2021학년도 성균관대학교
선행학습 영향평가 자체평가보고서

2021.3

성균관대학교 입학처

목 차

Ⅰ. 선행학습 영향평가 대상 문항

1. 성균관대학교 대학별고사 개요 ····· 3
2. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표 ····· 4

Ⅱ. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트 ····· 7
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정 ····· 7
3. 선행학습 영향평가 위원회 조직 구성 ····· 9
4. 2021학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차 ····· 10

Ⅲ. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

1. 출제 전 ····· 14
2. 출제 과정 ····· 20
3. 출제 후 ····· 22

Ⅳ. 문항 분석 결과 요약

1. 문항 분석 결과 요약표 ····· 29
2. 교사 검토위원단의 문항 재검토 의견 ····· 30

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력 ····· 127

Ⅵ. 부록 [논술우수전형 문항별 문항카드] ····· 131

표목차

<표 Ⅰ-1> 2021 학년도 전형별 선행학습 영향평가 대상 여부 및 입학전형 일정 ·· 3
<표 Ⅰ-2> 2021 학년도 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표 ····· 4
<표 Ⅱ-1> 2021 학년도 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트 ····· 7
<표 Ⅱ-2> 2021 학년도 선행학습 영향평가 위원회 구성 ····· 9
<표 Ⅱ-3> 2021 학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차 ····· 10
<표 Ⅲ-1> 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력 ····· 13
<표 Ⅲ-2> 2020 년 고등학교 3 학년 적용 교육과정 ····· 14
<표 Ⅲ-3> 모의논술 교사 자문위원단 위촉 ····· 15
<표 Ⅲ-4> 최근 3 년간 모의논술 참가교 및 학생수 ····· 15
<표 Ⅲ-5> 논술시험 교사 검토위원단 ····· 20
<표 Ⅲ-6> 문제 출제·검토과정에 대한 검토위원의 의견(인문계) ····· 22
<표 Ⅲ-7> 문제 출제·검토과정에 대한 검토위원의 의견(자연계) ····· 22
<표 Ⅲ-8> 출제·검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사 결과 ····· 24
<표 Ⅲ-9> 출제·검토과정에 대한 검토위원의 자체평가 ····· 24
<표 Ⅲ-10> 논술시험 시행 이후 문항 재검토를 위한 교사 검토위원단 ····· 25
<표 Ⅲ-11> 2021 학년도 개선 사항 요약 ····· 26
<표 Ⅳ-1> 문항 분석 결과 요약표 ····· 29
<표 Ⅳ-2> 논술시험 문항 재검토를 위한 교사 검토위원단 구성 ····· 30

그림목차

[그림 Ⅲ-1] 각 교과별 성취기준 자료 제작 ····· 14
[그림 Ⅲ-2] 2021 학년도 모의논술 강평 동영상(인문계/자연계) ····· 16
[그림 Ⅲ-3] 2021 학년도 논술가이드북(인문계/자연계) ····· 17
[그림 Ⅲ-4] 2021 학년도 논술우수전형 안내 영상 ····· 17
[그림 Ⅲ-5] 출제 전 고교 교육과정 사전 연수 자료 ····· 19
[그림 Ⅲ-6] 2021 학년도 논술우수전형 출제·검토위원 회의 ····· 19

Ⅰ. 선행학습 영향평가 대상 문항

1. 성균관대학교 대학별고사 개요
2. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표

Ⅰ. 선행학습 영향평가 대상 문항

1. 성균관대학교 대학별고사 개요

2021학년도 성균관대학교 대학별고사는 ① 논술우수전형 논술시험, ② 학생부종합전형 면접시험(학과모집 일부학과*), ③ 재외국민 특별전형 면접시험(일부전형**), ④ 정시모집 의예과 면접시험에 해당한다. 면접시험은 모두 인·적성면접으로 교과지식을 묻지 않으므로 별도의 문항 분석을 진행하지 않는다. 논술우수전형 논술시험은 인문계의 경우, 국어, 사회(도덕 포함) 통합교과형 3문제, 자연계의 경우 수학 2문제와 과학 1문제(물리학Ⅰ, 화학Ⅰ, 생명과학Ⅰ 중 택 1)로 이루어진다.

〈표 Ⅰ-1〉 2021학년도 전형별 선행학습 영향평가 대상 여부 및 입학전형 일정

전형유형	전형명	영향평가 대상 여부 및 내용		2021학년도 입학전형 일정
학생부 위주 (학생부종합)	계열모집전형	X	-	-
	학과모집전형	○	인·적성면접(일부학과)*	2020.11.7.(토)~8.(일),14.(토)
	고른기회전형	X	-	-
	정원외 특별전형	X	-	-
논술 위주	논술우수전형	○	논술시험	[인문계] 2020.12.5.(토) [자연계] 2020.12.6.(일)
실기 위주	예체능 특기/ 실기우수자전형	X	-	-
재외국민 특별전형		○	인·적성면접(일부전형)**	2020.9.5.(토)
정시모집	일반전형	○	인·적성면접(의예과)	2021.1.23.(토)
	특별전형	X	-	-

*학과모집전형 면접시험 해당학과: 의예, 사범대학(교육학, 한문교육, 수학교육, 컴퓨터교육), 스포츠과학

**재외국민 특별전형 중 면접시험 해당전형: 재외국민전형 전 모집단위 및 전교육과정 해외이수자전형 중 스포츠과학, 의예과

2. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표

〈표 Ⅰ-2〉 2021학년도 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표

대학별 고사 유형	전형명	계열	모집요강에 제시한 출제범위 (과목명)	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과								
						인문사회			수학	과학				교과 외
						국어	사회	도덕		물리 학	화학	생명 과학	지구 과학	
논술 등 필답 고사	논술 우수 전형	인문계	통합교과형 (국어,사회, 도덕)	1교시/1번	-		○							
				1교시/2번	-		○							
				1교시/3번	-		○							
				2교시/1번	-		○	○						
				2교시/2번	-		○	○						
				2교시/3번	-		○	○						
				3교시/1번	-		○	○						
				3교시/2번	-		○	○						
				3교시/3번	-		○	○						
		자연계	수학	1교시/1번	i ~ iii				○					
				1교시/2번	i ~ iv				○					
				2교시/1번	i ~ iv				○					
				2교시/2번	i ~ v				○					
				3교시/1번	i ~ iv				○					
				3교시/2번	i ~ iv				○					
			물리학 I	1교시/1번	i ~ ii					○				
				2교시/1번	i ~ ii					○				
				3교시/1번	i ~ ii					○				
			화학 I	1교시/1번	i ~ iv						○			
				2교시/1번	i ~ iv						○			
				3교시/1번	i ~ iv						○			
			생명과학 I	1교시/1번	i ~ v							○		
				2교시/1번	i ~ iv							○		
				3교시/1번	i ~ v							○		
면접· 구술 고사	학과모집 전형	일부학과	인·적성평가	-	-									○
	재외국민 특별전형	일부전형	인·적성평가	-	-									○
	정시모집 일반전형	의예과	인·적성평가	-	-									○

Ⅱ. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별 고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정
3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성
4. 2021학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

Ⅱ. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트

〈표 Ⅱ-1〉 2021학년도 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트

구분	판단기준		
	항목	세부내용	이행점검
대학별고사 실시 관련 이행 사항 점검	1. 관련 자료의 홈페이지 게재	① 기간 내 선행학습 영향평가 자체평가보고서 공개 (문항과 답안 공개의 충실성)	○
	2. 선행학습 영향평가 보고서 항목 준수	② 문항 총괄표 작성의 충실성	○
		③ 문항 제출 양식(문항카드) 작성의 충실성	○
		④ 장별 내용 제시 여부	○
	3. 선행학습 영향평가 위원회 구성	⑤ 위원회의 외부위원 포함 여부	○
		⑥ 현직 고등학교 교사 포함 여부	○

2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정

입학전형 운영규정

제 2 장 대학입학전형 선행학습 영향평가

제3조(선행학습 영향평가 위원회의 설치 및 구성) ①본교의 대학별고사가 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용을 출제 또는 평가하는지 여부와 선행학습을 유발하는 요인은 없는지에 대한 영향평가를 실시하기 위하여 선행학습 영향평가 위원회(이하 “위원회”라 한다)를 둔다.

②위원회는 다음 각 호와 같이 구성한다.

1. 위원회는 15인 이내로 구성하며, 위원장은 입학처장으로 한다.
2. 위원은 입학관리팀장, 전임교원, 입학처 직원, 입학사정관, 고교교사, 교내외 전문가로 구성한다. 이 경우, 고교교사는 필히 1명이상으로 구성한다.
3. 위원은 위원장의 추천으로 총장이 위촉한다.
4. 위원의 임기는 1년으로 하되, 연임할 수 있다.

제4조(위원회의 기능) 위원회의 기능은 다음 각 호와 같다.
1. 선행학습 영향평가 기본계획 수립 및 심의에 관한 사항
2. 대학별고사의 고교 교육과정 내 출제 및 평가에 관한 사항
3. 선행학습 영향평가 결과보고서 및 대학별고사 개선연구에 관한 사항
4. 선행학습 영향평가 결과에 따른 조치 및 입학전형 반영에 관한 사항

제5조(위원회의 회의) ①위원회의 회의는 위원장이 필요하다고 인정할 때 소집하며, 위원장이 의장이 된다.
②회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개회하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다.
③위원장이 부득이한 사유로 회의를 주재할 수 없는 경우에는 입학관리팀장이 대신한다.
④위원회에는 간사 1인을 두며, 위원장이 위원 중에 지정한다.

제6조(선행학습 영향평가의 시기 및 반영) ①선행학습 영향평가는 대학별고사가 종료된 이후에 시행하며, 필요한 경우 모집시기(수시 및 정시)별로 구분하여 시행할 수 있다.
②선행학습 영향평가 결과에 대해서는 위원회의 결정에 따라 다음 연도 입학전형에 반영하여야 한다.

제7조(결과의 공시) 선행학습 영향평가 결과 및 다음 연도 입학전형 반영 계획은 매년 3월 31일까지 홈페이지 게재를 통해 공개한다.

제8조(수당 등 지급) ①위원에게는 예산의 범위 안에서 수당과 여비를 지급할 수 있다.
②선행학습 영향평가와 관련하여 위원회 위원 또는 교내외 전문가에게 조사 및 연구를 의뢰할 수 있으며, 이 경우 예산 범위 안에서 연구비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제9조(비밀유지 의무 등) ①위원은 위원회 활동을 통해 알게 된 사항을 타인에게 누설하거나 부당한 목적을 위하여 사용해서는 안 된다.
②총장은 위원이 제1항의 규정을 위반한 경우 즉시 해촉한다.

제10조(세부사항) 이 규정에 규정된 것 이외에 대학입학전형 선행학습 영향평가에 필요한 세부사항은 위원회의 심의를 거쳐 위원장이 정한다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 조직 구성

우리 대학 선행학습 영향평가 위원회는 공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법 제10조의 2를 반영하여, 입학처장(위원장)을 비롯하여 입학관리팀장(이상 당연직), 전임교원 2명, 현직 고교 교사 5명, 입학사정관 4명을 합하여 총 13명으로 구성하였다. 위원 중 현직 고교 교사의 비율은 38.5%에 해당하며, 고교 교사 위원은 모두 일반고 교사이다.

〈표 Ⅱ-2〉 2021학년도 선행학습 영향평가 위원회 구성

구분	성명	소속/직책	비고	비율
내부위원	김○○	입학처장	위원장	61.5%
	김○○	입학관리팀장	-	
	김○○	교수	인문계	
	구○○	교수	자연계	
	김○○	입학사정관	-	
	홍○○	입학사정관	-	
	권○○	입학사정관	-	
	송○○	입학사정관	-	
외부위원	김○○	고교 교사	경기 B고 (일반고)	38.5%
	김○○	고교 교사	서울 M고 (일반고)	
	강○○	고교 교사	인천 S고 (일반고)	
	박○○	고교 교사	서울 S고 (일반고)	
	이○○	고교 교사	경기 M고 (일반고)	

4. 2021학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

〈표 Ⅱ-3〉 2021학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

일정		절차 및 내용
2020년	12.7.(월)~12.18.(금)	• 출제·검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사
	12.14.(월)~12.31.(목)	• 선행학습 영향평가 위원회 구성 • 관련 문헌 분석 및 연구 설계
2021년	2021.1.15.(금)~ 2020.2.3.(수)	• 보고서 작성을 위한 내용 자문 및 분석 의뢰(고교 교사)
	2.4.(목)~2.26.(금)	• 자문 및 분석 결과 취합 및 정리
	3.2.(화)~3.9.(화)	• 선행학습 영향평가 보고서 작성 및 검토
	3.10.(수)~3.12.(금)	• 선행학습 영향평가 보고서 최종 점검
	3.15.(월)~3.19.(금)	• 선행학습 영향평가 위원회 심의
	3.31.(수) 이전	• 선행학습 영향평가 결과 공개 (입학처 홈페이지 및 대입정보포털 '어디가')

Ⅲ. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

1. 출제 전
2. 출제 과정
3. 출제 후

Ⅲ. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

우리 대학의 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력에 대해 다음과 같이 출제 전, 출제과정, 출제 후 과정으로 나누어 기술하였다.

〈표 Ⅲ-1〉 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

구분	내용	
1. 출제 전	가. 고교 교육과정 분석	1) 적용 교육과정 관련 내용 확인 2) 각 교과별 교육과정 내용체계 및 성취기준 자료 제작
	나. 모의논술을 통한 교육과정 준수 여부 사전 점검 및 수험생을 위한 정보 제공	1) 모의논술을 통한 교육과정 준수 여부 사전 점검 2) 수험생을 위한 논술시험 정보 제공 3) 논술 가이드북을 통한 정보 제공 4) 논술관련 특강 및 고교별 맞춤 서비스 제공
	다. 출제·검토위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수 실시	1) 출제위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수 2) 검토위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수
2. 출제 과정	가. 논술시험 출제과정에 고교 교사 검토위원 참여	1) 일반고 교사로 구성 2) 출제위원과 출제본부 동반 입소
	나. 고교 교원의 출제·검토과정에서의 권한 보장 및 강화를 위한 조치	1) 고교 교원 검토위원의 역할 및 권한 보장 2) 고교 교원 검토위원의 권한 강화를 위한 검토 프로세스
	다. 출제의 투명성 및 공정성 강화	1) 공정한 출제를 위한 출제본부 및 인쇄본부 운영 2) 공정관리위원회 운영을 통한 공정성 감독
3. 출제 후	가. 출제·검토과정에서 발견된 문제점 보완을 위한 개선 노력	1) 출제·검토과정에 대한 검토위원의 종합 의견 2) 출제·검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사 3) 공정한 채점을 위한 채점 프로세스 모니터링 체제 구축 4) 대학별고사 실시 이후 출제 문항에 대한 고교 교사의 재검토 진행 5) 선행학습 영향평가 위원회 개최 및 심의 6) 전년도 출제 및 검토과정에 대한 개선 사항

1. 출제 전

가. 고교 교육과정 분석

1) 적용 교육과정 관련 내용 확인

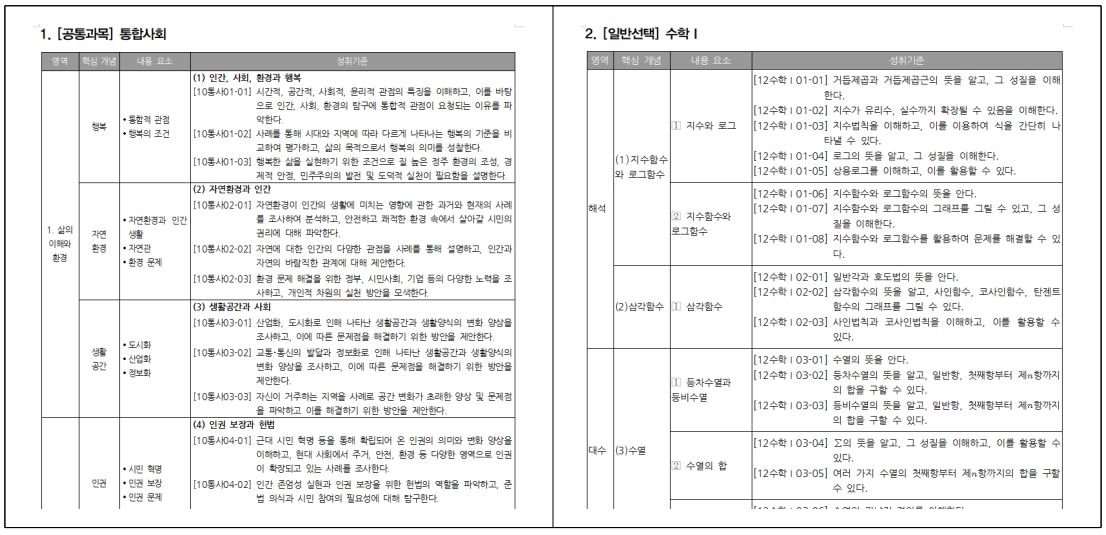
국가교육과정정보센터(NCIC)를 통해 2020년 고등학교 3학년에 적용되는 교육과정을 확인하였으며, 교육과정 총론 및 핵심 성취기준, 교과서 집필기준 등을 확인하였다.

〈표 Ⅲ-2〉 2020년 고등학교 3학년 적용 교육과정

교과	적용 교육과정
국어	2015 개정(교육과학기술부 고시 제2015-74호)
사회	2015 개정(교육과학기술부 고시 제2015-74호)
도덕	2015 개정(교육과학기술부 고시 제2015-74호)
수학	2015 개정(교육과학기술부 고시 제2015-74호)
과학	2015 개정(교육과학기술부 고시 제2015-74호)

2) 각 교과별 교육과정 내용체계 및 성취기준 자료 제작

우리 대학의 대학별고사 관련 교과인 국어, 사회, 도덕, 수학, 과학의 내용체계와 성취기준을 분석하여 각 교과별 성취기준 자료를 제작함



1. [공통과목] 통합사회

영역	핵심 개념	내용 요소	성취기준
1. 삶의 이해와 환경	행복	• 통합적 관점 • 행복의 조건	**(1) 인간, 사회, 환경과 행복** [10통사01-01] 시간적, 공간적, 사회적, 윤리적 관점의 특징을 이해하고, 이를 바탕으로 인간, 사회, 환경의 탐구에 통합적 관점이 요청되는 이유를 파악한다. [10통사01-02] 사례를 통해 시대와 지역에 따라 다르게 나타나는 행복의 기준을 비교하여 평가하고, 삶의 목적으로서 행복의 의미를 성찰한다. [10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.
	자연 환경	• 자연환경과 인간 생활 • 자연관 • 환경 문제	**(2) 자연환경과 인간** [10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다. [10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다. [10통사02-03] 환경 문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 개인적 차원의 실천 방안을 모색한다.
	생활 공간	• 도시화 • 산업화 • 정보화	**(3) 생활공간과 사회** [10통사03-01] 산업화, 도시화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다. [10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다. [10통사03-03] 자신이 거주하는 지역을 사례로 공간 변화가 초래한 양상 및 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위한 방안을 제안한다.
	인권	• 시민 혁명 • 인권 보장 • 인권 문제	**(4) 인권 보장과 헌법** [10통사04-01] 근대 시민 혁명 등을 통해 확립되어 온 인권의 의미와 변화 양상을 이해하고, 현대 사회에서 주거, 안전, 환경 등 다양한 영역으로 인권이 확장되고 있는 사례를 조사한다. [10통사04-02] 인간 존엄성 실현과 인권 보장을 위한 헌법의 역할을 파악하고, 준법 의식과 시민 참여의 필요성에 대해 탐구한다.

2. [일반선택] 수학 I

영역	핵심 개념	내용 요소	성취기준
해석	(1)지수함수와 로그함수	① 지수와 로그	[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다. [12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다. [12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
		② 지수함수와 로그함수	[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다. [12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
	(2)삼각함수	① 삼각함수	[12수학 I 02-01] 일반각과 호도법의 뜻을 안다. [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12수학 I 02-03] 사인법칙과 코사인법칙을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
대수	(3)수열	① 등차수열과 등비수열	[12수학 I 03-01] 수열의 뜻을 안다. [12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.
		② 수열의 합	[12수학 I 03-04] Σ의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.

[그림 Ⅲ-1] 각 교과별 성취기준 자료 제작

나. 모의논술을 통한 교육과정 준수 여부 사전 점검 및 수험생을 위한 정보 제공

1) 모의논술을 통한 교육과정 준수 여부 사전 점검

우리 대학은 수험생의 논술시험 준비를 돕기 위해 모의논술을 실시하고 있다. 모의논술 출제위원에게는 사전에 고교교육과정에 관한 교육을 실시하고 있으며, 모의논술이 교육과정 내에서 출제될 수 있도록 일반고 교사 5명으로 이루어진 모의논술 교사자문위원단을 운영한다. 교사자문위원단은 고교교육과정에 대한 해석 및 가이드를 제시하고, 고교 교육과정 내에서 문제가 출제되었는지 여부를 점검 및 검토한다. 또한 모의논술의 후속으로 진행되는 논술가이드북 원고 집필 등의 역할을 한다.

〈표 Ⅲ-3〉 모의논술 교사 자문위원단 위촉

검토위원	검토계열	검토문제	일반고 여부
윤○○	인문계	문제1, 문제2, 문제3	○
김○○	자연계	수학1, 수학2	○
허○○	자연계	생명과학 I	○
민○○	자연계	물리학 I	○
하○○	자연계	화학 I	○

2) 수험생을 위한 논술시험 정보제공

가) 모의논술 진행

- 모의논술 진행시기: 2020년 4월 ~ 6월
- 모의논술 참여 학교 및 신청인원: 전국 총 814개교, 84,980명
- 논술시험 출제경향 및 채점기준 공개를 통한 신뢰성 및 공정성 제고
- 실제 논술과 동일한 형태의 문제지 및 답안지 제공
- 무료 모의논술시험 경험을 통한 수험생의 경제적, 심리적 부담 완화
- 고교 현장에서 논술지도가 용이하도록 교사 대상 모의논술 해설집 제공

〈표 Ⅲ-4〉 최근 3년간 모의논술 참가교 및 학생수

학년도	참가교	학생수
2019	681	87,333
2020	623	85,632
2021	814	84,980

나) 모의논술 강평 동영상 제공

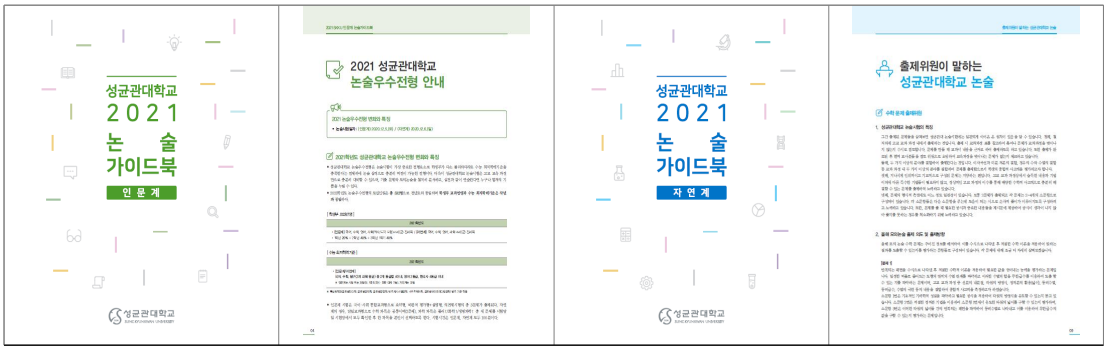
- 모의논술시험 인문계 및 자연계 출제위원의 강평 동영상 제작
- 논술시험 경향 및 문제 유형, 채점 방법 등 해설
- 모의논술 강평 동영상 입학처 홈페이지 및 유튜브 게시
- 논술 준비 편의성 증대 및 개인별 학습기회 제공

[그림 Ⅲ-2] 2021학년도 모의논술 강평 동영상(인문계/자연계)

3) 논술 가이드북을 통한 정보 제공

가) 내용 구성

- 인문계와 자연계로 나누어 제작하여 논술 준비에 필요한 정보 제공
- 논술전형 안내 및 유의사항, 출제위원이 말하는 성균관대 논술, 교사가 바라본 성균관대 논술, 합격생이 경험한 성균관대 논술, 논술실전 Q&A, 논술시험 유의사항 등 내용 수록
- 모의논술 및 2019, 2020학년도 기출문제, 모범답안 및 채점기준, 실전 답안지 견본 수록



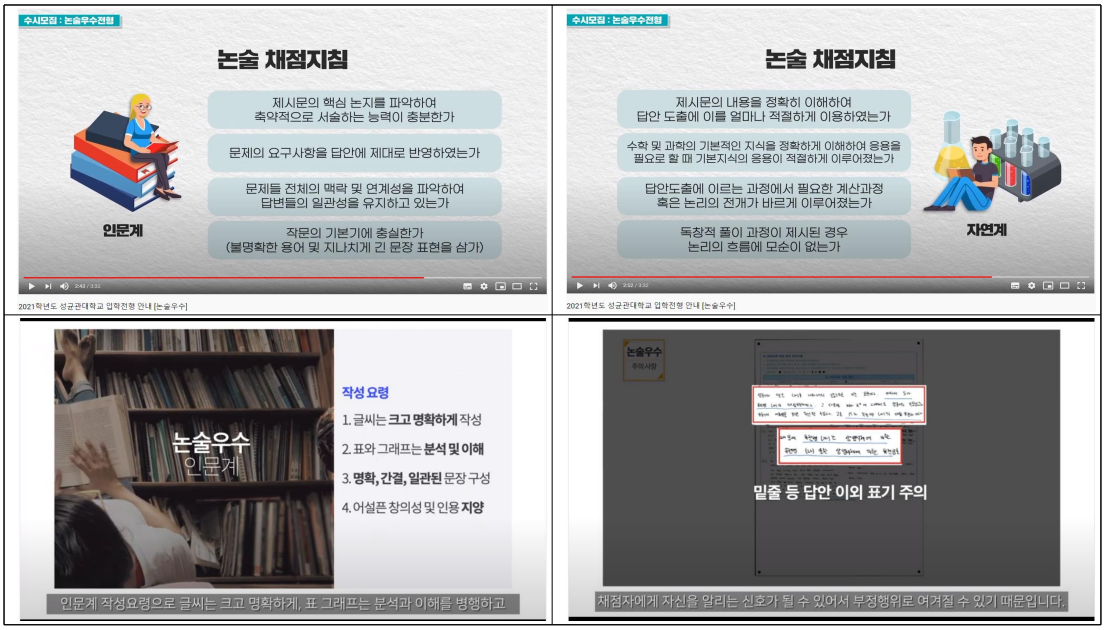
[그림 Ⅲ-3] 2021학년도 논술가이드북(인문계/자연계)

나) 배포 방법

각종 설명회를 통해 무료 배포 및 입학처 홈페이지 다운로드 가능

4) 입학처 홈페이지를 통한 논술전형 안내

- 우리 대학 지원전략설명회 영상에서 논술시험 준비 요령 안내
- 논술우수전형 채점지침, 작성요령, 작성 시 유의사항 안내
- 전년도 논술우수전형 합격 평균 점수, 경쟁률 등 입시결과 상세 안내



[그림 Ⅲ-4] 2021학년도 논술우수전형 안내 영상

다. 출제·검토위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수 실시

1) 출제위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수

가) 연수 기간: 2020.11.23. ~ 11.27. (출제본부 입소 전 1주일 간)

나) 연수 방향 및 내용: 한국교육과정평가원 연수를 토대로 사전교육 진행

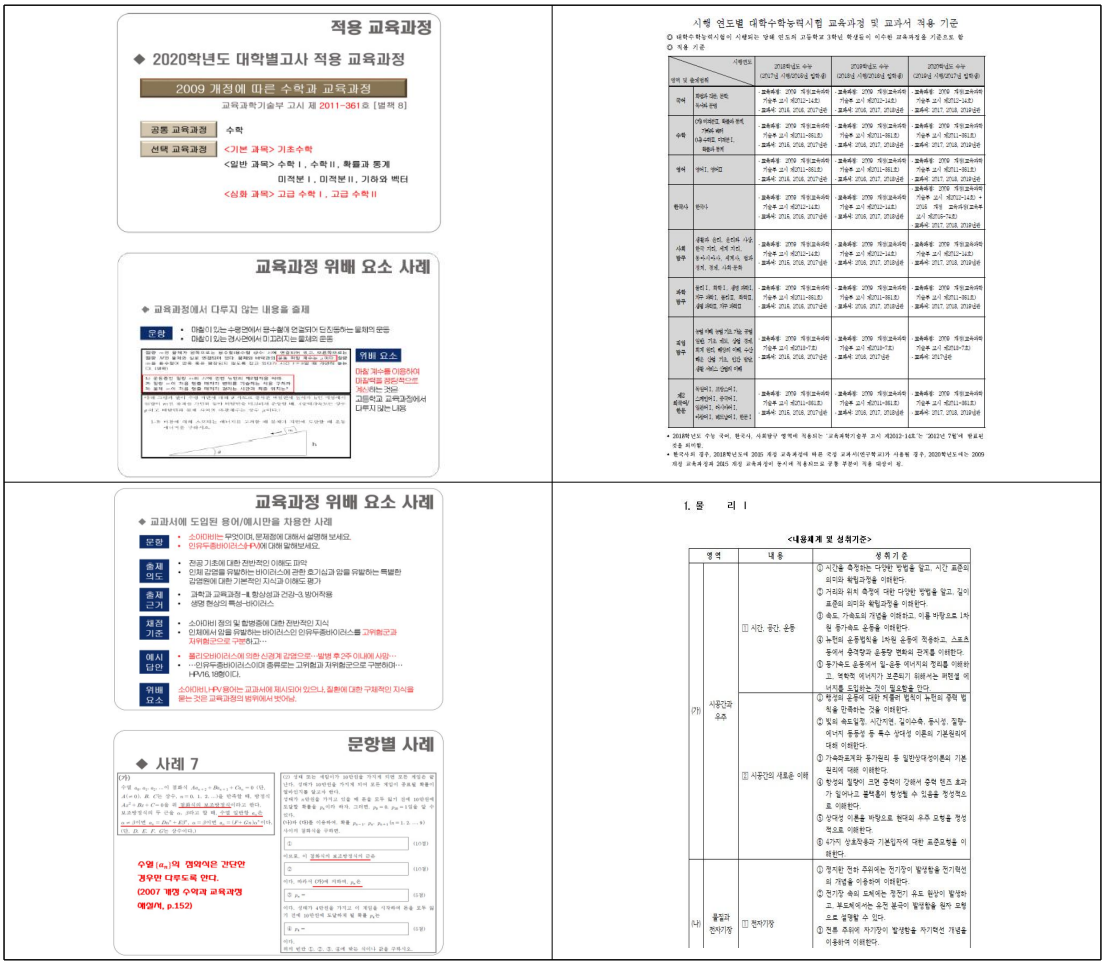
영역	내용
과목별 성취기준 분석 및 안내	- 현행 고등학교 교육과정 및 2020년 고3 적용 교육과정 - 해당 교육과정 과목별 성취기준 자료 제시 및 내용 확인 - 모의논술 고교 현장의 수렴 의견 및 선행학습 영향평가 결과, 과거 논술시험 결과 등 제공
교육과정 준수를 위한 출제지침	- 공교육정상화법에 따른 대학별고사 방향 안내 - 선행학습 영향평가 체제 및 절차 안내 - 선행학습 영향평가 관련 기준 및 위반사례 공유 - 전년도 선행학습 영향평가 보고서 및 대학별 고사 문제 분석 공유 - 2021학년도 모의논술에 대한 교사 자문위원단 분석 자료 공유
문항카드 작성법 안내	- 문항 출제 의도 작성 - 문항의 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준 작성 - 문항 자료 출처 작성(도서명, 저자, 발행연도, 관련자료 등) - 문항에 대한 출제자의 해설 작성 - 문항별 채점기준 및 배점 작성 - 문항별 예시답안 작성

2) 검토위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수

가) 연수 기간: 2020.11.25. ~ 11.27. (출제본부 입소 전 3일 간, 자료제공)

나) 연수 방향 및 내용: 한국교육과정평가원 연수를 토대로 사전교육 진행

영역	내용
교육과정 준수를 위한 출제지침	- 공교육정상화법에 따른 대학별고사 방향 안내 - 선행학습 영향평가 체제 및 절차 안내 - 선행학습 영향평가 관련 기준 및 위반사례 공유 - 전년도 선행학습 영향평가 보고서 및 대학별 고사 문제 분석 공유 - 2021학년도 모의논술에 대한 교사 자문위원단 분석 자료 공유
논술문제 검토 시 유의사항	- 문항이나 제시문에 교육과정의 범위를 벗어나는 용어 사용 - 문항이나 제시문에 교육과정의 범위를 벗어나는 기호 사용 - 문항이나 제시문에 교육과정의 범위를 벗어나는 내용 포함 - 문제해결 과정에서 교육과정을 벗어난 수준 요구 - 문항이나 제시문에 일부 수험생에게 유불리가 발생할 수 있는 소재 포함



[그림 Ⅲ-5] 출제 전 고교 교육과정 사전 연수 자료

[그림 Ⅲ-6] 2021학년도 논술우수전형 출제·검토위원 회의

2. 출제 과정

가. 논술시험 출제과정에 고교 교사 검토위원 참여

2021학년도 성균관대학교 논술시험은 본교 교원 24명(인문계 12명, 자연계 12명)이 출제하고 고교 교사 10명이 검토위원으로 참여하였다. 검토위원은 출제위원과 출제본부에 동반 입소하여 출제된 문제의 고교 교육과정 내 출제 여부에 대해 검토를 진행하였다. 검토위원 10명은 전원 일반고 교사로 구성되었다.

〈표 Ⅲ-5〉 논술시험 교사 검토위원단

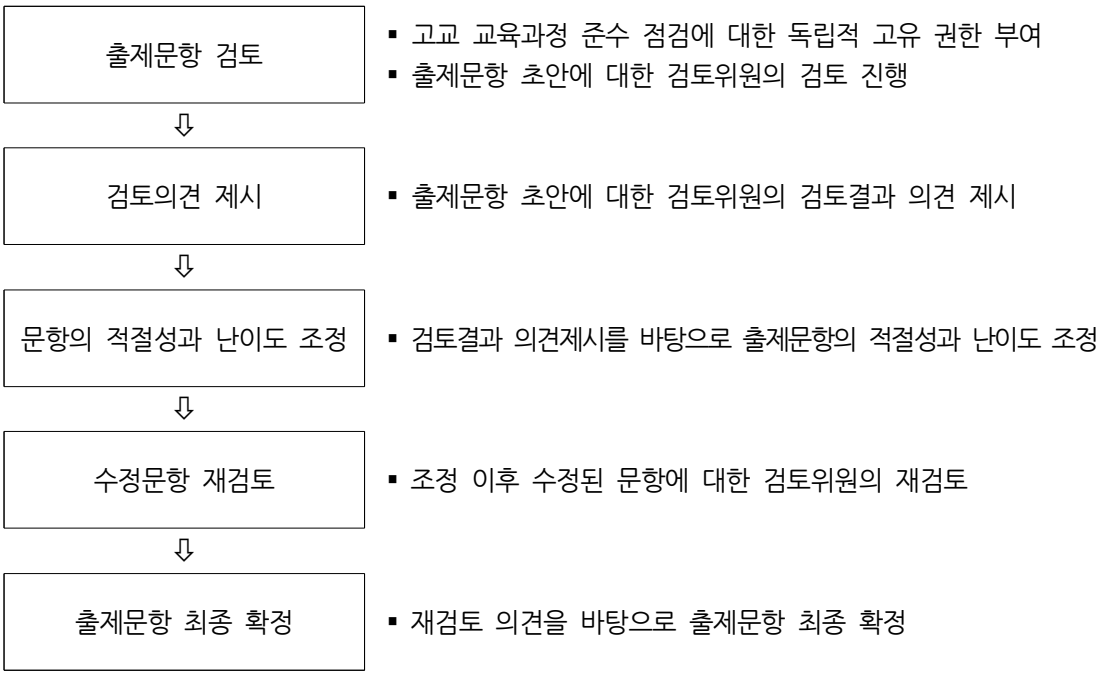
검토위원	검토계열	담당과목	일반고 여부	일반고 교사 비율
장○○	인문계	사회	○	100%
윤○○	인문계	사회	○	
김○○	자연계	수학	○	
오○○	자연계	수학	○	
김○○	자연계	생명과학	○	
정○○	자연계	생명과학	○	
민○○	자연계	물리학	○	
강○○	자연계	물리학	○	
오○○	자연계	화학	○	
정○○	자연계	화학	○	

나. 고교 교사의 출제·검토과정에서의 권한 보장 및 강화

1) 고교 교사 검토위원의 역할 및 권한 보장

논술시험 출제 및 검토과정에서 교사 검토위원은 출제된 문제가 모집요강에 제시한 과목의 수준을 벗어나지 않는지, 고등학교 교육과정의 범위를 준수하였는지 여부를 점검한다. 또한 문항의 적절성과 난이도를 검토하고, 고등학교 교육과정 수준의 용어 및 기호를 사용하여 문제가 출제되었는지, 문항이나 제시문에 따라 일부 수험생에게 유불리가 발생할 수 있는 소지가 있는지 여부를 검토한다. 이에 따라 출제위원에게 의견서를 제출하며 출제위원은 검토위원의 의견을 적극적으로 수용하여 문제 출제에 반영하도록 한다. 또한 검토위원은 이후 논술문제 출제 시 개선해야 할 점에 대한 의견서를 제출한다.

2) 고교 교사 검토위원의 권한 강화를 위한 검토 프로세스



다. 출제의 투명성 및 공정성 강화

1) 공정한 출제를 위한 출제본부 운영

- 출제본부 출입문 봉인 등 폐쇄공간 확보 후 감독위원 입소
- 입학처 제공 자료 이외의 자료 반입 철저히 점검
- 출제본부 내 통신기기 회수 및 통화내용 녹음 실시
- 출제위원 및 검토위원의 서약서, 보안관리 대장(전화/인터넷 사용 등) 작성

2) 인쇄 작업 보안 강화

- 보안인쇄 전문업체 문제지 인쇄
- CCTV 및 녹화기 설치, 통신기기 회수
- 인쇄 담당 작업인력 서약서 작성
- 전문 탑차 이용한 문제지 이송

3) 공정관리위원회의 운영을 통한 공정성 감독

- 기획조정처 산하 대학입학전형공정관리위원회 운영
- 논술시험 운영 및 채점결과 등에 대한 종합감사 실시를 통한 공정성 강화

3. 출제 후

가. 출제·검토과정에서 발견된 문제점 보완을 위한 개선 노력

1) 출제·검토과정에서 제시된 검토위원의 종합 의견

- 논술시험은 고교 교육과정 내 출제를 원칙으로 하므로 출제 전에 교육과정에 대한 정확한 분석이 필요하며 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 벗어나지 않아야 함
- 학생이 자주 접할 수 있는 용어와 정형화 되어 있는 그림 등을 사용하여 학생들이 문제에 보다 쉽게 접근할 수 있도록 해야 함
- 교과서에 근거하여 출제함으로써 고교현장의 학습 수준을 고려하여 출제하고, 학생들에 따라 유불리가 발생하지 않도록 해야 함
- 단답형이나 단순 지식을 묻는 문제가 아닌 학생의 종합적인 사고력, 응용력, 비판적 사고력 등을 평가할 수 있는 문항의 출제가 필요함

〈표 Ⅲ-6〉 인문계 문제 출제·검토과정에 대한 검토위원의 의견

계열	검토 의견
인문계	- 자료가 중의적으로 해석될 수 있는지 여부를 면밀하게 검토해야 함 - [문제1]~[문제3]이 유기적으로 연결되어 학생의 종합적, 비판적 사고력을 평가해야 함

〈표 Ⅲ-7〉 자연계 문제 출제·검토과정에 대한 검토위원의 의견

과목	검토 의견
수학	- 학생들이 고등학교 시험에서 자주 접하는 문구들을 잘 활용하여 출제할 때, 동일한 문제라도 학생들의 이해도가 높을 것으로 생각됨 - 제시문과 문항의 가독성을 높여 학생들이 보다 쉽게 이해할 수 있도록 할 때, 학생들의 수학적 능력을 제대로 평가할 수 있을 것으로 생각됨 - 논술 출제 시 교육과정의 성취기준에 입각하고 일선 고교현장의 학습 수준을 고려해서 출제해야 함 - 교과서의 개념과 성취기준에 근거한 응용 형태의 문항 구성을 하고, 교과서에서 보편적으로 활용된 내용을 기준으로 설정하여 익숙하지 않은 용어와 표현으로 학생들이 문제해결이 어려움을 느끼지 않도록 해야 함. 이는 학습자 교육환경에 따라 달라질 수 있는 평가가 되지 않기 위해서임

과목	검토 의견
물리학	- 교육과정 해석이 모호할 경우 교과서 참조 - 학생 입장에서 직접 풀어봄으로써, 단서의 누락이나 질문이 나올 수 있는 부분, 출제자의 의도와 다른 방식으로 문제를 푸는 별해를 미리 체크할 수 있음 - 교육과정의 취지에 맞게 실생활 소재를 활용하고 물리학의 핵심 개념을 적용하여 문제를 해결하는 전반적인 과정을 평가하도록 출제하는 것이 바람직함 - [물리학 I-i], [물리학 I-ii] 문항은 모두 난도가 정상적인 고등학교 교육과정을 이수한 학생이 스스로의 힘으로 충분히 풀 수 있는 수준이어서 사교육 등의 추가적인 학습을 필요로 하지 않으므로 고등학교 교육 정상화에도 도움이 될 것임 - 문제 출제 중 [물리학Ⅱ]에서 다루거나, 고등학교 교육과정 내에서 다루지 않는 부분이 출제되지 않도록 주의가 필요 - 문제와 그림의 용어를 통일하고 반복되는 용어의 표현 방법을 고려해야 함
화학	- 교과서 내용과 교과서 용어를 사용하여 기본 개념을 확실히 알고 문제의 중요 포인트를 확실히 파악한 학생들은 충분히 풀 수 있어야 한다는 전제로 출제해야 함 - 단답형이나 단순 지식을 묻는 문제가 아닌 응용력과 사고력을 측정할 수 있도록 하며 문제풀이 시 단계별로 정확하게 서술할 수 있는지 능력을 판별할 수 있도록 함
생명과학	- 학생들이 학교에서 경험할 수 있는 실험이 많지 않기에 실험결과를 활용한 문항 출제 시 실험의 상세한 기술적 측면, 실제값과 이론값의 차이 등을 단순화시켜 학생들이 접근하는 데 큰 어려움이 없어야 함. 이번 출제 문항에서 활용된 내용은 학생들 수준에서 이해 가능한 수준이므로 향후에도 이러한 수준으로 유지되었으면 함 - 학생에 따라 문제를 이해하는 데 유불리가 있을 수 있는 문항은 출제위원과의 조율을 통하여 많은 학생들이 이해하기 쉽게 변경할 수 있었음. 현재처럼 다양한 접근방식의 문항출제 및 검토위원과 소통하는 환경조성이 유지되기를 바람 - 문항이나 제시문에 사용되는 용어를 실제 교실에서 수업할 때 사용하는 용어로 제시하며, 같은 개념의 그림일지라도 일반 학력평가 또는 교과서에서 정형화되어있는 그림을 제시하는 것이 학생들이 편하게 논술문제에 접근할 수 있는 요인이 된다고 판단. 향후 학생들의 사고의 깊이와 폭을 알아볼 수 있는 개방형 문제들을 출제하는 것도 고려하기를 바람

2) 출제·검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사

가) 설문개요

- 설문목적: 출제·검토과정에 대한 검토위원 의견 수렴
- 설문대상: 2021학년도 논술시험 교사 검토위원 10명
- 설문기간: 2020년 12월
- 응답척도: 매우 부족/불필요(1) ~ 매우 충분/만족(5)

나) 설문결과

- 전반적인 검토과정에 대해 검토위원들의 만족도가 높은 것으로 나타남
- 특히 논술문제 검토과정에서 출제자와의 협업, 교사 검토위원의 권한 등에서 평균 4.9(5점 만점)의 만족도를 보임

<표 Ⅲ-8> 출제·검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사 결과

번호	문항	응답 (명(%))					평균
		1	2	3	4	5	
1	입학처 제공자료			2(20)	3(30)	5(50)	4.3
2	논술문제 검토시간			1(10)	3(30)	6(60)	4.5
3	논술문제 검토과정에서 출제자와의 협업				1(10)	9(90)	4.9
4	교사 검토위원 인원				4(40)	6(60)	4.6
5	교사 검토위원의 권한				1(10)	9(90)	4.9
6	입학처의 보안 유지 노력				2(20)	8(80)	4.8
7	논술문제 검토 장소 만족도			1(10)	4(40)	5(50)	4.4
8	검토 과정 전반 대학 직원의 안내 정도			1(10)	1(10)	8(80)	4.7
9	추후 검토 과정 참여 의향				1(10)	9(90)	4.9

다) 기타 의견 및 제안

<표 Ⅲ-9> 출제·검토과정에 대한 검토위원의 자체평가

출제·검토과정에 대한 검토위원 자체 평가
- 검토위원들이 출제위원에게 언제든 편안하게 의견을 제시할 수 있었으며, 출제위원이 검토의견을 적극적으로 청취하여 문제에 반영함 - 비교적 큰 어려움 없이 진행되었으며 출제·검토과정의 운영도 만족함

3) 공정한 채점을 위한 채점 프로세스 모니터링 체제 구축

가) 논술시험 출제위원 주관 채점회의 진행
- 출제위원 주관 하에 논술시험 계열별, 교시별 채점회의 진행
- 채점기준의 일반원칙 공유(공정성, 일관성, 균일성 확보)
- 출제의도, 예시답안 안내 및 채점 팀별 토론 진행

나) 온라인 채점 시스템을 활용한 공정한 채점관리
- 온라인 채점 시스템을 통한 보안 강화
- 채점위원의 개별 아이디를 통한 보안 강화
- 실시간 통계를 통한 채점 균일성 확보
- 채점위원 간 교차 채점 실시를 통해 신뢰성 확보
- 채점위원 간 일정 편차 발생 시 출제위원의 3차 추가 채점 진행

다) 공정관리위원회의 논술시험 채점감사 시행
- 기획조정처 산하 대학입학전형공정관리위원회를 통한 채점 감사 실시
- 채점관리의 공정성 및 신뢰성 확보를 위한 감사 진행
- 논술시험 과정의 부정행위 및 채점과정에서의 특이사항 등 종합 심의

4) 대학별고사 실시 이후 출제 문항에 대한 고교 교사의 재검토 진행
- 대학별고사 고교 교육과정 내 출제여부 확인을 위한 고교 교사 재검토 의뢰
- 일반고 교사로 구성된 검토위원단이 대학별고사의 제시문, 문제, 출제의도, 예시답안 등의 교육과정 내 구성 여부를 사후 점검
- 재검토 의견을 선행학습 영향평가 보고서에 수록하여 교육과정 준수 여부 사후 재확인

〈표 Ⅲ-10〉 논술시험 시행 이후 문항 재검토를 위한 교사 검토위원단

검토위원	검토계열	담당과목	일반고 여부
김○○	인문계	사회	○
김○○	자연계	수학	○
강○○	자연계	물리학	○
박○○	자연계	화학	○
이○○	자연계	생명과학	○

5) 선행학습 영향평가 위원회 개최 및 심의

- 보고서 작성 후 선행학습 영향평가 위원회 개최(입학처장, 전임교원, 고교 교사, 입학사정관 등으로 구성)
- 위원회에서 선행학습 영향평가 보고서 내용 검토 및 심의 진행
- 대학별고사의 고교 교육과정 내 출제여부 재검토 진행

6) 전년도 출제 및 검토과정에 대한 개선 사항

- 전년도 선행학습 영향평가 결과 분석을 통해 출제위원들이 보다 상세히 평가기준을 작성하도록 안내함(제시문별·문항별 출제근거, 교육과정 및 성취기준 등)
- 상반기에 모의논술을 시행하여 교사 자문위원단을 통해 교육과정 준수 여부를 사전 점검하고 이를 논술 출제 시 반영하여 논술시험이 교육과정 내에서 출제되도록 노력하고 있으며, 수험생에게는 실질적인 모의시험 기회를 제공함
- 논술시험 출제 및 검토과정에 고교 교사 검토위원이 지속적으로 참여하여 고등학교 교육과정 준수 여부를 점검하고, 교육과정 내 출제원칙을 준수하기 위해 노력하고 있으며 출제위원은 교사 검토위원의 의견을 적극적으로 반영함
- 논술시험 출제 후 교사 자문위원단의 문항 재검토를 통해 제시문 및 문항을 심층분석하고 교육과정 준수 여부 재확인 등 사후점검을 지속적으로 실시하며 이를 차년도 논술시험 기획 및 출제 시 반영함

<표 Ⅲ-11> 2021학년도 개선 사항 요약

구분	2020학년도	2021학년도	비고
논술전형 선발인원	532명	좌동	전체 선발 인원 대비 14.9%
논술시험 개선위원회	인문계, 자연계 운영	좌동	지속적 운영
모의논술 자문위원단 사전검토(교사)	5명	좌동	지속적 운영
논술시험 검토위원 (교사)	자연계 8명 인문계 2명	좌동	지속적 운영
논술시험 사후점검 재검토위원(교사)	5명	좌동	지속적 운영
재외국민 필답시험	폐지	좌동	필답시험 폐지
논술시험 학생부 반영방법	논술 60 + 학생부 40 (교과 30 + 비교과 10)	학생부 비교과 전원 만점 부여	코로나19에 따른 학교현장 교육여건 고려

Ⅳ. 문항 분석 결과 요약

1. 문항 분석 결과 요약표
2. 교사 검토위원단의 문항 재검토 의견

Ⅳ. 문항 분석 결과 요약

1. 문항 분석 결과 요약표

<표 Ⅳ-1> 문항 분석 결과 요약표

평가 대상	입학 전형	계열	문항 번호	하위 문항 번호	교과별 교육과정 과목명	교육 과정 준수 여부	문항 붙임 번호
논술 등 필답 고사	논술 우수 전형	인문계 (1교시)	문제1	-	사회·문화	○	문항카드 1
			문제2	-	사회·문화, 경제	○	문항카드 2
			문제3	-	사회·문화	○	문항카드 3
		인문계 (2교시)	문제1	-	통합 사회, 생활과 윤리	○	문항카드 4
			문제2	-	통합 사회, 생활과 윤리	○	문항카드 5
			문제3	-	통합 사회, 생활과 윤리	○	문항카드 6
		인문계 (3교시)	문제1	-	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회	○	문항카드 7
			문제2	-	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회	○	문항카드 8
			문제3	-	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회	○	문항카드 9
		자연계 (1교시)	수학 1	ⅰ ~ ⅲ	수학 Ⅰ, 수학 Ⅱ, 미적분, 기하	○	문항카드 10
			수학 2	ⅰ ~ ⅳ	수학, 수학Ⅱ, 미적분	○	문항카드 11
			물리학Ⅰ	ⅰ ~ ⅱ	물리학Ⅰ	○	문항카드 12
			화학Ⅰ	ⅰ ~ ⅳ	화학Ⅰ	○	문항카드 13
			생명과학Ⅰ	ⅰ ~ ⅴ	생명과학Ⅰ	○	문항카드 14
		자연계 (2교시)	수학 1	ⅰ ~ ⅳ	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분, 기하	○	문항카드 15
			수학 2	ⅰ ~ ⅴ	수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분	○	문항카드 16
			물리학Ⅰ	ⅰ ~ ⅱ	물리학Ⅰ	○	문항카드 17
			화학Ⅰ	ⅰ ~ ⅳ	화학Ⅰ	○	문항카드 18
			생명과학Ⅰ	ⅰ ~ ⅳ	생명과학Ⅰ	○	문항카드 19
		자연계 (3교시)	수학 1	ⅰ ~ ⅳ	수학, 수학Ⅱ, 미적분	○	문항카드 20
			수학 2	ⅰ ~ ⅳ	수학, 수학Ⅱ, 미적분, 기하	○	문항카드 21
			물리학Ⅰ	ⅰ ~ ⅱ	물리학Ⅰ	○	문항카드 22
			화학Ⅰ	ⅰ ~ ⅳ	화학Ⅰ	○	문항카드 23
			생명과학Ⅰ	ⅰ ~ ⅴ	생명과학Ⅰ	○	문항카드 24
면접· 구술 고사	학과모집 전형	일부학과	-	-	인·적성 평가	○	-
	재외국민 특별전형	일부전형	-	-	인·적성 평가	○	-
	정시모집 일반전형	의예과	-	-	인·적성 평가	○	-

2. 교사 검토위원단의 문항 재검토 의견

우리 대학은 대학별고사의 고교 교육과정 내 출제여부를 확인하기 위해 현직 고교 교사를 선행학습 영향평가의 위원으로 위촉하여 재검토를 진행하였으며 교사 검토위원단은 전원 일반고 교사로 구성하였다.

<표 Ⅳ-2> 논술시험 문항 재검토를 위한 교사 검토위원단 구성

번호	성명	담당과목	검토 대상	일반고 여부
1	김○○	사회	논술우수전형 인문계	○
2	김○○	수학	논술우수전형 자연계	○
3	강○○	물리학		○
4	박○○	화학		○
5	이○○	생명과학		○

위와 같이 구성된 교사 검토위원단이 대학별고사의 제시문, 문제, 출제의도, 예시답안 등의 교육과정 내 구성 여부를 사후 점검하고 심층 분석을 진행하였다. 교사 검토위원단의 문항 분석 결과 및 검토 의견은 인문계, 수학, 물리학, 화학, 생명과학 순서로 수록하였다.

인문계 1교시 〈문제 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

한국경제매거진의 『한경머니 제174호(2019년 11월)』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에 나타난 가치소비의 다양한 형태는 고등학교 <경제> 교과서 'Ⅰ.경제생활과 경제 문제' 단원에서 다루고 있는 합리적 선택과 경제적 유인 등의 교과 개념과 관련이 있다. 또한 가치소비의 형태가 보편법칙을 따르지 않고 있음을 설명하는 부분은 고등학교 <사회·문화> 교과서 'Ⅰ.사회·문화 현상의 탐구' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소로서 '사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.'라는 교육과정 성취기준과도 관련이 있다. 가치소비의 형태를 하나의 모습으로 정형화하기 어렵고 소비자의 행동을 예측하기가 매우 어려워졌다는 내용이 직접적으로 나타나 있어 사회·문화 현상이 특수성을 가지고 있다는 입장임을 충분히 파악할 수 있다.

➢<제시문 2>

<사회·문화> 교과서(미래엔)의 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 자연현상과 사회·문화 현상의 특징을 비교하는 것은 고등학교 <사회·문화>교과서 'Ⅰ.사회·문화 현상의 탐구' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소로서 '사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.'라는 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 제시문에서 사회·문화 현상도 충분히 예측 가능하고, 사회과학은 시대와 장소를 초월하여 동일하게 나타나는 보편 현상들을 탐구한다고 제시하고 있어 사회·문화 현상이 보편성을 가지고 있다는 입장임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 3>

한국개발연구원(KDI)의 『민간의료보험 가입이 의료이용에 미치는 영향(윤희숙, 2008)』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 경제적 유인은 고등학교 <경제> 교과서 'Ⅰ.경제생활과 경제 문제' 단원에서 다루고 있는 내용 요소이며, 제시문에 나타난 정부 정책의 부작용은 <경제> 교과서 'Ⅱ.시장과 경제활동' 단원의 내용 요소인 정부 실패와 관련이 있다. 정부의 정책에 대해 사람들의 반응을 정확히 예측하기 어렵고 이를 보여주는 사례로 민간의료보험제도를 제시하고 있어서 사회·문화 현상이 불규칙적이고 예측하기 어려우며 특수성을 가지고 있다는 입장임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 4>

폴 콜리어의 『자본주의의 미래』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 인간이 사회적 존재이며 집단 내 규범을 개인의 가치로 내면화 할 수 있다는 내용은 <사회·문화> 교과서 'Ⅱ.개인과 사회 구조' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소로서 '개인과 사회의 관계를 바라보는 여러 관점을 비교하고 인간의 사회화 과정을 설명한다.'라는 교육과정 성취기준에도 부합한다. 또한 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅳ.사회사상' 단원에서 다루고 있는 개인과 공동체의 관계, 개인의 권리와 의무 등의 내용과도 관련이 있다. 개인의 윤리적 가치는 전 세계적으로 시대를 뛰어넘는 여섯 가지 특징이 있음을 직접적으로 제시하고 있어 사회·문화 현상이 보편성과 법칙성을 가지고 있음을 파악할 수 있다.

➢<제시문 5>

범양사에서 발행한 『과학사상 24호(김광수, 1998, 카오스 이론과 인지 과학)』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 로고스와 파토스는 고등학교 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅲ.서양 윤리 사상' 단원에서 금욕주의 및 스토아학파와 함께 다루어지는 내용으로 '행복에 이를 수 있는 방법으로서 쾌락의 추구와 금욕의 삶을 강조하는 윤리적 입장을 비교하여 각각의 특징과 한계를 토론할 수 있다.'라는 교육과정 성취기준과도 관련 있는 내용 요소이다. 제시문에서 사회·문화 현상에 대한 이해는 특정 상황 맥락에서 규정되는 행동의 의미를 파악하는 것에서 시작해야 한다고 말하고 있으므로 사회·문화 현상이 특수성을 가지고 있다는 입장임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 6>

Margaret Ward의 『Butterflies and Bifurcations: Can Chaos Theory Contribute to Our Understanding of Family Systems?』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 가족 구성원들의 관계와 가족 구조의 변화, 가족 해체는 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅱ.생명과 윤리' 단원에서 다루고 있는 내용이며, '오늘날의 가족 해체 현상을 탐구하고 이에 대한 극복 방안을 제시할 수 있다.'라는 교육과정 성취기준과도 관련 있는 내용요소이다. 가족 구조의 변화와 가족 해체 등의 모든 변화는 불연속적이며 상황에 따라 달라질 수 있다는 내용을 통해 사회·문화 현상이 예측하기 어려우며 불규칙적이고 특수성을 가지고 있음을 파악할 수 있다.

➢<제시문 7>

<경제> 교과서(천재교육)의 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 소비의 주체인 가계가 소비를 통해 효용을 극대화한다는 내용은 <경제> 교과서 'Ⅰ. 경제생활과 경제 문제' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이며, 교육과정에서 다루

고 있는 합리적 선택, 교환의 이익 등의 개념도 제시문의 내용과 관련이 있다. 제시문은 한계효용의 법칙에 따라 사회 전체의 효용이 극대화 될 것이라고 주장하고 있으므로 사회·문화 현상이 예측가능하고 보편성과 법칙성을 가지고 있음을 파악할 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 1]

다양한 사회·문화 현상의 특징에 대해 상반된 견해를 담고 있는 제시문들을 각각의 입장으로 분류하고 각 입장의 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 제시문들에 나타난 합리적 선택, 경제적 유인, 자연현상과 사회·문화 현상, 당위 법칙, 가치 함축성, 보편성과 특수성, 사회적 존재, 로고스, 가족 등의 개념은 고등학교 <경제>, <사회·문화>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리> 교과서에서 다루고 있는 내용 요소이며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
경제	Ⅰ. 경제생활과 경제 문제	[12경제01-01] 사람들의 경제생활에서 희소성이 존재함을 인식하고 합리적 선택의 필요성을 이해한다. [12경제01-02] 다양한 사례를 통해 비용과 편익을 고려하여 선택하는 능력을 계발하고 매몰 비용은 의사 결정 과정에서 고려하지 않아야 함과 인간은 경제적 유인에 반응함을 인식한다.
	Ⅱ. 시장과 경제활동	[12경제02-03] 경쟁의 제한, 외부 효과, 공공재와 공유 자원, 정보의 비대칭성 등 시장 실패가 나타나는 요인을 파악한다. [12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.
사회·문화	Ⅰ. 사회·문화 현상의 탐구	[12사문01-01] 사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.
	Ⅱ. 개인과 사회 구조	[12사문02-01] 개인과 사회의 관계를 바라보는 여러 관점을 비교하고 인간의 사회화 과정을 설명한다.
윤리와 사상	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-03] 행복에 이를 수 있는 방법으로서 쾌락의 추구와 금욕의 삶을 강조하는 윤리적 입장을 비교하여 각각의 특징과 한계를 토론할 수 있다.
	Ⅳ. 사회사상	[12윤사04-03] 개인과 공동체의 관계, 개인의 권리와 의무, 자유의 의미와 정치 참여에 대한 자유주의와 공화주의의 입장을 비교하여, 개인선과 공동선의 조화를 위한 대안을 모색할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅱ.생명과 윤리	[12생윤02-03] 사랑과 성의 의미를 양성 평등의 관점에서 분석하고, 성과 관련된 문제를 여러 윤리 이론을 통해 설명할 수 있으며 가족윤리의 관점에서 오늘날의 가족 해체 현상을 탐구하고 이에 대한 극복 방안을 제시할 수 있다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 1]

고등학교 <경제>, <사회·문화>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상> 교과에서 다루고 있는 합리적 선택, 경제적 유인, 자연현상과 사회·문화 현상, 당위 법칙, 가치 함축성, 보편성과 특수성, 사회적 존재, 로고스, 가족 등의 내용 요소를 활용하여 사회·문화 현상을 바라보는 상반된 입장을 구분하게 하여 정상적으로 고등학교 교육과정을 이수한 학생들이 충분히 해결할 수 있는 문제를 제시하였다. 각 제시문을 두 입장으로 구분하는 능력과 각각의 핵심 논지를 분석하여 요약하는 능력을 파악하고자 하였으며 제시문들 간의 입장을 명확하게 분류하였는지, 핵심 논지를 잘 분석하여 기술하였는지, 제시문들 간의 차이점이 효과적으로 부각되었는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <경제>, <사회·문화>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 1교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

➢<자료 1>

<자료1>은 자동차 수요량과 총 에너지 소비량의 관계를 보여 주는데 <자료1-1>은 정책 시행 전 예측 모형이며, <자료1-2>는 정책 시행 후 실제 결과이다. 이러한 형태의 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 쉽게 접할 수 있으므로 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이 자료를 해석하는데 큰 어려움이 없을 것이라 판단된다. <자료1-1>에서 기술혁신을 통한 에너지 효율 개선 정책의 결과 에너지 소비량이 줄어들 것으로 정부가 예측했음을 알 수 있다. 그러나 <자료1-2>를 보면 실제로 에너지 효율 개선 정책 시행 후에 자동차 수요량이 증가하고 총 에너지 소비량도 증가하여 정부의 예측이 틀렸음을 파악할 수 있다. 이를 통해 자동차 수요량과 총 에너지 소비량이 정부의 예측과 다른 이유를 추론해 볼 수 있으며, 사회·문화 현상이 예측하기 어렵고 특수성을 가지고 있다는 입장의 근거로 활용될 수 있는 자료임을 파악할 수 있다.

