 배경. 조궁호 저. 지식산업사. 2007
- 〈설명〉 및 〈그림1〉 Postmes, T., Spears, R., & Cihangir, S. (2001). Quality of decision making and group norms. Journal of Personality and Social Psychology, 80, 918-930에서 개작
- 〈그림 2〉 Han, S. P., & Shavitt, S. (1994). Persuasion and culture: Advertising appeals in individualistic and collectivistic societies. Journal of Experimental Social Psychology, 30, 326-350에서 개작.
- 〈표 1〉 Bond, R., & Smith, P. (1996). Culture and conformity: A meta-analysis of studies using Asch's line judgment task. Psychological Bulletin, 119, 111-137에서 개작

※ 제시문과 자료들은 출제의도에 맞게 수정, 변형, 재구성되었음.

(4) 문항별 해설

□ 문제 1 해설

요약 능력을 평가하는 문제로, 집단 혹은 다수의 결정이나 규범에 대한 개인의 동조가 지니는 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 말하는 4개의 제시문을 주고, 이것들을 상반된 두 개의 입장으로 분류하여 요약 정리해야 한다. 관건은 4개의 제시문에서 동조의 순기능과 역기능에 대한 내용을 정확히 찾아 얼마나 간결하고 명확하게 서술하고 있는가이다. 특히 제시문 3은 주로 구성원의 독립성이 건전한 집단 의사결정에 중요한 요인임을 말하지만, 수렴성은 거기서 동조성(비독립성)이 강한 집단에서 발생할 수 있는 오류를 지적하는 내용을 포착해야 한다.

동조의 순기능	제시문 1과 제시문 4는 동조의 긍정적 측면을 기술하고 있다. 제시문 1은 개인들의 동조를 통한 전체로서의 ‘우리’의 형성이 집단의 잠재력을 극대화하고, 집단을 위한 개인의 양보와 헌신을 가능케 함을 말한다. 제시문 4는 동조는 개인이 내집단과의 일체화를 통해 자기 자신을 확대하려는 자발적 행위임을 말한다.
동조의 역기능	제시문 2와 3은 동조의 역기능적 측면을 언급하고 있다. 제시문 2는 응집성이 강한 집단에서 동조가 집단의 건전한 의사결정을 방해하여 집단 전체에 커다란 불이익을 초래할 수 있음을 시사한다. 그리고 제시문 3은 비독립적인 개인들로 구성된 집단에서는 동조에 의해 개인의 오류나 비합리성, 편견이 다른 개인들에게로 전이되어 집단 전체가 우매해 질 수 있음을 경고한다.

□ 문제 2 해설

자료 해석을 바탕으로 특정 입장을 비판하는 문제이다. 주어진 〈설명〉에서 동조 현상과 관련된 실험 조건이 무엇인지 그리고 결과 그래프의 의미가 무엇인지 정확히 해석하고, 그것을 문제 1에서의 특정 입장을 비판하는 근거로 삼아야 한다. 〈설명〉에서 제시된 두 가지 과제 수행 조건은 각각 동조와 비동조를 유도하고 있다. 합의를 추구하라는 조건은 구성원들 간의 동조가 쉽

게 일어나도록 하며, 비판적으로 토의하라는 조건은 비동조를 유도한다. 이로부터 수험생은 이들 조건이 집단규범으로서 동조 현상에 영향을 주는 요인이 되고 있음을 포착해야 한다.

결과를 나타내는 그래프는 양면성을 지니고 있다. 비판적 토론 집단에서는 잔류의사(응집성)가 낮게 정답률은 높게 나타나며, 합의적 토론 집단에서는 반대 경향이 나타난다. 따라서 이 그래프는 동조 현상을 긍정적으로 보는 입장에서 동조를 부정적으로 보는 입장을 비판하는 근거로, 동시에 동조를 부정적으로 보는 입장에서 동조를 긍정적으로 보는 입장을 비판하는 근거로도 활용될 수 있다.

동조를 긍정적으로 보는 입장을 비판할 경우	정답률의 차이를 활용해야 한다. 그래프 상에서 합의토론 집단의 낮은 정답률 그리고 비판적 토론 집단의 높은 정답률을 근거로 동조를 긍정적으로 보는 입장을 비판할 수 있다.
동조를 부정적으로 보는 입장을 비판할 경우	잔류의사의 차이를 활용해야 한다. 비판적 토론 집단의 낮은 잔류의사 그리고 합의적 토론 집단에서의 높은 잔류의사로부터 집단의 지속성과 응집력을 추론하여 동조를 부정적으로 보는 입장을 비판할 수 있다.

※ 두 가지 경우를 모두 언급하더라도 요구 사항을 어긴 것은 아니므로 감정 대상은 아님.

□ 문제 3 해설

자료 해석 및 설명 문제. 그림과 표는 동조 현상에 영향을 미치는 중요한 요인으로서 공동체의 문화적 성격을 암시하고 있다. 두 자료를 상세히 해석하여 동조 정도의 차이를 명확히 밝히고, 문화와 동조 현상 간의 상관 관계를 설명할 수 있어야 한다.

<그림 2>의 설명

광고는 한 사회 혹은 문화의 특성을 상징적으로 반영한다고 볼 수 있다. 따라서 집단을 강조하는 광고가 많다는 것은 한국 사회가 집단주의 문화권임을, 반대로 개인을 강조하는 광고가 많다는 것은 미국 사회가 개인주의 문화권임을 암시하는 것으로 볼 수 있다. 다시 말해서 공동체의 문화적 성격에 따라 동조 성향이 다르게 나타난다는 것을 명시해야 한다.

<표 1>의 설명

첫째, 집단주의 문화권에 속하는 동아시아의 국가들(중국, 일본)에서 서구 사회에 비해 높은 동조율을 보이고 있다. 이는 동조에서의 문화차이를 보여주는 결과이다. 둘째, 표에 제시된 모든 나라들에서 외집단에 비해 내집단에 대한 동조율이 전반적으로 높게 나타나 있다. 그러나 내집단에 대한 동조와 외집단에 대한 동조의 차이는 중국과 일본에서 서구 국가들보다 현저하다. 이 두 가지 결과는 동조 현상이 문화권에 따라 그리고 집단의 성격에 따라 다르게 나타남을 보여 준다. 그리고 집단의 성격에 따른 차이는 서구사회와 같은 개인주의 문화권보다 집단주의 문화에서 크게 나타나는 것으로 해석된다.

※ 수험생은 문화권 및 집단의 성격이 동조 현상에 영향을 미치는 요인임을 명확히 밝히고, 또

두 자료의 공통적 특징을 언급할 경우 높은 점수를 받을 수 있다.

□ 문제 4 해설

대안 제시능력을 평가하는 문제. 보기는 ‘동조할 것인가 내부고발자가 될 것인가’의 딜레마 상황을 보여준다. 내부고발(whistle-blowing from the inside)은 일종의 반동조(anti-conformity) 현상이다. 수험생은 딜레마 상황에서 어느 한편을 결정하고, 나름의 근거 제시를 통해 자신의 선택을 정당화해야 한다.

A가 동조자가 될 경우	본인 및 소속 집단의 안녕과 복지에 높은 가치를 부여하는 사람일 경우 동료들의 행위를 묵인하게 될 것이다. 비록 양심이나 정의감을 저버리게 되지만, 오래 쌓아온 친구들과의 우정을 유지하고 투자액도 건질 수 있다. 양심이나 정의와 같은 도덕적 가치가 중요해 보이기도 한다. 그러나 현재의 문제 상황은 내부고발에 의한 막대한 도덕적 가치 추구 보다는 현실적인 이익을 추구하는 것이 자연스럽다. 왜냐하면 비리는 A 자신이 직접 저지른 일이 아니며, 내부 고발은 본인 및 친구들에게 명백한 불이익을 적극적으로 초래하는 행위이기 때문이다.
A가 내부고발자가 될 경우	우정과 돈을 모두 잃겠지만 양심에 따른 정의로운 행위를 하는 것이다. 동료들의 비리를 묵인하는 것은 공익 보다는 사익을 우선시하는, 비도덕적 행위이다. 개인 차원에서 흔히 벌어지고 있는 이러한 동조의 관행은 소속 집단을 결국 편파적이고 공정하지 못한 공동체로 만들기 쉽다. 따라서 개인적 편익을 추구하는 동조 행위를 해서는 안되며, 올바른 상도덕의 정립과 정의 구현의 차원에서 포털업체에 사실을 알려야 한다.

※ 두 경우를 모두 언급하고 이를 상대 비교할 경우 높은 점수를 받을 수 있다.

5. 문항별 채점 포인트

문제1	• 각 제시문의 내용을 올바르게 파악하여 적절히 분류하였는가? • 두 입장의 핵심 내용을 적절히(키워드의 포착) 요약하였는가?
문제2	• 자료의 의미를 상세하게 파악하였는가? • 그 자료를 비판의 근거로 적절히 활용하였는가?
문제3	• 그러한 현상적 특징이 발생하게 된 이유를 특정 제시문의 내용과 긴밀하게 연관지워 설명하고 있는가? • 지표 분석을 통해 표가 보여주는 현상의 특징이 무엇인지 정확히 서술하였는가?
문제4	• 해결 방안이 포괄적이고 창의적인가, 선택한 행위가 초래할 부작용을 검토하였는가? • 해결 방안을 일관성 있게 기술하였는가? • 가치관을 도입하여 자신의 선택을 충분히 정당화하고 있는가?

■ 인문계 2010학년도 수시논술 (인문3)

[문제 1] <제시문 1> ~ <제시문 4>는 사회적 자원의 분배와 관련된 내용들이다. 제시문들을 서로 다른 두 입장으로 분류한 후, 이 두 입장의 핵심 논지를 요약하시오.

<제시문 1>

적법 절차란 개인의 권리 보호를 위해 정해진 일련의 법적 절차를 의미하는 것으로, 권리의 실질적 내용을 실현하기 위해 선택해야 할 수단적이고 기술적인 방법을 말한다. 적법 절차의 원리는 입법 과정이나 행정 등 국가 공권력이 작용하는 영역에서는 항상 규정 내용의 합리성과 정당성 못지않게 절차상의 적법성이 요구된다는 원리이다. 예를 들어 지방자치단체를 신설, 통폐합 또는 분리하는 경우에는 지방자치의회의 의견을 들어야 하고, 필요할 경우 지방자치단체의장은 주민투표를 실시할 수도 있다. 그리고 이에 대한 법률을 제정할 때에도 주민의 의견을 묻는 절차를 반드시 밟아야 하는데, 이는 국민이 국가 활동의 단순한 객체로 취급되지 않도록 하려는 것이다. 공공복리를 이유로 지방자치단체의 구획을 변경하는 국가적 재편 계획에 대하여도, 일반적으로 상반되는 이해 관계자들의 참여 없이는 적절한 이익 조정이 곤란하므로, 어떤 결정을 내리기 전에 그들에게 입장 표명의 기회를 주어야 한다. 절차의 중요성을 보여주는 다른 예로 법정에서의 분쟁해결 과정을 들 수 있다. 소송의 당사자들에게 소송 과정이나 절차에 대한 통제력이 주어질 경우, 그렇지 못한 경우에 비하여 당사자들은 소송 결과의 승패에 관계없이 판결이 더 공정했다고 인식하며, 소송 결과에 승복하는 확률도 높아진다.

<제시문 2>

사회 집단에서 다수의 개인들이 선호하는 재화는 그 양이 한정된 경우가 많다. 이 경우 재화의 분배 문제가 필연적으로 발생하게 되며, 공정한 분배를 위해서는 일정한 규칙을 정립할 필요가 있다. 이 규칙은 몇몇 이상적 요건들을 구비해야 하는데, 합리성 및 공공성 등이 그것이다. 그러나 이러한 요건을 구비하는 것이 현실적으로는 쉽지 않다. 개인의 이해와 공공의 이해가 상충될 가능성이 상존하기 때문이다. 그럼에도 불구하고 분배 규칙은 반드시 정립되어야 한다. 그 이유는 그 규칙이 개인들에게 아무리 부당하다 하더라도, 이른바 ‘게임의 룰’로서의 규칙이 없다면 더욱 더 많은 사회적 혼란이 생겨나기 때문이다. 자본주의 체제에서 가장 보편적으로 사용하는 분배의 규칙은 이른바 기여의 원칙이다. 즉, 개인이 기여한 정도에 따라 차별적으로 결과를 배분하는 것인데, 이를 흔히 분배의 공정성이라 일컫는다. 분배의 공정성이 달성되면, 모든 개인들에게 균등한 배분을 하기보다는 각자의 기여에 상응하는 몫을 제공해 줄 수 있게 된다. 이 경우에는 자신의 몫을 타인의 몫과 비교할 필요가 없다. 자신의 기여에 상응하는 몫을 주었음에도 불구하고 타인과 비교한 후 불평한다면, 이것은 질투나 불건전한 감정에 의한 것이므로 불평하는 개인의 책임으로 귀결된다. 분배의 공정성이 확보되면 각 개인은 자신의 분배 몫에 수긍하게 된다. 공정한 분배에 이르기까지의 과정 또한 중요한 것은 사실이지만 과정이 공정하다고 해서 결과의 공정성까지 보장할 수 있는 것은 아니다.

<제시문 3>

장애인이 어떻게 대우받아야 하는가를 생각해 보자. 장애는 때때로 다른 사람과 다르게 대우받아야 하는 이유가 된다. 소방관을 뽑을 때 휠체어를 타야만 하는 사람을 배제하는 것은 정당화될 수 있다. 문서를 교정하는 사람을 구할 때 시각 장애자는 지원해도 채용될 가능성이 없다.

그러나 특정한 장애 때문에 특정한 직업을 가질 수 없다는 사실에 기초하여 장애인의 이익보다 장애가 없는 다른 사람의 이익을 더 중요하게 고려해야 한다고 주장하는 것은 장애인의 마땅한 몫을 빼앗는 것이나 다름없다. 어떤 장애가 특정 직업 활동과 관련이 없음에도 불구하고 단지 장애가 있다는 이유 때문에 차별하는 것 또한 마찬가지로이다. 그러므로 인종이나 민족이나 성별을 근거로 차별하는 행위를 법적으로 금지해야 하는 것처럼, 장애를 근거로 부당하게 차별하는 행위도 반드시 법적으로 금지해야 한다.

그러나 좀 더 나아가야 한다. 인종이나 성별 때문에 불리한 대우를 받는 사람들에게 대한 역차별 조치를 찬성하는 많은 논변이 장애인들에게는 더욱 강력하게 적용될 수 있다. 장애가 장애인으로 하여금 공동체의 동등한 구성원으로 대우받는 것을 어렵게 만드는 상황에서 동일한 기회를 주는 것만으로는 충분하지 않다. 그러므로 역차별 조치는 비장애인의 의견과는 무관하게 반드시 실시되어야 한다. 휠체어를 탄 장애인들이 대학에서 도서관에 들어가기 위해 높은 계단을 올라가야 한다면, 대학에 다닐 기회를 주었다고 해도 실제로는 큰 도움이 되지 않는다. 많은 장애 아동들은 일반 학교에 다님으로써 이득을 얻을 수 있다. 그러나 일반 학교는 이들의 특별한 필요를 충족시킬 수 있는 추가적인 재원이 부족하기 때문에, 장애인을 받아들일 수 없는 것이 현실이다. 그러한 필요가 장애인의 삶에서는 매우 중요한 것이기 때문에, 우리는 다른 사람들의 사소한 필요보다 그들의 필요에 더 큰 비중을 두어야 한다. 그렇기 때문에 일반적으로 장애가 없는 사람보다는 장애인을 위해 돈을 사용하는 것이 더 쉽게 정당화될 수 있다. 장애인을 위해 재원을 얼마나 더 사용해야 하느냐를 정하는 것은 물론 어려운 문제이다. 재원이 충분하지 않으므로 한계가 있을 수밖에 없다. 그러나 장애인의 몫을 공정하게 고려하는 것은 반드시 필요하다.

<제시문 4>

다수의 개인들이 선호하는 희소 재화를 분배할 경우, 분배 규칙의 구체적인 내용은 그다지 중요하지 않다. 중요한 것은 그 규칙이 과연 어떤 과정을 거쳐서 도출되었는가 하는 점이다. 공정한 과정을 거쳐서 도출되었으면 정의로운 규칙이고 그렇지 못하면 정의롭지 못한 규칙이 될 것이다. 여기서 공정한 과정이란 여러 이해 관계자들이 불편부당하게 생각하고 행동하는 상황에서 자발적 합의에 도달하는 과정을 가리킨다. 결국 어떤 분배 방식이 정의로운 것인지 여부는 과연 그 분배가 공정한 과정을 거쳤는지에 상당 정도 달려있다. 이를테면 공정을 기하기 위해서 흔히 동전이나 주사위를 던져서 결정하는 관행은 동전이나 주사위를 던진 결과가 모든 개인들에게 항상 이익을 보장해주기 때문이 아니라, 동전이나 주사위를 던져서 결정하는 과정 자체가 공정하다고 인식되기 때문에 유지되는 것이다. 물론 이 때 공정성이 보장되기 위해서는 외부 영향력의 배제, 개인들의 자발성과 진실성 등이 전제되어야 한다.

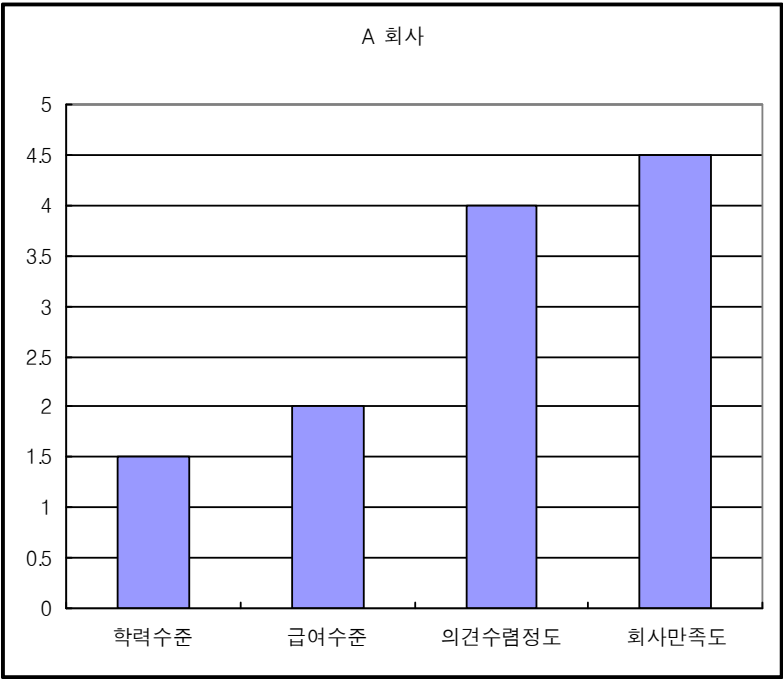
[문제 2] [문제 1]의 두 입장 중 하나를 선택하여 그 입장에서 다른 입장을 비판하시오.

[문제 3] 아래 <그림 1>, <그림 2>에 나타난 두 회사의 상황을 [문제 1]의 두 입장 모두와 관련지어 비교, 평가하시오.

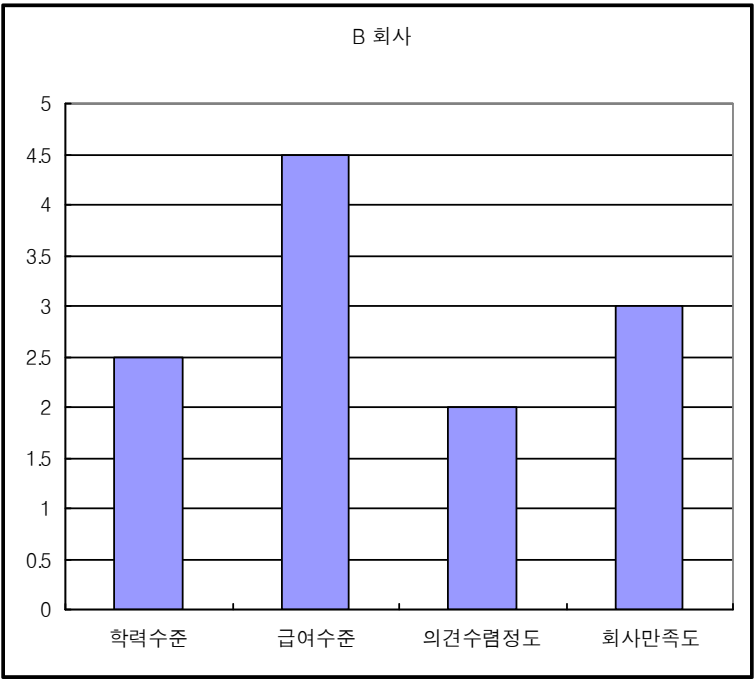
두 그림에서 종업원들의 학력수준, 급여수준, 의견수렴정도, 회사만족도는 0(최소)부터 5(최대)까지의 척도를 사용하여 표준화한 평균값이다. 이 때 '의견수렴정도'는 인사고과나 봉

급인상 등의 결정과정에서 종업원들로부터 의견을 수렴한 것이다.

〈그림 1〉



〈그림 2〉



[문제 4] <보기>에 제시된 문제를 해결할 수 있는 구체적 방안을 제시하되, [문제 1]의 두 입장을 모두 만족시키시오.

<보기>

어느 지역을 통과하는 하천의 상류에, 유사 업종이면서 규모가 서로 다른 세 공장 A, B, C가 있다. 이들 공장 각각이 배출하는 폐수의 양은 물론이고 세 공장 전체 폐수의 양도 법정 허용 기준치를 초과하지 않는 정도이지만, 일정기간 동안의 폐수방류로 인하여 하류의 주민들은 피부병 등의 피해를 입고 있어서 보상을 요구하고 있는 상황이다. 주민들은 세 공장 중 그 수치를 알 수는 없지만 폐수의 방류량이 가장 많은 것으로 추정되고 공장규모 뿐만 아니라 영업실적이 좋은 A공장을 대상으로 전액 보상을 요구하고 있다. 그러나 A공장 측은 다른 B나 C공장 역시 일정 부분의 폐수를 방류한 데 대한 책임이 있으므로 전액을 보상할 수는 없다고 주장한다.

(1) 출제의도

인간은 사회에서 서로 비교를 하며 자신이 공정한 보상과 대우를 받는지 그리고 공정한 몫이 무엇인지에 대해 생각한다. 사회적 교환관계에서 사람들은 자신의 투입에 대한 성과를 타인의 그것과 비교하기 때문에, 어떤 분배가 정의로운 분배인가를 규명하기 위해 분배와 할당의 공정성에 대한 논의가 진행되고 있다. 인문 III 논술고사는 사회적 자원의 공정한 분배를 주제로 선정하였다.

자원의 분배와 관련된 공정성은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 즉, 분배결과의 공정성 정도에 중점을 두는 “분배공정성(distributive justice)”과 분배를 결정해 가는 과정의 공정성 정도에 중점을 두는 “절차공정성(procedural justice)”이 있다. 분배공정성은 분배결과가 다른 사람과 비교하여 공정하게 이루어 졌는가에 초점을 두며, 개인이 기여한 정도에 따라 차별적으로 결과를 배분할 경우 달성된다. 분배공정성이 달성되면 각자의 기여에 상응하는 몫이 제공된다. 절차공정성은 분배 규칙의 구체적 내용보다는 그 규칙이 어떤 과정을 거쳐서 도출되었는가 즉, 분배를 결정하는 절차나 과정이 얼마나 공정했는가에 초점을 둔다.

수험생들의 대학 수학능력을 정확히 평가하기 위해 문제를 4개의 중점 평가 영역에 관련시켜 출제하였다. 1번 문제는 제시문의 내용을 두 입장별로 구분하여 파악한 다음 논리적으로 요약하는 능력, 2번 문제는 문제 1의 한 입장에서 다른 입장을 비판하는 능력, 3번 문제는 주어진 그래프를 분석·이해하고 두 입장 각각에서 그래프를 설명하는 능력, 4번 문제는 두 입장을 모두 만족시키면서 주어진 상황을 해결할 수 있는 응용 능력을 평가하기 위한 것이다.

(2) 출제내용

- 문제 1: 공정성에 관한 두 가지 입장을 담고 있는 4개의 제시문(2개는 분배공정성, 2개는 절차공정성과 연관됨)을 주고 상반된 입장의 논지를 대비시켜 요약 정리하도록 함.
- 문제 2: 문제 1의 두 입장 중 하나를 택하여 그 입장에서 다른 입장을 비판하게 함.
- 문제 3: 문제 1의 두 입장과 모두 연관될 수 있는 가상의 자료(두 회사의 종업원들의 학력수준에 따른 급여 수준과 종업원들의 의견수렴도와 회사만족도)를 그래프로 구성하여 제시하고, 이 자료를 문제 1의 입장들과 연관시켜 설명하도록 함.
- 문제 4: 하천의 상류에 위치한 세 공장의 폐수로 인한 피해에 대해 주민들이 보상을 요구하는 가상적 상황에서 문제 1의 두 입장을 모두 만족시키면서 해결할 수 있는 구체적인 방안을 제시하게 함.

(3) 제시문 및 자료의 출처

- <제시문 1> 이창희, 장승화(2003). 『절차적 정의와 법의 지배』 (헌법재판소 결정문), 박영사.
- <제시문 2> John Rawls(1971). 『A Theory of Justice』, Harvard University Press (황경식 역).
- <제시문 3> 피터 싱어(1997). 『실천윤리학』, 철학과현실사 (황경식, 김성동 역).
- <제시문 4> John Rawls(1971). 『A Theory of Justice』, Harvard University Press(황경식 역).
- <도표> 출제위원회 구성 가상 자료.
- <보기> 출제위원회 구성 가상 자료.
- * 제시문과 보기는 출제의도에 맞게 재구성되었음.

(4) 문항별 해설

□ 문제 1 해설

제시문들의 공통된 쟁점은 “사회적 자원의 분배가 어떻게 이루어지는 것이 공정한가?”이다.

① 분배(결과)의 공정성을 내세우는 입장(제시문 2, 3)

- <제시문 2> : 기여의 원칙에 기초하여, 개인이 기여한 정도에 따라 차별적으로 결과를 배분할 때 분배의 공정성을 확보할 수 있다.
- <제시문 3> : 장애가 있다는 이유만으로 장애인을 차별하는 것은 그들의 몫을 빼앗는 것이며, 오히려 장애인을 위한 역차별 조치를 시행하는 것이 분배의 공정성을 확보하는 방법이다.

②절·차의 공정성을 내세우는 입장 (제시문 1, 4)

- <제시문 1> : 국가 공권력의 작용은 항상 적법한 절차를 거쳐야 하며, 법적 분쟁 해결과정에서도 적절한 절차를 거치는 것이 중요하다.
- <제시문 4> : 분배의 정의는 분배 규칙을 도출하는 절차의 공정성에 의해 확보된다.

□ 문제 2 해설

가능한 비판들은 다음과 같다.

① 절차의 공정성을 옹호하는 입장에서 분배(결과)의 공정성 주장에 대한 비판

- 구체적인 분배 규칙에 합의하는 것이 쉽지 않다. 어떤 분배 방식이 기여의 원칙을 준수하는 것인지에 대해 실제로 갈등이 존재하기 때문이다. 이 문제가 국가나 이해 당사자 한 쪽에 의해 일방적으로 정해질 수 없으므로 합의 절차를 밟을 수밖에 없는 것이 현실이고, 이는 곧 분배의 공정성이 절차의 공정성에 의존할 수밖에 없음을 의미한다.
- 분배 결과가 공정해도 절차가 불공정하여 분배 당사자가 의사결정과정에서 제외되면, 그들은 상당한 좌절감, 분노를 느끼게 된다. 그리고 리더에 대한 신뢰도도 감소할 수 있다. 이런 현상은 분배의 몫이 자신의 기여에 비해 적은 경우는 물론이고 더 많은 경우에도 나타날 수 있다.

② 분배(결과)의 공정성 입장에서 절차의 공정성 입장 비판

- 아무리 공정한 절차를 거쳤다고 해도 분배된 몫이 현저하게 다르면 구성원이 불만을 억제하기 어렵기 때문에 조직 안에서 갈등과 불화가 생길 수밖에 없다. 즉 결과의 공정성이 일정 수준 이상 확보되지 않으면 절차의 공정성만으로는 구성원에게 만족을 주기 어렵다. 이는 결국 구성원에게 만족을 주는 결정적 요인은 기여에 상응하는 몫을 분배하는 것임을 의미한다.
- 때때로 공정한 듯 보이는 절차를 거쳤지만 부정의한 결과가 생기는 경우들이 있다. 재판에서 공정한 절차를 거치지만 오판이 생겨나는 경우가 그 예이다. 이 경우 법적 절차를 밟았다는 것이 오판을 정당화해줄 수는 없다. 사회적 자원의 분배에서도 유사한 경우가 생길 가능성은 항상 존재한다. 이때 절차가 공정했다는 이유로 공정하지 못한 결과를 옹호하게 되면 결국 결과의 부정의를 절차의 공정성을 이용하여 합리화하는 것에 불과하게 된다. 다수의 의견 때문에 소수가 희생되는 경우가 대표적인 사례이다.
- 절차의 공정성이 확보되기 위해서는 전제 조건(자발성, 진실성, 외부 영향력의 배제 등)이 필요한데 이러한 조건이 실제로 현실에서 제대로 만족될 수 있는지는 의심스럽다.

□ 문제 3 해설

① 학력 수준과 급여 수준의 관계 : 분배 공정성과 관련

도표 해석	• A회사 : 학력 수준 1.5 , 급여 수준 2.0 • B회사 : 학력 수준 2.5 , 급여 수준 4.5 => 학력 수준의 차이에 비해 급여 수준의 차이가 현저히 높다.
비교 평가	• 두 회사를 비교할 때 B회사가 A회사에 비해 학력 대비 급여가 과다한 수준으로 책정되어 공정한 몫 이상이 지불되고 있다. 그러므로 분배 공정성 입장에서 보면 A회사가 B회사에 비해 더 공정하다. • 두 회사를 비교할 때 A회사가 B회사에 비해 학력 대비 급여가 과소한 수준으로 책정되어 공정한 몫 이하가 지불되고 있다. 그러므로 분배 공정성 입장에서 보면 B회사가 A회사에 비해 더 공정하다. • 정보와 지식이 중요한 사회에서는 고학력자가 훨씬 많은 부가가치를 창출하는 것이 일반적이다. 그러므로 분배 공정성 입장에서 두 회사를 비교하면 어느 한쪽이 더 공정하다고 평가하기는 어렵다.