➢<자료 2>

<자료2>는 정책 시행 전·후 국민들의 생활 및 소비 행태의 변화를 비교하고 있다. 이를 통해 자동차의 평균 연비는 향상되었으나 자동차 판매 대수 및 평균 주행거리가 증가하였고 가전제품 및 친환경 자동차의 판매수도 증가하여 총 에너지 사용량 증가의 원인이 되었음을 파악할 수 있다. 이를 통해 에너지 효율성 개선 정책으로 에너지 절감 효과가 일부 발생했으나 이를 통해 절약한 돈을 다른 가전제품 소비에 사용함으로써 전체 에너지 소비량이 증가하였음을 파악할 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 2]

정책 시행 전·후의 자동차 수요량과 총 에너지 소비량의 관계를 나타내는 <자료1>과 국민들의 생활 및 소비행태 변화를 나타내는 <자료2>를 함께 해석하여 [문제1]의 상반된 입장 중 어느 쪽을 옹호하는 근거로 활용될 수 있는지를 분석·설명하는 능력을 평가하고자 하였다. 해당 자료는 정부 정책의 실패를 보여주는 내용으로 자료를 비교하고 각 자료 간의 논리적 상관관계를 파악하는 과정을 통해 자료 해석 능력과 종합적인 사고 능력을 측정할 수 있으며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
경제	Ⅱ. 시장과 경제활동	[12경제02-03] 경쟁의 제한, 외부 효과, 공공재와 공유 자원, 정보의 비대칭성 등 시장 실패가 나타나는 요인을 파악한다. [12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.
사회·문화	Ⅰ. 사회·문화 현상의 탐구	[12사문01-01] 사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 2]

[문제1]에서 살펴본 사회·문화 현상의 특징에 관한 상반된 입장 중 하나를 지지하는 논리적 근거 제시 능력을 파악하는 것이 출제 의도이며 <자료1-1>과 <자료1-2>, <자료2>를 통해 정부 실패와 사회·문화 현상의 특수성을 파악할 수 있으므로 출제의도에 부합하는 문제이다. <자료1>을 통해 정부의 예측과 다르게 정책 시행 후 에너지 소비량이 증가했음을 알 수 있고, <자료2>를 통해 자동차 에너지 효율성 개선으로 절약한 돈을 가전제품 등의 소비에 사용하여 에너지 소비가 증가했음을 파악할 수 있다. <자료1-1>과 <자료1-2>, <자료2>를 정확하게 해석하였는지 여부, 각 자료를 활용하여 사회·문화 현상의 특징에 관한 상반된 입장 중 하나를 옹호하는 논리가 적절한지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 구체적이며 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <경제>, <사회·문화> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 1교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

➢[문제 3]

환경훼손 문제를 해결하기 위한 두 가지 연구 계획서를 통해 양적 연구와 질적 연구를 비교하고 이를 적용하는 능력을 파악하고자 하는 문제이다. 양적 연구와 질적 연구는 고등학교 <사회·문화> 교과서 'Ⅰ.사회·문화 현상의 탐구' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이며, 현대 사회의 특성과 변화 양상을 파악하고 이에 대한 탐구 방법을 습득하여 스스로 사회·문화 현상에 대한 지식과 관점을 형성하고 활용하는 능력과 태도의 함양을 목표로 하는 <사회·문화> 교과의 목표에도 부합하는 내용이다. 양적 연구 또는 질적 연구를 선택한 후 [문제1]의 입장 중 한 입장에 근거하여 본인의 선택을 정당화하는 과정을 통해 문제 해결능력 및 의사 결정 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 파악할 수 있으며 이와 관련된 고등학교 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
사회·문화	Ⅰ. 사회·문화 현상의 탐구	[12사문01-01] 사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다. [12사문01-02] 사회·문화 현상을 탐구하기 위한 양적 연구 방법과 질적 연구 방법의 특징 및 차이점을 비교한다. [12사문01-03] 사회·문화 현상의 탐구 과정에서 활용되는 다양한 자료 수집 방법의 유형과 특징을 비교한다.
사회문제 탐구	Ⅰ. 사회문제의 이해	[12사탐01-02] 사회문제 탐구를 위한 과학적 방법과 절차를 파악하고, 사회문제 탐구를 위해 필요한 다양한 자료 수집 방법의 특징을 설명한다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

2. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 3]

연구소 A와 연구소 B의 연구 계획서를 통해 양적 연구와 질적 연구를 구분하고 각 방법의 차이를 정확하게 파악하여 [문제1]의 상반된 입장 중 하나를 논리적 근거를 가지고 지지할 수 있는지를 파악하는 것이 출제의도이다. 문제에서 제시한 <보기>자료에서 가설, 자료 수집 방법 등을 통해 양적 연구와 질적 연구를 명확하게 구분할 수 있으므로 출제의도에 부합하며 교육과정 상 타당한 내용이다. 양적 연구 또는 질적 연구를 구분하고 각 연구의 목적과 특징을 제대로 파악하고 있는지 여부, 이를 활용하여 상반된 입장

중 하나를 지지하는 논거로 체계적으로 연결하였는지 여부, [문제1]과 [문제3]을 종합하여 심화된 주장을 제시하였는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <사회·문화>, <사회문제탐구> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 1교시 종합의견〉

사회·문화 현상의 특징을 자연현상과 비교하여 파악하는 것은 고등학교 〈사회·문화〉 교육과정에서 중요하게 다루고 있는 내용이다. 또한 〈제시문1〉 ~ 〈제시문7〉에 나타난 합리적 선택, 경제적 유인, 당위 법칙, 보편성과 특수성, 사회적 존재, 로고스 등의 개념들은 고등학교 〈경제〉, 〈사회·문화〉, 〈생활과 윤리〉, 〈윤리와 사상〉 교과서에서 충분히 학습 가능한 내용 요소들이다. 이러한 사회과 및 도덕과 교육과정을 잘 이해하고 있다면 제시문의 내용을 파악하고 자료를 해석하여 문제를 해결하는데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

[문제1]에서 다루고 있는 사회·문화 현상의 특징에 관한 상반된 입장은 '사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.'는 〈사회·문화〉 교육과정 성취기준과 관련이 있다. 각 제시문에 사용된 개념과 단어 및 문맥이 평이하여 내용을 이해하는데 어렵지 않으며, 핵심 주장을 직접적으로 제시하고 있어서 수험생의 입장에서 상반된 입장을 쉽게 파악할 수 있다고 판단된다.

[문제2]에서 제시된 〈자료1-1〉과 〈자료1-2〉는 나타내는 것이 분명하고 용어도 어렵지 않아 정부가 시행한 정책이 예측을 벗어난 결과를 초래했음을 바로 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 이러한 현상이 발생한 이유를 추론할 수 있도록 〈자료2〉를 통해 국민의 소비행태 변화를 제시하고 있어 이를 종합하여 사회·문화 현상의 불규칙성과 특수성을 지지하는 근거로 활용될 수 있음을 파악할 수 있다. 자료에서 파악 가능한 정부 실패 개념은 고등학교 〈경제〉 교육과정에서 다루고 있는 내용이며 전문용어나 복잡한 수식이 활용된 자료가 아니므로 고등학교 교육과정을 충실하게 이수한 수험생이라면 쉽게 자료를 분석할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제3]은 양적 연구와 질적 연구를 구분하여 하나를 선택하고 사회·문화 현상의 특징과 연결하여 선택을 정당화하도록 하고 있는데 이는 고등학교 〈사회·문화〉, 〈사회문제탐구〉 교과에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이다. 사회·문화 현상의 보편성을 강조하는 입장은 양적 연구를 선택하고 사회·문화 현상의 특수성을 강조하는 입장은 질적 연구를 선택할 수 있는데 해당 내용은 학교 현장에서 지필평가 뿐만 아니라 수행평가에서도 많이 활용되는 학습 요소이므로 고등학교 교육과정에 부합하는 타당한 내용이라 판단된다.

전체적인 논술 문제의 유형이 성균관대학교가 시행해온 틀을 유지하고 있어서 수험생들에게 큰 어려움은 없었을 것이라 생각되며 **제시문과 자료의 수준 및 문항에서 요구하는 능력들이 고등학교 교육과정에 부합하는 문제가 출제**되었다고 판단된다.

인문계 2교시 〈문제 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

신동준의 『순자론』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 자연을 바라보는 인간중심주의가 나타나 있으며 해당 내용은 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원에서 중요하게 다루고 있다. 또한 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원에서 해당 내용이 등장하며 '자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.'라는 교육과정 성취기준에도 부합한다. 하늘은 만물을 낳을 수는 있으나 만물을 다스릴 수 없으며, 땅은 사람을 서게 할 수는 있으나 사람을 다스릴 수는 없다는 내용을 통해 환경윤리 중 인간중심주의적 입장을 지지하고 있음을 파악할 수 있다.

➢<제시문 2>

홍대용의 『의산문답』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 자연을 바라보는 생태중심주의 입장이 나타나 있으며 해당 내용은 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원에서 중요하게 다루고 있다. 또한 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원에서 해당 내용이 등장하며 '자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.'라는 성취기준에도 부합한다. 제시문에는 다양한 자연현상들이 인간 생활의 근원이 됨을 소개하고 있으며 성인은 만물을 스승으로 삼는다는 표현도 직접적으로 제시하고 있어 환경윤리 중 생태중심주의적 입장을 지지하고 있음을 파악할 수 있다.

➢<제시문 3>

양해림의 『한스 요나스의 생태학적 사유 읽기』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문은 자연을 일종의 도구로 보며 인간이 적극적으로 자연에 개입할 때 과학 기술이 발전하고 인간의 삶이 풍요로워질 수 있다고 설명하고 있는데 해당 내용은 인간중심주의적 입장으로 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원 및 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이다. '솔로몬의 집'에서 기후 실험, 양봉 실험, 동식물의 성장과 촉진 등 다양한 실험이 이루어지고 있음을 통해서 자연 존재의 가치를 인간을 위한 수단으로 생각하는 인간중심주의적 입장이 나타나 있음을 파악할 수 있다.

➢<제시문 4>

데자르댕의『환경윤리』일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에서는『모래 군(郡)의 열두달』을 인용하여 조화로운 생태적 관계에 대해 설명하고 있으며 해당 내용은 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원에서 자연을 바라보는 동양의 관점에 잘 나타나 있다. 또한 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원에서 제시된 '자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다.'라는 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용 요소이다. 땅과 건강한 관계를 맺는 인간의 전형, 공동체의 무한한 상호의존성 등의 표현을 통해 생태계 전체의 유기적 관계와 균형을 중요시하는 생태중심주의를 파악할 수 있다.

➢<제시문 5>

폴 W. 테일러의『자연에 대한 존중』일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 환경윤리 중 생태중심주의와 관련된 내용이 나타나 있으며 해당 내용은 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원에서 중요하게 다루고 있다. 또한 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원에 제시된 '자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.'라는 교육과정 성취기준과도 관련 있는 내용이다. 불간섭 의무, 야생의 자유를 존중하라는 요구 등의 표현을 통해 생태중심주의의 입장과 일맥상통하는 내용임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 6>

데자르댕의『환경윤리』일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 환경윤리의 관점 중 인간중심주의가 나타나 있으며 해당 내용은 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원에서 중요하게 다루고 있다. 또한 제시문에 표현된 기독교, 공리주의 등의 개념은 고등학교 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅲ.서양 윤리 사상' 단원에서 다루고 있다. 필자는 인간과 자연이 분리되어 있다는 이분법적 사고를 바탕으로 인간이 어떻게 자연을 보살펴야 하는지 알 수 있다는 주장을 하고 있는데 이를 통해 제시문은 자연에 대한 인간의 개입을 옹호하는 인간중심주의적 입장임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 7>

이상헌의『생태주의』일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문은 남성중심주의를 통해 여성과 자연이 타자화되고 소외되었음을 지적하며 여성과 자

연에 대한 차별적이고 위계질서적인 구조에서 해방되어야 함이 나타나 있다. 이는 고등학교 <사회·문화> 교과서 'Ⅳ.사회 계층과 불평등' 단원에서 다루고 있는 내용 요소와 관련이 있으며, 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원 및 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅱ.자연환경과 인간' 단원의 내용과도 관련이 있다. 남성중심주의가 자연을 억압하고 환경오염 발생의 원인이 될 수 있음을 지적하고 있는 제시문을 통해 인간이 자연 환경에 개입하거나 간섭하는 것을 금지해야 한다는 생태중심주의적 입장을 파악할 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 1]

환경윤리와 관련된 상반된 견해를 담고 있는 제시문을 각각의 입장으로 분류하고 각 입장의 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 제시문들에 나타난 인간중심주의와 생태중심주의는 고등학교 <통합사회>와 <생활과 윤리> 교육과정에서 공통적으로 다루고 있는 내용 요소이며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅱ.자연환경과 인간	[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다. [10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.
생활과 윤리	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.
윤리와 사상	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-04] 그리스도교 윤리사상의 특징을 탐구하고, 고대 그리스 사상이 그리스도교 사상과 결합하여 발전한 자연법 윤리사상에 대해 설명할 수 있다. [12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.
사회·문화	Ⅳ. 사회 계층과 불평등	[12사문04-01] 기능론과 갈등론을 활용하여 사회 불평등 현상을 설명하고 각 이론의 특징을 비교한다. [12사문04-03] 다양한 사회 불평등 양상을 조사하고 그와 관련한 차별을 개선하기 위한 방안을 모색한다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 1]

고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>에서 다루고 있는 환경윤리에 관한 입장이 담긴 제시문들을 인간중심주의적 입장과 생태중심주의적 입장으로 분류하고 효과적으로 요약할 수 있는 능력을 파악하고자 하였다. <제시문1> ~ <제시문7> 모두 고등학교 교과서의 내용에 바탕을 둔 관련 서적에서 선별하였으며 제시문의 입장이 분명히 드러나도록 재구성되어 있기 때문에 교육과정을 정상적으로 이수한 수험생이 충분히 해결할 수 있고 출제의도와도 부합하는 문제이다. 환경윤리와 관련된 인간중심주의와 생태중심주의를 정확히 분류했는지 여부, 각 제시문의 핵심 요지를 풍부하게 기술했는지 여부, 제시문의 내용들을 종합적으로 재구성하여 기술하였는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회·문화> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 2교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

➢<자료 1>

국립산림과학원의『조선후기 산림과 온돌』일부 내용을 출제의도에 맞게 재구성한 것이다. 해당 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 쉽게 접할 수 있는 형태이며 어려운 개념이나 용어가 활용되지 않았으므로 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이 자료를 해석하는 데 큰 어려움이 없을 것이라 판단된다. <자료1>을 보면 1639년 온돌보급률은 32%, 산림황폐화율은 41%였으나 1911년 온돌보급률은 94% 산림황폐화율은 89%로 온돌보급이 늘어날수록 산림의 황폐화도 심해지고 있음을 파악할 수 있다. <자료1>은 조선시대 온돌보급 확대로 장작 수요가 증가하면서 산림황폐화가 진행되었음을 보여주고 있으므로 인간의 생존과 풍요로움을 위해 산림자원을 무분별하게 사용한 인간중심주의를 비판하는 사례로 활용될 수 있다.

➢<자료 2>

UN이 제시한 지구생존지수 그래프에는 1940년 이후 2000년까지 시간에 흐름에 따른 해양 생물, 담수 생물, 산림 생물, 전체 척추동물 생존지수가 제시되어 있다. 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 쉽게 접할 수 있는 형태이며 각주를 통해 지구생존지수는 생물의 다양성을 나타내는 지표임을 제시하고 있어서 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이 쉽게 자료를 해석할 수 있을 것이라 판단된다. <자료2>에서는 시간의 흐름에 따라 각종 생물의 지구생존지수가 점차 낮아지고 있음을 보여주는데 이를 통해 과학 기술의 진보와 경제발전을 이루는 과정에서 자연 훼손 및 생태계 파괴가 진행되었음을 파악할 수 있다. 이는 인간중심주의적 환경윤리를 비판하는 자료로 활용될 수 있다.

➢<자료 3>

<자료3-1>은 전력 발전량과 실질 국내 총생산의 관계를 보여주고 <자료3-2>는 전력발전의 연료원별 비중을 보여주고 있다. 이러한 자료를 해석할 수 있는 능력은 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 평가요소로 활용하고 있으므로 교육과정에 부합하는 자료라 판단된다. <자료3-1>을 통해 전력 발전량과 실질국내총생산이 같은 흐름으로 증가하고 있음을 파악할 수 있으며 <자료3-2>를 통해 재생 가능한 연료원의 사용이 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 이를 종합하여 인간중심주의 성장의 한계를 보여주는 자료로 활용할 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 2]

<자료1> ~ <자료3>을 종합적으로 해석한 후 [문제1]에 나타난 상반된 입장 중 하나를 논리적 근거를 갖추어 비판할 수 있는지를 파악하고자 하였다. 고등학교 교육과정을 이수한 수험생들에게 기본적인 표와 그래프 등을 해석할 수 있는 자료 해석 능력이 요구되며 각 자료의 해석을 위해 어려운 개념이나 용어가 활용되지도 않으므로 고등학교 교육과정에 부합하는 자료라 판단된다. 자료의 구체적인 경향성과 논리적 상관관계를 파악하는 과정을 통해 자료 분석 역량 및 종합적인 사고력을 측정할 수 있다. <자료1> ~ <자료3>은 모두 인간중심주의를 비판하는 데 활용될 수 있는 자료들로 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리> 교과에서 다루고 있는 내용 요소들이며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅱ. 자연환경과 인간	[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다. [10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.
생활과 윤리	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 2]

[문제2]를 통해 수험생들이 자료를 정확하게 해석하는 능력과 자료 간의 논리적 관계를 파악하여 논술하는 능력을 평가하고자 하였는데 각 자료들은 이를 파악하기에 적절한 것으로 판단된다. <자료1>은 온돌보급률과 산림황폐화율의 추이를 통해 산림황폐화의 원인을 추론할 수 있도록 구성되었으며, <자료2>에서는 시간의 흐름에 따라 전체적인 생물의 지구생존지수가 낮아지고 있음이 분명히 제시되어 있다. <자료3-1>을 통해 국내 총생산과 전력발전량의 증가추세가 유사함을 파악할 수 있고 <자료3-2>에서 전력발전의 연료원도 제시해주고 이를 종합하여 자연에 개입하는 인간중심주의 입장을 비판하는 자료로 활용하는 데는 무리가 없다. 또한 <통합사회>, <생활과 윤리> 교과에서 인간중심주의

와 생태중심주의를 다루고 있어 교육과정의 범위 내에서 충분히 판단 가능한 내용이다. <자료1> ~ <자료3>을 정확하게 해석하였는지 여부, 생태중심주의적 입장에서 인간중심주의적 입장을 비판하는 근거로 활용되었는지 여부, [문제1]의 입장과 관계를 논리적으로 서술하였는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 2교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

➢[문제 3]

바다표범 사냥과 관련된 기사를 보고 [문제1]에서 다룬 환경윤리에 관한 두 입장을 논리적이고 설득력 있게 정립할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 신문 기사나 현실 사례를 두고 이에 대한 상반된 입장을 논술하거나 토론하는 활동은 학교 현장에서 수행평가로 많이 활용되고 있는 유형이며, 복합적인 사회현상을 사실 자료와 다양한 가치 등을 고려하면서 탐구하고 성찰하는 능력을 기른다는 <통합사회> 교과의 교육과정 상 목표에도 부합하는 문제라 판단된다. 또한 자연을 바라보는 동서양의 관점과 환경 문제에 대한 윤리적 쟁점을 다루고 있는 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원의 내용 요소도 충실히 반영하고 있으며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅱ.자연환경과 인간	[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다. [10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.
생활과 윤리	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

2. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 3]

환경윤리와 관련된 상반된 두 입장에 모두 활용될 수 있는 기사 내용을 자료로 제시하여 수험생들이 [문제1]의 입장과 연관 지어 체계적으로 논술할 수 있는 능력이 있는지를 평가하고자 하였다. 어민의 생계유지 및 지역 경제 회복, 대구 등 해양 어족의 개체 수 급감 해결 및 바다표범 개체 수의 관리 등을 근거로 인간중심주의적 관점을 제시하거나 바다표범과 인간은 생태공동체의 동등한 구성원이라는 점, 바다표범 사냥 방식의 폭

력성과 잔인함 등을 근거로 생태중심주의적 관점을 제시할 수 있다. 이러한 문제 구성은 <통합사회>, <생활과 윤리> 교과서에서 다루고 있는 내용을 반영하고 있으므로 교육과정상 타당하다고 판단된다. 바다표범 사냥과 [문제1]의 입장을 올바르게 연관 지었는지 여부, 인간중심주의와 생태중심주의 입장의 근거가 적절하게 활용되었는지 여부, 각 입장에 대한 서술이 논리적이고 설득력 있는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 2교시 종합의견〉

인간과 자연의 관계를 바라보는 관점으로 인간중심주의 자연관과 생태중심주의 자연관은 고등학교 〈통합사회〉 및 〈생활과 윤리〉 교과에서 공통적으로 다루고 있는 내용 요소이다. 〈제시문1〉 ~ 〈제시문7〉은 교과서 내의 자료를 활용한 것은 아니지만 고등학교 사회과 및 도덕과 교육과정의 내용에 바탕을 둔 관련 서적에서 선별하였으며 제시문의 입장이 분명히 드러나도록 재구성되었다. 또한 [문제2]의 〈자료1〉 ~ 〈자료3〉 및 [문제3]의 〈보기〉 내용도 교과서 범위 내에서 구성되어 있어서 사회과 및 도덕과 교육과정 내용 요소를 잘 이해하고 있다면 제시문 및 자료를 해석하고 문제를 해결하는데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

[문제1]에 나타난 환경윤리에 관한 대립적인 두 입장은 '자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다'는 〈통합사회〉교과의 성취기준과 관련이 있다. 또한 '자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다'는 〈생활과 윤리〉교과의 성취기준에서도 다루고 있는 내용이다. 이와 같이 [문제1]에 나타난 각 제시문의 내용은 고등학교 교육과정을 충실히 반영하고 있으며 단어나 문맥도 평이하여, 정상적인 교육과정을 이수한 수험생이라면 쉽게 상반된 입장을 구분할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제2]에 제시된 〈자료1〉 ~ 〈자료3〉은 모두 인간중심주의의 비판하는 근거로 활용될 수 있는 내용으로 각 자료가 보여주는 내용이 명확하여 자료의 구체적인 경향성과 논리적 상관관계를 파악하는 것이 어렵지 않다. 기본적인 표와 그래프 등을 해석할 수 있는 자료 해석 능력은 정상적인 교육과정을 이수한 고등학생에게 요구되는 기본 소양이므로 이를 평가하기 위해 제시된 [문제2]의 자료들은 교육과정에 부합한다고 판단된다.

[문제3]은 바다표범 사냥과 관련된 기사를 토대로 환경윤리에 관한 대립되는 두 입장을 논리적이고 설득력 있게 논술하는 능력을 평가하는 문항으로 학교 현장의 많은 논술형 수행평가에서 활용되는 유형이다. 쟁점이 될 수 있는 사회현상에 대한 대립된 견해를 구분하고 논리적 근거를 갖추어 글을 작성하도록 하는 것은 '복합적인 사회현상을 사실 자료와 다양한 가치 등을 고려하면서 탐구하고 성찰하는 능력을 기른다'는 〈통합사회〉 교과의 교육과정 상 목표에 충실한 유형이라 판단된다.

전체적인 논술 문제의 유형이 성균관대학교가 시행해온 틀을 유지하고 있어서 수험생들에게 큰 어려움은 없었을 것이라 생각되며 **제시문과 자료의 수준 및 문항에서 요구하는 능력들이 고등학교 교육과정에 부합하는 문제가 출제**되었다고 판단된다.

인문계 3교시 〈문제 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

EBS의 『수능특강 생활과 윤리』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에서 4차 산업혁명의 방향으로 공리주의적 관점이 나타나 있으며 공리주의는 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅰ.현대의 삶과 실천윤리' 단원과 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅲ.서양 윤리 사상' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이다. 또한 '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.'라는 <윤리와 사상> 교과의 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 인간은 누구나 고통과 쾌락의 지배를 받으며 고통은 최소화하고 쾌락은 최대화하는 방향으로 고려해야 한다는 주장이 직접적으로 표현되어 있어 공리주의 윤리관을 쉽게 파악할 수 있다.

➢<제시문 2>

K. N. Himma and H. T. Tavani. ed.의 『The Handbook of Information and Computer Ethics』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에서 다루고 있는 지적재산권은 고등학교 <통합사회>, 'Ⅲ.생활공간과 사회'단원, <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리'단원, <사회문제탐구> 'Ⅱ.게임 과몰입'단원 등 여러 교과에서 다루고 있는 내용이며, 공유지의 비극이나 효율성 개념도 <경제>교과와 관련이 있다. 또한 '정보사회의 의미와 특징을 이해하고, 정보사회에서 나타나고 있는 다양한 사회문제에 대해 조사한다.'라는 <사회문제탐구> 교과의 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 지적재산권을 부여하는 이유가 저자와 발명가가 권리를 누릴 자격이 있다기보다 사회가 창작물을 최대한 활용할 수 있기 때문이라는 표현을 통해 공리주의 윤리관을 기반으로 하고 있음을 도출할 수 있다.

➢<제시문 3>

변수용, 이연희의 『인공지능을 윤리하다』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문은 자율주행자동차를 디자인하는 경우에 대해 공리주의와 의무론적 윤리관을 비교하여 설명하고 있는데 해당 내용은 고등학교 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅲ.서양 윤리 사상' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이며, '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.'라는 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 인격적 존엄성은 그 무

엇보다 바꿀 수 없는 최고의 가치이며 사회 복지나 진보 보다 우선되어야 한다는 마지막 문장을 통해 의무론적 윤리관을 쉽게 파악할 수 있다.

➢<제시문 4>

유발 하라리의 『21세기를 위한 21가지 제언』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문은 정보사회의 거대한 데이터 처리 체계 속에서 인간 소외와 개인의 자율성이 상실되는 문제를 다루고 있다. 이러한 정보사회의 문제점은 고등학교 <통합사회>, 'Ⅲ.생활공간과 사회'단원, <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리'단원, <사회문제탐구> 'Ⅱ.게임 과몰입' 단원 등 여러 교과에서 다루고 있는 내용이며 '정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체 윤리의 관점에서 제시할 수 있다.'라는 <생활과 윤리> 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 제시문에는 정보사회에 권위가 인간에게서 알고리즘으로 이동하면서 인간이 거대한 데이터 처리시스템 속 작은 칩으로 전락하고 개인의 자율성이 상실되어 가고 있음을 지적하고 있다. 이를 통해 인격적 존엄성을 우선시하는 의무론적 윤리관을 옹호하는 입장임을 파악할 수 있다.

➢<제시문 5>

EBS의 『수능특강 생활과 윤리』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 정보사회에서 발생할 수 있는 사생활 침해나 명예 훼손이 나타나 있는데 이러한 정보사회의 문제는 고등학교 <통합사회>, 'Ⅲ.생활공간과 사회' 단원, <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원, <사회문제탐구> 'Ⅱ.게임 과몰입' 사회·문화 'Ⅴ.현대의 사회 변동' 단원 등 여러 교과에서 다루고 있는 내용이다. 또한 '정보사회의 의미와 특징을 이해하고, 정보사회에서 나타나고 있는 다양한 사회문제에 대해 조사한다.'라는 <사회문제탐구> 교과의 교육과정 성취기준과도 관련이 있다. 정보사회에 발생한 사생활 침해나 명예훼손에 대한 구제 절차 및 개인의 권리 보장을 내용으로 하고 있으므로 의무론적 윤리관에 해당함을 파악할 수 있다.

➢<제시문 6>

유발 하라리의 『21세기를 위한 21가지 제언』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 빅데이터 알고리즘을 활용한 의료 서비스의 변화를 예상하고 있는데 이러한 정보사회의 변화는 고등학교 <통합사회> 'Ⅲ.생활공간과 사회' 단원, <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원, <사회문제탐구> 'Ⅱ.게임 과몰입' 단원, <사회·문화> 'Ⅴ.현대의 사회 변동' 단원 등 여러 교과에서 다루고 있는 내용이다. 또한 '교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.'라는 <통합사회> 교육과정 성취기준에도

부합한다. 제시문 마지막 부분에 나타난 사회는 구성원들의 보건에 들어가는 비용을 크게 낮춰 남은 예산을 다른 분야에 사용할 수 있다는 내용을 통해 사회 전체의 후생 증가를 강조하는 공리주의 윤리관을 파악할 수 있다.

➢<제시문 7>

K. N. Himma and H. T. Tavani. ed.의 『The Handbook of Information and Computer Ethics』 일부 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에는 개인이 가진 도덕적 권리, 사유재산권, 저작권 등의 내용이 나타나 있는데 이러한 내용은 고등학교 <통합사회>, 'Ⅲ.생활공간과 사회' 단원, <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원, <윤리와 사상> 'Ⅲ.서양 윤리 사상' 단원, <정치와 법> 'Ⅰ.민주주의와 법' 단원과 관련이 있다. 개인이 가진 사유재산권은 개인의 자유(의지) 실현에 필수적이라는 제시문의 내용을 통해 개인의 자유의지와 존엄성을 강조하는 의무론적 윤리관을 파악할 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 1]

정보사회를 바라보는 여러 가지 관점이 나타나 있는 제시문들을 공리주의적 윤리관과 의무론적 윤리관으로 분류하고 각 입장의 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 정보사회의 긍정적 측면과 부정적 측면에 대한 내용은 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <사회·문화>, <사회문제탐구> 등 다양한 교과에서 다루고 있으며, 공리주의와 의무론적 윤리관은 <윤리와 사상> 교과의 'Ⅲ.서양윤리사상' 단원에서 중요하게 다루고 있는 학습 요소이다. 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합사회	Ⅲ. 생활공간과 사회	[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.
생활과 윤리	Ⅰ.현대의 삶과 실천윤리	[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.
	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.
윤리와 사상	Ⅲ.서양윤리사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.

사회·문화	Ⅴ. 현대의 사회 변동	[12사문05-02] 세계화 및 정보화로 인한 변화 양상을 설명하고 관련 문제에 대처하는 방안을 모색한다.
사회문제탐구	Ⅱ.게임 과몰입	[12사탐02-01] 정보사회의 의미와 특징을 이해하고, 정보사회에서 나타나고 있는 다양한 사회문제에 대해 조사한다.
정치와 법	Ⅰ. 민주주의와 헌법	[12정법01-03] 우리 헌법에서 보장하는 기본권의 내용을 분석하고, 기본권 제한의 요건과 한계를 탐구한다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 1]

고등학교 <윤리와 사상> 교과에서 다루고 있는 공리주의와 의무론적 윤리관을 구분하고 이를 정보사회에 관한 견해를 담고 있는 <제시문1> ~ <제시문7>에 적용하여 논리적 분석력과 사고력, 자신의 생각을 글로 논술하는 능력을 평가하고자 하였다. 이러한 출제의도에 맞게 제시문들이 활용되었으며 각 제시문은 고등학교 교과서의 내용에 바탕을 둔 관련 서적에서 선별되었다. 또한 제시문의 입장이 분명히 드러나도록 재구성되어 있어 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 수험생이 충분히 해결할 수 있다고 판단된다. 제시문들을 의무론적 윤리와 공리주의적 윤리의 두 입장으로 정확히 분류하였는지 여부, 두 입장의 요지를 정확히 이해하였는지 여부, 제시문을 활용하여 두 입장을 통합적으로 잘 요약하였는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회·문화>, <사회문제탐구> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 3교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

➢<자료 1>

<자료1-1>에는 일평균 범죄 건수가 나타나 있고 <자료1-2>에는 A국의 행정비용 지출 비중이 나타나 있다. 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 쉽게 접할 수 있는 형태이며 각주를 통해 다른 조건을 고려하지 않는다는 단서도 제시하고 있어서 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이 쉽게 자료를 해석할 수 있을 것이라 판단된다. A국은 범죄 예측 프로그램을 2015년부터 시행하였는데 <자료1-1>에서 정책 시행 이후 일평균 범죄 건수가 감소하고 있음을 알 수 있고, <자료1-2>에서 치안 관련 행정비용 지출도 감소했음을 파악할 수 있다. 두 자료 모두 범죄 예측 프로그램 운영 후 공익의 달성과 행정 비용 지출의 효율화를 보여주고 있으므로 공익과 다수의 행복의 증진을 강조하는 공리주의적 윤리관을 지지하는 자료임을 파악할 수 있다.

➢<자료 2>

<자료2-1>에는 B국의 데이터 활용 정책 시행 이후 변화가 나타나 있으며 <자료2-2>에는 이 정책 시행 후 B국의 국가 효율성 지수와 국가 인권 지수의 변화가 나타나 있다. 두 자료 모두 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 교과에서 쉽게 접할 수 있는 형태이며 단서를 통해 용어의 설명 및 다른 조건을 고려하지 않음을 제시하고 있어 고등학교 교육과정 범위 내에서 충분히 해석할 수 있는 자료라 판단된다. B국은 2015년부터 데이터 활용에 관하여 새로운 정책을 시행하였는데 <자료2-1>에서 정책 시행 이후 개인정보 관련 분쟁과 해결 및 개인정보 삭제 요구 처리, 개인정보 침해 관련 소송비용이 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 <자료2-2>에서는 정책 시행 이후 B국의 국가인권지수는 상승한 반면 국가효율성지수는 감소하였음을 확인할 수 있다. 이를 종합하면 B국은 국가 전체의 효율성에 손해를 보더라도 개인의 인권과 존엄성 보호를 우선으로 하고 있음을 알 수 있는데 이는 의무론적 윤리관을 지지하는 자료로 활용될 수 있다.

2. 문제 분석

➢[문제 2]

새롭게 데이터 관련 정책을 시행한 A국과 B국의 정책 시행 후 변화를 나타낸 <자료1>과 <자료2>을 해석한 후, 각각 의무론적 윤리관과 공리주의 윤리관 중 어떤 입장을 지지하는 자료로 활용될 수 있는지를 논리적으로 설명할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 표와 그래프 등을 해석할 수 있는 자료 해석 능력은 고등학교 교육과정을 이수한 수험생들에게 요구되는 자질 중 하나이며 각 자료의 해석을 위해 어려운 개념이나 용어가 활용되지도 않았으므로 교육과정 범위 내에서 충분히 해석할 수 있는 자료라 판단된다. <자료1>은 공리주의 윤리관을 지지하는 자료로 활용될 수 있으며 <자료2>는 의무론적 윤리관을 지지하는 자료로 활용될 수 있는데 자료의 구체적인 경향성과 논리적 상관관계를 파악하는 과정을 통해 자료 분석 역량 및 종합적인 사고력을 측정할 수 있다. 공리주의, 의무론적 윤리관, 정보사회의 변화 등의 내용은 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회·문화> 교과에서 다루고 있는 내용 요소들이며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅲ. 생활공간과 사회	[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.
생활과 윤리	Ⅰ.현대의 삶과 실천윤리	[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.
	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.
윤리와 사상	Ⅲ.서양윤리사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.
사회·문화	Ⅴ. 현대의 사회 변동	[12사문05-02] 세계화 및 정보화로 인한 변화 양상을 설명하고 관련 문제에 대처하는 방안을 모색한다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 2]

<자료1>과 <자료2>를 정확하게 분석하여 [문제1]에서 살펴본 의무론적 윤리관과 공리주의 윤리관 중 어느 쪽을 지지하는 자료인지 논리적으로 설명하는 능력을 파악하는 것이 출제의도이며, 자료의 내용은 모두 교육과정을 벗어나지 않는 범위 내에서 출제의도에 맞게 제시되었다. <자료1>은 데이터 정책 시행으로 범죄 건수가 감소하고 치안에 지출된 비용이 감소함을 보여주고 있으며 <자료2>는 데이터 정책 시행으로 개인정보 취급 분쟁 해결 건수 및 국가인권지수가 증가하고 국가 효율성 지수는 감소했음을 파악할 수 있다. 이러한 자료를 통해 A국과 B국의 정책이 의무론적 윤리관과 공리주의적 윤리관 중 어떤 입장을 지지하는지를 정확히 파악하였는지 여부, 각 자료의 표와 그림을 종합적으로 이해하고 연계하였는지 여부, 각 자료 별로 [문제1]의 제시문들을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화 하였는지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회·문화> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 3교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

➢[문제 3]

자동차 보험료를 결정하는 AI프로그램을 개발하기 위해 보험사가 개인정보를 자유롭게 수집하는 법안에 대한 자신의 견해를 논리적으로 정립할 수 있는지를 묻는 문항으로 [문제1]에 제시된 의무론적 윤리관과 공리주의 윤리관 중 하나를 근거로 활용하여 논리적이고 설득력 있는 글을 작성하는 능력을 평가하고자 하였다. 사례를 제시하고 이에 대한 상반된 입장을 논술하거나 토론하는 활동은 학교 현장에서 수행평가로 많이 활용되고 있는 유형이며, 복합적인 사회현상을 사실 자료와 다양한 가치 등을 고려하면서 탐구하고 성찰하는 능력을 기른다는 <통합사회> 교과의 교육과정 상 목표에도 부합하는 문제라 판단된다. 또한 정보사회의 윤리적 관점에 대해 다루고 있는 <생활과 윤리> 'Ⅳ.과학과 윤리' 단원과 의무론적 윤리관과 공리주의를 다루고 있는 <윤리와 사상> 'Ⅲ.서양윤리사상' 단원의 내용도 충실히 반영하고 있으며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합사회	Ⅲ. 생활공간과 사회	[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.
생활과 윤리	Ⅰ.현대의 삶과 실천윤리	[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.
	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.
윤리와 사상	Ⅲ.서양윤리사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.

이를 통해 문제에서 요구하는 능력과 수준이 고등학교 교육과정에 부합함을 알 수 있다.

2. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[문제 3]

보험료 산출을 위해 보험사가 개인의 사생활 정보를 자유롭게 수집, 가공, 사용하는 것에 대해 공리주의와 의무론적 입장에서 비판적으로 검토해보고 자신의 견해를 체계적으로 논술할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 이러한 출제의도에 맞는 적절한 <보기> 사례가 제시되었으며 <보기>의 내용이 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <사회문제탐구> 등 여러 교과에 등장하는 정보사회와 관련된 내용이므로 교육과정에도 부합한다. 개인의 사생활과 인권 보장을 강조하여 보험사의 자유로운 정보 수집 법안에 반대한다면 의무론적 윤리관, 합리적인 보험료 책정과 사회 전체 이익 증진을 강조하여 보험사의 자유로운 정보 수집 법안에 찬성한다면 공리주의 윤리관을 근거로 활용할 수 있다. 이를 활용하여 공리주의 또는 의무론적 견해를 분명히 제시하였는지 여부, 보험사의 자유로운 개인정보 수집 법안에 대해 찬성 또는 반대 견해와 주장의 논거로 제시문을 연결하였는지 여부, 서술이 명확하고 논리적인지 여부에 따라 채점기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회문제탐구> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 3교시 종합의견〉

의무론적 윤리관과 공리주의 윤리관은 〈윤리와 사상〉 교과에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이며 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉에서도 그 내용을 찾을 수 있다. 또한 [문제1] ~ [문제3]에서 공통적으로 등장하고 있는 정보사회라는 주제는 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉, 〈사회문화〉, 〈사회문제탐구〉등 여러 교과목에서 다루고 있기 때문에 학생들에게 익숙한 내용이라 판단된다. [문제1]의 〈제시문1〉 ~ 〈제시문7〉은 고등학교 사회과 및 도덕과 교육과정의 내용에 바탕을 두고 있고 핵심 내용이 분명히 드러나도록 재구성되었으며, [문제2]의 〈자료1〉과 〈자료2〉 역시 기초적인 표와 그래프 해석 능력을 갖춘 학생이 충분히 해결할 수 있는 수준이므로 수험생들이 제시문 및 자료를 해석하고 논술하는 데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

[문제1]에 나타난 정보사회에 관한 두가지 윤리적 관점은 의무론적 윤리관과 공리주의 윤리관으로 '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.'는 〈윤리와 사상〉 교육과정 성취기준에 부합하는 내용이다. 또한 정보사회의 변화를 예측하고 긍정적 측면과 부정적 측면을 살펴보는 각 제시문의 내용은 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉 등 사회탐구 여러 교과목에서 등장하는 소재이므로 정상적인 교육과정을 이수한 수험생이라면 각 제시문에 나타난 윤리적 관점을 쉽게 구분하여 핵심 내용을 요약할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제2]에 제시된 〈자료1〉은 공리주의 윤리관을 지지하는 자료로, 〈자료2〉는 의무론적 윤리관을 지지하는 자료로 활용될 수 있는데 각 자료가 보여주는 내용이 명확하여 자료의 구체적인 경향성과 논리적 상관관계를 파악하는 것이 어렵지 않다. 표와 그래프 등을 해석할 수 있는 자료 해석 능력은 고등학교 교육과정을 이수한 수험생들에게 요구되는 자질 중 하나이며 각 자료의 해석을 위해 어려운 개념이나 용어가 활용되지도 않았으므로 교육과정 범위 내에서 충분히 해석할 수 있는 자료라 판단된다.

[문제3]은 보험사의 자유로운 개인정보 수집에 대한 찬성 또는 반대 입장을 [문제1]에 나타난 두가지 입장 중 하나에 근거하여 논리적이고 설득력있게 논술하는 능력을 평가하는 문항이다. 주어진 사례에 대한 상반된 입장을 논술하거나 토론하는 활동은 학교 현장에서 수행평가로 많이 활용되고 있는 유형이며, '복합적인 사회현상을 사실 자료와 다양한 가치 등을 고려하면서 탐구하고 성찰하는 능력을 기른다'는 〈통합사회〉 교과의 교육과정 상 목표에 충실한 유형이라 판단된다.

전체적인 논술 문제의 유형이 성균관대학교가 시행해온 틀을 유지하고 있어서 수험생들에게 큰 어려움은 없었을 것이라 생각되며 **제시문과 자료의 수준 및 문항에서 요구하는 능력들이 고등학교 교육과정에 부합하는 문제가 출제**되었다고 판단된다.

자연계 1교시 〈수학 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

초점과 준선이 주어진 가장 기본적인 포물선의 방정식을 제시(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1.포물선, 천재교육).

➢<제시문 2>

<제시문 3>의 일반화과정에 앞서 포물선 $x^2 = 4py$ 위의 원점이 아닌 한 점 C에서 접선에 수직인 직선이 y축과 만나는 점과 점 C에서 y축에 수선의 발을 제시함(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육).

➢<제시문 3>

<제시문2>에서 설명한 과정을 포물선 $y = nx^2$에 적용하여 선분 D_nE_n의 길이를 a_n이라 표현함. 이는 선분의 길이를 수열과 연결시키는 과정임(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ.수열-1.수열의 뜻, 천재교육).

➢<제시문 4>

포물선 $x^2 = 4py$ 위의 원점이 아닌 점을 제시하고 접선에 수직인 직선 ℓ_a와 포물선 $x^2 = 4py$와 만나는 두 점의 y좌표의 값을 함수로 표현해 보고 ℓ_a가 x축과 만나는 점의 x좌표를 함수로 표현하게 한다(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 고1 『수학』 교과서 Ⅲ.도형의 방정식-4.두 직선의 평행과 수직, 천재교육).

2. 문제 분석

➢[수학 1- i]

<제시문 2>의 점C의 좌표를 통해 쉽게 E의 좌표를 구할 수 있다. 또한 고1에서 배운 평행과 수직, 『기하』 교과서에서 배운 포물선의 접선의 방정식을 이용하면 쉽게 점 D의 좌표를 구할 수 있고 선분 DE의 길이가 일정함을 보일 수 있다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[기하] - (1) 이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

➢[수학 1-ⅱ]

[수학 1-ⅰ]에서의 결과를 이용하여 수열의 일반항을 구하고『미적분』교과서 [Ⅰ.수열의 극한-4. 급수의 수렴과 발산] 이용하여 해결하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[기하] - (1) 이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	
[미적분] - (1) 수열의 극한 - ② 급수 [12미적01-04] 급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판별할 수 있다.	

➢[수학 1-ⅲ]

『수학』교과서의 두 직선의 수직을 이해하면 쉽게 ℓ_a의 식을 구할 수 있고 포물선의 방정식과 직선의 방정식을 연립하여 해결하면 $f(a), g(a)$를 구할 수 있다.『수학Ⅱ』교과서의 함수의 극한과 연속을 충실히 이행한 학생이면 해결 가능한 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[기하] - (1) 이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - ① 함수의 극한 [12수학Ⅱ01-01] 함수의 극한의 뜻을 안다. [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

『기하』교과서에 있는 포물선의 정의를 정확히 이해하고 그것을 바탕으로 포물선과 접선의 관계를 파악하여 여러 가지 문제에서 요구하는 것을 해결하고『미적분』교과서에서 배운 급수의 수렴·발산을 적용할 수 있는가를 평가함. 또한 포물선의 접선과 수직인 직선의 여러 가지 좌표를 함수를 이용해 표현한 후,『수학Ⅱ』교과서에서 배운 함수의 극

한값 계산을 할 수 있는지를 평가함.

2) 채점기준

➢[수학 1- ⅰ]

접선에 수직인 직선의 방정식을 구하는 부분과 이를 이용하여 선분 DE의 길이가 일정함을 보이는 부분으로 나눠서 평가.

➢[수학 1- ⅱ]

<제시문3>에서 주어진 a_n을 n을 이용하여 표현한 부분과 그것을 이용하여 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n a_{n+1} = \frac{1}{4}$ 을 이끌어 내는 부분으로 나눠서 평가.

➢[수학 1-ⅲ]

$f(a)$, $h(a)$를 a와 p에 관한 함수로 표현할 수 있는가를 평가함. 그 사실을 이용하여 $\lim_{a\to\infty} \frac{f(a)g(a)}{ah(a)} = \frac{1}{2}$를 도출할 수 있는지 평가.

3) 예시답안 분석

➢[수학 1- ⅰ]

$y' = \frac{x}{2p}$은 『미적분』 교과서의 음함수 미분법을 이용하여 도출.

$y = -\frac{2p}{a}(x-a) + \frac{a^2}{4p} = -\frac{2p}{a}x + 2p + \frac{a^2}{4p}$은 『기하』 교과서의 포물선의 접선의 방정식을 이용하여 구함. 이를 이용하여 D의 좌표를 구하고 선분DE의 길이가 일정함을 보임(『미적분』 교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-4. 음함수와 역함수의 미분법, 『기하』 교과서 Ⅰ. 이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육).

➢[수학 1- ⅱ]

[수학 1- ⅰ]의 결과를 이용하여 $a_n = \frac{1}{2n}$임을 보임. $\sum_{n=1}^{\infty} a_n a_{n+1} = \frac{1}{4}$은 『미적분』 교과서의 급수의 수렴 부분을 이용하여 해결(『미적분』 교과서 Ⅰ.수열의 극한-4.급수의 수렴과 발산, 천재교육)

➢[수학 1-ⅲ]

$\ell_a : y = -\frac{2p}{a}x + 2p + \frac{a^2}{4p}$을 『기하』 교과서의 포물선의 접선의 방정식을 이용하여 해결하고 <제시문4>에 주어진 포물선의 방정식과 연립한 후 $f(a)$, $g(a)$를 구한다. $\lim_{a\to\infty}\frac{f(a)g(a)}{ah(a)} = \frac{1}{2}$는 극한에 대한 성질을 이용하여 계산(『기하』 교과서의 [Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅰ.함수의 극한과 연속-1 함수의 극한, 천재교육).

자연계 1교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

고1『수학』교과서에서 배운 유리함수의 기본 유형 $y=\frac{2x+1}{2x+2}$과 두 점 사이의 거리 개념이 제시됨(고1『수학』교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, Ⅲ.도형의 방정식-1.두 점 사이의 거리, 천재교육).

➢<제시문 2>

고1『수학』교과서에서 배우는 곱셈공식의 하나임(고1『수학』교과서 Ⅰ.다항식-1.다항식의 연산).

2. 문제 분석

➢[수학 2 - ⅰ]

<제시문 1>의 α, β에 대하여 제한된 범위 내에서 $\alpha-\beta$의 최댓값과 최솟값을 구하는 문제임.『미적분』교과서에서 배운 함수의 그래프를 통한 최대·최소 구하는 부분을 이용하면 된다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학] - (3)수와 연산 - ② 명제 [10수학03-08] 절대부등식의 의미를 이해하고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.	
[미적분] - (2)미분법 - ③ 도함수의 활용 [12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.	

➢[수학 2 - ⅱ]

<제시문1>의 α, β, r에서 제한된 범위 내에서 $\alpha-\beta$를 r로 표현하는 문제임.<제시문2>를 활용함.(고1『수학』교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, 천재교육).

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	
[수학] - (1)문자와 식 - ① 다항식의 연산 [10수학01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.	

➢[수학 2 - iii]

특정점 $Q(-2, 2)$에 대하여 [수학 2 - ii]를 이용하여 선분 PQ의 길이를 r로 나타내는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	
[수학] - (2)기하 - ① 평면좌표 [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.	

➢[수학 2- iv]

[수학 2 - ii]의 결과를 이용하여 계수가 r로 표현된 이차방정식을 만들 수 있는가를 알아보는 문제임(고1『수학』교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수의 관계, 천재교육).

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	
[수학] - (1)문자와 식 - ① 다항식의 연산 [10수학01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

고등학교 1학년 때 배운 유리함수를 이해하고 유리함수 위의 한 점에서 원점까지 이르는 거리를 기하학적으로 이해하고 있는지를 평가함. 제한된 조건은 이미 유리함수에서 배웠던 분모가 0이 안 되는 부분임을 인지하게 하고 그것을 이용하여 x좌표와 y좌표의 값의 차이와 한 점에서 원점까지 거리의 관계를 알게 하고 그것을 이차방정식으로 표현할 수 있는가를 평가하는 문제임.

2) 채점기준

➢[수학 2 - i]

$\alpha > -1$일 때, $\alpha-\beta$의 최솟값, 최댓값을 함수의 미분을 통해 구할 수 있는지를 채

점. 최댓값과 최솟값을 구할 때, 미적분 교과서에서 배운 함수의 증감표를 이용하는 부분이 포함된 점수임. 산술-기하평균으로 계산했을 때에는 산술-기하 평균의 전제조건을 파악하는 부분과 올바르게 그것이 적용되어 있는지에 대한 부분이 평가요소임(고1『수학』 교과서 Ⅳ.집합과 명제-5.명제의 증명과 절대부등식의 증명,『미적분』 교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-7.함수의 그래프에서 함수의 최댓값과 최솟값, 천재교육).

➢[수학 2 - ⅱ]

<제시문2>를 이용하여 α, β를 γ로 바꾸는 부분이 점수의 큰 부분을 차지함. 그리고 $\alpha-\beta+1$가 항상 음수가 된다는 사실을 [수학 2 - ⅰ]에서 놓치면 안 되는 부분임. (고1『수학』 교과서 Ⅰ다항식-1.다항식의연산, Ⅴ.함수-4.유리함수에서 유리식의 의미와 유리식 계산 부분, 천재교육).

➢[수학 2 - ⅲ]

[수학 2 - ⅱ]의 결과로 $\overline{\mathrm{PQ}}^2=(r-2)^2$로 표현하는 것과 (i)번의 결과로부터 $\overline{\mathrm{PQ}}=r-2$를 구하는 부분은 문제에서 차지하는 비중이 같아 동일점수 부여.

➢[수학 2- ⅳ]

b_0와 b_1의 값을 r에 대한 식으로 바꾸는 부분은 [수학 2 - ⅱ]번의 결과만 도출했다면 쉽게 해결할 수 있는 문제이므로 단계를 나누지 않았음(고1『수학』 교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수의 관계, 천재교육).

3) 예시답안 분석

➢[수학 2 - ⅰ]

주어진 유리함수의 식을 이용하여 $\alpha-\beta$를 α에 관한 식으로 정리함. 정리한 식을 함수로 표현하여 이를『미적분』 교과서에서 배운 함수의 증감표를 이용하여 최대-최소를 구함(고1『수학』 교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수에서 유리식의 의미와 유리식 계산 부분,『미적분』 교과서 Ⅲ.여러가지 미분법-7.함수의 그래프에서 함수의 최댓값과 최솟값, 천재교육).

별해->$\beta=\dfrac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$를 산술 · 기하평균의 전제조건을 만족시키기 위하여

$(\alpha+1)(1-\beta)=\dfrac{1}{2}$로 변형함. $\alpha-\beta$를 $\alpha+1$과 $1-\beta$를 이용한 산술 · 기하평균에 의한 최대-최소를 구함(고1『수학』 교과서 Ⅳ.집합과 명제-5.명제의 증명과 절대부등식의 증명, 천재교육).

➢[수학 2 - ⅱ]

$\beta=\frac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$를 적절히 변형하여 $(\alpha-\beta+1)^2=\alpha^2+\beta^2=r^2$를 도출함. [수학 2 - ⅰ]의 풀이를 이용하여 $\alpha-\beta=-r-1$를 얻어냄(고1『수학』교과서 Ⅰ다항식-1.다항식의연산, Ⅴ.함수-4.유리함수에서 유리식의 의미와 유리식 계산 부분, 천재교육).

➢[수학 2 - ⅲ]

[수학 2 - ⅱ]의 결과 $\alpha-\beta=-r-1$를 이용하여 $\overline{PQ}^2=(r-2)^2$를 얻어내고 [수학 2 - ⅰ]의 결과로부터 $r-2>0$을 얻어냄.

➢[수학 2- ⅳ]

[수학 2 - ⅲ]번의 결과로부터 β를 α로 표현하여 주어진 식을 정리하여 이차방정식을 구할 수 있다(고1『수학』교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수의 관계, 천재교육).

〈자연계 1교시 수학 종합의견〉

1교시 수학 1번 문항은 포물선의 접선의 방정식, 초점, 포물선의 접선에 수직인 방정식 등을 잘 이해하고 있는지 물어보고 있음. 포물선에 대한 기하적인 직관을 대수를 통해 글로 쓰게 함으로서 수험생이 기하와 대수의 관계를 알고 있는지 평가함. 또한 대수로 표현된 식을 수열로 확장함으로서 급수의 수렴과 발산에 대해 공부했는지 평가함. 좌표를 주어진 문자로 표현해 보고 이를 함수로 표현해 극한값을 구할 수 있는지에서도 평가함.

1교시 수학 2번은 고등학교 1학년에 배운 유리함수, 다항식의 곱셈공식을 이용하여 x좌표와 y좌표의 차이를 함수로 표현하여 미적분 시간에 배운 함수의 최대- 최소를 이용하여 구할 수 있는지를 묻고 있으며 별해로 고등학교 1학년 집합과 명제 시간에 배운 산술-기하평균을 이용하여 이를 구할 수 있는지에 대해 평가하고 있다.

특히 1교시 수학문제는 2022학년도 입시부터 수험생들이 수능에서 미적분과 기하 중 택 1을 해서 시험을 치르는데 고등학교 교육과정에서 이공계를 진학하기 위해서는 미적분과 기하를 반드시 이수해야한다는 것을 암시하는 문제임.

전반적으로 수학1번, 수학 2번 문제 모두 기하에서 생각할 수 있는 직관적인 내용을 실제 대수를 통해 표현해 낼 수 있는지에 대해 평가하고 있다. 특히 **고등학교 이공계 정규교육과정을 충실히 이행한 학생은 90% 이상의 성취도를 보일 수 있다. 1, 2번 모두 교육과정 안에서 충실히 출제되었으며 암기가 아닌 주어진 제시문을 보고 충분히 이해하고 해결할 수 있다.**

자연계 2교시 〈수학 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

고1『수학』교과서에 나오는 중심과 반지름이 주어진 원의 방정식을 제시함(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-5.원의 방정식, 천재교육).

➢<제시문 2>

초점과 준선이 주어진 가장 기본적인 포물선의 방정식을 제시함(『기하』교과서 Ⅰ.이차곡선-1.포물선, 천재교육).

➢<제시문 3>

<제시문1>와 <제시문2>에서 제시한 원과 포물선의 위의 점을 나타냄.

2. 문제 분석

➢[수학 1-ⅰ]

주어진 원 C의 중심과 포물선 위의 점 B 사이의 거리가 항상 원 C의 반지름보다 크다는 것을 직관적으로 이해하고 이를 대수적으로 보이는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (2) 방정식과 부등식 - 6 여러 가지 방정식과 부등식 [10수학01-12] 간단한 삼차방정식과 사차방정식을 풀 수 있다.	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 1 평면좌표 [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.	

➢[수학 1-ⅱ]

두 점 A,B 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점을 구하는 문제이며 두 점이 최소가 되도록 하는 점 A,B는 원의 중심과 B를 지나는 직선이 원과 만나는 점이 A임을 쉽게 유추할 수 있음(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-6.원과 직선의 위치관계, 천재교육].

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식 [10수학02-03] 직선의 방정식을 구할 수 있다.	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식 [10수학02-07] 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.	

➢[수학 1-ⅲ]

점 B를 구하여 『기하』 교과서에 제시된 접선의 방정식을 구하는 방법을 적용시켜 구하는 문제임.(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육]).

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식 [10수학02-07] 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.	

➢[수학 1-ⅳ]

[수학 1-ⅲ]에서 구한 두 접선을 좌표평면 위에 나타내고 두 접선이 이루는 각 θ의 위치를 파악하고 $\sin\theta$의 값을 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학 Ⅰ] - (2)삼각함수 - 1 삼각함수 [12수학 Ⅰ 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.	
[미적분] - (2) 미분법 - 1 여러 가지 함수의 미분 [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

중심과 반지름이 주어진 원의 방정식, 초점과 준선이 주어진 포물선의 방정식을 제시하고 원과 포물선 위의 점 사이의 관계를 파악하는 문제임. 원과 포물선 위의 점의 위치관계가 직관적으로 포물선 위의 점이 원 밖에 위치함을 알고 이를 대수적으로 보일 수 있는가를 평가함. 원과 포물선 위의 점이 최소가 되는 점을 좌표평면에 나타내고 그 때의 포물선 위의 점에서 원에 그은 두 접선을 구하고 두 접선이 이루는 각의 sin값을 구하는 과정을 평가함.

2) 채점기준

➢[수학 1- ⅰ]

포물선 위의 한 점을 매개변수로 표현할 수 있어야 함. 매개변수를 이용한 좌표를 통해 두 점 사이의 거리를 구하고 그것을 함수로 표현해야 함. 표현된 함수의 증감표를 구해 최솟값을 구하는 문제임.

➢[수학 1- ⅱ]

기하학적으로 거리가 최소가 되는 점은 원의 중심과 포물선 위의 점을 잇는 직선이 원과 만나는 점임을 알 수 있다. 이를 이용해 직선의 방정식을 구하고 연립이차방정식을 이용하여 가까운 점을 구한다.

[수학 1- ⅰ]에서 얻은 결과를 해석하고 원과 직선이 만나는 교점을 이용하여, 두 점 A , B 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 A와 점 B를 올바르게 유도할 수 있다.

➢[수학 1-ⅲ]

[수학 1- ⅱ]에서 구한 점을 이용하여 간단하게 기하학적으로 원과 점을 이용하여 접선을 그려 대수적으로 표현하는 문제임. 원 밖의 한 점에서 원에 그은 두 접선은 판별식을 통해 구할 수 있다. 다른 풀이로는 음함수의 미분을 통해 직선의 방정식을 구할 수 있다.

➢[수학 1-ⅳ]

[수학 1-ⅲ]에서 구한 접선과 원을 기하하적으로 표현한 후, 각을 이등분 함. $\frac{\theta}{2}$의 sin값을 구한 후, 삼각형의 덧셈정리를 이용하여 $\sin\theta$의 값을 구할 수 있다.

3) 예시답안 분석

➢[수학 1- ⅰ]

점 $B(x, x^2)$는 『미적분』 교과서 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이용하여 표현한 것이고 이를 이용하여 $f(x)$를 x에 관한 함수로 표현한다. 『미적분』 교과서 함수의 그래프를 이용하여 최솟값을 도출한다(『미적분』 교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-4.매개변수로 나타낸 함수의 미분법, Ⅲ.여러 가지 미분법-7.함수의 그래프, 천재교육).

➢[수학 1- ⅱ]

고1 『수학』 교과서 원과 직선의 위치관계를 이용하여 직선 l의 방정식을 구한다. 고1 『수학』 교과서 연립이차방정식을 이용하여 직선과 원의 연립이차방정식을 해결하여 두

점의 좌표를 구할 수 있다(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-6.원과 직선의 위치관계, Ⅱ.방정식과 부등식-7.연립이차방정식, 천재교육).

➢[수학 1-ⅲ]

점 $B(3, 9)$에서 원 C에 그은 접선의 방정식은 고1『수학』교과서 원과 직선의 위치관계의 내용 중 '원 밖의 한 점에서 그은 접선의 방정식'을 이용하여 구한다(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-6.원과 직선의 위치관계, 천재교육).

➢[수학 1-ⅳ]

두 접선의 방정식이 이루는 각의 크기를 θ라 할 때, 원의 중심과 접점 원 밖의 점으로 이루어지는 삼각형의 한 각은 $\frac{\theta}{2}$이다. 이 직각삼각형으로부터 $\sin\frac{\theta}{2}$를 구하면 된다. 『미적분』교과서 삼각함수의 덧셈정리를 이용하여 $\sin\theta$의 값을 구하면 된다(『미적분』교과서 Ⅱ.여러 가지 함수의 미분-3.삼각함수의 덧셈정리 , 천재교육).

자연계 2교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

고등학교 『수학Ⅱ』 교과서에 나오는 두 곡선 사이의 넓이를 구하는 적분공식을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ.적분-4. 넓이, 천재교육).

➢<제시문 2>

고등학교 『미적분』 교과서에 나오는 무리수 e의 정의를 제시함(『미적분』 교과서 Ⅱ여러 가지 함수의 미분-1.지수 함수와 로그 함수의 극한, 천재교육).

➢<제시문 3>

고등학교 『수학Ⅱ』 교과서에 나오는 함수의 극한의 대소 관계를 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅰ.함수의 극한과 연속-2.함수의 극한에 대한 성질, 천재교육).

➢<제시문 4>

<제시문1>을 이용하여 두 부분의 넓이를 구하여 새로운 함수를 정의한다(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ.적분-4. 넓이, 천재교육).

2. 문제 분석

➢[수학 2- ⅰ]

<제시문1>을 이용하여 <제시문4>의 넓이를 a에 관한 함수로 표현하는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (3) 적분 - 3 정적분의 활용 [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅱ]

[수학 2-ⅰ]의 결과를 이용하여 $h(a)$의 최솟값을 미분을 적용하여 구하는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅲ]

<제시문2>을 이용하여 극한 $\lim_{a\to 1}\frac{h(a)}{a-1}$의 값을 구하는 문제. 고등학교 교육과정에 로피탈의 정리가 빠져 있으므로 선행학습의 영향을 막기 위해 못 쓰게 함.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한 [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅳ]

<제시문3>을 이용하기 위해 부등식 $h(a)<2\sqrt{a}$가 성립함을 보이는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅴ]

[수학 2-ⅳ]의 결과와 <제시문3>을 이용하여 극한 $\lim_{a\to}\frac{h(a)}{a}$을 구하는 문제. 고등학교 교육과정에 로피탈의 정리가 빠져 있으므로 선행학습의 영향을 막기 위해 못 쓰게 함.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한 [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

고등학교『미적분』,『수학Ⅱ』교과서에 나와 있는 두 곡선 사이의 넓이, 무리수 e의 개념을 설명하고 이를 바탕으로 넓이를 이용한 함수를 만들어 그 함수를 이용해『수학Ⅱ』교과서에 나오는 함수의 극한의 대소 관계를 이용해 문제를 해결할 수 있는가를 평가함.

2) 채점기준

➢[수학 2- ⅰ]

<제시문1>을 이용하여 <제시문4>에 주어진 내용을 이용해 $f(a), g(a)$를 구하고 이를 이용하여 $h(a)$를 올바르게 구하는가를 채점기준으로 제시함.

➢[수학 2-ii]

[수학 2- ⅰ]에서 구한 $h(a)$를 이용하여 미분을 한 후, 함수의 증감을 이용하여 올바르게 최솟값을 구하는지 평가함.

➢[수학 2-iii]

극한 $\lim_{a\to 1}\frac{h(a)}{a-1}$의 값을 <제시문2>의 형태로 변형하고 고등학교 수준의 극한값 계산을 할 수 있는지에 대해 평가함.

➢[수학 2-ⅳ]

함수의 미분을 통해 미분값이 주어진 구간에서 항상 0보다 크면 증가함수인 것을 이용하여 결과를 도출함.

➢[수학 2- ⅴ]

[수학 2-ⅳ]와 <제시문3>을 이용하여 함수의 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가함.

3) 예시답안 분석

➢[수학 2- ⅰ]

<제시문1>에 의해 $f(a)=\ln a+\frac{1}{a}-1$를 구하고 좌표평면에 곡선 $y=\frac{1}{x}$ (단, $x>0$), 직선 $x=1$, 직선 $y=\frac{1}{a}$을 그려봄으로서 $g(a)=1-\frac{1}{a}$를 구함. 그리고 <제시문4>에서 요구하는 $h(a)$를 도출(『수학Ⅱ』교과서 Ⅲ.적분-4. 넓이, 『미적분』교과서 Ⅳ.여러 가지 적분법-4. 넓이, 고1 『수학』교과서 Ⅴ.함수-4.유리함수, 천재교육).

➢[수학 2- ⅱ]

$h'(a)=0$, $h''(a)=-\frac{1}{a^2}+\frac{4}{a^3}$를 이용하여 $h''(2)>0$임을 이용하여 $h(a)$의 최솟값이 $a=2$일 때임을 알 수 있다(『미적분』 교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-4.함수의 그래프-곡선의 오목과 볼록, 천재교육).

➢[수학 2-ⅲ]

$\lim_{a\to 1}\frac{h(a)}{a-1}$를 $a-1=x$로 바꾸어 $\lim_{x\to 0}\ln(1+x)^{\frac{1}{x}}-2$로 표현하고 <제시문 2>에 의해 무리수 e의 극한값의 정의에 의해 문제를 해결(『미적분』 교과서 Ⅱ.여러 가지 함수의 미분-1.지수함수와 로그함수의 극한, 천재교육).

➢[수학 2-ⅳ]

$k'(a)>0$임을 미분을 통해 보이고 $k(1)=2>0$이므로 $k(a)>0$임을 도출함(『미적분』 교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-4.함수의 그래프-함수 그래프의 개형, 『미적분』 교과서 Ⅲ. 여러 가지 미분법-4.음함수와 역함수의 미분법, 천재교육).

➢[수학 2- ⅴ]

[수학 2- ⅱ]와 [수학 2-ⅳ]의 결과로 $\frac{\ln 2-1}{a}\le\frac{h(a)}{a}<\frac{2}{\sqrt{a}}$를 구하고 <제시문3>을 이용하여 함수의 극한값을 구함.

〈자연계 2교시 수학 종합의견〉

2교시 수학 1번 문항은 고1 과정에서 배우는 원과 고등학교『기하』시간에 배우는 포물선 사이의 관계에 대한 문제이다. 원은 고1에서, 포물선은 고3에서 배우게 된다. 포물선과 원과의 관계를 직관적으로 이해하고 이를 대수적으로 풀이할 수 있게 출제되어 수험생이 고등학교 전학년에 걸쳐 수학 공부를 연계성 있게 준비했는지에 대해 평가할 수 있는 문항이다. 기하에서 흔히 다룰 수 있는 포물선 위의 점과 원 위의 점이 가장 가까워질 때는 원의 중심을 지나는 직선이 만나는 두 점이라는 것을 직관적으로 이해하고 정확히 대수적으로 그것을 표현할 수 있는가가 평가의 핵심이다. 또한 접선 사이의 각을 이용한 삼각함수를 구하는 것과 거리의 최솟값 미분을 통해서 구한다는 것은 복합적 평가요소이다. **수험생들이 정규교육과정을 충실히 이해하고 한 가지 분야에 얽매이지 않고 도형 사이의 연관성을 공부해야한다는 것을 보여주는 문제**이다.

2교시 수학 2번은『수학Ⅱ』,『미적분』을 정규교육과정에서 얼마나 충실히 공부했는가를 평가하는 문제이다. 실제로 고1에서 배운 기초적인 유리 함수를 적분을 통해 넓이를 구해보고 그것을『미적분』무리수 e의 정의와 함수의 미분을 통해 극한값을 구하는 문제로 함수의 극한부터 적분을 통한 넓이를 구하는 부분까지 알고 있는가에 대한 문제이다. 이 문제는 고등학교 수학과 교육과정의 여러 과목의 연관성을 평가하는 문제가 아니라 함수의 극한부터 적분까지 한 가지 줄기에서 비롯된 여러 가지 사실들을 깊게 알고 있는지를 평가하는 문제이다. 특히 무리수 e의 극한의 정의를 정확히 알고 이를 극한의 대소 관계를 이용하여 문제에서 요구하는 답을 해결해야 한다. 특히 **단계별로 고등학교 수학과 교육과정에서 학교 수업을 충실히 들었다면 충분히 경험할 수 있는 문제**이다. 수험생들은 이런 점을 볼 때, 여러 과목의 연관성뿐만 아니라 한 가지 줄기에서 이어오는 부분을 종합적으로 공부하여 자신의 실력을 향상시킬 필요가 있다. 또한 수학적 엄밀성을 가지고 여러 가지 놓치지 말아야 할 부분은 꾸준한 논술 연습을 통해 극복해 나갈 수 있다.

자연계 3교시 〈수학 1〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

고등학교 『수학Ⅱ』 교과서에 나오는 두 곡선 사이의 넓이를 구하는 적분공식을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ.적분-4. 넓이, 천재교육).

➢<제시문 2>

포물선의 방정식 $y = -x^2 + 4$ (단, $x \geq 0$, $y \geq 0$)를 나타냄(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1.포물선, 천재교육).

2. 문제 분석

➢[수학 1- ⅰ]

곡선 $y = -x^2 + 4$ (단, $x \geq 0$, $y \geq 0$)을 좌표평면 위에 나타내어 보면 A는 x축 위의 점이고 B는 y축 위의 점인 것을 알 수 있다. A,B를 지나는 직선의 방정식을 고1 때 배운 직선의 방정식으로 나타내고 l_1과 l_2를 구한다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학]-(3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식 [10수학02-05] 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.	

➢[수학 1- ⅱ]

[수학 1- ⅰ]에서 구한 l_1의 방정식을 이용하여 원점을 지나고 l_1에 수직인 직선의 방정식을 구하고 l_1과 l_1과 수직인 직선의 교점 C_1을 구하고, 같은 방법으로 원점을 지나고 l_2 에 수직인 직선의 방정식을 구하고 두 직선의 교점 C_2를 구하여 삼각형 OC_1C_2의 넓이를 구하는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 1 평면좌표 [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식 [10수학02-04] 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 이해한다. [10수학02-05] 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다.	

➢[수학 1-ⅲ]

『기하』 교과서에서 배운 포물선의 평행이동을 이용하여 포물선 $y=-x^2+4$을 변형한 후, 접선이 가지는 성질을 이용하여 m, n의 값을 구하는 문제.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (3) 도형의 방정식 - 4 도형의 이동 [10수학02-08] 평행이동의 의미를 이해한다.	
[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

➢[수학 1-ⅳ]

좌표평면 위에 평행이동한 포물선과 접선을 그려보고 <제시문1>을 적용하기 위해 좌표평면에서 적분 구간을 구하여 넓이를 구하면 된다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[미적분] - (3) 적분법 - 2 정적분의 활용 [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

고등학교『기하』교과서에 나오는 평행이동한 포물선과 접선의 관계를 이해하는가를 평가하는 문제임. 주어진 조건을 만족하는 포물선과 접선으로 둘러싸인 넓이를 『미적분』교과서에 나와 있는 두 곡선 사이의 넓이를 이용하여 논리적으로 구할 수 있는가를 평가함.

2) 채점기준

➢[수학 1- ⅰ]

<제시문1>에 의해 도형 D의 넓이를 구하고 조건을 만족하는 x축과 y축 위의 점을 지나는 직선의 방정식을 구해야 함. 좌표평면에 포물선과 직선을 표현하여 삼각형의 넓이가 도형 D의 넓이의 $\frac{1}{2}$임을 제시해야 함. 고1『수학』교과서에서 배운 점과 직선 사이의 거리 공식을 이용하여 원점과 직선 l 사이의 거리의 식을 이용하여 a와 b의 관계식을 구한다. 이를 이용하여 a에 관한 함수로 표현하여 함수를 만든다. 그리고 미분을 이용해 거리가 최대와 최소일 때, (a, b)를 구한다.

➢[수학 1- ⅱ]

[수학 1- ⅰ]에서 구한 l_1과 원점을 지나고 l_1에 수직인 직선의 교점 C_1을 구한다. 같은 방법으로 [수학 1- ⅰ]에서 구한 l_2와 원점을 지나고 l_2에 수직인 직선의 교점 C_2을 구한다. 좌표평면 위에 O, C_1, C_2를 나타내 보고 삼각형 OC_1C_2의 넓이를 구함.

➢[수학 1-ⅲ]

평행이동한 포물선의 방정식을 구하고 l_1과 l_2와 접하는 사실을 이용하여 m, n의 값을 구한다.

➢[수학 1-ⅳ]

고1『수학』교과서에 나오는 근과 계수의 관계를 이용하여 l_1, l_2 각각의 접점 x좌표 x_1, x_2을 구한 후, <제시문1>을 이용해 도형의 넓이를 구한다.

3) 예시답안 분석

➢[수학 1- ⅰ]

도형 D의 넓이 S_D는 <제시문1>을 이용하여 구함(『수학Ⅱ』교과서 Ⅲ.적분법-4. 넓이, 천재교육). 점 A와 B를 지나고 도형 D의 넓이를 이등분하는 직선 l의 방정식을 구한다(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식-x절편과 y절편이 주어진 직선의 방정식, 천재교육). 이를 이용하여 직선 l의 방정식을 통해 a의 범위를 구한다. 거리 구하는 공식을 이용하여 원점 O와

직선 $l : bx + ay + \left(-\frac{16}{3}\right) = 0$의 거리를 a, b로 나타낸다(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의

방정식-4.두 직선의 평행과 수직-점과 직선 사이의 거리, 천재교육). a^2+b^2을 a에 관한 식으로 변형하여 a에 관한 함수로 표현하여 미분을 이용해 원점과 직선 $l : bx+ay=\frac{16}{3}$ 사이의 거리가 최대, 최소일 때 a, b를 구한다(『미적분』교과서 Ⅲ.여러 가지 미분법-7.함수의 그래프-함수의 그래프의 개형, 천재교육).

➢[수학 1-ⅱ]

원점을 지나고 직선 l_1에 수직인 직선과 직선 l_1과의 교점 C_1과 원점을 지나고 직선 l_2에 수직인 직선과 직선 l_2와의 교점 C_2를 구한다(고1 『수학』 교과서 Ⅲ.도형의 방정식-4.두 직선의 평행과 수직, 천재교육). 좌표평면에서 삼각형 OC_1C_2의 세 점의 위치를 확인하고 점과 직선 사이의 거리를 이용하여 삼각형 OC_1C_2의 넓이를 구한다(고1 『수학』 교과서 Ⅲ.도형의 방정식-4.두 직선의 평행과 수직-점과 직선 사이의 거리, 천재교육).

➢[수학 1-ⅲ]

포물선 $y=-x^2+4$를 x축 방향으로 m만큼 y축 방향으로 n만큼 평행이동한 포물선 F와 l_1, l_2가 접한다는 사실을 이용하여 m, n의 값을 구한다(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1.포물선, Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육).

➢[수학 1-ⅳ]

[수학 1-ⅲ]의 결과를 이용하여 l_1, l_2 각각의 접점 x좌표 x_1, x_2를 구한다. 이 값을 이용하여 구간 내에서 포물선의 넓이를 구하면 된다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수와의 관계, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ.적분법-4. 넓이, 천재교육).

자연계 3교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

(ⅰ) 고1『수학』교과서에 나오는 이차함수, 유리함수, 직선의 방정식을 제시. 두 곡선 사이의 넓이를 구하는 적분공식을 제시함(고1『수학』교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-4.이차방정식과 이차함수의 관계, Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식,Ⅴ.함수-4.유리함수, 천재교육).

(ⅱ) 두 함수의 교점을 제시.

(ⅲ) 주어진 함수와 고정된 점을 지나는 직선의 방정식과의 교점의 관계를 함수로 정의함(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식-한 점과 기울기가 주어진 직선의 방정식, 천재교육).

➢<제시문 2>

(ⅰ) x축 위의 특정점에서 $y=h(x)$에 접선을 그을 때, 접점을 나타냄(『기하』교과서 Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육).

(ⅱ) 접선이 y축과 만나는 점을 제시하고 접선이 $y=h(x)$와 접점 이외의 만나는 점을 제시함(고1『수학』교과서 Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식, 천재교육).

(ⅲ) 직선 l_n, y축, 곡선 $y=h(x)$로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_n임을 제시함.

(『수학Ⅱ』교과서 Ⅲ.적분-4.넓이, 천재교육).

2. 문제 분석

➢[수학 2- ⅰ]

<제시문1>에서 주어진 세 교점 Q_1, Q_2, Q_3을 구하는 문제. x의 범위에 따라 함수 $f(x)$를 포물선과 유리함수로 나누어서 함수를 구해야 함.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	
[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅱ]

x의 범위에 따라 $f(x)$, $g(x)$의 교점을 구하고 $h(x)$를 좌표평면에 나타낸다. 그리고 $y=t(x+3)$가 $(-3,0)$을 지나는 직선이므로 좌표평면에 $(-3,0)$을 지나는 직선을 그려 함수 $k(t)$를 구한다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학] - (4)함수 - 2 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.	
[기하] - (1)이차곡선 - 1 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅲ]

<제시문2>에서 주어진 점 $(n,0)$에서 곡선 $y=h(x)$에 그은 접선 위의 접점 중 제 2 사분면에 있는 점의 x,y좌표를 n에 관한 식으로 나타내고 그것의 극한값을 구해야 함.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[기하] - (1)이차곡선 - 1 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.	
[미적분] - (1)수열의 극한 - 1 수열의 극한 [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.	

➢[수학 2-ⅳ]

점 $(n,0)$에서 곡선 $y=h(x)$에 그은 접선이 y축과 만나는 점의 y좌표와 그 접선이 접점 P_n을 제외한 곡선 $y=h(x)$와 다시 만나는 점 R_n의 x좌표, 넓이 S_n을 각각 <제시문2>의 α_n, β_n로 나타내고 넓이 S_n의 극한값을 구한다.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] - (3)적분 - 3 정적분의 활용 [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.	

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제의도

『기하』, 『수학』 교과서에 나오는 포물선과 직선이 혼합된 함수를 이해하고 그것의 개형을 좌표평면에 나타내고 고정점을 지나는 직선을 움직여봄으로서 기울기에 따른 함수

교점의 개수를 구할 수 있는지를 평가하는 문제.

x축 위의 점에서 접선의 방정식과 그 접점을 직접 구해보고 그것의 x, y좌표의 극한이 어떤 값으로 수렴하는가에 대한 과정을 평가함.

접선, 곡선이 만나는 점과 접점을 좌표평면에 표현해 보고 주어진 조건에 해당되는 넓이의 극한을 적분을 이용해 올바르게 구할 수 있는지 평가함.

2) 채점기준

➢[수학 2- ⅰ]

직선과 포물선이 혼합된 함수를 잘 이해하고 이를 이용하여 주어진 직선과 만나는 점의 좌표를 구한다. 세 좌표를 정확히 구할 수 있는지가 채점기준임.

➢[수학 2- ⅱ]

<제시문1>-(ⅲ)에 주어진 함수를 이해하고 좌표평면에 그 개형을 올바르게 그렸는지가 기준임. 그리고 고정된 점을 지나는 직선을 좌표평면에 같이 나타내 보고 실수 t의 값에 따른 함수 $k(t)$의 값을 표로 올바르게 나타냈는지를 평가.

➢[수학 2-ⅲ]

<제시문2>-(ⅰ)에서 n을 이용하여 α_n, β_n을 올바르게 표현했는지 평가하고 각각의 극한값을 올바르게 도출했는가가 평가요소임.

➢[수학 2-ⅳ]

<제시문2>의 점 T_n의 y좌표와 점 R_n의 x좌표를 각각 α_n, β_n에 대한 식으로 올바르게 표현했는지 평가하고 넓이 S_n을 α_n, β_n으로 올바르게 표현하고 그것의 극한값을 올바르게 구했는지 평가함.

3) 예시답안 분석

➢[수학 2- ⅰ]

$x \leq 0$인 부분은 포물선과 직선의 교점을 구한다(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1. 포물선, 고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-7.연립이차방정식, Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식, 천재교육). $x > 0$인 부분은 유리함수와 직선의 교점을 구하면 된다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-7.연립이차방정식, Ⅴ.함수-4.유리함수, 천재교육).

➢[수학 2-ⅱ]

$x \leq 0$에서 이차부등식을 이용하여 $h(x)$를 직선과 포물선이 되는 구간으로 나누어 함수를 표현한다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-9.이차부등식과 연립이차부등식, Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식, 『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1. 포물선, 천재교육).

$x > 0$인 부분은 유리함수와 직선의 방정식의 부등식 관계를 이용하여 $h(x)$가 직선과 유리함수로 나누어지는 범위를 구한다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-9.이차부등식과 연립이차부등식, Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식, Ⅴ.함수-4.유리함수, 천재교육).

x의 값에 따라 좌표평면에 그래프의 개형을 그린다. 그리고 $(-3,0)$을 지나고 기울기가 t인 직선을 그려보면서 t값에 따른 교점 개수를 찾아본다. 접선일 때를 체크하면 된다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과부등식-7.연립이차방정식,Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수의 관계, Ⅲ.도형의 방정식-3.직선의 방정식, 천재교육).

➢[수학 2-ⅲ]

포물선의 접선 구하는 공식을 이용하여 P_n의 x좌표와 y좌표를 이용하여 접선의 방정식을 구한다(『기하』 교과서 Ⅰ.이차곡선-1.포물선, Ⅰ.이차곡선-4.이차곡선의 접선의 방정식, 천재교육). 여기서 구한 직선이 $(n, 0)$을 지나므로 y좌표를 x좌표로 표현할 수 있다. x좌표가 $2x^2-4nx-(4n+3)=0$의 근임을 알 수 있다(고1 『수학』 교과서 Ⅱ.방정식과 부등식-3.이차방정식의 근과 계수의 관계, 천재교육).

'P_n의 접선의 방정식이 의해 점$(n, 0)$ 지난다'는 사실에서 얻은 식과 'x좌표가 $2x^2-4nx-(4n+3)=0$의 근이다'라는 사실에서 얻은 식을 통해 P_n의 x좌표와 y좌표를 n으로 표현할 수 있다. 이를 이용하여 α_n과 β_n의 극한값을 구할 수 있다.(『미적분』 교과서 Ⅰ.수열의 극한-2.극한값의 계산, 천재교육).

➢[수학 2-ⅳ]

접선 l_n의 방정식:$(\alpha+1)(x+1)=\frac{1}{4}(y-1+\beta-1)$을 통해 y절편을 구하고 접선 l_n의 방정식과 $y=x+3$의 교점의 x좌표를 구한다. 좌표평면을 통해 구하는 넓이의 영역을 확인하고 $\triangle Q_2R_nT_n$의 넓이에서 $y=x+3$과 $y=2x^2+4x+3$으로 둘러싸인 넓이를 빼주면 S_n의 넓이가 α_n과 β_n로 표현된다. α_n과 β_n의 극한값은 [수학 2-iii]에서 구했으므로 S_n 의 극한값을 구할 수 있다(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ.적분-4.넓이, 천재교육).

〈자연계 3교시 수학 종합의견〉

3교시 수학 1번 문항은 기하 시간에 배운 포물선을 이용하여 도형 사이의 넓이, 접선과의 관계를 이용해 여러 가지 상황에 대한 수험생의 지식을 묻고 있다. 하지만 이런 질문들 모두 대상은 기하의 포물선이지만 고1『수학』교과서의 직선의 방정식, 점과 직선과의 거리,『미적분』교과서의 함수의 증감·두 곡선 사이의 넓이,『기하』교과서의 포물선의 접선의 방정식 등 복합적인 요소를 물어보고 있다. 제시문과 문제에서 요구하는 것들은 고등학교 수학과 교육과정 외의 사실을 이용하여 쉽게 풀 수 있는 문제는 없다.『기하』교과서에서 배운 포물선의 다양한 특징을 공부하고『미적분』교과서·『수학』교과서와 연관시켜 주어진 여러 가지 사실들을 보임으로서 **수험생들이 과목 사이의 연계성을 가지고 있는지 평가할 수 있다**. **사교육이나 선행학습이 없더라도 공교육을 충실히 이행한 학생이면 충분히 좋은 답을 쓸 수 있다.**

3교시 수학 2번 문항은 한 함수를 범위를 나누어 좌표평면에 나타내고 그 함수의 그래프와 직선의 위치관계를 파악하는 문제와 x축 위의 점을 주고 직선과 곡선이 만나는 점을 수열로 나타내고 극한값과 넓이를 구하는 문제이다. 이는 우리가 **고등학교 수학과 교육과정을 거치면서 쉽게 접할 수 있는 문제**이다. 특히 x값의 범위에 따른 여러 가지 함수를 제시함으로서 수험생들이 가지고 있는 함수 그래프 개형에 대한 이해도를 알 수 있다. 또한 접선의 방정식을 이용하여 이를 x축 위의 점을 임의로 지정하여 수열과 연결한 부분은 기하와 수열의 연결성을 볼 수 있다. 또한 그것으로부터 도형의 넓이를 구하는 문제여서『기하』교과서의 내용을 수열, 적분까지 확장시킨 문제이다. 수학 2번은 학생들이 수능공부를 하면서 실제로 접할 수 있는 함수를 직접 본인이 글로 써봄으로서 직관이 아닌 논리적으로 어떤 사실을 얻어낸다는 것에 포커스를 맞추고 있다. 수열을 응용하여 조금 어려울 수는 있지만 침착하게 문제를 정확히 이해하고 주어진 문제의 순서대로 해결해 간다면 충분히 해결할 수 있다. 한 가지 부분에 대해 심화하여 수험생이 공부한 것을 평가한다기 보다 여러 가지 사실을 복합적으로 알고 있는지에 대해 평가하고 있다. **수학과 교육과정의 편협적인 지식을 평가하는 문제가 아니라 수학과 교육과정에서 중요한 부분을 평가하고 있어 수험생들이 쉽게 접근할 수 있다.**

자연계 1교시 〈물리학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

일정한 가속도로 직선 운동하는 물체의 속도와 변위에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (1) 여러 가지 운동(와이비엠 p17), I. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p25), I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 변화 (1) 여러 가지 운동(교학사 p20-21), I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (1) 여러 가지 물체의 운동(비상교육 p14-15), I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p23), I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 관성 법칙과 가속도 법칙(천재교육 p25)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 2>

직선상에서 운동하는 물체에 일정한 크기의 힘이 가해질 때 힘이 한 일과 운동 에너지의 변화에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 I. 역학과 에너지 2. 에너지 (1) 역학적 에너지 보존(와이비엠 p49), I. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (1) 역학적 에너지 보존(미래엔 p50), I. 역학과 에너지 3. 에너지 (1) 역학적 에너지(교학사 p59-60), I. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (1) 역학적 에너지 보존(비상교육 p46-47), I. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (6) 역학적 에너지 보존(동아출판 p40)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 3>

운동하는 물질의 파동인 물질파의 파장에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(와이비엠 p200), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 정보 통신의 활용 (6) 물질 입자도 파동의 성질을 가지고 있을까?(금성출판사 p181), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(미래엔 p200), Ⅲ. 파동과 정보 통신 3. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(교학사 p204-205), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(비상교육 p176), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(동아출판 p185), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(천재교육 p180)에 기술되어 있는 내용임.

2. 문제 분석

➢[물리학Ⅰ-i]

등가속도 직선 운동과 뉴턴의 운동 법칙을 이해하여 정지 거리와 정지 시간을 계산하는 문제임. (가)에서는 등속도 운동과 등가속도 운동에서 각각 물체의 이동 거리(변위)와 걸린 시간을 구하는 문제로 <제시문 1>에 주어진 등가속도 직선 운동에서 물체의 속도와 변위의 관계와 뉴턴의 운동 법칙('물리학Ⅰ' 와이비엠 p16-17, 24, 금성출판 p15, 21, 미래엔 p21, 24-25, 교학사 p18-21, 27, 비상교육 p14-15, 24, 동아출판 p12, 20-22, 천재교육 p24-25)을 이용하여 해결하는 문제이며, (나)에서는 직선 운동하는 자동차의 질량과 공주 거리 시간, 정지시킬 때 작용하는 힘, 주행 속력이 주어졌을 때 이를 정량적으로 계산하는 문제임.

➢[물리학Ⅰ-ⅱ]

일과 운동 에너지 정리, 물질의 이중성을 이해하여 입자의 운동량과 파장을 구하는 문제임. (가)에서는 <제시문 2>의 힘이 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 증가한다는 내용('물리학Ⅰ' 와이비엠 p49, 미래엔 p50, 교학사 p60, 비상교육 p47, 동아출판 p40)을 이용하여 운동량의 크기를 구하는 문제이고 (나)에서는 (가)의 결과와 <제시문 3>에서 주어진 물질파 파장('물리학Ⅰ' 와이비엠 p200-201, 금성출판 p181, 미래엔 p200, 교학사 p204-205, 비상교육 p176, 동아출판 p185, 천재교육 p180)을 이용하여 해결하는 문제이며, (다)에서는 (나)의 결과를 바탕으로 질량이 서로 다른 두 입자의 파장의 비를 구하는 문제임.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[물리학Ⅰ-ⅰ]

뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 힘과 가속도의 상관관계를 이해하고, 물체에 일정한 힘이 가해질 때 물체가 이동한 거리와 걸린 시간을 구하고, 이를 정량적으로 계산하는 능력을 평가하는 문제임.

채점 기준은 <제시문 1>에서 주어진 물체의 속도와 변위에 대한 관계식을 이용하여 (가)에서는 등속도 운동과 등가속도 운동임을 이용하여 각각의 거리를 계산하여 정지거리를 도출하는 부분과 정지하는데 걸린 시간을 도출하는 부분으로 나누어 점수를 부여하고 있으며, (나)에서는 (가)에서 구한 정지거리를 이용하여 주행속력이 다른 두 경우의 정지거리를 정량적으로 계산하고 각각의 경우 점수를 받을 수 있도록 세분화하였음. 또한, (가), (나)의 경우 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ' (1) 역학과 에너지 '[12물리Ⅰ01-01]여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화

에 따라 분류할 수 있다.'와 '[12물리Ⅰ01-02]뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.'에 포함된 내용(p126)으로 물리학Ⅰ 교육과정에 적합한 채점 기준임.

예시답안은 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (1) 여러 가지 운동(와이비엠 p16-17, 24), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (3) 물체에 힘이 작용하면 물체의 운동은 어떻게 될까?(금성출판 p15, 21) Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p21, 24-25), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 변화 (1) 여러 가지 운동(교학사 p18-21, 27), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (1) 여러 가지 물체의 운동(비상교육 p14-15, 24), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p12, 20-22), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 관성 법칙과 가속도 법칙(천재교육 p24-25)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

➢[물리학Ⅰ-ⅱ]

일과 운동 에너지 정리를 이용하여 입자의 운동량의 크기를 구하고, 물질의 이중성을 이해하여 물질파의 파장을 구하는 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하는 문제임.

채점 기준은 (가)에서는 <제시문 2>에서 주어진 힘이 한 일과 물체의 운동 에너지 관계를 이용하여 일정한 힘으로 가속된 입자의 운동량을 올바르게 도출하도록 점수를 부여하고 있으며, (나)에서는 <제시문 3>에서 주어진 식과 (가)의 결과를 이용하여 입자의 물질파 파장을 도출하도록 점수를 부여하고 있음. (다)에서는 (나)의 결과를 바탕으로 질량이 다른 두 입자의 파장의 비를 구하도록 점수를 부여하고 있으며 (가)~(다) 각 문항의 점수가 세분화 되어 있음. 또한, (가)의 경우 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ' (1) 역학과 에너지 '[12물리Ⅰ01-06]직선 상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.'에 포함된 내용(p126)이며, (나), (다)의 경우 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ' (3) 파동과 정보통신 '[12물리Ⅰ03-06]물질의 이중성을 알고, 전자 현미경의 원리를 설명할 수 있다.'에 포함된 내용(p129)으로 물리학Ⅰ교육과정에 적합한 채점 기준임.

예시답안은 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 2. 에너지 (1)역학적 에너지 보존(와이비엠 p49), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (1) 역학적 에너지 보존(미래엔 p50), Ⅰ. 역학과 에너지 3. 에너지 (1) 역학적 에너지(교학사 p60), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (1) 역학적 에너지 보존(비상교육 p47), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (6) 역학적 에너지 보존(동아출판 p40), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(와이비엠 p200-201), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 정보 통신의 활용 (6) 물질 입자도 파동의 성질을 가지고 있을까?(금성출판사 p181), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(미래엔 p200), Ⅲ. 파동과 정보 통신 3. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질

의 이중성(교학사 p204-205), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(비상교육 p176), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(동아출판 p185), Ⅲ. 파동과 정보 통신 2. 빛과 물질의 이중성 (2) 물질의 이중성(천재교육 p180)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

〈자연계 1교시 물리학Ⅰ 종합의견〉

문항 [물리학 Ⅰ-i]의 경우 (1) 역학과 에너지 단원에서 힘과 가속도의 관계 및 등가속도 운동을 이해하고 있는지 확인하는 문제로 〈제시문 1〉을 이용하면 쉽게 해결할 수 있는 문제이며, 문항 [물리학 Ⅰ-ⅱ]의 경우 (3) 파동과 정보통신 단원에서 물질의 이중성을 이해하고 있는지 확인하는 문제로 〈제시문 2〉, 〈제시문 3〉을 이용하여 입자의 운동량과 파장을 이해하여 적용하면 어렵지 않게 해결할 수 있는 문제이다. **두 문항 모두 고등학교 교육과정에서 배운 기본 개념들을 이해하고 일상생활 문제에 적용하였을 때 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 출제되어 학교 수업에 충실한 학생이라면 무난하게 접근할 수 있는 문제들이다.** 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 교육과정을 근거로 서술되었다.

자연계 2교시 〈물리학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

물체의 가속도와 물체에 작용하는 알짜힘 및 물체의 질량과의 상관관계에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p24), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p22)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 2>

일정한 가속도로 직선 운동하는 물체의 속도와 변위에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p25), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p23)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 3>

전자의 전이와 에너지 준위에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 Ⅱ. 물질과 전자기장 1. 전기 (1) 전기의 에너지 준위(천재교육 p97), Ⅱ. 물질과 전자기장 1. 물질의 전기적 특성 (2) 원자의 스펙트럼(비상교육 p94-95)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 4>

보어의 수소 원자 모형에서 양자수와 에너지 준위에 관한 내용으로 고등학교 '물리학Ⅰ'의 Ⅱ. 물질과 전자기장 1. 물질의 전기적 특성 (2) 원자의 스펙트럼(비상교육 p96)에 기술되어 있는 내용임.

2. 문제 분석

➢[물리학Ⅰ-i]

뉴턴의 운동 법칙, 등가속도 직선 운동, 운동량 보존을 이해하여 해결하는 문제임. (가)에서는 <제시문 1>의 뉴턴의 운동 법칙('물리학Ⅰ' 미래엔 p24, 동아출판 p20-22)을 이용하여 물체에 작용하는 알짜힘('물리학Ⅰ' 미래엔 p20, 동아출판 p19)과 실이 당기는 힘(장력)을 구하는 문제이며, (나)에서는 <제시문 2>에 주어진 등가속도 직선 운동('물리학Ⅰ' 미래엔 p25, 동아출판 p22-23)에서 물체의 속도와 변위의 관계 및 운동량('물리학Ⅰ' 미래엔 p32, 동아출판 p28)을 이용하여 물체의 속력과 운동량의 크기를 구하는 문제임.

➢[물리학Ⅰ-ⅱ]

보어의 수소 원자 모형에서 전자의 전이와 에너지 준위를 이해하여 해결하는 문제임. (가)에서는 <제시문 3>의 에너지 준위에 있는 전자가 낮은 에너지 준위로 전이할 때 두 에너지 준위 차이에 해당하는 에너지를 빛으로 방출한다는 관계('물리학Ⅰ' 천재교육 p96-98, 비상교육 p94-96)를 이용하여 각각의 경우 전자의 전이와 빛의 파장을 확인하는 문제이며, (나)에서는 <제시문 4>의 보어의 수소 원자 모형에서 양자수에 따른 에너지 관계('물리학Ⅰ' 천재교육 p95-96, 비상교육 p96) 및 빛의 에너지와 파장의 관계를 이해하여 가장 짧은 파장과 가장 긴 파장의 비를 구하는 문제임.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[물리학Ⅰ-i]

뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 힘과 가속도의 상관관계, 알짜힘을 이해하고, 물체의 운동 상태를 분석하여 해결하는 능력을 평가하는 문제로 출제되었음.

채점 기준은 (가)에서는 <제시문 1>에서 주어진 가속도와 힘, 질량의 관계를 이용하여 운동 방정식을 세워 두 물체에 작용하는 알짜힘을 구한 각각의 경우와 실이 당기는 힘(장력)의 크기를 구한 경우를 세분화하여 점수를 부여하고 있으며, (나)에서는 <제시문 2>에서 주어진 등가속도 운동하는 물체의 속도와 변위에 대한 관계식을 이용하여 실이 끊어지기 직전 물체의 속력을 도출하는 경우와 실이 끊어진 후 두 물체의 운동량의 크기를 도출하는 각각의 경우를 세분화하여 점수를 부여하였음. 또한, 등가속도 법칙이나 운동량의 개념 대신 역학적 에너지 보존 법칙과 충격량과 운동량의 관계를 이용하여 문제를 해결하는 경우에도 점수를 부여할 수 있는 기준이 제시되어 있음. (가), (나)의 경우, 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ' (1) 역학과 에너지 '[12물리Ⅰ01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다.', '[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.', '[12물리Ⅰ01-03] 뉴턴의 제3법칙의 적용 사례를 찾아 힘이 상호 작용임을 설명할 수 있다.', '[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.'에 포함된 내용(p126)으로 물리학Ⅰ 교육과정에 적합한 채점 기준임.

예시답안은 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p20, 24-25), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p19, 22-23), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (4) 운동량 보존(미래엔 p32), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (4) 운동량 보존 법칙(동아출판 p28)의 내용을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

➢[물리학 Ⅰ - ⅱ]

보어의 원자 모형에서 전자의 불연속적인 에너지 준위와 전자의 전이, 전이 과정에서 방출되거나 흡수되는 에너지에 대해 이해하는지 확인하는 문제로 출제되었음.

채점기준은 (가)에서는 <제시문 3>에서 주어진 전자의 에너지 준위 차와 빛의 진동수와의 관계를 이용하여 전자가 낮은 에너지 준위로 전이할 때 두 에너지 준위 차이에 해당하는 에너지를 빛으로 방출하는 전자의 전이를 그림으로 표현한 경우와 서로 다른 빛의 파장을 제시한 경우에 점수를 부여하고 있으며, (나)에서는 <제시문 4>에서 주어진 수소 원자 모형의 전자의 에너지 준위를 이용하여 빛의 에너지와 파장이 반비례 관계라는 것을 이해하여 가장 짧은 파장의 빛을 방출하는 경우, 가장 긴 파장의 빛을 방출하는 경우, 정량적으로 이를 계산한 경우를 각각 세분화하여 점수를 부여하였음. 또한, (가), (나)의 경우 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학 Ⅰ' (2) 물질과 전자기장 '[12물리Ⅰ02-02]원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다.'에 포함된 내용(p128)으로 물리학 Ⅰ 교육과정에 적합한 채점기준임.

예시답안은 '물리학 Ⅰ'의 Ⅱ. 물질과 전자기장 1. 전기 (1) 전기의 에너지 준위(천재교육 p96-98), Ⅱ. 물질과 전자기장 1. 물질의 전기적 특성 (2) 원자의 스펙트럼(비상교육 p94-96)의 내용을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

<자연계 2교시 물리학Ⅰ 종합의견>

문항 [물리학 Ⅰ-ⅰ]의 경우 (1) 역학과 에너지 단원에서 뉴턴의 운동 법칙과 운동량의 개념을 이해하고 있는지 확인하는 문제로, <제시문 1>과 <제시문 2>를 이용하고 운동량의 개념을 파악하고 있다면 물체의 운동을 어렵지 않게 분석할 수 있다. 문항 [물리학 Ⅰ-ⅱ]의 경우 (2) 물질과 전자기장 단원에서 물질의 구조와 성질, 원자 내 전자가 가지는 에너지의 분포를 이해하고 있는지 확인하는 문제로, 전자의 에너지 준위 및 전자 전이와 빛의 흡수 및 방출에 대해 정확하게 파악하고 있다면 <제시문 3>과 <제시문 4>의 관계식을 보고 쉽게 해결할 수 있다. 두 문항 모두 고등학교 교육과정에서 배운 기본 개념들을 이해하고 일상생활 문제에 적용하였을 때 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 출제되어 학교 수업에 충실한 학생이라면 무리 없이 해결할 수 있는 문제들이다. 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 교육과정을 근거로 서술되었다.

자연계 3교시 〈물리학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

일정한 가속도로 직선 운동하는 물체의 속도에 관한 내용으로 고등학교 '물리학 Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p23), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p25), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 관성 법칙과 가속도 법칙(천재교육 p25)에 기술되어 있는 내용임.

➢<제시문 2>, <제시문 3>

열, 기체의 내부 에너지와 기체가 외부에 한 일의 관계에 관한 내용(열역학 제1법칙)으로 고등학교 '물리학 Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 2. 열과 에너지 (1) 열기관의 내부 에너지(동아출판 p52-53), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (2) 열기관과 내부 에너지(미래엔 p58, 60), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 열과 에너지 (2) 내부 에너지와 열기관(천재교육 p54-55)에 기술되어 있는 내용임.

2. 문제 분석

➢[물리학 Ⅰ-ⅰ]

자유낙하 운동과 등가속도 직선 운동을 이해하여 뉴턴의 운동 법칙과 <제시문 1>에 주어진 등가속도 직선 운동하는 물체의 속도와 시간의 관계('물리학 Ⅰ' 동아출판 p23, 미래엔 p25, 천재교육 p25-26)를 이용하여 해결하는 문제임 .(가)에서는 자유낙하 하는 물체의 운동을 이해하고 속도-시간 그래프의 기울기로 가속도를 구하여 중력 가속도와 질량이 변하는 경우 물체의 속도를 시간의 함수로 표현하는 문제이며, (나)에서는 가속도와 힘 및 질량의 관계('물리학 Ⅰ' 동아출판 p18-23, 미래엔 p24-26, 천재교육 p22-24) 및 물체의 속도와 가속도의 관계를 이해하여 힘과 질량이 변하는 경우 물체의 속도를 시간의 함수로 표현하는 문제임.

➢[물리학 Ⅰ-ⅱ]

기체의 내부 에너지와 열, 일에 대해 이해하여 (가)에서는 압력('물리학 Ⅰ' 동아출판 p52, 미래엔 p57, 천재교육 p53)의 정의를 이용하여 주어진 기체의 압력을 구하는 문제이고, <제시문2>의 기체가 외부에 한 일과 <제시문 3>의 계의 내부 에너지 변화량('물리학 Ⅰ' 동아출판 p52-55, 미래엔 p58-60, 천재교육 p53-56)을 모두 이용하여 (나)에서는

일정한 압력에서 기체의 부피가 변한 경우 기체의 내부 에너지 변화량을, (다)에서는 기체에 가한 열이 0일 때 피스톤에 힘을 가하여 부피가 변한 경우 기체의 내부 에너지 변화량을 계산하는 문제임.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[물리학 Ⅰ-i]

자유낙하 하는 물체의 운동, 등가속도 운동, 뉴턴의 운동 법칙을 이해하여 중력 가속도 및 운동하는 물체의 가속도를 구하고 속도와 가속도의 관계를 이해하여 그래프로 표현하는 능력을 평가하는 문제임.

채점기준은 <제시문 1>에서 주어진 등가속도 운동에서 물체의 속도와 가속도와의 관계식을 이용하여 속도-시간 그래프의 기울기가 가속도임을 도출하고 (가)에서는 일정한 중력 가속도로 자유낙하 하는 물체의 가속도는 물체의 질량과는 무관하다는 것을 이해하여 물체의 속도를 시간의 함수로 올바르게 표현한 경우에 점수를 부여하고 있으며, (나)에서는 물체의 가속도는 힘에 비례하고 질량에 반비례하고 있다는 것을 이해하여 힘과 물체의 질량이 변하였을 때 물체의 속도를 시간의 함수로 올바르게 표현한 경우에 점수를 부여하고 있음. (가), (나) 각 문항에서 2문항을 모두 풀지 못하더라도 해결한 과제에 대해서는 점수를 받을 수 있도록 세분화 되어 있음. 또한, 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ'의 (1) 역학과 에너지 '12물리 I01-02]뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.'에 포함된 내용(p126)으로 물리학Ⅰ교육과정에 적합한 채점 기준임.

예시답안은 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 운동 법칙(동아출판 p18-23), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 물체의 운동 (2) 힘과 운동(미래엔 p24-26), Ⅰ. 역학과 에너지 1. 힘과 운동 (2) 관성 법칙과 가속도 법칙(천재교육 p22-24, 25-26)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

➢[물리학 Ⅰ-ⅱ]

기체가 하는 일은 기체의 부피 변화와 관련이 있고 기체의 내부 에너지 변화량은 외부에서 가해준 열에서 외부에 한 일을 뺀 것과 같다는 열역학 제1법칙을 이해하여 구체적인 상황에 적용할 수 있는 능력을 평가하는 문제임.

채점기준은 (가)에서는 기체에 작용하는 피스톤에 의한 중력과 단면적을 이용하여 기체의 압력을 구한 경우에 점수를 부여하고 있으며, (나)와 (다)에서는 <제시문 2>와 <제시문 3>에 주어진 기체가 외부에 한 일과 계의 내부 에너지 변화량의 관계식을 이용하여 기체의 내부 에너지를 정확하게 도출한 경우에 점수를 부여하고 있음. (가)~(다) 각 문항의 점수를 세분화하고 있으며, 기체가 외부에 한 일과 피스톤의 중력에 의한 퍼텐셜 에

너지의 변화량이 같다는 내용의 풀이도 점수를 부여하였음. 또한, 교육부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리학Ⅰ'의 (1) 역학과 에너지 '[12물리Ⅰ01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화됨을 사례를 들어 설명할 수 있다.'에 포함된 내용(p126)으로 물리학Ⅰ교육과정에 적합한 채점 기준임.

예시답안은 '물리학Ⅰ'의 Ⅰ. 역학과 에너지 2. 열과 에너지 (1) 열기관의 내부 에너지(동아출판 p52-55), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 에너지와 열 (2) 열기관과 내부 에너지(미래엔 p57-60), Ⅰ. 역학과 에너지 2. 열과 에너지 (2) 내부 에너지와 열기관(천재교육 p53-56)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

<자연계 3교시 물리학Ⅰ 종합의견>

문항 [물리학 Ⅰ-i]의 경우 (1) 역학과 에너지 단원에서 가속도와 힘, 질량의 관계 및 등가속도 운동을 이해하고 있는지 확인하는 문제로, <제시문 1>을 이용하여 속도-시간 그래프를 이해하고, 속도와 가속도의 관계, 자유낙하 운동 및 물체의 운동을 이해하고 있다면 쉽게 해결할 수 있다. [물리학 Ⅰ-ii]의 경우 (1) 역학과 에너지 단원에서 열역학 제1법칙을 이해하여 구체적인 상황에 적용할 수 있는지 확인하는 문제로 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화된다는 개념을 정확하게 이해하고 있다면 <제시문 2>와 <제시문 3>의 관계식을 보고 쉽게 해결할 수 있다. 두 문항 모두 고등학교 교육과정에서 배운 기본 개념들을 이해하고 일상생활 문제에 적용하였을 때 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 출제되어 **학교 수업에 충실한 학생이라면 무난하게 접근**할 수 있는 문제들이다. 채점기준에 따라 예시답안이 명확하게 제시되어 있으며 **출제의도, 채점기준, 예시답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 교육과정을 근거로 서술**되었다.

자연계 1교시 〈화학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 전자쌍 반발 원리와 결합각, 산•염기 중화 반응, 선스펙트럼, 에너지 준위, 오비탈과 양자수, 산화 환원 반응, 산화제에 대한 설명으로 화학Ⅰ 교육과정 중 많은 영역을 포함하는 내용으로 구성되어 있다.

➢<제시문 1>

전자쌍 반발 원리와 결합각에 대한 설명으로 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 3단원 화학 결합과 분자의 세계 중 2. 분자의 구조와 성질 단원의 분자 구조에서 설명하고 있다. 루이스 전자점식, 구조식, 분자의 극성과 함께 설명하고 있는 내용이다.

➢<제시문 2>

식초 속 아세트산 함량을 구하는 실험으로 중화 적정에 대한 실험 과정을 설명하고 있다. 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'와 '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 4단원 역동적인 화학반응 1. 산•염기와 중화 반응 단원의 산과 염기 및 중화 반응에서 전체적으로 설명하고 있는 내용이다.

➢<제시문 3>

수소와 네온의 선스펙트럼의 차이, 에너지 준위, 오비탈과 양자수에 대한 설명으로 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 2단원 원자의 세계 1. 원자의 구조 단원의 현대 원자 모형과 전자 배치에서 설명하고 있는 내용이다.

➢<제시문 4>

산화 환원 반응에서 산화제에 대한 설명으로 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 4단원 역동적인 화학 반응 2. 산화 환원 반응 단원의 산화 환원과 산화수에서 설명하고 있는 내용이다.

2. 문제 분석

화학의 기본 개념인 원자량, 분자량, 몰의 이해를 바탕으로 전자쌍 반발의 원리를 고려한 분자의 구조, 산 염기 반응과 중화 적정, 오비탈과 양자수, 산화 환원 반응에서의 산화제의 세기 비교까지 화학Ⅰ 교육과정의 많은 영역의 개념을 포함하는 문제들로 구성되어 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅰ]

(가)는 두 화합물(C_2H_6과 CH_2O) 각각의 10g에 포함된 수소 원자의 상대 비를 구하는 문제로 주어진 분자식과 원자량으로 각각의 분자량을 계산하여 분자의 몰수를 계산하고 분자의 몰수 속에 포함된 수소 원자의 몰수를 구하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '아보가드로 수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.'에 해당하는 문제이다. (나)는 두 화합물(C_2H_6과 CH_2O)의 분자 구조를 예측하여 결합각을 구하고 주어진 물질의 결합각과 비교하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅱ]

식초의 밀도와 아세트산의 함량(% 농도)을 이용하여 식초 10mL 속에 포함된 아세트산의 몰수를 구하고 중화 적정 반응을 이용하여 적정에 사용되는 표준 용액의 부피를 구하는 문제로 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'와 '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅲ]

주 양자수, 방위 양자수, 스핀 양자수를 바탕으로 자기 양자수를 구하여 전자 배치를 생각해 보는 문제로 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.'와 '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]

제시된 물질들의 산화수 변화를 통하여 산화제의 상대적 세기를 비교하는 문제로 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

출제 의도에서 제시한 평가 내용은 화학 반응에서의 양적 관계, 원자 구조, 화학 결합, 분자의 구조와 성질, 화학 반응에 대한 기본적인 이해이다. 이는 교육과정의 화학 I 의 내용 요소 중 몰, 화학 반응식, 몰 농도, 전자점식, 전자쌍 반발 이론, 중화 반응의 양적 관계, 양자수, 산화, 환원, 산화수에서 다루고 있다. 이러한 내용은 1단원 화학의 첫걸음, 2단원 원자의 세계, 3단원 화학 결합과 분자의 세계, 4단원 역동적인 화학 반응의 모든 단원에 고르게 분포되어 있다. <제시문4>에서 제시한 두 개의 화학 반응식도 화학 I 교과서(천재교육) p.192에서 예시로 그대로 사용된 것으로 교육과정 수준의 적합한 출제라고 생각된다.

➢[화학 I - i]

(가)는 채점 기준에서 제시한 몰수의 개념과 예시 답안에서 제시한 분자량과 분자에 포함된 원자 수의 개념은 교육과정 중 '아보가드로 수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.'에서 설명하고 있다. (나)는 채점 기준과 예시 답안에서 제시한 루이스 구조식, 전자쌍 반발력, 결합각의 개념은 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.'에서 설명하고 있다. (나)에서 제시한 분자의 구조는 화학 I 교과서(천재교육) p.141(NH_3, $BeCl_3$), p.149(CH_2O)에서 예시로 설명하고 있는 기본적인 분자들이다.

➢[화학 I - ii]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 퍼센트 농도, 몰 농도, 밀도를 이용한 화학 양론적 계산의 개념은 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'와 '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 중화 적정을 이용하여 식초 속 아세트산의 함량을 알아보는 실험내용은 화학 I 교과서(천재교육) p.180 탐구실험에서 예시로 소개하고 있는 내용이다.

➢[화학 I - iii]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 양자수와 파울리의 배타 원리에 대한 개념은 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.'와 '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 양자수에 대한 설명은 화학 I 교과서(천재교육) p.70에서 설명하고 있는 내용이다. 파울리 배타 원리는 p.73에서 설명하고 있는 내용이다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 산화수와 산화제에 대한 개념은 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에서 설명하고 있으며, 산화수에 대한 개념은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.189에서 설명하고 있고, 산화제에 대한 개념은 p.192에서 설명하고 있는 내용이다.

〈자연계 1교시 화학Ⅰ 종합의견〉

제시문에서 제시하고 있는 전자쌍 반발 원리, 중화 적정, 오비탈과 양자수, 산화, 환원, 산화제에 대한 개념과 이에 관련된 분자 구조와 결합각 비교 분석, 식초에 포함된 아세트산을 적정하기 위한 표준 용액의 부피 계산, 자기 양자수와 전자 배치 분석, 산화제의 상대적 세기 비교 문제는 **화학Ⅰ 교육과정의 모든 영역을 포함하고 있다.** 각각의 단원에서 중요한 핵심 내용으로 문제를 잘 구성한 것으로 생각된다. 이는 **화학Ⅰ 교육과정 수준의 학습을 충실하게 수행한 학생이라면 큰 어려움 없이 무난하게 해결할 수 있는 문제**라고 생각된다.

계산 과정이 포함되어 어려운 내용으로 생각되는 중화 적정 문제를 〈제시문2〉에서 간략한 그림과 함께 실험 과정을 비교적 상세하게 잘 설명하고 있어 제시문을 꼼꼼하게 잘 읽은 학생이라면 식초에 포함된 아세트산의 함량을 구하고, 아세트산의 몰수를 구하여 적정에 필요한 NaOH(수산화 나트륨)의 부피를 계산하는 과정에서 큰 어려움 없이 문제를 단계적으로 잘 해결할 수 있었을 것으로 생각된다.

채점 기준에서 보다 구체적이고 세부적인 기준 및 부분 점수 부여 방법을 제시했으면 하는 아쉬움이 있으나 예시 답안에서 세세하게 답안을 설명하고 있어 채점 과정에서 어려움은 없다고 생각되며, 응시생뿐만 아니라 논술전형을 준비하는 학생들에게도 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

자연계 2교시 〈화학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 화학 반응이 일어날 때 열의 출입 관계, 화학 반응식의 완성과 계수비를 이용한 양적 관계 분석, 공유 결합과 함께 전자쌍 반발 이론에 의한 분자의 구조, 산화 환원 반응과 산화수 규칙에 관한 내용으로 화학Ⅰ 교육과정 중 많은 영역을 포함하는 내용으로 구성되어 있다.

➢<제시문 1>

화학 반응이 일어날 때 열의 출입에 대한 설명으로 교육과정 중 '화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 4단원 역동적 화학반응 2. 산화 환원 반응 단원의 화학 반응과 열에서 설명하고 있다.

➢<제시문 2>

화학 반응식의 계수비에 관한 설명으로 교육과정 중 '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 1단원 화학의 첫걸음 2. 물질의 양과 화학 반응식 단원의 화학 반응에서의 양적 관계에서 설명하고 있다.

➢<제시문 3>

공유 결합으로 형성된 분자에서 전자쌍 반발 이론에 대한 설명으로 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.'와 '물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 3단원 화학 결합과 분자의 세계 2. 분자의 구조와 성질 단원의 분자 구조에서 설명하고 있다.

➢<제시문 4>

산화수와 산화수를 정하는 규칙에 대한 설명으로 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 4단원 역동적 화학 반응 2. 산화 환원 반응의 양적 관계 단원의 산화수, 산화수 규칙에서 설명하고 있다.

2. 문제 분석

화학 반응과 열의 출입, 몰, 아보가드로 법칙, 몰 농도, 퍼센트 농도, 화학 반응에서의 양적 관계, 전자쌍 반발 이론, 분자의 구조와 성질, 산화 환원 반응, 동적 평형의 개념까지 화학Ⅰ 교육과정의 다양한 영역을 포함하는 문제들로 구성되어 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅰ]
(가)는 열량을 계산하여 연소에 필요한 물질의 질량을 계산하고 제시된 화학 반응식의 계수를 구하여 화학 반응식의 양적 관계를 통하여 필요한 산소의 부피를 구하는 문제이고, (나)는 화학 반응식의 양적 관계를 통하여 생성되는 물질의 질량을 구하여 수용액의 퍼센트 농도를 구하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.', '아보가드로 수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.', '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅱ]
전자쌍 반발 원리를 고려하여 이산화 탄소와 물의 분자 구조를 생각하여 극성 여부를 판단하여 서로 비교하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.', '물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅲ]
산화수를 확인하여 산화제와 환원제를 찾는 문제이다. 이는 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]
동적 평형과 몰 농도의 개념을 이용하여 몰 수를 구하고 몰 수와 몰 농도를 이용하여 수용액의 부피(수용액의 부피 = 용질의 몰 수 ÷ 용액의 몰 농도)를 구하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.', '가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

출제 의도에서 제시한 평가 내용은 몰, 아보가드로 법칙, 몰 농도, 퍼센트 농도, 화학 반응에서의 양적 관계, 전자쌍 반발 이론, 분자의 구조와 성질, 산화 환원 반응, 화학 반응과 열의 출입이다. 이는 화학 I 의 교육과정의 내용 요소 중 1단원 화학의 첫걸음에서 몰, 화학 반응식, 몰 농도, 3단원 화학 결합과 분자의 세계에서 전자쌍 반발 이론, 분자 구조, 4단원 역동적인 화학 반응에서 산화, 환원, 산화수, 발열 반응, 흡열 반응에서 다루고 있다. 2단원 원자의 세계 관련 직접적인 내용 요소가 없는 것이 아쉽기는 하지만 내용의 연관성을 생각해 볼 때 양성자, 중성자, 전자와 같은 물질의 구성 입자 개념을 알고 있어야 분자의 구조와 산화 환원 반응의 내용을 이해할 수 있으므로 화학 I 교육과정 내용의 전 영역에서 고르게 분포되어 설명하고 있다고 생각된다. 문제에서 제시한 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 물에 녹는 반응은 석회암의 주성분인 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 지하수에 녹는 과정으로 교과서(천재교육) p.160에서 설명하고 있는 내용이다.

➢[화학 I - ⅰ]

채점 기준에서 제시한 몰, 분자량과 화학식량, 몰과 기체 부피 사이의 관계, 퍼센트 농도, 화학 반응에 따른 열의 출입과 양적 관계는 교육과정 중 '화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.', '아보가드로 수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.', '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 몰과 기체의 부피는 교과서(천재교육) p.28에서 설명하고 있고, 화학 반응에서 열의 출입은 교과서(천재교육) p.197에서 설명하고 있다.

➢[화학 I - ⅱ]

채점 기준에서 제시한 루이스 전자점식, 공유 전자쌍, 비공유 전자쌍, 분자 구조, 분자의 극성과 물리적 성질은 교육과정 중 '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.', '물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 루이스 구조식은 교과서(천재교육) p.134에서 설명하고 있고, 전자쌍 반발 이론은 p.138에서 설명하고 있다. 분자의 극성은 p.142에서 분자 구조와 물리적, 화학적 성질은 p.146에서 설명하고 있다.

➢[화학 I - ⅲ]

채점 기준에서 제시한 산화수의 변화, 산화제와 환원제의 구분은 교육과정 중 '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 산화수는 교과서(천재교육) p.189에서 설명하고 있

고, 산화제와 환원제는 p.192에서 설명하고 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]

채점 기준에서 제시한 동적 평형과 몰 농도는 교육과정 중 '용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.', '가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 동적 평형은 교과서(천재교육) p.161에서 설명하고 있고, 몰 농도는 p.41에서 설명하고 있다.

〈자연계 2교시 화학Ⅰ 종합의견〉

에테인(C_2H_6)의 연소 반응과 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 물에 녹는 화학 반응을 제시하여 반응열, 전자쌍 반발 이론, 분자 구조, 산화수, 환원제, 동적 평형 상태, 화학 반응의 양적 관계 등 **화학Ⅰ 교육과정의 다양한 영역을 포함하여 문제를 구성**하였다. 연소 반응과 함께 제시된 석회석의 주성분인 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 물에 녹는 화학 반응은 석회동굴의 형성과정과 함께 대부분의 화학Ⅰ 교과서에서 설명하고 있는 일반적인 화학 반응으로 **화학Ⅰ 교육과정 수준의 학습이 전반적으로 이루어진 학생들을 변별하기에 적합한 문제**라고 생각된다.

출제 의도에서 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량, 화학식량 등의 의미를 이해하고 이를 바탕으로 간단한 연소 반응 등에서의 화학 반응과 열의 출입, 화학 반응에서의 양적 관계를 종합적으로 파악할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 화학 반응의 양적 관계 계산 문제를 통하여 변별력을 주고, 제시된 화학 반응식과 제시문을 참고하여 분자 구조, 극성, 산화수, 산화제, 환원제의 개념을 질문하고 있다. 전체적으로 출제 의도에 맞게 문제를 잘 구성하였다고 생각한다.

해설지의 예시 답안은 자세한 설명으로 학생들의 이해를 돕고 있다고 생각되고, 채점 기준에서 [화학Ⅰ-ⅰ] 문항의 경우 배점이 16점으로 다른 문항들보다 높은 데 보다 세세한 채점 기준이 제시되었으면 하는 아쉬움이 있다.

자연계 3교시 〈화학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 화학 반응과 화학 반응식, 원자 반지름, 이온 반지름, 전자 배치, 양자수, 산화 환원 반응, 중화 적정에 관한 내용으로 화학Ⅰ 교육과정 중 많은 영역을 포함하는 내용으로 구성되어 있다.

➢<제시문 1>

화학 반응과 화학 반응식에 대한 설명으로 교육과정 중 '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 1단원 화학의 첫걸음 2. 물질의 양과 화학 반응식 단원의 화학 반응식 만들기에서 설명하고 있다.

➢<제시문 2>

원자 반지름에 대한 설명으로 교육과정 중 '주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 2단원 원자의 세계 2. 주기적 성질 단원의 원자 및 이온 반지름에서 설명하고 있다.

➢<제시문 3>

양자수에 대한 설명으로 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.'와 '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 2단원 원자의 세계 1. 원자의 구조 단원의 현대 원자 모형과 전자 배치에서 양자수에 대하여 설명하고 있다.

➢<제시문 4>

산화 환원 반응의 동시성과 중화 적정에 대한 설명으로 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.', '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.', '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 내용으로 교과서 화학Ⅰ(천재교육) 4단원 역동적인 화학 반응 1. 산 염기와 중화 반응 단원에서 중화 적정에 대하여 설명하고 있고, 2. 산화 환원 반응 단원에서 산화 환원 반응의 동시성에 대하여 설명하고 있다.

2. 문제 분석

밀도와 퍼센트 농도, 화학 반응에서의 양적 관계, 원자 반지름, 이온 반지름, 원자의 구조 및 전자 배치, 산화 환원 반응, 중화 반응 개념까지 화학Ⅰ 교육과정의 다양한 영역을 포함하는 문제들로 구성되어 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅰ]
밀도와 퍼센트 농도를 이용하여 물질의 질량을 계산하고, 연소 화학 반응식을 완성하여 화학 반응식의 양적 관계를 활용하여 연소에 필요한 산소의 부피를 계산하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.', '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 문제이다. 문제에서 제시한 메테인(CH_4)의 연소 반응은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) 1단원 p.33, 4단원 p.186에서 예시로 설명하고 있는 아주 기본적인 화학 반응식이다.

➢[화학Ⅰ-ⅱ]
(가)는 제시된 원소와 동위 원소의 원자 반지름을 비교하는 문제이고, (나)는 안정한 이온이 될 때, 형성된 이온의 크기를 비교하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.', '주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅲ]
(가)는 제시된 전자 배치를 보고 4개의 양자수(n, l, m_l, m_s)를 구하는 문제이고, (나)는 들뜬 상태의 전자 배치를 나타내고 쌓음 원리와 훈트 규칙을 이용하여 들뜬 상태의 전자 배치가 규칙에 어긋남을 설명하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.', '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에 해당하는 문제이다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]
중화 반응을 이용하여 중화 적정에 이용된 수소이온(H^+)의 몰 수를 계산하고, 제시된 산화 환원 반응식의 계수를 결정하여 화학 반응식의 양적 관계를 통하여 환원제의 질량을 계산하는 문제이다. 이는 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.', '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.', '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환

원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 문제이다. 문제에서 제시된 화학 반응식은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.192에서 산화제와 환원제를 설명하는 화학 반응의 예시로 설명하고 있다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

출제 의도에서 제시한 내용은 화학 반응에서의 양적 관계, 원자의 구조 및 전자 배치, 산화 환원 반응, 중화 반응이다. 이는 화학Ⅰ의 교육과정의 내용 요소 중 1단원 화학의 첫걸음에서 몰, 화학 반응식, 2단원 원자의 세계에서 원자 반지름, 양자수, 오비탈, 전자 배치, 4단원 역동적인 화학 반응에서 중화 반응의 양적 관계, 산화, 환원, 산화수에서 설명하고 있다. 3단원 화학 결합과 분자의 세계 관련 직접적인 내용 요소가 없는 것이 아쉽기는 하지만 내용의 연관성을 생각해 볼 때, 화학 결합의 개념을 알고 있어야 수소 이온(H^+)과 수산화 이온(OH^-)이 물이 형성되는 중화 반응의 양적 관계 내용을 이해할 수 있으므로 화학Ⅰ 교육과정 내용의 전 영역에서 고르게 분포되어 있다고 생각된다.

➢[화학Ⅰ-ⅰ]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 질량 퍼센트 농도, 기체의 부피와 몰수와의 관계는 교육과정 중 '아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.', '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.', '용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 퍼센트 농도는 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.40에서 설명하고 있고, 기체의 부피와 몰수와의 관계는 p.28에서 설명하고 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅱ]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 원자의 구성 및 동위 원소, 전자 배치, 원자 및 이온의 크기의 개념은 교육과정 중 '양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.', '주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 원자의 구성 및 동위 원소의 개념은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.62에서 설명하고 있고, 전자 배치의 개념은 p.73에서 설명하고 있으며, 원자 반지름은 p.88에서, 이온 반지름은 p.91에서 설명하고 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅲ]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 양자수와 오비탈, 바닥상태와 들뜬상태에서의 전자 배치, 쌓음 원리와 훈트 규칙은 교육과정 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적

모형을 설명할 수 있다.', '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 양자수에 대한 설명은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.70에서 설명하고 있으며, 오비탈은 p.68에서 설명하고 있고, 바닥 상태와 들뜬 상태에서의 전자 배치는 p.75에서 설명하고 있다. 쌓음 원리는 p.73에서 설명하고 있고, 훈트 규칙은 p.74에서 설명하고 있다.