② 급여수준, 의견수렴정도, 회사만족도의 관계 : 절차 공정성과 관련

도표 해석	• A회사 : 급여 수준이 낮지만 의사수렴정도가 높아서 회사만족도가 높다. • B회사 : 급여 수준이 높지만 의사수렴정도가 낮아서 회사만족도가 낮다.
비교 평가	A회사가 B회사보다 급여 수준은 낮지만 회사만족도는 더 높다. 이것은 의사수렴정도가 높기 때문일 것이다. 달리 말해 A회사의 직원들이 의사결정과정에 참여하여 자신의 의견을 반영시킬 수 있었기 때문에 낮은 급여 수준에도 불구하고 높은 만족도를 제시하고 있는 것으로 볼 수 있다. 그러므로 절차 공정성의 입장에서 A회사가 B회사보다 더 공정하다고 판단할 수 있다.

□ 문제 4 해설

① 분배 공정성 입장 만족

- 세 회사가 피해를 입힌 당사자이므로 적절한 책임을 져야 한다.
- 다음 두 기준을 만족해야 한다.
 - 1) 보상 액수의 합은 주민의 피해에 상응하는 수준으로 책정되어야 한다.
 - 2) 폐수의 양과 질을 기준으로 피해를 입힌 정도에 따라 세 회사의 보상 액수를 차등적으로 정해야 한다.

② 절차 공정성 만족의 측면

- 1)에 대해서 주민의 피해내용을 어디까지 인정할 것인지에 대해서 세 회사와 주민 사이에 합의와 조정의 절차가 공정하게 진행되어야 한다.
- 2)에 대해서도 폐수의 양과 질을 정확하게 측정하기 어려운 상황이므로 세 회사 사이에 합의와 조정의 절차가 공정하게 진행되어야 한다.

- 이해 당사자 사이의 합의와 조정이 원만히 진행되지 않을 경우 국가의 개입이 필요하다.

(5) 문항별 채점 포인트

문제1	• 각 제시문의 내용을 올바르게 파악하여 적절히 분류하는가? • 두 입장의 핵심 논지를 정확하게 요약하는가? • 두 입장의 대비점을 요약 과정에서 적절히 반영하는가?
문제2	• 자신이 택하지 않은 다른 입장의 문제점과 한계를 정확하게 파악하는가? • 원론적, 추상적 비판에 머무르지 않고 구체적으로 비판하는가? • 제시문의 내용에 머무르지 않고 나름의 추가적 비판을 제시하는가?
문제3	• 도표가 의미하는 바를 정확하게 해석하는가? • 분배의 공정성 입장에서 두 회사를 적절히 비교 평가하는가? • 절차의 공정성 입장에서 두 회사를 적절히 비교 평가하는가?
문제4	• 해결 방안을 구체적으로 제시하는가? • 제시된 해결 방안이 분배의 공정성을 만족시키는가? • 제시된 해결 방안이 절차의 공정성을 만족시키는가? • 해결 방안이 현실성을 갖고 있는가?

■ 인문계 2010학년도 모의논술

[문제 1] 아래의 제시문(1~4)들을 행복의 조건에 관한 상이한 두 입장으로 묶고, 각 입장을 요약하시오.

<제시문 1>

현대인들에게 있어 행복은 과연 무엇일까? 영국 파이낸셜타임스(FT)는 행복의 열쇠는 ‘자유(freedom)’에 있다고 전했다. 현대인들의 행복 수준이 25년 전과 비교할 때 상당히 높아졌는데 이는 선택의 자유가 커졌기 때문이란 주장이다. 자신의 삶을 통제할 수 있는 선택의 자유가 있다는 기분이 행복감을 이끌어 올리는 견인차 구실을 했다는 것이다. 브레멘 제이콥스 대학과 미시간 대학이 1981~2007년 중 90개국 35만 명에 대해 행복과 생활 전반에 대해 설문조사를 한 결과, 10년 이상의 자료를 보유하고 있던 52개국 중 40개국에서 행복감이 늘어난 것으로 나타났다. 이처럼 행복감이 상승한 이유는 무엇일까. 포아는 그리스 철학자 투키디데스의 말을 인용해 ‘행복의 비결은 자유’라고 주장한다. 실제로 설문 대상자들에게 “선택의 자유가 늘어났느냐”는 질문을 한 결과, 3개국을 제외하고 모든 국가에서 ‘자유’가 늘어났고 이로 인해 행복감도 함께 늘어났다고 답했다.

그러면 세계가 행복해지고 있다는 단서는 무엇일까? 포아는 우선 정치적·사회적 자유가 지난 25년간 급속히 확산됐다는 점을 들었다. 우리가 살고 있는 개방된 세계는 근본적으로 예전에 비해 더 행복한 사회다. 이는 자유로운 글로벌 질서의 필요성을 역설했던 사람들에게는 당연한 것일 수도 있다. 하지만 이전 시대의 진실되지 않은 ‘명확함’을 그리워하는 사람들에게는 혼란을 가져다 줄 수 있다고 그는 덧붙였다. 두 번째로는 공공정책을 통해 행복을 유도하려는 노력에 대한 경각심이 높아진 것을 들 수 있다. 물론 현재 ‘행복감’이 높은 국가들은 호주와 미국과 같은 자유방임주의형 국가뿐만 아니라 스웨덴과 덴마크 등 사회민주주의 국가도 포함돼 있다. 하지만 이들 국가의 공통점은 정책이 아니라 민주주의와 법치, 그리고 사회적 톨레랑스와 같은 제도이다. 사람들은 스스로 찾을 수 있는 도구가 주어졌을 때 알아서 행복을 찾을 능력을 갖추었기 때문이다. 마지막으로 자유 선택과 행복 상승이 연결돼 있다는 점은 행복의 기준이 임금이나 개인적 자유와 능력임을 보여준다.

<제시문 2>

돈으로 행복을 살 수 있을까? 미국 펜실베이니아대 워튼스쿨의 경제학 교수인 스티븐슨(Stevenson)과 울퍼스(Wolfers)가 발표한 연구 결과에 따르면 이 질문에 대한 답은 ‘그렇다’이다. 이들은 세계 각국의 ‘구매력 기준 1인당 국내총생산(GDP)’과 ‘삶에 대한 만족도’를 비교 분석하였다. 그 결과 소득 수준이 높은 나라의 국민들의 삶에 대한 만족도도 대체로 높은 반면 가난한 나라에서는 국민들의 만족도가 낮게 나타났다. 또 ‘한 나라 안에서도 돈 많은 사람들이 가난한 사람들 보다 만족스런 삶을 살고 있는 것으로 나타났다. 실제로 미국의 경우 한 해 가구 소득이 25만 달러를 넘는 사람의 90%가 자신의 삶에 매우 만족해 했지만 연소득 3만 달러가 안 되는 사람 중에서는 42%만이 만족했다. 이 같은 결과는 ‘기본적 생활만 충족되면 행복은 소득과 비례하지 않는다’는 기존의 통념을 완전히 뒤집는 것이다.

소득은 삶의 질을 결정하는 중요한 요소이다. 소득은 직접적으로 소비생활을 통해 물질적인 삶

의 조건을 개선시키고 주관적인 삶의 만족을 높인다. 또한 소득은 소비 이외에 다양한 삶의 영역에 간접적으로 큰 영향을 미친다. 적절한 소득을 확보하지 못하면 건강, 지적인 활동, 여가, 이웃과의 관계, 안전 등 삶의 거의 대부분의 영역에서 질 높은 삶을 기대하기 어렵다. 기존 연구에 따르면 일인당 평균 2만 달러의 소득에 도달할 때까지는 삶의 질이 비례적으로 신장되는 것으로 추정된다.

〈제시문 3〉

푸슈킨은 〈시인과 서적상〉이라는 시에서 “돈이 없으면 자유도 없다”고 했지만, 도스토예프스키는 그보다 더 직접적으로 돈이 곧 자유라고 말한다. 돈이 자유라는 진술을 뒤집으면 돈의 부재는 부자유라는 이야기가 된다. 가난의 고통은 결국 이 부자유에 기인할 것이다. 가난에서 오는 모멸감, 불편함, 좌절감, 자괴감, 수치심, 이 모든 것을 하나로 묶어주는 단어는 바로 부자유이리라. 인간을 구속하는 모든 것 중에서 가장 고통스러운 것은 바로 경제적 부자유다. 감옥에 갇힌 수인이라 하더라도 많은 돈이 있다면 육체적 구속을 감내할 수 있다. 엄청난 돈을 빼돌리고 천연덕스럽게 연방 교도소에 앉아 있는 마피아 두목의 모습을 할리우드 영화에서 많이 보지 않았던가. 그러나 아무런 구속도 받지 않는 자유인이라 할지라도 돈이 없으면 삶 자체가 감옥이 될 수 있다.

자유와 맞먹는 돈은 더 이상 허황된 욕심의 대상이 아니다. 앞에서 언급했던 푸슈킨의 인색한 기사가 아직도 탐욕과 맹목적인 치부의 수준에서 벗어나지 못하고 있다면, 도스토예프스키의 주인공은 한 걸음 더 나아가 돈의 완전한 자유, 그 절정을 꿈꾼다. 자유의 절정에 오른 사내는 모든 것을 던져버릴 수 있다. 심지어 그토록 애써 모은 돈까지 한 순간에 미련 없이 던져버릴 수 있다는 것이다. 주인공은 자신이 거부가 되면 전 재산을 사회에 환원하고 가난뱅이로 돌아가겠노라고 자기 포부를 말한다. 일단 거부의 목표를 달성한 후에는 가난뱅이가 되더라도 정신적인 충족감은 더 커질 것이라는 이야기다. 결국 그에게 궁극적으로 돈은 쓰기 위한 것, 호의호식을 위한 것, 과시하기 위한 것, 타인을 지배하기 위한 것이 아니라 오로지 자기 마음의 평화와 자유를 위한 것이라는 뜻이 된다. 돈은 이토록 고상한 것이 될 수도 있다!

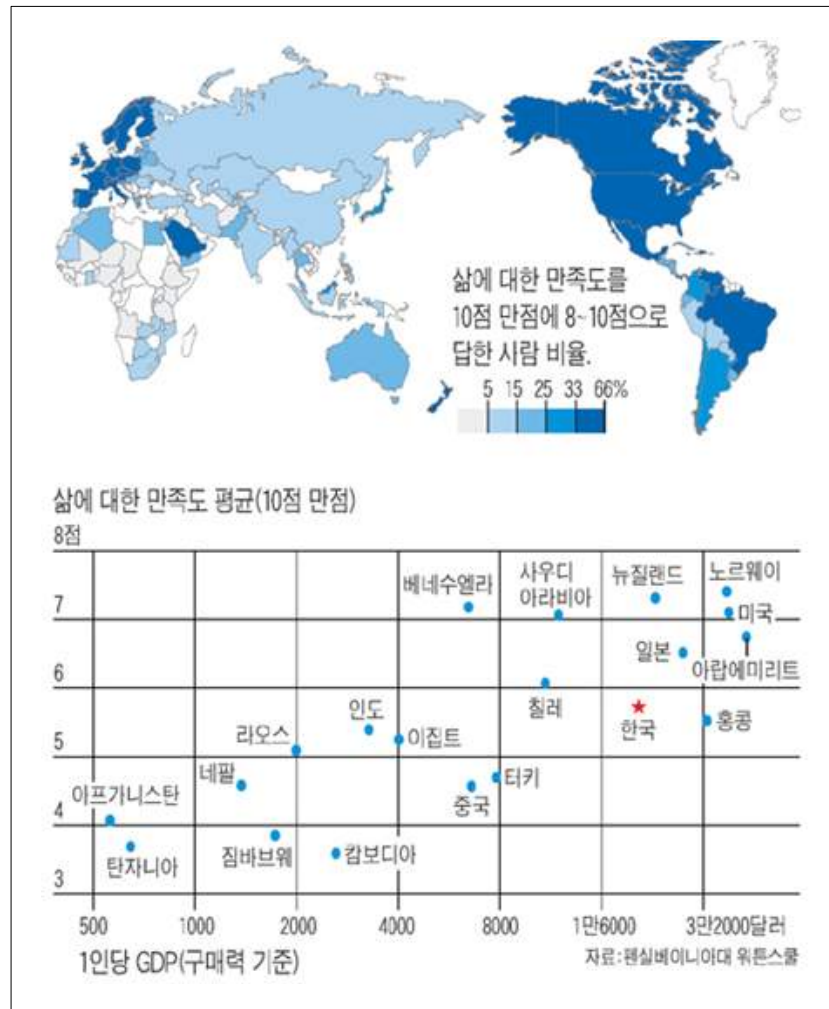
〈제시문 4〉

물질과 행복은 어떤 관계일까? 행복은 사람이 가지고 있는 물질에 비례하지 않는다는 간단한 진리를 현대인들은 잊고 살곤 한다. 1998년 영국 런던정경대의 로버트 우스터 교수의 조사결과는 돈과 행복이 비례하지 않는다는 사실을 입증한다. 세계 54개국을 대상으로 한 ‘국민 행복도’ 조사에서 미국을 비롯한 일본, 캐나다, 독일 등 이른바 G7국가 중 한 나라도 40위 안에 포함되지 못했다. 반면 행복지수의 순위는 놀랍게도 방글라데시, 아제르바이잔, 나이지리아 등 제3세계의 가난한 나라들이 차지했다. 잘 사는 나라의 사람들이 더 잘 살기 위한 경쟁에서 이기기 위해 고단 기어를 넣고 달리는 동안 오히려 자신이 원래 추구했던 행복과는 다른 삶을 사는 경우가 많다는 얘기다.

“경제성장이 행복을 가져다주지 않는다”는 주장은 흔히 ‘이스터린의 역설(Easterlin's paradox)’이라고 불린다. 이스터린은 1958년의 일본에서 국민소득이 5배 뛰어오른 1987년의 일본에서 국민의 행복감을 비교하여 조사했더니 행복감이 높아지지 않았다는 연구결과를 발표했다. 이스터린의 역설은 오랫동안 도전받지 않았다. 비슷한 조사결과를 학자들이 드문드문 발표했다. 또 근래에는 ‘발전의 역설’(the progress paradox)이 제기되어 이스터린의 역설을 뒷받침해 주는 듯하다. 미국 브루킹스연구소의 경제부문 펠로우이며 유수한 잡지의 편집자인 그렉 이스터브룩이

내용은 이 ‘발전의 역설’은 수십 년 전과 경제규모가 거대해진 오늘날을 비교하니, 경제적 풍요의 혜택을 누리는 오늘날 사람들이 불만은 더 많고 행복감도 더 낮다는 내용이다.

[문제 2] 아래의 그림과 표를 활용하여 [문제 1]의 한 입장을 비판하시오.



[문제 3] 아래의 표를 해석하고, 그것이 행복과 소득, 자유의 관계에 대해 시사하는 바를 밝히시오.

여가시간 소득	2시간 미만	2시간 이상~ 4시간 미만	4시간 이상
100만원 미만	17.9%	42.7%	39.5%
100~199 만원	33.4%	48.0%	18.6%
200~299 만원	37.5%	49.4%	13.0%
300 만원 이상	39.5%	48.0%	12.6%

[문제 4] 한국의 경제규모는 세계 10위권이다. 유엔개발계획의 평가를 보면 세계 177개국 중 한국은 교육수준이 12위, 평균수명은 29위, 일인당 국민소득은 32위다. 다른 모든 객관적 조건들을 종합하면 26위다. 우리와 행복수준이 비슷한 페루는 87위, 방글라데시는 140위, 인도는 128위다. 우리의 행복지수는 일인당 국민소득이 6000달러에 불과한 페루와 비슷한 수준이다. 객관적 조건을 행복과 비교할 때 한국은 행복 효율성이 가장 떨어지는 국가일 것이다. 우리는 세계에서 행복을 위하여 가장 높은 비용과 대가를 치르고 있다.

우리가 이렇게 행복수준이 낮은 것을 문화적 원인으로 설명하는 사람도 있다. 유교, 권위주의, 집단주의가 범인이라는 것이다. 상당한 일리가 있다. 하지만 우리와 사정이 비슷한 일본과 중국은 우리보다 행복지수가 한 단계 높다. 문화적 요인을 감안하더라도 한국 사회에서 많은 사람들이 행복하지 않은 이유는 무엇일까? 이 물음에 대한 자신의 견해를 밝히시오.

(1) 출제의도

수험 대상자가 인문·사회과학계열 지원 학생들인 점을 고려하여, 현대 사회에서 발생하는 사회현상과 관련되면서도 인문학적 성격을 띠어 인간의 삶과 밀접한 연관이 있는 주제를 선정하려고 하였다. 이에 따라 최근 동반(집단)자살을 비롯한 자살 사건이 빈발하면서 우리사회에서 많은 사람들이 스스로 불행하다고 느끼고 있다는 점에 주목하였고, 전반적인 ‘삶의 질’이 낮다는 점에 착안하여, 《행복의 조건》을 모의논술고사의 주제로 선정하였다.

행복의 조건과 관련해서는 철학, 종교학, 심리학, 경제학, 사회학 등 여러 영역에서 복잡한 학술적 이론이 있지만, 기본적으로 돈(소득)이 행복의 조건인지 아닌지의 입장 차이를 논제로 삼았다.

따라서 본 모의논술에서는 행복해지기 위한 조건과 관련된 논쟁에서, 돈이 행복의 조건이라는 입장과 돈이 아닌 여유(시간; 느림의 미학)와 자유가 행복의 조건이라는 입장에 대한 학생들의 관점과 분석능력을 확인하려고 하였다. 두 가지 상이한 입장은 관점이나 현상에 대한 분석력에 따라 다를 수 있으므로, 어느 쪽의 입장을 취하는지 자체가 채점기준은 아니다.

이번 모의논술고사에서는 행복의 조건과 관련된 논쟁에 대한 수험생의 독해능력, 연관 자료의 분석능력과 비판능력, 논술능력을 중점적으로 평가할 수 있는 제시문과 자료를 선정하였다. 통합 교과형 논술을 지향하는 본교 논술출제의 기본취지를 충족시키기 위해서, 인문학과 사회과학 영역에서 제시문을 선정하였고, 통계자료의 이해를 약간 요하는 표 및 그래프를 구성하여 출제하였다.

수험생들의 논술능력을 측정하기 위해 위에 언급한 중점 평가영역에 관련시켜 4문제를 출제하였는데, 문제의 형식은 최근 몇 년 동안 본교가 제시해 온 기본틀을 유지했다. 1번 문제는 제시문의 논지를 입장별로 구분하고 논지를 요약하는 능력, 2번 문제는 관련 도표를 해석하고 이를 이용하여 비판하는 능력, 3번 문제는 표를 해석하고 이 표가 1번 문제의 어떤 입장과 연관

되는지 관련성을 분석하여 기술하는 능력, 4번 문제는 현상적으로 많은 한국 사람들이 행복하지 않다고 느끼는 현상에 대해 설명하는 능력을 평가하기 위한 것이다.

<제시문 및 자료의 출처>

[문제 1]

〈제시문1〉 매일경제. 2008. 8. 25. 조현정 기자.

〈제시문2〉 조선일보. 2008. 4. 20. 이태훈 기자.

〈제시문3〉 석영중. 『도스토예프스키, 돈을 위해 펜을 들다』. 예당. pp. 90-93.

〈제시문4〉 LG경제연구원. 『2010 대한민국트렌드』. 한국경제신문. pp. 19.

[문제 2] 〈그림/표〉 조선일보. 2008. 4. 20. 이태훈 기자.

[문제 3] 〈표〉 문화체육관광부. 『2008 문화향수 실태조사』. p.9 〈표1-2〉에서 재구성.

[문제 4] 조승헌. 『행복을 디자인하라』. 한스미디어. pp. 134-135에서 일부 인용.

(2) 문항별 해설 및 답안 포인트

□ 문제 1 해설

4개 제시문의 핵심 논지를 파악하여 대립하는 두 입장으로 묶어 요약하는 문항이다. 기본적으로 제시문 2, 3은 행복이 돈(소득)에 비례한다는 입장이며, 제시문 1, 4는 행복이 돈(소득)에 비례하지 않는다는 입장이다.

제시문 1은 행복을 결정하는 가장 중요한 요소가 돈(임금, 소득)이 아니라 선택의 ‘자유’라고 말한다. 전세계적으로 정치적 자유가 확대되었고, 선택의 자유를 보장해주는 공공정책 혹은 사회적 제도가 마련되면서 개인들의 행복도 증대되었다는 것이다.

제시문 2는 돈(소득)이 많아질수록 삶의 만족도(행복)가 높아진다는 사실이 실증적으로 밝혀졌다고 말한다. 소득은 특히 건강, 여가 시간, 이웃관계, 안전 등 개인의 행복에 영향을 주는 삶의 질적 요소들과 높은 연관성이 있기 때문에, 적어도 일정 수준까지의 소득 증가는 궁극적으로 삶의 질(행복)과 비례한다고 주장한다.

제시문 3은 제시문 1의 논지, 즉 ‘자유가 행복을 결정한다’는 견해를 반박한다. 그 이유는 그 선택의 자유라는 것도 결국 돈이나 소득에 의해 확보되는 것이기 때문이다. 따라서 행복을 결정하는 궁극적 요소는 자유가 아니라 돈이 된다.

제시문 4는 돈이 행복과 비례하지 않는다고 말한다. 즉 이스터린(Easterlin)의 주장이 옳다는 것인데, 54개국을 대상으로 한 국민행복도 조사 결과 가난한 나라들이 행복 지수에서 상위를 차지하는 것으로 나타난 것이 이를 입증한다.

■ 답안 포인트

제시문의 주요 문장들을 있는 그대로 발췌하기 보다는 각 입장을 대변하는 키워드(자유, 소득, 돈, 행복, 삶의 질, 삶의 만족도)들을 활용해서 논지를 기술하는 것이 중요하다. 아울러 제시문 상호 간의 논리적 관계를 명확히 밝힐 경우 높은 점수를 받을 수 있다. 즉 제시문 1과 4의 경우에, 행복이 돈(소득)에 비례하지 않는다는 입장은 공통적이지만, 제시문 1은 제시문 4의 전

제에 대해 ‘돈’ 대신 ‘자유’라는 요인을 부각시키고 있다. 제시문 2와 3의 경우에는, 행복이 돈(소득)에 비례한다는 입장은 공통이지만, 제시문 3은 ‘돈→자유’의 명제에 집중하고, 제시문2는 ‘돈(소득)→삶의 질→행복’의 관계를 언급하고 있다.

□ 문제 2 해설

주어진 그림과 표를 상세히 해석하고, 그 의미를 특정 입장의 반박 근거로 활용하는 문항이다. 주어진 그림은 잘사는 것으로 알려져 있는 서유럽과 북미 국가들에서 대체로 높은 삶의 만족도가 나타나며, 아프리카 지역 및 일부 아시아의 가난한 국가들에서 삶의 만족도가 낮게 나타나고 있음을 보여주고 있다. 표 역시, 비록 베네주엘라와 사우디아라비아와 같은 예외적인 경우가 있긴 하나, 전반적으로 국민소득이 높은 국가들에서 삶의 만족도가 높다는 것을 보여주고 있다. 이는 [문제 1]의 한 입장, 즉 행복이 소득과 비례하지 않는 대신에 행복의 조건은 ‘자유’라는 제시문 1과 4의 논지를 실증적으로 반박한다.

■ 답안 포인트

그림과 표를 있는 그대로 해석해야 하며, 비판의 포인트를 명시하고, 그 내용을 가능한 상세히 기술하는 것이 중요하다. 또한 자료의 해석을 활용하여 보다 구체적이고 명확한 비판점을 제시할 경우 가점을 받을 수 있을 것이다. 예를 들어, 행복과 관련된 설문조사를 근거로 ‘행복의 열쇠가 자유에 있다’고 말하는 제시문 1에 대해서 “선택의 자유를 가능하게 하는 물질적 기반으로 서 소득의 역할과 중요성을 도외시한 피상적인 견해이다”라고 비판할 수 있다.

□ 문제 3 해설

2번 문항이 자료를 활용하여 비판하는 능력을 보고자 했다면, 3번 문항은 주어진 자료가 제시문들과 맺는 논리적 상관관계를 파악하는 능력을 평가한다. 먼저 통계 자료의 의미를 정확히 파악하고, 그것이 제시문들의 내용을 지지하는지 아니면 반박하는지 상세히 밝혀야 한다.

주어진 통계표는, 소득 구간별로 여가시간의 분포를 볼 때, 소득이 늘어날수록 점차적으로 여가시간이 줄어드는 추세를 보여준다. 이 추세는 행복이 소득과 비례하지 않는다는 주장을 지지하는 근거(또는 역으로 ‘행복이 소득과 비례한다’는 입장을 반박하는 근거)가 될 수 있다. 단, 그러려면 여가시간이 늘어날수록 선택의 자유도 늘어나고 나아가 행복도 증대된다는 가정이 먼저 성립해야 한다.

그러나 여가시간과 선택의 자유 사이에 직접적인 상관관계가 없다고 주장할 수도 있다. 저소득자의 경우 비록 상대적으로 많은 여가시간을 가진다고 하더라도 그 여가시간이 행복의 조건으로서 선택의 자유보다는 ‘원치 않은 자유시간’이 될 수도 있기 때문이다. 그럴 경우 여가는 오히려 불행한 시간이 되고, 따라서 표는 행복이 소득과 비례하지 않는다는 입장을 지지하는 근거가 되기 어렵다. 즉 이런 주장을 할 경우에는, 여가시간의 총량 자체보다는 그 시간에 실질적으로 무엇을 할 수 있는가, 즉 질적 자유가 행복을 결정하는 중요한 변수가 된다는 가정이 전제되어야 한다.

■ 답안 포인트

소득과 여가의 반비례가 관계가 ‘행복과 소득, 자유의 관계’에 대해 가질 수 있는 시사점은 ‘여가시간과 자유의 관계’를 어떻게 설정하느냐에 따라 달라진다. 일반적인 답변은 표가 보여주는 여가시간과 자유의 반비례 관계가 소득이 행복의 조건이 아님을 지지한다고 말하는 것이다.

그러나 고득점을 위해서는, 위의 문제 분석에서 언급한 것처럼, 여가와 자유가 서로 무관할 수 있는 가능성을 고려해야 하며, 나아가서 행복에 영향을 미치는 다양한 다른 요인들도 언급하는 것이 좋다.

□ 문제 4 해설

이 문항은 한국인들이 소득 수준이나 여타 객관적 지표에 비해 상대적으로 낮은 행복지수를 보이는 이유가 무엇일지에 대한 수험생의 견해를 논술하도록 하는 문제이다.

■ 답안 포인트

개인적인 행복감은 다분히 주관적인 느낌인 만큼 이 문제를 객관적으로 논의하는 데는 일정한 한계가 존재하는 것이 사실이다. 그러나 여기서는 분석의 단위(unit of analysis)가 어떤 개인의 행복감이 아니라, 일반적인 한국인 집단이므로 제시문의 내용을 단서로 하여 그것에 약간의 자기 생각을 덧붙이는 정도로도 충분히 답변할 수 있을 것이다.

예로, 제시문 1을 인용하여, 소득 수준에 비해 한국사회에는 사회복지 정책, 민주주의 및 법치, 사회적 толеранс 등 자유를 보장해주는 제도적 장치들이 아직 미비하기 때문이라고 말할 수도 있다. 하지만 제시문의 내용만으로 답을 한다면 좋은 점수를 받기는 어렵다.

따라서 높은 인구밀도, 이에 따른 극심한 경쟁 구조, ‘양극화’로 대변되는 심각한 소득불평등과 이를 제대로 보완해 내지 못하는 사회 안전망의 미비 등이 우리 사회의 행복지수를 낮추는 주된 요인들에 포함된다고 지적할 수 있다. 이외에도, 삶의 질을 결정하는 다른 요인들, 예를 들어, 가족 및 친구관계, 이웃관계, 취미활동, 여가, 건강 등을 이유로 제시할 수도 있다.

이처럼 국민의 행복감과 삶의 질에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 요인들을 가능한 많이 생각하여 언급한다면, 보다 나은 점수를 받을 수 있는데, 이런 요인들을 단순히 나열하기 보다는 몇 가지 범주로 묶는 능력을 보여준다면, 최상의 답안이라고 할 수 있을 것이다. 예로, 개인적 요인에 여가, 건강, 가족관계 등을 언급하고, 사회적 요인으로는 경쟁구조, 사회갈등, 사회적 신뢰의 저하(저신뢰사회), 사회적 안전망의 미비 등을, 경제적 요인으로는 소득과 재산수준 및 양극화 문제 등을, 정치적 요인으로 남북분단, 정치권의 갈등과 사회통합에 기여하지 못한다는 점 등을 들 수 있을 것이다.

■ 인문계 2009학년도 수시논술 (오전)

[문제 1] 아래 제시문들을 정부의 역할에 관한 상반된 두 입장으로 분류하고, 각 입장의 논지를 서술하시오.

〈제시문 1〉

인간의 사회활동이나 경제적 행위는 외형적으로는 혼란스러워 보이지만 그 저변에는 일정한 질서가 작동하고 있다. 다시 말하면, 인간의 행태는 동일한 조건 하에서 일정한 유사성을 보이며, 인간에게 영향을 미치는 동일한 준칙이 작동한다는 것이다. 분업과 교환을 토대로 하는 사회에서 우리는 도처에서 그러한 인간행위의 보편적 규칙성을 발견할 수 있다. ... 자생적 질서는 인간들이 각자 자신들의 지식을 동원하여 자신의 목적을 추구하더라도 혼란상태가 생기는 것이 아니라 외부의 간섭 없이 스스로 조정되는 질서이다. 자생적 질서의 대표적 예는 시장경제 질서이다. 질서를 잡는 주체가 없어도 시장경제에서는 이를 구성하는 경제주체들의 자율적인 행동에 의해 스스로 질서가 형성된다. 겉으로 보기에 혼란에 빠지고 위기에 빠질 것처럼 보인다고 하더라도, 시장경제에서는 경제주체들이 자신들의 목적을 추구하는 과정에서 질서가 생겨난다. 질서를 만들어 가는 ‘보이지 않는 힘’은 우리의 생각을 뛰어넘는다.