➢[화학Ⅰ-ⅳ]

채점 기준과 예시 답안에서 제시한 산화수, 환원제, 중화 적정의 개념은 교육과정 중 '산•염기 중화 반응을 이해하고, 산•염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.', '중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.', '산화 환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화 환원 반응식을 완성할 수 있다.'에서 설명하고 있다. 산화수의 개념은 화학Ⅰ 교과서(천재교육) p.189에서 설명하고 있으며, 환원제에 대한 설명은 p.192에서 설명하고 있고, 중화 적정은 p.178에서 설명하고 있다.

〈자연계 3교시 화학Ⅰ 종합의견〉

문제 [화학Ⅰ-ⅰ]와 [화학Ⅰ-ⅳ]에서 일부 계산 문제가 포함되어 있어 어렵다고 생각될 수 있으나 화학 반응의 양적 관계는 변별력을 높이기 위한 문제로 자주 출제되고 있고, 제시한 화학 반응식은 대부분의 화학Ⅰ 교과서에서 예시로 사용하고 있는 일반적인 화학 반응식으로 교육과정에 충실한 학생들이라면 제시문을 참고하여 어렵지 않게 문제를 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

문제 [화학Ⅰ-ⅱ]와 [화학Ⅰ-ⅲ]은 2단원 원자의 세계 단원에서 출제한 것으로 생각되며, 원자 반지름의 주기성과 양자수의 개념을 질문하고 있고, 교육과정 수준에서 충분히 학습이 이루어진 학생이라면 주어진 제시문을 참고하여 어렵지 않게 문제를 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

화학 반응에서의 양적 관계, 원자의 구조 및 전자 배치, 산화 환원 반응, 중화 반응 등에 걸쳐 **화학Ⅰ 과목의 교육과정의 다양한 영역이 출제**되어 있다. 변별력을 높이기 위한 계산 문제와 주기율표와 원자를 이해하기 위해 중요한 개념인 원자 반지름의 주기성과 양자수 개념의 이해력을 평가하는 문제로 화학Ⅰ 과목의 **교육과정 수준의 학습이 전반적으로 이루어진 학생들에게 적합한 문제**라고 생각된다.

자연계 1교시 〈생명과학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

중학교 1-3학년군의 '자극과 반응'과 연계되었으며 생명과학 Ⅰ의 <생물의 특성>, <항상성과 몸의 조절> 중 '방어작용'의 성취기준이 반영되어 있다.

코로나-19 펜데믹 상황과 학생들의 큰 관심이 반영된 문제이며 바이러스의 구조와 특징, 면역 반응에 대한 과학적 지식이 바이러스의 작용과 전염병을 예방하기 위한 백신의 개발 과정, 백신의 인체 내 작용, 치료제의 효과 등 현 상황과 극복 방안을 이해하는 데에 큰 도움이 될 것이다.

➢<제시문 1>

질병을 비감염성 질병과 감염성 질병으로 나누고 감염성 질병의 원인 물질을 제시하였다. 생명과학 Ⅰ의 '방어작용'의 성취기준인 '[12생과 Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'에 따르고 있다.

➢<제시문 2>

특이적 방어 작용은 특정 병원체나 항원을 대상으로 일어나는 방어체계로 후천적 방어 또는 2차 방어라고 하며 세포성 면역과 체액성 면역으로 나눌 수 있다. 이는 생명과학 Ⅰ 교과서에서 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용을 다룬 '질병과 병원체' 단원에 나타나 있다.

➢<제시문 3>

분화된 B 림프구인 형질 세포에서 분비한 항체는 체액에 존재하며 항원을 무력화하거나 제거하는 데 관여하며 체액에 존재하는 항체에 의해 항원이 제거되는 과정을 체액성 면역이라고 한다.

항원 제시 세포가 항원을 섭취하고 분해한 후 제시하면 이를 인식한 보조 T 림프구가 B 림프구를 형질 세포로 분화시켜 항체가 생성되고 항원과 결합하는 과정을 제시하여 교육과정 성취기준 [12생과 Ⅰ03-07]의 내용 요소를 다루고 있다.

➢<제시문 4>

1차 면역 반응에서 분화된 형질 세포가 항체를 생성하기까지 일정 시간이 필요하지만 동일한 병원체의 2차 침입 시에는 기억 세포가 형질 세포로 분화하여 빠르게 항체를 만

들어낸다. 이러한 원리를 이용하여 2차 면역 반응을 준비하는 것이 백신의 역할이며 이 과정을 설명하고 있다. 이 내용은 성취기준 [12생과Ⅰ03-07]에 드러나 있으며 다양한 백신의 제조 방법에 대해 조사, 토론하기 탐구 활동을 통해 수업 중 중요하게 다룬 내용이다.

➢<제시문 5>
생명체의 물질대사 중 이화작용에 관한 내용이며 고분자가 효소에 의해 분해된 산물을 제시하였으며 교육과정 성취기준 [12생과Ⅰ02-01]에 포함된 내용요소이다.

2. 문제 분석

➢[생명과학 Ⅰ-ⅰ]
이미 알고 있는 서로 다른 두 병원체 (가), (나)를 X와 함께 동일한 조건에서 배양한 결과로부터 병원체 X의 종류를 밝히는 과정을 나타내었다. 세균과 바이러스의 일반적인 특징과 차이점을 바탕으로 항생제의 효과, 단독 증식 가능 여부를 해석하여 병원체의 종류를 판정하는 문항이며 생명과학Ⅰ의 '생명과학의 이해' 단원에서 학습한 생명현상의 특성, 생물체의 구성 물질, 생명과학의 탐구 과정을 함께 다루고 있다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅱ]
생명체를 구성하는 다양한 물질이 효소에 의해 분해되어 만들어지는 물질의 종류와 이화 작용에 대한 이해 정도, 핵산과 단백질 껍질로 이루어진 바이러스의 구조를 물어보는 문항이다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅲ]
2차 방어 작용 중 보조 T 림프구에 의해 활성화된 형질 세포가 항체를 형성하여 항원이 제거되고 B 림프구의 일부가 기억 세포로 분화되어 2차 면역을 준비하는 체액성 면역 과정을 나타낸 문항이다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅳ]
한번 경험한 항원이 재차 침입했을 때 일어나는 2차 면역 반응은 기억 세포가 직접 항원을 인식하고 형질 세포로 분화하여 항체를 생성하므로 1차 면역 반응보다 빠르다. 병의 원인 물질을 안전하게 처리하고 주입하여 1차 면역 반응을 일으키고 기억 세포의 형성을 유도하여 강력한 2차 면역 반응을 준비하는 백신의 원리를 파악하는 문항이며 '방어작용'을 다루는 수업 내용 중 가장 중요하고 핵심적인 부분이다.

➢[생명과학 I-ⅴ]

항체는 항원과 결합하여 기능을 잃게 한다. 하지만 인체는 처음 침입한 항원에 대한 항체를 즉시 생성할 수 없으므로 항원과 결합할 수 있는 항체를 주입하여 치료제로 사용할 수 있다. 항원과 특이적으로 결합하는 항체의 특징과 구조를 알고 효과를 해석하여 효과적인 치료제를 판정해야 한다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

➢[생명과학 I-ⅰ]

제시문에 감염성 질병의 원인 물질이 제시되었으며 항생체 처리 여부, 인간 세포와의 배양 여부를 조작변인으로 두어 세균과 바이러스의 특징을 알고 있는지를 파악하고자 하였다. 병원체 X와 (가)는 '항생체를 처리'한 경우 의미 있는 변화가 나타나지 않으므로 항생제의 영향을 받지 않는다는 사실을 알 수 있으며 '항생체를 처리하지 않은' 조건에서 단독으로 증식하지 않고 인간 세포와 함께 배양했을 때 개체 수가 증가하므로 세포의 구조가 아니며 스스로 물질대사를 하지 않는 바이러스의 특징을 정확히 나타내고 있다.

병원체의 종류를 파악하는지의 여부는 물론 생명과학의 기본이 되는 세포의 특성, 생명현상의 특징을 정확히 이해하고 있는지를 판단할 수 있는 중요한 문항이다.

➢[생명과학 I-ⅱ]

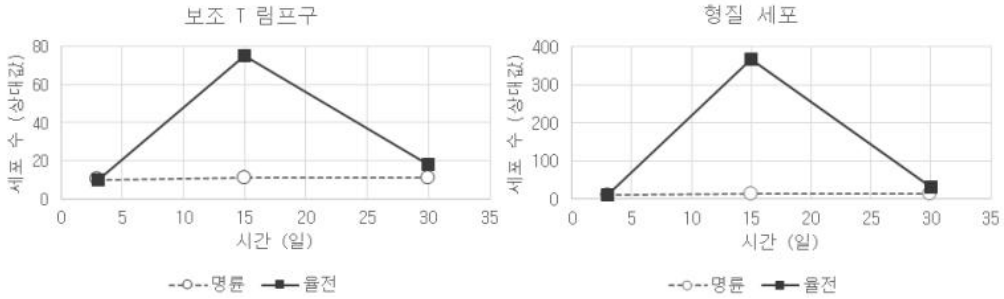
핵산과 바이러스로 이루어진 바이러스의 구조와 <표2>에 제시된 물질이 어떤 고분자의 분해 산물인지 파악하여 항체를 형성하게 만든 물질을 추론하는 문항이다. 항체가 만들어지지 않은 시험관 A에 가장 많이 들어 있는 뉴클레오타이드는 핵산의 구성 물질이고 항체가 만들어진 시험관 B의 아미노산은 단백질의 분해 산물이므로 항체를 형성하게 만든 물질을 단백질로 결론 내릴 수 있다.

➢[생명과학 I-ⅲ]

'방어작용' 단원은 감염성 질병의 원인을 병원체와 관련지어 이해하고 건강을 유지하기 위해우리 몸의 방어작용이 중요함을 아는 것을 학습 목표로 하고 있으므로 이 문항을 통해 학생의 성취기준 도달 정도를 평가할 수 있을 것이다.

항원이 침입하면 대식세포 등 항원 제시 세포가 식균작용으로 제거한 항원의 조각을 제시하고 이를 인식한 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 생성한다. B 림프구 중 일부는 기억 세포가 되어 동일한 항원이 재차 침입하는 경우 바로 형질 세포로 분화하여 항체를 생성하므로 항원 제시와 항원 종류 판정의 단계를 거치지 않고 빠르게 대량으로 항체가 만들어진다.

(1) 건강 상태가 서로 다른 이유



“명륜”의 경우, 감염 후 시간이 지나도 보조 T 림프구의 수에 변화가 없으므로 B 림프구가 형질 세포로 분화되지 않아 항체가 거의 생성되지 않으므로 면역 작용이 효과적으로 일어날 수 없어서 증상이 지속되는 것으로 보인다. “율전”의 경우 보조 T 림프구가 빠르게 증가하고 형질 세포의 수가 매우 크게 늘어나므로 항체 농도 또한 매우 높아 항원을 효과적으로 제거하였을 것으로 판단할 수 있다.

(2) “율전”이 병원체 X에 다시 감염된 경우

기억 세포 수 또한 “율전”의 경우에만 높은 농도로 증가하여 유지되고 있으므로 동일한 항원인 병원체 X에 다시 감염되어도 2차 면역 반응이 효과적으로 진행되어 증상이 나타나지 않거나 빠르게 회복될 것이다.

➢[생명과학 I-iv]

병원체 X에 대한 기억 세포가 없는 실험동물에 백신 후보 물질을 주입한 후 생존 확률과 혈중 항체 농도 결과를 해석하여 백신의 적합 여부를 판단하는 문제이다. 먼저, 실험동물의 생존 비율을 비교한 <표4>를 보면 SKKU-31213을 주입했을 때는 생존 확률이 95%이고 SKKU-31317은 40%에 그친다.

혈중 항체 농도의 경우 백신 후보 물질 주입 후 최대 농도로 항체가 형성된 14일째를 비교하면 SKKU-31213은 상대값 100, SKKU-31317은 상대값 50으로 두 배 차이가 생겼으며 28일 후 2차 주입한 경우에도 항체가 최대 농도로 형성된 35일째를 비교한 결과 SKKU-31213은 상대값이 1,000이고 SKKU-31317은 500으로 역시 두 배 차이가 생긴다.

실험동물의 생존 비율과 혈중 항체 농도를 비교하여 SKKU-31213이 백신 후보 물질로 더 적합하다는 결론을 내릴 수 있다.

➢[생명과학 I-v]

항체는 2개의 짧은 경쇄와 2개의 긴 중쇄로 이루어진 Y자 모양의 단백질이고 Y자 모양의 두 끝에는 항원이 결합할 수 있는 부위가 있으며 이 부위는 항원에 특이적인 구조

이다. 항체는 항원 전체를 인식하고 결합하는 것이 아닌, 항원결정기와 결합하고 항원결정기는 하나의 항원에 여러 가지 존재하고 있다.

치료제 후보인 SAb-33000은 항체 (다)로만 구성되어 있는데 치료 효과가 전혀 없는 것으로 보아 (다)는 항원과 결합하지 않는다. 항체 (가)와 (나)는 항원과 결합하므로 이로부터 항원결정기의 형태를 알 수 있는데 SAb-3400과 SAb-32153의 치료 효과에 차이가 있으므로 병원체 X의 항원결정기 구조는 아래 그림과 같이 나타낼 수 있다.

SAb-32264는 항체 (가)와 (나)가 1:1의 비율이지만 SAb-32364는 항원에 결합하지 못하는 (다)와 (가)의 비율이 같으므로 항체 (가)만 들어 있는 SAb-32153과 효과가 비슷하다.

〈자연계 1교시 생명과학 I 종합의견〉

질병을 비감염성과 감염성 질병으로 분류하고 감염을 일으키는 원인 물질을 제시하였으며 세균과 바이러스의 특징과 차이점을 연역적 탐구 방법을 통해 밝히도록 하였다. [생명과학 I-ⅰ]은 스스로 증식할 수 없고 숙주 세포에 기생하여 물질대사를 하며 항생제로 치료되지 않는다는 바이러스의 특징으로 해결할 수 있는 평이한 문항이다. [생명과학 I-ⅱ]는 바이러스가 세포구조가 아닌, 핵산과 단백질 껍질로 이루어져 있으며 고분자 물질이 효소와의 화학 작용으로 분해되는 이화 작용을 통해 해결해야 한다. 항원이 침입하면 대식세포 등 항원 제시 세포가 식균작용으로 제거한 항원의 조각을 제시하고 이를 인식한 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 생성하는 과정을 이해한다면 [생명과학 I-ⅲ]을 어렵지 않게 풀어낼 수 있다. [생명과학 I-ⅳ]는 백신의 적합성 여부를 판단하기 위해 실험동물의 생존율과 혈중 항체 생성 농도를 표로부터 해석하는 문항이며 항체의 Y자 끝부분과 항원이 특이적으로 결합한다는 과학적 지식을 통해 [생명과학 I-ⅴ]의 치료제 효과 여부를 판정할 수 있다.

생명과학 I 의 '항상성과 몸의 조절' 중 '방어작용'에 관한 내용을 중심으로 바이러스로 인한 감염과 병원체가 침입했을 때 인체에서 일어나는 면역 반응의 원리, 백신과 치료제의 개발 과정을 일련의 흐름에 따라 이해할 수 있게 하는 문제이며 '생명과학의 이해' 단원에서 학습한 생물의 특성과 바이러스의 구조에 대한 기본 지식을 갖추고 연역적 탐구 과정을 이해한다면 충분히 정답을 찾아낼 수 있을 것이다.

자연계 2교시 〈생명과학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

생명과학Ⅰ의 '생명과학의 이해' 단원 중 생명과학의 탐구 방법에 관한 내용이며 교육과정 성취기준 '[12생과Ⅰ01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.'를 근거로 제시되었다.

➢<제시문 2>

생태계를 구성하는 생물적 요인과 비생물적 요인들 사이에서 일어나는 다양한 상호 작용을 이해하고 우리 주변 생태계에서 일어나는 다양한 현상에 호기심과 관심을 갖도록 구성된 '생태계와 상호작용'에 관한 내용이다. 교육과정 성취기준 '[12생과Ⅰ05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.'에 따라 생태계의 기능과 구성을 제시하였다.

➢<제시문 3>

항상성 조절을 위한 신경계의 작용을 뉴런 단위에서 제시하였으며 신경흥분의 전도와 전달 및 근육수축이 일어나는 원리를 교육과정 성취기준 '[12생과Ⅰ03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'를 근거로 구성하였다.

➢<제시문 4>

성취기준 [12생과Ⅰ03-01]의 내용요소인 흥분의 전도와 전달, 시냅스에 관한 내용을 제시하였다.

2. 문제 분석

➢[생명과학 Ⅰ- ⅰ]

개체군 내 상호작용과 군집 내 개체군 간 상호작용을 구분할 수 있어야 하며 단독 배양 또는 혼합 배양 결과에 따라 개체군의 실제 생장 곡선을 그리고 다양한 상호 작용 관계를 추론해야 한다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅱ]

<표3>에 제시된 생물종 A, B, E의 각각의 개체수(상대값)가 증감을 반복하고 있으므로 이를 비교 분석하기 위해 그래프의 y축에 해당하는 개체수를 A는 10단위, B는 100단위, E는 1단위로 보정하여 나타내면 개체수의 증감과 개체군 간 관계가 뚜렷해진다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅲ]

성취기준 [12생과Ⅰ05-02]의 평가기준인 '개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.'를 판단하기 위한 문항이다.

개체군의 생장은 먹이의 양, 서식지의 크기, 질병, 포식자 등 환경 요인에 의해 환경 수용력이 결정되어 개체수가 일정하게 유지된다. 그리고 개체 군 간 경쟁은 생태적 지위가 동일한 두 종류 이상의 개체군이 같은 장소에서 서식할 때 일어나는데 경쟁을 피하기 위한 방법으로 먹이나 공간을 달리하는 분서가 일어날 수 있다.

➢[생명과학 Ⅰ-ⅳ]

교육과정 성취기준 [12생과Ⅰ03-01]의 평가기준인 '활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례에 적용하여 설명할 수 있다.'를 판단할 수 있는 문항이다.

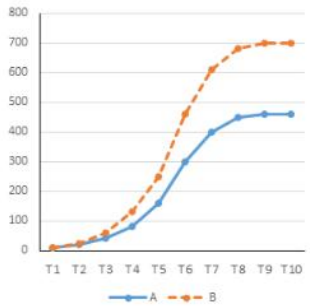
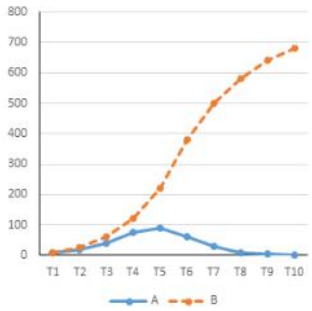
흥분의 전도와 전달에 영향을 미칠 수 있는 세 가지 가설을 두고 연역적 탐구 방법에 따라 신경 독소 X의 기능을 밝히고자 한다.

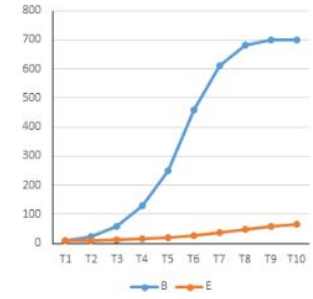
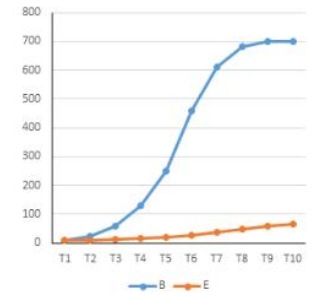
<그림3>의 알림으로부터 '비교할 수 있는 측정 결과가 필요하다' 즉 대조실험이 반드시 필요함을 알고 탐구를 설계해야 한다.

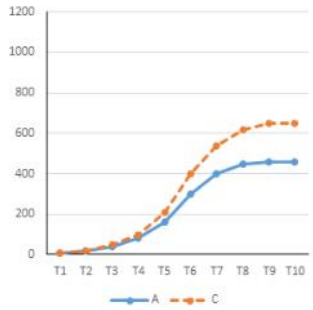
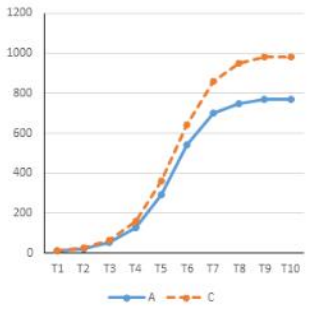
3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

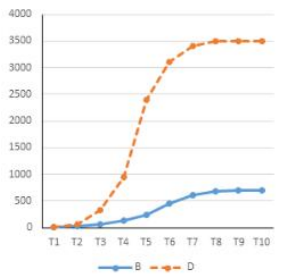
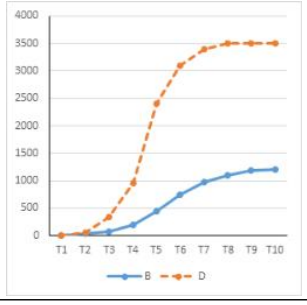
➢[생명과학 Ⅰ-ⅰ]

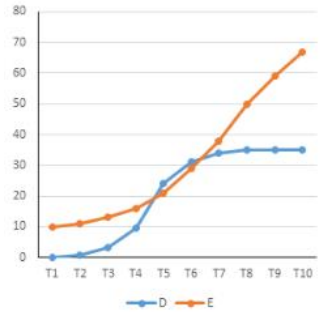
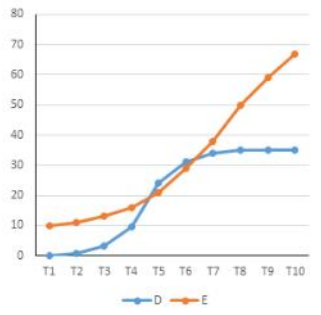
생명과학의 탐구 방법을 이해하고 과학적 절차에 따라 탐구를 수행하여 논리적인 결론을 내릴 수 있는지를 판단하고자 하며, 개체군과 군집의 개념을 이해하고 개체군의 생장 곡선 그래프를 통해 군집 내 개체군 간 상호작용을 논리적으로 설명할 수 있는지 알고자 하였다.

A와 B 단독 배양	A와 B 혼합 배양	결론
		A+B를 혼합 배양하면 생물종 A는 단독 배양에 비해 증가 속도가 현저히 떨어지다가 개체수가 급격히 감소하여 거의 사라지고 생물종 B만 남게 된다. 생태적 지위가 같은 두 종류 이상의 개체군이 같은 장소에 서식하며 심한 경쟁으로 한쪽 개체군만 생존하고 나머지 개체군은 사라지는 경쟁배타가 일어났다.

B와 E 단독 배양	B와 E 혼합 배양	결론
		단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두 생물종 B와 E의 생장 곡선에 차이가 없으므로 두 종 사이에는 상호작용이 없다.

A와 C 단독 배양	A와 C 혼합 배양	결론
		혼합 배양했을 때, 생물종 A와 C 모두 개체군의 크기가 더 증가했으므로 두 종이 서로 이익을 주는 방향으로 상호 작용하는 상리공생 관계이다.

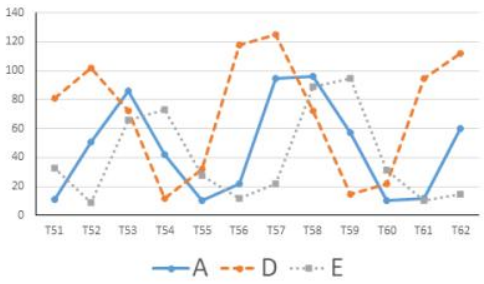
B와 D 단독 배양	B와 D 혼합 배양	결론
		생물종 D는 단독 배양과 혼합 배양에서 개체군 생장 속도가 동일하다. 하지만 B는 혼합 배양했을 때 생장 속도가 뚜렷이 증가하므로 한 종은 이익이 있으나 다른 쪽은 이익도 해도 없는 편리 공생이다.

D와 E 단독 배양	D와 E 혼합 배양	결론
 D의 개체수 단위:100	 D의 개체수 단위:100	단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두 생물종 D와 E의 생장 곡선에 차이가 없으므로 두 종 사이에는 상호작용이 없다.

➢[생명과학 I-ⅱ]

피식과 포식 관계에 따라 먹이사슬이 정해지며 포식자는 피식자보다 일반적으로 개체수가 적고 피식자 증가→포식자 증가→피식자 감소→포식자 감소로 이어지며 개체수의 주기적 증감이 나타나게 된다. [생명과학 I-ⅰ]에 따르면 생물종 B와 E는 상호작용이 없다.

하나의 그래프에서 개체수를 비교하기 위해 y축의 개체수 값을 A는 10단위, B는 100단위, E는 1단위로 나타내면 D의 증가가 A의 증가, E의 증가로 이어지고 D가 감소하면 A와 E의 감소가 뒤따라 일어난다. 또한 개체수는 D>A>E 순서이며 [생명과학 I-ⅰ]에 따르면 생물종 B와 E는 상호작용이 없다. 그러므로 이들 종 간 피식과 포식의 먹이사슬은 D→A→E이 된다.



A와 경쟁배타 관계에 있는 B가 이 군집에 이입되면 A는 개체수가 감소하게 되고 A의 피식자인 D의 개체수는 증가, A의 포식자인 E는 먹이 부족으로 감소할 것이다. B와 D의 관계에서는 B만 이익을 보는 편리 공생이므로 D의 개체수 증가에 따라 B는 더욱 증가하고 A와 E는 빠르게 감소할 것이다.

➢[생명과학 I-ⅲ]

시간범위가 변경된 <표4>로부터 생물종 A의 개체수가 다시 증가하고 B의 개체수가 일정함을 확인할 수 있다. 생물종 B는 개체수가 환경 수용력에 수렴하였고 이는 단독 배양과 동일한 결과이다. 또한 A의 개체수가 다시 증가하므로 두 개체군 사이에 더 이상 경쟁에 일어나지 않고 있으며 혼합 배양의 조건이므로 먹이를 바꾸는 분서가 진행된 것을 알 수 있다.

➢[생명과학 I-ⅳ]

(1) (가설1)의 검증

뉴런에 자극이 주어지면 Na+ 통로가 열려 막전위가 증가하면서 탈분극이 일어나고 K+ 통로에 의해 막전위가 감소하는 재분극이 일어난다. X가 K+ 통로가 열리는 기능을 저해한다면 K+가 막의 외부로 유출되지 않고 재분극이 지연되어 활동 전위가 길어질 것이다. 이는 하나의 뉴런 안에서 일어나는 과정이므로 (가설1)의 검증을 위해서는 (1)-H (2)-K (3)-L의 실험군과 함께 (1)-G (2)-K (3)-L인 대조군을 두어 탐구를 수행하면 된다. 주의할 점은, 자극의 전달은 한 방향 즉 시냅스 말단에서 가지돌기 방향으로 일어나므로 전기 자극을 주는 지점을 M으로 설정해서는 안 된다.

(2) (가설2)의 검증

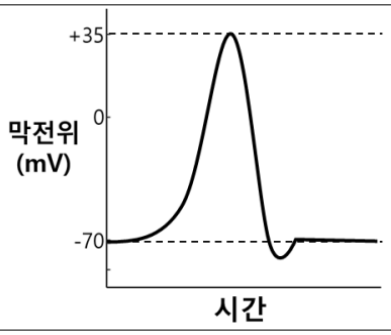
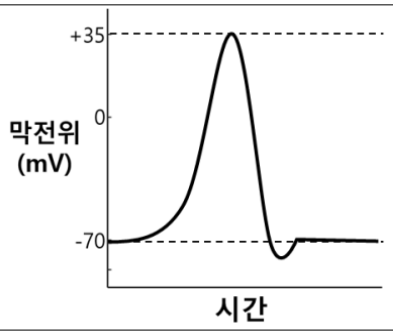
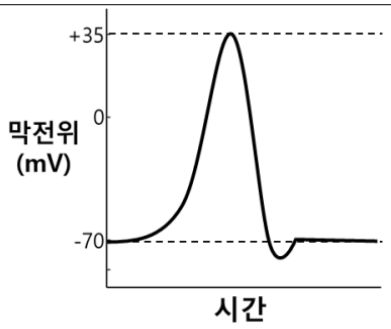
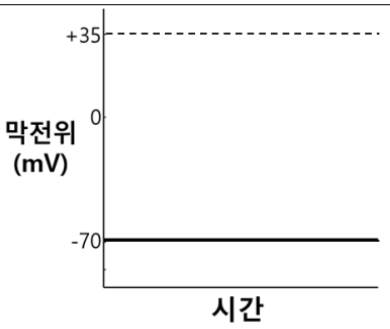
독성 물질 X가 시냅스 소포와 세포막의 융합을 차단한다면 K나 L에 주어진 자극에 의해 M에서 탈분극이 일어날 수 없지만 Na+ 통로가 열리는 기능을 차단하는 경우에도 시냅스 전 뉴런에 탈분극이 일어나지 않아 시냅스 후 뉴런의 한 지점인 M에서 탈분극이 일어나지 않는다. 그러므로 시냅스 전 뉴런에서 활동 전위가 발생하는지와 시냅스 후 뉴런으로 자극이 전달되는지 두 가지를 확인할 수 있는 탐구를 설계해야 한다. 자극의 전도는 양방향으로 진행하므로 (2)-K와 (2)-L 모두 가능한 조건이지만 (2)-M은 잘못된 것이다.

시냅스 전/후 뉴런에서의 활동 전위 발생을 확인하기 위해서는 각각 실험군과 대조군을 두어 비교해야 하며 다양한 조합의 설계가 가능하다.

탐구 설계 1	**탐구 설계 2**
대조군: (1)-G (2)-K (3)-L 실험군: (1)-H (2)-K (3)-L 대조군: (1)-G (2)-K (3)-M 실험군: (1)-H (2)-K (3)-M	대조군: (1)-G (2)-K (3)-L 실험군: (1)-H (2)-K (3)-L 대조군: (1)-G (2)-L (3)-M 실험군: (1)-H (2)-L (3)-M
탐구 설계 3	**탐구 설계 4**
대조군: (1)-G (2)-L (3)-K 실험군: (1)-H (2)-L (3)-K 대조군: (1)-G (2)-L (3)-M 실험군: (1)-H (2)-L (3)-M	대조군: (1)-G (2)-L (3)-K 실험군: (1)-H (2)-L (3)-K 대조군: (1)-G (2)-K (3)-M 실험군: (1)-H (2)-K (3)-M

문제에서 (3) 막전위 측정 지점에서는 여러 가지 선택이 가능하다고 했으므로 측정 지점을 두 개 선택하여 그래프를 한 번에 볼 수도 있다.

탐구 설계 1	탐구 설계 2
대조군: (1)-G (2)-K (3)-L/M 실험군: (1)-H (2)-K (3)-L/M	대조군: (1)-G (2)-L (3)-K/M 실험군: (1)-H (2)-L (3)-K/M

탐구 설계 1(대조군) 실행 결과	탐구 설계 2(실험군) 실행 결과
(3)-L 측정 결과	(3)-L 측정 결과
	
(3)-M 측정 결과	(3)-M 측정 결과
	

〈자연계 2교시 생명과학 I 종합의견〉

빅데이터-인공지능은 학생들이 많은 관심을 갖고 있는 분야이며 과학 기술의 발전이 여러 분야의 접목을 통해 이루어지고 이에 발맞추어 융합적 사고력과 문제 해결력을 가진 인재를 요구한다는 점에서 흥미로운 문제이다.

[생명과학 I-ⅰ]은 개체군의 생장곡선 그래프와 군집 내 개체군 간 상호작용의 종류를 이해하고 단독 배양과 혼합 배양 조건의 결과값을 해석한다면 쉽게 해결할 수 있는 문항이다. [생명과학 I-ⅱ]는 세 종의 개체수가 주기적으로 변하고 개체수에 큰 차이가 있다는 점에 착안하여 서로의 관계를 알아내고 먹이사슬의 순서를 찾는 흥미로운 문제이며 경쟁배타와 분서를 연결 지어 풀이하는 [생명과학 I-ⅲ] 또한 수업 중 학습한 내용으로 충분히 접근 가능할 것이다. [생명과학 I-ⅳ]는 교육과정 성취기준을 확인하기 위한 평가기준 '상'에 도달한 학생들이 해결할 수 있는 난이도이며 성취기준 [12생과Ⅰ03-01]의 내용 요소를 충분히 이해하는지를 과학적 탐구 수행의 절차를 통해 복합적으로 평가하여 학생의 과학적 사고력과 문제 해결력을 함께 판단할 수 있는 좋은 문항으로 생각된다.

자연계 3교시 〈생명과학 Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

➢<제시문 1>

한 사람의 모든 유전정보는 부모의 정자와 난자로부터 유래하는데 부모가 유전물질 전체를 정자와 난자에 각각 전달한다면 두 생식세포가 수정되어 태어나는 자손은 유전물질을 두 배로 갖게 된다. 따라서 생식세포가 형성될 때는 반드시 감수분열이 진행되어야 하고 이는 생명과학Ⅰ‘유전’ 단원의 유전정보의 전달을 이해하는 데에 가장 중요한 기본 개념이며 교육과정 성취기준 [12생과Ⅰ04-02]에 나타나 있다.

➢<제시문 2>

생명체의 특성을 결정하는 유전정보가 저장된 염색체의 특징을 알고 DNA, 유전자의 관계를 이해하는 것이 매우 중요한 단원이므로 성취기준 ‘[12생과Ⅰ04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다.’를 근거로 대립 유전자와 우성, 열성의 의미를 제시하였다.

➢<제시문 3>

사람의 유전 현상을 단일 인자 유전과 다인자 유전으로 나눌 수 있는데 이 중 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되는 단일 인자 유전을 성취기준 [12생과Ⅰ04-03]을 근거로 제시하였다.

➢<제시문 4>

교육과정 성취기준 [12생과Ⅰ04-04]을 근거로 사람의 유전병 중 유전자 이상에 의해 일어나는 낫 모양 적혈구 빈혈증의 원인과 결과를 제시하였다.

2. 문제 분석

➢[생명과학 Ⅰ- ⅰ]

교육과정 성취기준 ‘[12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.’를 근거로 출제된 문항이며 가계도를 분석하여 유전병 유전자가 상염색체와 성염색체 중 어디에 있는지, 유전병 유전자가 우성인지 열성인지를 파악해야 한다.

유전병 (가)의 가계도에 있는 ②의 유전자가 이형접합성이고 유전병이 있으므로 유전병

유전자가 우성인 상염색체 유전임을 알 수 있다.

유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉡과 ㉣이 각각 대립유전자 B와 b 중 한 종류만 갖고 있는 동형접합성인데 자손의 표현형이 서로 다르며 남자는 유전병, 여자는 정상으로 나타나므로 유전병 유전자는 X 염색체에 존재하며 열성이다.

➢[생명과학 I-ⅱ]

한 가계의 계통을 그림으로 그리고 특정한 형질의 표현형을 표시한 가계도는 사람의 유전을 연구하는 중요한 방법이므로 가계도를 분석하여 우성과 열성을 구분하는 것은 물론, 유전자가 표현형에 어떻게 영향을 주는지를 유전 정보의 흐름 즉 단백질로 이어지는 유전자의 발현으로 이해하는 것은 매우 중요한 성취 목표이다.

단백질이 만들어지지 않거나 구조적, 기능적으로 이상이 생기는 등의 원인으로 유전 질환이 나타날 수 있는 것이다.

➢[생명과학 I-ⅲ]

가계도를 통해 사람의 유전 현상을 분석하고 생식세포가 형성되는 감수분열 과정에서 대립 유전자가 분리되었다가 수정을 통해 만나며 이로 인해 유전적으로 다양해지는 유성생식의 개념과 과정을 이해해야 하는 문제이다. 또한 동시에 일어날 확률을 계산할 수 있어야 한다.

➢[생명과학 I-ⅳ]

두 차례 연속적으로 진행되며 1분열에서는 상동 염색체가, 2분열에서는 염색 분체가 서로 분리되는 감수 분열의 각 과정을 정확히 이해해야 비분리에 의한 결과를 해석할 수 있다. 터너 증후군의 원인이 X 염색체가 1개만 존재하기 때문임을 알고 있어야 한다. 교육과정 성취기준 '[12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'를 근거로 출제된 문항이다.

➢[생명과학 I-v]

정상 부모로부터 유전병 자녀가 태어나는 표현형을 통해 상염색체 열성 유전을 분석하고 서로 다른 염색체에 존재하는 유전자는 독립적으로 유전된다는 독립의 법칙을 이해하고 있는지 평가하는 문항이다. 교육과정 성취기준 '[12생과Ⅰ04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.'를 근거로 출제되었다.

3. 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

모든 문항의 채점기준이 명확하고 객관성 있게 제시되어 있다.

➢[생명과학 I- ⅰ]

사람의 유전현상을 가계도를 통해 분석하고 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분할 수 있는지 물어보고 있다.

유전병 (가)에 대한 가계도에서 자손의 표현형은 성별과 관계가 없으며 이형접합성인 ②의 표현형이 유전병으로 나타나므로 상염색체에 존재하는 유전병 유전자가 우성이라고 판단할 수 있다. 즉 상염색체 우성 유전이다.

유전병 (나)에 대한 가계도에서 ㉤과 ㉥은 각각 대립유전자를 한 종류만 갖고 있는데 아들은 모두 유전병, 딸은 모두 정상 표현형을 나타내므로 X 염색체에 존재하는 유전병 유전자 b에 의한 유전이다. ㉤의 유전자형은 XbY, ㉥의 유전자형은 XBXB이고 딸들의 유전자형은 XBXb으로 이형접합성이고 정상 표현형을 나타낸다. 즉 성염색체 열성 유전이다.

➢[생명과학 I- ⅱ]

유전자의 유전자형 즉 정보가 표현형으로 발현되는 것은 단백질 합성과 연관되어 있다는 사실을 알아야 풀이가 가능한 문제이다.

가계도 (가)의 유전은 상염색체 우성으로 일어나므로 유전병 유전자를 우성인 A, 정상 유전자를 열성인 a로 표시하고 ⑫, ⑭, ⑮의 유전형은 Aa, aa, Aa로 나타낸다. 대립유전자에 의해 만들어지는 단백질의 양이 동일하므로 A와 a 둘 다로부터 단백질이 만들어지고 있다.

즉 우성이며 유전병 유전자인 A는 단백질을 만들지 않는 것이 아닌, 구조나 기능에 이상이 있는 단백질을 만들어 유전병 표현형이 나타나는 것이다.

가계도 (나)의 유전은 성염색체 열성 유전이므로 ㉦, ㉧, ㉰, ㉱에 대한 유전형은 XbXb, XbY, XBY, XBXb로 나타낼 수 있다. 그런데 유전자 b만을 가진 ㉦과 ㉧이 만드는 단백질 상대값은 0이고 B를 한 개씩 가진 ㉰과 ㉱이 만드는 단백질은 1이므로 우성 유전자 B만이 단백질을 만든다고 판단할 수 있다. ㉰은 정상 표현형이지만 X 염색체가 하나만 존재하는 남성이므로 유전자 B 역시 한 개이며 ㉱은 이형접합인 여성으로 역시 유전자 B를 한 개만 가지므로 동일한 결과가 나오는 것이다. 즉 열성 유전자 b는 단백질을 만들 수 없어서 유전병 표현형이 나타난다고 결론 내릴 수 있다.

➢[생명과학 I- ⅲ]

⑮는 열성 동형접합성인 아버지 ⑧로부터 열성 대립유전자를 받으므로 유전병 유전자 A를 한 개만 갖고 유전병 B는 나타내지 않으므로 유전자형을 AaXbY로 나타낼 수 있다.

㉤은 유전병 (가)를 나타내지 않으므로 열성 동형접합성인 aa로 나타낼 수 있고 유전병 (나)에 대해서는 이형접합성인 어머니의 XBXb 중 어떤 유전자를 받았는지 특정할 수 없으므로 aaXBXB 와 aaXBXb 일 확률이 각각 1/2씩이다.

첫째, 유전병 (가)가 나타날 확률은 ⑮의 대립유전자 a를 받을 확률과 같으므로 1/2이다.

둘째, 유전병 (나)가 나타날 확률은 ㉤의 유전자형이 aaXBXB 와 aaXBXb 중 aaXBXb 이고 X의 두 대립유전자 중 b를 받을 확률이므로 1/2×1/2이다.

즉, ⑮와 ㉤의 자손에게서 유전병 (가)와 (나)가 동시에 나타날 확률은 1/2×1/2×1/2=1/8이다.

➢[생명과학 I-iv]

(1) 자손의 염색체가 50개인데 X 염색체가 5개, Y 염색체가 1개이므로

2n=44 + XXXXXY로 나타낼 수 있고 감수분열 과정에서 일어난 성염색체의 비분리로 가능한 조합을 찾아야 한다.

첫 번째로 X 염색체가 4개인 난자와 XY를 가진 정자가 수정된 경우가 가능하다. 난자의 감수 1분열에서 상동 염색체가 비분리 되어 하나의 세포로 들어가고 감수 2분열 역시 염색분체의 비분리로 모든 X 염색체가 하나의 난자에 존재한다. 정자는 감수 1분열 비분리로 복제된 상태의 X와 Y 염색체가 모두 하나의 세포로 들어가고 감수 2분열에서 염색분체가 분리되어 X와 Y를 1개씩 가진 정자가 형성된다.

두 번째는 X 염색체가 3개인 난자와 성염색체 XXY를 가진 정자의 수정이다. 감수 1분열에서 비분리된 X 염색체 두 개 중 감수 2분열에서 한 개만 비분리 되어 X 염색체 3개가 하나의 난자에 존재한다. 정자 역시 감수 1분열에서 비분리 되어 하나의 세포로 들어간 X와 Y 염색체 중 X 염색분체만 2분열에서 비분리 되어 Y 염색체와 함께 하나의 정자에 존재한다.

(2) 자손이 터너 증후군이면서 유전병 (나)가 나타나려면 난자로부터 1개의 Xb 유전자만 받아야 한다. 감수 1, 2분열 관계없이 비분리로 성염색체가 존재하지 않는 정자가 수정에 참여해야 하고 난자는 1개의 Xb 유전자를 가지면 되므로 감수분열 전 과정이 정상적으로 진행되어 형성되거나 감수 1분열 비분리에 의해 상동 염색체가 하나의 세포로 들어간 후 감수 2분열에서 1개의 염색분체만 정상 분리되어 1개의 Xb 유전자를 가진 경우를 생각할 수 있다.

➢[생명과학 I-v]

(1) 유전병 (다)의 특징

부모에게 없었던 형질이 자손에게 나타나므로 유전병 유전자는 열성으로 유전된다는

사실을 알 수 있다.

유전병 유전자 t가 X 염색체에 있다고 가정한다면 ㉯의 어머니 유전자형이 XtXt이 되는데 정상 표현형인 외조부의 유전자형이 XT이므로 성립할 수 없다.

유전병 유전자 t가 상염색체에 있다고 가정하면 ㉯의 외조부와 외조모는 정상 표현형이지만 ㉯의 어머니는 유전병이 나타난 것으로 보아 외조부와 외조모의 유전자형은 이형접합성인 Tt로 유전자형을 나타낼 수 있고 어머니의 유전자형은 tt이다. 이는 상염색체 열성 유전의 특징을 보여주고 있다.

(2) (가)의 ⑫와 (다)의 ㉯의 자손이 유전병 (가)와 (다)를 동시에 나타낼 확률

⑫는 상염색체 우성으로 유전되는 유전병 (가)를 나타내고 열성 동형접합성인 아버지로부터 정상 유전형을 1개 받았으므로 유전자형이 Aa이다. (다)에 대한 유전자형 또한 이형접합성이므로 AaTt로 나타낼 수 있다.

㉯은 열성 동형접합성인 어머니로부터 t를 받았지만 정상 표현형이므로 이형접합성이고 (가)를 나타내지 않으므로 유전자형은 aaTt이다.

유전자형 AaTt인 ⑫와 aaTt인 ㉯로부터 (가)가 나타날 확률은 ⑫의 A를 받을 확률과 같으므로 1/2이고, (다)가 나타날 확률은 ⑫의 t와 ㉯의 t를 받을 확률이므로 1/2×1/2이다. 그리고 (가)와 (다)를 동시에 나타낼 확률이므로 1/2×1/2×1/2=1/8이 된다.

〈자연계 3교시 생명과학 I 종합의견〉

생명과학 I 의 '유전' 단원은 생명의 연속성을 세포분열, 염색체의 행동, 사람의 유전현상과 관련지어 이해하고 DNA, 유전자, 염색체 사이의 관계와 생식세포 형성 과정에서 유전적 다양성이 만들어질 수 있음을 아는 것을 목표로 하는 단원이다. 중학교에서 이미 학습한 세포분열과 멘델의 유전 원리를 적용하여 가계도를 분석하는 것이 중요한 탐구 활동이기도 하다. 그러므로 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하고 우성과 열성을 알아내는 [생명과학 I-ⅰ]은 가계도 분석에 있어서 가장 기본적인 개념을 적용한 문제이다. 단어의 뜻을 외우고 자료를 기계적으로 해석하는 데에 그치는 것이 아니라 유전 정보가 실제로 발현되는 과정이 단백질의 합성이라는 점을 이해한다면 [생명과학 I-ⅱ]를 풀이할 수 있을 것이다. [생명과학 I-ⅲ]과 [생명과학 I-v]는 부모의 유전병 유전자형으로부터 자손에게 나타날 수 있는 표현형의 가능성을 확률로 계산하는 문제이며 우성과 열성 대립유전자의 관계, 이형접합성의 표현형, 분리의 법칙과 독립의 법칙을 이해하고 있는지 복합적으로 판단할 수 있다. 감수분열과 염색체 비분리 현상을 정확하게 이해해야 해결할 수 있다는 점에서 [생명과학 I-ⅳ]는 가장 난이도가 높으나 모든 가능성을 논한다는 점에서 흥미롭고 학생들의 창의력과 논리적인 문제 해결력을 가늠할 수 있는 좋은 문항이다.

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

우리 대학은 공교육정상화법 취지에 따라 대학별고사에서 고교 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용을 출제하거나 평가하지 않았고, 향후에도 고교 교육과정 내에서 문제를 출제함은 물론 우리 대학을 지원하는 수험생이 사교육의 도움 없이 대학별고사를 준비할 수 있도록 노력할 것이다.

앞으로도 우리 대학은 논술시험 출제에 앞서 모의논술 출제단계부터 사전교육을 통하여 출제위원이 고교 교육과정에 대해 충분히 이해할 수 있도록 할 예정이다. 이를 바탕으로 모의논술을 출제하고, 수험생과 교사가 직접 문제를 풀어본 결과를 토대로 고교 교육과정 내 출제를 진행할 것이다. 아울러 모의논술을 통해 우리 대학 논술시험에 대한 정보를 제공하는 것은 물론, 문제의 난이도와 적절성에 대해서 피드백을 받음으로써 보다 내실 있게 논술시험을 운영하고자 노력할 것이다. 2022학년도에도 모의논술 문항 출제·검토과정에 일반고 현직 교사가 참여함으로써 교육과정 준수 여부에 대한 사전 점검을 시행할 것이다. 또한 수험생과 교사가 우리 대학 논술시험을 용이하게 준비할 수 있도록 모의논술 해설 동영상 강의 및 논술 가이드북을 제작하여 무료로 배포할 것이다.

또한 앞으로도 우리 대학은 모의논술 결과를 바탕으로 고교 교육과정과 논술시험 난이도 및 적절성에 대해 수차례 논의를 거친 후 본 논술시험을 출제할 것이다. 논술시험 출제본부 운영 시 인문계 및 자연계 과목별(수학, 물리학, 화학, 생명과학) 일반고 현직 교사를 검토위원으로 동반 입소하게 하여 논술시험이 교육과정 내에서 출제되도록 최종 확인할 것이다. 아울러 검토교사의 의견을 출제위원에게 정확히 전달하고, 검토교사와 출제위원 간 의사소통을 원활히 하여 논술시험이 고교 교육과정에 부합할 수 있도록 노력할 것이다. 논술시험이 종료된 후에도 일반고 현직교사를 재검토위원으로 위촉하여 출제된 문항과 예시답안 등을 심층 분석 및 재검토할 것이고 이 결과를 향후 논술시험에 반영할 것이다.

대학별고사의 고교 교육과정 내 출제를 위한 성균관대학교의 노력과정과 향후 계획을 정리하면 다음과 같다.

■ 성균관대학교는 2021학년도 신입생 선발을 위한 대학별고사 실시 과정에서 고교 교육과정 내 출제 원칙을 견지하고 그에 합당한 문제출제를 위해 끊임없이 노력하였다.

- 고교 교육과정 내 출제를 위해 출제위원에 대한 사전교육, 고교교사 검토위원의 출제본부 동반 입소를 통한 문항 검토, 논술 시험 실시 이후 고교교사 재검토위원을 통한 출제문항 심층 분석 및 재검토

- 고교 현장에 논술시험 관련 정보를 제공하기 위해 모의논술 실시, 모의논술 강평 동영상 공개, 논술가이드북 제작 및 배포, 전형설명회 및 교사간담회, 전형 안내 영상을 통해 논술시험에 관한 정보 제공
- 이러한 절차적 노력을 통해 정상적인 고교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 사교육 및 선행학습의 도움 없이 준비할 수 있는 대학별고사를 출제했다고 자평할 수 있음

■ 선행학습 영향평가 과정 및 논술시험 교사 검토위원 문항분석 결과를 바탕으로 2022학년도 대학별고사 개선방안을 정리하면 다음과 같다.

- 출제위원과 검토위원에게 공교육정상화법의 취지에 대한 사전 교육 강화
- 대학별고사 출제과정에서 참고할 수 있는 보다 다양한 자료 제공
- 대학별고사 검토위원에게 출제 문항 검토를 위한 보다 충분한 시간 제공
- 대학별고사 검토위원의 책임과 권한 확대 강화

2021학년도 논술우수전형에서는 코로나19에 따라 고교 교육여건을 고려하여, 출석 및 봉사활동시간은 지원자 전원 만점을 부여하는 것으로 학생부 반영방법을 변경하였다. 지금까지 검토한 바와 같이 성균관대학교는 고교 교육과정을 충실히 준수하며 대학별고사를 출제하였으며, 앞으로도 출제 내용이 고교 교육과정을 벗어나지 않도록 최선의 노력을 다할 것이다.

Ⅵ. 부록

❒ 논술우수전형 문항별 문항카드

문항카드 1

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 1교시 / 문제 1	
출제 범위	교육과정 과목명	사회·문화
	핵심개념 및 용어	사회·문화 현상의 특성 (보편성, 예측 가능성, 특수성, 불확정성)
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 1] <제시문1> ~ <제시문7>은 사회·문화 현상의 특징에 관한 견해를 담고 있다. 제시문을 상반된 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (30점)

<제시문1>

가치소비란 본인이 가치를 부여하거나 만족도가 높은 분야에는 과감히 소비하는 대신 그렇지 않은 분야에서는 합리적으로 소비하는 성향을 말한다. 개인의 가치관에서 비롯되는 가치소비는 다양한 형태로 이루어진다. 사회적 기업의 제품 또는 기부 등의 좋은 의미를 가진 제품을 구매하는 '착한소비', 평소 좋아하는 스타나 게임, 스포츠 등과 관련한 제품을 구매하는 '굿즈소비', 가격이 비싸더라도 안전성과 신뢰성이 높은 제품을 구매하는 '위안소비', 돈을 탕진할 때까지 제품 또는 먹거리 등을 가리지 않고 구매하는 '탕진소비' 등이 있다. 최근 유행하는 '착한소비'는 소비문화의 중심축이 된 밀레니얼 세대와 Z세대를 만나면서 새로운 트렌드를 만들며 산업의 판도를 바꿔 놓고 있다. 가치소비는 어떤 보편법칙을 따르는 것 같지 않으며, 하나의 모습으로 정형화하기 어렵다. 더구나 시장에서는 언뜻 이해되지 않는 모순적인 소비 행태가 존재한다. 예를 들어, 가치소비자는 하나의 제품에서 높은 감성 가치와 저렴한 가격을 동시에 얻으려 한다. 또한 대중화된 보편소비를 지향하면서도 자신만의 독특한 소비를 포기하지 않는다. 이는 소비자 행동을 예측하기가 매우 어려워졌음을 의미한다.

<제시문2>

물이 위에서 아래로 흐르고 계절에 따라 날씨가 바뀌듯이 자연 현상은 인간의 의지나 가치 판단과 무관하게 존재하므로 몰가치적이다. 하지만 사회·문화 현상은 인간의 의도와 가치가 내포되어 있어 가치 함축적이고, 자연현상과는 달리 '마땅히 그러해야 한다'라는 당위적인 규범도 작용한다. 따라서 그 시대의 중요한 가치나 규범의 내용을 알면 사람들이 어떻게 행동할지 충분히 예측 가능하다. 예컨대 우리가 웃어른에게 높임말을 하는 행위는 인간의 의도가 담긴 가치 함축적인 현상이며 마땅히 따라야 한다고 여기는 당위적인 규범이다. 예외가 있겠지만, 한국의 청소년들은 웃어른에게 존댓말을 하리라 예상할 수 있고 그 예상은 거의 맞다. 사회·문화 현상은 발생의 원인과 결과가 확률적으로 나타나기 때문에 자연 현상에 비해 예외가 나타날 가능성이 높을 뿐이다. 사회과학은 사람

이 죽으면 장례를 치르는 것처럼 시대와 장소를 초월하여 동일하게 나타나는 보편적인 현상들을 탐구하며, 이를 통해 인간의 행동에 관한 일반 원리를 정립하는 것이 주목적이다.

<제시문3>

정부는 경제적 유인을 정책에 활용함으로써 사람들의 행동을 정부가 생각하는 방향으로 유도하려 한다. 그러나 그 정책에 사람들이 어떻게 반응할지 가늠하기 어렵다. 뿐만 아니라 애초에 설정했던 정책 목적을 달성하지 못하고 엉뚱한 결과를 초래하는 경우도 허다하다. 예를 들면, 민간의료보험제도가 작동하고 있는 국가들에서 민간보험은 공적보험으로 만족시킬 수 없는 수요들을 만족시키는 수단이다. 민간의료보험은 보다 많은 사람이 의료보장의 혜택을 받을 수 있도록 하고, 추가적인 자원을 의료시스템 내로 유입시키고, 소비자의 선택을 넓히고, 의료시스템의 반응성을 제고하는 것이 목표이다. 따라서 민간보험은 본질적으로 공적자금의 제약 속에서 작동하는 공적보험을 보완하는 역할을 한다. 하지만, 민간의료보험 이용이 늘어나면 민간의료보험에 가입하지 않은 개인들에게 비용이 전가되어 그들에게 더 많은 보험료가 부과될 수 있다. 이 경우 공적보장률도 최적수준에 비해 낮아지고, 민간의료보험을 구입한 사람이 많을수록 구입하지 않은 사람의 부담은 감당하기 어려운 수준으로 커진다.

<제시문4>

인간은 가치의 지배를 받는 사회적 존재이지, 경제적 존재도 이타적 성인도 아니다. 우리는 존중과 소속을 갈망하며, 이것이 우리의 윤리적 가치를 떠받친다. 그러한 윤리적 가치는 전 세계적으로 시대를 뛰어넘는 다음과 같은 여섯 가지 특징이 있다. '배려'라는 가치와 '자유'라는 가치는 진화 과정에서 원초적인 자리를 차지한다. '의리'라는 가치와 '존엄'이라는 가치는 집단을 뒷받침하는 규범으로 진화했을 것이다. 집단 구성원들은 '의리'와 '존엄'을 규범으로 준수하고 그 결과로 소속이라는 보상을 얻었기 때문에 그것들을 가치로 내면화했을 것이다. 마찬가지로, '공정'이라는 가치와 '위계'라는 가치가 규범으로 진화한 것은 집단 내의 질서 유지를 위해서였을 것이고, 구성원들은 이 규범들을 준수함으로써 존중이라는 보상을 얻었을 것이다. 가치가 중요한 이유는, 가치가 요구하는 행동(즉, 우리의 의무)이 욕망을 억제하기 때문이다. 놀랍게도 이처럼 위 여섯 가지의 가치에서 우리는 거의 무제한으로 의무를 창출하는 방법을 배웠다.

<제시문5>

전통적으로 로고스는 이성을 가진 인간이라면 누구나 따르게 되어 있는 보편적인 사고의 법칙을 말하는 것으로 논리적 추론 법칙 같은 것을 말하는 반면, 파토스는 정신에 깃든 개성적이면서도 격정적인 부분, 곧 예측할 수 없는 비합리적 부분을 가리킨다. 이러한 로고스와 파토스, 즉 질서와 무질서의 두 얼굴 가운데서 우리는 오랫동안 로고스적 질서만이 인간 정신의 본질이라고 믿어 왔다. 이와 달리 파토스는 단지 정신의 예외적이고 일탈적인 요소로만 인식하여 왔을 뿐이다. 하지만 인간 정신의 파토스적 흔들림이 실제로도 그처럼 부차적이고 쓸모없는 것은 아니다. 오히려 파토스적 흔들림은 개성이 터를 잡고 있는 영역이다. 파토스로 인한 불규칙한 흔들림 때문에 인간은 조작과 통제의 대상으로 전락하지 않고 오늘의 모습으로 남아 있는지도 모른다. 더욱 중요한 점은 인간 활동의 가치 있는 많은 부분들이 정신의 흔들림에 의존하고 있다는 사실이다. 즉, 대상을 기계적으로 묘사하는 활동이 아니라 그것을 창조적으로 변형하는 해석학적 활동이다. 그와 같은 창조적 변형을 위해서는 사고틀의 헐거움이 요구된다. 인과관계로 꽉 짜여져 옴짝달싹 못하는 기계적 사고의 틀로부

터는 해석학적 상상력이 생겨날 수 없기 때문이다. 흔들림은 인간 정신에서 예외적인 부분이라기보다 오히려 본질 그 자체에 해당한다. 이 점에서 인간은 한 치의 흔들림과 헐거움도 보이지 않는 컴퓨터와 구별될 수 있다. 그러므로 자연 현상과 달리 사회·문화 현상에 대한 이해는 특정 상황 맥락에서 규정되는 행동의 의미를 파악하는 것에서 시작해야 한다.

<제시문6>

가족은 사회조직의 일차적 집단으로, 개인이 출생하고 양육되어 더불어 생활하는 최초의 사회생활 단위이다. 일차적 사회조직으로서의 가족을 살펴보면, 가족의 과거 행태에 대한 정보가 현재의 행태를 예측함에 있어 제한적인 경우가 많다. 구성원 간 관계와 같이 연속성을 보이는 구조적 변화도 있기는 하지만, 구성원 자체의 변화와 같이 불연속적인 변화도 빈번하게 발생한다. 또한 가족은 예전 체계가 사라지고 단일 혹은 복수의 체계가 새롭게 생성되기도 한다. 한 가족이 자녀 출생으로 경험하게 되는 변화를 생각해보자. 이 때 부부는 관계 변화를 최소화하며 기존 관계를 유지하고자 노력할 수 있다. 그러나 자녀를 돌보는 과정에서 보호자의 과로 등과 같은 이유로 더 이상 예전과 같은 관계가 불가능해진다면 가족체계는 갑작스런 변화를 겪게 된다. 가족 구성원들의 역할과 임무가 달라지면서 가족 구조에 변화가 생길 수 있고, 부부 혹은 자녀관계의 해체와 같은 조직 변화를 경험할 수도 있는데 이 때 발생하는 모든 변화는 불연속적이다. 각 위기 시점에 내려지는 결정은 스트레스의 근본원인, 가족 내외에 가용한 자원, 그리고 구성원들이 사건에 부여하는 의미 등 내부적 요인과 환경적 요인의 영향을 받는다. 또한 시간이 지나면서 스트레스는 더 쌓이고 가용자원의 변화로 인해 상황이 달라지기도 한다. 가족은 끊임없이 상황에 적응하며 변화를 거듭하게 된다.

<제시문7>

일반적으로 소비자는 본인의 소득으로 최대의 효용을 얻는 합리적인 소비를 한다. 이것은 몇 종류의 재화를 같이 소비할 때 각각의 재화가 가진 한계효용이 같지 않다면 한계효용이 낮은 재화를 소비하는 대신 한계효용이 높은 다른 재화를 소비하여 전체의 효용을 크게 하는 것이다. 예를 들어 3만 원어치의 과일을 살 수 있을 때 사과가 1000원이고 배가 2000원이라면 사과를 좋아하는 사람은 사과를 많이 사겠지만 그럴수록 한계효용은 낮아진다. 따라서 이성적인 소비를 하지만 마지막으로 추가된 사과의 효용보다 배의 효용이 더 크다면 배를 추가로 사는 것이 합리적이다. 사과 10개를 가진 사람과 배 10개를 가진 사람이 있을 때 각각의 10번째의 사과와 배는 효용이 매우 적다. 이때 이 둘이 서로 교환을 하여 각각의 전체 효용을 크게 할 수 있을 것이다. 이렇듯 경제적 인간이 한계효용의 법칙을 따라가다 보면 사회전체의 효용은 극대화 될 것이다.

3. 출제 의도

[문제 1]은 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들이 주어진 주제에 대해 논리적으로 분석, 사고하고 본인의 생각을 글로 논술하는 능력을 함양하였는지를 파악하기 위한 것이다. 주제는 고등학교 사회과 교과서에 공통적으로 등장하는 사회·문화 현상의 특징으로, 다양한 제시문들을 상반된 두 가지 입장으로 분류하여 요약하고 두 입장을 비교하여 각각의 장·단점을 분석하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td colspan="3">교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td colspan="3">1. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 사회·문화</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12사문01-01] 사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.</td><td rowspan="2">[문제 1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12사문02-01] 개인과 사회의 관계를 바라보는 여러 관점을 비교하고 인간의 사회화 과정을 설명한다.</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
사회·문화	손영찬 외	미래엔	2017	13	〈제시문2〉	O
경제	박형준 외	천재교육	2019	38-40	〈제시문7〉	O

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
한국경제매거진	정채희	한국경제	2019	https://magazine.hankyung.com/money/article/201910280017404092	〈제시문1〉	O
민간의료보험가입이 의료이용에 미치는 영향	윤희숙	한국개발연구원	2008	99-128	〈제시문3〉	O
자본주의의 미래	김홍식 역	까치글방	2020	77-78	〈제시문4〉	O
과학사상 24호	김광수	범양사	1998	168-201	〈제시문5〉	O
Butterflies and Bifurcations: Can Chaos Theory Contribute to Our Understanding of Family Systems?	Margaret Ward	Journal of Marriage and Family	1995	629-638	〈제시문6〉	○

5. 문항 해설

[문제 1]은 제시문의 내용을 파악하여 상반된 두 입장으로 분류한 다음, 각 입장의 논지를 요약하라는 문제이다. 좋은 답안작성의 포인트는 각 제시문의 중심 주장과 근거를 정확하게 포착하여 '사회·문화 현상은 예측이 가능할 정도로 보편성과 법칙성을 지닌다'는 입장과 '특수성과 개별성을 지니며, 불연속적 변화를 거듭하므로 어떤 보편법칙으로 예측하기 어렵다'는 입장으로 분류하고 각 입장에 속한 제시문들을 유기적으로 연결하는 방식으로 요약문을 작성하는 것이다. 제시문 각각에 대한 요약이 포함되어 있지 않더라도 상반된 두 입장의 내용이 해당 제시문의 주장을 포괄하여 잘 정리되었다면 감점할 이유가 없지만, 제시문 각각의 내용을 잘 요약했더라도 이를 종합하여 상반된 두 입장의 내용을 명확히 정리하지 못했다면 감점 대상이다. 제시문의 난이도는 수학능력시험 국어영역 지문 수준을 넘지 않도록 하여 수험생들의 정확한 분류 및 요약 능력을 측정하고자 했다.