〈제시문 2〉

국제무역은 전 세계를 가로지르는 백(百)차선 고속도로와 같다. 만약 그 고속도로가 완전 무료이고, 정지신호등, 속도나 크기 제한 혹은 차선표시까지 없다면 힘 있는 경제권에서 온 거대한 트럭들에게 장악당하고 말 것이다. 그러면 농부의 소형트럭, 방글라데시의 손수레나 인력거는 도로 밖으로 밀려날 것이다. 모두에게 혜택이 돌아가는 국제화를 이루려면 적절한 교통법규와 교통신호 그리고 교통경찰이 있어야 한다. 또한 ‘승자독식’의 법칙은 가장 가난한 사람도 고속도로를 이용할 권리를 보장하는 법칙으로 대체되어야 한다. 그렇지 않으면 세계시장은 경제적 제국주의의 지배아래 들어가고 만다. 마찬가지로 국가 내의 시장도 빈곤층의 이익을 보호하는 합리적인 규칙과 통제가 필요하다. 그러한 통제가 없으면 가진 자들이 손쉽게 자신에게 유리한 방향으로 조건을 바꿀 수 있다. 제한 없는 일방적 자본주의의 악영향은 극빈국에서 공장을 운영하면서 수익을 높이기 위해 아이들을 포함한 저가의 노동력을 마음대로 착취하고, 환경을 보호하는 설비와 공정에 드는 돈을 아끼려고 공기와 물, 토양을 오염시키며, 해롭거나 불필요한 상품을 홍보하려고 기만적 상술과 광고를 동원하는 기업들의 모습에서 매일 발견할 수 있다. 무엇보다 우리는 가난한 이들을 무시하고 전 세계 인구의 절반을 외면하는 모든 경제부문에서 그 악영향을 본다.

〈제시문 3〉

정부와 공공부문은 다면적인 사회경제적 질서에 필수불가결한 부분이다. 개인들의 욕구와 관심이 중요하기는 하지만 그들 간 상호관계의 틀 또한 중요하다. 보다 적절한 틀은 개개인들의 개별적인 관심사와 공통된 관심사의 성격에 따라 다르다. 민간재의 시장에서는 개인들 간의 교환이 효율적이지만, 이것만으로는 효율성을 완벽하게 보장할 수 없다. 인간이 사회에서 공존할 때

시장에서는 해결할 수 없는 외부성이 발생하며, 이것을 효율적으로 해결하려면 정치적 과정이 필요하다. 공공정책은 시장의 자연적 질서를 해치려 개입하는 것이 아니라, 다른 유형의 문제들을 처리하기 위해 똑같이 정당하고 자연적인 방법으로 개입하는 것이다. ... 덧붙이자면, 사회질서를 유지하기 위해서는 파레토 효율적인 자원의 사용뿐만 아니라 그에 못지않게 중요한 분배적 정의가 필요하며, 개인의 권리와 의무의 조화도 필요하다. 파레토 효율성만 달성되면 모든 것이 잘 풀린다는 재정학의 견해는 사회적 공존에 필수불가결한 이러한 요소들을 간과하였고, 그래서 규범적인 면에서나 실증적인 면에서 실패할 것이다. 사회정의에 대한 분별이 없는 사회에서는 바람직한 사회상이 구현될 수 없으며, 민주사회도 제 기능을 다하지 못할 것이다.

* 파레토 효율성: 시장경쟁에 의해 가장 효율적인 자원배분이 이루어진 상태로, 사회구성원 중 누군가의 후생 감소 없이는 추가적인 사회후생의 개선이 이루어질 수 없음을 의미함.

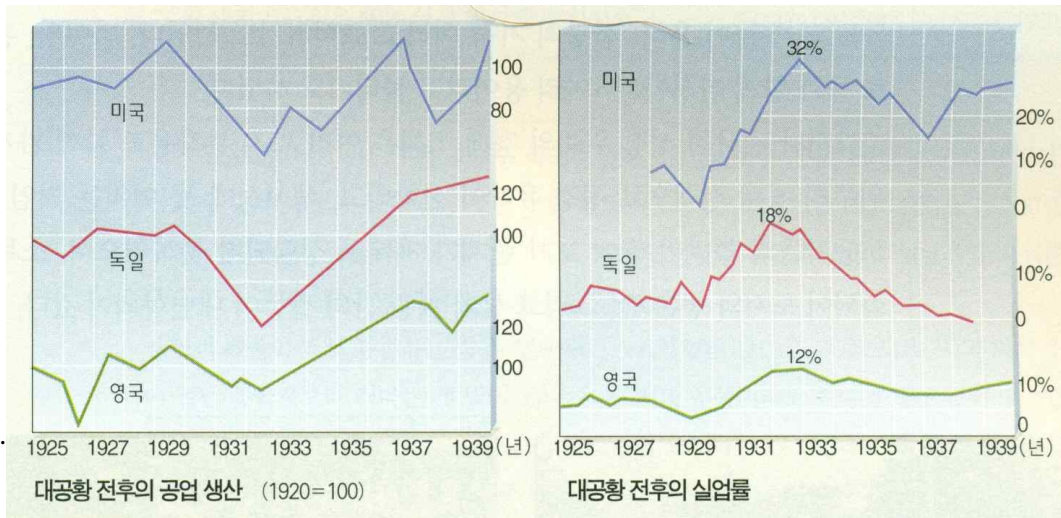
〈제시문 4〉

세계화에서 벗어날 수는 있다. 그러나 그 대가는 경제적인 측면에 그치지 않으며, 동시에 정치적인 측면을 가진다. 왜냐하면 세계화를 억제하자는 주장은 불가피하게 국가권력의 확장과 개인의 자유 상실로 귀착되기 때문이다. 그 과정은 개인의 자연적인 욕망을 억압하며, 당연한 경제활동을 범죄로 만들고, 일상생활의 문제들을 정치적 결정의 대상으로 만드는 더욱 촘촘한 규제와 수많은 법들을 양산하기 마련이다. 이 점은 지난 20~30년 동안 많은 유럽 국가들에서 잘 알려져 있다. 세계화로부터 벗어난다는 것은 여러 민주적 권리, 특히 우리 모두에게 값비싼 권리인 자신의 관심사를 돌보며 휴식하는 권리를 뿌리째 뒤흔드는 것과 같다. 아침식사로 30여종의 시리얼 중 무엇을 먹을지 고를 수 있는 자유가 진짜 중요한 자유인가 하는 문제는 단순한 견해의 차이로 치부할 수 있다. 그러나 세계화를 문제로 삼는다면 그럴 수가 없다. 왜냐하면 쓰라린 경험이 확인해 주듯이 (세계화에 의해 제공되는 국경을 초월하는 선택의 가능성을 제거하는데 불가결한) 국가권력의 확장은 사악한 것일 뿐만 아니라 근본적으로 반민주적인 것이기 때문이다. 사람들은 때로 자유무역이 그보다 더 중대한 가치들을 위해서 양보되어야 한다고 말한다. 그러나 수십억의 사람을 빈곤으로부터 끌어내는 것, 개인의 선택과 발전의 기회를 창조하는 것 그리고 전 세계적으로 민주주의를 강화하는 것보다 더 중요한 가치가 존재하는가? 자유 시장경제는 그 본성상 글로벌한 것이며, 인류의 모험 중에서 가장 완성된 형태의 모험이다.

[문제 2] 아래 자료 중 하나를 활용해서 [문제 1]의 두 입장 중 한 쪽을 비판하시오.

〈자료 1〉

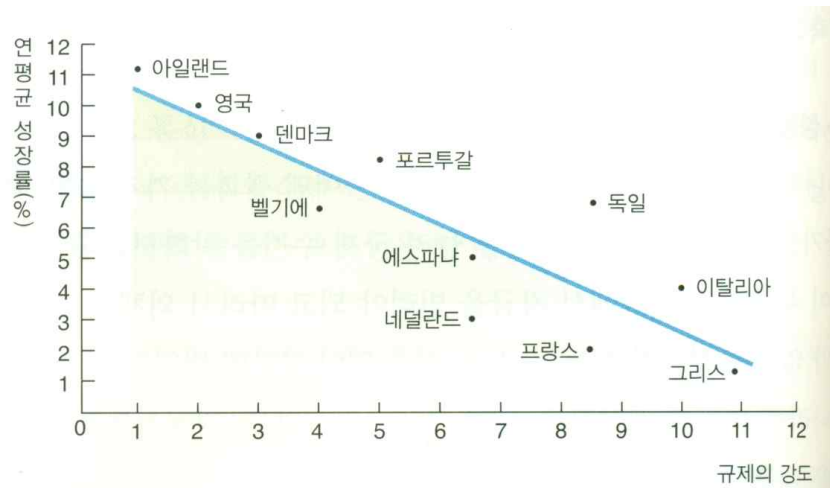
1920년대 세계경제는 호황을 누리고 있었다. 그러나 과잉생산, 제한 없는 자금대출, 무절제한 주식투기 등은 1929년 미국의 경제위기를 초래하였고, 세계적 차원의 대공황을 가져왔다. 1933년 취임한 미국의 루즈벨트 대통령은 뉴딜정책을 채택하여 경제공황에 대처하였다.



* 도표의 세로축 단위에 주의할 것.

<자료 2>

영국은 전후 정부주도의 산업육성정책, 공공부문의 비대화 등으로 경제적 생산성의 하락과 수출시장의 감소를 겪었다. 1979년 집권한 대처 수상은 경제규제 완화, 공기업 민영화, 재정지출 삭감 등 정부개혁을 추진하였다.



* 자료 연도: 1980년대

[문제 3] 아래 표가 보여주는 현상을[문제 1]의 제시문과 연관지워 설명하시오.

지표 국가	조세 부담률	GDP대비 사회보장지출	1인당 GDP	지니계수	범죄율	기대수명	투명성 지수
스웨덴	50%	30%	\$36,578	0.25	1.01명	80.2세	9.3(1위)
독일	36%	27%	\$34,212	0.28	1.17명	78.4세	7.9(14위)
미국	26%	16%	\$45,725	0.41	5.52명	77.2세	7.3(18위)

* 자료 연도: 2000~2008년 * 조세부담률: GDP 대비 조세총액의 비율

* 범죄율: 인구 10만명 당 피살자 수 * 기대수명: 출생 시 기대수명

* 투명성지수: 국제투명성기구의 부패인식지수. 부패가 전혀 없는 경우 10점임.

[문제 4] 현대사회는 대규모 빈곤, 생태위기, 기술 발전에 따른 부작용, 사회갈등의 증대 등 여러 가지 문제에 직면해 있다. 그 중에서도 '지구온난화' 현상은 대표적인 문제라고 할 수 있다. 이 문제를 해결하기 위한 구체적인 방안을 정부와 시장의 기능을 중심으로 논술하되, 아래의 핵심어들을 모두 활용하시오.

- 친환경상품
- 탄소배출권 거래
- 규제와 감시
- 국제협약(교토의정서 등)

*탄소배출권: 온실가스의 대표인 이산화탄소를 배출할 수 있는 권리. 온실가스의 배출 감축 목표를 가진 각 국가 (혹은 기업)는 허용된 탄소 배출량 목표를 초과 달성하거나 배출량에 여유가 있을 경우 그렇지 못한 국가 (혹은 기업)에게 온실가스의 배출 권리를 판매할 수 있음.

(1) 출제의도

수험 대상자가 사회과학·경영계열 지원 학생들인 점을 고려하여, 현대 사회에서 중요한 이슈인 ‘정부의 역할’을 이번 논술고사 문제의 주제로 선정하였다. 이 주제는 사회과학의 본원적인 문제일 뿐만 아니라, 최근 진행되고 있는 세계경제위기의 해법과 관련해서도 정책적 입장의 차이가 대립되고 있는 중요한 시사 주제이기도 하다.

정부의 역할에 대해서는 고등학교 사회 교과서에서도 적극적 역할론과 소극적 역할론으로 구분하여 다루고 있다.

정부의 적극적 역할을 강조하는 입장은 정부간섭론, 큰 정부론, 시장실패론 등의 용어로 불리며, 복지국가론과도 연결될 수 있다. 반면에 정부의 소극적이고 제한적인 역할을 주문하는 입장은 시장과 민간의 자율을 중시하는 입장이며, 신자유주의와 연결될 수도 있다.

위의 두 가지 입장은 학자나 정책입안자들에 따라서 커다란 차이를 보이는 것인데, 본 논술고사에서는 수험생의 개인적 입장이 무엇인가는 측정의 대상이 아니다. 즉 정부의 간섭 대 시장 자율의 대립에서 어느 쪽을 지지하느냐 하는 것은 채점 기준이 아니며, 주어진 제시문과 자료들을 분명하게 분석하고 질문에 대해 논리적으로 설명하는 능력을 확인하려고 하였다.

이번 논술고사에서는 국가의 역할과 관련된 논쟁점들에 대한 수험생의 독해능력, 연관 자료의 분석능력, 논술능력을 중점적으로 평가할 수 있는 제시문과 자료를 선정하였다. 통합 교과형 논술을 지향하는 본교 논술출제의 기본취지를 충족시키기 위해서 고등학교 사회 교과서와 관련 사회과학 영역에서 제시문 및 자료를 선정하였고 약간의 수리적 이해를 요하는 자료를 표로 구성하여 출제하였다.

수험생들의 대학 수학능력을 정확하게 측정하기 위해 위에 언급한 중점 평가영역에 관련시켜 4문제를 출제하였는데, 문제의 형식은 이미 모의논술고사를 통해 제시한 틀을 그대로 유지했다. 1번 문제는 제시문의 논지를 입장별로 구분하고 논지를 요약하는 능력, 2번 문제는 관련 표를 이용하여 반대 입장을 비판하는 능력, 3번 문제는 제시문과 연관하여 통계표를 분석하고 해석하는 능력, 4번 문제는 키워드를 활용하여 문제해결 방안에 대해 논리적으로 설명하는 능력을 평가하기 위한 것이다.

(2) 제시문 및 자료의 출처

- 제시문 1: 조형우. 2001, “하이테크 자유주의에 있어서의 경쟁과 지식”. 『경제교육연구』
- 제시문 2: 유누스. 김태훈 역. 2008. 『가난없는 세상을 위하여』. 물푸레.
- 제시문 3: Musgrave 강연. 2003. 『국가성격논쟁』. 해냄출판사.
- 제시문 4: 프랑수아 세네 저. 서의진 역. 2003. 『금융의 세계화』. 한울.

- 자료 1의 도표: 고등학교 사회 교과서. 두산출판사.(171쪽)
- 자료 2의 도표: 고등학교 사회 교과서. 법문사.(254쪽) / 고등학교 사회 교과서. 디딤돌. (229쪽)
- 문제 3의 표: 출제 위원회에서 인터넷 자료 검색으로 재구성

* 각 제시문과 자료 등은 출제의도에 맞추어 수정 보완 및 윤문을 하였음.

(3) 문항별 해설 및 평가 포인트

□ 문제1 해설

정부의 역할이 적극적이어야 하는지 아니면 시장이나 민간의 자율이 중요시되어야 하는지에 대한 상반된 입장을 담고 있는 4개의 제시문(각 2개씩 입장이 대비되며, 이중 2개의 제시문은 정부간섭론과 관되고, 2개는 시장자율론과 연관됨)을 제시하고, 이를 상반된 입장으로 분류하고 각각의 논지를 요약하여 정리하는 문제이다.

국가(혹은 공동체)에서 발생하는 사회·경제적 문제를 해결하는데 있어서 정부의 적극적인 역할이나 간섭이 필요하다는 입장(제시문 2와 3)과 시장의 자율에 맡겨야 한다는 입장(제시문 1과 4)을 대비시켜야 한다.

정부간섭론 (정부의 적극적 역할)	〈제시문2〉 : 독점에 의한 경제적 제국주의, 빈곤층 발생, 환경오염, 노동 착취 등의(시장실패) 문제를 해결하기 위해서 합리적인 규칙과 통제가 필요 〈제시문3〉 : 외부성의 조정 및 분배적 정의의 실현처럼 시장 자율로는 해결 불가능한 문제들이 있으며 이런 문제들을 해결하고 민주사회를 이루기 위해선 정치적 과정, 즉 정부의 개입이 불가피
시장자율론 (정부의 소극적· 제한적 역할)	〈제시문1〉 시장에는‘보이지 않는 힘’에 의한 자생적 질서가 형성되므로 정부 개입은 불필요 〈제시문4〉 정부 간섭은 국가권력의 확장, 개인의 자유상실로 귀착될 뿐이며, 개인의 자율적 선택 및 발전기회 보장이야말로 민주주의의 최고 가치임

☞ 평가 포인트

- 1-1) 각 제시문의 내용을 올바르게 파악하여 적절히 분류하였는가?
- 1-2) 두 입장의 핵심 내용을 적절히 요약하였는가?

□ 문제2 해설

정부의 적극적 역할이 성공을 이룬 것을 보여주는 도표와 반대로 실패를 드러낸 도표를 각각 제시하고, 이 자료를 이용하여 문제 1의 한 입장에 대해 비판하는 문제이다. 실증적 자료를 해석해서 〈문제1〉의 두 입장 각각에 대한 반박 근거로 써야 함

〈자료1〉을 활용할 경우	도표는 1920년대 후반 자유시장 경제가 확장을 지속하다가 1929년을 정점으로 경제위기(공업생산 대폭 축소, 실업률 급증)를 겪다가 뉴딜정책 이후 1933년경부터 공업생산이 정상화되고 실업률은 낮아지는 추세를 보여 주고 있음. → 시장실패 및 정부개입의 성공 사례이므로, 시장자율론에 대한 반박 근거로 사용해야 함
------------------	--

〈자료2〉를 활용할 경우	도표는 규제의 강도가 낮은 국가는 연평균 경제성장률이 높은 반면, 규제가 강화된 국가들의 경우에는 경제성장이 저조함을 보여주고 있음. 1979년 집권한 영국 대처 수상이 경제규제 완화와 공기업 민영화 등 작은 정부의 구현을 통해 상당히 빠른 경제회복 및 성장을 이루게 됨 → 전형적인 정부실패 사례이므로, 정부간섭론에 대한 반박 근거로 사용해야 함
--------------------------	--

☞ 평가 포인트

- 2-1) 자료의 의미를 올바르게 그리고 상세하게 파악하였는가?
- 2-2) 그 자료를 비판의 근거로 적절히 활용하였는가?

□ 문제3 해설

정부의 역할과 경제·사회적 지표를 연결한 표를 제시하고, 이 표가 드러내는 현상에 대해서 문제 1의 입장들을 활용하여 설명하도록 하였다. 수험생들은 지표들이 보여주는 현상의 특징적 경향을 포착하고, 그러한 경향이 생겨난 이유를 제시하되, 제시문의 내용과 긴밀히 연결시켜야 한다.

표에서 조세부담율과 사회보장비율은 정부의 개입 정도를 드러내는 지표들이고 지니계수, 범죄율, 기대수명, 투명성 지수는 공동체적 삶의 질을 보여주는 지표들이다. 따라서 표는 정부의 개입이 많을수록 삶의 질이 높아지는 경향성을 보여준다고 할 수 있다. 이러한 표의 특징은 〈제시문2〉와 〈제시문3〉의 논지, 특히 〈제시문3〉의 내용(국내에서의 ‘다른 유형의 문제 해결’ 및 ‘분배적 정의’의 실현을 위해 공공정책, 즉 정부의 적극적 개입이 필요하다)에 의거해서 설명되어야 한다.

대조적으로 표는 〈제시문1〉과 〈제시문4〉와 연관될 수도 있다. 미국의 경우 낮은 조세부담률과 사회보장지출에 의해 작은 정부를 지향함으로써 1인당 소득수준에서는 가장 높은 것으로 나타나며, 이는 작은 정부의 효율성 개선 효과와 높은 경제성장 간의 상관관계를 보여주는 것으로 해석할 수도 있다. 그러나 이러한 해석은 나머지 지표들에 대한 논리적으로 그럴듯한 설명을 하지 못한다는 점에서 제한적 설명이라는 한계를 지닌다.

☞ 평가 포인트

- 3-1) 지표 분석을 통해 표가 보여주는 현상의 특징이 무엇인지 정확히 서술하였는가?
- 3-2) 그러한 현상적 특징이 발생하게 된 이유를 특정 제시문의 내용과 긴밀하게 연관지워 설명하고 있는가?

□ 문제4 해설

현대사회의 핵심적인 문제의 하나인 지구온난화 현상을 해결하기 위한 방안을 정부와 시장의 기능을 중심으로 제시된 4개의 키워드를 활용해서 논술하는 문제이다.

‘지구온난화’현상은 환경오염의 대표적 문제이다. 이 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 정부

나 시장 어느 한쪽에 의존하기 보다는 양편의 기능을 모두 활용하는 것이 효과적이다. 물론 어느 한편의 기능에만 의존해서도 문제를 해결할 수 있다는 견해도 가능하다. 그럴 경우, 반대편 기능에 대한 적절한 대안이 마련되어야 한다.

정부의 기능 측면에서	지구 온난화는 외부성(시장 외적으로 주고 받는 상호 영향)으로 인한 시장실패를 전형적으로 보여줌. 그럴 경우 정부의‘규제와 감시’를 통해 시장의 효율성이 개선될 수 있으며,‘국제협약(교토의정서 등)’에서 나타나듯이 온실가스 배출규제를 위한 수단으로 국가별 쿼터를 정하고 이를 정부(간) 차원에서 약속함으로써 온실가스를 줄이고 지속가능한 발전을 이루는 계기가 될 수 있음 → 핵심어 : 규제와 감시 / 국제협약(교토의정서 등)
시장의 기능 측면에서	온실가스 감축을 위해서는 시장의 기능도 활용할 수 있음. 예로‘친환경상품’의 생산과 소비, 즉 시장의 교환 기제를 통해 자율적으로 탄소배출량을 줄여나갈 수 있음. 또한 ‘탄소 배출권’ 제도를 적극 활용할 수 있음. 이 제도는 총 배출량을 강제로 규제한다는 점에서 정부규제적 특성을 지니고 있지만, 온실가스의 배출 권리를 시장을 통해 판매·구입하도록 허용함으로써 각 국가나 기업에게 할당된 탄소량을 자율적으로 줄여가도록 동기를 부여한다는 점에서 감축 효과를 극대화하는 시장적 기능의 측면도 있음 → 핵심어 : 친환경상품 / 탄소배출권

평가 포인트

- 4-1) 제시된 키워드를 모두 그리고 적절히(의미를 정확히 알고) 사용하였는가?
- 4-2) 해결 방안이 정부와 시장의 기능을 중심으로 일관성 있게 기술되었는가?
- 4-3) 해결 방안이 포괄적이고, 창의적인가?

■ 인문계 2009학년도 수시논술 (오후)

[문제 1] <제시문 1>~<제시문 4>에는 인간의 사회적 행위에 대한 탐구 방법이 나타나 있다. 제시문들을 서로 다른 두 입장으로 분류한 후, 이 두 입장의 핵심 논지를 대비시켜 서술하시오.

[문제 2] [문제 1]의 두 입장 중 하나를 택하여 그 입장에서 다른 입장을 비판하시오.

<제시문 1>

실험경제학의 목적은 경제학 이론들이 현실에서 어떻게 작동하는지를 실험을 통해 확인해 보는 것이다. 일반적으로 경제학 실험에서는 참가자들에게 금전적 손익에 관한 동기를 부여하는 한편, 주어진 상황에서 어떻게 행동해야 되는 지에 관한 구체적인 지침을 주지 않고 실험을 진행한다. 예를 들어 보자. 간단한 형태의 실험을 통해 시장의 수요 공급 원리가 현실에서 실제로 어떻게 구현되는지를 확인하기 위해 경제학자인 버논 스미스(Vernon Smith)의 실험설계에 따라 다음과 같은 실험을 실시하였다. 먼저 동일한 수의 판매자와 구매자를 지정하고, 각각의 판매자에게 손해를 보지 않는 최소한의 가격을 서로 다르게 지정해 주며, 가상의 상품 하나만을 그 가격으로 판매할 수 있도록 하였다. 그리고 각각의 구매자에게는 그 상품 하나를 소비할 의사가 있는 최대 금액을 서로 다르게 지정해 주고 상품 하나만을 구매할 수 있도록 하였다. 이 실험은 어떤 한 상품에 대해 가격에 따라 수요량과 공급량이 변화하도록 설계되었다. 이러한 실험을 반복해서 실시한 결과 경제학의 가격 결정 이론처럼 하나의 균형 가격으로 매우 빠르게 접근함을 확인할 수 있었다. 이 결과는 구매자와 판매자의 숫자가 제한되어 있고 가격에 대한 정보도 제한된 상황에서도 아담 스미스(Adam Smith)가 말한 ‘시장의 보이지 않는 손’이 작동하여 시장의 균형이 달성될 수 있다는 것을 확인해 준다.

<제시문 2>

이른바 ‘상황의 정의’(definition of situation)를 역설하는 토마스 정리(Thomas theorem)에 의하면, 사람들은 주어진 상황을 객관적으로 파악하기보다는 주관적 이해를 통해 자기 나름대로 파악하게 되며 그들의 행동 또한 그러한 주관적 이해의 영향 아래 놓이게 된다. 예를 들어, 어떤 은행의 재무 상태가 실제로는 아무런 문제가 없음에도 불구하고 주변의 여러 사람들이 그 은행이 곧 파산하게 될 것이라는 루머를 퍼뜨리게 되면 자기 스스로도 은행이 파산할 것이라고 실제로 믿게 되며, 그 결과 너나 할 것 없이 은행으로 달려가서 예금을 인출하게 되어 결국 그 은행은 정말로 파산하고 만다. 또 다른 예로 주식시장에서 투자자들의 행태에 대한 사례를 들 수 있는데, 주식시장의 투자자들은 때때로 본인의 합리적 판단과 관계없이 주변의 많은 투자자들이 투자하는 기업의 주가가 상승할 것이라고 실제로 믿고 그 기업의 주식을 구입하는 경향이 있다. 이러한 결과는 사람들의 행위가 경험적 사실에 대한 단순한 검증 및 관찰을 통해 파악될 수 있기보다는 그 배후적 의미를 이해할 때 비로소 제대로 파악될 수 있음을 보여준다.

<제시문 3>

사회적 행위나 현상을 단순히 겉으로 들어난 사실의 관찰을 통해서만 탐구하려고 해서는 안

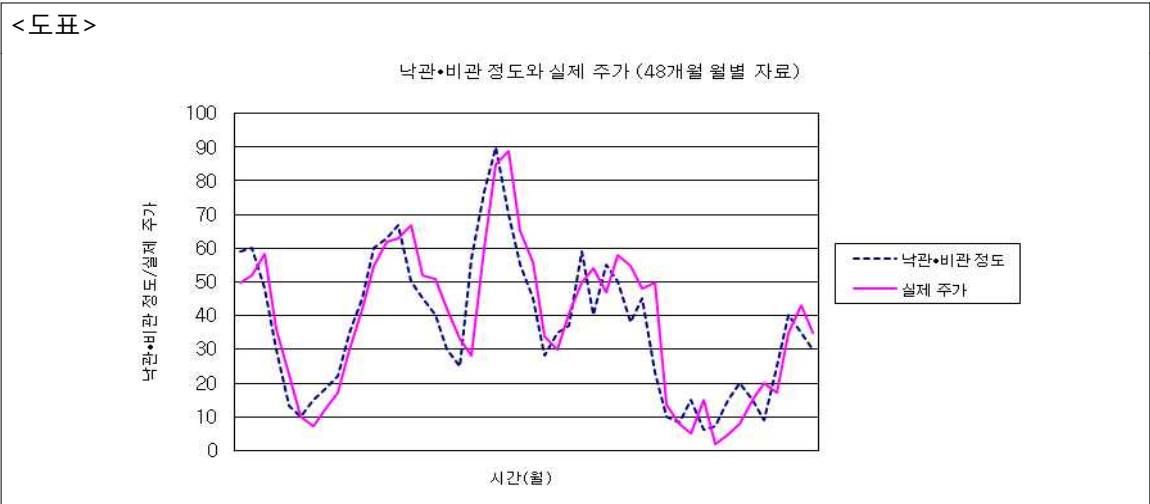
된다. 왜냐하면 사회적 행위나 현상은 행위자의 동기, 의도, 목표, 가치 부여 등과 같은 주관적이고 내면적인 요소와 밀접히 관련되어 있기 때문이다. 결국 사회를 연구할 때에는 행위 주체의 주관적, 내면적 요소를 파악하고 이를 통해 그 행위나 현상의 의미를 이해하는 것이 중요하다. 그러므로 사회 현상을 연구하는 사회과학은 자연과학의 객관적 방법과 대비되는 사회과학만의 특수한 연구방법으로 해석적 이해의 방법을 채택해야 한다. 이 방법은 인간 행위의 내적 요소에 해당하는 주관적 의미를 행위자의 관점에서 이해하고자 하는 것이 목적이다. 사회적 행위나 현상에 대한 인과적 설명도 해석적 이해를 통해 파악된 의미를 기초로 하여, 그로부터 비롯된 행위를 심층적으로 이해할 때에만 타당성을 가지게 된다.

해석적 이해의 방법은 행위나 현상을 하나씩 떼어서 파악하기 보다는 사회적 맥락 속에서 전체적으로 파악하고자 한다. 왜냐하면 사회적 행위나 현상은 자연 현상과는 달리 행위자가 의도한 것이고, 그 의도는 맥락에 따라 변화하기 때문이다.

<제시문 4>

과학적 연구의 대상은 경험적 검증 및 관찰이 가능한 것이어야 한다. 어떠한 사실이나 현상의 배후에 초월적 혹은 형이상학적인 원인이 존재하는 것이 아니며, 경험적으로 확인되고 검증될 수 있는 주장이나 이론만이 과학적 지식이 될 수 있다. 경험적으로 관찰되고 객관적으로 검증될 수 없는 주장 및 이론은 무의미할 뿐만 아니라 과학적 지식이 결코 될 수 없다. 따라서 과학적 지식을 산출하기 위한 방법은, 초월적이고 형이상학적인 사변(思辨)을 배제하고 설문조사나 실험 혹은 관찰 등과 같은 사실 확인적 절차를 반드시 포함해야 한다. 이를테면, 자연현상 및 사회현상을 연구할 때 실험방법이 흔히 동원되곤 하는데, 가장 전형적인 형태의 실험 설계는 실험 처치, 실험군과 대조군의 비교, 사전측정과 사후측정 등과 같은 핵심적 요소들을 두루 포함한다. 이러한 요소들을 고루 갖춘 실험이 이루어질 경우 인과관계가 비교적 명료해지고 이를 바탕으로 이론이나 가설의 진위 여부를 명확히 평가할 수 있게 된다. 경험적으로 확인되고 검증될 수 있는 것만을 연구대상으로 해야 한다는 점에서는 자연과학과 사회과학 사이에 차이가 있을 수 없다.

[문제 3] 아래의 <도표>는 [문제 1]의 두 입장과 모두 연관될 수 있다. <도표>가 어떤 점에서 각각의 입장과 연관되는지 입장별로 나누어 설명하시오.