구체적으로 <제시문2>, <제시문4>, <제시문7>은 '사회·문화 현상은 보편성과 법칙성을 보인다'는 입장으로, <제시문1>, <제시문3>, <제시문5>, <제시문6>은 '사회·문화 현상은 보편적인 원리나 법칙으로 예측하기 어려운 특수성과 개별성을 보이고, 불확정적이며, 불규칙한 변화의 연속이다'는 입장으로 나뉜다. 기본적인 독해 능력을 갖춘 학생이라면 어렵지 않게 분류할 수 있을 것이므로, 단지 제시문을 분류하는 데 그치지 않고 각 입장의 내용을 명확하고 적절하게 제시하는 것이 중요하다. 각 제시문의 논지를 간략히 서술하면 다음과 같다.

<제시문2>는 사회·문화 현상은 가치가 내포되어 있고 당위적인 규범을 반영하므로, 그 시대의 중요한 가치나 규범의 내용을 알면 사람들의 행동을 예측할 수 있다는 점을 강조한다. <제시문4>는 지역이나 시대를 뛰어넘어 보편적으로 중요하게 여겨지는 가치들이 있고, 인간의 삶은 이러한 가치들의 영향을 받는다는 주장을 담고 있다. <제시문7>은 한계효용의 법칙을 예로 들어 인간의 경제행위에서 나타나는 법칙성을 설명하며, 이러한 법칙성을 토대로 개인의 소비행동을 예측할 수 있음을 강조한다.

이와 달리, <제시문1>은 최근 등장한 '가치소비'는 소비행위의 합리성 관점에서는 설명하기 어려운 특수성을 지니고 있음을 설명하며, 소비자 행동을 예측하는 데 어떤 하나의 보편원리를 적용하기는 어려움을 강조한다. <제시문3>은 민간의료보험 도입이 정부의 예측과 달리 오히려 의료보험료 부담을 높이는 부작용을 발생시킬 수 있음을 설명하고, 정부가 어떤 예상에 근거하여 정책을 도입하더라도 사람들이 그 정책에 어떻게 반응할지는 알기 어려움을 강조한다. <제시문5>는 인간의 개성, 불규칙성에 해당하는 파토스(pathos)의 중요성을 설명하고, 사회·문화 현상의 보편원리나 법칙보다는 특정 상황 맥락에서 규정되는 개별 행동의 의미를 파악하는 것이 중요함을 강조한다. <제시문6>은 가족을 내·외부 요인들에 의해서 끊임없이 영향 받고 변화하는 실체로 규정하고, 가족의 구조에서 발생하는 변화의 불규칙성, 불연속성을 강조한다.

이와 같이 각 제시문의 입장 및 중심 논지를 정확하게 이해한 내용을 바탕으로 같은 입장으로 분류한 제시문들을 하나의 통일된 글로 요약, 정리한다면 좋은 평가를 받을 수 있다. 특히 논지 정리 과정에서 같은 입장으로 분류된 제시문 사이의 논점 차이까지 고려하여 글을 작성한다면 우수한 답안이라 할 수 있다.

6. 채점 기준

A : 제시문을 두 입장으로 올바르게 분류하고, 각 제시문의 세부적인 특징을 핵심 논지를 중심으로 정교하게 분석하여 기술한 답안
B : 제시문을 두 입장으로 올바르게 분류하고 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술하고 있으나, 제시문들 간의 차이점을 효과적으로 부각시키지 못한 답안
C : 제시문 분류는 올바르게 하였고 각 제시문에 대한 요약은 적절하게 이루어 졌으나, 이를 종합한 두 입장의 핵심 논지가 어떻게 대비되는지를 기술하지 못한 답안
D : 제시문 분류는 잘 못했으나 두 입장의 핵심 논지 서술은 어느 정도 이루어진 답안
E : 제시문 분류에도 실패하고 두 입장의 핵심 논지 서술도 제대로 안 된 답안
F : E 등급 수준에 미치지 못하는 답안

7. 예시 답안

사회·문화 현상은 보편성과 특수성을 모두 지닌다. 이러한 특징과 관련하여 <제시문 2>, <제시문 4>, <제시문 7>은 사회·문화 현상의 보편성과 법칙성을 강조한 입장으로, <제시문 1>, <제시문 3>, <제시문 5>, <제시문 6>은 사회·문화 현상의 특수성과 불확정성을 강조한 입장으로 분류된다.

<제시문 2>는 사회·문화 현상이 일정한 시공간 속에서 당위 법칙의 지배를 받는다는 점을 근거로 보편성을 강조한다. 그리고 이러한 측면에서 사회과학도 인간의 행동을 예측하는 데 적용되는 일반적인 법칙을 발견하는 것을 목표로 한다고 강조한다. <제시문 4>는 시공간을 초월한 윤리적 가치의 특징을 제시하고, 사회·문화 현상의 바탕이 되는 가치를 소속과 존중이라는 보상의 메커니즘을 활용하여 설명한다. <제시문 7>은 인간의 소비 행위를 한계효용의 법칙으로 설명하고 이를 통해 사회·문화 현상의 일종인 소비 행위를 예측할 수 있으며 법칙에 근거하여 행동하였을 때 사회 전체의 효용이 극대화된다고 주장한다. 이 세 가지 제시문으로 구성되는 입장에서는 사회·문화 현상은 예측이 가능할 정도로 보편성과 법칙성을 따른다고 결론지을 수 있다.

이와 달리, <제시문 1>은 보편적인 법칙을 따르지 않는 가치 소비의 사례들을 통해 예측하기 어려운 소비 행위의 특수성을 보여준다. <제시문 3>은 개인뿐만 아니라 사회 전체적인 측면에서도 사회·문화 현상은 복합적이기 때문에 일정한 방향을 유도하는 정부의 정책이 전혀 예상치 못한 결과를 낳을 수 있음을 강조하고 있다. <제시문 5>는 인간 정신의 예측 불가능하고 비합리적인 양상에 해당하는 파토스를 강조하며 사회·문화 현상에 대한 연구에서 논리적 법칙성에 얽매인 인과 관계의 발견보다는 해석학적 접근으로 행위자의 주관적 동기에 대한 심층이해가 중요함을 피력한다. <제시문 6>은 가족을 내·외부 요인들에 의해서 끊임없이 영향받고 변화하는 실체로 규정하고, 가족의 구조에서 발생하는 변화의 불규칙성, 불연속성을 강조한다. <제시문 5>는 인간의 정신 내부, <제시문 1>은 개인, <제시문 6>은 집단, <제시문 3>은 사회에 초점을 맞추고 있으며, 이 제시문들로 구성되는 입장에서는 사회·문화 현상은 보편 원리로는 예측하기 어려운 특징을 지니고 있다고 결론지을 수 있다.

문항카드 2

1. 일반 정보

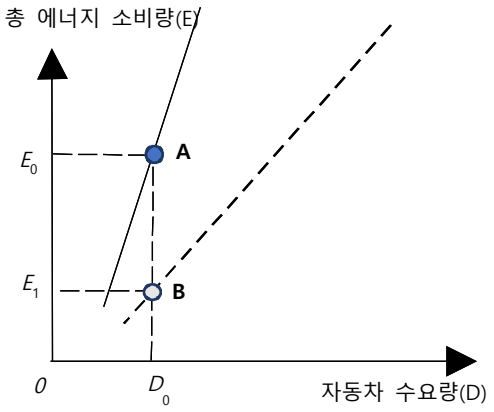
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 1교시 / 문제 2	
출제 범위	교육과정 과목명	사회・문화, 경제
	핵심개념 및 용어	수요, 정책, 정부실패
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

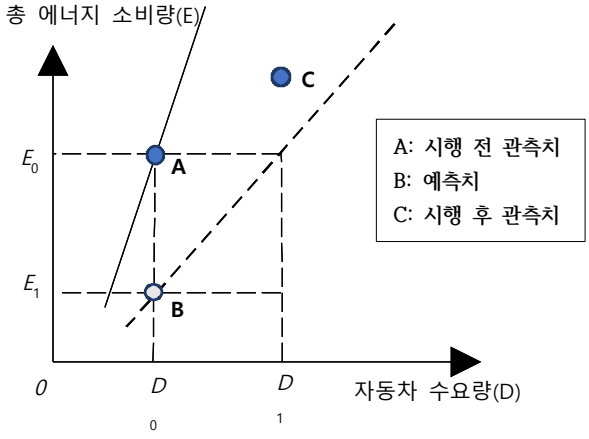
[문제 2] 국가 A는 기술혁신을 통해 자동차 에너지 효율을 개선하는 정책을 시행하고 있다. <자료 1-1>은 자동차 수요량과 총 에너지 소비량의 관계에 대한 예측을, <자료 1-2>는 정책 시행 이후 나타난 실제 결과를 보여준다. <자료 2>는 정책 시행 전후 국민들의 생활 및 소비행태 변화를 보여준다. <자료 1>과 <자료 2>를 연계하여 해석하고, 이 자료들이 [문제 1]의 두 입장 중 어느 쪽을 옹호하는지 설명하시오. 단, 정책 시행 전후 다른 모든 조건은 동일하다고 가정한다.(40점)

<자료 1> 자동차 수요량과 총 에너지 소비량의 관계

<자료 1-1> 정책 시행 전 예측모형



<자료 1-2> 정책 시행 후 실제 결과



<주1> 총 에너지 소비량은 자동차와 그 외 모든 제품에 소요되는 에너지 소비의 총량임.

〈자료 2〉 국민들의 생활 및 소비행태 변화

구분	시행 전	시행 후
판매 자동차 평균 연비(km/L)	10.5	15.6
자동차 판매 수(대)	1,200만	1,800만
자동차 주행거리(백만km)	260,560	347,073
가전제품(건조기, 대형TV, 식기세척기, 게임기 등) 판매 수(대)	1,500만	2,150만
친환경차 판매 수(대)	2만	12만

3. 출제 의도

[문제 2]는 설명형 문항으로, 수험생들이 특정 정책의 실패 사례를 보여주는 자료를 정확하게 해석할 수 있는 능력을 평가하고 제시된 자료를 바탕으로 [문제 1]에 제시된 사회·문화 현상의 특징에 관한 상반된 두 가지 입장 중 하나를 지지하는 논리적 근거 제시 능력을 확인하고자 했다. 문제에 사용한 자료는 고등학교 교과서에 등장하는 정부실패 사례를 참고하여 출제진이 제작하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="3">과목명: 경제</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12경제02-03]</td><td>경쟁의 제한, 외부 효과, 공공재와 공유 자원, 정보의 비대칭성 등 시장 실패가 나타나는 요인을 파악한다.</td><td>[문제 2] 자료</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12경제02-04]</td><td>시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.</td><td>[문제 2] 자료</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">과목명: 사회·문화</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12사문01-01]</td><td>사회·문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회·문화 현상을 설명한다.</td><td>[문제 2] 자료</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
경제	유종열 외	비상교육	2019	85	[문제 2] 자료	○

5. 문항 해설

[문제 2]는 정부가 사회·문화 현상을 정확히 예측하지 못하는 상황을 보여주는 사례이다. <자료 1>은 자동차 수요량과 총 에너지 소비량 간 관계를 보여주는데, <자료 1-1>은 정책 시행 전 정부가 예측한 모형을, <자료 1-2>는 정책 시행 후 나타난 실제 결과를 나타낸다. <자료 2>는 정책 시행 전후로 국민들의 생활 및 소비행태 변화를 보여주고 있다.

문제해결을 위해서는 다음의 두 가지 사고가 필요하다. 첫째, 수험생은 제시된 도표와 그래프를 정확하게 파악하여 정책 시행 전 예측하였던 자동차 수요량과 총 에너지 소비량 간 관계가 정책 시행 후의 관측 결과와는 다름을 발견하고, 정책결과에 대한 예측 실패의 원인이 무엇인지 추론해야 한다. 다음으로 수험생은 이 결정을 토대로 [문제 1]의 두 가지 견해를 나타내는 제시문들을 어떻게 활용하여 자신의 선택을 정당화할 것인지 생각하여야 한다.

<자료 1>은 자동차 수요량과 총 에너지 소비량 간 관계를 보여준다. <자료 1-1>에 나타나듯이, 정부는 정책 시행 전 국민들의 자동차 수요량이 자동차 에너지 효율 개선과는 상관없이 고정적일 것으로 전제한 결과 정책 시행으로 총 에너지 소비량은 감소(A→B)할 것이라고 예측했음을 보여주고 있다. 그러나 <자료 1-2>에 의하면 정책 시행 후 총 에너지 소비량은 예측과 달리 오히려 정책 시행 전보다 증가(A→C)하였고, 정부의 예측이 틀린 이유는 자동차 수요량이 증가(D_0→D_1)했을 뿐만 아니라 자동차외 제품에 소요되는 에너지 소비도 함께 증가했기 때문이다.

<자료 2>는 정책 시행 전후로 구분하여 국민들의 생활 및 소비행태가 어떻게 변화하는지 보여주고 있다. 정확한 자료의 해석을 위해 수험생은 자료를 활용하여 에너지 효율성 개선 정책으로 인해 자동차의 평균 연비가 향상되고 친환경차의 판매가 증가하는 에너지 절감 효과가 일부 발생하였으나, 다른 한편으로는 자동차를 사용할 때 드는 비용이 낮아지면서 자동차 판매 수와 주행거리가 증가하여 에너지 소비가 증가하였음을 확인해야 한다. 또한, 정책 시행 후 가전제품 판매가 이전에 비해 증가한 것에서 알 수 있듯이, 사람들이 자동차 에너지 효율성 개선으로 절약한 돈을 다른 가전제품 구매에 사용함으로써 에너지 소비가 증가했음을 추론해야 한다.

수험생들은 <자료 1>과 <자료 2>로부터 정부의 개입이나 규제가 예측과 달리 역효과가 나타나서 정부 실패가 발생하기도 한다는 점을 추론하여 [문제 1]의 <제시문 1>,<제시문 3>,<제시문 5>,<제시문 6>에 나타난 사회·문화 현상의 불확정성과 특수성을 강조하는 입장을 정당화해야 한다.

6. 채점 기준

A : <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 모두 정확하고 제시문들을 적절히 활용하여 정당화 논리가 우수한 답안
B : <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 모두 정확하나 정당화 논리가 다소 부족한 답안
C : <자료 1>과 <자료 2>의 해석의 정확성과 정당한 논리가 다소 미흡한 답안
D : <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 일부 부정확하고 정당화 논리가 미흡한 답안
E : <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 부정확한 답안

7. 예시 답안

<자료 1>은 국가 A의 자동차 수요량과 총 에너지 소비량 간 관계를 보여준다. <자료 1-1>에 나타나듯이, 정부는 국민들의 자동차 수요량이 자동차 에너지 효율 개선 정책과는 무관하게 고정된 것이라 전제한 결과, 정책 시행 후 총 에너지 소비량이 A에서 B로 감소할 것이라 예측하였다. 그러나 <자료 1-2>에서 보여주듯이, 실제 정책 시행 후 총 에너지 소비량은 A에서 B로 감소한 것이 아니라 오히려 C로 증가하여 정책 시행 전보다도 더 많은 양의 총 에너지 소비가 이루어졌음을 알 수 있다. 이렇게 정부의 에너지 소비에 대한 예측 실패가 발생한 이유는 자동차 수요량이 고정된 것이 아니라 정책 시행 후 D_0에서 D_1로 증가하였고, 자동차외 제품에 소요되는 에너지 소비량도 함께 증가했기 때문이다.
<자료 2>는 자동차 에너지 효율 개선 정책 시행 전후로 국민들의 생활 및 소비행태가 어떻게 변화하는지 보여주고 있다. 우선, 정책 시행 전에 비해 정책 시행 후 판매된 자동차의 평균 연비가 향상되었고 친환경차 판매 수도 증가하여 기대했던 에너지 절감 효과가 일부 발생하였음을 알 수 있다. 그러나 에너지 효율성 개선으로 자동차를 사용할 때 드는 비용이 낮아지면서 자동차 판매 수와 주행거리가 정책 시행 이전에 비해 증가하였고 이는 추가적인 에너지 소비를 발생시켰음을 보여준다. 또한, 정책 시행 후 가전제품 판매가 이전에 비해 증가한 것에서 알 수 있듯이, 사람들이 자동차 에너지 효율성 개선으로 절약한 돈을 다른 가전제품 구매에 사용함으로써 에너지 소비가 오히려 증가했음을 나타낸다.
종합적으로, <자료 1>과 <자료 2>는 정부의 개입이나 규제가 정책에 필요한 정보나 지식을 충분히 고려하지 못했을 때 미래를 정확히 예측하기 어려워 의도한 효과를 내지 못한 정부실패를 보여주는 것이다. 따라서 사회·문화 현상의 보편성, 예측가능성 보다는 특수성, 불확정성을 강조하는 입장을 옹호한다고 볼 수 있다.

문항카드 3

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 1교시 / 3번	
출제 범위	교육과정 과목명	사회·문화
	핵심개념 및 용어	양적 연구, 보편성, 법칙성, 질적 연구, 특수성, 맥락성
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 3] 지역 명소인 OO해수욕장을 방문한 여행객들이 해변의 조약돌을 가져가서 환경훼손이 심각하다. 이 문제를 해결하기 위한 연구를 수행하고자 두 연구소가 계획서를 <보기>와 같이 제출하였다. 이 두 가지 중 하나를 선택하고 [문제 1]의 한 입장에 근거하여 본인의 선택을 정당화 하시오. (30점)

<보기>

[연구소 A]
1. 관련 연구들을 검토하여 환경훼손 행동의 주요 원인을 추론하여 가설을 도출한다.
2. 이 가설을 객관적으로 검증하기 위해 OO해수욕장 방문객 1,000명을 대상으로 설문조사를 실시한다.

[연구소 B]
1. OO해수욕장에서 조약돌을 가져간 사람들 중 일부를 대상으로 심층 인터뷰를 실시한다.
2. 각자 어떤 이유로 그런 행동을 했는지에 초점을 두고 그 사람의 주관적 동기를 알아낸다.

3. 출제 의도

[문제 3]은 [문제 1]에 나타난 사회·문화 현상의 특징에 관한 상반된 두 입장을 양적 연구와 질적 연구의 목적과 관련지어 이해하고, [보기]에 제시된 연구 방법의 차이를 정확하게 파악하여 본인의 견해를 지지하는 논리적 근거를 제시하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] "사회과 교육과정"		
관련 성취기준	1. 사회과 교육과정		
	과목명: 사회 · 문화		관련
	성취기준 1	[12사문01-02] 사회·문화 현상을 탐구하기 위한 양적 연구 방법과 질적 연구 방법의 특징 및 차이점을 비교한다.	[문제 3]

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
사회·문화	손영찬 외	미래엔	2017	23-24	〈보기〉	O

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
EBS 사회탐구영역 사회문화	김나진 외	EBS	2020	10	〈보기〉	O

5. 문항 해설

[문제 3]은 OO해수욕장을 방문한 여행객들이 해변의 조약돌을 가져가서 발생하는 환경훼손 문제를 해결하기 위해 두 연구소가 제출한 연구 계획서를 보고 사회·문화 현상의 연구 방법인 양적 연구와 질적 연구의 입장을 이해하고 적용하는 문제이다.

양적 연구의 탐구 절차는 사회·문화 현상에 대한 문제 인식에서 시작하여 가설을 설정하고, 연구 대상과 연구 기간, 자료수집 방법 등을 정하는 연구 설계가 이루어진다. 이러한 계획에 따라 자료를 수집한 후에는 통계 기법을 활용하여 분석하고 가설 검증 결과를 토대로 결론을 도출하고 일반화를 시도한다. 질적 연구의 탐구 절차 역시 사회·문화 현상에 대한 문제 인식에서 시작하지만, 법칙의 발견이 아니라 사회·문화 현상에 함축된 의미를 이해하고 해석하는 것이 목적이다. 따라서 양적 연구와는 달리 가설을 세우지 않는다. 질적 연구에서는 현상의 이해와 해석에 도움이 되는 심층적인 자료가 필요하므로, 주로 면접법이나 참여 관찰법을 활용한다. 이렇게 수집된 자료는 직관적 통찰과 감정 이입적 이해를 통해 자료 해석이 이루어지고, 해석한 행위자의 주관적 세계가 가지는 의미를 종합하여 결론을 도출한다.

<보기>중 연구소 A는 양적 연구를 제안하고 있으며, 연구소 B는 질적 연구를 제안하고 있다. 따라서, 수험생들은 연구소 A의 제안을 보고 양적 연구의 목적인 사회·문화 현상에 내재한 규칙성을 발견하고 일반화하여 미래의 결과를 예측하는 과정을 이해해야 한다. 연구소 B의 제안은 질적 연구의 목적인 사회·문화 현상에 내재한 행위자의 주관적 가치 및 행위의 동기, 상황 맥락과의 관계를 이해해야 함을 강조한다.

6. 채점 기준

A: 양적 또는 질적 견해를 분명히 지지하고, 주장의 논거로 제시문을 체계적으로 연결하여 심화된 주장을 제시한 답안

B: 양적 또는 질적 견해를 분명히 지지하고, 주장의 논거로 제시문을 활용하였으나, 체계적으로 연결하

지 못해 심화된 주장까지 이르지 못한 답안
C: 양적 또는 질적 견해를 분명히 지지했으나, 주장의 논거로 제시문의 내용을 단순히 반복하는 데 그친 답안
D: 양적 또는 질적 견해를 분명히 지지했으나, 주장의 논거를 구체적으로 제시하지 못한 답안
E: 양적 또는 질적 견해를 분명히 제시하지 않은 답안
F: 답을 작성하지 않거나 내용이 엉뚱한 답안

7. 예시 답안

<보기>중 연구소 A는 양적 연구를 제안하고 있으며, 연구소 B는 질적 연구를 제안하고 있다. 따라서, 연구소 A를 지지하는 수험생들은 [문제 1]의 <제시문 2>,<제시문 4>,<제시문 7>에 나타난 입장을 정당화해야 하며, 연구소 B를 지지하는 수험생들은 <제시문 1>,<제시문 3>,<제시문 5>,<제시문 6>에 나타난 입장을 정당화해야 한다.

1) 연구소 A의 계획서(사회·문화 현상의 양적(보편성)을 강조하는 입장)
연구소 A의 계획서는 변수 간의 관계를 설정하여 가설을 세우고 이를 검증하기 위해 해수욕장 방문객 1,000명을 대상으로 설문조사를 실시한다. 다수를 대상으로 수집된 자료를 토대로 가설이 검증되면 여행객들이 해변의 조약돌의 가져가는 행위의 원인과 관련한 일종의 법칙을 발견할 수 있다. 그리고 법칙이 발견되면 어떠한 상황에서 조약돌을 가져가는지 예측이 가능해지기 때문에 이에 따라 조약돌을 가져가지 못하도록 하는 대책을 수립할 수 있다. 즉 양적 연구 방법을 통해 검증된 법칙은 대부분의 사람에게 적용가능하며, 법칙에 근거하였을 때 환경 훼손이라는 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

2) 연구소 B의 계획서(사회·문화 현상의 질적(특수성)을 강조하는 입장)
연구소 B의 계획서는 가설을 세우지 않고, 조약돌을 가져간 사람들 중 일부를 대상으로 심층 인터뷰를 실시하여 수집된 자료를 바탕으로 주관적인 동기에 초점을 맞춰 심층적으로 이해하는 데 중점을 두고 있다. 인간의 행위는 보편적인 법칙으로 설명될 수 없으며 예측하는 데 한계가 있다. 사회·문화 현상은 특수성이 강조되는 측면에서 자연현상과 구별되며 특히 다원화되고 복잡한 사회에서는 더욱 인간 행위에 대한 깊이 있는 이해가 필요하다. 행위의 표면적인 결과보다는 내재적인 동기에 중점을 두고 해변의 조약돌을 가져가는 것이 인간에게 어떠한 의미를 갖는지 살펴보아야 한다. 즉 인간의 행위는 일률적인 법칙으로 판단할 수 없기에 질적 연구 방법을 통해 개별 사례에 근거하여 환경 훼손 문제의 해결 방안을 고민해보아야 한다.

문항카드 4

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 2교시 / 문제 1	
출제 범위	교육과정 과목명	통합 사회, 생활과 윤리
	핵심개념 및 용어	인간과 자연, 인간중심주의, 생태중심주의
예상 소요 시간	35분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 1] <제시문 1>~<제시문 7>은 환경윤리에 관한 견해를 담고 있다. 제시문들을 대립적인 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (35점)

<제시문 1>

하늘과 땅이 합하여 만물이 생기고 음과 양이 만나서 변화가 일며, 본성과 인위가 합하여 천하가 다스려진다. 하늘은 만물을 낳을 수는 있으나 만물을 다스릴 수는 없으며, 땅은 사람을 서게 할 수는 있으나 사람을 다스릴 수는 없다. 우주 속 만물이나 살아 있는 사람의 무리는 모두 성인을 기다린 후에야 적절히 구분된다. 하늘을 높이 추숭하여 사모하는 것과 물건을 축적하여 사용하는 것 중 어느 편이 나은가. 하늘을 좇으면서 기리는 것과 하늘의 변화 규율인 천명을 장악하고 이용하는 것 중 어느 편이 나은가. 계절을 바라보면서 기다리는 것과 계절에 응해 그것을 활용하는 것 중 어느 편이 나은가. 사물의 변화를 방치하며 많아지기를 바라는 것과 인간의 재능을 다해 사물을 변화시키는 것 중 어느 편이 나은가. 만물을 생각하면서 분별하고 관상하는 것과 만물을 이용하면서 잃지 않는 것 중 어느 편이 나은가. 만물이 낳은 것을 사모하는 것과 만물이 더욱 성장토록 촉진하는 것 중 어느 편이 나은가. 그래서 인간의 노력을 방기하고 하늘만 쳐다보는 것은 만물 본래의 실정(實情)을 잃는 것이다.

<제시문 2>

허자가 거듭 자신의 논리를 주장하자 실옹이 말하기를 “허어! 네가 마음이 흐려져 홀린 것이 너무도 심하구나. 용이 물고기를 놀라게 하지 않음은 그들 세상에 혜택을 베푸는 것이요, 봉황이 참새를 겁나게 하지 않음은 그들 세상에 대한 다스림이다. 또한 구름이 다섯 가지의 고운 색깔을 보이는 것은 용이 차려입은 꾸밈새요, 온몸에 두른 아름다운 무늬는 봉황이 차려입는 꾸밈새이다. 그리고 바람이 불고 천둥이 치는 것은 용의 무기이자 형벌이며, 높은 언덕에서 곡조 있게 우는 것은 봉황의 예절이자 음악이다. 대체로 군신 간의 의리는 벌에게서, 병법에서 진을 치는 것은 개미에게서 가져왔다. 또한 예절의 제도는 박쥐에게서, 그물 치는 법은 거미에게서 각각 가져온 것이다. 그런 까닭에 ‘성인은 만물을 스승으로 삼는다.’고 하였던 것이다. 너 또한 만물의 일부인 것을, 지금 너는 어찌하여 하늘의 입장에서 만물을 보지 않는 것이냐?”

<제시문 3>

그는 자신의 저서인『신아틀란티스』에서 유토피아의 계시를 받은 사람들이 자신의 꿈을 펼치면서 자연을 탐구하는 학문의 이상적인 조직화에 대해 '솔로몬의 집(Solomon's House)'으로 표현했다. 콜롬버스가 신대륙으로 가는 길을 열었듯이, 과학자들이 실험을 통하여 새로운 지식으로 가는 길을 열어야 한다고 주장했다. 지혜로운 이스라엘 왕의 이름을 딴 '솔로몬의 집'은 과학자들이 시설과 재정지원을 받아 인류의 복지에 이바지할 수 있도록 기획된 곳이다. 그의 유토피아 국가에서 '솔로몬의 집'은 정치조직에 버금가는 중요한 의미를 지니고 있다. 여기서 말하는 '솔로몬의 집'은 과학기술의 사회화를 통해 인류의 현 상태를 훨씬 더 개선할 수 있다는 신념을 담고 있다. 아틀란티스 섬에 세워진 '솔로몬의 집'에는 과학의 다양한 분야가 체계적으로 조직되어 있다. 이러한 '솔로몬의 집'은 과학자가 정치가의 지배에서 벗어나 자유롭게 공공의 복지를 위해 연구하는 새로운 모델이다. '솔로몬의 집'에는 사회적인 유용성에 따라 기후 실험실, 양봉 실험실, 과학 실험실 등 영역에 맞게 설치된 많은 실험실이 있다. 예를 들어 이 집은 지진이나 홍수, 가뭄 등 기상이변을 예측하고 동식물의 성장과 촉진, 잡종의 생산, 새로운 금속 예술품의 제작, 공중위생의 향상에 기여한다.

<제시문 4>

『모래 군(郡)의 열두 달 A Sand County Almanac』을 읽다 보면 안정되고 조화로운 생태적 관계가 어떤 것인지를 알 수 있다. 저자가 '모래 군'의 농장에서 생활하는 모습은 땅과 건강한 관계를 맺는 인간의 전형을 보여 준다. 소규모의 자급자족형 농장 생활이 일반화될 수 있다면 아마도 그것이 야말로 이상적인 삶에 가까울 것이다. 인간은 생태 공동체에서 특권적 지위를 갖고 있지 않다. 이것은 많은 환경론자들에게 타당한 환경윤리가 되기 위한 전제조건이다. 저자는 말한다. "대지 윤리는 인류의 역할을 대지 공동체의 정복자에서 그것의 평범한 구성원이자 시민으로 변화시키며, 인류에게 동료 구성원과 공동체 자체에 대한 존중을 필연적으로 수반한다." 예를 들어 한 그루의 참나무가 죽고 다른 종들은 그것을 소비함으로써 혜택을 얻는다. 공동체의 각 구성원은 다른 존재들이 삶을 영위하는 데 사용되는 자원이다. 자원은 사용되지만 재순환되는 것이며 공동체는 이러한 무한한 상호의존성으로 특징된다.

<제시문 5>

불간섭 의무는 무해의 의무와 마찬가지로 순수하게 부작위 의무이다. 개별 유기체나 유기체 집단에 대해 어떤 행동을 수행할 것을 요구하지 않는다. 우리는 그들을 내버려둠으로써 야생의 자유를 존중하라는 요구를 받을 뿐이다. 물론 그들 중 일부는 자연의 경쟁자와의 싸움에서 질 것이고, 또 다른 일부는 자연적 원인들로부터 오는 피해에 시달릴 것이다. 그러나 도덕 행위자로서 우리의 적절한 역할에 관한 한, 우리는 손을 떼고 있어야 한다. 불간섭 규칙을 엄격히 지키는 행위를 통해 우리는 자연계가 온전하다는 심오한 생각을 드러내는 것이다. 심지어 자연재해 때문에 생태계 전체가 심각하게 교란된 경우에도 우리는 의무를 지켜야 하며 손상을 복구하려는 시도로 개입해서는 안 된다. 하지만 우리 행성의 오랜 생명 역사에서 자연재해는 항상 많은 생명체를 죽음에 이르게 하고 해를 입혔다. 실제로 자연선택이라는 바로 그 과정이 계속해서 멸종을 야기한다. 재해 후에는 항상 재조정이 서서히 진행되어 종·개체군 사이에 새로운 관계가 형성된다.

<제시문 6>

기독교건 공리주의건 서양의 전통적인 도덕적 가르침은 사람들에게 항상 그들의 이웃들에게 해를 입히지 말라고 가르쳐 왔다. 그리고 우리는 이제 폐기물을 바다나 대기 중에 버리는 일, 생태계의 파괴, 자원의 고갈 등이 현재와 미래의 사람들에게 해를 끼친다는 것을 알게 되었다. 이러한 철학적 분석은 환경윤리에 관해 우리에게 많은 논쟁거리를 제공해 준다. 소비주의 사회의 물질적 탐욕을 한탄하면서 자연에 대한 더 '감수성 있는' 태도를 요구한다. 또한 환경위기로 대두되는 '새로운 윤리'는 심미적 가치가 중요한 역할을 담당해야 한다고 본다. 감수성이 있는 사회라면 황폐한 도시, 황량하고 더러운 집, 유례없이 보기 흉한 예배당, 슬래그(slag: 광석 제련 후 남은 찌꺼기) 더미, 더러운 강, 폐품 처리장 등 산업화 이후의 풍경을 결코 용납하지 않았을 것이다. 인간과 자연이 서로 분리되어 있다는 이분법적 사고를 바탕으로 인간이 먼저 감수성을 가지고 자연을 바라보는 법을 배울 수 있다면, 어떻게 자연을 보살펴야 하는지 알 수 있다.

<제시문 7>

인간 사회에서 여성이 억압받는 방식과 인간의 활동에 의해 자연이 억압받는 방식은 직접적으로 연결되어 있다. 여성과 자연은 밀접하게 연계되어 있고, 생태위기를 비롯한 문명세계의 위기는 남성중심주의 때문에 발생한다. 가부장제의 위계질서적이고 이원적이며 억압적인 사고방식이 여성과 자연 모두에게 해를 끼친다. 이런 관점에서는 힘, 권력 등 전통적인 남성적 덕목이 아니라 돌봄, 양육, 직관성 등 여성적 덕목이 더 인정받고 우월하게 취급되는 사회일수록 덜 공격적이면서 생태적으로 지속가능한 사회가 될 가능성이 높다고 본다. 예를 들어 중국의 전족(纏足) 풍습, 유럽의 마녀재판, 조선후기 과부의 수절 강요 등 여성에 대한 남성의 범죄와 억압이 자연에 대한 범죄와 환경오염 발생의 원인이라는 것이다. 이와 유사하게 자연이나 인간본성은 역사 속의 계급 관계, 사회 구조, 생산관계 등에 따라 형성되고, 이렇게 구성된 여성과 자연에 대한 차별적이고 위계질서적 구조에서는 여성과 자연을 '열등한 것', '타자'로 취급하고 이는 쉽게 차별과 억압으로 이어진다. 결국 이 입장에 있는 사람들은 여성의 해방과 자연의 해방은 같은 연장선상에서 이해되고 실행되어야 한다고 주장한다.

3. 출제 의도

본 논술 문제의 출제 의도는 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들이 주어진 주제에 대해 논리적으로 분석, 사고하고 본인의 생각을 글로 논술하는 능력을 어느 정도 함양하였는지를 파악하기 위한 것이다. 이 문항은 환경윤리에 관한 대립적인 두 입장인 인간중심주의적 관점과 생태중심주의적 관점을 구분하고 요약하는 것으로, 두 입장의 성격과 특성을 이해하고 각 입장이 지닌 한계 혹은 문제점을 이해, 비판할 수 있는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다.</td><td>[문제1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.</td><td>[문제1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
</table>
2. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
순자론	신동준	인간사랑	2007	666-668	〈제시문1〉	O
의산문답	홍대용	꿈이있는세상	2009	온라인서적	〈제시문2〉	O
한스 요나스의 생태학적 사유 읽기	양해림	충남대학교 출판문화원	2013	93-95	〈제시문3〉	O
환경윤리	데자르댕	연암서가	2017	369-371	〈제시문4〉	O
자연에 대한 존중	폴 W. 테일러	리수	2020	183-184	〈제시문5〉	O
환경윤리	데자르댕	연암서가	2017	214-216	〈제시문6〉	O
생태주의	이상헌	책세상	2011	90-98, 138-143	〈제시문7〉	O

5. 문항 해설

[문제 1]은 고등학교 통합사회 교과과정에서 다루고 있는 환경 윤리 - 인간과 환경, 인간중심주의, 생태중심주의(탈인간중심주의), 환경위기 등 -에 대한 입장이 담긴 제시문들을 인간중심주의적 입장과 생태중심주의적 입장으로 분류하고, 그 핵심 논지를 요약하는 문제이다. 문제의 요구에 따라 제시문들을 정확하게 이해하고 효과적으로 요약할 수 있는 능력을 평가한다. 총 7개의 제시문은 고등학교 교과서에 바탕을 둔 관련 서적에서 선별하였으며, 필요에 따라 약간의 수정을 가했다.

6. 채점 기준

- 채점 포인트

① 인간중심주의와 생태중심주의적 입장을 정확히 분류하였는가?
② 인간중심주의와 생태중심주의적 입장을 정확히 요약하였는가?
③ 인간중심주의와 생태중심주의적 입장을 풍부하게 요약하였는가?
④ 인간중심주의와 생태중심주의적 입장을 통합적으로 제시하였는가? (제시문 별로 요약하고, 통합적으로 요약하지 않은 경우 감점 요인. 하지만 제시문 별로 요약하고, 통합적으로 요약하였으면 감점하지 않음)

- 채점 등급

A: 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의(탈인간중심주의) 입장을 정확히 분류하고, 그 핵심 요지를 '정확히', '풍부하게 그리고 통합적으로' 기술한 경우. 구체적으로 '정확히'는 각 입장의 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 기술한 경우이며, '풍부하게 그리고 통합적으로'는 '정확히' 기술하는 것에 더해 핵심 내용을 빠짐없이 그리고 (제시문의 순서대로 병렬적으로 나열하지 않고) 종합적으로 재구성하여 기술한 경우.

B: 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의 입장을 정확히 분류하고, 그 핵심 요지를 '정확히' 기술하였으나, 풍부하게 기술함에 있어서는 다소 미흡한 경우.

C: 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의 입장을 정확히 분류하였으나 그 특징을 정확히 그리고 풍부하게 기술하지 못한 경우. 또는 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의 입장을 정확히 분류하였으나 각 제시문의 요약을 단순히 나열한 경우.

D: 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의 입장을 정확히 분류하지도 못하고, 그 핵심 요지를 정확히 기술하지도 못한 경우

E: 환경윤리의 관점에서 인간중심주의와 생태중심주의 입장을 정확히 분류하지도 못하고, 문제에 벗어난 답안을 쓴 경우.

F: 답안을 쓰지 않거나, 완전히 엉뚱한 내용을 쓴 경우.

7. 예시 답안

환경윤리의 관점에서 인간중심주의적 입장(제시문 1, 3, 6)과 생태중심주의적(탈인간중심주의) 입장(제시문 2, 4, 5, 7)

환경윤리에 대한 견해는 크게 인간중심주의 자연관과 생태중심주의 자연관으로 나눌 수 있다. <제시문 1>, <제시문 3>, <제시문 6>은 인간중심주의 자연관의 입장으로, 자연을 인간의 행복과 복지를 위해 이용할 수 있는 도구적 대상이라고 본다. <제시문 2>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>은 생태중심주의 자연관의 입장으로 인간이 자연 그 자체의 가치를 인정하고 무생물을 포함한 자연 전체를 도덕적 고려 대상으로 여긴다.

<제시문 1>은 인간이 어떠한 노력도 하지 않고 자연을 그대로 두는 것은 만물 본래의 실정을 잃는 것이므로 인간이 자연에 개입하는 것이 바람직하다고 주장한다. <제시문 3>은 자연을 일종의 도구로 본다. 인간이 적극적으로 자연에 개입할 때 과학 기술이 발전하고 이를 통해 인간의 삶을 풍요롭게 할 수 있다고 설명한다. <제시문 6>은 인간과 자연을 분리하여 바라보는 이분법적 세계관을 바탕으로 인간의 장기적인 이익을 위해 자연에 대해 감수성 있는 태도를 지녀야 한다고 강조한다. 인간이 무분별하게 자연에 개입하는 것을 지양하더라도 자연에 개입하지 않는 것은 바람직하지 않다고 본다. 세 지문은 모두 자연에 대한 인간의 개입을 옹호하고 있다.

반면 생태주의 입장에서는 자연을 객체가 아니라 주체로 바라본다. <제시문 2>와 <제시문 4>에서 언급한 것처럼 자연과 인간은 유기적인 관계 속에서 상호의존적이다. 즉 인간은 생태계를 구성하는 일부일 뿐 자연에 비해 결코 우위에 있지 않다. <제시문 7>은 잘못된 우월주의로 인해 인류 역사상 여성과 자연이 타자화되고 소외되어 왔다고 지적한다. 따라서 <제시문 5>에서 주장하듯이 인간은 자연 환경에 대해 개입하거나 간섭하는 것을 금지해야 한다. 단기적으로는 생명체가 해를 입고 멸종을 야기하는 재해를 가져올 수도 있지만, 장기적으로는 생태계 안에서 새로운 관계를 형성하고 또 다른 질서가 나타나기 때문이다.

문항카드 5

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 2교시 / 문제 2	
출제 범위	교육과정 과목명	통합 사회, 생활과 윤리
	핵심개념 및 용어	환경윤리, 인간중심주의, 생태중심주의 (탈인간중심주의)
예상 소요 시간	35분 / 전체 100분	

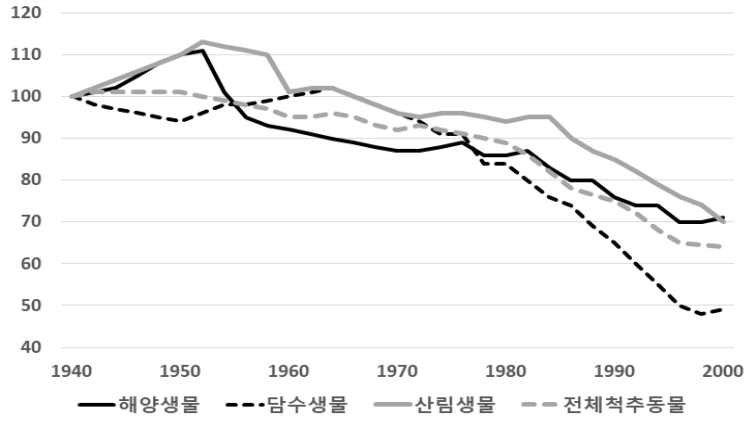
2. 문항 및 자료

[문제 2] <자료 1> ~ <자료 3>을 종합적으로 해석하고, 이를 [문제 1]의 한 입장에서 비판하시오. (35점)

〈자료 1〉 조선시대 온돌보급률과 산림황폐화율

연도	온돌보급률(%)	산림황폐화율(%)
1639년	32	41
1746년	46	45
1821년	67	73
1911년	93	89

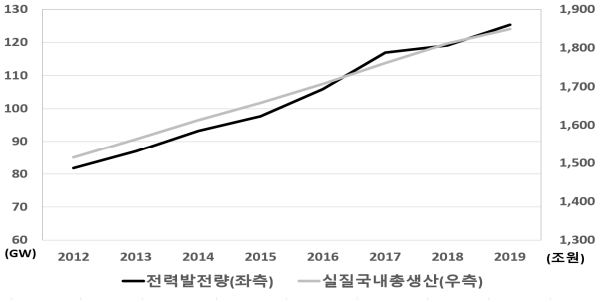
〈자료 2〉 지구생존지수



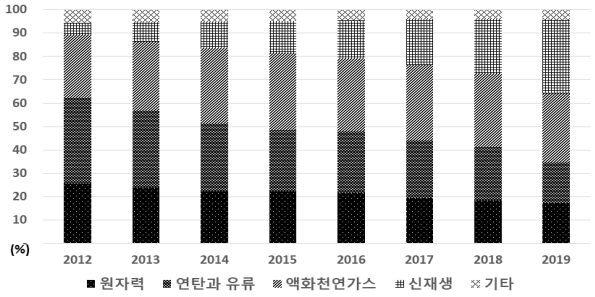
주) 지구생존지수는 생물의 다양성을 나타내는 지표 (기준년도: 1940년)

〈자료 3〉 한국의 전력발전량과 연료원별 비중

<자료 3-1> 전력발전량과 실질국내총생산



<자료 3-2> 전력발전의 연료원별 비중



3. 출제 의도

[문제 2]는 자료 해석 문항으로, 수험생들이 자료들을 정확하게 해석하는 능력 그리고 [문제 1]의 입장과 자료 간의 논리적 관계를 파악하여 논술하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다.</td><td>[문제2]
〈자료1〉~〈자료3〉</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.</td><td>[문제2]
〈자료1〉~〈자료3〉</td></tr>
</table>
2. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제2]
〈자료1〉~〈자료3〉</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
조선후기 산림과 온돌	배재수 외 5인	국립산림과학원	2020	79~80	자료 1	O
지구생존지수		UN	2001		자료 2	O
한국은행경제통계		한국은행	2020		자료 3	O
한국전력통계		한국전력	2020		자료 3	O

5. 문항 해설

ⅰ) <자료 1>은 조선시대 1639년 이후 우리 사회의 온돌보급률과 산림황폐화율의 시간적 추이를 보여주고 있다. <자료 1>에서 조선사회에 온돌 보급 확대로 장작수요가 증가하면서 산림황폐화가 진행되었음을 알 수 있다. 이는 인간의 생존과 삶의 풍요로움을 위해 산림자원의 무분별한 사용에 따른 산림황폐화 현상을 보여준다. 따라서 <자료 1>은 인간중심주의적으로 자연을 바라보고 착취하였던 한 사례이다.

ⅱ) <자료 2>는 1940년 이후 2000년까지 생물의 다양성을 나타내는 지구생존지수를 보여준다. 과학기술의 진보와 경제발전을 이루는 과정에서 자연훼손 및 생태계파괴의 부작용으로 해양생물, 담수생물, 산림생물 및 전체척추생물의 다양성이 지난 60년간 지속적으로 감소되어 왔음을 볼 수 있다. <자료 2>는 인간중심주의적 환경윤리의 부정적인 결과를 보여주며 생태중심주의적 입장에서 인간중심주의적 관점을 비판하는 자료이다.

ⅲ) <자료 3-1>은 2012년 이후 한국의 전력발전량과 실질국내총생산의 추이를 나타내고 있으며, <자료 3-2>는 전력발전을 위해 사용한 원자력, 연탄 및 유류, 액화천연가스, 신재생에너지 등의 연료원별 비중을 보여주고 있다. 2012년 이후 실질국내총생산의 지속적 증가와 함께 전력발전량 역시 꾸준하게 증가하였다. 최근 들어 친환경적이고 재생가능한 연료원의 사용이 증가하고 있다는 것은 인간중심주의적 입장에서 환경을 관리의 대상으로 보는 사례이다.

6. 채점 기준

-채점 포인트

① <자료 1> ~ <자료 3> 각각을 정확하게 해석하였는가?

② 생태중심주의적 입장에서 인간중심주의적 입장을 비판하는 근거로서 <자료 1> ~ <자료 3>를 모두 활용하였는가?

③ 자료와 [문제 1]의 입장의 관계를 논리적으로 잘 서술하였는가?

- 채점 등급

A : <자료 1> ~ <자료 3>를 정확하게 해석하고, 생태중심주의적 입장에서 인간중심주의를 비판하는

자료로 올바로 활용하고, 자료와 [문제 1]의 입장 간의 논리적 관계를 설득력 있게 서술한 답안

B : <자료 1> ~ <자료 3>를 정확하게 해석하고 생태중심주의적 입장에서 인간중심주의를 비판하는 자료로 올바로 활용하였으나, 자료와 [문제 1]의 입장 간의 논리적 관계를 설득력 있게 서술하지는 못한 답안

C : <자료 1> ~ <자료 3> 각각에 대한 해석이 대체적으로 정확하나, 자료 연결 및 인간중심주의를 비판하는 논리가 다소 미흡한 답안

D : <자료 1> ~ <자료 3> 각각의 해석에 대한 정확성이 부족하거나 인간중심주의를 비판하는 논리가 미흡한 답안

E : <자료 1> ~ <자료 3> 각각의 해석이 부정확하고 인간중심주의를 비판하는 논리도 크게 부족한 답안

F : 백지 혹은 무관한 답안

7. 예시 답안

<자료 1>은 과거 조선시대에 온돌보급률이 증가할수록 산림황폐화율이 높아졌음을 보여준다. <자료 2>는 1940년도를 기준으로 지구생존지수가 지속적으로 감소하여 생물의 다양성을 잃어가고 있음을 확인할 수 있다. 이를 통해 자연에 대한 인간의 개입이 심각한 환경 훼손과 생태계 파괴를 불러오고 있음을 파악할 수 있다.

물론 위의 자료가 무분별한 인간 개입의 결과이기 때문에 자연에 대해 감수성을 가지고 개입하면 이러한 문제를 해결할 수 있다는 주장도 일면 설득력이 있다. <자료 3-2>에서와 같이 심각한 환경 훼손을 일으키는 연탄과 유류의 비중을 낮추고, 신재생 에너지 및 천연 가스의 비중을 점점 늘리는 것은 환경에 대한 민감한 감수성을 가지고 접근한 결과일 것이다. 하지만 <자료 3-1>이 보여주는 것처럼 실질 국내 총생산의 증가와 맞물려 전력발전량이 계속해서 증가하였기 때문에, 그 결과 환경을 오염시키는 연탄과 유류의 비중은 줄었더라도 절대 사용량은 감소하지 않을 가능성이 있다. 이러한 결과는 인간중심주의의 한계를 드러낸다.

<자료 1>~<자료 3>을 종합적으로 분석하면, 자연을 인간의 욕구를 충족하는 도구로 여겨 자연을 임의로 이용하고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 인간중심주의적 자연관에 대한 반성으로 등장한 것이 생태중심주의적 자연관이다. 인간을 위해 자연을 도구로 삼는 가치관을 지양하고 다른 모든 생명체와 마찬가지로 인간 역시 자연의 일부임을 받아들여야 한다. 인간은 생태공동체의 구성원으로 특권적 지위에 위치해 있는 것이 아닌 동등한 동반자 관계에 있다.

문항카드 6

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 2교시 / 문제 3	
출제 범위	교육과정 과목명	통합 사회, 생활과 윤리
	핵심개념 및 용어	환경윤리, 인간중심주의, 생태중심주의 (탈인간중심주의)
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 3] <보기>는 바다표범 사냥에 대한 기사 내용이다. [문제 1]의 두 입장과 연관 지어 각각 논술하시오. (30점)

<보기>

바다표범 포획은 캐나다 동부 해안에 사는 이누이트족의 오래된 전통이다. 바다표범 사냥은 그들에게 고기와 가죽을 제공해주며, 생계를 유지하는 데 필수적이다. 그러나 1979년 사냥꾼들이 어린 바다표범을 몽둥이로 때려잡고 산채로 가죽을 벗기는 장면이 TV로 방영되면서 환경단체와 국제사회의 항의가 거세지자 캐나다 정부는 포획을 전면 금지하였다. 하지만 2000년대 들어 바다표범 수가 1970년대의 3배인 600여 만 마리로 늘어 대구 등과 같은 어족(魚族)의 개체수가 급격히 줄어들면서 어민들의 생계가 위협받기 시작했다. 이에 캐나다 정부는 2003년부터 수년간, 제한된 수의 바다표범의 포획을 한시적으로 허가했다. 그 이유는 북대서양의 바다표범 수가 적정 수준을 넘어섰고, 바다표범에서 나오는 모피, 오메가 지방산, 기름 등을 국외로 수출하여 침체된 지역경제를 회복하기 위해서라고 밝혔다.

3. 출제 의도

[문제 3]은 환경윤리, 즉 인간중심주의와 생태중심주의 관점에서 바다표범 포획에 대한 견해를 논술하는 문항이다. 수험생은 [문제 1]의 입장 및 제시문들을 활용하여 환경윤리에 관한 두 입장에서 바다표범 사냥에 대한 견해를 설득력 있게 논술해야 한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사02-01] 자연환경이 인간의 생활에 미치는 영향에 관한 과거와 현재의 사례를 조사하여 분석하고, 안전하고 쾌적한 환경 속에서 살아갈 시민의 권리에 대해 파악한다.</td><td>[문제3]</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.</td><td>[문제3]</td></tr>
</table>
2. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-03] 자연을 바라보는 동서양의 관점을 비교·설명할 수 있으며 오늘날 환경 문제의 사례와 심각성을 조사하고, 이에 대한 해결 방안을 윤리적 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제3]</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
“캐나다 바다표범 사냥철… 바빠지는 동물 보호론자”	김현덕	국민일보	2006년 3월 24일		보기	O
“온난화에 ‘대학살’에…바다표범의 수난”	이지윤	프레시안	2007년 4월 3일		보기	O

5. 문항 해설

<보기>는 캐나다 정부의 바다표범 사냥 허용을 둘러싼 찬반에 관한 기사 내용이다. 환경윤리 관점에서 바다표범 사냥 허용에 대한 견해를 [문제 1]의 입장들과 연관 지어(관련 제시문의 내용을 적절히 활용하여) 각각 체계적으로 논술하는 것이 문제의 초점이다.

ⅰ) 바다표범 사냥에 대한 인간중심주의적 관점

- 어민과 이누이트족의 생계 유지 및 지역경제 회복에 기여한다는 점에서 인간중심주의의 입장(제시문 1, 3, 6 활용 가능).
- 바다표범 수 증가로 대구 등 어족의 개체수가 급감한 점과 바다표범 수를 적정 수준으로 관리해야 한다는 점에서 인간중심주의의 입장(제시문 1, 3, 6 활용 가능).

ⅱ) 바다표범 사냥에 대한 생태중심주의적 관점
- 바다표범과 인간은 생태공동체의 동등한 구성원으로 존중받아야 한다는 점(제시문 2, 4, 5 활용 가능)
- 어린 바다표범을 몽둥이로 때려잡고 산채로 가죽을 벗기는 사냥 방식이 폭력적이고 잔인한 행위라는 점(제시문 2, 4, 5, 7 활용 가능).
- 바다표범 사냥이 이누이트족의 오래된 전통이라는 점과 그들의 삶이 생태 균형에 기여할 수 있다는 점(제시문 4 활용 가능).

6. 채점 기준

- 채점 포인트

① 바다표범 사냥과 [문제 1]의 입장들을 올바로 연관 지었는가?
② 인간중심주의적 입장의 근거로 어민 및 이누이트족 생계 유지, 바다표범 개체수 관리 등을 적절하게 활용하고 있는가?
③ 생태중심주의적 입장의 근거로 바다표범 사냥의 폭력적 행위 등을 적절하게 활용하고 있는가?
④ 환경윤리의 두 입장에 대한 서술이 논리적이고 설득력 있는가?

- 채점 등급

A : 바다표범 사냥 허용 여부를 [문제 1]의 입장들(제시문들)과 연관 지어 설득력 있게 제시하고 있는 답안
B : 바다표범 사냥 허용 여부를 [문제 1]의 입장들(제시문들)과 연관 지었으나, 설득력 있는 서술이 미흡한 답안
C : 바다표범 사냥 허용 여부를 [문제 1]의 입장들(제시문들)과 연관 지었으나, 각 제시문의 내용을 활용하지 못한 답안
D : 바다표범 사냥 허용 여부를 [문제 1]의 입장들(제시문들)과 연관 지어 제시하지 못한 답안
E : 바다표범 사냥 허용 여부에 관한 논점을 정확히 이해하지 못한 답안
F : 백지 혹은 무관한 답안

7. 예시 답안

ⅰ) 인간중심주의적 자연관

바다표범에서 나오는 모피, 오메가 지방산, 기름 등을 수출하여 경제 회복을 꾀하는 것은 인간이 욕구 충족을 위해 다른 생명체를 수단으로 활용하는 것에 해당한다. 이는 인간을 자연과 구별되는 우월한 존재로 가정하는 인간중심주의적 자연관을 바탕으로 한다. 그런데 바다표범의 포획 행위는 단기적으로 경제적인 이익을 가져다 줄 수 있지만 이로 인해 생태계 파괴와 같은 환경 위기가 나타나 인간에게 해가 될 수 있다. 인류의 장기적인 이익을 위해서는 바다표범 수의 적정수준을 유지하기 위한 인간의 개입을 적절하게 조절해야 할 필요성이 있다.

ⅱ) 생태중심주의적 자연관

바다표범은 인간에게 주는 유용성과는 별도로 그 자체로 존중받아야 한다. 이누이트족이 생계를 유지하기 위해 바다표범을 포획한 것은 생태계의 먹이사슬 내에서 생명 공동체의 행위로 볼 수 있다. 인간을

포함한 모든 생명체는 유기적으로 연결되어 균형을 이루어 살아가야한다. 즉 인간도 생명 공동체의 일원이기에 생태계의 균형을 깨뜨리는 개입을 하면 안 된다. 이러한 생태중심주의적 자연관에 의하면 바다표범 수의 적정 수준을 인간이 임의대로 설정하는 것과 경제적 이익을 위해 포획을 허가하는 것은 인간의 지나친 개입이며, 생태계의 안정을 해치는 결과를 가져온다.

문항카드 7

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 3교시 / 문제 1	
출제 범위	교육과정 과목명	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회
	핵심개념 및 용어	정보사회, 윤리, 의무론, 공리주의
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 1] <제시문 1> ~ <제시문 7>은 정보사회에 관한 윤리적 관점을 담고 있다. 제시문들을 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (30점)

<제시문 1>

제4차 산업혁명이 나아가야 할 방향은 어떤 철학적 토대에 입각하여 설정되는 것이 바람직할까? 그것은 인간이 지구상에 등장한 이래 결코 변한 적이 없는 다음과 같은 중요한 사실에 토대를 두어야만 한다. 인간은 누구나 고통과 쾌락의 지배를 받는다. 사람들은 쾌락을 좋아하고 고통을 싫어한다. 이것은 자명한 진리이다. 고통과 쾌락은 인간의 지배자이다. 고통과 쾌락은 인간이 무엇을 해야 하는지도 결정한다. 그러므로 옳고 그름은 고통과 쾌락이라는 감정의 주권에 달렸다. 따라서 어떠한 도덕체계나 윤리체계도 고통과 쾌락을 염두에 두지 않고는 성립되지 않는다. 그렇다면 도덕체계에서 인간의 통치자인 고통과 쾌락을 어떻게 고려해야 하는가? 고통은 최소화하고 쾌락은 최대화하는 방향으로 고려해야 한다. 이것이 행동윤리의 기본이다. 인간의 행동을 결정하는 이와 같은 요인을 진지하게 고려하지 않고서는 문명의 진보가 일어날 수 없다.

<제시문 2>

가치 있는 창작품이 많이 나오려면 저자와 발명가들에게 제한적이나마 권리를 허용해야 한다. 그런 보장이 없다면 저자와 발명가들은 지적인 창작물을 생산하지 않으려 할 것이기 때문이다. 권리를 보장한다고 성공이 약속되는 것은 아니다. 하지만 투자를 하지 않은 사람들이 다른 사람들이 노력해서 얻은 결과물을 대가 없이 이용할 수 있는 상황은 실패로 이어질 수밖에 없다. 혹자는 공유지의 비극이나 효율성 문제를 근거로 재화를 개인이 소유하는 제도가 정당하다고 주장한다. 사유재산권 제도는 공동소유제보다 더 효율적이라는 것이다. 이런 논리는 분명히 인센티브를 제공하는 방식에 기반을 두고 있다. 창작물의 소유자들에게는 그 재화의 가치를 유지 또는 제고하려는 목적으로 인센티브가 주어진다. 왜냐하면 낭비의 비용 등이 자신에게 귀속되기 때문이다. 지적재산권 보호제도를 위한 인센티브도 이와 유사하다. 이 경우 정부는 지적인 창작물의 생산을 독려하기 위한 인센티브로 권리를 부여함으로써 생산이 사회진보를 극대화하는 결과를 낳는다. 여기서 주목할 점은 저자와 발명가들에게 권리를 부여하는 이유이다. 그들에게 권리를 주는 것은 그들이 그런 권리를 누릴 자격이 있다거나 그들이 적합한 방식으로 공유물에 노동을 섞었기 때문이 아니다. 그것은 그들에게 권리를 부여함으로써 사회가 지적

인 창작물을 최대한 활용할 수 있기 때문이다.

<제시문 3>

자율주행자동차를 디자인하는 경우에는 공리주의적 접근과 의무론적 접근 중 어느 한 쪽을 선택하기보다는 두 접근을 혼용해야 할 수도 있다. 의무론적 접근을 따르면 자율주행자동차의 가장 기본적인 원칙들을 정하기 쉽다. 또한 규칙을 설정하고 이에 알맞게 문제를 처리하는 것이 컴퓨터의 기본적인 속성에 부합한다. 따라서 윤리적인 자율주행자동차 디자인의 첫 단계는 아시모프의 로봇 3원칙을 기반으로 자율주행자동차의 가장 큰 원칙을 수립하는 일이다. 큰 원칙 및 하위 규칙들을 정하고 프로그래밍하여 행동의 틀을 제시하는 것이 로봇과 유사한 자율주행자동차에 쉽게 적용할 수 있는 방법이다. 그러나 자율주행자동차가 실제로 도로를 주행할 때는 이러한 원칙만으로 해결할 수 없는 경우가 발생할 수도 있다. 그런 경우 공리주의적인 관점의 도움이 어느 정도 필요하다. 그렇지만 인간의 생명은 단순히 계산만으로 결정할 수 있는 문제가 아니다. 여러 가지 변수를 고려한다고 최선의 결과가 보장되는 것도 아니다. 인격적 존엄성은 그 무엇과도 바꿀 수 없는 최고의 가치인바 전체 사회의 복지나 사회 진보보다 더 우선되어야 한다.

<제시문 4>

권위가 인간에게서 알고리즘으로 이동함에 따라 우리는 불행히도 더 이상 세계를 자율적인 개인들이 올바른 선택을 하기 위해 분투하는 장으로 보지 않게 될 수도 있다. 대신 온 우주를 데이터의 흐름 또는 생화학적 알고리즘과 다름없는 유기체로 보고, 인간의 우주적 소명은 모든 것을 포괄하는 데이터 처리 시스템을 만들어 그 속으로 통합되는 것이라고 믿을 수도 있다. 이미 우리는 그 전모를 진정으로 이해하는 사람이 아무도 없는 거대한 데이터 처리 시스템 속의 작은 칩이 되어가고 있다. 매일 나는 이메일과 트윗, 기사를 통해 수 없이 많은 데이터 조각들을 빨아들이고, 그 데이터들을 처리하고, 더 많은 이메일, 트윗, 기사들을 통해 새로운 조각들을 반송한다. 그 거대한 사물의 체계 속에서 나는 어디에 들어맞는지, 또 나의 데이터 조각들이 수십억의 다른 인간들과 컴퓨터들이 생산하는 조각들과는 어떻게 연결되는지 도저히 알 수 없다. 알아낼 시간도 없다. 모든 이메일에 답하는 것만으로도 너무 바쁘기 때문이다.

<제시문 5>

정보통신망을 통하여 일반인들에게 공개를 목적으로 제공된 정보는 사생활 침해나 명예 훼손 등 타인의 권리를 침해할 수 있다. 이 경우 피해자가 해당 정보를 취급한 정보 통신 서비스 제공자에게 피해 사실을 소명하여 그 정보의 삭제 또는 반박 내용의 게재를 요청할 수 있도록 해야 한다. 그리고 정보 통신 서비스 제공자는 해당 정보의 삭제 등을 요청 받으면 지체 없이 필요한 조치를 취하고, 즉시 신청인과 정보 게재자에게 알려야 한다. 동시에 정보 통신 서비스 제공자는 필요한 조치를 취한 사실을 해당 게시판에 공시하는 등의 방법으로 이용자가 알 수 있도록 해야 한다.