특정한 한 기업의 미래 주가에 대해 주식 시장에 참여한 투자자들이 갖는 낙관적 혹은 비관적 믿음의 정도를 파악할 수 있다고 가정하자. 낙관·비관 정도는 0 - 100의 값을 가지며, 그 값이 전월에 비해 증가(감소)하면 투자자들이 앞으로 주가가 상승(하락)할 것이라고 믿는 것을 의미한다. 단, 낙관·비관 정도는 해당 기업의 재정/수익 상태나 성장 가능성 등의 정보와는 무관하게 결정된다고 하자. 아래의 도표는 위와 같이 측정된 투자자의 평균적 낙관·비관 정도와 그 기업의 주가를 동시에 표시한 48개월간의 자료이다. 이 기업의 실제 주가는 첫 번째 월의 주가를 50으로 기준하여 표시한 것이다.

[문제 4] 다음 <보기>는 동물의 이타성에 관한 한 가지 주장이다. 이를 참고하여, 가족(자식, 형제, 자매)에 대한 인간의 이타적 행위는 [문제 1]의 두 입장 중 어느 입장을 통해 더 잘 설명될 수 있을지 자신의 견해를 밝히고, 그 입장에서 가족에 대한 인간의 이타적 행위를 설명해 보시오.

〈보기〉

동물에게서 발견할 수 있는 이타성은 생물학적으로, 다시 말해 자연과학적으로 설명할 수 있다. 진화론의 관점에서 보면 이타성은 유전자나 종을 유지해 나가는 좋은 전략이기 때문에 진화의 과정에서 자연선택된 것으로 볼 수 있다. 예를 들어보자. 많은 종류의 새는 포식자를 발견했을 때, 포식자의 관심이 자신에게 집중되어 위험이 높아짐에도 불구하고 경고음을 내어 다른 가족 구성원들이 피할 수 있도록 한다. 새 중에서 이런 유전자를 가진 종은 이런 유전자를 갖지 않는 종보다 살아남을 가능성이 높다. 일반화시켜 보면 동물의 경우 가족 구성원에 대해 이타성을 갖도록 하는 유전자가 그렇지 않은 유전자보다 더 오랫동안 후대에 존속될 가능성이 높다. 그러므로 일정 기간이 지나면 이타성을 갖도록 하는 유전자가 모든 개체군에서 우세한 입장에 놓이게 된다.

(1) 출제의도

인간과 사회 현상은 매우 다양하여 일정한 법칙을 발견하기가 쉽지 않다. 그래서 어떤 방법으로 인간과 사회 현상을 탐구해야 하는지에 대해서는 지속적인 토론과 연구가 진행되고 있다. 금년도 성대 수시 2-II 인문계-오후 논술고사는 인간의 사회적 행위를 탐구하기 위한 사회과학 연구 방법을 논술고사 문제의 주제로 선정하였다.

인간의 사회적 행위에 대한 연구 방법은 탐구 대상과 접근 방식에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 즉, 경험적으로 확인되고 검증될 수 있는 것만을 연구 대상으로 하여 실험 혹은 관찰을 통해 얻어진 자료를 분석함으로써 일정한 법칙을 발견하려는 실증적 연구 방법과, 경험적 사실의 단순한 검증과 관찰로는 파악할 수 없는 인간 행위의 주관적 의미를 해석하여 인간 행위를 사회적 맥락 속에서 심층적으로 이해하려는 해석적 방법이 있다.

본 논술고사에서는 실증적 방법의 입장과 해석적 이해 방법의 입장에 대한 의미 파악 능력, 한 입장에서 다른 입장을 평가할 수 있는 능력, 연관 자료를 분석 이해하여 두 가지 입장에서 자료를 설명할 수 있는 능력, 어떤 입장에 서서 현상을 설명할 수 있는 능력, 그리고 논리적 서술 능력 등을 중점적으로 평가할 수 있도록 제시문과 자료를 선정하였다.

통합 교과형 논술을 지향하는 본교 논술출제의 기본취지를 충족시키기 위해서 인문학과 사회과학 영역을 통합적으로 다루는 문항을 고교 교육과정에서 벗어나지 않도록 출제하였고, 자료에 대한 기본적 분석 및 이해를 요하는 도표를 구성하여 출제하였다.

수험생들의 대학 수학능력을 정확히 평가하기 위해 문제를 4개의 중점 평가 영역에 관련시켜 출제하였다. 1번 문제는 제시문의 내용을 두 입장별로 구분하여 파악한 다음 논리적으로 요약하는 능력, 2번 문제는 문제 1의 한 입장에서 다른 입장을 비판하는 능력, 3번 문제는 주어진 그래프를 분석·이해하고 두 입장 각각에서 그래프를 설명하는 능력, 4번 문제는 선택한 입장에서 주어진 현상을 설명할 수 있는 응용 능력을 평가하기 위한 것이다.

따라서 이번 문제는 이해 분석 능력, 응용력, 창의적 해결 능력, 논리적 서술 능력 등을 종합적으로 평가하기 위해 유기적으로 구성되었다. 고교 교육과정을 정상적으로 이수하고 평소 자신이 배운 지식을 구체적 문제와 연관시켜 종합적으로 사고하는 훈련을 해 온 학생들은 이를 충분히 해결할 수 있을 것이다.

(2) 제시문 및 자료의 출처

- <제시문1> Ross M. Miller (2002), *Experimental Economics*, John Wiley & Sons, Inc.
- <제시문2> Robert K. Merton (1968), *Social Theory and Social Structure*, N.Y. Free Press.
- <제시문3> Max Weber (1949), *The Methodology of the Social Sciences*, N.Y. Free Press.
- <제시문4> Karl Popper (1976), *The Positivist Dispute in German Sociology*, Harper Torchbooks.

- <도표> 논술출제위원회 구성 가상 자료.
- <보기> 피터 싱어(2006), *사회생물학과 윤리, 인간사랑* (번역: 김성한).

* 각 제시문과 자료 등은 출제의도에 맞추어 수정 보완 및 윤문을 하였음.

(3) 문항별 해설 및 평가 포인트

□ 문제 1 해설

인간의 사회적 행위에 대한 탐구방법으로 실증적 방법과 해석적 이해 방법을 담고 있는 4개의 제시문(2개는 실증적 방법, 2개는 해석적 방법과 연관됨)을 주고 상반된 입장의 논지를 대비시켜 요약 정리하는 문제이다.

실증적 방법 (제시문1,4)	- 경험적 검증 및 관찰이 가능한 것을 대상으로 - 자연과학적 방법을 통해 이론, 가설 검증 - 조사, 실험, 관찰 같은 사실 확인적 절차를 반드시 포함
해석적 이해 (제시문2,3)	- 주관적이고 내면적인 요소를 대상으로 - 해석적 이해의 방법을 통해 행위의 주관적, 배후적 의미를 이해 - 사회적 전체 맥락 속에서 파악

☞ 평가 포인트

- 1-1) 각 제시문의 내용을 올바르게 파악하여 적절히 분류하였는가?
- 1-2) 두 입장의 핵심 논지를 정확하게 이해하였는가?
- 1-3) 두 입장의 차이점을 적절히 대비시켜 서술하였는가?

□ 문제 2 해설

문제 1의 두 입장 중 하나를 택하여 그 입장에서 다른 입장을 비판하는 문제이다.

(가능한 비판들)

실증적 방법에서 해석적 이해 방법 비판	- 사회적 행위에 영향을 미치는 객관적 요소를 경시할 위험이 있다. - 이해는 그럴듯한 가설 혹은 추측에 불과해서 객관적으로 검증 가능한 엄밀한 지식을 산출할 수 없다. - 주관적 의미를 연구할 때에도, 그 의미의 외적 표현에 대한 실증적 연구가 가능하고 또 필요하기 때문에 이를 완전히 배제할 수 없다.
해석적 이해 방법에서 실증적 방법 비판	- 인간의 사회적 행위에서는 의지, 목적, 가치와 같이 주관적이며 눈에 보이지 않는 요소가 더 중요하게 작용하는데 여기에 접근할 수 없다. - 개개의 사회적 행위나 현상은 서로 공통된 특성도 있지만 각각 특수한 나름의 맥락과 연관되어 있어서 이 맥락을 고려해야 하는데, 이를 고려하지 않는다. - 사회 현상은 조건을 완전히 통제할 수 없기 때문에 실험 자체가 쉽지 않으며, 실험을 한다 하더라도 그 결과를 실제 구체적 현상에 적용할 수 없는 경우가 많다.

☞ **평가 포인트**

- 2-1) 택하지 않은 다른 입장의 문제점과 한계를 정확하게 파악하고 있는가?
- 2-2) 원론적, 추상적 비판에 머무르지 않고 구체적으로 비판하고 있는가?
- 2-3) 다음 경우에 가산범을 부여할 수 있음
 - 제시문 내용을 말만 바꾸어 반복하지 않고 제시문에 없는 내용을 추가적으로 포함시킨 답안
 - 상대 입장의 한계를 밝히는 적절한 반례를 사용한 답안
 - 상대 입장의 문제점을 다각도로 비판하는 답안

□ **문제 3 해설**

문제 1의 두 입장과 모두 연관될 수 있는 가상의 자료(개인의 주관적인 낙관/비관 정도와 특정 기업의 실제 주가를 동시에 표시)를 그래프로 구성하여 제시하고, 이 자료를 문제 1의 입장들과 연관시켜 설명할 것을 요구하는 문제이다.

도표에 대한 해석	1) 투자가의 믿음과 실제 주가사이에 양의 상관관계가 있다. 2) 시간적으로 믿음이 실제 주가에 앞선다. 따라서 믿음이 실제 주가에 영향을 미쳤을 가능성이 있다.
------------------	---



실증적 방법과 연관되는 점	- 투자의 낙관적, 비관적 믿음은 주관적으로 의미가 부여된 심리상태임에도 불구하고 그것을 수량화시킨 것을 보면, 주관적 요소에 대해서도 실증적 연구가 가능함을 보여준다. - 주관적 믿음과 주가사이에 강한 양의 상관관계를 과거의 자료를 통해 경험적으로 확인할 수 있기 때문에, 주관적 요소가 개입되는 사회 현상을 연구할 때에도 사실 확인적 절차가 포함되어야 함을 보여준다.
해석적 이해 방법과 연관되는 점	- 해당 기업의 경제지표와는 무관한 투자자의 낙관적, 비관적 믿음이라는 주관적 요소가 주가의 상승, 하락이라는 실제 결과를 낳았을 가능성이 있기 때문에, 사회 현상을 탐구할 때에는 행위자의 주관적 의미 부여를 맥락적으로 이해하는 것이 중요함을 알 수 있다.

☞ **평가 포인트**

- 3-1) 도표가 의미하는 바를 정확하게 해석하였는가?
- 3-2) 두 입장과 어떤 점에서 연관되는지 적절히 서술하였는가?

□ **문제 4 해설**

동물의 이타성에 관한 제시된 보기를 참고로 하여 문제 1의 입장에서 가족(자식, 형제, 자매)에 대한 인간의 이타적 행위를 설명하는 문제이다.

실증적 방법 입장 선택	- 가족에 대한 인간의 이타적 행위도 <보기>와 같은 차원으로 파악해서 실증적분석이 가능한 것으로 보고 접근함 - 가족에 대한 인간의 이타적 행위도 유전자를 보존하기에 유리한 행위이기 때문에 진화과정에서 자연선택된 것으로 설명함.
해석적 이해 입장 선택	- 가족에 대한 이타적 행위는 도덕적 행위로서 주관적 가치 부여와 관련이 있으므로 실증적 방법으로는 접근할 수 없고 해석적 이해 방법으로만 접근 가능함. (인간의 가족관계가 생물학적 요소만으로 규정되는 것이 아님을 제시함) - 생물학적 혈연관계가 없는 입양된 자녀나 형제에 대한 이타적 행위가 피를 나눈 자녀나 형제에 대한 이타적 행위와 차이가 없음을 부각하는 것도 한 가지 방법임.

☞ 평가 포인트

- 4-1) 가족에 대한 인간의 이타적 행위가 어느 입장을 통해 더 잘 설명될 수 있는지 명료하게 견해를 밝혔는가?
- 4-2) 가족에 대한 인간의 이타적 행위에 대해 시도된 설명이 선택한 입장과 논리적으로 잘 연결되는가?
- 4-3) 가족에 대한 인간의 이타적 행위에 대해 시도된 설명이 설득력 있는가?

2) 자연계

■ 자연계 2010학년도 수시논술(자연1)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

<제시문 1-1> 과학반에서 멘델의 유전법칙에 대한 수업을 듣고 있는 성균이는 과학 선생
님으로부터 실험과제를 받았다. 선생님은 아래 제시문과 같이 설명해 주셨다.

<제시문 1-2> 여러분들이 보고 있는 이 동물은 단순한 구조의 다세포 동물로, 2쌍의 상염
색체와 1쌍의 성염색체(암컷 : XX, 수컷 : XY)를 지니고 있다. 이 동물은 몸이 검정색이고
머리 쪽에 두 개의 붉은색 털을 갖고 있다. 그런데, I 형 돌연변이체는 하얀 몸에 두 개의
붉은색 털, II 형 돌연변이체는 검은 몸에 다섯 개의 붉은색 털, X 형 돌연변이체는 검은 몸
에 두 개의 노란색 털을 가지고 있고, 이러한 돌연변이 표현 형질을 나타내는 대립 유전자
들은 모두 열성이다. 몸의 색, 털의 개수, 털의 색을 결정하는 유전자들은 각각 1번 염색체,
2번 염색체, X 염색체에 존재한다.

<제시문 1-3> 이 동물의 일반적인 모습과 비교했을 때 머리 쪽에 털이 짧은 돌연변이체가
새로 발견되었다. 이번 학기 실험과제는 털의 길이를 결정하는 유전자가 어느 염색체에 존
재하는 지를 알아내는 것이다.

[문제 1-i] 성균이는 털이 짧은 암컷을 털이 긴 수컷과 교배하였는데, 이 때 얻은 자손들은 암컷
과 수컷 모두 긴 털을 가지고 있었다. 그런데, 이들 긴 털을 가진 자손들을 교배시켜 얻은 그 다
음 세대의 자손들에서는 털이 짧은 개체를 관찰할 수 있었다. 성균이가 수행한 실험 결과를 통
해, 털의 길이를 짧게 만든 돌연변이 대립 유전자에 대해 알 수 있는 두 가지 주요한 사실을 기
술하시오.

표현 형질	개체수
검은 몸, 두 개의 긴 털	611
하얀 몸, 두 개의 긴 털	298
검은 몸, 두 개의 짧은 털	305
검은 몸, 다섯 개의 긴 털	192
하얀 몸, 두 개의 짧은 털	2
하얀 몸, 다섯 개의 긴 털	107
검은 몸, 다섯 개의 짧은 털	96
하얀 몸, 다섯 개의 짧은 털	1

[문제 1-ii] 성균이는 검은 몸에 두 개의 짧은 털을 가진 암컷을 하얀 몸에 다섯 개의 긴 털

을 가진 수컷과 교배하였는데, 이 때 얻은 자손들은 모두 검은 몸에 두 개의 긴 털을 가지고 있었다. 이 자손들끼리 교배시켜 그 다음 세대의 자손들을 얻은 후, 공통적인 표현 형질을 갖는 개체수를 조사하여 다음과 같은 표를 작성하였다.

성균이가 수행한 실험의 결과를 통해 털의 길이를 결정하는 유전자가 어느 염색체에 있는지를 예측하고 근거를 제시하시오. 또한, 적은 개수이지만 '하얀 몸, 두 개의 짧은 털', '하얀 몸, 다섯 개의 짧은 털' 개체들이 나타나게 된 원인을 설명하시오.

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

<제시문 2-1> 운동하는 관찰자가 물체의 운동을 관찰하면 속도가 다르게 보이는데, 이러한 속도를 상대속도라 한다. 상대속도는 (상대속도) = (물체의 속도) - (관찰자의 속도)로 구한다.

시각 t 에서 직선운동을 하는 점 P 의 가속도를 $a(t)$ 라 하고, 어떤 시각 t_0 에서의 속도를 $v(t_0)$ 라 하면 시각 t 에서의 점 P 의 속도 $v(t)$ 는 $v(t) = \int_{t_0}^t a(t)dt + v(t_0)$ 이고, 시각이 $t=a$ 에서 $t=b$ 로 변할 때, 변위는 $\int_a^b v(t) dt$ 이다.

<제시문 2-2> 뉴턴은 질량을 가진 모든 물체 사이에 인력이 존재한다는 것을 발견하였는데, 이 힘을 만유인력이라고 한다. 질량 m_1 인 물체와 질량 m_2 인 물체가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때 두 물체 사이에 작용하는 만유인력의 크기는 다음과 같다.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
 (G 는 만유인력 상수). 여기서 힘의 방향은 두 물체를 서로 당기는 방향으로 작용한다.

[문제 2-i] 동일한 직선 위를 운동하는 물체 A, B 가 시각 $t=0$ 에서 원점에 있다. A 와 B 의 초기($t=0$) 속도는 각각 4 m/s 와 16 m/s 이다. 물체 A 는 4 m/s 으로 등속도 운동을 한다. 물체 B 는 시각 $t=k$ 까지 -3 m/s^2 으로 등가속도 운동을 하고 $t=k$ 에서부터는 $(16-3k) \text{ m/s}$ 로 등속도 운동을 한다. $k+1$ 초 동안 물체 A 에서 관찰한 물체 B 의 상대적인 변위는 $\int_0^{k+1} v_{BA}(t)dt$ 로 구할 수 있다.

이 변위가 최대가 되는 k 와 최댓값을 구하고 풀이과정을 기술하시오. 여기서, k 는 양수이고, $v_{BA}(t)$ 는 물체 A 에서 관찰한 물체 B 의 상대속도이다.

[문제 2-ii] 좌표평면 위의 동일한 질량 M 을 가지는 물체 A, B 가 놓여 있다. 물체 A 는 원점에 놓여 있고, 물체 B 는 $(x-100)^2 + y^2 \leq 50^2$, $y \geq 0$ 인 영역 위를 움직인다고 하자. 좌표평면 위의 점 P 에 물체 C 를 놓았을 때, A, B 물체로 인해 C 에 가해지는 만유인력 $\vec{F}_A$

와 $\vec{F}_B$ 가 $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ 가 되는 P 의 영역의 넓이를 구하고 풀이과정을 기술하시오.

[문제 3] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

<제시문 3-1> 마찰이 없는 수평면 위에서 탄성 계수 k 인 용수철의 한 끝을 벽에 고정시키고 다른 끝에 질량 m 인 물체를 매단 후 A 만큼 잡아당겼다가 놓으면 물체는 단진동 운동을 한다. 그리고 공기에 의한 저항을 무시하면 역학적 에너지는 보존된다. 총 역학적 에너지는 운동 에너지(K)와 위치 에너지(U)를 합하여 구할 수 있으며, 용수철의 위치 에너지는 $U = \frac{1}{2}kx^2$ 이다. 여기서 x 는 변위이며 k 는 용수철의 탄성 계수이다.

<제시문 3-2> 위 제시문과 동일한 조건으로 운동하는 경우 물체는 $x = A \cos(\omega t)$ 로 단진동한다. 여기서 각진동수 $\omega = \sqrt{k/m}$ 이다. 이러한 운동에 대한 물리 현상은 뉴턴의 제 2 법칙을 이용하여 수학적으로 구할 수 있다. 즉, 방정식 $ma + kx = 0$ 을 풀면 그 해는 $x = A \cos(\omega t)$ 가 된다. (a 는 가속도이다.)

<제시문 3-3> 실제 실험실에서 단진동 실험을 하면 물체가 공기에 의해 저항을 받으므로 충분한 시간이 지난 후에 물체는 정지하며, 공기에 의한 저항력은 속력(v)에 비례한다. ($F = -bv$, b 는 저항계수이며 양수이다.) 저항력이 복원력보다 작다고 가정하고 이러한 운동에 대해 뉴턴의 제 2 법칙을 적용하면 운동방정식과 해는 각각 $ma + bv + kx = 0$ 과 $x = A e^{-(b/2m)t} \cos(\omega_d t)$ 이다. 여기서 각진동수 $\omega_d = \sqrt{k/m - (b/2m)^2}$ 이다.

[문제 3-i] 마찰이 없는 수평면 위에서 탄성 계수 k 인 용수철의 한 끝을 벽에 고정시키고 다른 끝에 질량 m 인 물체를 매단 후 A 만큼 잡아당겼다가 놓았다. 공기의 저항을 무시하였을 때, 역학적 에너지(E), 위치 에너지(U), 운동 에너지(K)를 변위(x)의 함수로 그래프를 그리고, 물체의 변위가 $x = -A$, $x = 0$, $x = A$ 인 지점에서 일어나는 물리현상을 세 종류의 물리량 (운동 에너지, 위치 에너지, 속력)을 사용하여 설명하시오.

[문제 3-ii] 위 문제와 동일한 실험 조건에서 공기에 의한 저항력을 고려하고 저항력이 복원력보다 작을 때, 물체의 변위(x)를 시간(t)의 함수로 그래프를 그리고, 시간에 따른 진폭과 진동수의 변화에 대하여 추론하시오.

(1) 출제 의도

- [문제 1] 생명과학 연구의 가장 근본이라 할 수 있는 유전학의 개념들을 논리적으로 적용하는 능력을 평가한다. 유전현상의 결과만을 단순 기억하는 것이 아니라, 유전법칙의 개념들(유전 형질, 대립 유전자, 대립 유전자의 분리, 서로 다른 염색체로 독립된 유전자들, 동일한 염색체에 연관된 유전자들과 교차에 의한 새로운 유전자형의 조합)이 도출되는 과정에 대한 포괄적 이해를 바탕으로 종합적인 사고력을 알아보고자 하는 문제이다.
- [문제 2] 단순한 계산이 요구되는 단답형 수학문제를 배제하고 물리학과 수학이 융합된 통합형 문제에 중점을 두었다. 상대속도와 만유인력에 대한 기본 개념을 제시해주고 간단한 미적분 활용 능력을 평가하고자 하였다.
- [문제 3] 단순하면서도 주변의 자연현상에서 많이 볼 수 있는 주기현상에 대하여 이상적인 모델과 실제 상황을 비교하고 실제 자연에서 나타나는 물리현상을 논리적으로 서술하는 능력을 평가한다. 동시에 수학적 함수를 자연현상에 적용하여 분석하는 능력을 알아보고자 하였다.
- [문제 4] 용질이 용매에 녹는 용해 과정과 연관된 과학적 지식이 포함된 제시문과 자신이 가지고 있는 과학적 지식들을 바탕으로 용액의 끓는점 오름과, 용해의 자발성에 대해서 논리적으로 추론하여 기술하는 능력을 평가한다.

(2) 문항별 예시 답안

■ 문제 1-i 예시 답안

- 1) 털이 짧은 암컷과 털이 긴 수컷을 교배하여 얻은 자손들은 암컷과 수컷 모두 정상이라는 결과를 통해, 털의 길이를 짧게 만든 돌연변이 대립 유전자는 털의 길이를 길게 하는 대립 유전자에 대해 열성임을 알 수 있다. 만약 우성이었다면 자손들 중에 짧은 털을 가진 개체들이 나타났을 것이다.
- 2) 또한, 털의 길이를 짧게 만든 돌연변이 대립 유전자는 X 염색체에 존재하지 않는다고 예상할 수 있다. 만약 X 염색체에 있었다면, 자손들 중 수컷들은 짧은 털을 가질 것이다.

■ 문제 1-ii 예시 답안

두 개의 유전자가 다른 염색체에 존재하는 독립적인 경우와 같은 염색체에 연관되어 있을 경우, 문제에서 제시한 방법의 교배를 통해 얻어지는 자손들의 표현 형질을 예상하면 다음과 같다. 편의상 두 유전자의 대립 유전자들을 A(우성), a(열성), B(우성), b(열성) 이라 하면,

1) 독립된 경우

A/A; b/b X a/a; B/B

↓

A/a; B/b X A/a; B/b

이 때, 만들어지는 생식세포의 유전자형은 AB:Ab:aB:ab = 1:1:1:1 이고,

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBa
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

표에 나타난 바와 같이 무작위적인 교배를 통해 얻게 되는 자손들의 표현 형질은 $A-B-:A-bb:aaB-:aabb = 9:3:3:1$ 이다.

2) 연관된 경우

$Ab/Ab \times aB/aB$

↓

$Ab/aB \times Ab/aB$

이 때, 만들어지는 생식세포의 유전자형은 $Ab:aB = 1:1$ 이고,

	Ab	aB
Ab	AAbb	AaBb
aB	AaBb	aaBB

표에 나타난 바와 같이 무작위적인 교배를 통해 얻게 되는 자손들의 표현 형질은 $A-B-:A-bb:aaB-:aabb = 2:1:1:0$ 이다. 두 유전자가 독립된 경우와 비교했을 때, $aabb$ 유전자형의 자손이 나타나지 않는다. 단, 두 유전자 사이에서의 교차에 의해 $aabb$ 유전자형의 자손이 나타날 수 있다.

3) 문제에서 제시한 표현 형질(몸의 색, 털의 개수, 털의 길이)에서 두 개의 표현 형질만으로 분리하여 자손들의 개체수를 파악하면,

표현 형질	개체수
두 개의 긴 털	909 (611+298)
두 개의 짧은 털	307 (305+2)
다섯 개의 긴 털	299 (192+107)
다섯 개의 짧은 털	97 (96+1)

표현 형질	개체수
검은 몸, 긴 털	803 (611+192)
검은 몸, 짧은 털	401 (305+96)
하얀 몸, 긴 털	405 (298+107)
하얀 몸, 짧은 털	3 (2+1)

위의 분리비 결과에서, 털의 개수를 결정하는 유전자와 털의 길이를 결정하는 유전자는 독립된 유전자들의 분리비를 보이고, 몸의 색을 결정하는 유전자와 털의 길이를 결정하는 유전자는 연관된 유전자들의 분리비를 보인다. 따라서, 털의 길이를 결정하는 유전자는 1번 염색체에 존재한다.

- 4) 적은 개수이지만 ‘하얀 몸, 두 개의 짧은 털’, ‘하얀 몸, 다섯 개의 짧은 털’ 개체들이 나타난 것은 연관된 두 유전자(몸의 색, 털의 길이) 사이에서 교차가 일어난 생식세포들 간의 수정에 의한 것이다.

■ 문제 2-i 예시 답안

〈제시문 2-1〉로부터 상대속도 $v_{BA}(t) = v_B(t) - v_A(t)$ 이다. 적분에 의하여

$$v_A(t) = 4, v_B(t) = \begin{cases} 16-3t, & 0 \leq t \leq k \\ 16-3k, & t \geq k \end{cases} \text{가 된다.}$$

그러므로, 상대속도를 구체적으로 계산하면 $v_{BA}(t) = \begin{cases} -3t+12, & 0 \leq t \leq k \\ -3k+12, & t \geq k \end{cases}$ 이다.

이 때, 문제에서 주어진 상대적인 변위는 적분을 계산하여

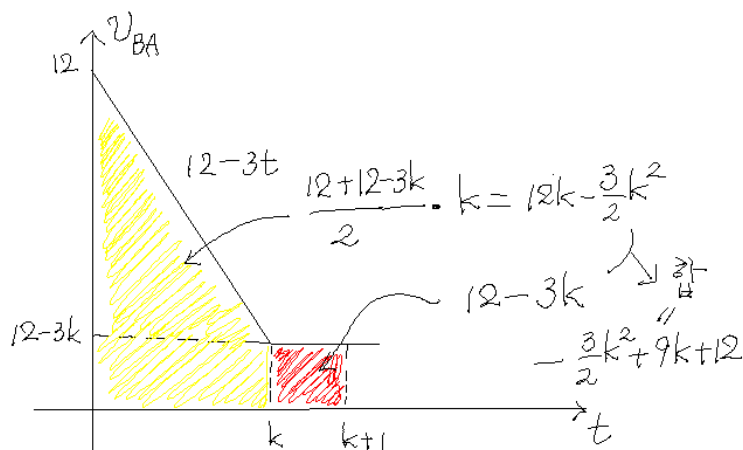
$$\int_0^{k+1} v_{BA}(t)dt = \int_0^k (-3t+12)dt + \int_k^{k+1} (-3k+12)dt = -\frac{3}{2}k^2 + 9k + 12 \text{가 된다.}$$

변위는 위와 같이 부호를 가진 값이므로 이 양이 최대가 되는 경우는 물체 B가 물체 A로부터 가장 멀리 오른쪽에 있게 되는 k 의 값을 구하면 된다. 미분을 하면 $-3k+9=0$ 일 때 최대가 되고, $k=3$ 이 된다. 최댓값은 대입하면 $\frac{51}{2}=25.5$ (단위 : 미터)이다(혹은 완전 제곱꼴

$-\frac{3}{2}(k-3)^2 + \frac{51}{2}$ 로 변형하여 $k=3$ 과 최댓값을 구하여도 된다.).

[다른 예시답안] 다른 방법으로는 $v_{BA}(t)$ 를 구한 후, 적분을 하지 않고 아래 처럼 그래프를 그려서 그 그래프 밑의 넓이를 생각하여 $k+1$ 초에서 그 그래프 밑의 넓이인 $-\frac{3}{2}k^2 + 9k + 12$ 를

구한 후 최대가 되는 경우를 계산하여 $k=3$ 과 그 최댓값 $\frac{51}{2}$ (단위 : 미터)을 얻을 수 있다.

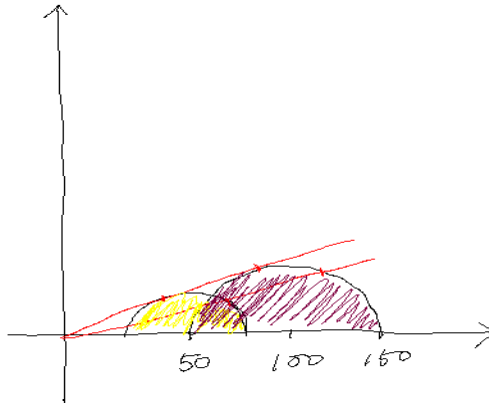


■ 문제 2-ii 예시 답안

〈제시문2-2〉에서 주어진 만유인력의 식과 벡터의 합에 대한 지식으로부터 $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$ 가 성립하는 만유인력이 상쇄되는 점은 두 점 A, B 로부터 거리가 같아야 하며 A, B 를 연결하는 직선위에 있어야 한다. (A, B 에 의해 가해진 만유인력이 서로 반대방향으로 상쇄되는 점이다). 그러므로, 주어진 벡터 방정식을 만족하는 점은 $A(0,0), B(x_1, y_1)$ 의 중점이 된다.

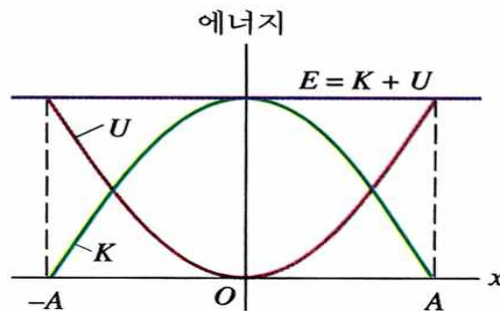
$B(x_1, y_1)$ 은 반원판 $(x_1 - 100)^2 + y_1^2 \leq 50^2, y_1 \geq 0$ 위를 움직이므로, 중점 $x = \frac{x_1}{2}, y = \frac{y_1}{2}$ 가 만족하는 영역은 $(2x - 100)^2 + (2y)^2 \leq 50^2, y \geq 0$, 즉, $(x - 50)^2 + y^2 \leq 25^2, y \geq 0$ 이고 반지름이 25인 반원판이다. 그 영역의 넓이는 $\frac{625\pi}{2}$ 이다. (원의 넓이 공식 = πr^2)

[다른 예시 답안] 중점을 찾은 후 아래처럼 그림을 손으로 그려서 영역을 유추하여 넓이를 구하거나 혹은 경계부분만 가지고 영역을 찾아서 넓이를 구해도 된다.



■ 문제 3-i 예시 답안

변위변화에 따른 역학적 에너지(E), 위치 에너지(U), 운동 에너지(K)를 그래프는 아래와 같다.



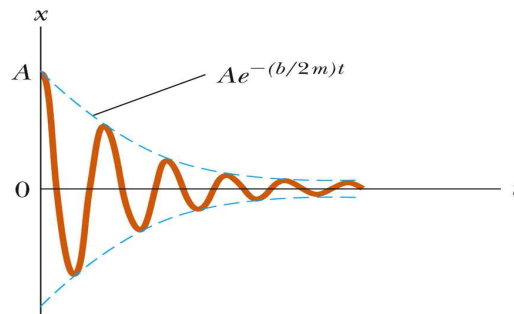
〈제시문 3-2〉에 의하면 단진동 운동은 $x = A \cos(\omega t)$ 로 진폭 A 이고 각진동수가 ω 인 주기운동을 한다. 이 문제에서는 수평면에 의한 마찰력과 공기에 의한 저항력을 무시하였으므로 총 역학적 에너지는 보존된다. 즉, $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ 이다. 우선 $x = -A$ 에서는 운동에너지

$K = \frac{1}{2}mv^2 = 0$ 이므로 $E = \frac{1}{2}kA^2$ 이고 속도(v) 0이 된다. $x = 0$ 에서는 위치에너지 $U = \frac{1}{2}kx^2 = 0$ 이고 운동에너지 $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$ 이므로 속도는 $v = \pm \sqrt{\frac{k}{m}}A$ 이다. 여기서 속도의 양의 부호는 오른쪽으로 운동하는 속도이며, 음의 부호는 왼쪽으로 움직이는 것을 나타낸다. 그리고 $x = -A$ 에서는 $x = A$ 에서와 마찬가지로 위치에너지 $U = \frac{1}{2}kA^2$ 이고 $K = \frac{1}{2}mv^2 = 0$ 이므로 속도(v) 0이 된다.

이러한 결과를 근거로 하여 물체가 진동하는 물리현상을 생각해보면, 용수철에 질량 m 인 물체를 매단 후 A 만큼 잡아당겼다가 놓으면 이 물체는 왼쪽으로 움직이면서 속도가 점점 증가하다가 원점에서 최대가 되고 원점을 통과한 후에는 속도가 서서히 감소하게 된다. 그리고 $-A$ 위에 도달하면 순간적으로 정지했다가 다시 오른쪽으로 진행하여 원점을 최대 속도로 통과하고 원래 초기위치로 오는 운동을 반복하는 주기적 운동을 함을 알 수 있다. 이러한 운동은 수학적으로 $\sin$ 함수로 표현되며, 물리학적으로 이를 단진동 운동이라고 한다.

■ 문제 3-ii 예시 답안

시간 변화에 따른 변위 그래프는 아래와 같이 그릴 수 있다.



실제 단진동 운동에서는 물체가 공기에 의한 저항을 받으므로 <제시문 3-3>에서 제시된 바와 같이 함수 $x = A e^{-(b/2m)t} \cos(\omega_d t)$ 에 의해 표현된다. 이 함수로부터 진폭은 $A e^{-(b/2m)t}$ 이며 $\cos(\omega_d t)$ 으로 진동한다는 사실을 쉽게 예측할 수가 있다. 그러므로 초기 진폭 A 는 시간이 지남에 따라 함수 $e^{-(b/2m)t}$ 에 의해 지수 함수적으로 그래프에 나타난 바와 같이 감소하게 된다. 그러나 각진동수(ω)와 진동수(f)의 관계식($\omega = 2\pi f$)에 의해 진동수 $f = (\omega_d/2\pi)$ 이고 $\omega_d = \sqrt{k/m - (b/2m)^2}$ 는 k , b , m 이 상수이므로 시간에 무관하다. 따라서 이 운동에서 진동수는 시간이 지나도 변하지 않으며 일정한 진동수로 진동하다가 충분한 시간이 지난 후에는 물체는 정지하게 된다. 이러한 물리현상은 실제 실험실에서 실험하는 경우에 쉽게 관측할 수 있는 현상이며, 지구상에서 일어나는 모든 현상은 공기에 의한 저항을 고려해야 정확하게 설명할 수 있음을 보여준다.

■ 문제 4-i 예시 답안

끓는점 오름은 용매의 양이 일정할 경우, 용질의 종류와는 무관하며 용질의 입자 개수에만 비례한다. 설탕은 물에 해리되지 않기 때문에 1 몰랄 농도인 경우 유효 농도는 1 몰랄 농도에 해당한다. 그러나 완전 해리를 가정할 경우 1 몰의 KBr은 2몰의 이온 (K^+ , Cl^-)을 형성하기 때문에, KBr의 1 몰랄 농도 수용액의 유효 농도는 2 몰랄 농도에 해당한다. 그러므로 KBr 수용액의 끓는점 오름은 설탕물 1 몰랄 농도의 끓는점 오름의 2배인 $1^\circ C$ 이다.

끓는 점 오름의 측정값이 위에서 완전해리를 가정하고 구한 예상 값보다 작은 이유는 KBr 이 완전해리가 되지 않고 일부가 이온쌍을 형성하기 때문이다. 이온화 백분율이 100% 미만이기 때문이라고 할 수 있다.

■ 문제 4-ii 예시 답안

르샤틀리에의 법칙에 의하면, 온도가 증가하면 반응은 흡열반응 쪽으로 진행하게 된다. 온도의 증가에 따라서 용해도가 증가하였기 때문에, KBr이 물에 용해되는 과정은 흡열반응이다. 흡열반응은 ΔH 가 0보다 크다.

<제시문 4-2>에 의하면 자발적인 과정의 자유 에너지 변화는 0보다 작다 (ΔG). ΔH 가 0보다 클 경우, ΔG 가 0보다 작아지려면 $T\Delta S$ 가 ΔH 보다 커야 한다. 즉 무질서도가 증가하는 과정이어야 한다. 용질과 용매가 섞이는 과정은 무질서도가 증가하는 과정에 해당하기 때문에, 특정 온도이상에서는 $T\Delta S$ 가 ΔH 보다 커질 수 있어 ΔG 가 0보다 작아져 자발적인 과정이 된다.

■ 자연계 2010학년도 수시논술(자연2)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

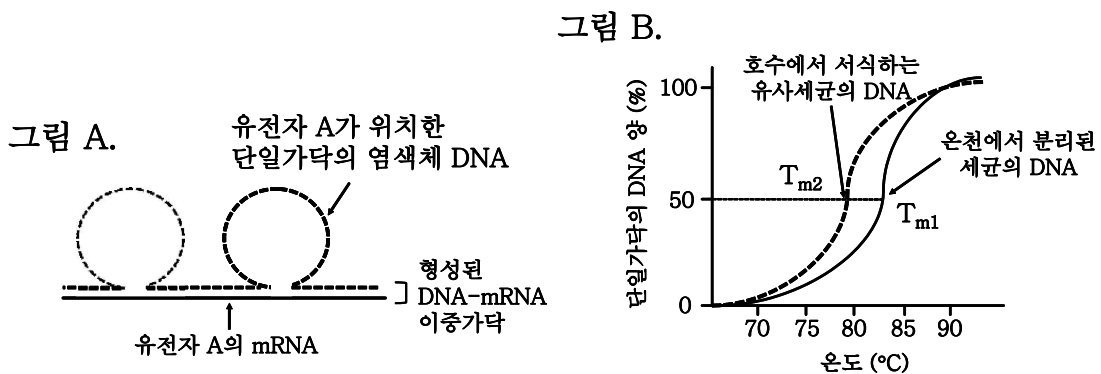
〈제시문 1-1〉 생물체의 유전정보는 DNA 핵산을 구성하는 4종류의 염기서열에 의해 결정된다.

〈제시문 1-2〉 생명체의 유전정보는 DNA로부터 또 다른 핵산인 mRNA에 전달되며 이러한 mRNA는 단백질로 번역된다.

〈제시문 1-3〉 염색체를 구성하는 이중가닥 DNA를 95°C에서 충분히 가열하면 단일가닥으로 분리된다. 그 후 천천히 온도를 낮추면 DNA는 단일가닥에서 이중가닥의 DNA를 재형성하게 된다. 이 과정에서 단일가닥의 양이 전체 DNA 양의 50%가 되는 온도를 T_m 이라고 정의한다.

[문제 1-i] 최근 과학자들은 온천에 서식하는 기존에 보고되지 않은 새로운 세균을 분리하였다. 분리된 세균의 염색체 DNA를 추출하고 95°C에서 충분히 가열하여 단일가닥으로 만든 후, 유전자 A의 정보를 가지고 있는 mRNA와 결합을 시켜 전자현미경으로 관찰하였다. 그 결과 그림 A와 같이 mRNA-DNA 이중가닥이 형성되지 않는 단일가닥의 염색체 DNA 부위가 존재함을 발견하였다. 그 이유는 무엇인지 추론하시오.

또한 온천에서 분리된 세균의 염색체 DNA를 추출하여 충분히 가열한 후, 온도의 변화에 따른 단일가닥 DNA의 양을 측정하여 그림 B와 같은 그래프를 작성하였다. 이를 이용하여 분리된 세균의 T_m (T_{m1} 으로 표시) 값을 결정하였다. 동시에 대조군으로서 일반적인 호수에 서식하면서 염색체의 길이가 동일한 유사 박테리아의 T_m (T_{m2} 로 표시) 값을 측정하였다. 대조군에 비해 온천에서 분리된 세균의 T_m 값이 높은 이유를 추론하시오. (모든 실험 조건은 동일하다.)



[문제 1-ii] 온천에서 분리된 세균의 유전자들 중에서 유전자 A는 5,000개의 염기로 이루어진 DNA이다. 유전자 A를 잘라 500개의 염기만을 갖는 모든 가능한 DNA 조각들을 만들었

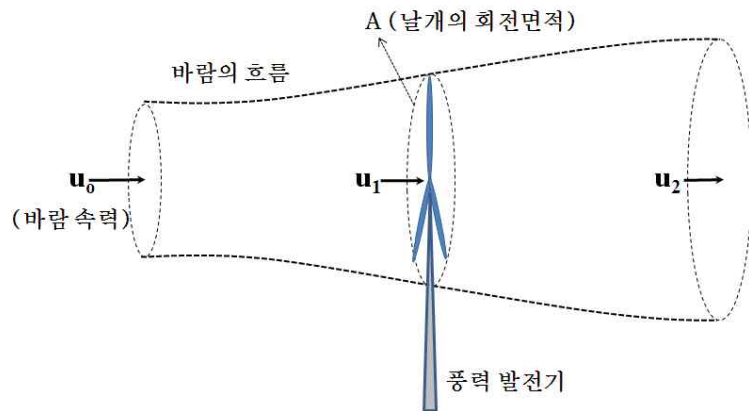
다. 이 때 같은 염기서열을 갖는 조각은 존재하지 않는다고 가정한다. 이 DNA 조각들 중 10개의 조각만을 선택할 때 유전자 A를 완벽하게 포함할 수 있는 확률은 얼마인지 구하시오. (5,000개의 염기로 이루어진 DNA는 선형이라고 가정한다.)

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

〈제시문 2-1〉 풍력 발전기는 바람의 에너지를 이용하여 발전기 날개를 회전시켜 전기를 생산하는 장치이다. 어떤 곳에 날개의 회전 면적이 A인 풍력 발전기가 설치될 예정이다. 면적 A에 대해 바람이 속력 u_o 로 불고 있을 때, 단위 시간당 지나는 공기 질량은 ρAu_o (단위 : kg/s)이다. 이 때 ρ 는 공기의 밀도(단위 : kg/m³)이다. 바람의 일률 P_o (단위 : W)는 단위 시간당 공기 질량의 운동에너지로부터 구할 수 있다.

$$P_o = \frac{1}{2} \rho A u_o^3 \quad \dots\dots \text{식(1)}$$

〈제시문 2-2〉 풍력 발전기가 설치되면 바람의 운동 에너지가 날개에 전달되면서 속력이 감소하게 된다. 이 때 바람의 속력 u_o 와 발전기 날개를 지나면 속력 u_1 , 날개를 빠져나간 속력 u_2 는 옆의 그림과 같이 나타낼 수 있다 ($u_o \geq u_1 \geq u_2 \geq 0$).



발전기에 전달된 일률 P 는 운동에너지와 추진력 두 가지 방식으로 표시할 수 있다. 날개 앞뒤에서 감소한

운동에너지는 날개에 전달된 운동에너지이므로 발전기의 일률은 다음과 같다.

$$P = \frac{1}{2} \rho A u_1 (u_o^2 - u_2^2) \quad \dots\dots \text{식(2)}$$

또한 날개 앞뒤에서 운동량의 변화율 $\rho A u_1 (u_o - u_2)$ 에 속력 u_1 을 곱하면 일률이 되므로 발전기의 일률은 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$P = \rho A u_1^2 (u_o - u_2) \quad \dots\dots \text{식(3)}$$

이 때, 발전기의 효율 c 는 식(1)에 정의된 바람의 일률 P_o 에 대해 발전기의 일률 P 의 비로 정의된다.

$$c = \frac{P}{P_o} \quad \dots\dots \text{식(4)}$$

[문제 2-i] <제시문 2-1>과 <제시문 2-2>에 주어진 식들로부터 속력 u_o, u_1, u_2 사이의 관계식을 구하시오. 이를 이용하여 주어진 바람 속력 u_o 에 대하여 풍력 발전기의 효율 c (P/P_o)가 가질 수 있는 최댓값과 이 때의 u_1 과 u_o 의 비율(u_1/u_o)을 구하시오.

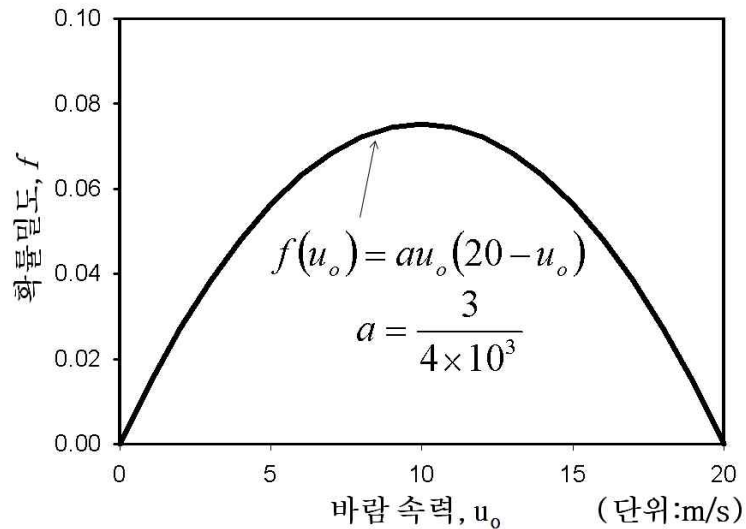
[문제 2-ii] 풍력 발전기를 설치하기 위해 바람의 속력을 일정시간 간격마다 측정하였다. 그 결과 0 m/s에서 최대 20 m/s에 대해 그림과 같은 속력의 분포를 나타내는 확률밀도함수 $f(u_o)$ 를 얻었다.

$$f(u_o) = au_o(20 - u_o),$$

$$a = \frac{3}{4 \times 10^3}$$

이 함수를 이용하여 발전기

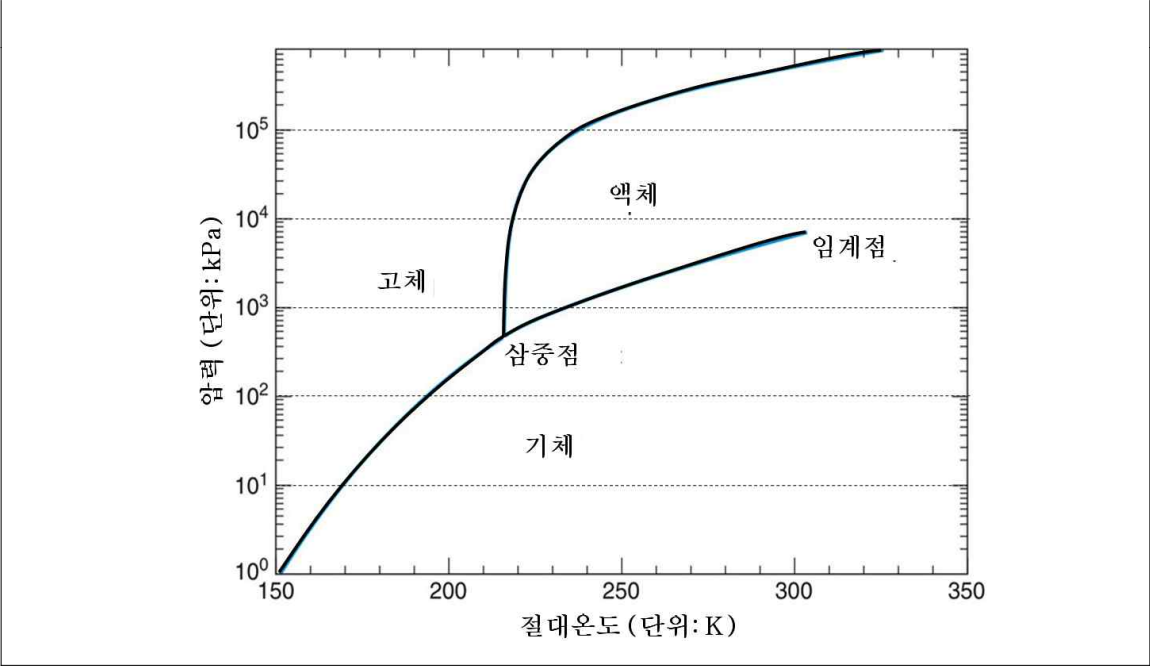
일률 P 의 평균값을 구하시오. 이 때 발전기의 효율 c 는 속도에 관계없이 0.2로 일정하고, 공기의 밀도 ρ 는 1 kg/m^3 , 발전기 날개의 회전면적 A 는 $10,000 \text{ m}^2$ 이다.



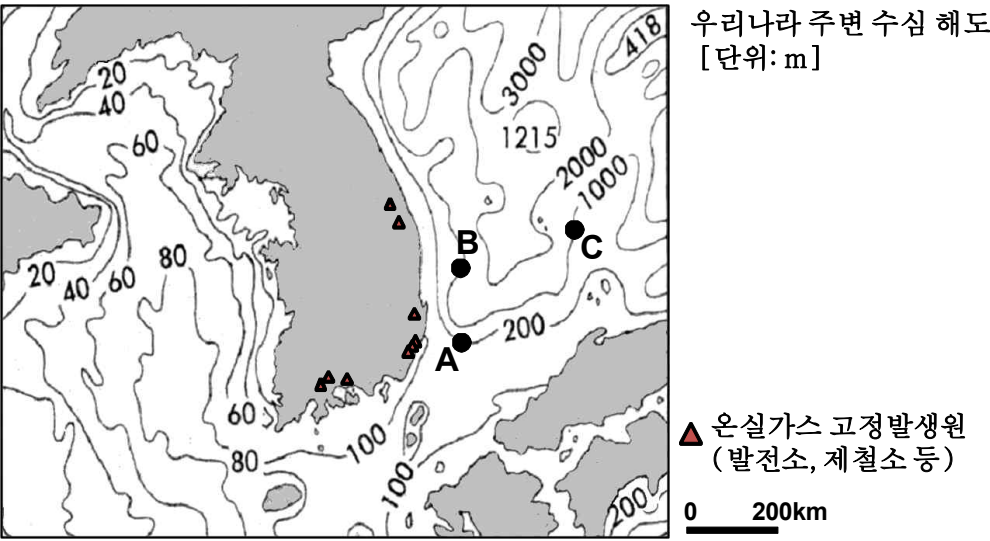
[문제 3] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

<제시문 3-1> 최근 화석연료에서 발생하는 온실가스의 배출을 줄이기 위한 직접적인 방법으로 발전소에서 발생 되는 대량의 이산화탄소를 땅 밑의 공간이나 바다의 분지에 주입하여 저장하는 방안에 대한 연구가 진행되고 있다. 이를 위해서 연소가스에 포함된 이산화탄소를 분리 포집한 뒤 높은 압력에서 액체 상태로 만든 후, 파이프나 선박을 통해 저장 공간까지 수송하여 주입한다.

<제시문 3-2> 순수한 물질의 상태는 온도와 압력에 의해 결정된다. 그림은 절대온도(단위 : K)와 압력(단위 : kPa)에 따라 이산화탄소가 고체, 액체, 기체 중에서 어떤 상태로 존재할 것인지 나타내는 그래프이다. 예를 들어 1기압(101.3 kPa, 여기에서 1 kPa은 1000 Pa 또는 $1,000 \text{ N/m}^2$), 15°C 에서 이산화탄소는 기체 상태로 존재한다.



[문제 3-i] 다음 그림은 우리나라 주변 바다의 수심을 나타낸 것이다. 화력 발전소나 제철소에서 포집된 이산화탄소를 주입하여 저장할 후보지 A, B, C 세 곳을 검토하고자 한다. <제시문 3-1>과 <제시문 3-2>를 바탕으로 세 후보지의 타당성을 분석하여 적절한 후보지를 선정하고 그 이유를 기술하시오.



[문제 3-ii] 태양계 밖에서 발견된 한 행성은 지구와는 대기환경이 매우 다르다. 이 행성은 지표면에서의 기압이 1,000 kPa 정도로 지구의 10배에 달하고 대기의 주요 성분은 이산화탄소로 확인되었다. 이 행성의 극지방에서 계절에 따른 지표면의 온도는 여름에 최고 20°C,

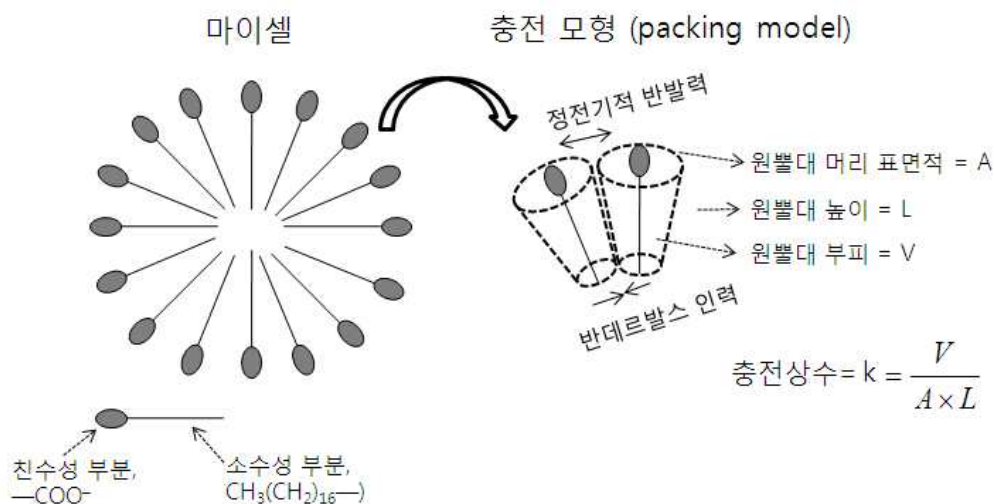
겨울에는 최저 -73°C 까지 변한다. <제시문 3-2>를 읽고 이 행성의 극지방 지표면에서 여름과 겨울 사이에 일어나는 이산화탄소의 상태 변화를 추론하시오. 이 때 이 행성의 대기압은 1,000 kPa로 일정하다.

[문제 4] 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오(25점).

<제시문 4-1> 취수장에 모아진 물에는 작은 점토 입자가 분산되어 있다. 그 이유는 각 점토 입자의 표면이 (-)나 (+) 중 한 가지 전하로만 존재해서 이동이 비교적 자유로운 물속에서 같은 전하끼리 서로 정전기적으로 반발하고 있기 때문이다. 여기에 전해질을 넣어 주면 점토 입자와 반대 전하를 띤 이온이 정전기적 인력에 의해 다가와 점토 표면을 둘러싸게 된다. 그 결과 점토 입자는 전체적으로 중성이 되어 다른 점토 입자들과 서로 잘 뭉쳐지게 되는데 이러한 현상을 영집이라고 한다.

<제시문 4-2> 제타포텐셜은 용매 상에 퍼져있는 콜로이드 입자의 분산성을 측정하는데 사용된다. 콜로이드 입자 표면의 제타포텐셜 값이 -20 mV 보다 작거나, $+20\text{ mV}$ 보다 클 경우 콜로이드 입자는 정전기적 반발력이 크기 때문에 영집 현상이 발생하지 않는다.

<제시문 4-3> 스테아르산 이온은 극성인 카복실 음이온 머리($-\text{COO}^-$)와 긴 비극성 꼬리($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-$)를 갖고 있다. 스테아르산의 머리는 물에 용해되는 반면에, 비극성 탄화수소 꼬리는 기름에 용해된다. 이러한 부류의 이온 들은 수용액 상에서 친수성 부분의 정전기적 반발력, 소수성 부분의 반데르발스 인력으로 인하여 마이셀을 형성한다. 이 때 형성되는 마이셀의 상대적인 크기와 굴곡을 표현하기 위해 그림에 표현된 충전 모형(packing model)을 이용할 수 있다. 충전상수($k = \frac{V}{A \times L}$) 값은 원뿔대의 머리 표면적(A), 높이(L), 그리고 부피(V)로 표현되며, 수용액 상에서 $0 < k \leq 1$ 의 조건을 만족한다.



[문제 4-i] 콩을 잘게 갈은 용액에 간수(MgCl_2)를 넣어서 두부를 제조할 수 있다. 두부가 형성되는 과정을 제타포텐셜 개념을 활용하여 논리적으로 기술하시오.

[문제 4-ii] <제시문 4-3>의 그림처럼 마이셀이 형성된 용액에 충분히 많은 전해질을 첨가한다면 마이셀의 형태가 어떻게 변화할 지 <제시문 4-3>에 기술된 충전상수 값을 활용하여 예측하시오.

(1) 출제 의도

- [문제 1] 생명체의 유전정보를 가지고 있는 염색체의 화학구조인 DNA의 특성과 DNA에서 mRNA로의 유전정보 전달에 관여하는 염기서열 간의 화학적 결합에 대한 기본 원리를 고등학교 수준에서 충분히 이해하고 있는가와 실험결과를 분석하고 추론할 수 있는 사고력을 측정하고자 하였다. 또한 개념 프로젝트에 사용되어진 유전자 염기서열 분석 방법의 개념을 이용하여 수험생들의 수학적 사고력을 평가하고자 하였다.
- [문제 2] 최근 녹색에너지의 일종으로 각광받는 풍력발전기의 일률과 효율을 수학적 관점에서 해석할 수 있는지의 여부를 측정하는 문항이다. 즉 수험생들이 물리응용분야의 하나인 풍력의 일률을 논리적으로 사고할 수 있는지 여부를 파악하고자 하였다. 일정한 질량 m 에 대한 운동에너지와 운동량만을 접해온 학생들에게 유체의 밀도를 이용한 운동에너지의 표현은 다소 낯설 수 있으나, 풀이과정은 미분과 적분을 이용하는 통합형 수학문제이다.
- [문제 3] 화석연료에서 대량으로 발생하는 온실가스의 배출을 줄이기 위한 방법으로서 최근 활발하게 이루어지고 있는 이산화탄소의 대량 저장 연구의 논리적 근거를 물리 화학적으로 추론토록 하는 문제이다. 중학교와 고등학교의 과학교과에서 배운 상태변화와 바닷물의 온도 및 수압에 대한 내용을 기초로 제시문에 주어진 상태변화 그래프를 이용하여 이산화탄소의 대량 저장에 대한 논리적 추론 능력을 측정하고자 하였다. 또한 특정 온도와 압력에서 이산화탄소의 상태변화를 이해함으로써 우리에게 익숙한 얼음, 물, 수증기의 상태변화를 이산화탄소에 대해 적용할 수 있는지 평가하고자 하였다.
- [문제 4] 주위 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 영김현상과 분산성을 화학적 관점에서 이해하고 있는지의 여부를 측정하고자 하였다. 즉 콜로이드 입자의 안정성과 마이셀의 형태 변화에 주변 전해질 이온들이 끼치는 영향을 수험생들이 논리적으로 이해할 수 있는가를 평가하고자 하였다. 또한 제시문에 주어진 제타포텐셜이라는 개념과 충전 모형을 활용하여 콜로이드와 마이셀, 그리고 주변 전해질 이온들 간의 상호작용을 논리적 사고를 갖고 분석할 수 있는가를 측정하고자 하였다.

(2) 문항별 예시 답안

■ 문제 1-i 예시 답안

DNA 이중나선 구조는 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 시토신(C) 4개의 염기서열이 서로 상보적으로 결합되어 있고, 이러한 염기서열로 이루어진 특정 유전자의 DNA는 염기간의 상보적 결합을 이용하여 또 다른 핵산인 mRNA로 전달된다. mRNA로의 유전자 정보 전달시 아데닌(A)은 우라실(U), 티민(T)은 아데닌(A), 구아닌(G)은 시토신(C), 시토신(C)은 구아닌(G)과의 상보결합을 통해 유전정보가 전달된다. 그리고 염기간의 상보결합은 수소결합을 통해 이루어지며, 아데닌과 티민은 2개의 수소결합, 구아닌과 시토신은 3개의 수소결합을 형성한다.

✓ 분리된 유전자 A의 mRNA와 결합하지 않는 단일가닥의 염색체 DNA 부위가 존재하는 이유 - mRNA는 단백질로 번역되는 유전정보를 가지고 있는 반면 염색체 상에 존재하는 DNA의 경우 진핵생물 및 몇몇 고대세균의 경우 염색체 상에 단백질에 대한 정보를 가지고 있지 않는 부위가 존재하는 경우가 있다. 염색체 상에 존재하는 이러한 부위를 인트론이라고 한다. 문제에서 온천에서 분리된 새로운 세균은 고대박테리아일 가능성이 높고 또한 염색체 상에 mRNA의 단백질 정보를 포함하지 않는 DNA 부위인 인트론이 존재하기 때문에 그림 A와 같은 결과가 나타날 것이라고 예측할 수 있다.