<제시문 6>

살아가면서 우리가 중요한 의료 결정을 내릴 때 근거로 삼는 것은 아프다거나 괜찮다는 느낌 혹은 주치의가 내리는 전문적인 진단이 아니다. 우리 몸을 우리보다 훨씬 더 잘 아는 컴퓨터의 계산이다. 수십 년 내에 빅데이터 알고리즘은 끊임없이 입력되는 생체측정 데이터를 토대로 우리의 건강을 쉴 새 없이 모니터링할 것이다. 우리가 몸에 어떤 문제가 있다고 느끼기 훨씬 전에 빅데이터 알고리즘은 독

감이나 암, 알츠하이머 같은 질병을 발병 순간에 감지할 것이다. 그런 다음 우리의 독특한 체격과 DNA, 인성에 맞춰 적절한 치료법을 처방하고 최적의 식단과 식이요법을 추천할 것이다. 사람들은 사상 최고의 의료서비스를 누릴 것이다. 물론 바로 이런 이유로 우리는 늘 환자 신세가 될 가능성도 있다. 우리 몸 어딘가는 늘 문제가 있기 때문이다. 그렇지만 결국 2050년쯤에는 생체측정 센서와 빅데이터 알고리즘 덕분에 질병이 고통이나 장애로 나타나기 훨씬 전에 진단과 처방이 내려지는 놀라운 일이 일어날 것이다. 대부분의 사람들은 질병을 미리 예방하여 건강과 장수를 누릴 것이고, 사회는 구성원들의 보건에 들어가는 비용을 크게 낮춰 남는 예산을 다른 분야에 사용할 수 있을 것이다.

<제시문 7>

개인은 자신의 재능, 감정, 성격적 특징 및 경험에 대한 도덕적 권리를 갖고 있다. 물리적·지적 대상에 대한 통제는 자기를 실현하는 데 필수적이다. 즉, 우리는 자아를 외부의 대상과 혼합하여 우리 자신을 새롭게 규정하고, 우리의 목적과 계획에 대한 통제권을 행사한다. 따라서 사유재산권은 다음과 같은 두 가지 이유로 중요하다. 첫째, 유무형의 대상을 통제·조작하여 우리의 의지가 세계 안에서 형식을 취할 수 있게 되고, 그 결과 우리는 상당한 정도의 자유를 누리게 된다. 둘째, 어떤 경우에는 우리의 인격이 다른 대상들에 배어들어가기 때문에 우리의 감정, 성격적 특징 그리고 경험을 통제할 수 있는 도덕적 권리가 무형의 생산물까지 미치게 된다. 이와 관련하여 조셉 콜러는 다음과 같이 말한바 있다. “인격은 능동적임에 틀림없다. 즉, 인격은 자신의 의지를 가지고 세상에 그 중요성을 드러낸다. 문화는 인간이 자신을 표현할 수 있고, 자신의 고유한 능력들을 자신의 의지에 따라 사용할 수 있을 때 번창한다. 작가는 이상한 작품을 자신의 것으로 제시하지 말라고 요구할 수 있을 뿐만 아니라, 자신의 작품을 변경된 형태로 표현하지 말라고 요구할 수도 있다. 저자는 저작권을 스스로 포기한 경우에도 그렇게 요구할 수 있다. 이런 요구는 자신의 작품에 대한 지배권을 행사하는 것이라기보다는, 내 자신의 인격에 대한 통제권, 다시 말해 오직 나만이 나의 인격을 소유하고 나의 의사를 자유롭게 표현할 수 있는 권리의 행사로 볼 수 있다.”

3. 출제 의도

본 논술문제의 출제 의도는 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들이 주어진 주제에 대해 논리적으로 분석, 사고하고 본인의 생각을 글로 논술하는 능력을 어느 정도 함양하였는지를 파악하기 위한 것이다. 주제는 정보사회의 출현과 발달 과정에서 발생하는 다양한 윤리적 문제들에 관한 것으로, 이런 문제들을 바라보고 평가할 수 있는 두 가지 윤리적 관점을 이해하고 적용할 수 있는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제 1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.</td><td>[문제 1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.</td><td>[문제1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
</table>
2. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.</td><td>[문제1]
〈제시문1〉~〈제시문7〉</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
생활과 윤리	차우규 외	금성출판사	2020	126-129	〈제시문2〉	O

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
EBS수능특강: 생활과 윤리	이은미 편	EBS	2020	22-23	〈제시문1〉	O
The Handbook of Information and Computer Ethics	K. N. Himma and H. T. Tavani. ed.	John Wiley & Sons, Inc.	2013	108-111	〈제시문2〉	O
인공지능을 윤리하다	변순용 외	어문학사	2020	202	〈제시문3〉	O
21세기를 위한 21가지 제언	유발 하라리	김영사	2018	99-100	〈제시문4〉	O
EBS수능특강: 생활과 윤리	이은미 편	EBS	2020	112-121	〈제시문5〉	O
21세기를 위한 21가지 제언	유발 하라리	김영사	2018	88-89	〈제시문6〉	O
The Handbook of Information and Computer Ethics	K. N. Himma and H. T. Tavani. ed.	John Wiley & Sons, Inc.	2013	108-111	〈제시문7〉	O

5. 문항 해설

[문제 1]은 고등학교 교과과정에서 다루고 있는 '정보사회의 윤리'를 주제로 택하여, 의무론과 공리주의라는 두 가지 윤리적 관점에 입각하여 지적인 재산권, 빅데이터, 잊힐 권리(개인정보통제권 혹은 인격통제권)와 같은 다양한 정보사회 이슈들을 평가하는 제시문들을 제시하고, 그것들을 두 가지 입장으로 분류, 요약하라는 문제이다. 문제의 요구에 따라 제시문들을 정확하게 이해, 분류하고 그 요지를 효과적으로 요약할 수 있는 능력을 평가한다. 총 7개의 제시문은 고등학교 교과서 및 관련 서적에서 선별하였으며, 필요에 따라 약간의 수정을 가했다. 각 제시문의 요지는 아래와 같다.

<제시문 1>
4차 산업혁명은 인간의 쾌락은 극대화하고 고통은 최소화하는 것이 옳다고 보는 공리주의적 윤리관에 근거해야 문명의 진보에 기여할 수 있다.

<제시문 2>
지적 재산권을 허용하는 정책은 더욱 더 많은 지적 창작물을 생산하도록 유인함으로써 사회진보를 촉진한다.

<제시문 3>
자율주행차를 디자인하기 위해서는 공리주의와 의무론을 혼용할 수밖에 없지만, 인격적 존엄성을 사회진보와 복지에 우선시하는 의무론에 기초를 두어야 한다.

<제시문 4>
개인의 모든 정보와 활동을 거대한 데이터 처리 체계의 한 조각으로 통합시키고 있는 세계에서 개인의 자율성은 상실되고 만다.

<제시문 5>
정보통신 서비스 제공자가 정보통신망을 통해 정보제공자의 권리를 침해하고 명예를 훼손하지 못하도록 정보제공자에게 개인정보 삭제 요청권 등 인격통제권을 부여해야 한다,

<제시문 6>
미래에는 빅데이터 알고리즘을 활용한 의료기술의 발달로 인해 사람들이 건강과 장수를 누릴 것이며, 사람들의 전반적인 후생도 증진될 것이다.

<제시문 7>
유형무형의 사유재산권은 개인의 자유(의지) 실현에 반드시 필요한 제도로, 인격을 외적으로 확장시킬 수 있도록 지원한다.

6. 채점 기준

-채점 포인트

① 제시문들을 의무론적 윤리와 공리주의적 윤리의 두 입장으로 정확히 분류 하였는가?
② 두 입장의 요지를 정확히 이해하였는가?
③ 두 입장의 요지를 통합적으로 잘 요약하였는가?

-채점 기준

A: 제시문들을 의무론적 윤리(<제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>)와 공리주의적 윤리(<제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>)의 두 입장으로 정확히 분류하고, 두 입장의 요지를 빠짐없이, 통합적으로, 그리고 체계적으로 잘 요약한 경우.

B: 제시문들을 의무론적 윤리(<제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>)와 공리주의적 윤리(<제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>)의 두 입장으로 정확히 분류하고, 두 입장의 요지를 거의 빠짐없이, 통합적으로, 그리고 비교적 잘 요약한 경우.

C: 제시문들을 의무론적 윤리(<제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>)와 공리주의적 윤리(<제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>)의 두 입장으로 정확히 분류하고, 두 입장의 요지를 대체로 파악하고 있으며, 두 입장의 요지를 통합적으로 기술하지 않고 개별적으로 요약, 나열한 경우. 예외적으로, 제시문들을 두 입장으로 정확히 분류하지는 못하였지만, 두 입장의 요지를 정확히, 통합적으로, 그리고 효과적으로 기술한 경우에도 C 부여 가능. C에는 가장 넓은 범주의 답안이 속할 것으로 예상함.

D: 제시문들을 의무론적 윤리(<제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>)와 공리주의적 윤리(<제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>)의 두 입장으로 정확히 분류하지 못하였고, 두 입장의 요지도 정확히, 통합적으로, 그리고 효과적으로 제시하지 못한 경우.

E: 제시문들을 의무론적 윤리(<제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>)와 공리주의적 윤리(<제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>)의 두 입장으로 정확히 분류하지 못하였고, 두 입장의 요지도 거의 파악하지 못한 경우.

F: 답안을 거의 작성하지 않거나 엉뚱한 답안을 작성한 경우.

7. 예시 답안

[모범 답안의 내용]

ⅰ) 의무론적 윤리: <제시문 3>, <제시문 4>, <제시문 5>, <제시문 7>

사회 진보와 복지의 증진보다 인격적 존엄성의 보호를 우선시하는 의무론적 윤리관은 효율적으로 체계화된 정보사회가 개인의 자율성을 침해하는 것에 반대하고, 정보제공자의 권리침해와 명예훼손을 방지하기 위해 정보제공자에게 인격통제권을 부여해야 한다고 주장하며, 사유재산권을 자유의지 실현과

인격 확장에 필수적인 제도로 인식한다.

ⅱ) 공리주의 윤리관: <제시문 1>, <제시문 2>, <제시문 6>

공리주의 윤리관은 쾌락은 극대화하고 고통은 최소화하고 싶어 하는 인간의 근본적인 욕구에 바탕을 둘 때 문명과 사회의 진보에 기여할 수 있다고 보는바, 건강과 장수 등 빅데이터 알고리즘을 활용한 의료기술 발달로 인해 인간이 누리게 될 전반적인 혜택을 강조한다.

[예시답안]

제시문들은 정보사회가 초래할 윤리적 문제(판단)에 대해 공리적으로 접근할 것인지 아니면 의무론적으로 접근할 것인지에 대해 서로 다른 관점을 보여준다. 제시문 1, 2, 6은 공리적 관점에서 접근한다. 공리주의는 제시문 1에서 언급했듯이 인간을 지배하는 원리가 고통과 쾌락에 있다고 주장한다. 따라서 사회 전체의 고통을 최소화하고, 쾌락을 극대화하는 방향이 도덕체계다. 제시문 2에서 언급한 사유재산제를 인정하는 것도 창작자의 개인적인 권리를 보장하기 위해서가 아니라 사회 전체에 이익을 가져오기 때문에 도덕적으로 정당하다. 만약 지적 활동에 대한 인센티브를 부여하지 않으면 지적인 생산물이 창작되지 않을 것이다. 그 결과 창작물을 활용하여 얻을 수 있는 사회 전체의 이익을 누릴 수 없게 되어 비효율적인 결과를 초래하기 때문이다. 빅데이터와 알고리즘의 축적과 활용의 정당성도 효율성에 근거한다. 제시문 6에서 보듯 생체측정을 통한 빅데이터와 알고리즘을 바탕으로 적절한 치료법을 제시하여 질병을 예방할 수 있다. 물론 이 과정에서 우리 몸에 대한 끊임없는 모니터링이 이루어지고, 이로 인해 늘 환자처럼 다루어 질 수 있다. 하지만 이로 인한 손해보다 사회 전체 보건에 들어가는 비용을 낮추어 사회 구성원의 효용을 증가가 더 크기에 정당화 할 수 있다.

반면, 제시문 3, 4, 5, 7은 공리주의 한계를 지적하며 의무론적 윤리관을 피력한다. 제시문 7에서 보여주듯 의무론적 윤리관은 개인의 자율성과 존엄성을 강조한다. 사유재산권 보장은 제시문 2처럼 사회 전체에 이익이 되기 때문이 아니라 개인의 인격권을 보장하여 자신의 의사를 자유롭게 표현할 수 있기에 의미가 있는 것이다. 물론 제시문 3의 자율주행자동차 사례에서 보듯 모든 문제를 개인의 자율적 능력에 맡길 수 없기에 알고리즘을 활용한 공리주의 관점이 유용한 부분이 있다. 하지만 지나친 알고리즘 의존은 제시문 4에서 지적했듯이 개인을 거대한 시스템의 하나의 칩으로 전락시킬 수 있다. 즉 주체성이 사라져 스스로 선택할 수 있는 능력을 상실할 수 있다. 이는 사회 전체의 복지 추구 이면에 인격적 존엄성을 훼손할 수 있음을 보여준다. 따라서 이에 대한 적절한 제도적 보완이 필요하다. 제시문 5에서 보여주듯 정보를 수집하더라도 수합된 정보가 개인의 인격을 훼손할 여지가 있으면, 이를 시정할 수 있는 제도가 마련되어야 함을 강조하고 있다.

문항카드 8

1. 일반 정보

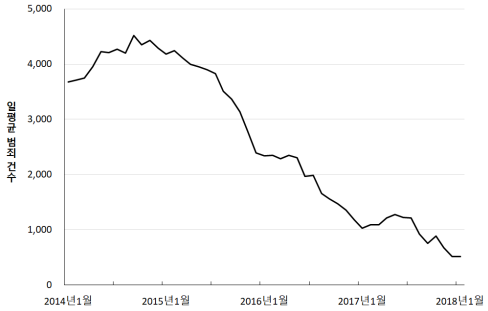
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 3교시 / 문제 2	
출제 범위	교육과정 과목명	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회
	핵심개념 및 용어	정보사회, 윤리, 의무론, 공리주의
예상 소요 시간	40분 /전체 100분	

2. 문항 및 자료

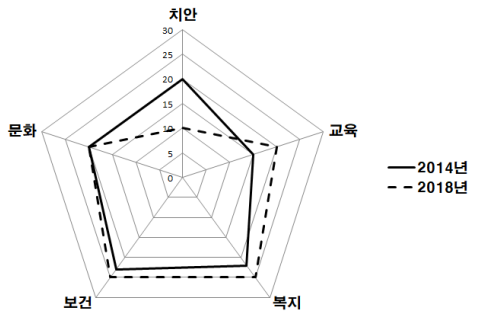
[문제 2] <자료 1>과 <자료 2>는 두 국가 A, B에서 각각 새로운 데이터 관련 정책을 시행한 이후의 변화를 보여준다. <자료 1>과 <자료 2>를 해석하고 이 자료들이 [문제 1]의 두 입장 중 어느 쪽을 지지하는지 설명하시오. (40점)

<자료 1>

〈자료 1-1〉은 A국에서 발생한 범죄건수의 변화를 보여주며 〈자료 1-2〉는 A국의 행정비용 항목별 지출 비중을 보여준다. A국은 기존 범죄사건과 개인의 SNS 및 동선 데이터 등을 종합한 범죄 예측 프로그램을 개발하여 범죄 가능성이 높은 지역을 중심으로 경찰인력을 운용하는 정책을 2015년부터 시행하였다.



〈자료 1-1〉 A국의 일평균 범죄 건수



〈자료 1-2〉 A국의 행정비용 지출 비중 (%)

주1) 모든 시점에 A국의 예산 총액은 같으며 전체 행정비용은 치안, 교육, 복지, 보건, 문화에만 지출한다고 가정한다.
주2) 모든 시점에 다른 모든 조건은 동일하다고 가정한다.

<자료 2>

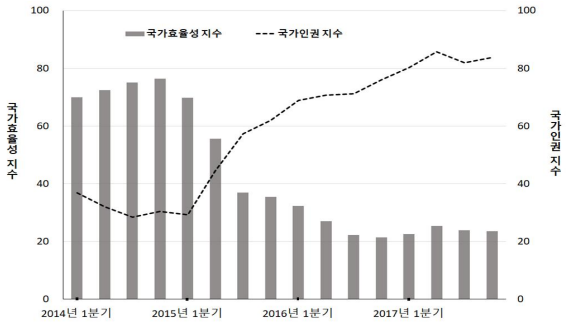
〈자료 2-1〉은 B국에서 2015년부터 데이터 활용에 관하여 새로운 정책을 시행한 이후의 변화를 보여준다.

〈자료 2-1〉

	개인정보취급 관련 분쟁 해결 건수	온라인 상 개인정보 삭제요구 처리 건수	개인정보침해 관련 기업의 소송비용
2014년	4,963	312	1,412억원
2015년	13,244	672	2,148억원
2016년	21,172	1,724	4,124억원
2017년	49,257	2,952	6,823억원

〈자료 2-2〉는 이 정책 시행 이후 B국의 국가효율성지수와 국가인권지수의 변화를 보여준다.

〈자료 2-2〉



주1) 다른 모든 조건은 동일하다고 가정한다.
주2) 국가효율성지수는 국가의 인적, 물적 자원의 투입 대비 산출을 측정한 지표들을 종합하여 산정한 지수이다.

3. 출제 의도

[문제 2]는 자료해석과 설명형 문항으로, [문제 1]에서 제시된 두 입장을 지지하는 자료들을 보여주고 수험생들이 각 자료들을 [문제 1]과 연계시켜 정확하게 해석할 수 있는 능력이 있는지를 평가한다. [자료 1]은 공리주의 윤리관에 근거한 데이터 정책을 옹호하는 자료이며 [자료 2]는 의무론적 윤리관에 근거한 정책의 효과를 보여주는 자료이다. 이 두 자료에 제시된 바를 토대로 자료의 의미를 정확히 분석하고 정보윤리의 두 가지 입장과 연관 지어 설명하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 2]</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 2]</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 2]</td></tr>
</table>
2. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.</td><td>[문제 1]
[문제 2]</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처 : 해당 사항 없음

5. 문항 해설

문제 해결을 위해 다음과 같은 세 가지 측면의 사고가 요구된다.

첫째, 수험생은 <자료 1-1>에서 A국의 정책 시행의 직접적인 효과로 범죄율이 감소되었다는 것과 <자료 1-2>에서 정책 시행이 치안 관련 행정비용 지출의 효율화로 이어졌음을 추론할 수 있어야 한다.

둘째, 수험생은 <자료 2-1>에서 개인정보취급 관련 분쟁 해결이 크게 늘어나고 온라인에서의 잊힐 권리가 실현되었으며, 개인정보관련 기업의 소송비용이 증가된 것으로 보아 B국의 정책이 개인정보취급에 관한 개인의 권리를 보호하는 정책이었음을 추론할 수 있어야 한다. <자료 2-2>에서 정책 시행 이후 국가인권지수가 상승한 반면, 국가효율성지수는 하락하게 되어 권리를 보호하는 과정에서 효율성이 저해된 결과가 나타났음을 추론할 수 있어야 한다.

셋째, 수험생은 이 판단을 바탕으로 [문제 1]의 두 입장이 각각 <자료 1-2>와 <자료 2>를 통해 어떻게 정당화될 수 있는지 판단하여야 한다.

<자료 1>은 A국에서 범죄 예측 프로그램을 활용하여 경찰인력을 효율적으로 운용하는 정책을 시행한 후 공익의 달성과 행정비용 지출의 효율화가 이루어진 결과를 보여준다. 그 결과 <자료 1-1>에서 볼 수 있는 것과 같이 일평균 범죄 건수가 낮아지고 <자료 1-2>에 나타난 것과 같이 치안에 지출하는 행정비용이 낮아지게 되어 예산을 교육, 복지, 보건 분야에 더 늘리는 결과로 이어진 것을 보여준다. 이는 개인의 SNS나 동선 데이터가 활용되어 개인의 인격통제권이 침해될 위험이 있더라도 범죄가 감소하는 공익이 달성되었을 뿐만 아니라 치안 관련 행정비용이 낮아져 국가의 예산 운용에 효율성이 달성되어 사회의 다른 분야에 대한 지출을 늘려 사회 전체의 효용을 증가시킬 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 따라서 <자료 1>의 A국은 정책의 시행으로 범죄 감소와 행정비용 지출의 효율화를 중시하는 공리주의적 윤리관에 근거한 제시문 1, 2, 6의 정보윤리의 관점을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

<자료 2>는 B국에서 개인정보보호를 강화하는 정책 시행으로 나타난 변화를 보여준다. <자료 2-1>을 통해서 정보제공자의 통제권 및 잊힐 권리 등이 강화되었음을 추론해야 한다. 이와 함께 <자료 2-1>과 <자료 2-2>를 통해 정책 시행의 결과로 기업의 개인정보침해 관련 소송비용이 증가하는 경제적 손해를 입거나 국가효율성이 감소하는 등 사회의 복지가 감소하였지만, 국가인권 지수가 상승하여 정보제공자의 권리 보호가 강화되었다는 사실도 파악해야 한다. <자료 2-1>과 <자료 2-2>를 종합하여 사회의 효율성에는 손해가 발생하였지만, 정보제공자의 권리 및 인격통제권이 강화되었음을 설명해야 한다. 다음으로, 자료의 해석을 바탕으로 [문제 1]의 의무론적 윤리관을 정당화해야 한다. 즉, [문제 1]의 제시문 3, 4, 5, 7에 나타난 바와 같이 사회 진보와 복지의 증진보다 인격적 존엄성의 보호가 우선이며, 정보제공자의 권리침해와 명예훼손을 방지하는 것이 중요하다는 논리를 적절하게 활용하여 해당 정책이 의무론적 윤리관에 입각하고 있다고 해석해야 한다.

6. 채점 기준

-채점 포인트

1) <자료 1>과 <자료 2>에 나타난 두 국가의 정책이 어떠한 정보사회 윤리의 관점에서 해석될 수 있는지를 정확히 파악하여 제시하였는가?
2) 각 자료에서 제시된 표와 그림을 종합적으로 이용하고 서로 연계하여 설명하였는가?
3) 각 자료별로 [문제 1]의 제시문들을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화하였는가?
4) <자료 1>과 <자료 2>에서 제시된 가정에 벗어난 현상이나 논리를 이용하는 경우는 오답.

-채점 등급

A: <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 모두 정확하고 자료와 두 입장을 제대로 연결하였으며 제시문들을 적절히 활용하여 정당화 논리가 풍부한 우수한 답안
B: <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 모두 정확하고 자료와 두 입장을 제대로 연결하였으며 정당화하는 논리가 비교적 우수한 답안
C: <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 모두 정확하고 자료와 두 입장을 제대로 연결하였으나 정당화하는 논리가 미흡한 답안
D: <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 일부 부정확하고, 자료와 두 입장의 연관성을 설명하고 정당화하는 논리가 미흡한 답안
E: <자료 1>과 <자료 2>의 해석이 부정확한 답안
F: 답을 작성하지 않거나 내용이 엉뚱한 답안

7. 예시 답안

A국가는 공리주의적 관점에서 범죄 문제에 효율적으로 대처하기 위해 범죄 예측 프로그램을 활용하여 경찰인력을 효율적으로 운용하는 정책을 2015년부터 시행하였다. <자료 1-1>에서 보는 바와 같이 A국의 2014년 1월 일평균 범죄 건수는 4,000건 미만이었으나, 정책 시행 후 현저히 감소하여 2017년 1월 이후에는 1,000명 이하로 감소했다. 이는 정책의 실효성이 있음을 증명한다. 그 결과 2014년에는 행정비용 중 20%를 차지한 치안 비중이 2018년에는 10%로 현저히 줄어들었고, 이로 인해 교육과 보건, 복지에 행정비용 비중을 늘릴 수 있었음을 <자료 1-2>에서 확인할 수 있다. 이는 제시문 1, 2, 6에서 제시된 바와 같이 공리주의적 윤리관에 입각하여 사회 구성원의 고통을 최소화하고 쾌락을 최대화함으로써 효율적인 성과를 거둘 수 있는 정책을 시행하여 사회 진보를 가져온 것으로 해석할 수 있다.

B국에서 시행된 정책은 개인의 정보에 대한 권리 및 통제권을 강화하는 것으로 의무론적 윤리관을 뒷받침하고 있다. 정책 시행 이후 개인정보취급 관련 분쟁 해결 및 온라인상 개인정보 삭제요구 처리 건수는 꾸준히 증가하여 2017년에는 10배 가까이 증가하였으며, 정책 시행 이전에 40을 밑돌던 국가인권 지수가 80을 넘어서게 되었다. 물론, 정책 시행으로 기업의 개인정보침해 관련 소송비용 부담이 가중되었고 국가효율성 지수도 정책 시행 전에 비해 하락하였다. <자료 2>에 따르면 해당 정책이 사회의 후생이나 경제적 이익에 손해를 입힐 수 있는 것은 사실이다. 그러나 제시문 3, 4, 5, 7에 언급한 바와 같이 사회 진보나 복지의 증진보다는 인격적 존엄성을 보호하는 것이 우선이며 개인의 자율성이 보장되는 것이 무엇보다 중요하다. 정보제공자의 권리침해와 명예훼손을 방지하게 해주는 B국의 정책은 의무론적 윤리관을 뒷받침하고 있다.

문항카드 9

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 3교시 / 문제 3	
출제 범위	교육과정 과목명	생활과 윤리, 윤리와 사상, 통합사회
	핵심개념 및 용어	정보사회, 윤리, 의무론, 공리주의
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[문제 3] [문제 1]의 두 가지 입장 중 한 입장에 근거하여 <보기>에서 제시된 국가 C의 정책에 대한 자신의 견해를 논술하시오. (30점)

<보기>

최근 C국은 자동차보험 가입자의 보험료를 결정하는 AI 프로그램 개발을 위해 보험사가 자유롭게 개인정보를 수집, 가공, 사용할 수 있도록 허용하는 법안을 추진하고 있다. 이 프로그램은 보험 가입자의 연령과 사고 이력 등 기본정보와 함께 개인의 생활패턴 데이터를 종합해 최적의 보험료를 산정한다. 정부의 계획이 공개되자 여론은 찬반으로 나뉘어 대립하고 있다.

3. 출제 의도

[문제 3]은 개인의 사생활 정보를 보험사가 수집해 사용할 수 있도록 하는 정부의 정책에 대해 공리주의 혹은 의무론적 입장에서 논술하게 하여, 데이터 활용 정책의 장단점에 대한 이해를 현실 상황에 비판적으로 적용할 수 있는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 6] “도덕과 교육과정”
2. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 7] “사회과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 도덕과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤04-02] 정보기술과 매체의 발달에 따른 윤리적 문제들을 제시할 수 있으며 이에 대한 해결 방안을 정보윤리와 매체윤리의 관점에서 제시할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 3]</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12생윤01-01] 인간의 삶에서 나타나는 다양한 문제를 윤리적 관점에서 이해하고, 이를 학문으로서 다루는 윤리학의 성격과 특징을 설명할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 3]</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.</td><td>[문제 1]
[문제 3]</td></tr>
</table>
2. 사회과 교육과정
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[10통사03-02] 교통·통신의 발달과 정보화로 인해 나타난 생활공간과 생활양식의 변화 양상을 조사하고, 이에 따른 문제점을 해결하기 위한 방안을 제안한다.</td><td>[문제 1]
[문제 3]</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처 : 해당 사항 없음

5. 문항 해설

본 문항의 사례는 기업이 개인의 사생활 정보를 AI 프로그램으로 수집, 가공, 사용할 수 있도록 허용하는 상황을 설명하고 있다. 보험사가 개인 정보 데이터를 활용해 적절한 보험료를 산정할 수 있도록 하는 이 같은 법안을 두고 사회에서 벌어지는 논란에 대해 [문제 1]의 두 입장 중 하나를 택하여 논술하도록 한다.

공리주의 입장: 법안 찬성(제시문 1, 2, 6의 입장)
의무론적 입장: 법안 반대(제시문 3, 4, 5, 7의 입장)

6. 채점 기준

-채점 포인트

1) 보험사가 개인 정보 데이터를 자유롭게 활용해 적절한 보험료를 산정할 수 있도록 하는 이 같은 법안에 대하여 공리주의 혹은 의무론적 입장을 제대로 연결하고 있는가?
2) 찬성 또는 반대의 근거들을 [문제 1]의 제시문들을 바탕으로 적절히 제시하고 있는가?
3) 서술이 명확하고 논리적인가?
4) 채점자 본인의 가치관이 반영되지 않도록 객관적인 입장에서 채점해야 함.

- 채점등급

A: 공리주의 또는 의무론적 견해를 분명히 제시하고, 주장의 논거로 제시문을 체계적으로 연결하여 심화된 주장을 제시한 답안
B: 공리주의 또는 의무론적 견해를 분명히 제시하고, 주장의 논거로 제시문을 적절히 활용하였으나, 체계적으로 연결하지 못해 심화된 주장까지 이르지 못한 답안
C: 공리주의 또는 의무론적 견해를 분명히 제시하였으나, 주장의 논거로 제시문을 적절히 활용하기 보단 단순히 반복하는 데 그친 답안
D: 공리주의 또는 의무론적 견해를 분명히 제시하였으나, 제시문을 활용하지 못해 주장의 논거를 구체적으로 제시하지 못한 답안
E: 공리주의 또는 의무론적 견해를 제시하지 않은 답안
F: 답을 작성하지 않거나 내용이 엉뚱한 답안

7. 예시 답안

1) 데이터 활용 허용 정책에 대한 공리주의 입장: 나는 보험사의 데이터 활용 정책에 찬성한다. 보험 가입자는 모두 좋은 보험 혜택과 함께 합리적인 보험료 산정을 원한다. 사고 이력이 없거나 적은 가입자는 사고 이력이 많은 사람에 비해 낮은 보험료를 적용받아야 한다. C국의 정책은 이 같은 보험 가입자의 요구에 부합한다. 가입자의 연령과 사고 이력 등 기본 정보와 함께 개인 생활패턴 데이터를 AI 알고리즘(프로그램)으로 활용하면 개별 보험료를 더욱 정확하고 합리적으로 산정할 수 있을 것이다. 보험 가입자들은 합리적인 보험료 책정에 만족하게 되는 동시에 안전 운전에 더욱 주의하게 돼 전체적으로 교통사고를 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 이는 교통 관련 행정비용 감소로 연결되고 교육과 보건 등 예산의 비중을 높일 수 있어 사회 전반의 복지에도 큰 도움이 될 수 있다.

2) 데이터 활용 허용 정책에 대한 의무론적 입장: 나는 보험사의 데이터 활용 정책에 반대한다. 사생활 정보는 한 개인의 인격적 존엄성과 직결돼 있다. 보험사가 개인의 정보를 자유롭게 수집하고 활용하는 것은 한 사람의 인격이 그 사람이 아닌 다른 누군가의 통제를 받는다는 것을 말한다. 보험사는 개인 데이터를 사용해 보험료는 훨씬 효율적으로 계산할 수 있겠지만 이는 개인의 자율성을 침해한 결과일 뿐이다. 개인정보 활용으로 인한 권리 침해와 명예훼손을 방지하기 위해서는 정보제공자의 자기 인격통제권을 절대적인 것으로 인정해야 한다. 이 정책은 그러한 개인의 권리를 박탈하는 것이기 때문에 시행돼서는 안 된다. 사회 전체의 효율성을 위해 개인의 인격을 희생할 수는 없다.

문항카드 10

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 수학 1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 Ⅰ, 수학 Ⅱ, 미적분, 기하
	핵심개념 및 용어	포물선, 초점, 접선, 급수
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 1] 다음 <제시문1>~<제시문4>를 읽고 [수학 1- i] ~ [수학 1-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

〈제시문1〉

초점이 $(0, p)$, 준선이 $y = -p$인 포물선의 방정식은 다음과 같다.

$$x^2 = 4py \qquad (\text{단, } p \neq 0)$$

〈제시문2〉

포물선 $x^2 = 4py$ 위의 원점이 아닌 점 C를 지나고 이 점에서의 접선에 수직인 직선이 y축과 만나는 점을 D라 한다. 또한, 점 C에서 y축에 내린 수선의 발을 E라 한다.

〈제시문3〉

자연수 n에 대하여, 포물선 $y = nx^2$ 위의 원점이 아닌 점 C_n을 지나고 이 점에서의 접선에 수직인 직선이 y축과 만나는 점을 D_n이라 한다. 또한, 점 C_n에서 y축에 내린 수선의 발을 E_n이라 한다. 이때 선분 $\mathrm{D}_n\mathrm{E}_n$의 길이를 a_n이라 한다.

〈제시문4〉

포물선 $x^2 = 4py$ 위의 원점이 아닌 점 $\left(a, \dfrac{a^2}{4p}\right)$ (단, $a > 0$)을 지나고 이 점에서의 접선에 수직인 직선을 ℓ_a라 한다. 직선 ℓ_a가 포물선 $x^2 = 4py$와 만나는 두 점의 y좌표의 값을 각각 $f(a)$, $g(a)$라 하고, ℓ_a가 x축과 만나는 점의 x좌표의 값을 $h(a)$라 한다.

[수학 1- i] <제시문2>의 점 D와 점 E 사이의 거리는, 점 C의 위치에 관계없이 항상 포물선 $x^2 = 4py$의 초점과 준선 사이의 거리와 같음을 보이고 그 이유를 논하시오.

[수학 1-ⅱ] <제시문3>에서 정의된 수열 $\{a_n\}$에 대해서, 무한급수 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n a_{n+1}$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1-ⅲ] <제시문4>에서 정의된 $f(a)$, $g(a)$, $h(a)$에 대해서, 극한 $\lim_{a\to} \frac{f(a)\,g(a)}{a\,h(a)}$ 의 값은 p에 관계 없이 일정함을 보이고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

문제의 기하학적 정보를 파악하고 이를 수식화한 후 다양한 수학적 이론을 활용하여 필요한 정보를 얻어내는 것은 대학 수학 능력의 필수 요소 중의 하나이다. 본 문제는 제시문의 포물선과 접선에 수직인 직선 간의 관계를 파악하여 적절히 수식으로 표현하고, 그로부터 유도되는 다양한 점들 사이의 기하학적 관계를 이해할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 2	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 3	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 4	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 1-ⅰ	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 1-ⅱ	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	[미적분] - (1) 수열의 극한 - 2 급수 [12미적01-04] 급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판별할 수 있다.
문제 1-ⅲ	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한 [12수학Ⅱ01-01] 함수의 극한의 뜻을 안다. [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	류희찬 외	천재교과서	2020	127-131
	수학 I	류희찬 외	천재교과서	2020	120-122
	수학 II	박교식 외	동아출판	2020	11-15, 73-76
	수학 II	김원경 외	비상교육	2020	10-13, 71-73
	미적분	이준열 외	천재교육	2020	29-35, 108-111
	미적분	김원경 외	비상교육	2020	28-31, 96-98
	기하	김원경 외	비상교육	2020	10-15
	기하	고성은 외	좋은책신사고	2020	10-15
	기하	류희찬 외	천재교과서	2020	36-40

5. 문항 해설

[수학 1- ⅰ] 포물선의 접선에 수직인 직선을 구하고 이루부터 문제의 조건에 제시된 두 점 사이의 거리가 일정함을 보일 수 있는지 평가한다.

[수학 1- ⅱ] 제시문의 수열을 이용하여 급수를 구할 수 있는지 평가한다.

[수학 1-ⅲ] 포물선의 접선에 수직인 직선으로부터 유도된 다양한 점들의 좌표로 정의된 극한값이 초점의 좌표에 관계없이 일정함을 보일 수 있는지 평가한다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
수학1- ⅰ	접선에 수직인 직선의 방정식 $y=-\frac{2p}{a}x+2p+\frac{a^2}{4p}$ 도출	7점
	선분 DE의 길이가 $2\|p\|$ 임을 도출	3점
수학1- ⅱ	$a_n=\frac{1}{2n}$ 도출	5점
	$\sum_{n=1}^{\infty}a_n a_{n+1}=\frac{1}{4}$ 도출	5점
수학1-ⅲ	$f(a)(\text{or } g(a))=\frac{1}{4p}\left(\frac{8p^2+a^2}{a}\right)^2$, $h(a)=a+\frac{a^3}{8p^2}$ 유도	각 3점
	$\lim_{a\to\infty}\frac{f(a)g(a)}{ah(a)}=\frac{1}{2}$ 도출	4점

7. 예시 답안

[수학 1-ⅰ]

점 C를 $\mathrm{C}\left(a, \frac{a^2}{4p}\right)$라 두면 E의 좌표는 $\left(0, \frac{a^2}{4p}\right)$가 된다.

한편, $y' = \frac{x}{2p}$ 이므로 C를 지나고 이 점에서의 접선에 수직인 직선의 방정식은

$$y = -\frac{2p}{a}(x-a) + \frac{a^2}{4p} = -\frac{2p}{a}x + 2p + \frac{a^2}{4p}$$

이고, 따라서 D의 좌표는 $\left(0, 2p + \frac{a^2}{4p}\right)$이다.

따라서 선분 DE의 길이는

$$\left|2p + \frac{a^2}{4p} - \frac{a^2}{4p}\right| = 2|p|$$

이다. 이는 포물선의 초점 $(0,p)$와 준선 $y=-p$의 거리 $|p-(-p)| = 2|p|$와 일치한다.

[수학 1-ⅱ]

$x^2 = \frac{1}{n}y = 4\left(\frac{1}{4n}\right)y$

이므로 [수학 1-i]의 결과를 사용하면

$a_n = 2\left(\frac{1}{4n}\right) = \frac{1}{2n}$임을 알 수 있다.

따라서

$$\begin{aligned}\sum_{n=1}^{\infty} a_n a_{n+1} &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n}\frac{1}{2(n+1)} \\ &= \frac{1}{4}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n(n+1)} \\ &= \frac{1}{4}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1}\right) \\ &= \frac{1}{4}\lim_{n\to\infty}\left(1 - \frac{1}{n+1}\right) \\ &= \frac{1}{4}\end{aligned}$$

[수학 1-ⅲ]

접선에 수직인 직선을 ℓ_a라 하면

$$\ell_a : y = -\frac{2p}{a}(x-a) + \frac{a^2}{4p} = -\frac{2p}{a}x + 2p + \frac{a^2}{4p}$$

따라서

$$h(a)=\frac{2p+\frac{a^2}{4p}}{\frac{2p}{a}}=a+\frac{a^3}{8p^2}$$

한편 직선 ℓ_a와 포물선을 연립하면

$$\frac{x^2}{4p}=-\frac{2p}{a}x+2p+\frac{a^2}{4p}$$

즉

$$x^2+\frac{8p^2}{a}x-8p^2-a^2=0$$

인수분해 하면

$$(x-a)\left(x+\frac{8p^2+a^2}{a}\right)=0$$

이로부터 일반성을 잃지 않고

$$f(a)=\frac{1}{4p}\left(\frac{8p^2+a^2}{a}\right)^2,\quad g(a)=\frac{a^2}{4p}$$

라 둘 수 있다. 따라서

$$\lim_{a\to\infty}\frac{f(a)g(a)}{ah(a)}=\lim_{a\to\infty}\frac{\frac{1}{16p^2}\left(a^4+16p^2a^2+64p^4\right)}{\left(a^2+\frac{a^4}{8p^2}\right)}$$

$$=\lim_{a\to\infty}\frac{\frac{1}{16p^2}\left(1+\frac{16p^2}{a^2}+\frac{64p^4}{a^4}\right)}{\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{8p^2}\right)}$$

$$=\frac{\frac{1}{16p^2}}{\frac{1}{8p^2}}=\frac{1}{2}$$

문항카드 11

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 수학 2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	유리함수, 최대·최소, 두 점 사이의 거리
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 2]

〈제시문1〉

유리함수 $y=\dfrac{2x+1}{2x+2}$의 그래프 위의 임의의 한 점 $\mathrm{P}(\alpha,\ \beta)$로부터 원점까지 이르는 거리를 r이라 하자.

〈제시문2〉

실수 a, b, c에 대하여 $(a+b+c)^2=a^2+b^2+c^2+2ab+2bc+2ca$가 성립한다.

[수학 2 - ⅰ] <제시문1>의 α, β에 대해 $\alpha>-1$일 때, $\alpha-\beta$의 최솟값과 $\alpha<-1$일 때, $\alpha-\beta$의 최댓값을 각각 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅱ] <제시문1>의 α, β, r에 대해 $\alpha<-1$일 때, $\alpha-\beta$를 r에 대한 식으로 나타내고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅲ] <제시문1>의 α, r, 점 P, 그리고 점 $\mathrm{Q}(-2,\ 2)$에 대해 $\alpha<-1$일 때, 선분 PQ의 길이를 r에 대한 식으로 나타내고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅳ] <제시문1>의 α와 r에 대해 $\alpha<-1$일 때, α를 한 근으로 갖는 2차방정식을 $2x^2+b_1x+b_0=0$이라고 하자. 이 때, b_0, b_1의 값을 r에 대한 식으로 표시하고, 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제는 유리함수의 그래프 위의 점과 그래프 밖의 점과의 거리에 관련된 기하 내용을 이해하고 있는지 평가한다. 이러한 내용을 함수의 미분을 이용한 증감의 분석, 또는 산술-기하 평균을 이용한 최대, 최소를 올바르게 적용할 수 있는지 평가한다. 또한 이를 이용하여 유리함수의 그래프 위의 점의 좌표를 그래프 밖의 특정한 점까지의 거리와 관련지을 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[수학] - (2)기하 -① 평면좌표 [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.
제시문 2	**[수학] - (1)문자 - ① 다항식의 연산** [10수학01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.
문제 2-i	**[수학] - (3)수와 연산 - ② 명제** [10수학03-08] 절대부등식의 의미를 이해하고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.
	[수학Ⅱ] - (2)미분 - ② 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
	[미적분] - (2)미분법 - ③ 도함수의 활용 [12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
문제 2-ii	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[수학] - (1)문자와 식 - ① 다항식의 연산 [10수학01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.
문제 2-iii	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[수학] - (2)기하 - ① 평면좌표 [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.
문제 2-iv	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[수학] - (1)문자와 식 - ① 다항식의 연산 [10수학01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	김원경 외	비상교육	2020	99-101, 221-225
	수학 Ⅱ	이준열 외	천재교육	2020	83-89
	미적분	류희찬 외	천재교과서	2020	128-132

5. 문항 해설

[수학 2-ⅰ] 함수의 미분 또는 산술-기하 평균을 이용하여 함수의 최대, 최소를 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅱ] 유리함수의 그래프 위의 점의 좌표를 그래프 밖의 특정한 점까지의 거리와 관련지을 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅲ] 유리함수의 그래프 위의 점에서 그래프 밖의 특정한 점들까지의 거리들 간의 관계를 구할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅳ] 유리함수의 그래프 위의 점의 좌표가 만족하는 다항식을 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
수학 2-ⅰ	$\alpha > -1$일 때, $\alpha-\beta$의 최솟값을 구한다	4점
	$\alpha < -1$일 때, $\alpha-\beta$의 최댓값을 구한다.	4점
수학 2-ⅱ	$(\alpha-\beta+1)^2 = r^2$임을 보인다.	8점
	$\alpha < -1$일 때, $\alpha-\beta+1$가 항상 음수임을 보이고, 이를 이용하여 $\alpha-\beta=-r-1$임을 보인다.	4점
수학 2-ⅲ	$\alpha < -1$일 때, $\overline{\mathrm{PQ}}^2 = (r-2)^2$ 임을 보인다.	3점
	$\alpha < -1$일 때, $r-2$가 항상 양수임을 보이고, 이를 이용하여 $\overline{\mathrm{PQ}}=r-2$ 임을 보인다.	3점
수학 2-ⅳ	b_0와 b_1의 값을 r에 대한 식으로 구한다.	4점

7. 예시 답안

[수학2- i]

$\alpha-\beta=\alpha-\frac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$이므로 함수 $f(\alpha)=\alpha-\frac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$로 정의하고, $f(\alpha)$의 미분을 계산하면 $f'(\alpha)=\frac{2\alpha^2+4\alpha+1}{2(\alpha+1)^2}$이 된다. 이로부터 다음과 같은 표를 얻는다.

x	$\cdots$	$-1-\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\cdots$	-1	$\cdots$	$-1+\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\cdots$
$f'(x)$	$+$	0	$-$	정의되지않음	$-$	0	$+$
$f(x)$	↗	$-2-\sqrt{2}$	↘	정의되지않음	↘	$-2+\sqrt{2}$	↗

따라서 $\alpha<-1$일 때, 최댓값 $f\left(-1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)=-2-\sqrt{2}$를 얻고, $\alpha>-1$일 때, 최솟값 $f\left(-1+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)=-2+\sqrt{2}$를 얻는다.

별해: $\beta=\frac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$로부터 $2(\alpha+1)(\beta-1)=-1$을 얻고, $(\alpha+1)(1-\beta)=\frac{1}{2}$가 성립한다. 따라서 $\alpha>-1$이면, $\beta<1$이 되고, 산술-기하평균의 관계로부터 다음 부등식을 얻는다.

$\alpha-\beta=(\alpha+1)+(1-\beta)-2\geq 2\sqrt{(\alpha+1)(1-\beta)}-2\geq 2\sqrt{\frac{1}{2}}-2=\sqrt{2}-2$. 그러므로 α가 -1보다 큰 경우에 $\alpha-\beta$의 최솟값은 $\sqrt{2}-2$가 된다. $\alpha<-1$이면, $\beta>1$이 되고, 산술-기하평균의 관계로부터 다음 부등식을 얻는다.

$-(\alpha-\beta)=(-\alpha-1)+(\beta-1)+2\geq 2\sqrt{(-\alpha-1)(\beta-1)}+2\geq 2\sqrt{\frac{1}{2}}+2=\sqrt{2}+2$ 그러므로 α가 -1보다 작은 경우에 $\alpha-\beta$의 최댓값은 $-\sqrt{2}-2$가 된다.

답: α가 -1보다 큰 경우에 $\alpha-\beta$의 최솟값은 $\sqrt{2}-2$
α가 -1보다 작은 경우에 $\alpha-\beta$의 최댓값은 $-\sqrt{2}-2$

[수학2- ii]

$\beta=\frac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$로부터 $2\alpha\beta+2\beta=2\alpha+1$을 얻고, 양변에 $\alpha^2+\beta^2$을 더하면, $2\alpha\beta+2\beta+\alpha^2+\beta^2=2\alpha+1+\alpha^2+\beta^2$이 된다. 이제 좌변에 $\alpha^2+\beta^2$을 남겨놓고, 나머지 항들을 우변으로 이항하면, $\alpha^2+\beta^2=2\alpha+1+\alpha^2+\beta^2-2\alpha\beta-2\beta=(\alpha-\beta+1)^2$ 이 된다. 따라서
$(\alpha-\beta+1)^2=\alpha^2+\beta^2=r^2$ 이 항상 성립한다. (i)번의 풀이에서 α가 -1보다 작은 경우에 $\alpha-\beta$의 최댓값은 $-\sqrt{2}-2$이므로, $\alpha-\beta+1$의 최댓값은 $-\sqrt{2}-1$이 되어 $\alpha-\beta+1$은 항상 음수가 된다. 따라서

α가 -1보다 작은 경우에 $\alpha-\beta+1=-r$이 된다. 그러므로 $\alpha-\beta=-r-1$과 같다.

답: $\alpha-\beta=-r-1$

[수학2-iii]

(ii)번의 결과로부터 $\alpha-\beta=-r-1$이므로, 다음 식이 성립함을 알 수 있다.
$\overline{\mathrm{PQ}}^2=(\alpha+2)^2+(\beta-2)^2=\alpha^2+\beta^2+4(\alpha-\beta)+8=r^2+4(-r-1)+8=(r-2)^2$
(i)번의 결과로부터 $-r-1=\alpha-\beta\le-\sqrt{2}-2$이므로, $r-2\ge\sqrt{2}-1>0$이므로, 위의 식에서 $\overline{\mathrm{PQ}}=r-2$가 된다.

답: $\overline{\mathrm{PQ}}=r-2$

[수학2-iv]

(ii)번의 결과로부터 $\alpha-\beta=-r-1$이고 $\beta=\dfrac{2\alpha+1}{2\alpha+2}$이므로, $\alpha-\dfrac{2\alpha+1}{2\alpha+2}=-r-1$이 되어 양변에 $2\alpha+2$를 곱해주고 정리하면, $2\alpha^2+(2r+2)\alpha+(2r+1)=0$이 된다. 따라서 $b_1=2r+2$, $b_0=2r+1$이 됨을 알 수 있다.

답: $b_1=2r+2$, $b_0=2r+1$

문항카드 12

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 물리학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I
	핵심개념 및 용어	힘, 역학적 에너지, 빛과 물질의 이중성
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리학 I -i] ~ [물리학 I - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

〈제시문1〉

가속도가 a로 일정한 물체의 직선 운동에서 물체의 처음 속도가 v_0일 때 시간 t가 지난 후 물체의 속도 v와 변위 s는 다음과 같은 관계를 만족한다.

$$v = v_0 + at,\ s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2,\ v^2 - v_0^2 = 2as$$

〈제시문2〉

일정한 크기의 힘 F에 의하여 물체가 힘의 방향으로 직선거리 s만큼 이동하였을 때 힘이 한 일은 $W = Fs$이고, 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 증가한다. 질량 m, 속력 v인 물체의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2$이다.

〈제시문3〉

운동하는 물질이 파동성을 나타낼 때 물질의 파동을 물질파라고 한다. 질량 m, 속력 v인 물질의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{mv}$이다. (여기서 h는 플랑크 상수이다.)

[물리학 I - i] 그림 (a)는 자동차 운전자가 위험을 인식하고 자동차를 정지시키는 과정이다. 운전자가 위험을 인식한 순간부터 브레이크가 작동하기 전까지 이동한 거리를 공주 거리, 브레이크가 작동하기 시작한 때부터 자동차가 정지할 때까지 이동한 거리를 제동 거리라고 한다. 공주 거리와 제동 거리의 합을 정지 거리라고 한다.

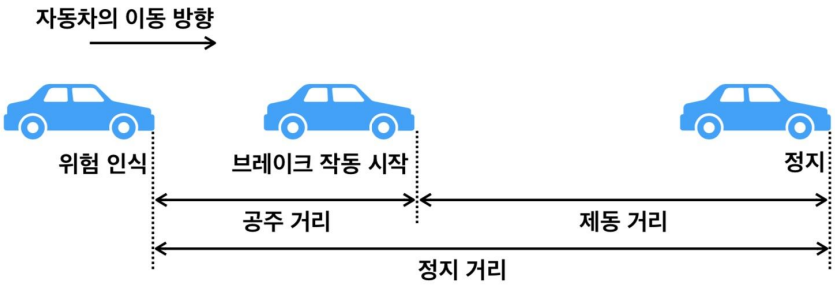


그림 (a)

(가) 일정한 속도 v로 움직이고 있는 질량 m인 자동차의 정지 거리를 구하고자 한다. 운전자가 위험을 인식하고 브레이크가 작동하기까지 t_0의 시간이 걸린다. 브레이크가 작동하면 자동차의 운동 방향과 반대 방향으로 일정한 힘 F가 가해진다. 운전자가 위험을 인식한 순간부터 자동차가 정지할 때까지 이동한 정지 거리 s와 걸린 시간 t_s를 m, v, t_0, F를 이용하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

(나) $t_0 = 0.5$초, $m = 10^3\,\mathrm{kg}$, $F = 10^4\,\mathrm{N}$일 때, 주행속력 $36\,\mathrm{km/h}$, $72\,\mathrm{km/h}$에 대하여 각각 정지 거리를 구하고 그 근거를 논하시오.

[물리학 Ⅰ - ⅱ] 그림 (b)는 입자를 일정한 힘 F로 거리 L만큼 이동시켜 입자를 가속시키는 장치이다.

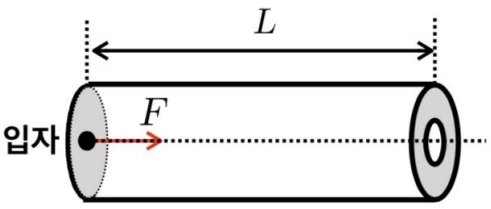


그림 (b)

(가) 질량이 m인 입자 A가 정지 상태에서 가속되어 장치에서 방출된 순간 A의 운동 에너지는 <제시문2>와 같이 주어진다. 이때 A의 운동량의 크기를 F와 L을 포함하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

(나) (가)의 가속 장치에서 방출된 입자 A가 등속도 운동을 할 때, A의 물질파 파장 λ_A를 F와 L을 포함하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

(다) 질량이 $100m$인 입자 B를 같은 장치에서 같은 힘 F로 가속시켰다. 가속 장치에서 방출된 B의 물질파 파장을 λ_B라고 할 때, A와 B의 물질파 파장의 비 $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$를 구하고 그 근거를 논하시오.

3. 출제 의도

- 뉴턴의 등가속도 직선운동을 이용하여 힘과 가속도의 상관관계를 이해하고, 이를 1차원 운동에 적용할 수 있는지를 평가한다.
- 전자현미경의 원리를 이용하여 물질의 이중성을 이해하고 있는지 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[물리학 I]**

	영역별 내용
제시문	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다. [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리 I 01-06] 직선 상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.
	(3) 파동과 정보통신 [12물리 I 03-06] 물질의 이중성을 알고, 전자 현미경의 원리를 설명할 수 있다.
물리학 I - i	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-01] 여러 가지 물체의 운동을 속력만 변하는 경우, 운동 방향만 변하는 경우, 속력과 운동 방향이 모두 변하는 경우로 분류하게 한다. [12물리 I 01-02] 힘이 작용할 때 물체의 운동이 변하는 경우와 힘의 합이 0인 경우를 다루고, 직선 상에서 알짜힘을 구하는 학습 활동을 통해 크기와 방향을 지닌 물리량은 더해질 수 있음을 알게 한다.
	평가 방법 및 유의 사항 -정량적 계산은 학생이 그 계산 과정을 보이고 결과값의 의미를 설명할 수 있는 서술형으로 평가할 수 있다. -물리학의 기본 개념의 이해와 적용 능력을 평가한다. -탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다..
물리학 I - ii	(3) 파동과 정보통신 [12물리 I 01-06] 직선 상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다. [12물리 I 03-06] 물질의 이중성을 알고, 전자 현미경의 원리를 설명할 수 있다.
	평가 방법 및 유의 사항 -뉴턴 운동 법칙이 적용되는 사례, 열 및 역학적 에너지 전환 및 보존 사례 등을 학생들이 스스로 찾아 과학적으로 적절하게 증거에 기반을 두어 설명할 수 있는 글쓰기, 논증 등의 수행평가를 통해 개념 이해 및 탐구 역량을 평가할 수 있다. -물리학의 기본 개념의 이해와 적용 능력을 평가한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리학I	곽영직 외	와이비엠	2018	12-25, 48-55, 199-204
	물리학I	이상연 외	금성출판사	2018	14-27, 180-187
	물리학I	김성진 외	미래엔	2018	14-27, 50-55, 200-205
	물리학I	김영민 외	교학사	2019	12-30, 56-63, 202-208
	물리학I	손정우 외	비상교육	2018	12-25, 46-51, 176-181
	물리학I	송진웅 외	동아출판	2018	10-23, 39-45, 184-190
	물리학I	강남화 외	천재교육	2018	10-26, 44-50, 178-183

5. 문항 해설

물리학은 모든 자연과학의 기반이 되는 개념을 제공하고, 자연 세계에 대한 본질적 이해를 추구하는 학문이다. 고등학교 [물리학 Ⅰ]에서는 자연과 일상생활의 다양한 현상에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 물리학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 하고 있다. 출제 문항에서는 고등학교 [물리학 Ⅰ] 교과과정의 물리학 기본 개념들을 이해하고 적용할 수 있도록 구성하였으며, 자연 현상에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 자연과 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 고등학교 교과과정 [물리학 Ⅰ]의 "힘과 운동"영역에서 힘, 역학적 에너지와 "현대물리"영역에서 빛과 물질의 이중성 개념을 이해하고 적용하는 문항을 출제하였다.

문항 [물리학 Ⅰ - ⅰ]은 뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 운동하는 자동차를 정지시키는 데 걸리는 정지 거리와 정지 시간을 정량적으로 예측할 수 있는지를 묻는 문제이다.

[물리학 Ⅰ - ⅱ]는 일과 운동에너지의 관계를 이용하여 가속 장치에서 방출되는 입자의 운동량을 예측하고, 물질의 이중성을 통하여 물질파의 파장을 이해하고 있는지를 묻는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
[물리학 Ⅰ - ⅰ] (가)	[5점] 정지 거리를 공주 거리와 제동 거리의 합으로 계산. 공주 거리는 등속도운동, 제동 거리는 등가속도운동임을 이용하여 각각의 거리를 계산하고 그 결과를 더하여 정지 거리를 도출함 정지 거리 s는 $s = s_0 + s_1 = vt_0 + \frac{mv^2}{2F}$ [5점] 정지하는데 걸린 시간을 계산. 공주 거리를 움직이는데 걸린 시간과, 제동 거리를 움직이는데 걸린 시간을 각각 구하고 그 결과를 더하여 정지하는데 걸린 시간을 도출함 정지 시간 t_s는 $t_s = t_0 + t_1 = t_0 + \frac{mv}{F}$	10점
[물리학 Ⅰ - ⅰ] (나)	문항 Ⅰ-(ⅰ)-(가)에서 구한 정지 거리를 이용하여 실제 상황에서 정지 거리를 정량적으로 계산. [5점] 속력이 $36\ \mathrm{km/h}$인 경우의 정지 거리는 $10\mathrm{m/s}\times0.5\mathrm{s}+10^3\mathrm{kg}(10\mathrm{m/s})^2/(2\times10^4\mathrm{N})=10\mathrm{m}$ [5점] 속력이 $72\ \mathrm{km/h}$인 경우의 정지 거리는 $20\mathrm{m/s}\times0.5\mathrm{s}+10^3\mathrm{kg}(20\mathrm{m/s})^2/(2\times10^4\mathrm{N})=30\mathrm{m}$	10점
[물리학 Ⅰ - ⅱ] (가)	일과 운동에너지의 관계로부터 얻은 식 $\frac{1}{2}mv^2 = FL$을 이용하면 운동량의 크기는 $mv = \sqrt{2mFL}$	10점
[물리학 Ⅰ - ⅱ] (나)	<제시문3>에서 주어진 물질파 식과 문항 Ⅰ-(ⅱ)-(가)에서 얻은 결과를 이용하면 입자 A의 물질파 파장은 $\lambda_A = \frac{h}{\sqrt{2mFL}}$	5점

[물리학 I - ii] (다)	질량이 $100m$인 입자 B의 물질파 파장은$\lambda_B = \frac{h}{10\sqrt{2mFL}}$이다. 따라서 A와 B의 물질파 파장의 비는 $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = 10$	5점

7. 예시 답안

[물리학 I - i] (가) 공주 거리동안은 속력 v의 등속도 운동이므로 <제시문1>에서 가속도가 없는 경우에 해당하며, 이때 시간 t_0동안 움직인 공주 거리는 $s_0 = vt_0$이다. 브레이크가 작동하는 동안에는 운동 방향과 반대 방향의 일정한 힘이 작용하므로 등가속도운동을 하고, 그때 가속도는 뉴턴의 운동 제2법칙으로부터 $a = -\frac{F}{m}$ 로 주어진다.(음의 부호는 가속도의 방향이 운동방향과 반대인 왼쪽을 의미함.) 등가속도 운동인 경우 <제시문1>의 내용에서 정지할 때 속력이 0이라는 사실을 사용하면,

$0 = v + at_1 = v - \frac{Ft_1}{m}$을 얻을 수 있다. 따라서 브레이크가 작동한 후 정지하는데 까지 걸린 시간은

$t_1 = \frac{mv}{F}$이고 제동 거리는 $s_1 = vt_1 + \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{mv^2}{2F}$이다.

(또는, <제시문1>에서 주어진 식 $v^2 - v_0^2 = 2as$를 이용하여 $s_1 = -\frac{v^2}{2a} = \frac{mv^2}{2F}$ 을 구할 수도 있음.) 정지거리 s는 공주 거리와 제동 거리의 합이므로 $s = s_0 + s_1 = vt_0 + \frac{mv^2}{2F}$이다. 그리고 이 때 정지하는데 걸린 총 시간 t_s는 $t_s = t_0 + t_1 = t_0 + \frac{mv}{F}$이다.

[물리학 I - i] (나) (가)에서 얻은 결과를 이용하여 계산한다. 주어진 속력의 단위를 바꾸면 36 km/h=10m/s, 72km/h=20m/s이다. $s = vt_0 + \frac{mv^2}{2F}$에 문제에서 주어진 $t_0 = 0.5$초, $m = 10^3\,\mathrm{kg}$, $F = 10^4\,\mathrm{N}$를 각각 대입하면,
첫 번째의 경우는, $10\mathrm{m/s}\times 0.5\mathrm{s} + 10^3\mathrm{kg}(10\mathrm{m/s})^2/(2\times 10^4\mathrm{N}) = 10\mathrm{m}$
두 번째의 경우는, $20\mathrm{m/s}\times 0.5\mathrm{s} + 10^3\mathrm{kg}(20\mathrm{m/s})^2/(2\times 10^4\mathrm{N}) = 30\mathrm{m}$ 이다.

[물리학 I - ii] (가) 일정한 힘 F로 거리 L만큼 가해준 경우 힘이 한 일은 $W = FL$이다. <제시문2>에서 운동에너지는 물체에 해준 일만큼 증가하므로, 질량 m인 입자의 운동에너지는 $\frac{1}{2}mv^2 = FL$이 된다. 따라서, 운동량의 크기는 $mv = \sqrt{2mFL}$이다.

[물리학 I - ii] (나) <제시문3>에서 주어진 물질파의 파장 공식을 이용하면, 입자 A의 물질파 파장은 $\lambda_A = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mFL}}$이다.

[물리학 I - ii] (다) 질량이 $100m$인 입자 B의 물질파 파장은 $\lambda_B = \frac{h}{10\sqrt{2mFL}}$이다. 따라서 두 파장의

비는 $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=10$이다. **(별해)** (나)의 결과에서 물질파의 파장이 질량의 제곱근에 반비례함을 이용하여 물질파파장의 비가 10임을 구할 수 있음.

문항카드 13

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	몰, 원자량, 분자량, 화합물, 화학 반응에서의 양적 관계, 몰 농도, 산화-환원, 산화수, 산화제, 루이스 전자점식, 전자쌍 반발 원리, 결합각, 산, 염기, 중화 반응, 양자수,
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

〈제시문1〉

전자쌍 반발 원리에 따르면, 한 분자 내에서 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍끼리는 서로 정전기적 반발력이 작용하여 가능하면 멀리 떨어져 있으려 한다. 중심 원자와 다른 두 원자가 이루는 각을 결합각이라고 한다.

〈제시문2〉

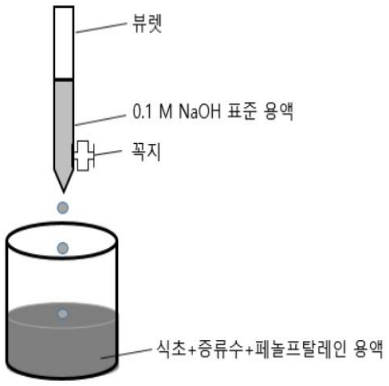
식초 속 아세트산 함량 구하기 실험은 다음과 같이 실행한다.

(1) 식초 10mL를 취하여 비이커에 넣고 증류수를 넣어 100mL가 되게 한 후 페놀프탈레인 용액을 2방울 떨어뜨린다.

(2) 뷰렛에 0.1M NaOH 표준 용액을 채운 후 뷰렛의 눈금을 읽는다.

(3) 그림과 같이 장치한 후 NaOH 표준 용액을 희석된 식초가 든 비이커에 조금씩 떨어뜨린다.

(4) 붉은색이 나타나면 비이커를 흔들어 주면서 한 방울씩 떨어뜨리고 붉은색이 사라지지 않을 때 꼭지를 잠근 후 뷰렛의 눈금을 읽는다.