고등학교 수준에서 인트론이라는 단어를 알지 못해도 염색체 상에 존재하는 A 유전자의 DNA 일부는 mRNA에 존재하지 않는 정보(염기서열)을 가지고 있고, 이러한 부위를 구성하는 DNA의 염기들은 유전자 A의 mRNA를 구성하는 염기들과 상보적 결합을 하지 않기 때문에 단일가닥으로 나타난다고 기술하면 훌륭한 답안이라고 할 수 있다.

✓ 동정된 세균의 Tm 값이 높은 이유 - 분리된 세균의 서식지가 온천이라는 제시문의 힌트를 이용하면 된다. 온천에 사는 경우 높은 온도에서 유전자의 안정성을 유지하기 위하여 진화적 관점에서 2개의 수소결합을 갖는 A+T(아데닌과 티민) 염기 대신 3개의 수소결합이 있는 G+C(구아닌과 시토신) 함량이 높아졌고 이에 따라 Tm 값이 높아졌다고 예측할 수 있다.

■ 문제 1-ii 예시 답안

유전자의 염기서열을 분석하고자 할 때 현재의 기술로는 직접 5,000개의 염기를 분석할 수 없다. 따라서 유전자를 무작위적으로 잘라 500-1,000개의 조각으로 나누어 벡터에 삽입하여 염기를 분석하는 기법을 사용하게 된다. 본 문제는 이러한 사실에 기초하여 5,000개의 DNA를 무작위적으로 잘라 모든 가능한 500개의 염기로 이루어진 조각들을 만들어 10개의 조각을 선택할 때 5,000개의 염기를 모두 포함할 수 있는 조합이 얼마인지를 묻는 문제이다.

✓ 편의상 5000개의 염기에 순서대로 1부터 5000개의 번호를 부여하도록 한다. 500개의 염기만을 가지도록 잘라내었으므로 가능한 하나의 조각을 생각해보면 n 번을 시작번호로 해서 $n+499$ 번을 마지막 번호로 갖는 수의 나열 (유한 수열)과 동일시 할 수 있다. 여기서 n 은 1보다 크거나 같고 4501번보다 작거나 같아야 한다. 왜냐하면 n 이 4501보다 크면 500개의 염기를

포함하지 못하기 때문이다. 그러므로 이러한 나열의 가능한 조각의 전체 가지수는 4501개임을 알 수 있다. 여기서 10개를 뽑아서 유전자 A를 모두 포함할 수 있는 경우는 모든 조각이 공통되는 부분이 하나도 없는 오직 한가지 경우밖에는 없다. 결론적으로 전체 $\binom{4501}{10} = {}_{4501}C_{10}$ 개의 선택의 경우 중에서 원하는 선택의 경우는 오직 한가지뿐이므로 그 확률은 $\frac{1}{{}_{4501}C_{10}}$ 이 된다.

기타답안 : 예를 들어 5000개의 염기를 1번부터 5000번까지의 숫자로 배열한다고 가정하면 1-500, 2-501, 3-502, 4-503.....4500-4999, 4501-5000까지의 DNA 조각이 나타나기 때문에 총 경우의 수는 4501개이다. 4501개에서 10개의 DNA 조각을 꺼내는 경우의 수는 ${}_{4501}C_{10}$ 이다.

10개의 조각만을 선택할 때 유전자 A를 완벽하게 포함할 수 있는 경우의 수는 1개, 즉 1-500, 501-1000, 1001-1500, 1501-2000, 4501-5000개의 10개 조각만을 뽑는 경우이므로 경우의 수는 1개이다.

따라서 500개의 염기로 이루어진 DNA 조각들 중에서 10개의 DNA 조각만을 선택할 때 유전자 A를 완벽하게 포함할 수 있는 확률은 $\frac{1}{{}_{4501}C_{10}}$ 이다.

■ 문제 2-i 예시 답안

속력 u_0 , u_1 그리고 u_2 사이의 관계식을 구하기 위해 먼저 식 (2)와 식(3)을 연립하면,

$$\frac{1}{2}\rho A u_1(u_0^2 - u_2^2) = \rho A u_1^2(u_0 - u_2)$$

따라서 속력 사이의 관계식은 $u_1 = \frac{1}{2}(u_0 + u_2)$ 또는 $u_2 = 2u_1 - u_0$

최대효율은 발전기 일률 P이 최대값이 될 때이다. 먼저 위의 식을 식(3)에 대입하면

$$P = 2\rho A u_1^2(u_0 - u_1) = 2\rho A(u_0 u_1^2 - u_1^3)$$

(식(3)에 대입하여 계산하는 것이 간단하나 식(2)을 이용해도 되며 답은 같다).

효율의 정의에 따라 계산하면 다음과 같다.

$$c = \frac{P}{P_0} = \frac{2\rho A(u_0 u_1^2 - u_1^3)}{\frac{1}{2}\rho A u_0^3} = 4 \left[\left(\frac{u_1}{u_0}\right)^2 - \left(\frac{u_1}{u_0}\right)^3 \right]$$

여기에서 $x = \frac{u_1}{u_0}$ 놓으면 위의 식은 $c = 4(x^2 - x^3)$ 으로 표현된다. 이 때 x 는 0과 1사이의 값이다.

이 식을 미분하면 $c' = 4(2x - 3x^2) = 4x(2 - 3x)$ 이므로 $x = \frac{2}{3}$ 일 때 c 가 최대이다.

즉, $\frac{u_1}{u_o} = \frac{2}{3}$ 일 때 효율이 최대가 되며 이때의 효율의 최댓값은 $c = \frac{16}{27}$ 이다.

■ 문제 2-ii 예시 답안

식 (1)과 식 (4) 및 $c=0.2$, $\rho=1 \text{ kg/m}^3$, $A=10000 \text{ m}^2$ 이용하면,

$$P = \frac{c}{2} \rho A u_o^3 = \frac{0.2}{2} \cdot 1 \cdot 10000 \cdot u_o^3 = 10^3 u_o^3$$

효율 P 의 평균값은 주어진 확률밀도함수를 곱하여 다음의 정적분을 계산하면 된다.

$$P_{avg} = \frac{c}{2} \rho A \int_0^{20} u_o^3 f(u_o) du_o = 10^3 a \int_0^{20} u_o^4 (20 - u_o) du_o.$$

여기서 $a = \frac{3}{4 \cdot 10^3}$ 이다. 정적분을 계산하면 다음과 같다.

$$P_{avg} = \frac{3}{4} \int_0^{20} u_o^4 (20 - u_o) du_o = \frac{3}{4} \left[\frac{20u_o^5}{5} - \frac{u_o^6}{6} \right]_0^{20} = \frac{2^6 \cdot 10^6}{4 \cdot 10} = 1.6 \cdot 10^6$$

따라서 풍력발전기의 평균 일률은 $1.6 \times 10^6 \text{ W}$ (또는 1.6 MW)이다.

■ 문제 3-i 예시 답안

수심에 따른 압력은 $P=F/A=\rho gAh/A=\rho gh$ 이므로 바닷물의 대략적인 밀도 $\rho=1020 \text{ kg/m}^3$ 와 중력가속도 $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 에 대해 수심이 약 10m 깊어질 때마다 1기압(101.3 kPa)이 증가한다.

또한 수온은 깊어질수록 낮아져 깊은 바다의 온도는 $4^\circ\text{C}(277\text{K})$ 로 일정하다.

이 온도와 압력을 기초로 A, B, C 세 곳의 타당성을 평가하면 다음과 같다.

A: 수심이 200m이면 압력이 20기압에 대기압을 더하면 21 기압, 즉 $2.1 \times 10^3 \text{ kPa}$ 으로서 상태변화 그래프에서 보면 대량의 이산화탄소가 액체상태를 유지하지 못하고 기체상태로 변하게 된다.

기체의 밀도는 물보다 매우 작기 때문에 이산화탄소 기체가 급격히 위쪽으로 이동하여 대기로 빠져나오므로 저장에 부적절하다.

B: 수심이 1000m에서는 압력이 101 기압이므로 액체상태를 유지한다.

C: 수심이 B와 같아서 이산화탄소는 액체상태를 유지한다. 그러나 지상에서의 수송거리가 B에 비해 훨씬 길어 파이프라인의 건설이나 수송에 비용이 많이 들게 되는 단점이 있다.

따라서, 후보지 B가 가장 적절하다.

■ 문제 3-ii 예시 답안

상태변화 그래프에서 압력 1000kPa에 대해 온도에 따른 상태를 살펴보면 여름에는 293K(또는 20°C)이므로 기체상태로 있다가 온도가 약 235K(-38°C)로 떨어지면 액체상태로 응축한다(또는 액화된다).

온도가 더 떨어져 약 215K(-58°C) 이하에서는 액체 이산화탄소가 고체로 변하는 과정(응고)이 일어난다. 이 때 응고 과정과 함께 대기 중에 남아있던 이산화탄소 기체는 바로 고체로 승화한다.

■ 문제 4-i 예시 답안

잘게 갈린 콩 입자의 제타포텐셜 값은 -20mV보다 작거나 +20mV보다 커서 입자간 정전기적 반발력 때문에 엉김 없이 물속에 잘 퍼져있다. 이 용액에 전해질인 간수($MgCl_2$)를 넣으면 콩 입자와 반대 전하를 띤 이온이 정전기적 인력에 의해 콩 입자 표면을 둘러싸게 되고, 이로 인해 제타포텐셜 값이 -20mV보다 크고 +20mV보다 작은 값을 갖게 될 것이고, 이로 인해 입자간 정전기적 반발력이 감소하여 서로 엉기게 된다. 이것이 두부이다.

■ 문제 4-ii 예시 답안

친수성 부분의 정전기적 반발력으로 인해 머리 부분의 표면적이 꼬리 부분의 표면적 보다 크다. 충분히 많은 양의 전해질이 첨가되면, 머리 부분을 양이온이 정전기적 인력에 의해 둘러싸게 되고, 머리 부분의 정전기적 반발력이 감소하여, 머리 부분의 표면적이 감소하게 될 것이다.

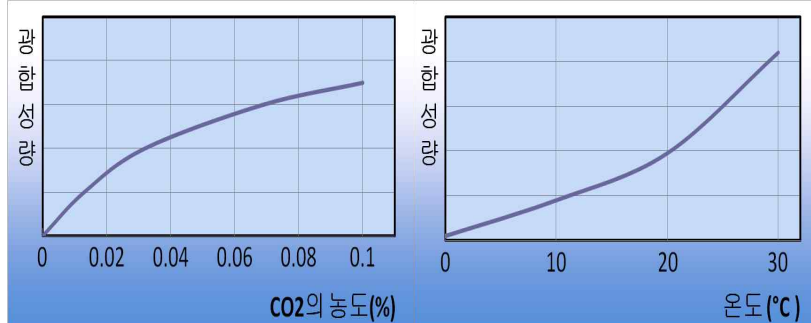
따라서, $V = A \times L$ 이 될 것이고(또는 V 는 $A \times L$ 의 값에 근접하게 될 것이고), $k=1$ 이(또는 $k \rightarrow 1$ 에 접근)될 것이다. 이로 인하여 마이셀은 굴곡이 완만해져 크기가 커질 것이고, 궁극적으로 $k=1$ 일 경우 그림과 같이 2차원적 채워짐 형태를 가질 것이다.



[문제1] 다음 [제시문 1-1]에서 [제시문 1-3]을 읽고 (문제 1-i)과 (문제 1-ii)에 답하시오.

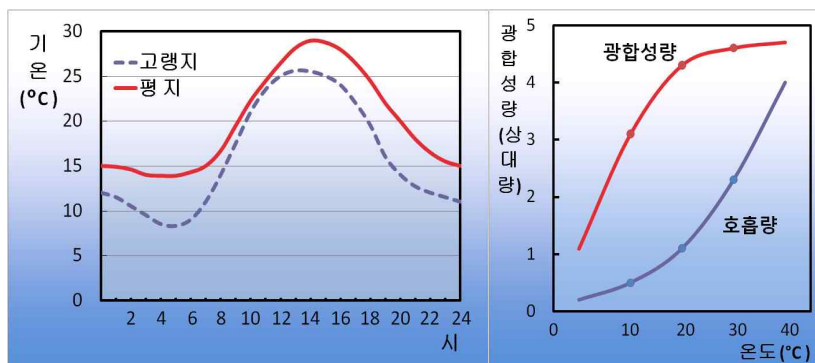
[제시문 1-1] 태양에서 지구로 오는 빛 에너지 중에서 온실기체가 적외선 파장의 일부를 흡수한다. 대표적인 온실 기체로는 이산화탄소(CO_2) ·염화불화탄소(CFCs) ·메탄(CH_4) 등을 들 수 있다. 적외선 파(波)를 흡수한 이산화탄소 내의 탄소 분자는 들뜬 상태가 되고, 안정 상태를 유지하기 위해 에너지를 방출하는데 이 에너지로 인해 지구가 따뜻하게 되는 것이다. 이러한 현상을 온실효과라 한다.

[제시문 1-2] 식물의 광합성 재료인 이산화탄소는 생물의 호흡이나 연료의 연소 과정에서 발생하는 기체이다. 다음 그래프는 CO_2 의 농도와 온도에 따른 식물의 광합성량의 변화를 나타낸 것이다.



〈그림 1〉

[제시문 1-3] 식물은 녹색색소인 엽록소에서 빛 에너지를 포착하여 이산화탄소와 물로 유기물을 합성하는 광합성을 한다. 빛이 비치는 낮 동안에는 광합성량이 호흡량보다 많아 유기물을 저장하지만, 밤에는 호흡으로 이 유기물을 분해하여 에너지를 얻어 살아간다. 다음 그래프는 온도에 따른 광합성량과 호흡량을 나타낸 것이다.



〈그림 2〉

(문제 1-i) [제시문 1-3]을 참고하여 채소를 평지와 고령지에서 재배할 때 어느 환경이 더 유

리한지, 그 이유는 무엇인지 논하시오.

(문제 1-ii) [제시문 1-2]를 참고하여 온실효과가 인간의 식량문제에 어떤 영향을 미치는지 각각의 제시문을 언급하여 논하시오.

[문제2] 다음 [제시문 2-1]에서 [제시문 2-3]을 읽고 (문제 2-i)과 (문제 2-ii)에 답하시오.

[제시문 2-1] 금속은 전자를 잃고 쉽게 산화되는 성질을 갖지만, 그 반응성은 금속에 따라 다르다. 금속이란 전자를 잃기 쉬운 물질로 금속이 전자를 잃었을 때 우리는 반응이 일어난다고 말한다. 금속의 이온화 경향성은 금속이 전자를 잃고 산화되어 양이온으로 되려는 경향으로 여러 가지 금속들의 이온화 경향성을 비교하면 어느 것이 반응을 더 잘할 수 있는지 예측할 수 있다.



[제시문 2-2] 산화환원전위는 어떤 물질이 전자를 잃고 산화되거나 또는 전자를 받고 환원되려는 경향의 강도를 나타내는 것으로, 이것을 알면 어떤 화학반응을 예측할 수 있다. 수소 표준전극을 기준전극으로 측정된 이 값이 양의 방향으로 클수록 강한 산화제가 된다. 예를 들어 수소 표준전극전위 값은 0 V이며, 금 ($\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au(s)}$)의 표준산화환원전위 값은 +1.69 V이며, Au^+ 는 강력한 산화제이다.

[제시문 2-3] 니켈판을 질산은 수용액에 넣는 실험을 수행하였다.

(문제 2-i) 니켈과 은의 상대적 표준산화환원전위 값을 예측하고, 표준산화환원전위 개념과 이온화 경향성과는 어떠한 상관관계가 있는지 논하시오.

(문제 2-ii) [제시문 2-1, 2-2]의 내용을 바탕으로 어떻게 [제시문2-3]의 실험결과를 설명할 수 있는지 논하시오.

[문제3] 다음 [제시문 3-1]에서 [제시문 3-3]을 읽고 (문제 3-i)과 (문제 3-ii)에 답하시오.

[제시문 3-1] 물체의 운동 에너지 K 와 위치 에너지 U 의 합을 역학적 에너지라고 한다. 마찰력이나 공기의 저항을 무시하고 물체가 중력만 받아 운동할 때 물체의 역학적 에너지는 보존되는데 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

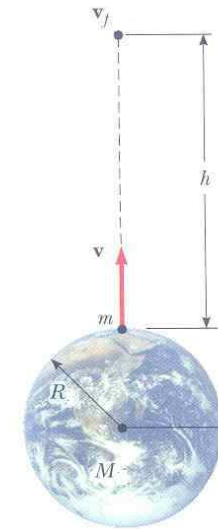
$$U+K=(\text{일정}).$$

[제시문 3-2] <그림3>과 같이 질량 m 인 물체를 지구 표면에서 처음 속력 v 로 수직방향으로 발사한다고 하자. 이 때, 지구 표면에서 물체의 운동에너지는 $K=\frac{1}{2}mv^2$ 이다. 지구 표면에서 높이 h 까지 도달한 물체의 중력 위치 에너지의 변화는 다음과 같이 적분식으로 정의된다.

$$U(R+h) - U(R) = GMm \int_R^{R+h} \frac{1}{r^2} dr \dots\dots\dots(1)$$

여기서, $R=6 \times 10^6$ (m)은 지구의 반지름이며,
 $G=7 \times 10^{-11}$ ($\text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2$)는 만유인력 상수이며,
 $M=6 \times 10^{24}$ (kg)은 지구의 질량이다.

[제시문 3-3] 물체가 지구의 중력 영향으로부터 탈출하기 위한 처음 속력의 최소값을 탈출속력이라 한다.



<그림 3>

(문제 3-i) [제시문 3-2]에서 주어진 질량 m 인 물체가 지구 표면에서 높이 h 인 지점에 도달했을 때 속력을 v_f 라면, (1)의 적분결과를 이용하여 지구 표면과 지구 표면에서 높이 h 인 지점에서의 역학적 에너지를 각각 논하시오.

(문제 3-ii) 지구 표면에서 탈출속력으로 발사된 질량 $m=1000$ kg인 물체는 지구 표면으로부터 무한히 멀어지면 (즉, $h \rightarrow \infty$ 이면), 속력이 0에 가까워 질 것이다(즉, $v_f \rightarrow 0$ 이다). 이 사실과 [제시문 3-1]에 주어진 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 [제시문 3-3]에 주어진 물체의 지구 표면에서 탈출속력 v 에 대해 논하시오.

<문항별 해설 및 예시 답안>

□ 문제1 해설

1999년 유엔에서 교토의정서가 채택된 이후 각국에서는 온실가스 감축을 위한 다각적인 노력을 기울이고 있고, 최근 미국에서는 오바마 정부 출범 이후 새로운 에너지원의 개발과 더불어 온실가스 감축 논의가 더욱 활발해 지고 있다. 이러한 전 세계적인 논의의 배경을 이해하고 더 나아가 이러한 논의에 대한 과학적 관심을 유도하고 그 배경에 대한 이해를 돕고자 식물의 광합성과 호흡의 연관성, 현 인류의 식량문제를 온실효과와 연관 지어 종합적으로 분석하고 더 나아가 앞으로 건설적이고 창의적인 대처 방안을 강구하기 위한 의도로 문제를 출제하였다.

(문제1-i)는 제시문에 나타난 광합성량과 호흡량을 상대 비교하는 그래프를 이해하고 이를 근거로 하여 기온차가 있는 장소에 따른 채소 재배 조건을 과학적으로 분석하고 기술하는 능력을 보기 위한 간단한 질문이다.

(문제1-ii)는 매스컴을 통해 잘 알려진 온실가스에 의한 지구온난화 문제를 일견 이와 상반되어 보이는 이산화탄소의 농도와 기온의 상승에 비례하여 광합성량이 증가하는 실험적 자료를 종합하여 어떻게 지구 온난화 문제를 총체적 관점에서 분석하는지를 보기 위한 문제이다.

■ 예시 답안

(1-i) 식물은 낮 시간에 광합성을 통해 합성된 유기물을 호흡을 통해 소비함으로써 최종적으로 얼마나 효율적인 유기물의 합성이 일어나느냐에 따라 식물의 성장이 결정된다. [제시문 1-3]에서 나타난 왼쪽 그래프에서 평지와 고랭지의 기온을 보면 햇빛이 있어서 광합성이 가능한 오전 7시에서 오후 5시 사이에는 고랭지와 평지의 온도 차이가 평균 3-4도 정도를 유지하는 반면 광합성이 일어나지 않는 새벽과 밤 시간에는 고랭지의 기온이 평지에 비해 평균 5-6도 이상 더 낮은 것을 볼 수 있다. [제시문 1-3]의 오른쪽 그래프에서 온도에 따른 광합성과 호흡량을 비교해보면 광합성은 20도 에서도 25도 이상에서와 거의 비슷한 정도의 광합성이 일어나는 반면 호흡량은 온도가 상승함에 따라 비례적으로 증가함을 알 수 있다. 따라서 고랭지의 채소는 평지의 채소와 거의 비슷한 정도의 광합성이 일어나는 반면 훨씬 적은 호흡량을 가지게 되므로 광합성량과 호흡량의 차이가 커서 동일한 수분과 영양조건하에서 훨씬 효율적인 성장이 가능하므로 평지보다 고랭지에서 채소의 재배가 유리하다.

(1-ii) 온실효과는 산업화의 급속한 발전과 함께 대기 중에 다량 배출된 온실기체들이 지구의 대기권에서 온실과 같은 효과를 내게 함으로써 지구의 온난화가 일어나는 현상을 일컫는다 ([제시문 1-1]). 온실가스 중에서는 이산화탄소가 주요 온실기체로 작용한다. 대기 중에 이산화탄소의 농도 증가와 이에 따른 지구상의 기온 상승은 식물의 광합성량을 증가시킨다 ([제시문 1-2]). 일반적으로 높은 기온과 높은 이산화탄소 농도에서 대부분 식물의 광합성이 증가하는 것은 사실이지만 식물의 종류에 따라서 그 영향은 크게 차이가 날 뿐 아니라, 온실효과가 인류의 식량문제에 미치는 영향에 대한 논의는 단편적인 한두 가지 과학적 사실에 근거하여 판단하기 보다는 전 지구상의 식량 생산과 연관된 생태계와 이에

영향을 주는 무생물적 인자까지 종합적으로 고려하여 판단하고 이에 대한 대책을 논의해야 한다. 지구의 온난화로 인해 생기는 부정적인 요인은 지구의 기후 변화로 인한 식량의 생산량 감소이다. 지구의 기후 변화에 의해 폭염, 폭한, 가뭄, 홍수 등과 같은 기상이변으로 강수량의 변화, 토양의 수분 변화 등에 기인하여 농작물의 생산에 막대한 차질을 가져오고 있다. 이러한 무생물적 인자가 주는 부정적인 영향은 광합성량의 증가라는 생물적 요인에 의한 긍정적인 효과와는 비교할 수 없을 정도로 전 세계 인류의 식량 문제를 심각하게 위협하고 있다.

따라서 인류의 지속 가능한 발전을 위해서는 온실가스 문제를 적극적으로 해결해야 한다. 온실 기체 중에 가장 주요한 원인으로 꼽히는 이산화탄소와 염화불화탄소의 배출을 줄이기 위하여 화석연료의 사용을 최대한 줄이며, 녹지대를 최대한 보존하는 방식의 개발 정책을 전 세계가 협력하여 펼쳐나가야 한다. 이 중에서도 현재 사용 중인 화석 연료를 대체할 친환경 적인 대체에너지 개발이야말로 현재 인류가 시급히 해결해야 할 당면 과제이다.

□ 문제2 해설

금속의 이온화 경향성 비교는 금속의 반응성을 이해하는 수단으로 중요하다. 이들의 이온화 경향성은 전기화학에서 다루는 표준산화환원전위 값과 밀접한 관계를 갖고 있다.

(문제 2-i)는 [제시문 2-1]에서 주어진 (그리고 중/고등학교 과정에서 여러번 다룬) 내용을 토대로 [제시문 2-2]의 약간은 복잡화 된 과학적 개념과 연결될 수 있는지를 파악하고자 하였다. 즉 이온화 경향성은 표준산화환원전위 값의 순서를 나열한 것이며, 수치적으로 측정되어 결정된 값이다.

(문제 2-ii)는 주어진 제시문의 내용을 토대로, 니켈판이 은 이온 용액과 접촉할 때, 이온화 경향성 차이 때문에 니켈 이온이 되고 은이 석출된다는 실험적 현상을 제시문에 주어진 내용과 연관 지을 수 있는지를 파악하는 문제이다.

과학적인 상식과, 주어진 제시문의 내용을 파악할 수 있다면, 주어진 정보를 활용하여 충분히 답할 수 있는 문제이다.

■ 예시 답안

(2-i) 수소전극의 전위값이 0이므로 이보다 이온화 경향성이 큰 니켈 (Ni)의 표준산화환원 전위값은 음 (-)의 값을 가질 것이고, 이보다 이온화 경향성이 작은 은(Ag)은 양(+)의 값을 갖는다. 즉, 표준산화환원전위 값이 작을수록 (음의 방향으로 커질수록) 이온화경향성이 커짐을 알 수가 있다.

(2-ii) 질산은 수용액에 니켈판을 넣으면, 니켈의 산화환원전위 값이 은의 산화환원전위 값보다 낮기 때문에 이온화 경향성이 큰 니켈이 녹아 (또는 산화되어) 니켈 이온이 되고 은이온은 환원이 되어 은으로 석출될 것이다.

□ 문제3 해설

역학적 에너지 보존 법칙은 물리학의 기본 개념일 뿐 아니라 자연과학, 공학, 인문과학, 사회과학 등에서 널리 사용되는 주제의 하나이다. 특히 문제 3은 학생들이 역학적 에너지 및 이 에너지의 보존에 대한 개념 이해를 돕고, 현재 인류가 직면한 에너지 문제에 대한 관심을 높이고자 출제하게 되었다. 또한 학생들이 잘 알고 있는 쉬운 유리 함수의 적분을 통하여 수학이 과학을 기술하는 언어로서 얼마나 중요한 역할을 하는지 보여주하고자 하였다.

(문제 3-i)은 수학에서의 간단한 정적분을 이해함으로써 위치에너지를 알아내고 물리학적 에너지 보존 단원의 기본 내용을 알고 있으면 역학적 에너지를 추론할 수 있도록 출제하였다.

(문제 3-ii)는 주어진 제시문의 정보를 통하여 탈출 속력을 유추하는 논리적인 능력을 보고자 하였으며 실제 숫자 계산과 주어진 계산식으로부터 논리적인 답안을 이끌어 내는 능력을 보고자 하였다.

■ 예시 답안

(3-i) [제시문 3-2]에 있는 적분 (1)을 이용해 위치에너지의 변화를 구하면

$$U(R+h) - U(R) = GMm \int_R^{R+h} \frac{1}{r^2} dr = -\frac{GMm}{R+h} + \frac{GMm}{R} \text{ 이 된다.}$$

그러므로 $U(R) = -\frac{GMm}{R}$ 이고 $U(R+h) = -\frac{GMm}{R+h}$ 로 판단된다. 따라서 [제시문 3-1]

로 부터 지구 표면에서의 역학적 에너지는 $K + U(R) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R}$ 이고, 높이 h 인 곳에서의 역학적 에너지는 $\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{GMm}{R+h}$ 이다.

(3-ii) [제시문 3-1]에 주어진 역학적 에너지 보존 법칙에 의하면, 지구 표면에서 역학적 에너지와 무한히 먼 곳에서의 역학적 에너지는 같다. 무한히 먼 곳에서 $h \rightarrow \infty$, $v_f \rightarrow 0$ 이라 하면 (문제 3-i)의 결과로 부터 무한히 먼 곳에서의 역학적 에너지는 0이 되고 v 가 탈출 속력일 때, $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = 0$ 을 만족한다. 따라서, [제시문 3-3]에 주어진 탈출

속력은 이 되며, 이는 물체의 질량 m 에 무관하다. 여기에 주어진 만유인력 상수 값 $G = 7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, 지구질량 $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, 지구 반지름 $R = 6 \times 10^6 \text{ m}$ 을 이용하여 탈출 속력을 구하면 그 값은 약 초속 11 (혹은 12, 11.8, $\sqrt{140}$ 등) 킬로미터(km/s)의 매우 빠른 속력이다.

[문제] 다음 <제시문 1>에서 <제시문 6>까지를 읽고 [문제 1-1]에서 [문제 6]에 답하시오.

<제시문 1>

과학은 자연현상의 규칙성을 찾아내어 체계적으로 형성된 지식과 이러한 지식을 얻기 위한 모든 탐구활동을 포함한다. 과학에서 탐구하는 자연의 대상은 에너지, 물질, 생명, 지구 등이며 이들을 탐구하는 분야들은 각각 독자적으로 발전하기도 하고, 서로 밀접한 관계 속에 발전하기도 한다. [(주)천재교육, 과학, p.14]

특히, 물질의 변화와 그 변화 과정에서 나타나는 에너지의 변화에 대한 과학적 이해는 인류의 문명을 크게 발전시켰다. 물질이 한 상태에서 다른 상태로 변화할 때, 에너지를 흡수 또는 방출하기도 하는데, 흡수하는 경우를 흡열반응, 방출하는 경우를 발열반응이라 한다.

우리 주변에서 일어나는 화학 반응들은 석회 동굴의 형성이나 철이 녹스는 것 등과 같이 오랜 시간이 걸리는 느린 반응도 있고, 파티장에서 폭죽의 끈을 잡아당기면 순식간에 폭발하는 반응이나 연소 반응과 같은 빠른 반응도 있다. 반응속도는 증가하는 생성물의 변화량이나 감소하는 반응물의 변화량으로 정의되는데, 일반적으로 온도가 올라가면 반응속도가 커진다. 화학 반응이 일어나기 위해서는 반응 물질을 이루는 성분입자들이 서로 충돌해야 한다. 반응 물질의 농도가 크면 같은 부피 속에 들어 있는 입자수가 많아져서 충돌 횟수가 많아지고 그 결과 반응 속도가 빨라진다. [(주)천재교육, 과학, p.138-148 중에서 발췌]

충돌횟수(Λ)는 반응물의 농도뿐만 아니라 분자의 평균속력에도 비례한다고 알려져 있다. 한편 반응이 일어나기 위해서는 반응 물질의 입자들이 충분한 에너지를 가지고 충돌해야 한다. 화학 반응이 일어나기 위해 필요한 최소한의 에너지, 즉 극복해야 할 에너지를 활성화에너지(E_a)라고 한다. 온도가 높아지면 입자 운동이 활발해지며, 반응을 일으키는 데 충분한 에너지를 가진 입자들의 수도 많아지므로 반응속도가 빨라진다. 결국 반응속도는 아래와 같은 식으로 표현이 가능하다.

$$\text{반응속도} \propto N(T) \times e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)}$$

여기서 R 은 기체상수이고 T 는 온도이다.

<제시문 2>

생체 내에서 일어나는 화학 반응에 작용하는 촉매를 효소라고 한다. 효소는 화학 반응에서 활성화 에너지를 낮추어 줌으로써 반응 속도를 비약적으로 증가시켜준다. 효소는 반응을 촉진하는 과정에서 반응물과 일시적으로 결합한다. 효소가 반응물과 결합하는 특정 부분을 활성 부위라고 하며 활성 부위와 결합하는 반응물을 기질이라고 부른다. [(주)금성출판사 생물 II, p.51]

대부분의 효소는 단백질로 이루어져 있다. 단백질은 아미노산들이 탈수반응에 의해서 생성된 펩티드결합으로 연결된 중합체이다. 아미노산의 일반적인 구조는 [그림 1-1]과 같다.

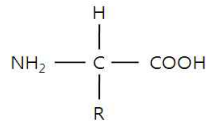


그림 1-1

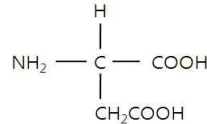


그림 1-2

여기서 R은 아미노산마다 다르며 R의 성질에 따라 20가지 아미노산의 특이한 성질이 결정된다. 예를 들어 아스파르트산 (Aspartic acid, 이하 Asp)는 R이 CH_2COOH 이며 그 구조는 [그림 1-2]와 같다.

펩신은 위장에서 일어나는 화학적 소화에 관여하는 효소이다. 펩신은 활성 부위에 두 개의 Asp를 가지고 있으며 그 구조를 편의상 $\text{A-CH}_2\text{COOH}$ 라고 부르자 (여기서 A는 [그림 1-2]에서 R을 제외한 Asp의 나머지 부분을 지칭한다). 펩신은 온도가 일정할 때 [그림 2]와 같이 pH에 의해 그 활성이 변화한다.

이와 같은 펩신 활성의 pH 의존성을 설명할 수 있는 유력한 이론에 따르면, 활성 부위에 위치한 두 종류의 Asp에 있는 카르복실기가 주변 환경 차이 때문에 각각 산과 염기로 작용하여 촉매 반응이 이루어진다. 즉, 첫 번째 Asp는 주로 $\text{A-CH}_2\text{COO}^-$ 의 형태로 존재하여 염기로 작용하고 두 번째 Asp는 주로 $\text{A-CH}_2\text{COOH}$ 의 형태로 존재하여 산으로 작용한다. 만약에 펩신의 활성이 pH가 올라감에 따라 급격하게 증가한다면 이는

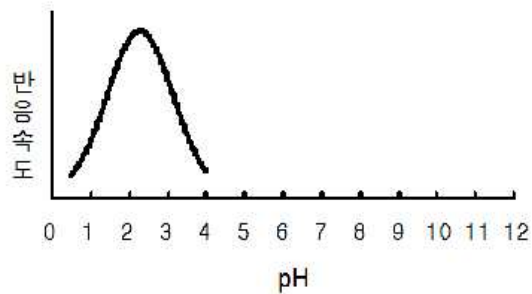


그림 2

$\text{A-CH}_2\text{COO}^-$ 형태의 염기가 주된 역할을 하는 것으로 생각할 수 있다. 이 경우 pH가 어느 값 이하로 떨어지게 되면 $\text{A-CH}_2\text{COO}^-$ 형태의 염기가 존재하기 어려우므로 펩신의 활성을 감소시키는 결정적인 요인이 될 것이다. 반대로 펩신의 활성이 pH가 올라감에 따라 급격하게 감소하면 이는 $\text{A-CH}_2\text{COOH}$ 형태의 산이 펩신의 활성에 중요한 역할을 한 것으로 생각할 수 있다. 이 경우 pH값이 어느 값 이상으로 올라가게 되면 $\text{A-CH}_2\text{COOH}$ 형태의 산이 존재하기 어려우므로 펩신의 활성을 감소시키는 결정적인 요인이 될 것이다.

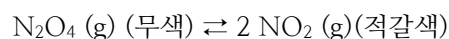
〈제시문 3〉

[그림 3]과 같이 휘발성 액체가 들어 있는 비커를 밀폐된 공간에 놓아두면 액체 표면으로부터 증발이 일어나서 기체 상태의 분자 수가 점점 많아지게 되고 생성된 기체 분자 중 일부는 액체 상태로 돌아간다. 그러다가 일정한 시간이 지나면 액체 분자들이 증발하는 속도와 기체 분자들이 응결하는 속도가 같아지는데 이렇게 물질이 두 상태 사이에서 평형을 이루고 있는 상태를 상평형이라 한다. [(주)금성출판사, 화학II, p. 231]

생활 속에서 볼 수 있는 상평형의 예로는 0°C 에서의 물과 얼음 사이의 평형이 있다. 영상의 기온에서는 얼음이 물로 변하면서 에너지를 흡수하고, 영하의 온도에서는 물이 얼음으로 바뀌면서 에너지를

내어 놓는다. 0 °C에서는 물이 얼음으로 변하는 속도와 얼음이 물로 변하는 속도가 같아져서 평형상태가 된다.

화학 반응 중에도 이와 같이 평형에 도달할 수 있는 반응이 있다. 예를 들어, 0 °C에서 무색이었던 사산화이질소(N_2O_4)가 25 °C에서는 적갈색의 이산화질소(NO_2)로 변한다. 또한 100 °C에 있던 적갈색의 NO_2 는 25 °C에서는 무색의 N_2O_4 로 바뀌는 것을 볼 수 있다. 25 °C에서는 위 두 반응이 동시에 일어날 수 있으므로 다음과 같이 하나의 반응식으로 나타낸다.



이와 같이 정반응과 역반응이 모두 일어나는 반응을 가역 반응이라고 하며 (평형 반응이라고도 한다), 한쪽으로만 진행되는 반응을 비가역 반응이라고 한다. 평형 반응에서 반응물과 생성물의 농도 변화가 없는 상태(즉, 반응물에서 생성물로 변하는 속도와 생성물에서 반응물로 변하는 속도가 같은 상태)를 평형 상태라고 한다. [(주)금성출판사, 화학II, p. 232]

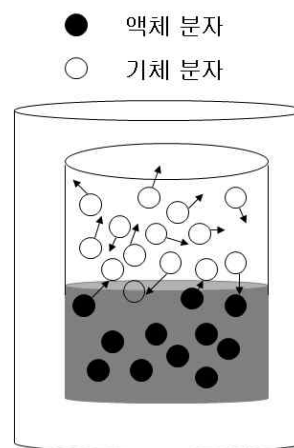


그림 3

평형 상태에서의 생성물의 농도와 반응물의 농도비를 평형상수라 부르며, 이 값은 온도의 함수이다. 평형 상태에 있는 물질에 외부 자극을 주면 평형이 깨어지게 되지만, 일정한 시간이 지나면 새로운 평형 상태에 도달하게 된다. 이 때, 새로운 평형에 도달하기 위해서는 정반응 또는 역반응이 우세하게 일어나야 하는데, 그 방향은 르샤틀리에의 원리로 설명할 수 있다. 르샤틀리에의 원리는 ‘평형 상태에 있는 계에 외부 자극을 주면, 계는 그 외부자극을 상쇄시키는 방향으로 스스로 조절한다’는 것이다.

<제시문 4>

물질의 변화는 에너지의 변화를 수반하게 된다. 물질의 변화에 따른 에너지의 변화는 열에너지의 변화 - 열(Q)-과 역학적에너지의 변화 -일(W)-로 구분된다. 열역학 제1법칙은 계의 에너지 (E_{sys})와 주위의 에너지(E_{surr})의 합이 항상 일정하다는 것이다. 즉 변화량의 합 $\Delta E_{\text{sys}} + \Delta E_{\text{surr}} = 0$ 이다. 열이 외부로부터 계로 이동하면 Q 는 양의 값이 되고, 계가 외부에 일을 해주면 W 는 음의 값이 된다. 일정한 외부 압력(P)에 대항하여 계가 외부에 행한 일의 양은 부피 변화(ΔV)와의 곱 $P\Delta V$ 가 된다. 즉 계의 부피가 늘어나면 계가 주위에 일을 한 것이고, 줄어들면 계가 일을 받은 것이다. 따라서, 계의 내부에너지 변화는 $\Delta E = Q - P\Delta V$ 로 표현된다. 이때 계와 외부 사이에 열의 이동이 없다면 계의 에너지 변화는 $\Delta E = -P\Delta V$ 로 표현된다. 압력이 일정한 계에서, 어떤 물질 1 g의 온도를 1 °C 올리는데 필요한 내부에너지를 비열(C)이라 한다. 즉, $\Delta E = mC\Delta T$ 인데 m 은 계의 질량이다.

<제시문 5>

겨울철 눈이 내리지 않는 주말에도 스키를 즐길 수 있는 스키장이 있다. 그러한 곳에서 스키를 탈 수 있는 눈은 인공적으로 대량 생산이 가능하다. 인공 눈을 만드는 장치에는 약 20 기압의 압력으로 압축된 공기와 물이 혼합되어 있다. 이 장치는 물을 수증기로 변화시켜 공기와 함께 대기 중으로 분사

(spray)한다. 이때 장치 내부와 대기의 압력 차이 때문에 분사되는 공기와 수증기는 매우 빠르게 팽창하면서 인공 눈이 만들어진다. 이 과정은 매우 빠른 시간에 이루어지므로 열의 이동은 없다고 가정할 수 있다.

〈제시문 6〉

오늘날 생명 공학의 핵심적인 내용은 DNA와 유전자를 다루는 기술에 있다. 유전 정보가 담겨 있는 DNA는 모든 생물의 형질을 결정하므로 이를 조작한다는 것은 곧 생명체를 인간의 의지대로 창조하거나 변형시킬 수 있다는 것을 의미한다. 오늘날에는 DNA를 크기에 따라 분리하기, DNA 일부를 잘라 다른 DNA에 붙이기, 작은 DNA 조각을 많은 양으로 증폭시키기 등의 다양한 기술들이 개발되어 생명 공학의 유용한 도구로 이용되고 있다. [(주)금성출판사 생물 I, p.220]

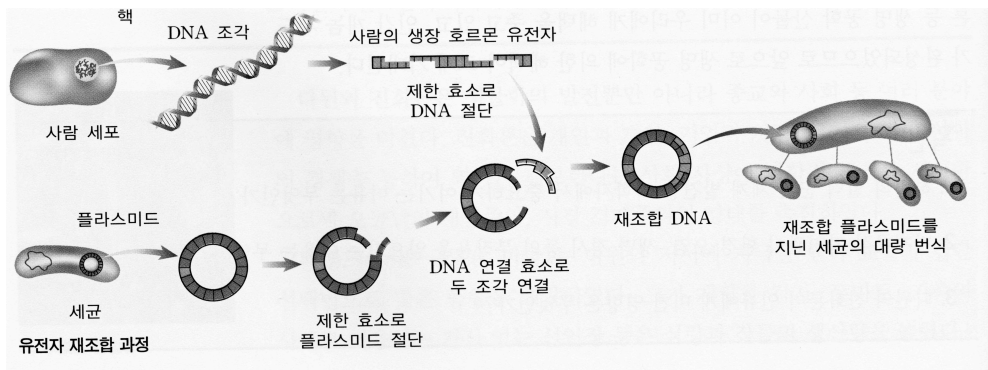


그림 4

[대한교과서(주) 생물 I, p.212]

유전자 재조합 기술은 인슐린과 같은 유용한 단백질의 대량 생산, 유전병과 암 등의 질병 치료, 식량 증산, 공해 문제의 해결 등에 활용되고 있는 생명 공학의 핵심 기술이다. 유전자 재조합 기술에는 DNA를 자르는 제한 효소, 연결하는 리가아제, 그리고 유전자의 운반체로서 플라스미드가 이용된다 ([그림 4] 참조). DNA를 자르는 제한 효소는 세균과 같은 원핵 생물의 세포에 들어 있는데, 자연 상태에서 파지와 같은 생물이 침입할 때 이들의 DNA를 잘라서 세균 자신을 보호하는 역할을 한다. 대부분의 제한 효소는 DNA의 특정한 염기 서열을 인식한 후 이 염기 서열 내의 특정한 부위를 자른다. 예를 들어서 대장균에서 분리된 *EcoRI*이라고 하는 제한 효소는 GAATTC와 CTTAAG가 상보적으로 결합한 곳을 찾아내어 G와 A 사이를 끊는다. 이렇게 잘라진 DNA는 양 끝이 단일 사슬로 된 2중 나선 도막이 되는데, 이 단일 사슬 부분이 다른 DNA와 결합할 때 중요하게 쓰인다. [(주)금성출판사 생물 II, p.265]

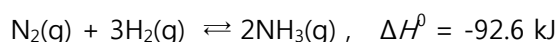
성균이가 속한 연구실에서 M , N 두 유전자에 대한 연구를 진행하고자 한다. M 유전자는 1005개의 염기를 가지고 있고 N 유전자는 105개의 염기를 가지고 있다. 성균이는 유전자 재조합 기술을 이용하여 M , N 두 가지의 유전자를 플라스미드에 삽입하려고 한다. 이러한 계획을 수행하기 위해서 *EcoRI* 제한 효소를 이용하기로 하였다. 지도 교수님이 성균이에게 M , N 두 유전자에 모두 내부적으로 *EcoRI* 인식서열이 존재할 가능성을 점검하라고 하셨다. 그 이유는 유전자 내부에 *EcoRI* 인식 서열이 존재하면 유전자 자체가 *EcoRI*에 의해서 잘리기 때문이다.

지도교수님의 말씀을 듣고 성균이는 다음과 같이 생각하여 M 유전자에 대해서는 *EcoRI* 인식서열의 존재 여부를 확인해야 할 필요가 있지만 N 유전자의 경우에는 그러한 필요성이 M 유전자에 비해서는 상대적으로 적다고 예측하였다.

즉, n 개의 염기로 이루어진 유전자에서 상보적인 서열은 고려하지 않고 한쪽 가닥의 서열만을 생각할 때 *EcoRI*이 인식하는 6개의 연속적인 특정 염기 서열이 적어도 하나 이상 존재할 확률을 구하는 것 보다는 하나도 존재하지 않을 확률을 구하는 것이 빠르다고 생각하였다. 또한 이 유전자에서 각각의 위치에는 4 종류의 염기(A, T, G, C)들 중에 어떤 것도 들어 갈 수 있는데 그 확률은 모두 같다고 생각하였다. 먼저 n 개의 염기로 이루어진 유전자에서 *EcoRI* 인식서열인 GAATTC 가 적어도 하나 이상 존재할 확률을 고려하면, n 개의 염기로 이루어진 유전자에서 길이가 6인 연속적인 염기서열을 고르는 경우의 수는 $n-5$ 개이다. 각각의 위치에서 4 종류의 염기들이 들어갈 확률은 동일하다고 가정하였으므로 길이가 6인 염기서열이 GAATTC 로 배열될 확률은 $\frac{1}{4^6}$ 이다.

따라서 길이가 6인 염기서열이 GAATTC로 배열되지 않을 확률은 $1-\frac{1}{4^6}$ 이다. n 개의 염기로 이루어진 유전자에서 GAATTC로 배열된 염기 서열이 단 하나도 존재하지 않을 확률은 $\left(1-\frac{1}{4^6}\right)^{n-5}$ 이므로 GAATTC가 한번 이상 일어날 확률은 $1-\left(1-\frac{1}{4^6}\right)^{n-5} \approx \frac{(n-5)}{4000}$ 이 된다고 예측하였다. 이때, $|x|$ 이 1 보다 충분히 작으면 $(1-x)^n \approx 1-nx$ 이고 $4^6 \approx 4,000$ 이라는 근사식을 이용하였다. M 유전자의 경우 *EcoRI* 인식서열 (GAATTC)가 일어날 확률은 대략 $1/4=25\%$ 이며 N 유전자의 경우는 $1/40=2.5\%$ 이다. 따라서 성균이는 M 유전자의 경우 확인할 필요성이 높지만 N 유전자의 경우는 위험도가 낮다고 예측하였다.

[문제 1-1] 암모니아를 생산하는 공장을 설계하려고 한다. 질소와 수소로부터 암모니아가 만들어지는 과정은 발열반응으로 열화학반응식은 다음과 같다.



암모니아를 대량으로 생산하려면 대체로 300 - 500 기압의 높은 압력과 400 °C 정도의 고온에서 공장을 가동해야 한다고 한다. 수소와 질소로부터 암모니아를 제조하기 위해 공장에서 300 - 500 기압의 고압과 400 °C 정도의 고온을 유지하는 이유를 설명하시오. 아래 표에 제시된 300 기압에서의 온도에 따른 수득률 값과 <제시문 1>과 <제시문 3>에 주어진 내용을 활용하시오.

온도 (°C)	200	300	400	500	600
수득률 (%)	76	60	47	26	13

[문제 1-2] 충돌횟수가 분자의 평균속력에 비례한다면, 충돌횟수는 온도의 제곱근에도 비례하는 것을 설명하시오. 곧, $N(T) \propto \sqrt{T}$ 임을 보이시오.

[문제 1-3] 온도가 매우 높아질 경우 일어날 수 있는 현상들에 대해 자유롭게 논하시오. 특히 충돌횟수와 화합물의 안정성에 비추어 토의하시오.

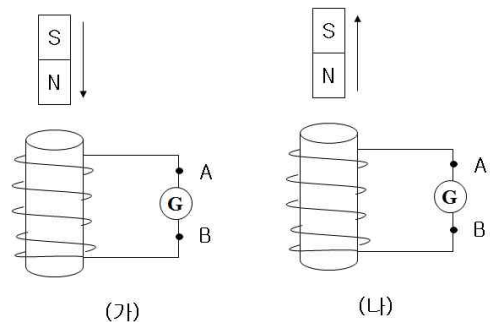
[문제 2] [문제 1]에서 언급한 암모니아의 수득률[$R(T)$]이 온도(T)에 따라 다음과 같은 식으로 표현된다고 한다.

$$P(T) = -2T + 16$$

<제시문 1>에 근거하여, 공장을 일정 기간 가동했을 때 암모니아를 최대 생산할 수 있는 온도를 수학적으로 추론하시오. 단, 암모니아 생성반응의 활성화 에너지는 $E_a = 830 \text{ J/mol}$ 이고 $R = 8.3 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$ 이다. 필요한 경우 다음과 같은 미분 공식을 이용할 수 있다. $(e^x)' = e^x$, $(x^a)' = ax^{a-1}$ (a 는 모든 실수), $[g(f(x))]' = g'(f(x))f'(x)$ [참고: 이 문제에서는 가상적으로 임의의 활성화 에너지 값을 가정하였으나 실제 값은 이보다 훨씬 크다.]

[문제 3] 야외에서 흔히 사용되는 부탄가스통 안에는 액체 부탄과 기체 부탄이 혼합되어 있으며 기체는 대기압보다 높은 압력으로 압축되어 평형을 유지하고 있다. 이 부탄가스 연료를 사용하여 조리할 때, 통이 차가워지는 이유를 논리적으로 설명하시오.

[문제 4-1] 전선을 원통 모양으로 감아 만든 코일을 향해 막대자석을 움직이면 패러데이의 전자기 유도 법칙에 의해 코일에는 유도 전류가 흐른다. 이때 유도되는 전류의 방향은 막대자석의 N-S 극성 방향과 움직이는 방향에 의해 결정된다. 오른쪽 그림에서 자석이 코일 쪽으로 다가갈 경우(가)와 멀어질 경우(나)에 각각 A와 B 사이에 흐르는 유도전류의 방향을 <제시문 3>에서 언급한 르샤틀리에의 원리에 입각하여 설명하시오.



[문제 4-2] <제시문 5>에서 서술한 인공 눈 생성과정에서 냉동기를 사용하지 않고도 인공눈을 만들 수 있는 이유를 설명하시오. 1컵(250 mL)의 물이 모두 인공 눈으로 바뀌려면 부피가 얼마나 늘어나야 할지 근사값을 찾아보시오. 외부 온도는 15°C 라 가정하고, 인공 눈 생성장치에 들어 있는 압축된 혼합물(공기+물)의 비열을 $C = 4.0 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$, 그리고 물의 밀도를 1 g/mL 로 가정

하시오. (1 기압 $\approx 10^5 \text{ N/m}^2$)

[문제 5] <제시문 2>에 근거하여 pH의 변화에 따른 펩신의 활성이 [그림 2]와 같은 모양으로 나타나는 이유를 논리적으로 추론하시오.

[문제 6] <제시문 6>에 나타난 성균이의 예측이 타당한지 논하시오. .

<문항별 해설 및 예시 답안>

□ 문제 1-1 해설

공업적으로 활용되고 있는 암모니아 생산 과정을 제시문에 기술된 (고교과정 화학 과목에서 다루는 내용) 과학적 지식에 근거하여 화학평형과 반응속도론적 관점에서 논리적으로 추론하는 능력을 평가한다.

■ 예시 답안

르샤틀리에 원리에 따르면, 압력이 높아지면 분자들이 차지하는 부피가 상대적으로 줄어들게 되므로 상대적으로 차지할 수 있는 부피를 증가시킬 수 있는 방향, 즉 전체 개수가 줄어드는 방향(정반응)이 우세하여 암모니아 생성이 더 많이 될 수 있다. **(2점)**

이 반응은 발열반응이므로 온도가 낮을수록 정반응이 우세하여 암모니아 생성이 더 많이 될 수 있다. **(2점)**

화학평형의 관점에서는 온도가 낮을수록 암모니아 생성이 더 많이 되어야 하지만 온도가 낮으면 반응속도가 느려서 평형에 도달할 때까지 걸리는 시간이 많이 걸린다. 반면에, 온도를 올리면 평형의 관점에서 볼 때는 암모니아 생성이 줄어들지만, 반응속도가 증가하여 평형에 도달하는 시간이 단축된다. **(3점)**

따라서, 일정 기간 공장을 가동하여 얻을 수 있는 암모니아 생산량을 늘리려면, 수득률과 반응속도를 동시에 고려하여야 하므로 (다른 표현도 가능하 : 온도가 낮아지면 수득률은 높으나 반응속도가 느리고 온도가 올라가면 반응속도는 빠르나 수득률이 낮아지므로), 공장에서 온도는 적당히 고온인 400도 정도를 유지한다. **(3점)**

□ 문제1-2 해설

고교 과학과목에서 다루는 내용으로 온도는 분자의 평균운동에너지로 표현되고, 운동에너지는 분자의 평균속력의 제곱에 비례하는 식을 묻고, 이 사실을 제시문에 나열된 사실을 바탕으로 논리적으로 전개하여 문제에 답하는 능력을 평가한다.

■ 예시 답안

분자의 평균 운동에너지 $\frac{mv^2}{2} = \frac{5}{2} RT$ (이원자 분자) 이므로 **(5점)**

[기타 정답들: (1) (평균) 운동에너지 = $\frac{5}{2} RT$

(2) (평균) 운동에너지는 온도에 비례한다.]

그러므로, 분자의 평균 속력에 비례하는 충돌 횟수는 온도의 제곱근에 비례한다. **(5점)**

[수식으로 간단하게 표현하여도 된다.]

□ 문제1-3 해설

가상적인 상황을 설정하고 (온도가 매우 올라갈 때), 일어날 수 있는 여러 가지 가능성에 대해 제시문에 나열된 과학 지식들과 자신이 갖고 있는 지식들을 근거로 논리적으로 서술하는 능력을 평가한다.

■ 예시 답안

온도가 올라가면 충돌 횟수가 증가한다. 이 때, 가능한 충돌은 질소-질소, 질소-수소, 수소-수소, 질소-암모니아, 수소-암모니아, 암모니아-암모니아 충돌이 있다. **(2점)**

이러한 다양한 충돌 중에서 낮은 온도에서는 반응을 일으키지 못했던 충돌들이 온도가 올라가면서 반응이 일어날 수 있는 충돌들이 있을 수 있다. 따라서, 훨씬 복잡하고 다양한 반응들이 있을 수 있다. 충돌에 의해 화합물이 분해될 수도 있을 것이다. **(3점)**

온도가 매우 올라가면 충돌에 의한 화학 반응뿐만 아니라 분자 스스로 높은 운동에너지가 내부에너지로 전환되어 화학결합이 끊어져서 더 이상 안정한 화합물로 존재할 수 없을 수도 있다. **(5점)**

□ 문제2 해설

주어진 제시문을 읽고 그 제시문을 정확하게 이해하는 읽기 능력과 이해력 또한 이를 수학적으로 모델링할 수 있는 능력을 측정하고자 하였다. 또한 최적화문제는 과학의 여러 분야

에서 중요한 문제이다.

■ 예시 답안

1 단계 : 모델링

① 공장에서 일정기간동안 암모니아를 최대 생산하기 위해서는 수득률과 반응속도의 곱이 최대가 되어야 한다. 암모니아를 생성하기 위해서는 반응속도 $k(T)$ 와 수득률 $F(T)$ 의 곱이 최대가 되는 온도를 찾아야 한다. $F(T)$ 는 문제에서 주어져 있고 <제시문 1>에 의하여 반응속도는 $N(T)e^{-\frac{E_a}{RT}}$ 에 비례한다. 또한 [문제 1-2]에 의하여 $N(T)$ 는 $\sqrt{T}$ 에 비례하므로 일정기간동안 암모니아의 생산량 함수는 다음과 같다.

$$f(T) = F(T)k(T) = A\sqrt{T}(-2T+16)e^{-E_a/RT}$$

-----> (2점)

그러므로 $f(T) = F(T)k(T) = A\sqrt{T}(-2T+16)e^{-100/T}$ 가 최대가 되는 T 를 찾는다.

2단계 : 미분

② 미분 $f'(T) = AT^{-3/2}(-3T^2 - 192T + 1600)e^{-100/T}$ 이므로

-----> (3점)

극점을 구하기 위해서는

③ $3T^2 + 192T - 1600 = 0$ 이 되는 T 를 찾는다($T > 0$). 근의 공식에 의하여

$$T = \frac{-96 \pm \sqrt{96^2 + 4800}}{3} = -32 \pm \frac{\sqrt{14016}}{3} (\approx -32 \pm \frac{118.39}{3}) \text{를 얻는다.}$$

-----> (2점)

④ T 는 절대온도이며 ($\sqrt{T}$ 항을 고려하면 $T > 0$ 이어야 하고) $h(T) = -3T^2 - 192T + 1600$ 은 위로 볼록이므로 $f'(T) = 0$ 의 근 중 큰 근인 $-32 + \frac{\sqrt{14016}}{3}$ 에서

-----> (1점)

⑤ $f'(T)$ 의 부호가 양에서 음으로 바뀌므로 그 점에서 극대값이자 최대값을 갖는다.

T	0		$-32 + \frac{\sqrt{14016}}{3}$	
$f'(T)$		+	0	-
$f(T)$		증가	최대	감소

-----> (2점)

$h(T)$

※ $E_a/R=100$ 만 틀린 경우 혹은 $f(T)=\sqrt{T}(-2T+16)e^{-100/T}$ 로 놓은 경우 등 모델링에서 아주 사소한 실수는 모델링 **1점 감점**, 이후 미분 계산 등은 각 단계에서 읽고 판단.

※ 모델링 단계에서 설명없이 식만 쓴 경우 모델링 관련 **1점 감점**

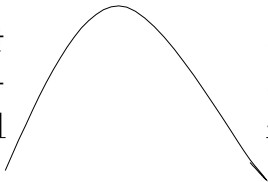
※ 근의 다른 표현 $\frac{-192 \pm \sqrt{192^2 + 19200}}{6} = \frac{-192 \pm \sqrt{56064}}{6} = \frac{-96 \pm 8\sqrt{219}}{3}$

□ 문제3 해설

생활 속에서 관찰되는 자연현상을 고등학교에서 배운 과학 지식을 바탕으로 논리적으로 설명하는 것을 묻고자 한다. (흡열반응은 주위에서 열을 빼앗아서 차갑게 느끼고, 발열반응은 주위에 열을 내어 놓아 뜨거워짐을 느끼게 된다는 사실을 묻고 있음.)

■ 예시 답안

부탄
사용
기체
점)



가스를 사용하게 되면, 압력차에 의해 기체가 빠져나와 연료로 되어지기 시작한다. 액체와 기체가 평형을 이루고 있는 상태에서 분자가 소모되면서 액체와 기체 사이의 평형이 깨어지게 된다. **(2점)**

그러면, 새로운 평형이 되는 방향으로 반응이 일어나야 하는데, 르샤틀리에의 원리에 의하면 기체가 부족하므로 기체가 생성되는 방향으로 반응이 일어난다. **(Extra 점수)**

즉, 액체가 기체로 변하는 방향으로 반응이 진행된다. (또는 액체가 기체로 바뀐다.) **(3점)**

이 과정은 흡열반응으로 **(2점)**

외부의 열을 빼앗아 오게 되어 차갑게 느낀다. **(3점)**

□ 문제4-1 해설

물리와 화학의 통합문제로, 고등학교 물리1에서 다루는 렌즈의 법칙에 의한 유도전류 방향

을 화학에서 다루는 르샤틀리에원리(제시문에서 서술된)로부터도 설명할 수 있는데, 이를 논리적으로 잘 설명하는지를 평가한다.

■ 예시 답안

(가)의 경우:

자석이 가까이 다가갈 경우 코일 내에서 자속이 증가하게 된다. (자속=자기력선속)

르샤틀리에의 원리 **(1점)**에 따르면

이 자속의 증가를 상쇄할 수 있는 방향으로 유도전류가 생긴다. **(2점)**

즉 유도전류는 코일 내에서 자속을 감소시키는 방향 즉 자기장의 방향이 아래서 위쪽 방향이 되도록 흐른다. **(3점)**

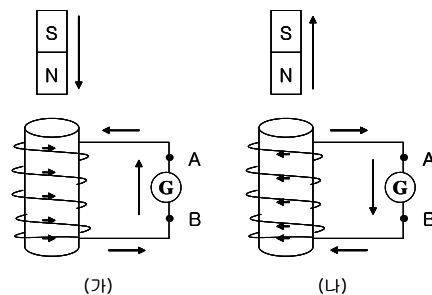
(위 3줄에 대한 다른 정답: 르샤틀리에의 원리에 따르면 N극이 코일에 다가가면 이 막대자석이 가까이 오지 못하도록 유도전류가 만들어진다. **(2점)**

즉 유도전류는 코일의 위쪽이 N극이 되도록 흐른다. **(3점)**)

이 방향은 오른나사의 법칙(또는 앙페르의 법칙)에 의해 유도전류가 B에서 A로 흐른다는 것을 알 수 있다. **(2점)** (아래 그림과 같이 전류 방향을 그릴 수도 있음. 단 설명은 필요함)

(나)의 경우:

위와 같은 방법에 의해 유도전류가 A에서 B로 흐른다는 것을 알 수 있다. **(2점)**



□ 문제 4-2 해설

제시문에서 서술된 열역학 현상을 실생활에서 쓰이는 인공 눈 생성과정에 논리적으로 적용하는 능력을 평가 한다.