〈제시문3〉

수소와 달리 네온과 수은의 선 스펙트럼이 여러 개 선들이 무리 지어진 모습으로 나타나는 것은 다전자 원자에서 각 전자 껍질 속에 조금씩 다른 에너지 준위를 가진 오비탈들이 존재하기 때문이다. 그리고 이 오비탈들을 구분하기 위해서 에너지, 크기, 모양, 좌표축에서의 방향을 나타내는 요소들이 존재하는데, 이를 양자수라고 한다.

〈제시문4〉

산화 환원 반응에서 한 물질이 산화되어 잃은 전자를 다른 물질이 환원되면서 얻게 된다. 자신이 환원되어 다른 물질을 산화시키는 물질을 산화제라고 한다. 아래와 같이 여러 산화 환원 반응의 예를 찾아

볼 수 있다.
$SO_2(g) + 2H_2S(g) \rightarrow 2H_2O(l) + 3S(s)$
$SO_2(g) + 2H_2O(l) + Cl_2(g) \rightarrow H_2SO_4(aq) + 2HCl(aq)$
$2SO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(l)$
$O_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2ClO(g)$

[화학 Ⅰ - ⅰ] 화합물 C_2H_6, CH_2O를 비교 분석하고자 한다. (H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)
(가) 각각의 화합물 10g에 포함된 수소 원자 수의 상대 비를 논하시오.
(나) C_2H_6의 결합각 ∠HCH, CH_2O의 결합각 ∠HCO, NH_3의 결합각 ∠HNH, BCl_3의 결합각 ∠ClBCl를 큰 것부터 작은 순서로 나열하고, 그 이유를 논하시오.

[화학 Ⅰ - ⅱ] 식초에 포함된 아세트산(CH_3COOH)의 함량은 6%로 알려져 있다. 식초의 밀도가 1.1g/mL라면, <제시문2>의 실험에서 식초 10mL를 완전히 중화시키는 데 필요한 0.1M NaOH 표준 용액의 부피를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 Ⅰ - ⅲ] 주 양자수(n)이 3이고, 방위 양자수(l)이 2이며, 스핀 자기 양자수(m_s)가 $+\frac{1}{2}$인 전자가 최대 몇 개까지 가능한지 제시하고, 그 이유를 논하시오.

[화학 Ⅰ - ⅳ] SO_2, H_2S, Cl_2, O_2를 산화제로 사용하고자 한다. 산화제의 상대적 세기가 큰 것부터 작은 순서로 나열하고, 그 이유를 <제시문4>에 주어진 반응들을 참조하여 논하시오.

3. 출제 의도

화학 Ⅰ 교과에서 다루고 있는 화학 반응에서의 양적 관계, 원자 구조, 화학 결합, 분자의 구조와 성질, 화학 반응 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량 등의 의미를 이해하고, 이를 바탕으로 분자에 포함된 원자 수를 몰이라는 개념으로 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 분자의 루이스 구조와 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 화학에서 많이 사용되는 퍼센트 농도, 몰농도의 개념을 이용하여, 산-염기 중화 반응 적정을 이해하여, 화학 반응의 양적 관계를 이해하는지 평가하고자 하였다. 이외에도, 양자수에 대한 여러 표현법을 이해하는지 평가하고자 하였다. 이와 더불어, 산화-환원 반응 단원에 대한 기본적인 개념을 여러 화학 반응을 비교하여 판단할 수 있는 이해력을 가늠하고자 하였다. 기본적으로 고등학교 화학 Ⅰ 교과에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 문제를 출제하였으며, 단순 암기를 지양하고, 고등학교 과정을 통해 얻어진 지식을 단순 나열이 아니라, 논리적 의견 전개를 통해 설득력 있게 서술이 가능한지에 대하여서도 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[화학 Ⅰ]**

	영역별 내용
제시문1	[12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
제시문2	[12화학Ⅰ04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.
제시문3	[12화학Ⅰ02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.
제시문4	[12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
화학Ⅰ-ⅰ (가) (나)	[12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
화학Ⅰ-ⅱ	[12화학Ⅰ04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.
화학Ⅰ-ⅲ	[12화학Ⅰ02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.
화학Ⅰ-ⅳ	[12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	148-149
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	134-135
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	138-139
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	125-129
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	133-135

<제시문2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	185-187
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	170-173
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	173-181
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	162-167
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	168-174

<제시문3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	80-89
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	72-81
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	68-77
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	67-73
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	68-75

<제시문4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	193-199
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	176-187
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	185-196
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	168-173
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	188-192

<문제 Ⅰ-ⅰ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	148-149
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	134-135
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	138-139
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	125-129
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	133-135

<문제 Ⅰ-ⅱ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	185-187
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	170-173
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	173-181
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	162-167
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	168-174

<문제 Ⅰ-ⅲ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	80-89
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	72-81
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	68-77
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	67-73
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	68-75

<문제 Ⅰ-ⅳ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	193-199
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	176-187
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	185-196
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	168-173
기타	EBS 수능특강 화학1	고삼곤 외 5인	EBS	2020	188-192

5. 문항 해설

<문제 Ⅰ-ⅰ>

몰의 의미에 대한 이해를 바탕으로 간단한 양적 계산을 할 수 있는지 평가하고자 하였다. 전자쌍 반발 원리를 이해하여 결합각을 판단할 수 있으며, 화합물간의 결합각을 비교할 수 있는지 평가하는 문제이다. 고등학교 화학 Ⅰ 교과의 교육 내용에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 분자의 루이스 구조와 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

<문제 Ⅰ-ⅱ>

산-염기 적정을 이해하여, 화학 양론 계산을 수행할 수 있으며, 퍼센트 농도, 몰 농도, 밀도에 대한 개념을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 이러한 개념들이 복합적으로 혼합되어 있을 때 논리적으로 활용하는 능력을 평가하고자 하였다.

<문제 Ⅰ-ⅲ>

양자수는 현대의 원자 모델을 기술하는 모델이다. 이 모델을 바탕으로 전자들의 에너지 준위에 따른 표기법을 구사할 수 있는지 평가하려고 하였다. 이 모델의 바탕을 이루고 있는 많은 법칙 중 파울리의 배타 원리를 적절히 활용하여 논리적 기술이 가능한지 평가하고자 하였다.

<문제 Ⅰ-ⅳ>

산화-환원 반응에서 산화수 개념과 전자의 이동 등 기본적인 이해를 바탕으로, 주어진 반응들에 참여한 반응물과 생성물의 산화수 분석을 성공적으로 수행할 수 있는지 평가하고자 하였다. 산화력 및 환원력은 서로 연관되어 있고 이들의 반응성은 상대적인 개념이라는 점을 이해하고 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ (가)	몰수의 개념을 정확하게 이해하는지 평가함.	5점
Ⅰ-ⅰ (나)	루이스 구조식을 그릴 수 있는지, 전자쌍 반발력을 이해하여 결합각을 판단하고, 그 판단 과정을 논리적으로 서술할 수 있는지 평가함.	5점
Ⅰ-ⅱ	퍼센트 농도, 몰농도, 밀도를 이해하여 주어진 화학 양론적 계산이 가능한지, 그리고 그 과정을 논리적으로 기술할 수 있는지 평가함.	10점
Ⅰ-ⅲ	양자수에 대한 개념을 정확하게 이해하고 있는지, 이를 구성하는 파울리의 배타 원리를 이해하고 기술할 수 있는지 평가함.	10점
Ⅰ-ⅳ	화합물의 산화수 변화를 바탕으로 산화 반응과 환원 반응을 구분할 수 있는가, 산화제의 상대적 세기를 화학 반응물의 산화수를 비교하여 비교를 논리적으로 수행하고 기술할 수 있는지 평가함.	10점

7. 예시 답안

<문제 Ⅰ-ⅰ>

(가)

C_2H_6의 분자량: 2×12 + 6 = 30

CH_2O의 분자량: 12 + 2×1 + 16 = 30

두 분자의 분자량은 30으로 같다. 각각의 10g은 각각 $\frac{1}{3}$몰에 해당한다.

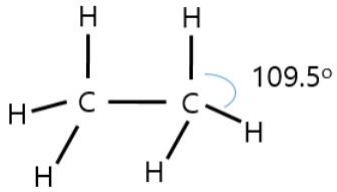
C_2H_6 $\frac{1}{3}$몰에는 수소 원자가 2몰이 포함되어 있다. CH_2O $\frac{1}{3}$몰에는 수소 원자가 $\frac{2}{3}$몰이 포함되어 있다. 따라서, C_2H_6의 수소 원자수:CH_2O의 수소 원자수 = 2:$\frac{2}{3}$ = 6:2 = 3:1이다.

(다른 풀이법)

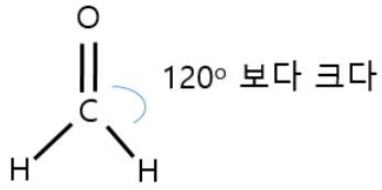
C_2H_6의 분자량: 2×12 + 6 = 30

CH_2O의 분자량: 12 + 2×1 + 16 = 30
즉 두 분자의 분자량이 같다. C_2H_6 분자 1개당 수소는 6개이다. CH_2O 분자 1개당 수소는 2개이다. 이들의 비율은 분자당의 비율과 같으므로, C_2H_6의 수소 원자수:CH_2O의 수소 원자수 = 6:2 = 3:1이다.

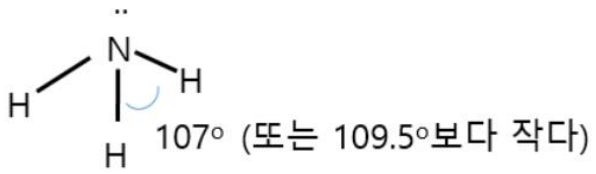
(나)



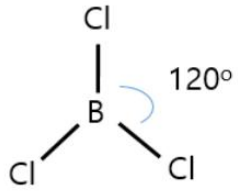
중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍만 4개가 있으며, 결합각 ∠HCH = 109.5°에 가깝다.



중심 원자(C)에 비공유 전자쌍이 없고 결함된 원자가 3개이다. C=O의 2중 결합은 C-H의 단일결합보다 전자 밀도가 크므로 전자쌍 사이의 반발력이 더 크다. 따라서, 결합각 ∠HCO > 120° 일 것이다.



중심 원자(N)에 4개의 전자쌍이 있다. 비공유 전자쌍이 존재하며, 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로 비공유 전자쌍의 수가 많을수록 결합각은 작다.



중심 원자(B)에 비공유 전자쌍이 없고 공유 전자쌍만 3개가 있다. 결합각 ∠ClBCl = 120°이다.

따라서, ∠HCO > ∠ClBCl > ∠HCH > ∠HNH 이다. (또는, CH_2O > BCl_3 > C_2H_6 > NH_3)

<문제 Ⅰ-ⅱ>
식초의 밀도가 1.1g/mL이므로 식초 10mL는 11g이다. 식초에 포함된 아세트산의 함량이 6%이므로 식초 11g에 포함된 아세트산의 양은 11g × 0.06 = 0.66g이다.
아세트산 0.66g은 0.66g ÷ 60g/몰 = 0.011몰이다.
아세트산 1몰당 반응하는 NaOH의 몰수는 1몰이다. 따라서, 0.1M 표준용액 NaOH의 부피를 xL라고 하면, 0.011몰 = 0.1M × xL 이므로, x = 0.11L (또는 110mL)가 필요하다.

<문제 Ⅰ-ⅲ>

주 양자수(n)이 3이므로 3번째 전자 껍질이다.
부 양자수(l)이 2이므로 3d 오비탈이다.
스핀 양자수(ms)는 $+\frac{1}{2}$와 $-\frac{1}{2}$이 가능하며, 파울리의 배타 원리에 따라, 한 오비탈에는 $+\frac{1}{2}$인 전자는 1개가 가능하다. 3d 오비탈은 5개가 존재하므로, $+\frac{1}{2}$의 스핀 양자수를 갖는 전자의 총 개수는 5개까지 가능하다.

<문제 Ⅰ-ⅳ>

$SO_2(g) + 2H_2S(g) \rightarrow H_2O(l) + 3S(s)$
SO_2가 환원되었다. (산화수 변화 +4 ->0)
H_2S는 산화되었다. (산화수 변화 -2 ->0)
즉, 산화제 세기 비교는 $SO_2 > H_2S$이다.

$SO_2(g) + 2H_2O(l) + Cl_2(g) \rightarrow H_2SO_4(aq) + 2HCl(aq)$
SO_2가 산화되었다. (산화수 변화 +4 ->+6)
Cl_2는 환원되었다. (산화수 변화 0 ->-1)
즉, 산화제 세기 비교는 $Cl_2 > SO_2$이다.

$SO_2(g) + O_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(l)$
SO_2는 산화되었다. (산화수 변화 +4 -> +6)
O_2는 환원되었다. (산화수 변화 +0 -> -2)
즉, 산화제 세기 비교는 $O_2 > SO_2$이다.

$O_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2ClO(g)$
O_2는 환원되었다. (산화수 변화 0 -> -2)
Cl_2는 산화되었다. (산화수 변화 0 -> +2)
즉, 산화제 세기 비교는 $O_2 > Cl_2$ 이다.

따라서, 산화제의 상대적 세기 비교는 다음과 같다.
$O_2 > Cl_2 > SO_2 > H_2S$

문항카드 14

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 생명과학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	병원체, 항체, 항원, 백신, 면역 반응
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [생명과학 I -i] ~ [생명과학 I - v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

〈제시문1〉

질병은 비감염성 질병과 감염성 질병으로 나눌 수 있다. 비감염성 질병은 병원체에 감염되지 않아도 발병하는 질병으로 고혈압, 당뇨병 등이 있다. 감염성 질병은 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이와 같은 병원체에 감염되어 발병하는 질병으로 결핵, 후천성 면역 결핍증(AIDS), 독감 등이 있다. 이처럼 감염성 질병을 일으킬 수 있는 것을 병원체라 한다.

〈제시문2〉

우리 몸의 방어 작용에는 병원체의 종류에 관계없이 동일한 방식으로 일어나는 비특이적 방어 작용과 병원체의 종류에 따라 다르게 작용하는 특이적 방어 작용이 있다. 특정 병원체에 감염되었던 사람은 그 병원체에 대한 면역이 있어 다시 그 병에 잘 걸리지 않는다. 이는 우리 몸에서 특이적 방어 작용이 일어나기 때문이다.

〈제시문3〉

몸에 병원체 같은 이물질이 침입하면 이를 제거하는 면역 반응이 일어나며, 면역 반응을 일으키는 이물질을 항원이라고 한다. 항원이 체내에 처음 침입하면 항체를 생성하는 1차 면역 반응이 일어난다. 항원이 재침입하면 다량의 항체가 빠르게 생성되는 2차 면역 반응이 일어난다. 항체는 항원과 결합하여 항원의 기능을 무력화시키는데, 이러한 반응을 항원 항체 반응이라고 한다. 항체는 Y자 모양이며, 두 군데의 항원 결합 부위가 있다. 항원 결합 부위는 항체의 종류마다 구조가 다르기 때문에 특정 항체는 특정 항원과만 결합할 수 있으며, 이를 항원 항체 반응의 특이성이라고 한다. 항체가 항원과 결합하면 항원이 가라앉거나 용해되는 등의 반응이 일어나며, 항체와 결합한 항원은 식세포 작용으로 빠르게 제거된다.

〈제시문4〉

예방 접종은 우리 몸의 면역 반응을 이용하여 인위적으로 1차 면역 반응을 일으켜 기억 세포를 형성하

게 한다. 그 후 병원체가 체내에 침입하면 2차 면역 반응이 일어나 많은 양의 항체가 효과적으로 병원체를 제거함으로써 질병을 예방한다. 이때 1차 면역 반응을 일으키기 위해 체내에 주입하는 항원을 포함하는 물질을 백신이라고 한다. 백신에는 약화하거나 죽인 병원체 또는 병원체의 일부분이 담겨 있다.

<제시문5>

영양소들은 분자 크기가 크므로 소화 과정을 거쳐 작은 분자로 분해되어야 세포막을 통과해 몸속으로 흡수될 수 있다. 녹말(탄수화물)은 포도당으로, 단백질은 아미노산으로, 지방은 지방산과 모노글리세리드로 분해된다.

새롭게 대규모로 발생한 감염성 질병 사태에 대처하기 위해 성균관 박사를 중심으로 만들어진 연구팀이 연구를 시작하였다. 성균관 박사팀은 이 새로운 감염성 질병을 일으키는 병원체를 “병원체 X”로 이름지었다.

[생명과학 Ⅰ - ⅰ] 성균관 박사팀은 환자로부터 병원체 X를 얻은 후, 병원체 X의 종류를 알아내기 위해 다음과 같은 실험을 하였다. 병원체 X와 더불어 종류를 알고 있는 병원체 (가), (나)를 준비하여 배지에 넣은 후 밀폐된 배양기에서 하루 동안 배양하였다. 이때 항생제를 처리한 경우와 그렇지 않은 경우를 분리하였다. 항생제를 처리하지 않은 경우는 병원체만 배양하는 경우와 인간 세포와 병원체를 함께 배양하는 경우를 분리하였다. 성균관 박사팀은 병원체 (가), (나), X의 개체 수 변화를 측정하여 <표1>의 결과를 얻었다.

<표1>

병원체	개체 수		
	항생제 처리	항생제 처리 없음	
	병원체만 배양	병원체만 배양	인간 세포와 함께 배양
병원체 (가)	의미 있는 변화 없음	의미 있는 변화 없음	증가
병원체 (나)	감소	증가	증가
병원체 X	의미 있는 변화 없음	의미 있는 변화 없음	증가

병원체 (가)와 (나)에 의한 실험 결과를 고려하여 병원체 X의 종류를 추론하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ - ⅱ] 성균관 박사팀은 병원체 X를 물질의 종류별로 분리하여 각각 A, B 시험관에 넣었다. A, B 각 시험관에 들어 있는 물질을 실험동물에 주입하고 일정 기간 후 생성되는 항체의 농도를 측정한 결과 B 시험관의 물질을 주입한 경우에만 항체가 만들어졌다. 성균관 박사팀은 A, B 시험관에 있는 물질의 특성을 조사한 끝에 해당 물질이 3대 영양소 또는 유전 물질 중 하나라는 가설을 세웠다. 각 시험관에 영양소와 유전 물질을 분해할 수 있는 효소를 넣고 실험을 수행하여 <표2>의 결과를 얻었다.

<표2>

시험관	물질의 양(임의의 단위)			
	지방산	아미노산	뉴클레오타이드	포도당
A	0.01	0.02	94	0
B	0	95	0	0.03

실험동물에서 병원체 X에 대한 항체를 형성하게 만든 주된 물질의 종류를 추론하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅲ] 성균관대 학생인“명륜”과 “율전”은 같은 날 우연히 병원체 X에 감염되었다. 감염되고 30일 후에“명륜”은 계속 증상을 보였지만 “율전”은 완전히 나았다. 성균관 박사팀은 이러한 현상이 면역 세포의 수 변화 때문이라는 것을 발견하였다. 좀더 자세한 상황을 알기 위해 감염되고 3일 후, 8일 후, 20일 후에 세 종류의 면역 세포 수를 조사하여 <표3>의 결과를 얻었다.

<표3>

시간	보조 T 림프구 수(상대값)		형질 세포 수(상대값)		기억 세포 수(상대값)	
	명륜	율전	명륜	율전	명륜	율전
감염되고 3일 후	10	10	10	10	10	10
감염되고 8일 후	11	75	12	368	13	40
감염되고 20일 후	11	18	13	30	12	40

(1)“명륜”과 “율전”이 감염되고 30일 후에 다른 건강 상태를 보인 이유를 <표3>에 있는 세포 종류별 수의 변화를 그래프로 그리고 그 근거를 논하시오.

(2) “율전”이 나중에 병원체 X에 의해 다시 감염된다면 시간이 지남에 따라 어떤 건강 상태를 보일지 예측하고 그 근거를 <표3>을 이용하여 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ] 성균관 박사팀은 병원체 X에 의한 감염성 질병을 예방하기 위하여 백신 후보 SKKU-31213과 SKKU-31317을 개발하였다. 두 백신 후보는 모두 독성이나 부작용이 없었다. 두 백신 후보와 생리식염수를 실험동물에 주입하고(0일), 28일 후에 병원체 X를 주사하였다. 실험 마지막 날에 실험동물의 생존 여부를 조사하여 <표4>의 결과를, 실험 기간 중 혈중 항체 농도 변화를 조사하여 <표5>의 결과를 얻었다. 단, 실험동물은 모두 유전적으로 동일하며, 실험 전에 병원체 X에 노출된 적이 없다.

<표4>

백신 후보 물질	전체 실험동물 수(마리)	생존한 실험동물 수(마리)	죽은 실험동물 수(마리)
SKKU-31213	20	19	1
SKKU-31317	20	12	8
생리식염수	20	0	20

<표5>

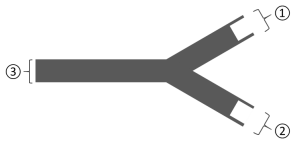
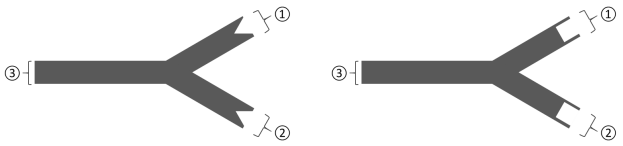
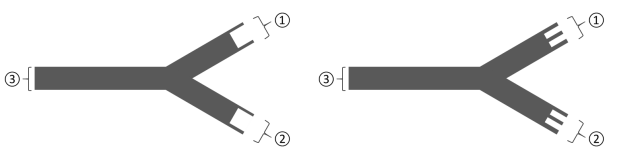
시간(일)	혈중 항체 농도(상대값)		시간(일)	혈중 항체 농도(상대값)	
	SKKU-31213	SKKU-31317		SKKU-31213	SKKU-31317
0	0	0	32	322	243
1	0	0	33	660	378
2	0	0	34	921	471
3	0	0	35	1000	500
4	0	1	36	963	480
5	1	2	37	938	443
6	2	4	38	924	434
7	5	7	39	918	428
8	12	12	40	913	423
9	24	18	41	908	418
10	41	26	42	903	413
11	61	35	43	898	408
12	81	43	44	893	403
13	95	48	45	888	398
14	100	50	46	884	394

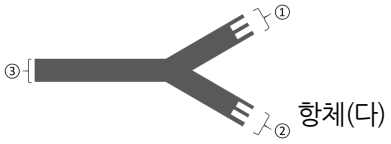
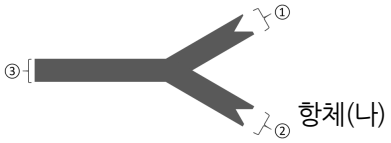
15	95	48		47	880	390
16	83	43		48	876	386
17	66	35		49	872	382
18	49	26		50	869	379
19	35	18		51	866	376
20	23	12		52	863	373
21	14	7		53	860	370
22	9	4		54	857	367
23	5	2		55	854	364
24	3	1		56	852	362
25	2	0		57	850	360
26	1	0		58	848	358
27	1	0		59	846	356
28	0	0		60	845	355
29	1	10		61	844	354
30	14	41		62	843	353
31	94	118		63	842	352

두 백신 후보 중 어느 후보가 백신으로 더 적합한지 정하고 그 이유를 생존 비율과 혈중 항체 농도 실험 결과에 근거하여 정량적으로 논하시오.

[생명과학 Ⅰ - v] 성균관 박사팀은 병원체 X에 의한 감염병을 치료하고자 항체를 이용한 치료제 후보 5가지(SAb-32153, SAb-32264, SAb-32364, SAb-33000, SAb-34000)를 개발하였다. 치료제 후보 5가지의 치료 효과와 각 치료제 후보에 들어 있는 항체의 구조를 분석해서 <표6>의 실험 결과를 얻었다. 이때 (가), (나), (다)는 구조가 다른 항체를, ①, ②, ③은 항체의 부위를 일컫는다. 치료 효과의 정도는 "+"의 개수로 표시하였다. 치료 효과가 없는 경우는 "-"로 표시하였다. 단, 항원의 양은 모두 같다.

<표6>

<table>
<tr><th>치료제 후보</th><th>치료
효과</th><th>항체량
(상대값)</th><th colspan="2">항체 구조</th></tr>
<tr><td>SAb-32153</td><td>++</td><td>100</td><td colspan="2"> 
항체(가)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SAb-32264</td><td rowspan="2">+++</td><td rowspan="2">200</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>항체(나)(항체량 비율: 50%)</td><td>항체(가)(항체량 비율: 50%)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SAb-32364</td><td rowspan="2">++</td><td rowspan="2">200</td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>항체(가)(항체량 비율: 50%)</td><td>항체(다)(항체량 비율: 50%)</td></tr>
</table>

SAb-33000	-	100	
SAb-34000	+	100	

<표6>에 나타난 실험 결과를 바탕으로 병원체 X에 있는 항원 구조의 특징을 그림을 그려서 예측하고, 이에 근거하여 5가지 항체치료제 후보가 다른 정도의 치료 효과를 보이는 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

2020년은 전 세계적인 감염병인 코로나-19로 인해 수많은 사람이 고통을 받고 있는 해이다. 본 문항은 <Ⅲ. 항상성과 몸의 조절> - <5. 질병과 방어 작용>에서 학습한 개념과 원리를 이용하여 코로나-19와 같은 바이러스 매개 감염병의 종류, 병원체 일부로서의 항원의 물질 종류, 인체의 방어 작용 원리와 백신 및 치료제 개발에 이르는 전 과정을 이해할 수 있는지를 5개의 소문항으로 나누어 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[생명과학 Ⅰ]**

	영역별 내용
제시문	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어작용을 이해한다. [12생과03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해한다.
하위문항1	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어작용을 이해한다.
하위문항2	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어작용을 이해한다.
하위문항3	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어작용을 이해한다.
하위문항4	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해한다.
하위문항5	(3)항상성과 몸의 조절 [12생과03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어작용을 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학	김윤택 외 4인	동아출판	2020	92-102, 40
	생명과학	이용철 외 3인	와이비엠	2020	98-112, 37
	생명과학	심규철 외 5인	비상교육	2020	92-102, 39
	생명과학	오현선 외 5인	미래엔	2020	100-115, 38, 46
	생명과학	이준규 외 5인	천재교육	2020	94-106, 39
	생명과학	전상학 외 7인	지학사	2020	92-99, 39

5. 문항 해설

[생명과학 I- ⅰ]

감염성 질환을 일으키는 병원체의 종류에는 세균(박테리아), 원생생물, 곰팡이 그리고 바이러스가 있다. 코로나-19는 널리 알려진 것처럼 바이러스의 일종인 코로나바이러스가 병원체로 작용하여 감염성 질병을 일으킨다. 바이러스는 일반적인 생명체와 달리 자체적으로 증식을 할 수 없으며 숙주 세포가 있어야지만 증식을 할 수 있는 특징을 가지고 있다. 반면에 세균은 자체적으로 증식을 할 수 있으며 항생제로 치료할 수 있다. 병원체로서 세균과 바이러스는 생물학적 특성이 다르지만 중요한 병원체의 종류이다. 본 소문항에서는 병원체 중 세균과 바이러스를 구분할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 구체적으로 <표1>에서 가상의 실험을 통해 얻은 종류를 이미 알고 있는 병원체 (가), (나)의 특성에 근거하여 병원체 X의 종류를 추론할 수 있는지를 묻고 있다.

<표1>에 의하면 종류를 이미 알고 있는 병원체 (가)는 항생체를 처리하고 배양하였을 때나 면 항생체를 처리하지 않고 병원체만 배양했을 때 개체 수 변화가 없으므로 자체적으로 증식을 할 수 없다는 것을 알 수 있다. 반면 병원체와 인간 세포를 함께 배양할 때 개체 수가 증가하므로 자체적으로 증식할 수 없고 숙주 세포가 있어야지만 증식할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 병원체 (가)는 바이러스이다. 종류를 이미 알고 있는 병원체 (나)는 항생체를 처리하고 배양했을 때 개체 수가 감소하는 반면 항생체를 처리하지 않고 배양했을 때 개체 수가 증가하는 것으로부터 자체적으로 증식할 수 있다. 병원체 (나)는 자체적으로 증식하기 때문에 항생제를 처리하지 않고 인간 세포와 함께 배양했을 때에도 증가함을 알 수 있다. 따라서 병원체 (나)는 세균이다. 종류를 모르는 병원체 X의 경우를 보면 항생체를 처리 여부와는 무관하게 병원체 자체만 배양했을 때에 개체 수 변화가 없다. 따라서 병원체 X는 세균인 병원체 (나)와 같은 종류가 아니다. 병원체 X는 병원체 (가)와 같이 항생제를 처리하지 않고 인간 세포와 함께 배양한 경우에만 개체 수가 증가하였다. 따라서 병원체 X는 병원체 (가)와 같은 종류인 바이러스이다.

[생명과학 I- ⅱ]

바이러스는 유전 물질인 핵산이 단백질 껍질에 쌓여 있는 단순한 구조를 가지고 있으며 그 크기도 세균보다 작다. 본 소문항에서는 <생명과학I>에서 다루는 바이러스의 기본 구조에 대한 지식을 바탕으로 코로나-19를 이해하는데 도움을 주고자 주어진 가상의 실험 결과로부터 항체 형성을 일으키는 물질의 종류를 추론하는 능력을 평가하고자 하였다. 물질의 종류를 추론하기 위해 <Ⅱ. 사람의 물질대사> 단원에서 설명하는 이화 작용의 개념을 일부 사용하였다.

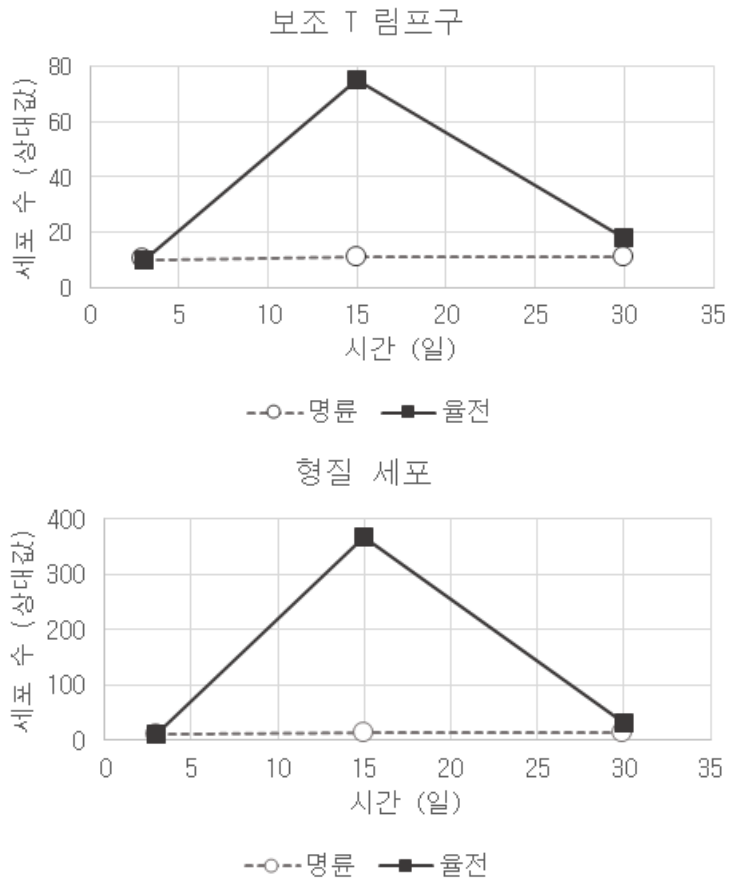
<표2>에 의하면 A 시험관에는 핵산이 분해되어 나오는 뉴클레오타이드가 주된 물질로 존재하며 B 시

험관에는 단백질이 분해되어 나오는 아미노산이 주된 물질로 존재함을 알 수 있다. B 시험관의 물질을 실험동물에 주입한 경우에만 항체가 형성되었다고 하였으므로 실험동물에서 병원체 X에 대한 항체를 형성하게 만든 주된 물질의 종류는 단백질이다.

[생명과학 I-ⅲ]

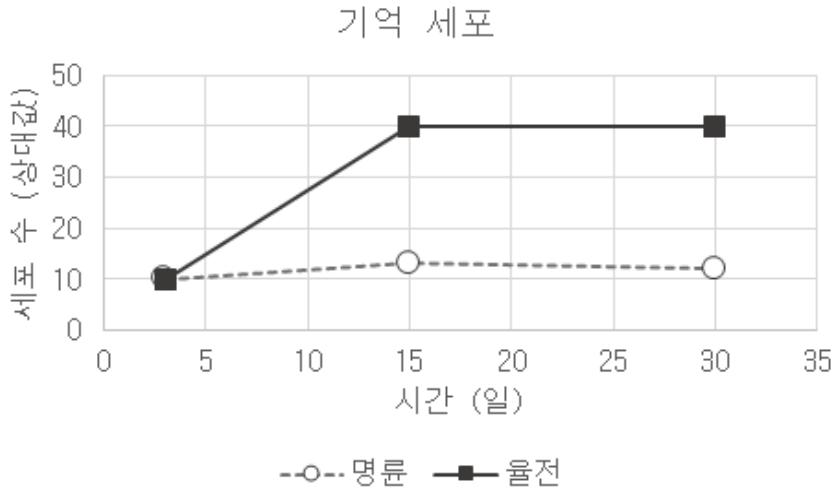
항체에 의한 면역 반응인 체액성 면역에서는 보조 T 림프구가 B 림프구의 분화를 촉진하여 형질 세포와 기억 세포가 만들어진다. 형질 세포는 항체를 생성하고 기억 세포는 항원의 특성을 기억하여 병원체에 의한 감염이 다시 일어나면 빠르게 다량의 항체를 생성하여, 병원체를 효과적으로 제거할 수 있다. 본 소문항에서는 (1) 형질 세포 및 기억 세포의 기능에 대한 이해를 바탕으로 가상의 두 감염병 환자인 “명륜”과 “율전”이 최초 감염 후 회복 양상이 달라지는 이유를 추론하는 능력과, (2) 기억 세포가 형성되는 경우에 병원체를 효과적으로 제거한다는 지식을 바탕으로 재감염 시 “율전”의 건강 상태를 추론하는 능력을 평가하고자 하였다. 또한 이러한 추론을 하기 위해 가상의 실험 결과를 그래프로 표현하여 이해하는 능력도 함께 평가하고자 하였다.

(1) <표3>의 결과를 바탕으로 “명륜”과 “율전”이 감염된 후 30일 동안 보조 T 림프구 및 형질 세포 수 변화를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



그래프를 통해서 “명륜”의 경우 보조 T 림프구 및 형질 세포 수가 변화가 거의 없고 증가하지 않아서 병원체 X에 대한 항체가 형성되지 않았기 때문에 감염되고 30일 후에도 계속 증상을 보인다고 할 수 있다. “율전”의 경우는 보조 T 림프구 및 형질 세포 수가 급격하게 증가하였다가 감소하는 것으로 보아 항체가 형성되어 30일 후에 완전히 나았다고 할 수 있다.

(2) <표3>의 결과를 바탕으로 “율전”의 기억 세포 수 변화를 그래프로 그리면 다음과 같다.

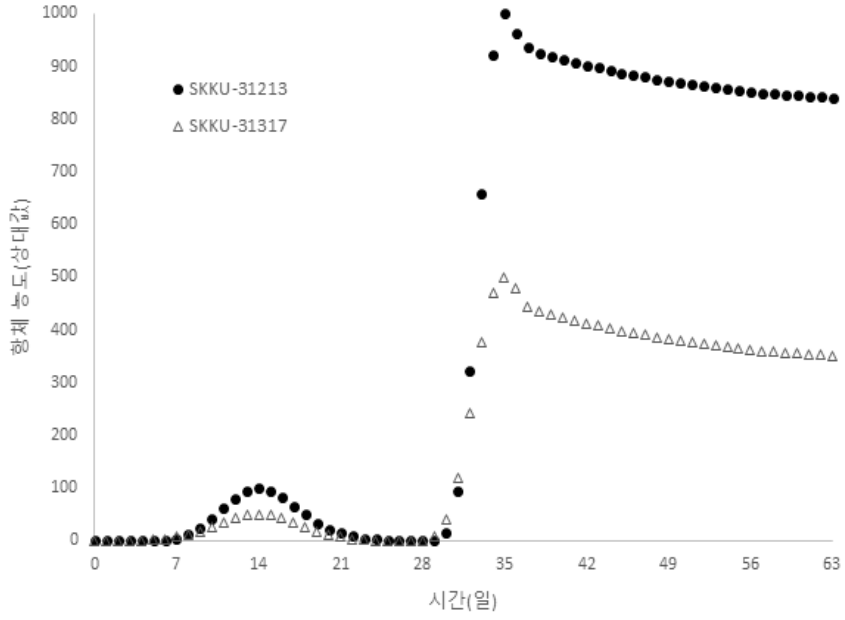


그래프를 통해서 “명륜”의 경우 감염 후 기억 세포가 형성되었음을 알 수 있다. 따라서 “율전”이 병원체 X에 다시 감염된다면 시간이 지남에 따라 병원체 X에 대한 항체를 대량으로 빠르게 생성하여 (빠른 시간 안에) 감염병에서 나을 것이라고 예측할 수 있다.

[생명과학 I-iv]

백신 개발에서 여러 후보들의 상대적인 성능을 평가하여 어는 후보가 우수한지 판단하는 것은 중요한 요소 중의 하나이다. 본 소문항에서는 백신의 원리에 대한 이해를 바탕으로 가상의 2가지 백신 후보 물질 중에서 어느 후보 물질이 더 적합한지 추론할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

<표4>의 결과를 보면 2가지 백신 후보 물질에 의한 실험동물의 생존율의 차이를 알 수 있다. 생리식염수를 주입하였을 때 모든 실험동물이 죽은 반면 SKKU-31213의 경우 95%의 실험동물이, SKKU-31317의 경우 60%의 실험동물이 생존하였다. 따라서 2가지 백신 후보 물질 중에서 SKKU-31213이 더 높은 생존율을 보임을 알 수 있다. <표5>의 결과를 보면 2가지 백신 후보 물질에 의해 형성된 항체의 상대적 양의 차이를 알 수 있다. <표5>의 결과를 그래프로 표시하면 아래 그림과 같다.

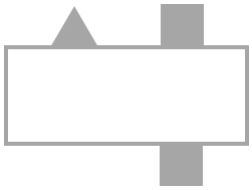


SKKU-31213와 SKKU-31317 두 가지 백신 후보 물질 모두 35일 후에 최대 혈중 항체 농도를 보이고 있다. SKKU-31213에 의한 최대 혈중 항체 농도는 SKKU-31317에 의한 최대 혈중 항체 농도의 2배임을 알 수 있다. 더 높은 생존율 (95% 대 60%)와 최대 혈중 항체 농도 (2:1)을 고려할 때 SKKU-31213이 더 백신으로 적합하다고 할 수 있다.

[생명과학 I- v]

본 소문항에서는 항원 항체 반응의 특이성에 대한 이해도를 측정하고자 하였다. 항원 결합 부위가 다른 항체들의 조합을 통해 항원의 구조적 특징을 추론하고 이를 바탕으로 다양한 구조의 항체가 포함된 항체 치료제 후보의 차별적 효과를 설명할 수 있는지 여부를 평가하고자 하였다.

<표6>에 의하면 항체 (가)와 항체 (나)는 항원의 특정 부위와 결합하나 항체 (다)는 항원에 결합할 수 있는 부위가 없다. 항체 (가)와 항체 (나)는 각각 항원 결합 부위(①,②)가 다른 구조를 가지고 있으므로 병원체 X에 있는 항원에는 최소한 두 가지의 다른 항체 결합 부위가 있다. 항체 구조의 종류 및 치료 효과의 상대적인 정도를 고려할 때 가능한 항원의 구조는 다음과 같다.



SAb-34000은 항원에 결합하지 못하는 항체 (다)를 가지고 있어서 치료 효과가 없다. SAb-32364는 항원에 결합하지 못하는 항체 (다)와 항원에 결합할 수 있는 항체 (가)를 1:1의 비율로 가지고 있어서 항체 (가)만 가지고 있는 SAb-32153과 같은 정도의 치료 효과를 보인다. SAb-32264는 항원에 결합하는 항체 (가)와 항체 (나)를 모두 가지고 있어서 항체 (가)만 가지고 있는 SAb-32153과 항체 (나)만 가지고 있는 SAb-34000, 그리고 항체 (가)와 항원에 결합하지 못하는 항원 (다)를 가지고 있는 SAb-32364보다 높은 정도의 치료 효과를 보인다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
I - i	주어진 실험 결과를 이용하여 병원체 X의 종류를 추론할 수 있는가?	7점
I - ii	주어진 실험 결과를 이용하여 병원체 X에서 항체 형성을 유도하는 물질의 종류를 추론할 수 있는가?	3점
I - iii	(1) 보조 T 림프구와 형질 세포의 수 차이를 이용하여 항체 형성 정도의 차이에 따라 감염병으로부터의 회복이 달라짐을 추론할 수 있는가? (2) 기억 세포의 수 차이를 이용하여 항체가 형성된 경우 재감염시 회복 여부를 추론할 수 있는가?	10점
I - iv	백신 후보의 실험 결과를 바탕으로 더 우수한 백신 후보를 추론할 수 있는가?	10점
I - v	항원 항체 반응 특이성을 이용하여 항원의 구조를 예측하고 치료제 후보의 다른 치료 효과를 설명할 수 있는가?	10점

7. 예시 답안

[생명과학 I-ⅰ]

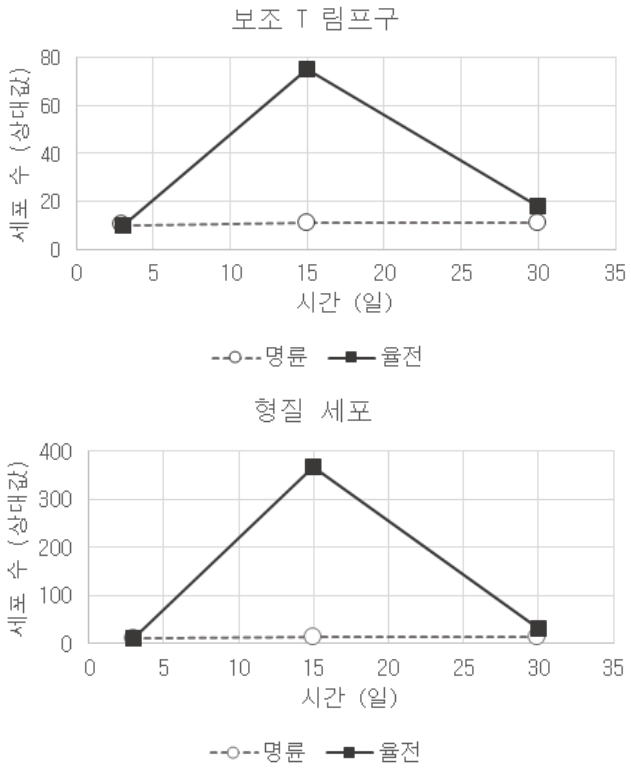
<표1>에 의하면 종류를 이미 알고 있는 병원체 (가)는 항생체를 처리하고 배양하였을 때나 면 항생체를 처리하지 않고 병원체만 배양했을 때 개체 수 변화가 없으므로 자체적으로 증식을 할 수 없다는 것을 알 수 있다. 반면 병원체와 인간 세포를 함께 배양할 때 개체 수가 증가하므로 자체적으로 증식할 수 없고 숙주 세포가 있어야지만 증식할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 병원체 (가)는 바이러스이다. 종류를 이미 알고 있는 병원체 (나)는 항생체를 처리하고 배양했을 때 개체 수가 감소하는 반면 항생체를 처리하지 않고 배양했을 때 개체 수가 증가하는 것으로부터 자체적으로 증식할 수 있다. 병원체 (나)는 자체적으로 증식하기 때문에 항생제를 처리하지 않고 인간 세포와 함께 배양했을 때에도 증가함을 알 수 있다. 따라서 병원체 (나)는 세균이다. 종류를 모르는 병원체 X의 경우를 보면 항생체를 처리 여부와는 무관하게 병원체 자체만 배양했을 때에 개체 수 변화가 없다. 따라서 병원체 X는 세균인 병원체 (나)와 같은 종류가 아니다. 병원체 X는 병원체 (가)와 같이 항생제를 처리하지 않고 인간 세포와 함께 배양한 경우에만 개체 수가 증가하였다. 따라서 병원체 X는 병원체 (가)와 같은 종류인 바이러스이다.

[생명과학 I-ⅱ]

<표2>에 의하면 A 시험관에는 핵산이 분해되어 나오는 뉴클레오타이드가 주된 물질로 존재하며 B 시험관에는 단백질이 분해되어 나오는 아미노산이 주된 물질로 존재함을 알 수 있다. B 시험관의 물질을 실험동물에 주입한 경우에만 항체가 형성되었다고 하였으므로 실험동물에서 병원체 X에 대한 항체를 형성하게 만든 주된 물질의 종류는 단백질이다.

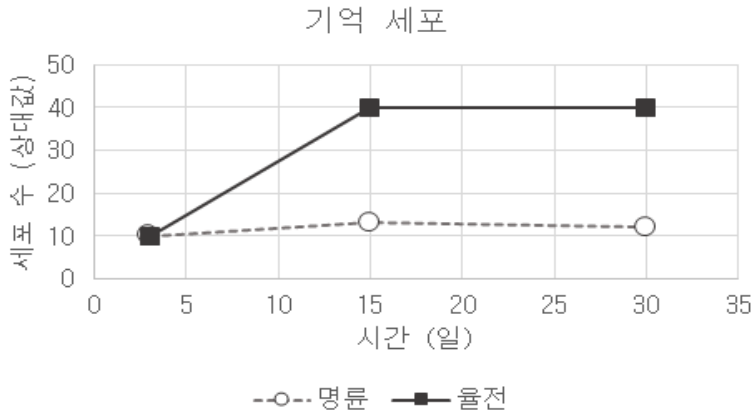
[생명과학 I-ⅲ]

(1) <표3>의 결과를 바탕으로 “명륜”과 “율전”이 감염된 후 30일 동안 보조 T 림프구 및 형질 세포 수 변화를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



그래프를 통해서 “명륜”의 경우 보조 T 림프구 및 형질 세포 수가 변화가 거의 없고 증가하지 않아서 병원체 X에 대한 항체가 형성되지 않았기 때문에 감염되고 30일 후에도 계속 증상을 보인다고 할 수 있다. “율전”의 경우는 보조 T 림프구 및 형질 세포 수가 급격하게 증가하였다가 감소하는 것으로 보아 항체가 형성되어 30일 후에 완전히 나았다고 할 수 있다.

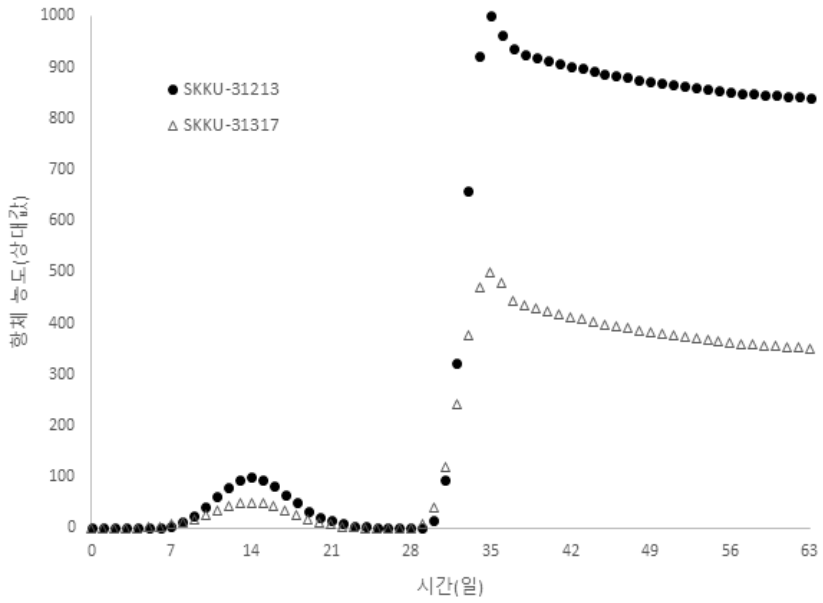
(2) <표3>의 결과를 바탕으로 “율전”의 기억 세포 수 변화를 그래프로 그리면 다음과 같다.



그래프를 통해서 “명륜”의 경우 감염 후 기억 세포가 형성되었음을 알 수 있다. 따라서 “율전”이 병원체 X에 다시 감염된다면 시간이 지남에 따라 병원체 X에 대한 항체를 대량으로 빠르게 생성하여 (빠른 시간 안에) 감염병에서 나을 것이라고 예측할 수 있다.

[생명과학 I-ⅳ]

<표4>의 결과를 보면 2가지 백신 후보 물질에 의한 실험동물의 생존율의 차이를 알 수 있다. 생리식염수를 주입하였을 때 모든 실험동물이 죽은 반면 SKKU-31213의 경우 95%의 실험동물이, SKKU-31317의 경우 60%의 실험동물이 생존하였다. 따라서 2가지 백신 후보 물질 중에서 SKKU-31213이 더 높은 생존율을 보임을 알 수 있다. <표5>의 결과를 보면 2가지 백신 후보 물질에 의해 형성된 항체의 상대적 양의 차이를 알 수 있다. <표5>의 결과를 그래프로 표시하면 아래 그림과 같다.

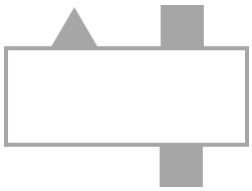


SKKU-31213와 SKKU-31317 두 가지 백신 후보 물질 모두 35일 후에 최대 혈중 항체 농도를 보이고

있다. SKKU-31213에 의한 최대 혈중 항체 농도는 SKKU-31317에 의한 최대 혈중 항체 농도의 2배임을 알 수 있다. 더 높은 생존율 (95% 대 60%)와 최대 혈중 항체 농도 (2:1)을 고려할 때 SKKU-31213이 더 백신으로 적합하다고 할 수 있다.

[생명과학 I- v]

<표6>에 의하면 항체 (가)와 항체 (나)는 항원의 특정 부위와 결합하나 항체 (다)는 항원에 결합할 수 있는 부위가 없다. 항체 (가)와 항체 (나)는 각각 항원 결합 부위(①,②)가 다른 구조를 가지고 있으므로 병원체 X에 있는 항원에는 최소한 두 가지의 다른 항체 결합 부위가 있다. 항체 구조의 종류 및 치료 효과의 상대적인 정도를 고려할 때 가능한 항원의 구조는 다음과 같다.



SAb-34000은 항원에 결합하지 못하는 항체 (다)를 가지고 있어서 치료 효과가 없다. SAb-32364는 항원에 결합하지 못하는 항체 (다)와 항원에 결합할 수 있는 항체 (가)를 1:1의 비율로 가지고 있어서 항체 (가)만 가지고 있는 SAb-32153과 같은 정도의 치료 효과를 보인다. SAb-32264는 항원에 결합하는 항체 (가)와 항체 (나)를 모두 가지고 있어서 항체 (가)만 가지고 있는 SAb-32153과 항체 (나)만 가지고 있는 SAb-34000, 그리고 항체 (가)와 항원에 결합하지 못하는 항원 (다)를 가지고 있는 SAb-32364보다 높은 정도의 치료 효과를 보인다.

문항카드 15

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 수학 1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분, 기하
	핵심개념 및 용어	도형의 방정식, 미분법, 이차곡선, 삼각함수
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 1]다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학 1 - ⅰ] ~ [수학 1 -ⅳ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

중심의 좌표가 (a, b)이고 반지름의 길이가 r인 원의 방정식은 다음과 같다.

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2$$

<제시문2>

초점이 $(0, p)$이고 준선이 $y=-p$인 포물선의 방정식은 다음과 같다.

$$x^2=4py \quad (\text{단, } p\neq 0)$$

<제시문3>

원 $C:(x-12)^2+\left(y-\frac{15}{2}\right)^2=36$ 위의 임의의 점을 A, 포물선 $P:y=x^2$ 위의 임의의 점을 B라고 하자.

[수학 1 - ⅰ] <제시문3>에서 원 C의 중심과 점 B 사이의 거리가 항상 원 C의 반지름보다 큼을 보이고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅱ] <제시문3>의 두 점 A, B 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 A와 점 B를 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅲ] 문항 [수학 1 - ⅱ]에서 구한 점 B에서 <제시문3>의 원 C에 그은 두 접선의 방정식을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅳ] 문항 [수학 1 - ⅲ]에서 구한 두 접선이 이루는 각의 크기를 θ (단,$0<\theta\leq\frac{\pi}{2}$)라고 할 때, $\sin\theta$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제는 도함수를 이용한 함수의 그래프의 개형, 원과 직선의 위치 관계, 삼각함수의 덧셈정리를 이해하고 있는지를 평가하고자 한다.

[수학 1-ⅰ] 두 점 사이의 거리를 함수로 표현하고, 함수의 그래프의 개형에 대한 이해를 통해 최솟값을 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅱ] 두 점을 지나는 직선의 방정식을 구하고, 원과 직선이 만나는 교점을 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅲ] 원과 직선의 위치 관계를 이해하여, 원에 접하는 직선의 방정식을 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅳ] 삼각함수의 뜻을 알고 삼각함수의 덧셈정리를 이용할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식** [10수학02-06] 원의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 2	**[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 3	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식** [10수학02-06] 원의 방정식을 구할 수 있다. **[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다.
수학 1-ⅰ	**[수학] - (2) 방정식과 부등식 - 6 여러 가지 방정식과 부등식** [10수학01-12] 간단한 삼차방정식과 사차방정식을 풀 수 있다. **[수학] - (3) 도형의 방정식 - 1 평면좌표** [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다. **[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용** [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
수학 1-ⅱ	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식** [10수학02-03] 직선의 방정식을 구할 수 있다. **[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식** [10수학02-07] 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.
수학 1-ⅲ	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 3 원의 방정식** [10수학02-07] 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.
수학 1-ⅳ	**[수학Ⅰ] - (2)삼각함수 - 1 삼각함수** [12수학Ⅰ02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. **[미적분] - (2) 미분법 - 1 여러 가지 함수의 미분** [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	황선욱 외	미래엔	2020	83-85, 111-113, 125-127, 138-148
	수학	박교식 외	동아출판	2020	73-75, 101-103, 113-116, 128-137
	수학 I	황선욱 외	미래엔	2020	74-79
	수학 I	류희찬 외	천재교과서	2020	77-82
	수학II	황선욱 외	미래엔	2020	90-97
	수학II	홍성복 외	지학사	2020	90-98
	미적분	황선욱 외	미래엔	2020	63-69
	미적분	김원경 외	비상교육	2020	58-62
	기하	황선욱 외	미래엔	2020	11-15
	기하	고성은 외	좋은책 신사고	2020	11-15

5. 문항 해설

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학」의 '도형의 방정식', 「수학Ⅱ」의 '미분', 「미적분」의 '미분법' 단원에서 다루어진다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 함수의 도함수를 이용한 그래프의 개형, 좌표평면에서의 원과 직선의 위치 관계, 삼각함수의 덧셈정리 등을 적절히 활용하여 주어진 문항을 해결할 수 있는지, 풀이 과정을 논리적으로 전개할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
수학 1-ⅰ	원 C의 중심과 점 B 사이의 거리를 함수로 표현하고, 이 함수의 그래프의 개형에 대한 이해를 통해 최솟값을 얻고, 이 최솟값이 원 C의 반지름보다 큼을 올바르게 유도할 수 있다.	7점
수학 1-ⅱ	[수학 1-ⅰ]에서 얻은 결과를 해석하고 원과 직선이 만나는 교점을 이용하여, 두 점 A, B 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 A와 점 B를 올바르게 유도할 수 있다.	8점
수학 1-ⅲ	원과 직선의 위치 관계를 이해함으로써 점 B에서 원 C에 그은 접선의 방정식을 올바르게 유도할 수 있다.	8점
수학 1-ⅳ	삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 접선이 이루는 각의 크기 θ에 대한 $\sin\theta$의 값을 올바르게 유도할 수 있다.	7점

7. 예시 답안

[수학 1 - i]

원 C의 중심과 포물선 P 위의 점 $\mathrm{B}(x, x^2)$ 사이의 거리의 제곱을 $f(x)$라고 하면, 함수 $f(x)$는 다음과 같다.

$$f(x) = (x-12)^2 + \left(x^2 - \frac{15}{2}\right)^2 = x^4 - 14x^2 - 24x + \frac{801}{4}$$

원 C의 중심과 점 B 사이의 거리가 항상 원 C의 반지름보다 큼을 보이기 위해서, 함수 $f(x)$의 최솟값이 원 C의 반지름의 제곱보다 큼을 보이면 된다. 이에 함수 $f(x)$의 도함수를 이용하여 아래와 같이 $f(x)$의 증가와 감소를 표로 나타낸다.

$f'(x) = 4x^3 - 28x - 24 = 4(x+2)(x+1)(x-3)$ 이므로 $f'(x) = 0$에서

$x = -2$ 또는 $x = -1$ 또는 $x = 3$

x	$\cdots$	-2	$\cdots$	-1	$\cdots$	3	$\cdots$
$f'(x)$	$-$	0	$+$	0	$-$	0	$+$
$f(x)$	↘	$\frac{833}{4}$	↗	$\frac{845}{4}$	↘	$\frac{333}{4}$	↗

그러므로 $f(x)$의 최솟값은 $\frac{333}{4}$이다. 따라서, 원 C의 중심과 점 B 사이의 거리의 최솟값

$$\sqrt{\frac{333}{4}} = \frac{3}{2}\sqrt{37}$$

은 원의 반지름 6보다 크다.

[수학 1 - ii]

원 C 밖에 있는 포물선 P 위의 점 B가 주어지면, 점 B와 원 위의 임의의 점 A 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 A는 점 B와 원 C의 중심을 지나는 직선 위에 있고, 그 거리는 점 B와 원 C의 중심 사이의 거리에서 원 C의 반지름을 뺀 것과 같다. 따라서, 임의의 두 점 A, B 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 A와 점 B는 다음과 같이 구할 수 있다. 먼저 포물선 P 위의 점 중에서 원 C의 중심과의 거리가 최소인 점이 구하고자 하는 점 B가 된다. 이 점 B와 원 C의 중심을 지나는 직선을 l이라고 하면, 직선 l과 원 C의 두 교점 중 점 B에 가까운 점이 구하고자 하는 점 A가 된다. 앞의 [수학 1-ii]로부터 점 $\mathrm{B}(x, x^2)$와 원 C의 중심 사이의 거리가 최소가 되도록 하는 점 B는 $(3, 9)$이다. 그리고 점 $\mathrm{B}(3, 9)$과 원 C의 중심 $\left(12, \frac{15}{2}\right)$을 지나는 직선 l의 방정식은

$$y = -\frac{1}{6}x + \frac{19}{2}$$

이다. 또한 직선 l과 원 $C: (x-12)^2 + \left(y - \frac{15}{2}\right)^2 = 36$ 과의 두 교점

$$\left(12 + \frac{36}{\sqrt{37}}, \frac{15}{2} - \frac{6}{\sqrt{37}}\right) \text{ 또는 } \left(12 - \frac{36}{\sqrt{37}}, \frac{15}{2} + \frac{6}{\sqrt{37}}\right)$$

중 점 $\mathrm{B}(3, 9)$에 가까운 점은 $\left(12 - \frac{36}{\sqrt{37}}, \frac{15}{2} + \frac{6}{\sqrt{37}}\right)$이다.

즉, 구하고자 하는 점 A는 $\left(12-\frac{36}{\sqrt{37}},\ \frac{15}{2}+\frac{6}{\sqrt{37}}\right)$이고, 점 B는 $(3,\ 9)$이다.

[수학 1 - iii]

점 $\mathrm{B}(3,\ 9)$에서 원 $C\colon (x-12)^2+\left(y-\frac{15}{2}\right)^2=36$에 그은 접선은 점 $\mathrm{B}(3,\ 9)$를 지나므로 접선의 방정식은 다음과 같다.

$$y=m(x-3)+9 \quad \text{또는} \quad x=3$$

직선의 방정식 $y=m(x-3)+9$를 원 C의 방정식에 대입하여 얻은 이차방정식

$$(m^2+1)x^2-3(2m^2-m+8)x+\left(9m^2-9m+\frac{441}{4}\right)=0$$

의 판별식을 D라 하면, $D=-9\,(20m^2+12m-15)=0$에서

$$m=\frac{1}{10}(-3\pm 2\sqrt{21})$$

한편 직선 $x=3$과 원 C는 만나지 않는다. 그러므로 구하고자 하는 두 접선의 방정식은

$$y=\frac{1}{10}(-3\pm 2\sqrt{21})(x-3)+9$$

[수학 1 - iv]

두 접선의 방정식이 이루는 각의 크기를 θ라고 하며, $\sin\frac{\theta}{2}$의 값은 원 C의 반지름 $r=6$을 점 $\mathrm{B}(3,\ 9)$에서 원 C의 중심 O' 사이의 거리 $r'=\overline{BO'}=\sqrt{\frac{333}{4}}=\frac{3}{2}\sqrt{37}$으로 나눈 값이다. 즉,

$$\sin\frac{\theta}{2}=\frac{r}{r'}=\frac{4}{\sqrt{37}}$$

따라서 $\cos\frac{\theta}{2}=\sqrt{1-\sin^2\frac{\theta}{2}}=\sqrt{\frac{21}{37}}$이고, 삼각함수의 덧셈정리를 이용하면

$$\sin\theta=2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}=\frac{8}{37}\sqrt{21}$$

문항카드 16

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 수학 2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	로그 함수, 도함수의 활용, 정적분의 활용
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [수학 2 - ⅰ] ~ [수학 2 - ⅴ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

두 함수 $f(x)$, $g(x)$가 닫힌구간 $[a,b]$에서 연속일 때, 두 곡선 $y=f(x)$, $y=g(x)$ 및 두 직선 $x=a$, $x=b$로 둘러싸인 도형의 넓이 S는 다음과 같다.

$$S=\int_a^b |f(x)-g(x)|dx$$

<제시문2>

실수 e를 $e=\lim_{x\to 0}(1+x)^{\frac{1}{x}}$ 로 정의한다.

<제시문3>

함수 $f(x)$, $g(x)$에서 $\lim_{x\to a} f(x)=L$, $\lim_{x\to a} g(x)=M$ (L, M은 실수)일 때, a에 가까운 모든 실수 x에서 함수 $h(x)$가 $f(x)\le h(x)\le g(x)$ 이고 $L=M$ 이면 $\lim_{x\to a} h(x)=L$ 이다.