■ 예시 답안

제시문에 따르면 고압으로 유지된 물과 공기 혼합물이 분사되는 과정은 순간적으로 이루어지게 되어 계와 외부 사이에 열의 이동이 없다고 가정할 수 있다고 한다.

따라서, 계의 에너지 변화는 $\Delta E = -P\Delta V$ 가 된다. **(2점)**

계가 팽창을 하면 (ΔV 가 양수가 되어) 계의 에너지는 낮아진다. **(2점)**

팽창이 많이 될수록 계의 에너지는 많이 낮아진다. 이 원리에 의해, 충분히 많이 팽창시키면, 10도 이상의 온도를 낮출 수 있어 영상의 날씨에도 인공 눈을 생산할 수 있다. **(2점)**

온도가 15도일 경우에 인공 눈을 생산하기 위해 부피를 얼마나 팽창시켜야 하는지 논리적으로 추정하는 문제이다. 제시문에 서술된 식을 이용하면 쉽게 예측할 수 있다.

$$-P\Delta V = mC\Delta T \quad \textbf{(1점)}$$

여기서, $P \sim 10^5 \text{ N/m}^2$, $m=250\text{g}$, $C=4.0 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, $\Delta T=15^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned}\Delta V &= \frac{mC\Delta T}{P} \\ &= - (250\text{g} \times 4.0 \text{ J/g}^\circ\text{C} \times (-15^\circ\text{C})) / (10^5 \text{ N/m}^2) \\ &= 0.15 \text{ m}^3 = 1.5 \times 10^5 \text{ cm}^3 = \underline{1.5 \times 10^5 \text{ mL}}\end{aligned}$$

$$\Delta V = \underline{1.5 \times 10^5 \text{ mL}} \quad \textbf{(2점)}$$

즉, 250 mL에서 $1.5 \times 10^5 \text{ mL}$ 로 팽창하면 된다. 약 600배 팽창 **(1점)**

□ 문제5 해설

이 문제에서는 고등학교 생물 I에 나오는 소화 효소인 펩신을 예로 하여 산, 염기의 개념이 효소의 활성화에 어떠한 식으로 적용될 수 있는지를 묻고자 하였다. 이 문제를 통해서 학생들은 화학적 개념이 생물학에서 중요하게 적용되고 있음을 인지하고 이러한 화학적 개념을 바탕으로 생물학적 현상을 설명할 수 있음을 학습하게 된다.

■ 예시 답안

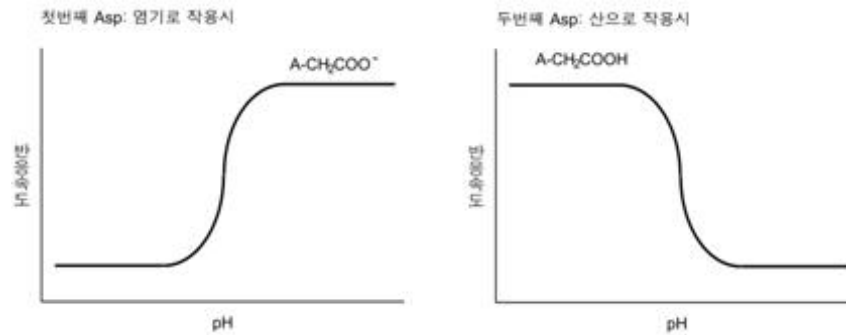
1-1) <제시문 2>에 의하면 펩신이 활성을 가지기 위해서는 두 개의 Asp가 각각 산과 염기로 작용해야 한다. **(1점)**

1-2) 첫 번째 Asp가 염기로 작용하고 두 번째 Asp는 산으로 작용한다고 할 때 이 두 종류의 Asp는 pH가 변함에 따라 펩신의 활성화에 서로 반대 방향으로 영향을 주게 된다. **(3점)**

2-1) 펩신의 활성화는 이렇듯 pH 변화에 대해 상반된 성향을 가진 두 종류의 Asp의 기여도의 곱으로 생각할 수 있으므로 **(4점)**

2-2) 양 극단의 중간 지점에서 최대값을 나타내게 된다. **(2점)**

Extra) 두 종류의 Asp가 각각 산과 염기로 작용 시 pH 변화에 따른 펩신의 활성화에 기여하는 정도를 그래프로 나타내면 다음과 같다. **(Extra 점수)**



(기타 답안 예시)

- 2-1) (i) 상반된 성향을 가진 두 종류의 Asp의 기여도가 복합적으로 작용하므로
(ii) 두 종류의 Asp가 펩신의 활성화에 기여하는 방향이 서로 반대인데 이 두 종류의 Asp가 활성을 나타내는데 모두 필요하므로

(오답 예시)

- (i) 펩신의 활성화는 pH와 온도에 의해서 좌우된다.
(ii) 펩신의 활성화가 pH에 의해 바뀌는 이유는 pH가 변함에 따라 단백질의 입체구조가 변하기 때문이다.
(iii) 펩신의 활성화가 pH에 의해 바뀌는 이유는 활성부위의 구조가 pH가 변함에 따라 바뀌기 때문이다.

□ 문제6 해설

제시문을 비판적으로 읽고 과학적인 결함을 찾는데 중점을 두었다. 단순 암기 혹은 단순 계산을 지양하고 학생들의 읽기 능력과 논리적인 사고방식을 측정하고자 하였다. 특히 유전공학 기술에 대한 이해 능력과 확률에 관한 이해 정도를 묻고자 하였다.

■ 예시 답안

1-1) n 개의 염기로 이루어진 유전자에서 GAATTC로 배열된 염기서열이 단 하나도 존재하지 않을 확률은 $\left(1 - \frac{1}{4^6}\right)^{n-5}$ 라고 하였는데 이는 길이가 6인 연속적인 염기서열을 고르는 $n-5$ 가지 방법이 독립시행이라는 생각으로부터 비롯되었다. (3점)

2-1) 만약 첫 번째 6개의 연속된 염기서열이 GAATTC로 배열되었다면

1	2	3	4	5	6	7
G	A	A	T	T	C	

그 다음 6개의 염기서열은 G로 시작하지 않으므로 GAATTC가 될 수 없다. 따라서 앞에서 어떤 염기서열로 끝났는지에 의존하게 된다. 이는 독립시행이 아니다. **(5점)**

1	2	3	4	5	6	7
	A	A	T	T	C	X

3-1) 위와 같이 연속적으로 GAATTC가 나올 수 없으므로 GAATTC가 나올 확률은 독립시행의 경우보다 줄어든다. **(2점)**

Extra) 또한 생물학적으로 G, C, T, A의 확률은 같지 않다. 일반적으로 G와 C가 염기쌍을 형성할 때 에너지적으로 더 안정하여 T와 A가 올 확률보다 높다. 그러므로 GAATTC가 나올 확률은 $\frac{1}{4^6}$ 이 아니다. **(Extra 점수)**

(기타 답안 예시)

Extra) (i) 생물학적으로 G, C, T, A의 확률은 같지 않음

1. 다음 [제시문 1-가]에서 [제시문 1-마]를 읽고 (문제 1-i) 와 (문제 1-ii)에 답하시오.

[제시문 1-가] 돌턴은 모든 물질은 더 이상 쪼갤 수 없는 원자로 이루어져 있다는 원자설을 발표하였다.

[제시문 1-나] 1887년 톰슨은 진공 유리관 안의 두 금속으로 이루어진 전극 사이에 높은 전압을 걸어 주었을 때 방출되는 음극선의 정체에 대하여 연구하였다. 연구 결과, 음극선은 유리관 속에 채워져 있는 기체의 종류에 관계없이 (+)극 쪽으로 일정하게 휘는 것을 발견하였고, 이를 전자라고 명명하였다. 실험 결과로부터 전자의 질량(m)에 대한 전하량(e)비를 측정하였다.

[제시문 1-다] 1886년 독일의 물리학자 골트슈타인은 진공 방전유리관에서 (+)극에서 (-)극으로 향하는 입자를 발견하였고, 방전관 속의 기체가 수소이면 양극선은 H^+ 의 흐름이며, 이것을 양성자라고 명명하였다.

[제시문 1-라] 1910년 러더퍼드는 알파입자를 얇은 금박에 충돌시키는 실험에서 알파입자가 산란되어 나오는 현상을 조사하였다. 톰슨이 제시하였던 양성자와 전자가 모두 균일하게 퍼져 있다는 푸딩 모형으로는 이러한 실험결과를 설명할 수 없었다.

[제시문 1-마] 풍선이 떠다니고 있는 밀폐된 어두운 방에서 방 안 구석구석을 막대기로 휘두르면, 막대와 풍선이 부딪히는 소리를 듣고 풍선의 위치를 정확히 알 수 없다. 풍선이 막대에 부딪히는 순간 풍선은 이미 다른 곳으로 가버리므로 막대와 풍선이 부딪히는 소리가 난 장소에 풍선은 이미 없을 것이다. 이와 같이 원자라는 공간에 존재하는 전자의 위치를 정확히 아는 것은 어려운 일임으로 확률로 전자가 발견될 공간을 표시한 것을 오비탈(orbital)이라고 한다.

(문제 1-i) 위의 제시문 모두 [제시문 1-가] ~[제시문 1-마]를 반드시 참조하여 원자의 구체적 모형을 자세하게 제시하시오.

(문제 1-ii) 빛이 파동과 입자의 성질을 동시에 가지고 있다는 아인슈타인의 생각은 드브로이에게 영향을 끼쳐 1924년 $\lambda = h/mv$ 라는 드브로이 식을 제시하였다 (λ :파장, h :플랑크 상수, m :질량, v :속도). 드브로이의 제안으로 입자라고 생각되었던 전자의 특성이 어떻게 재평가 될 수 있는지 드브로이의 식을 참조하여 기술하시오.

2. 다음 [제시문 2-가]에서 [제시문 2-다]를 읽고 (문제 2-i), (문제 2-ii), (문제 2-iii)에 답하시오.

[제시문 2-가] 멘델은 완두콩을 실험하여 그 결과를 독립의 법칙, 우열의 법칙, 그리고 분리의 법칙으로 설명했다.

[제시문 2-나] 혈액형의 경우 양쪽 부모로부터 물려 받은 유전자형(genotype)이 AA, AO, BB, BO, AB, OO와 같은 여섯 가지 형태가 대다수를 이루고 있다. 예를 들어 AO 형태의 경우 상동염색체 쌍 중 하나의 염색체에 A 유전자가 있고 다른 염색체에 O 유전자를 갖고 있다. 그러나 위의 여섯 가지 이외에도 다른 형태의 유전자형이 존재한다. 예로 cis-AB/O형은 A, B 유전자가 모두 한 염색체 안에 들어 있고 다른 염색체에 O유전자를 가지고 있는 경우이다.

[제시문 2-다] 통계 조사국에서 배우자 중 한 명이 cis-AB/O형인 100가구의 혈액형을 조사하였더니 cis-AB/O형을 가진 사람의 배우자들은 AA 10명, AO 20명, BB 11명, BO 16명, AB 15명, OO 28명이었고, 부부 모두 cis-AB/O형인 경우는 없었다.

(문제 2-i) [제시문 2-다]에 제시된 100 가구에서 가구당 1명의 아이를 뽑아 혈액형을 조사한다면 cis-AB/O 혈액형을 갖는 아이는 몇 명이 될 것인지 논하시오.

(문제 2-ii) 혈액형의 유전 현상은 멘델의 실험 중 우열의 법칙을 따르면서 동시에 우열의 법칙을 벗어나는 양상을 보이기도 한다. 이러한 혈액형 유전 양식의 특징을 예를 들어 설명하시오.

(문제 2-iii) 일반적으로 혈액형은 제시문에서와 같이 A형, B형, O형으로 구분하기도 하고 또한 Rh+ 형과 Rh- 형으로 구분하기도 한다. A형, B형, O형을 결정하는 유전자와 Rh+ 형과 Rh- 형을 결정하는 유전자는 서로 다른 염색체상에 존재하며 멘델의 독립의 법칙을 따라 유전한다. Rh+는 Rh-에 대해 우성이다. 만약 A형이면서 Rh+인 어머니에게서 O형이면서 Rh-인 아들이 태어났다면 아버지가 가질 수 있는 가능한 혈액형의 유전자형(genotype)들은 어떤 것이 있는지 논하시오.(단 cis-AB형은 고려하지 않는다.)

3. 다음 [제시문 3-가]에서 [제시문 3-다]를 읽고 (문제 3-i)와 (문제 3-ii)에 답하시오.

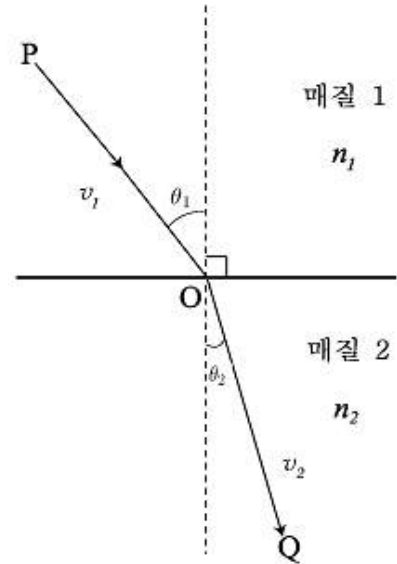
[제시문 3-가] 17세기에 페르마는 "빛이 주어진 한 지점에서 출발하여 다른 지점에 도착할 때, 이 빛은 가장 최소시간이 걸리는 경로를 따라간다" 는 페르마 원리를 이야기했다.

[제시문 3-나] 스넬의 법칙이란 <그림1>처럼 굴절율이 각각 n_1 과 n_2 로 서로 다른 균일한 매질 1과 매질 2를 빛이 통과할 때, 경계면에서 입사각 θ_1 과 굴절각 θ_2 사이의 관계가 다음과 같은식으로 표현된다는 것이다.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

단, v_1 과 v_2 는 각각 매질 1과 매질 2에서 빛의 진행속력으로, 빛의 진공중 속력을 c 라하면 각 매질에서의 속력은 $v_1 = c/n_1$ 과 $v_2 = c/n_2$ 가 된다.

<그림1>



[제시문 3-다] <그림1>에서 빛이 P점을 출발하여 O점을 거쳐 Q점에 도착하므로 빛이 이동한 거리는 선분 $\overline{PO}$ 와 $\overline{OQ}$ 의 길이를 더한 것이다.

(문제 3-i) [제시문 3-다]를 참고하여 [제시문 3-가]의 페르마 원리로 부터 [제시문 3-나]의 스넬의 법칙이 성립하는 이유를 설명하시오.

(문제 3-ii) 이 문제에서 얻은 과학적 지식을 활용하여, 호숫가 모래사장에 있는 사람이 호수에 빠진 다른 사람을 어떻게 최단시간에 구출할 수 있는지 논하시오.

<문항별 해설 및 예시 답안>

수험생들의 논술능력을 측정하기 위해 위에 언급한 중점 평가영역에 관련시켜 3개의 주제와 관련된 소문항 7문제를 출제하였는데, 문제의 형식은 최근 몇 년 동안 본교가 제시해 온 틀을 유지했다. 아래 예시된 풀이는 답안의 하나이며, 수험생이 예시와 다른 풀이를 한 경우 문항의 의도를 옳게 파악하여 논리적이고 과학적으로 논술한 경우 이를 충분히 고려하고 반영한 채점이 이루어 진다.

□ 문제1-i 해설

고등학교 일반화학 수준에서 제시되는 원자의 구성 본질에 관한 질문이다. 역사적 흐름에 따라 나열된 실험과 해석결과를 읽고 학생들이 원자의 구성에 대한 현재의 결론에 논리적으로 도달할 수 있는가를 보기위한 문제이다.

■ 예시 답안

원자론을 발표한 돌턴은 원자를 단단하고 쪼갤 수 없는 것이라고 생각했다. 그러나 그 후 많은 실험적 결과로부터 이러한 생각이 옳지 않다는 것을 밝혀졌다. 톰슨은 음극선 실험을 통하여 원자 내에 전자가 있다는 것을 밝혀내었고, 비슷한 시기에 골트슈타인은 양성자가 원자 내에 존재함을 알아내었다. 즉, 원자는 더 이상 쪼갤 수 없는 것이 아니라, 양성자, (중성자), 그리고 전자로 구성되어 있음을 알 수가 있었다. 양성자, (중성자), 그리고 전자의 공간적 배열에 관한 문제는 관심의 대상이었으며, 톰슨은 양성자와 전자가 원자 공간에 균일하게 퍼져있는 푸딩 모델을 제시 하였다. 그렇지만, 러더퍼드의 알파입자 산란실험을 통해 이러한 모형이 옳지 않고, 원자 가운데 양성자로 이루어진 원자핵이 존재하고 그 주변에 전자들이 존재하고 있는 새로운 모형을 제시하였다. 원자 내 전자는 원 또는 타원 궤도를 움직이는 작고 찰흙한 입자로서보다는 그 위치를 정확히 예측하기 어려운 파동함수로써 표현하는 것이 더 정확한 표현이며, 이들 전자의 분포는 발견될 확률과 연관성이 있는 오비탈이라고 불리는 모양과 부피가 정해진 공간 모형으로 나타낼 수 있다. (원자모형을 옳게 그리고 이 그림을 바탕으로 바르게 설명하여도 됨)

□ 문제 1-ii 해설

입자의 성격과 파동의 성격은 상반된것이 아니라 서로 연결되어 있다는 드브로이의 제안을 이해할 수 있는가를 보기위한 문제이다. 제시된 드브로이의 수식을 이해한다면, 전자를 포함한 모든 물질은 이러한 양면성을 갖고 있다는 결론에 도달할 수 있다. 수식은 수학적 풀이를 위해 사용될 수 있을 뿐 아니라 과학적 의미를 제시하는 수단으로 사용될 수 있음을 학생들이 이해하고 있는가를 판단하기 위한 문제이다.

■ 예시 답안

원래 파동의 성격을 띄고 있다고 믿었던 빛의 성격이 입자일 수도 있다는 증거가 아인슈타인에 의해 제시되자, 톰슨의 실험으로부터 입자라고 믿었던 전자가 파동일 수도 있지 않겠느냐는 생

각을 드브로이는 드브로이식을 통하여 제시하였다. 입자의 가장 큰 특징은 질량을 갖고 있는 것이며, 파동의 가장 큰 특징은 파장을 표시할 수 있다는 것이다. 질량 m 과 속도 v 를 갖는 입자는 그에 해당하는 파장 λ 를 가져야 한다고 드브로이는 제시하고 있다. 결론적으로 전자가 파동의 성질과 입자의 성질을 모두 가지고 있음을 드브로이식을 통해 알 수 있다.

□ 문제 2-i 해설

혈액형의 유전에 관한 이해를 학생들이 제대로 하고 있는지를 측정하고 싶었으며 다른 지식이 없더라도 [제시문 2-나]를 제대로 독해할 수 있다면 논리적인 추론을 하는데 별다른 어려움이 없도록 출제하였다.

■ 예시 답안

아이가 cis-AB형을 갖는다는 것은 [제시문-나]에 의하여 한 염색체안에 A, B 유전자를 갖고 있고 다른 염색체에 O 유전자를 가지고 있으므로 한 염색체 안의 A, B 유전자를 모두 가지려면 부모 중 cis-AB 형인 사람의 염색체 중 A, B 유전자가 모두 들어있는 경우와 부모중 다른 쪽으로부터 O 유전자를 물려 받는다. 그러므로 cis-AB 형과 AO 인 사람이 결혼했을 경우 아이가 cis-AB 형일 확률은 25%, cis-AB 형인 사람이 BO 인 사람과 결혼했을 경우 아이가 cis-AB 형일 확률은 25%이다. 또한 O형인 사람과 결혼했을 경우 아이가 cis-AB 형일 확률은 50%이다. 배우자가 AA, BB 혹은 AB인 경우 아이는 cis-AB 형을 갖지 않는다. 배우자들은 AO 인 사람이 20명, BO 인 사람이 16명, OO 인 사람이 28명이므로 확률적으로 보면 cis-AB 형을 갖는 아이의 수는 평균이 23명이 된다.

□ 문제2-ii 해설

인간의 혈액형은 일반적으로 A형, B형, O형, AB형으로 크게 구분되며 부모의 혈액형에 따라 자손의 혈액형이 결정되는 전형적인 유전 양식을 나타낸다. 본 문제는 혈액형의 유전 현상이 [제시문 2-가]와 [제시문 2-나]에서 설명한 멘델의 우열의 법칙을 따름과 동시에 멘델 유전법칙을 벗어난 공동 우성 현상이 존재함을 이해하고 있으면 손쉽게 해결할 수 있는 문제이다. A형의 특징을 나타내는 대립유전자와 B형의 특징을 나타내는 대립유전자는 O형을 결정하는 대립유전자에 대해 각각 우성을 나타내는 데 반해, A형을 나타내는 대립유전자와 B형을 나타내는 대립유전자는 서로 우열의 관계가 나타나지 않음으로 인해 공동 우성의 형태로 나타나게 된다. 본 문제는 수험생들이 이러한 유전법칙을 이해함으로써 실생활에서 A형, B형, O형, AB형의 혈액형이 어떻게 결정되는가를 이해하고 있는 가를 알아보고자 하는 문제이다.

■ 예시 답안 1

A형을 결정하는 유전자를 I^A , B형을 결정하는 유전자를 I^B 라 하고 O형을 결정하는 유전자는 I^A 와 I^B 에 열성인 유전자인 i 라고 표시하자. A형의 경우의 유전자형은 두가지 경우인 $I^A I^A$, $I^A i$ 두가지 종류가 될 것이다. I^A 는 i 에 대하여 우성이므로 이는 우열의 법칙에 따라 A형이 나타나

게 된다. 반면 AB형의 경우의 유전자형은 $I^A I^B$ 이다. 이는 I^A 와 I^B 유전자의 경우 적혈구에서 모두 발현되어 A형과 B형의 특징을 동시에 나타내는 AB형의 혈액형을 띠게 된다. 이는 I^A 와 I^B 사이의 우열관계가 없는 공동우성(co-dominance) 특징을 나타내기 때문이다. 이는 멘델의 우열의 법칙을 벗어나는 경우라 할 수 있다.

■ 예시 답안 2

A형의 유전자형은 AA와 AO의 유전자형을 가지게 된다. AO의 경우 A형을 나타내는 A 대립유전자가 O형을 나타내는 대립유전자 O에 대하여 우성이므로 AO의 유전자형을 갖는 사람은 멘델의 우열의 법칙에 따라 A형을 나타나게 된다. AB형의 경우 AB 유전자형을 가지게 된다. 이 경우 적혈구 상에 A 유전자형과 B 유전자형을 동시에 나타내어 AB 혈액형의 특징을 나타내게 된다. 이는 대립유전자 A와 B사이에 우열관계가 없는 공동우성(co-dominance) 특징을 나타내기 때문이다. 이는 멘델의 우열의 법칙을 벗어나는 경우라 할 수 있다.

□ 문제 2-iii 해설

종종 우리들은 방송을 통해 O형이면서 Rh-형인 헌혈자를 구한다는 소식을 접하게 된다. 이러한 이유는 인간의 혈액형이 A형, B형, O형, AB형으로 구분됨과 동시에 Rh+형과 Rh-형으로 구분되기 때문이다. [제시문 2-가]와 문제의 지문에서 설명한 것처럼 ABO 형태의 혈액형을 결정하는 유전자와 Rh형을 결정하는 유전자는 서로 다른 염색체상에 존재하며 이들은 멘델의 독립의 법칙에 따라 유전되고 Rh+는 Rh-에 대해 우성이다. 그러므로 본 문제는 멘델의 독립의 법칙을 이해하고 (문제 2-ii)에서 제시한 A형, B형, O형 간의 우열의 관계를 명확히 이해하고 있으면 큰 어려움이 없이 풀 수 있는 문제이다. 이 문제는 수험생들이 어머니의 혈액형과 아들의 혈액형을 중심으로 아버지의 혈액형을 결정하는 가능한 유전자형들이 무엇인지를 유추하는 문제로서 생물1을 배우고 기본적인 수학적 사고력이 있는 수험생이면 누구나가 풀 수 있는 문제이다.

■ 예시 답안 1

A형을 결정하는 유전자를 I^A , B형을 결정하는 유전자를 I^B 라 하고 O형을 결정하는 유전자는 I^A 와 I^B 에 열성인 유전자인 i 라고 표시하자. 그리고 Rh+를 나타내는 우성 유전자를 R이라 하고 Rh-를 나타내는 열성유전자를 r이라 표시하자. 아들의 경우 O형이기 때문에 어머니의 A형은 열성유전자 i 를 가진 $I^A i$ 형이다. 아버지의 경우는 반드시 열성 유전자 i 를 가지고 있어야만 O형 (ii)인 아들이 태어날 수 있다. 그러므로 아버지는 A형일때 $I^A i$, B형일때 $I^B i$ O형인 ii인 3가지의 유전자형을 다 가질 수 있다. 아들의 경우 Rh-형이므로 Rh 유전자에 대해 열성인 rr인 유전자형을 가지게 된다. 그러므로 어머니의 Rh+ 혈액형의 유전자형은 Rr인 형태이다. 아들이 Rh-형이므로 아버지 역시 열성 유전자인 r을 반드시 가져야 하므로 Rr인 경우 rr인 경우 두 가지가 있을 수 있다. 따라서 아버지의 유전자형은 $I^A i/Rr$, $I^A i/rr$, $I^B i/Rr$, $I^B i/rr$, ii/Rr , ii/rr 인 6가지가 가능하다.

■ 예시 답안 2

A형을 결정하는 유전자를 A, B형을 결정하는 유전자를 B라 하고 O형을 결정하는 유전자는 A와 B에 열성인 유전자인 O 라고 표시하자. 그리고 Rh+를 나타내는 우성 유전자를 R라 하고 Rh-를 나타내는 열성유전자를 r라 표시하자. 아들의 경우 O형이기 때문에 어머니의 A형은 열성유전자 O 를 가진 AO 유전자형이다. 아버지의 경우는 반드시 열성 유전자 O를 가지고 있어야만 O형 (유전자형 OO)인 아들이 태어날 수 있다. 그러므로 아버지는 A형인 경우 AO, B형인 경우 BO, O형인 경우 OO인 3가지의 유전자형을 다 가질 수 있다. 아들의 경우 Rh-형이므로 Rh 유전자에 대해 열성인 rr인 유전자형을 가지게 된다. 그러므로 어머니의 Rh+ 혈액형의 유전자형은 Rr인 형태이다. 아들이 Rh-형이므로 아버지 역시 열성 유전자인 r을 반드시 가져야 하므로 Rr인 경우 rr인 경우 두 가지가 있을 수 있다. 따라서 아버지의 유전자형은 AO/Rr AO/rr, BO/Rr, BO/rr, OO/Rr, OO/rr인 6가지가 가능하다.

□ 문제3-i 해설

이 문항은 [제시문 3-가]의 페르마의 원리를 이용하여 [제시문 3-나]의 스넬의 법칙에 대한 논리적인 근거를 제시하는 것이 가능한지의 여부를 묻는 것이다. 특히 스넬의 법칙은 여러 가지로 그 성립 이유가 제시될 수 있는데 그러한 방법중 한가지라도 정확히 논리적인 근거를 제시할 수 있는지의 여부를 묻고자 하였다.

■ 예시 답안

[제시문 3-가]의 페르마 원리에 의하여 빛이 움직이는 경로는 걸리는 시간을 최소로 하는 경로로 움직인다. 시간은 거리를 속력으로 나누면 얻어지므로 선분 $\overline{PO}$ 의 길이를 속력 v_1 으로 나눈 것과 선분 $\overline{OQ}$ 의 길이를 속력 v_2 로 나눈 것의 합을 최소가 되도록 하는 경로가 페르마의 원리에 의한 빛이 움직이는 경로이다. 이러한 최소값은 미분에 의하여 구할 수 있는데 $P(0,a), O(x,0), Q(b,c)$ 라 두면 이동하는데 걸리는 시간은 $\frac{\sqrt{x^2+a^2}}{v_1} + \frac{\sqrt{(b-x)^2+c^2}}{v_2}$ 이 되고 최소 시간을 구하기 위해서는 미분을 하면 $\frac{x}{v_1\sqrt{x^2+a^2}} = \frac{b-x}{v_2\sqrt{(b-x)^2+c^2}}$ 인 x 에서 최소값을 갖는다. 이 식을 정리하면 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ 를 만족하는 x 를 지나게 된다.

□ 문제3-ii 해설

이 문항은 [제시문 3-가]의 페르마의 원리와 [제시문 3-나]의 스넬의 법칙에 대한 설명을 읽고 이해한 경우, 이런 과학적 사실을 "물에 빠진 사람을 구출하는 것"과 같은 실생활에서 마주칠 수 있는 상황에 응용이 가능한지 여부를 묻는 것이다.

■ 예시 답안

만약 호수의 경계면이 평평하다고 가정하고 P 위치에 모래사장에 있는 사람이, Q의 위치에 호수에 빠진 다른 사람이 있다고 하면 이 사람을 최단시간에 구출하기 위해서는 이동하는데 걸리는 시간이 최소가 되는 경로를 따라서 이동해야 한다. 그러므로 P에서 호수와 땅의 경계면 위의 점 O까지의 거리를 모래위에서 뛰는 속도로 나눈 것과 O에서 Q까지의 거리를 호수에서 수영하는 속도로 나눈 것을 합한 것이 최소가 되는 경로를 따라 움직여야 최단시간에 구출할 수 있을 것이다. 즉, v_1 을 모래위에서 뛰는 속도라 하고, v_2 를 호수에서 수영하는 속도라 할 때, 스넬의 법칙과 같은 $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$ 를 만족하는 경로를 지나야 한다. 예를 들어 뛰는 속도가 수영하는 속도보다 빠르다면 $v_1 > v_2$ 이고 따라서 $\theta_1 > \theta_2$ 를 만족한다. 그러므로 뛰는 속도가 수영하는 속도보다 빠르다면 <그림 1> 과 같은 경로로 이동하면 가장 최단 시간안에 그 사람을 구출할 수 있다.