<제시문4>

곡선 $y=\frac{1}{x}$ (단, $x>0$), 직선 $x=1$, 직선 $y=\frac{1}{a}$로 둘러싸인 영역의 넓이를 $f(a)$라 한다. 직선 $x=1$, 직선 $x=a$, 직선 $y=\frac{1}{a}$, 직선 $y=0$으로 둘러싸인 영역의 넓이를 $g(a)$라 한다. 함수 h를 $h(a)=f(a)-g(a)$ 라 정의한다. (단, $a>1$)

[수학 2 - ⅰ] <제시문4>에서 정의된 $h(a)$를 a에 관한 식으로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅱ] <제시문4>에서 정의된 $h(a)$의 최솟값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iii] <제시문4>에서 정의된 $h(a)$에 대하여, 극한 $\lim_{a\to 1}\frac{h(a)}{a-1}$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오. (단, 로피탈의 정리는 사용할 수 없음)

[수학 2 - iv] <제시문4>에서 정의된 $h(a)$가 $a>1$에서 부등식 $h(a)<2\sqrt{a}$을 만족함을 보이고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - v] <제시문4>에서 정의된 $h(a)$에 대하여, 극한 $\lim_{a\to}\frac{h(a)}{a}$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오. (단, 로피탈의 정리는 사용할 수 없음)

3. 출제 의도

문제의 주어진 조건으로부터 적절한 수식을 구성하고, 이 수식에 미분, 적분, 극한의 다양한 개념을 적용하여 원하는 정보를 이끌어 내는 것은 대학 수학 능력의 핵심적 요소 중에 하나이다. 본 문제는 곡선의 넓이들 사이의 관계를 정적분을 이용하여 수식화 하고, 이 수식으로부터 최솟값, 수식이 만족하는 부등식, 수식이 만족하는 다양한 극한값을 도출하는 능력을 검증하고자 한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[수학Ⅱ] - (3) 적분 - 3 정적분의 활용** [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
제시문 2	**[미적분] - (2) 미분법 - 2 여러 가지 미분법** [12미적02-06] 함수의 몫을 미분할 수 있다.
제시문 3	**[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한** [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.
제시문 4	**[수학Ⅱ] - (3) 적분 - 3 정적분의 활용** [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
수학 2-i	**[수학Ⅱ] - (3) 적분 - 3 정적분의 활용** [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
수학 2-ii	**[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용** [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
수학 2-iii	**[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한** [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.
수학 2-iv	**[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용** [12수학Ⅱ02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.
수학 2-v	**[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - 1 함수의 극한** [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	박교식 외	동아출판	2020	11-28
	수학 I	류희찬 외	천재교과서	2020	29-35
	수학 II	김원경 외	비상교육	2020	11-13, 78-85, 125-131
	수학 II	박교식 외	동아출판	2020	11-24, 81-88, 126-132
	미적분	이준열 외	천재교육	2020	55-64, 139-141, 168-171
	미적분	김원경 외	비상교육	2020	49-57, 121-125, 147-149

5. 문항 해설

[수학 2 - i] <제시문4>의 정보로부터 정적분을 이용하여 적절한 수식을 유도할 수 있는지 평가한다.
[수학 2 - ii] 미분법을 이용하여 [수학 2-i]에서 유도된 함수 $h(a)$의 최솟값을 구할 수 있는지 평가한다.
[수학 2 - iii] <제시문2>를 활용하여 주어진 극한 값을 구할 수 있는지 평가한다.
(단, 로피탈의 정리는 사용할 수 없음)
[수학 2 - iv] 미분법을 이용하여 [수학 2-i]에서 유도된 함수 $h(a)$에 대한 부등식을 유도할 수 있는지 평가한다.
[수학 2 - v] [수학 2-ii]와 [수학 2-iv]의 결과를 이용하여 주어진 극한 값을 구할 수 있는지 평가한다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
수학2- i	$f(a)=\ln a+\frac{1}{a}-1$ 유도	4점
	$h(a)=\ln a+\frac{2}{a}-2$ 유도	2점
수학2- ii	$h'(a)=\frac{a-2}{a^2}$ 유도	3점
	최솟값 $h(2)=\ln 2-1$	3점
수학2- iii	$\lim_{a\to 1}\frac{\ln a}{a-1}=\lim_{x\to 0}\ln(1+x)^{\frac{1}{x}}$ 임을 유도	4점
	$\lim_{a\to 1}\frac{h(a)}{a-1}=-1$ 도출	2점
수학2- iv	$k'(a)=\frac{a^{3/2}-a+2}{a^2}$ 임을 보인다.	2점

	$a>1$이므로 $k'(a)=\frac{a(\sqrt{a}-1)+2}{a^2}>0$ 임을 보인다.	3점
	$k(1)>0$임을 보인다.	1점
수학2- v	$\frac{\ln 2-1}{a}\le\frac{h(a)}{a}<\frac{2}{\sqrt{a}}$ 을 보인다.	3점
	$\lim_{a\to\infty}\frac{\ln 2-1}{a}=\lim_{a\to\infty}\frac{2}{\sqrt{a}}=0$을 보인다.	3점

7. 예시 답안

[수학 2- i]

문제의 조건으로 부터

$$f(a)=\int_1^a\left(\frac{1}{x}-\frac{1}{a}\right)dx=(\ln a-1)-\left(\ln 1-\frac{1}{a}\right)=\ln a+\frac{1}{a}-1$$

$$g(a)=(a-1)\frac{1}{a}=1-\frac{1}{a}$$

따라서

$$h(a)=\ln a+\frac{2}{a}-2$$

[수학 2- ii]

$$h'(a)=\frac{1}{a}-\frac{2}{a^2}=\frac{a-2}{a^2},\ h''(a)=-\frac{1}{a^2}+\frac{4}{a^3}$$

이고 $h''(2)=\frac{1}{4}>0$ 이므로

$h(a)$의 최솟값은 $h(2)=\ln 2-1$ 이다.

[수학 2- iii]

$\frac{h(a)}{a-1}=\frac{\ln a}{a-1}-\frac{2}{a}$이므로

$$\lim_{a\to1}\frac{h(a)}{a-1}=\lim_{a\to1}\left(\frac{\ln a}{a-1}-\frac{2}{a}\right)=\lim_{a\to1}\frac{\ln a}{a-1}-2$$
$$=\lim_{x\to0}\frac{\ln(1+x)}{x}-2$$
$$=\lim_{x\to0}\ln(1+x)^{\frac{1}{x}}-2$$

따라서 <제시문 2>에 의해서

$$\lim_{a\to1}\frac{h(a)}{a-1}=\ln e-2=-1$$

임을 알수 있다.

[수학 2-iv]

$k(a)=2\sqrt{a}-h(a)=2\sqrt{a}-\ln a-\frac{2}{a}+2$

라 두자. $a>1$ 이므로

$k'(a)=\frac{a^{3/2}-a+2}{a^2}=\frac{a(\sqrt{a}-1)+2}{a^2}>0$

그런데

$k(1)=2>0$

이므로

$k(a)=2\sqrt{a}-h(a)>0$

이다.

따라서 $h(a)<2\sqrt{a}$

(별해)

$k(a)=2\sqrt{a}-\ln a$

라 두면 $a>1$ 에서

$k'(a)=\frac{1}{\sqrt{a}}-\frac{1}{a}=\frac{\sqrt{a}-1}{a}>0$

이다. 그런데

$k(1)=2>0$

이므로

$k(a)=2\sqrt{a}-\ln a>0$

이다.

그런데 $a>1$에서 $\frac{a-1}{a}>0$ 이므로

$2\sqrt{a}-h(a)=2\sqrt{a}-\ln a+\frac{2(a-1)}{a}>2\sqrt{a}-\ln a>0$

이다.

[수학 2-v] [수학 1-ii]와 [수학 1-iv]의 결과로부터

$\ln 2-1\le h(a)<2\sqrt{a}$임을 알 수 있다.

양변을 a로 나누면

$\frac{\ln 2-1}{a}\le\frac{h(a)}{a}<\frac{2}{\sqrt{a}}$

그런데

$\lim_{a\to\infty}\frac{\ln 2-1}{a}=\lim_{a\to\infty}\frac{2}{\sqrt{a}}=0$

이므로 <제시문 3>에 의해

$\lim_{a\to\infty}\frac{h(a)}{a}=0$를 얻는다.

문항카드 17

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 물리학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I
	핵심개념 및 용어	힘과 운동, 운동량, 원자의 에너지 준위
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [물리학 I - i] ~ [물리학 I - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

물체의 가속도 a는 물체에 작용하는 알짜힘 F 에 비례하고 물체의 질량 m에 반비례한다.

<제시문2>

가속도가 a로 일정한 물체의 직선 운동에서 물체의 처음 속도가 v_0일 때, 시간 t가 지난 후 물체의 속도 v와 변위 s는 다음과 같은 관계를 만족한다.

$$v = v_0 + at,\ s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2,\ v^2 - v_0^2 = 2as$$

<제시문3>

전자가 에너지 준위 사이를 이동하는 것을 전이라고 한다. 에너지 준위 E_n에 있던 전자가 이보다 낮은 에너지 준위 E_m으로 전이할 때 방출되는 빛의 진동수 f는 다음과 같은 관계를 만족한다. (여기서 h는 플랑크 상수이다.)

$$E_n - E_m = hf$$

<제시문4>

보어의 수소 원자 모형에서 양자수 n에 따른 에너지 E_n은 다음과 같이 주어진다.

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ \text{eV}$$

[물리학 I - i] 그림 (a)는 질량이 각각 m과 $2m$인 물체 A와 물체 B가 도르래를 통해 늘어나지 않는 실로 연결되어 있을 때, 수평면 위에 놓인 A를 수평 방향의 힘 F_1로 당겨 A와 B가 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. (단, 중력 가속도는 g이고, 물체의 크기, 실의 질량, 도르래의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

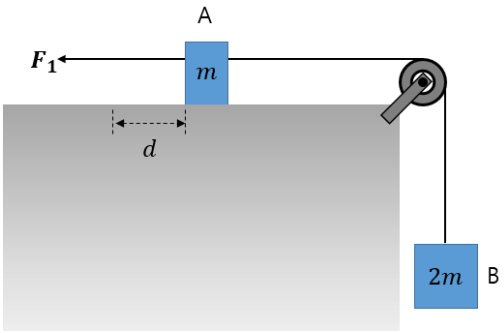


그림 (a)

(가) F_1의 방향으로 크기가 $6mg$인 힘 F_2를 더한, 힘 F 로 A를 끌어 당겼다. ($F=F_1+F_2$) 이때 실이 B를 당기는 힘 T 의 크기를 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) (가)의 힘 F 로 A를 당겨서 거리 d 만큼 수평 이동시킨 순간, A와 B를 연결한 실의 중간 부분이 끊어졌다. 실이 끊어지고 시간 t가 지난 후 A와 B의 운동량의 크기를 각각 구하고 그 근거를 논하시오.

[물리학 Ⅰ - ⅱ] 그림 (b)는 보어의 수소 원자 모형에서 에너지 준위 E_n을 양자수 $n=1$에서 $n=4$까지 나타낸 것이다.

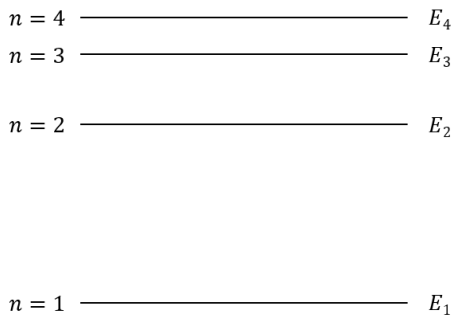


그림 (b)

(가) 빛을 방출하는 전자의 전이를 그림 (b)에 모두 표시하고 이를 답안지에 옮겨 그리시오. 전자의 전이에 따라 방출될 수 있는 서로 다른 빛의 파장은 몇 가지인지 제시하고 그 근거를 논하시오. (단, 전자의 전이는 그림에 표시된 에너지 준위 사이의 전이로 국한된다.)

(나) (가)에서 방출되는 빛의 파장 중 가장 짧은 파장을 λ_S, 가장 긴 파장을 λ_L이라 하자. 두 파장의 비 $\frac{\lambda_S}{\lambda_L}$를 구하고 그 근거를 논하시오.

3. 출제 의도

- 물체에 작용하는 알짜힘을 이해하고 알짜힘이 일정할 때 물체의 운동에 대한 이해를 평가한다.
- 보어의 원자 모형에서 전자의 에너지 준위 개념을 이해하고, 전자 전이와 빛의 흡수 및 방출에 대한 이해를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 적용 교육과정: 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[물리학 I]**

	영역별 내용
제시문1	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
제시문2	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다. [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
제시문3	(2) 물질과 전자기장 [12물리 I 02-02] 원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다.
제시문4	(2) 물질과 전자기장 [12물리 I 02-02] 원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다
[물리학 I - i]	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다. [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리 I 01-03] 뉴턴의 제3법칙의 적용 사례를 찾아 힘이 상호 작용임을 설명할 수 있다. [12물리 I 01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.
[물리학 I - ii]	(2) 물질과 전자기장 [12물리 I 02-02] 원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다

나) 자료 출처

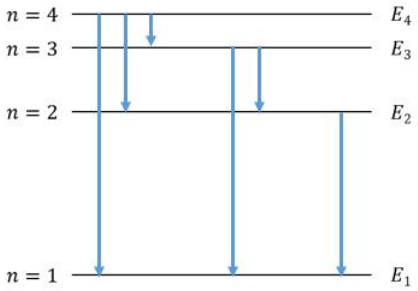
참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	김성진 외	미래엔	2018	24~26
	물리학 I	송진웅 외	동아출판	2018	21~23
	물리학 I	강남화 외	천재교육	2018	95~99
	물리학 I	손정우 외	비상교육	2018	92~96

5. 문항 해설

[물리학 Ⅰ]의 탐구 활동은 과학의 본성에 맞도록 구성하며, 탐구 문제의 발견으로부터 결론 도출에 이르기까지의 다양한 탐구기능을 균형 있게 다루도록 한다' 는 교육부의 취지에 부합하도록 문항을 구성하였다. 고등학교 교과 과정 [물리학 Ⅰ]의 "역학과 에너지" 단원에서 뉴턴 운동 법칙과 물체에 작용하는 힘에 대한 이해와 "물질과 전자기장" 단원에서 물질의 구조와 성질 그리고 원자 내 전자가 가지는 에너지의 분포에 대해 이해하고 이를 구체적인 상황에 적용할 수 있는가를 평가하고자 했다. 문항 [물리학 Ⅰ - ⅰ]은 알짜힘과 운동량의 개념을 이해하고 이를 물체의 운동에 적용할 수 있는 지를 묻는 문제이다. 문항 [물리학 Ⅰ - ⅱ]에서는 원자의 구조 및 보어의 원자 모형에서 전자의 에너지 준위 및 전이의 개념을 이해하고, 이를 적용할 수 있는 지를 묻고자 했다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
물리학 Ⅰ - ⅰ (가)	A에 작용하는 알짜힘 $2mg+6mg-T=ma$ (2점) B에 작용하는 알짜힘 $T-2mg=2ma$ (2점) $T=6mg$ (4점)	8
물리학 Ⅰ - ⅰ (나)	연결하는 실이 끊어지기 직전, 제시문 2를 이용하여 물체 A와 B의 속력 v 도출 (6점) $v^2=2\cdot 2g\cdot d,\ v=2\sqrt{gd}$ *별해 ********** 힘 F 로 A와 B를 끌어 d만큼 이동하였을 때 한 일은 A와 B의 역학적 에너지로 변환됨 $8mg\cdot d=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}(2m)v^2+2mgd$ $v=2\sqrt{gd}$ ********** 시간 t 가 지난 후 물체 A의 속력 v_A $v_A=v+at=2\sqrt{gd}+8gt=2(\sqrt{gd}+4gt)$ A의 운동량의 크기 $P_A=2m(\sqrt{gd}+4gt)$ (6점) 시간 t 가 지난 후 물체 B의 속력 v_B $v_B=v+at=2\sqrt{gd}-gt$ B의 운동량의 크기 $P_B=\lvert 2m(2\sqrt{gd}-gt)\rvert$ (6점) *별해 ********** $Ft=P_A-P_{A0}$ (P_{A0}는 실이 끊어진 순간 A의 운동량) $8mgt=P_A-m\cdot 2\sqrt{gd}$ (충격량-운동량변화) $P_A=2m(\sqrt{gd}+4gt)$ $-(2m)gt=P_B-P_{B0}$ (P_{B0}는 실이 끊어진 순간 B의 운동량) $-2mgt=P_B-2m\cdot 2\sqrt{gd}$ (충격량-운동량변화) $P_B=\lvert 2m(2\sqrt{gd}-gt)\rvert$ **********	18

물리학 I - ii (가)	보어의 수소 원자 모형에서 가능한 모든 전자 전이를 그림에 표시 방출되는 파장의 종류 6가지 (6점)  	6
물리학 I - ii (나)	$n=4 \rightarrow n=1$로의 전이: 가장 짧은 파장의 빛(가장 큰 에너지) 방출 (2점) $n=4 \rightarrow n=3$로의 전이: 가장 긴 파장의 빛(가장 작은 에너지) 방출 (2점) $\frac{\lambda_S}{\lambda_L}=\frac{E_4-E_3}{E_4-E_1}=\frac{7}{135}$ 또는 0.052 (4점)	8

7. 예시 답안

[물리학 I-i]

(가) F_1의 힘으로 실로 연결된 물체 A와 B를 당길 때, 힘 F_1과 실로 연결된 물체 A와 물체 B에 작용하는 중력은 힘의 평형을 이루고 있다.

$$F_1 = 2mg$$

F의 힘으로 실로 연결된 물체 A와 B를 당길 때,

물체 A에 작용하는 알짜힘에 의한 운동방정식은 다음과 같다.

$$F_1 + F_2 - T = ma \ (a\text{는 물체의 A의 가속도})$$

$$2mg + 6mg - T = ma$$

물체 B에 작용하는 알짜힘에 의한 운동방정식은 다음과 같다.

$$T - 2mg = 2ma$$

위의 두식을 연립하여 T를 소거하면 $a=2g$ 이며 따라서 실이 물체 B를 당기는 힘 T는 아래와 같다. (*****a를 소거하여 T를 직접 구해도 됨*****)

$$T = 6mg$$

(나) 힘 F 로 물체 A를 당길 때 물체 A와 B는 실로 연결되어 함께 움직이고 있으므로 동일한 속력을 지닌다. 연결하는 실이 끊어지기 직전, 제시문 2를 이용하여 물체 A와 B의 속력 v을 구하면 아래와 같다.

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

정지 상태에서 출발하였으므로 $v_0 = 0$ 이고 변위 s는 d이며 가속도 a는 문제 (가)에서 구한 $2g$이다. 따라서 물체 A와 B의 속력은 아래와 같이 구해진다.

$$v^2 = 2 \cdot 2g \cdot d$$

$$v = 2\sqrt{gd}$$

(별해) 일-에너지 정리로 실이 끊어지기 직전 A와 B의 속력********
힘 F 로 A와 B를 끌어 d만큼 이동하였을 때 한 일은 A와 B의 역학적 에너지로 변환됨

$$8mg \cdot d = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(2m)v^2 + 2mgd$$

$$v = 2\sqrt{gd}$$

****

실이 끊어진 후 물체 A의 가속도는 아래의 운동 방정식으로 구할 수 있다.

$F = ma_A$ (a_A는 실이 끊어진 후 물체 A의 가속도)

$$8mg = ma_A$$

$$a_A = 8g$$

제시문 <2>에 의해 시간 t 가 지난 후 물체 A의 속력 v_A는 아래와 같다.

$$v_A = v + at = 2\sqrt{gd} + 8gt = 2(\sqrt{gd} + 4gt)$$

따라서 실이 끊어진 후 시간 t가 지났을 때 물체 A의 운동량의 크기 P_A는 아래와 같다.

$$P_A = 2m(\sqrt{gd} + 4gt)$$

실이 끊어진 후 물체 B는 중력에 의해 g의 가속도로 실이 끊어지기 전 움직이는 방향 (위)과 반대방향 (아래)으로 움직인다.

제시문 <2>에 의해 시간 t 가 지난 후 물체 B의 속력 v_B는 아래와 같다.

$$v_B = v + at = 2\sqrt{gd} - gt$$

따라서 실이 끊어진 후 시간 t가 지났을 때 물체 B의 운동량의 크기 P_B는 아래와 같다.

$$P_B = \left|2m(2\sqrt{gd} - gt)\right|$$

(별해) 충격량으로 운동량********
실이 끊어진 후 시간 t 가 지났을 때 A의 운동량은 충격량으로부터 구할 수 있다.

$Ft = P_A - P_{A0}$ (P_{A0}는 실이 끊어진 순간 A의 운동량)

$$8mgt = P_A - m \cdot 2\sqrt{gd}$$

$$P_A = 2m(\sqrt{gd} + 4gt)$$

실이 끊어진 후 시간 t 가 지났을 때 B의 운동량은 충격량으로부터 구할 수 있다.

$-(2m)gt = P_B - P_{B0}$ (P_{B0}는 실이 끊어진 순간 B의 운동량)

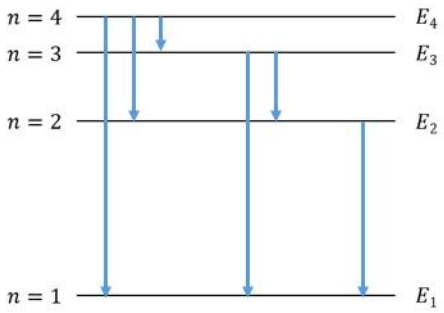
$$-2mgt = P_B - 2m \cdot 2\sqrt{gd}$$

$$P_B = \left|2m(2\sqrt{gd} - gt)\right|$$

****

[물리학 I-ⅱ]

(가) 제시문 <3>에 의해, 전자가 하나의 에너지 준위에서 에너지가 낮은 다른 에너지 준위로 전이할 때 두 에너지 준위 차이에 해당하는 에너지를 빛으로 방출한다. 4개의 에너지 준위에서 빛을 방출할 수 있는 경우의 수는 아래 그림과 같이 6개이며, 따라서 6가지 파장의 빛이 나타날 수 있다.



(나) 제시문 <4>에 의하면 양자 수 $n=4$ 에서 $n=1$로의 전이가 가장 큰 에너지를 지닌 빛을 방출하며, 양자 수 $n=4$ 에서 $n=3$로의 전이가 가장 작은 에너지를 지닌 빛을 방출한다.
빛의 에너지와 진동수는 $E=hf$의 관계를 가지며, 빛의 파장과 진동수는 $f=c/\lambda$ 의 관계를 가진다.
따라서 빛의 에너지와 파장의 아래와 같이 반비례의 관계를 갖는다.

$$E=hc/\lambda$$

그러므로, 양자 수 $n=4$ 에서 $n=1$로의 전이 시 발생되는 빛의 파장(λ_S)이 가장 짧으며,
양자 수 $n=4$ 에서 $n=3$로의 전이 시 발생되는 빛의 파장(λ_L)이 가장 길다.
따라서, 두 파장의 비 λ_S/λ_L는 아래와 같다.

$$\frac{\lambda_S}{\lambda_L}=\frac{E_4-E_3}{E_4-E_1}=\frac{7}{135}\text{ 또는 }0.052$$

문항카드 18

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	몰, 원자량, 분자량, 화학식량, 아보가드로 법칙, 화학 반응에서의 양적 관계, 농도, 전자쌍 반발 이론, 분자의 구조와 성질, 산화수, 산화제와 환원제, 수소 이온 농도 지수, 화학 반응과 열의 출입
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

〈제시문1〉

화학 반응에서 반응물과 생성물이 가지고 있는 에너지가 서로 다르기 때문에 화학 반응이 일어날 때 열의 출입이 있게 된다.

〈제시문2〉

화학 반응에 관여한 물질 사이의 계수비는 몰비에 해당한다. 따라서, 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물의 질량비를 계산할 수 있고, 온도와 압력이 일정할 때에는 기체의 부피비도 계산할 수 있다.

〈제시문3〉

공유 결합으로 형성된 분자에서 중심 원자를 둘러싼 전자쌍들은 그들 사이의 전기적 반발력을 최소로 하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져서 배치되려 하는데, 이를 전자쌍 반발 이론이라고 한다.

〈제시문4〉

산화수는 물질을 구성하는 원자가 어느 정도로 산화되었는지를 나타내는 가상적인 값이다. 이온 결합 물질에서 산화수는 각 이온의 전하가 그 이온의 산화수이며, 공유 결합 물질에서는 공유 전자쌍이 그것을 더 세게 끌어당기는 원자에 속해 있다고 가정할 때 각 원자에 할당된 전하수가 산화수가 된다. 화학 반응 전후에 어떤 원자의 산화수가 증가한다면 그 원자가 포함된 물질은 산화된 것이다. 산화제는 다른 물질은 산화시키고 자신은 환원되는 물질이며, 환원제는 다른 물질은 환원시키고 자신은 산화되는 물질이다.

다음의 반응(1)은 탄화수소 에테인(C_2H_6)의 연소 반응이고, 반응(2)는 탄산 칼슘($CaCO_3$)이 물(H_2O), 이산화 탄소(CO_2)와 함께 반응하여 물에 잘 녹는 탄산수소 칼슘($Ca(HCO_3)_2$)이 생성되는 반응이다.

$aC_2H_6(g) + bO_2(g) \rightarrow cCO_2(g) + dH_2O(l)$ (a~d는 반응 계수) ····· 반응(1)

$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$ ····· 반응(2)

[화학 Ⅰ - ⅰ] 성균이는 반응(1)과 같은 연소 반응에서 발생하는 열을 이용하여 물을 가열하고자 한다. 이를 위해 문헌을 검색하여, 에테인 1g이 완전 연소될 때 52.5kJ의 열량을 방출한다는 것을 알게 되었다.

(가) 0℃, 1기압에서, 성균이가 25℃인 물 500mL를 100℃까지 가열하는데 필요한 산소의 최소 부피(L)를 논하시오. (단, 1kJ = 1000J이며, 연소 반응에서 발생한 열량은 손실 없이 모두 물로 전달된다고 가정한다. 물의 밀도와 비열은 각각 1g/mL와 4.2J/g·℃이며, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

(나) 위의 과정에서 생성된 이산화 탄소와 동일한 양의 이산화 탄소를 반응(2)와 같이 탄산 칼슘과 반응시킨 후, 생성되는 탄산수소 칼슘을 모두 물에 녹여서 수용액을 만들었다. 이렇게 만든 수용액의 질량이 500g일 때, 이 탄산수소 칼슘 수용액의 퍼센트 농도(%)를 논하시오. (단, Ca의 원자량은 40이다.)

[화학 Ⅰ - ⅱ] 성균이는 이산화 탄소와 물에 대전된 막대를 가까이 대어 보면 물만 막대 쪽으로 끌린다는 사실을 알게 되었다. 성균이에게 이산화 탄소와 물이 대전된 막대에 끌리는 성질이 서로 다른 이유를 어떻게 설명하면 좋을지 <제시문 3>에 제시된 전자쌍 반발 이론을 사용하여 논하시오.

[화학 Ⅰ - ⅲ] 반응(1)과 반응(2)에 참여하는 모든 원소에 대하여 반응 전후의 산화수를 확인하여, 어떠한 물질이 산화제인지 어떠한 물질이 환원제인지 논하시오.

[화학 Ⅰ - ⅳ] 성균이는 화학 시간에 공기 중의 이산화 탄소가 물에 용해될 때 이산화 탄소의 농도는 약 1.2×10^{-5}M이 되고, 이어서 생성되는 탄산(H_2CO_3)에 의해 깨끗한 물의 pH가 약 5.6이 된다고 들었다. 그렇다면 [화학 Ⅰ - ⅰ]에서와 같은 과정에서 생성된 이산화 탄소가 모두 순수한 물에 용해되어 pH가 5.6인 수용액이 되는 경우, 이 수용액의 부피(L)는 얼마가 되는지를 논하시오.

3. 출제 의도

화학 Ⅰ 교과에서 다루고 있는 몰, 아보가드로 법칙, 몰 농도, 퍼센트 농도, 화학 반응에서의 양적 관계, 전자쌍 반발 이론, 분자의 구조와 성질, 산화 환원 반응, 화학 반응과 열의 출입 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량, 화학식량 등의 의미를 이해하고 이를 바탕으로 간단한 연소 반응 등에서의 화학 반응과 열의 출입, 화학 반응에서의 양적 관계를 종합적으로 파악할 수 있는지 평가하고자 하였다. 이와 함께 몰과 기체 부피 사이의 관계에 대한 이해를 평가하고자 하였으며, 전자쌍 반발에 의해 결정되는 분자의 구조와 분자의 성질 사이의 관계에 대한 기본적인 이해를 평가하고자 하였다. 이외에도, 화학 반응에서 산화수의 변화를 추적함으로써 산화 환원 반응을 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였으며, 몰 농도에 대한 이해를 바탕으로 문제의 핵심을 파악하고 해결할 수 있는 논리적 사고 능력을 평가하고자 하였다. 기본적으로 고등학교 화학 Ⅰ 교과 내용에 대한 충실한 이해를 바탕으로, 단순 암기를 통해 획득한 지식의 제시에 그치지 않고 논리적으로 사고하고 서술하는 능력을 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 적용 교육과정: 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[화학 Ⅰ]**

	영역별 내용
제시문1	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.
제시문2	(1) 화학의 첫걸음 [12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
제시문3	(3) 화학 결합과 분자의 세계 [12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다. [12화학Ⅰ03-07] 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.
제시문4	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
[화학Ⅰ-ⅰ]	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.
	(1) 화학의 첫걸음 [12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
[화학Ⅰ-ⅱ]	(3) 화학 결합과 분자의 세계 [12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다. [12화학Ⅰ03-07] 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.
[화학Ⅰ-ⅲ]	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
[화학Ⅰ-ⅳ]	(1) 화학의 첫걸음 [12화학Ⅰ01-05] 용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.
	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	197-198
	화학Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	187-189
	화학Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	188-191
	화학Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	174-175
	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	203-209
기타	수능특강 화학Ⅰ	고삼곤 외 5인	EBS	2020	193-195

<제시문2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외 6인	천재교육	2020	34-37
	화학 I	이상권 외 7인	지학사	2020	36-39
	화학 I	최미화 외 5인	미래엔	2020	40-41
	화학 I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	36-37
	화학 I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	50-53
기타	수능특강 화학 I	고삼곤 외 5인	EBS	2020	37-38

<제시문3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외 6인	천재교육	2020	138
	화학 I	이상권 외 7인	지학사	2020	133-134
	화학 I	최미화 외 5인	미래엔	2020	134-135
	화학 I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	126
	화학 I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	149
기타	수능특강 화학 I	고삼곤 외 5인	EBS	2020	133-134

<제시문4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외 6인	천재교육	2020	189-192
	화학 I	이상권 외 7인	지학사	2020	177-178
	화학 I	최미화 외 5인	미래엔	2020	178-182
	화학 I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	171-172
	화학 I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	194-199
기타	수능특강 화학 I	고삼곤 외 5인	EBS	2020	188-191

[화학 I - i]

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외 6인	천재교육	2020	27-28, 34-37, 40, 197-198
	화학 I	이상권 외 7인	지학사	2020	29-32, 36-39, 40, 187-189
	화학 I	최미화 외 5인	미래엔	2020	30-32, 40-41, 44, 188-191
	화학 I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	32, 36-37, 40, 174-175
	화학 I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	37-38, 41, 50-53, 203-209
기타	수능특강 화학 I	고삼곤 외 5인	EBS	2020	22-24, 37-38, 39, 193-195

[화학 Ⅰ-ⅱ]

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	138-145
	화학 Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	133-141
	화학 Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	134-144
	화학 Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	126-131
	화학 Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	149-158
기타	수능특강 화학 Ⅰ	고삼곤 외 5인	EBS	2020	133-140

[화학 Ⅰ-ⅲ]

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	189-192
	화학 Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	177-178
	화학 Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	178-182
	화학 Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	171-172
	화학 Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	194-199
기타	수능특강 화학 Ⅰ	고삼곤 외 5인	EBS	2020	188-191

[화학 Ⅰ-ⅳ]

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학 Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	161-162, 171, 41
	화학 Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	158-160, 166, 40
	화학 Ⅰ	최미화 외 5인	미래엔	2020	156-159, 162, 45
	화학 Ⅰ	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	144-148, 151, 41
	화학 Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	172-173, 176, 42
기타	수능특강 화학 Ⅰ	고삼곤 외 5인	EBS	2020	152-157, 40

5. 문항 해설

[화학 Ⅰ-ⅰ]

몰, 원자량과 분자량, 화학식량, 몰과 기체 부피 사이의 관계, 농도 등에 대한 이해를 바탕으로 간단한 반응에 대하여 화학 반응에 따른 열의 출입과 양적 관계를 종합적으로 파악하고 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

[화학 Ⅰ-ⅱ]

고등학교 화학Ⅰ 교과의 교육 내용에 대한 이해의 충실도를 평가하기 위하여, 분자의 구조와 물리적, 화학적 성질의 관계를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하는 문제이다. 분자의 물리적 성질의 차이를 분자의 극성 차이로 설명하고, 분자의 극성이 다른 이유를 전자점식, 전자쌍 반발 이론을 근거로 찾은

분자의 구조와 관련지여 설명할 수 있는지 평가하는 문제이다.

[화학 Ⅰ-ⅲ]

산화수 개념과 산화 환원 반응에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 주어진 반응 중에서 산화 환원 반응을 찾고 산화제와 환원제를 찾는 과정을 간단히 논술할 수 있는가를 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ-ⅳ]

동적 평형과 몰 농도에 대한 기본적인 이해를 바탕으로, 주어진 상황에서 문제의 해결에 필요한 핵심 사항을 파악하여 문제를 해결하는 능력을 평가하고자 하였다. 단순한 암기를 통해 획득한 지식의 제시 능력보다는 문제에 대한 논리적인 판단과 서술이 가능한지 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[화학 Ⅰ-ⅰ]	(가) 몰, 분자량, 몰과 기체 부피 사이의 관계 등에 대한 충실한 이해를 바탕으로 화학 반응에 따른 열의 출입과 양적 관계를 종합적으로 파악하고 논리적으로 서술할 수 있는가	8
	(나) 몰, 화학식량, 퍼센트 농도 등에 대한 충실한 이해를 바탕으로 화학 반응에 따른 양적 관계를 종합적으로 파악하여 생성물의 질량을 구하고, 물에 녹인 수용액의 퍼센트 농도를 구할 수 있는가	8
[화학 Ⅰ-ⅱ]	루이스 전자점식 사용하여 중심 원자의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 수에 따른 분자 구조를 알아내고, 이에 근거하여 분자의 극성과 물리적 성질 사이의 관계를 설명할 수 있는가	8
[화학 Ⅰ-ⅲ]	제시된 반응에서 산화수의 변화를 통해 산화 환원 반응을 찾고 산화제와 환원제를 구분할 수 있는가	8
[화학 Ⅰ-ⅳ]	동적 평형과 몰 농도의 의미에 대한 충실한 이해를 바탕으로, 필요한 정보를 활용하여 정해진 용질에 대하여 원하는 농도를 갖는 용액의 부피를 알아낼 수 있는가.	8

7. 예시 답안

[화학 Ⅰ-ⅰ]

(가) 물의 밀도가 1g/mL이므로 500mL의 물은 500g이다. 따라서, 물을 100℃까지 가열하는데 필요한 열량은 다음과 같다.

$$500\text{g} \times 4.2\text{J/g}\cdot\text{℃} \times \{(100 - 25)\text{℃}\} = 157{,}500\text{J} = 157.5\text{kJ}$$

에테인 1g이 완전 연소될 때 52.5kJ의 열량이 방출되므로, 완전 연소를 통해 157.5kJ 만큼의 열량을 방출하기 위한 에테인의 질량은 다음과 같다.

$$(157.5\text{kJ}) / (52.5\text{kJ/g}) = 3\text{g}$$

따라서, 최소한 3g의 에테인이 필요하다. 에테인 분자량이 30g/mol이므로, 에테인 3g은 에테인 0.1몰

에 해당한다.

반응의 계수를 맞추면, a = 2, b = 7, c = 4, d = 6이므로, 에테인 0.1몰과 반응하는 산소는 0.35몰이다. 0℃, 1기압에서의 기체 1몰의 부피가 22.4L이므로, 필요한 산소의 최소 부피는 다음과 같다.

$$0.35\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 7.84\text{L}$$

(나) 계수 a와 c의 비가 1:2이고 0.1몰의 에테인이 연소하였으므로, 생성되는 이산화 탄소는 0.2몰이다. 반응(2)를 보면 반응하는 이산화 탄소와 생성되는 탄산수소 칼슘의 계수비가 1:1이므로, 화학식량이 162 g/mol인 탄산수소 칼슘이 생성되는 질량은 다음과 같다.

$$0.2\text{mol} \times 162\text{g/mol} = 32.4\text{g}$$

생성되는 탄산수소 칼슘을 모두 물에 녹여 500g의 수용액을 만들었으므로, 이 수용액의 퍼센트 농도(%)는 다음과 같다.

$$(32.4\text{g} \div 500\text{g}) \times 100\% = 6.48\%$$

[화학 Ⅰ-ⅱ]

이산화 탄소와 물의 루이스 전자점식을 그리면 각각 다음과 같다.

그림에서 알 수 있듯이, 이산화 탄소는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없이 공유 전자쌍만 2개가 있으며 물은 중심 원자에 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍이 각각 2개씩 있다. 따라서, 전자쌍 반발 원리에 따르면 이산화 탄소는 직선형 분자 구조를 가지며, 물은 굽은 형 분자 구조를 가진다.

C, O, H는 모두 서로 전기 음성도가 다르므로 C=O 결합과 O-H 결합은 극성 공유 결합이다. 그런데, 이산화 탄소에서는 두 C=O 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되어 무극성 분자가 된다. 반면, 물 분자에서는 두 O-H 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되지 않아 극성 분자가 된다.

극성 분자는 쌍극자를 가지므로 분자 내에 부분적인 양전하와 부분적인 음전하를 띠는 부분이 존재한다. 따라서, 대전된 막대를 가까이 가져가면, 극성 분자인 물은 막대의 전하와 반대 부호를 갖는 부분적인 전하가 대전체 쪽으로 향하게 되어 대전된 막대 쪽으로 끌리게 된다. 반면, 무극성 분자인 이산화 탄소에서는 이러한 현상이 일어나지 않는다.

[화학 Ⅰ-ⅲ]

반응(1)과 반응(2)에 참여하는 모든 원소에 대하여 반응 전후의 산화수는 각각 다음과 같다.

반응(1)에 참여하는 원소	산화수	
	반응 전	반응 후
C	-3	+4
H	+1	+1
O	0	-2

반응(2)에 참여하는 원소	산화수	
	반응 전	반응 후
Ca	+2	+2
C	+4	+4
H	+1	+1
O	-2	-2

반응(1)에서는 탄소(C)의 산화수가 증가하고 산소(O)의 산화수가 감소하였으므로 산화 환원 반응이며, 반응(2)는 산화수의 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다. <제시문4>에서 “화학 반응 전후에 어떤 원자의 산화수가 증가한다면 그 원자가 포함된 물질은 산화된 것이다. 산화제는 다른 물질은 산화시키고 자신은 환원되는 물질이며, 환원제는 다른 물질은 환원시키고 자신은 산화되는 물질이다.”라고 하였으므로, 이에 따라 산화제는 산소(O_2)이며 환원제는 에테인(C_2H_6)이다.

[화학 Ⅰ-ⅳ]

이산화 탄소가 물에 용해되어 동적 평형 상태에 있으므로, 이 농도는 일정하게 유지된다. 따라서, pH 5.6은 동적 평형 상태에서 산성 수용액의 pH에 해당된다.

[화학 Ⅰ-ⅰ]에서, 생성되는 이산화 탄소의 양은 0.2몰이다. 동적 평형 상태에서 이산화 탄소의 몰 농도가 1.2×10^{-5}M이므로, 0.2몰의 이산화 탄소가 용해된 수용액의 몰 농도가 1.2×10^{-5}M이 되는 수용액의 부피를 구하면 된다. 몰 농도는 용액 1L에 녹아 있는 용질의 양(mol)이므로, 구하는 수용액의 부피(L)는 다음과 같다.

$$(0.2\text{mol}) \div (1.2\times10^{-5}\text{M}) = 1.7\times10^{4}\text{L}$$

문항카드 19

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 생명과학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	군집, 개체군, 개체군의 상호 작용, 막전위, 활동 전위, 시냅스
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [생명과학 I -i] ~ [생명과학 I -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

귀납적 탐구 방법은 자연 현상을 관찰하여 얻은 자료를 종합하고 분석하는 과정에서 규칙성을 발견하고, 이로부터 일반적인 원리나 법칙을 끌어내는 탐구방법이다. 이에 반해, 연역적 탐구방법은 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문의 답을 찾기 위해 가설을 세우고, 체계적인 검증을 통해 결론을 얻는 탐구 방법이다. 가설을 검증하기 위하여 탐구를 설계하고 수행한다. 탐구를 수행할 때는 대조군을 설정하고 실험군과 비교하는 대조 실험을 하여 실험 결과의 타당성을 높여야 한다. 탐구를 수행하여 얻은 결과는 표나 그래프 등으로 정리하여 분석한다. 이 과정에서 처음에 설정한 가설이 옳지 않다고 판단되면 가설을 수정하여 새로운 탐구를 설계한 후 다시 수행한다. 그리고 실험 결과를 분석한 내용이 가설과 일치하면 결론을 내린다. 이 결론이 다른 과학자들의 탐구를 통해 반복해서 확인되면 이론이나 학설로 인정받아 일반화된다.

<제시문2>

생태계를 구성하는 생물적 요인의 가장 작은 단위는 개체이며, 같은 곳에서 살아가면서 번식하는 같은 종의 개체들이 모여 개체군을 이룬다. 어떤 지역에서는 여러 개체군이 모여 살아가는데, 이곳에 사는 모든 개체군의 집합을 군집이라고 한다. 군집은 여러 생물종으로 되어 있을 뿐만 아니라 각기 다른 방식으로 환경 또는 다른 개체군과 영향을 주고받으므로 단일 개체군과는 구별되는 여러 가지 특성을 나타낸다.

<제시문3>

자극을 받은 뉴런의 세포막에서 일어나는 막전위의 변화를 흥분이라고 하며, 자극을 받아 발생한 흥분이 축삭 돌기를 따라 이동하는 것을 흥분의 전도라고 한다. 뉴런이 자극을 받지 않은 상태에서는 세포 안팎의 Na^+, K^+ 이온들의 불균등한 분포와 이들의 막 투과성의 차이로 인해 세포 안팎에 전위차가 발생한다. 뉴런의 휴지 전위는 약 -70 mV이다. 휴지 전위 상태의 뉴런이 역치 이상의 자극을

받으면, Na^+ 통로가 열려 Na^+이 세포 밖에서 세포 안으로 들어오면서 막전위가 상승한다. 이를 탈분극이라고 하며, 막전위는 약 +35 mV까지 상승한다. 이후 Na^+ 통로는 닫히고, 닫혀 있던 K^+ 통로가 열리면서 K^+이 세포 안에서 세포 밖으로 빠져 나가면 막전위가 휴지 전위까지 하강하는 데, 이를 재분극이라고 한다. 막전위가 휴지 전위보다 더 낮은 과분극 상태가 되면 다시 K^+ 통로가 닫히면서 막전위가 휴지 전위로 돌아간다. 이처럼 막전위가 급격히 상승했다가 다시 되돌아오는 막전위의 변화를 활동 전위라고 한다.

<제시문4>

활동 전위가 뉴런의 축삭 돌기 말단에 도달하면 시냅스 소포가 뉴런의 세포막과 융합하여 시냅스 소포에 들어 있는 신경 전달 물질이 시냅스 틈으로 방출된다. 방출된 신경 전달 물질로 시냅스 이후의 뉴런의 세포막이 탈분극되어 활동 전위가 발생한다. 이러한 현상을 흥분 전달이라고 한다.

다음을 읽고, [생명과학Ⅰ-ⅰ] ~ [생명과학Ⅰ-ⅲ]에 대해 답하시오.

빅데이터-인공지능 관련 벤처기업 "율전"은 다양한 생명 현상을 시뮬레이션해 볼 수 있는 [SKKU-BIO]라는 교육용 소프트웨어를 개발하고, 기능의 일부를 체험할 수 있는 무료 버전을 온라인으로 제공하기로 하였다. 생명과학을 좋아하는 고등학생 "성균"은 이를 바로 실행해 보았다. 무료 버전에서는 다양한 [SKKU-BIO] 프로그램 중에서 오직 한 가지 [군집 내 개체군의 상호 작용 연구]만 사용이 가능하였다. 관련 아이콘을 클릭하고 시뮬레이션을 위한 환경 설정을 완료하니, 알림창과 함께 숫자가 가득한 표가 화면에 나타났다.

환경 설정	허용함	허용하지 않음
임의로 설정된 생태계	☑	☐
환경 수용력의 한계	☑	☐
종의 이입과 이출	☐	☑
시뮬레이션 시간제한	☐	☑

다음 단계

알림 − ❐ ×

현재는 [군집 내 개체군의 상호 작용 연구] 기능만 사용이 가능합니다. 더 많은 기능을 위해서는 생물종 A, B, C, D, E 개체군 사이의 상호 작용에 대한 이해가 필요합니다.

다음은 생태계 (가), (나)에 서식하는 생물종의 시간에 따른 개체수를 나타낸 표이다. <표1> ~ <표3>은 시작 개체수 10으로 설정된 생물종 A, B, C, D, E 개체군의 크기 변화를 나타낸다. <표1>과 <표2>는 시뮬레이션 초기의 개체수 변화를, <표3>은 생태계 평형이 이뤄지고 있는 어느 시점에서의 개체수 변화를 나타낸다.

<표1>

생태계	조건	종	시간(상대적인 값)									
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
(가)	단독	A	10	20	40	80	160	300	400	450	460	460
	단독	B	10	25	60	130	250	460	610	680	700	700
	단독	C	10	20	50	100	210	400	540	620	650	650
	단독	D	10	60	330	950	2400	3100	3400	3500	3500	3500
	단독	E	10	11	13	16	21	29	38	50	59	67

<표2>

생태계	조건	종	시간(상대적인 값)									
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
(가)	혼합 (A+B)	A	10	20	40	75	90	60	30	10	5	3
		B	10	25	60	120	220	380	500	580	640	680
	혼합 (A+C)	A	10	20	55	130	290	540	700	750	770	770
		C	10	25	65	160	360	640	860	950	980	980
	혼합 (B+D)	B	10	30	75	200	440	750	980	1100	1180	1200
		D	10	60	330	950	2400	3100	3400	3500	3500	3500
	혼합 (B+E)	B	10	25	60	130	250	460	610	680	700	700
		E	10	11	13	16	21	29	38	50	59	67
	혼합 (D+E)	D	10	60	330	950	2400	3100	3400	3500	3500	3500
		E	10	11	13	16	21	29	38	50	59	67

<표3>

생태계	조건	종	시간(상대적인 값)										
			T51	T52	T53	T54	T55	T56	T57	T58	T59	T60	T61	T62
(나)	혼합 (A+ D+E)	A	110	510	860	420	100	220	950	960	570	100	120	600
		D	8100	10200	7200	1200	3200	11800	12500	7200	1500	2200	9500	11200
		E	33	9	66	73	28	12	22	89	95	31	10	15

[생명과학 I - i] <표1>과 <표2>를 참고하여, <표2>의 생물종 A와 B 사이, A와 C 사이, B와 D 사이, B와 E 사이, D와 E 사이 각각에서 발견되는 개체군의 상호 작용을 추론하고, 개체군의 생장곡선 그래프를 사용하여 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - ii] 먼저 <표3>에서 관찰되는 생물종 A, D, E 개체군 사이의 상호작용을 추론하시오. 그리고 <표3>의 (A+D+E) 혼합 군집 내로 생물종 B가 이입될 경우, 개별 A, D, E 개체군의 크기 변화를 예측하고, 그 근거를 논하시오. (단, 문항 [생명과학 I - i]에서 추론한 개체군의 상호 작용은 그대로 적용이 된다.)

[생명과학 I - iii] 성균이가 <표2>에 표시된 시간범위를 T1~T10에서 T11~T20으로 변경하자 <표4>가 화면에 나타났다. <표2>를 참고하여 <표4>에서 관찰되는 변화를 분석하고, 이러한 변화를 설명할 수 있는 개체군 A와 B의 상호 작용에 대해서 논하시오.

<표4>

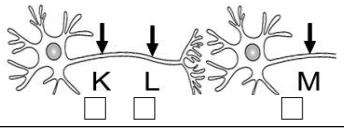
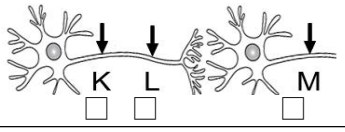
생태계	조건	종	시간(상대적인 값)									
			T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
(가)	혼합 (A+B)	A	3	3	4	8	16	32	64	95	110	120
		B	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

[생명과학 I - iv] 앞의 문제를 해결한 성균이는 [SKKU-BIO]의 보다 다양한 기능을 활용할 수 있게 되었다. [과학 수사대]라는 아이콘을 클릭하자 다음의 알림창과 함께 <그림1>이 화면에 나타났다.

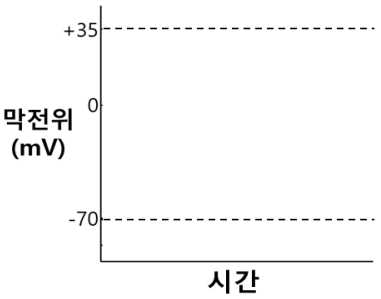
알림

뒷산의 약수터에서 떠온 물을 마신 명륜이는 갑작스런 신경 마비 증세로 고통을 호소하고 있다. 그가 마셨다는 약수를 율전 과학 수사대에 성분 분석을 의뢰한 결과, 신경을 마비시키는 신경 독소 X가 다량 검출되었다. 율전 과학 수사대의 보고서에는 뉴런의 Na^+ 통로가 열리는 기능을 차단, 뉴런의 K^+ 통로가 열리는 기능을 저해, 시냅스 소포와 세포막의 융합을 차단하는 세 가지 기능 중 하나가 독성 물질 X의 기능이라 표시되어 있다.

<그림1>

(1) 뉴런 처리 용액	(2) 전기 자극을 주는 지점	(3) 막전위 측정 지점	
G. 용매 □ H. 용매+독성 물질 X □			실행

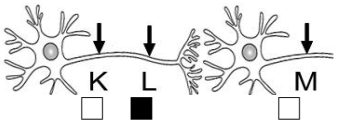
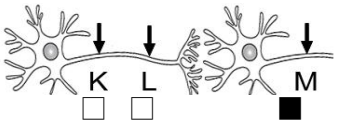
<그림1>은 뉴런에 자극을 주었을 경우, 뉴런에서 발생하는 막전위의 변화를 측정할 수 있는 가상의 장치를 나타낸다. 마우스 클릭으로 뉴런 처리 용액의 종류, 전기 자극을 주는 지점, 막전위 측정 지점을 결정하고 실행 버튼을 누르면, 시간에 따른 막전위의 변화가 <그림2>에 표시되어 출력된다. (1) 뉴런 처리 용액과 (2) 전기 자극을 주는 지점에서는 각각 한 가지씩 선택이 가능하고, (3) 막전위 측정 지점에서는 여러 가지 선택이 가능하다. 막전위 측정 지점의 개수에 따라 화면에 표시되는 그래프의 개수도 달라진다. 전기 자극을 주는 지점과 막전위 측정 지점은 동일하게 설정할 수 없다.



<그림2> 뉴런에서의 막전위의 변화

성균이는 먼저 이 프로그램이 어떻게 작동하는지 살펴보았다.

<그림3>

(1) 뉴런 처리 용액	(2) 전기 자극을 주는 지점	(3) 막전위 측정 지점	
G. 용매 □ H. 용매+독성 물질 X ■			실행

위의 <그림3>과 같이, (1)-H, (2)-L, (3)-M 을 선택하고 실행 버튼을 눌러보았다. 기대한 것과는 다르게 막전위 그래프는 화면에 표시되지 않았고, 오른쪽의 알림창만 나타났다.

알림

비교할 수 있는 측정 결과가 없기에 독성 물질 X의 효과는 확인이 불가능합니다. 다시 실행하십시오.

성균이는 다음의 두 가지 가설을 이 프로그램을 사용하여 검증해 보고자 한다. 먼저 가설을 검증하기 위한 탐구를 설계하고, 가설이 옳다면 화면에 표시될 예상 결과를 <제시문3>을 참고하여 <그림2>에 표시하고, 그 근거를 논하시오. (답안지에 <그림2>를 옮겨 그리고, 그 위에 시간에 따른 막전위의 변화를 표시하시오. 탐구 설계는 <그림 3>에서 성균이가 수행한 대로 (1)-H, (2)-L, (3)-M 으로 표시하면 충분하다.)

(가설1) 독성 물질 X는 뉴런의 K^+ 통로가 열리는 기능을 저해한다.

(가설2) 독성 물질 X는 시냅스 소포와 세포막의 융합을 차단한다.

3. 출제 의도

본 문항은 생태학에서의 군집 내 개체군의 상호 작용과 뉴런에서의 활동 전위의 발생과 흥분 전달에 대한 학생들의 이해도를 측정하고자 출제되었다. [SKKU-BIO]라는 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 가상의 실험 공간을 설정하고, 여기서 생명과학 탐구를 수행하게 함으로써 학생들의 사고력과 과학적 의사소통 능력을 확인하고자 하였다. 군집 내 개체군의 상호작용에 대한 문항 [생명과학Ⅰ-ⅰ] ~ [생명과학Ⅰ-ⅲ]에는 귀납적 탐구 방법이, 뉴런에서의 자극의 전달에 대한 문항 [생명과학Ⅰ-ⅳ]에는 연역적 탐구 방법이 적용되었다.

문항 [생명과학Ⅰ-ⅰ] ~ [생명과학Ⅰ-ⅲ]에서는 5 가지 생물종의 개체수 변화를 알 수 있는 4개의 표를 제시하였다. 자료 해석을 위해 개체군별 생장곡선을 그리도록 안내하였고, 개별 생물종의 개체수 변화를 단일 배양 조건과 혼합 배양 조건에서 비교함으로써 개체군 간의 상호작용을 도출하도록 유도하였다. 문항 [생명과학Ⅰ-ⅳ]에서는 신경을 마비시키는 기능을 하는 독성 물질 X를 설정하고, 학생들에게 연역적 탐구 방식으로 X를 찾는 탐구를 설계하도록 안내하였다. 가설 검증을 위한 탐구 수행과 자료 해석 과정에서 자연스럽게 뉴런에서의 막전위 변화양상을 그래프로 표시하고 근거를 제시하도록 유도하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 적용 교육과정: 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[생명과학Ⅰ]**

	영역별 내용
제시문1	(1) 생명과학의 이해 [12생과Ⅰ01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.
제시문2	(5) 생태계와 상호 작용 [12생과Ⅰ05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.
제시문3	(3) 항상성과 몸의 조절 [12생과Ⅰ03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
제시문4	(3) 항상성과 몸의 조절 [12생과Ⅰ03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
생명과학Ⅰ-ⅰ	(1) 생명과학의 이해 [12생과Ⅰ01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.
	(5) 생태계와 상호 작용 [12생과Ⅰ05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.
생명과학Ⅰ-ⅱ	(1) 생명과학의 이해 [12생과Ⅰ01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.
	(5) 생태계와 상호 작용 [12생과Ⅰ05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.

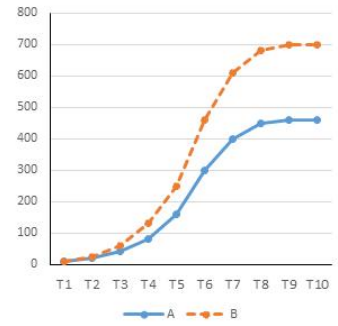
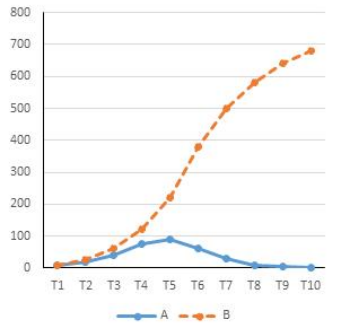
생명과학 Ⅰ - iii	(1) 생명과학의 이해 [12생과 Ⅰ 01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.
	(5) 생태계와 상호 작용 [12생과 Ⅰ 05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.
생명과학 Ⅰ - iv	(5) 생태계와 상호 작용 [12생과 Ⅰ 05-02] 개체군과 군집의 특성을 이해하고, 개체군과 군집 내의 상호 작용을 설명할 수 있다.
	(3) 항상성과 몸의 조절 [12생과 Ⅰ 03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

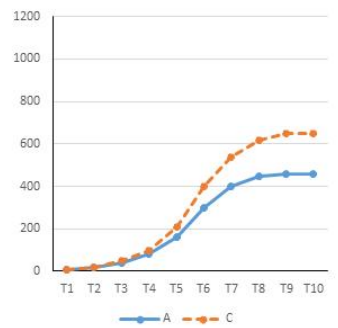
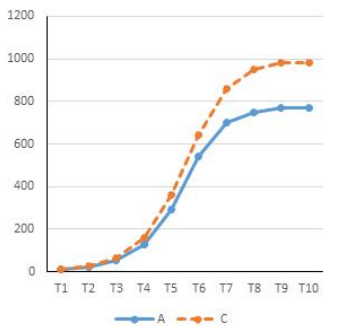
나) 자료 출처

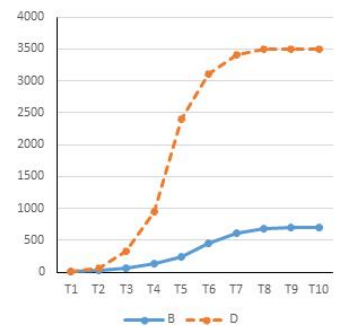
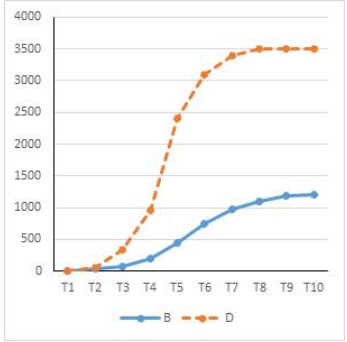
참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 Ⅰ	심규철 외 5명	비상교육	2020	59-64
	생명과학 Ⅰ	오현선 외 5인	미래인	2020	26-29
	생명과학 Ⅰ	김윤택 외 4인	동아출판	2020	165-178
	생명과학 Ⅰ	이준규 외 5인	천재교육	2020	58-63

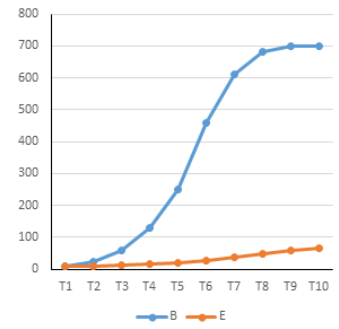
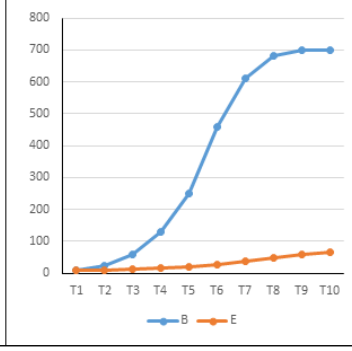
5. 문항 해설

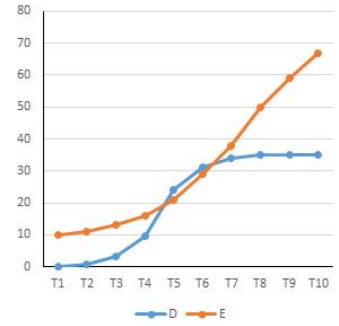
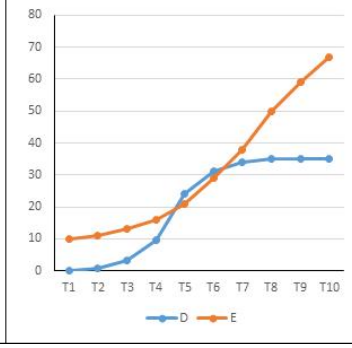
[생명과학 Ⅰ - i] <표1> 단독배양 조건에서 생물종 A, B, C, D, E 개체군의 생장 곡선을 그리고, 이를 <표2> 혼합배양 조건에서 관찰되는 두 개체군의 생장곡선을 그려 비교하면, 개체군의 상호작용을 도출할 수 있다.

A와 B 단독 배양	A와 B 혼합 배양	A가 밀려나는 배타적 경쟁 관계
		A+B 혼합 배양 조건에서는 초기에는 두 개체군 모두 크기가 증가하지만, 생물종 A는 단독 배양에 비해서 증가 속도가 크게 떨어진다. 결국 B는 살아남고, A는 개체수가 급격히 감소하였다. 이는 생태적 지위가 비슷한 두 종 간 경쟁에서 한 종이 경쟁에서 밀려 사라지는 "경쟁 배타의 원리"현상이라 할 수 있다.

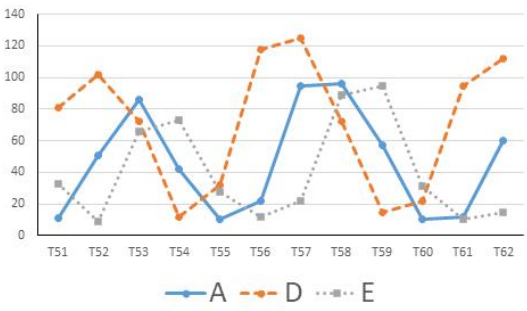
A와 C 단독 배양	A와 C 혼합 배양	A와 C 둘 다 이익을 보는 상리 공생 관계
		생물종 A와 C 모두 단독 배양 조건 보다 혼합 배양 조건에서 개체군의 크기가 더 증가했다. 양쪽에 모두 이익이 되는 것으로 보아 A와 C는 상리 공생 관계라 할 수 있다.

B와 D 단독 배양	B와 D 혼합 배양	B만 이익을 보는 편리 공생 관계
		생물종 B는 단독 배양 조건에 비해, B+D 혼합 배양 조건에서 개체군의 크기가 증가하였다. 하지만 D의 개체수는 B와 혼합 배양을 하더라도 단독 배양에 비해 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다. 이는 B만 이득을 보는 편리 공생 관계를 나타낸다.

B와 E 단독 배양	B와 E 혼합 배양	상호 작용은 관찰되지 않음
		생물종 B와 E의 경우는 단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두에서 비슷한 생장 곡선을 보인다. 생물종 B와 E 사이에는 상호작용이 없다고 이야기 할 수 있다.

D와 E 단독 배양	D와 E 혼합 배양	상호 작용은 관찰되지 않음
		생장 곡선 그래프에서 D의 개체수는 단위를 100으로 표시하였다. 생물종 D와 E의 경우도 마찬가지로, 단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두에서 같은 생장 곡선을 보인다. D와 E 사이에는 특별한 상호 작용이 관찰되지 않는다고 할 수 있다.

[생명과학 I - ii] <표3>에서 A의 개체수는 10 단위로, D의 개체수는 100단위로, E의 개체수는 1단위로 생장 곡선을 그려보면, A, D, E 개체군의 크기가 주기적으로 변동한다는 것을 알 수 있다. D의 개체수가 증가하면, A의 개체수도 따라 증가하고, 뒤이어 E의 개체수도 증가한다. 반대로 D의 개체수가 감소하면, A의 개체수와 E의 개체수도 연달아 감소한다. 이는 포식과 피식의 관계의 개체군 사이에서 관찰되는 현상이다. 그리고 개체수 크기가 D>A>E 순서인 것을 고려하면, A, D, E 간 포식과 피식의 먹이사슬은 D→A→E 임을 알 수 있다. E가 A에 대한 포식자이면서 D에 대한 포식자의 가능성도 생각해 볼 수 있으나, [문제1]에서 생물종 D와 E 개체군 사이에는 상호 작용이 없다고 했기에, D→A→E 의 단일 먹이 사슬 구조임을 알 수 있다.



A와 B는 배타적 경쟁 관계에 있으므로, B의 이입으로 A는 경쟁에서 밀려 점차 개체수가 감소할 것이

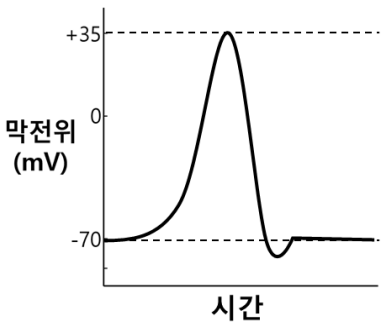
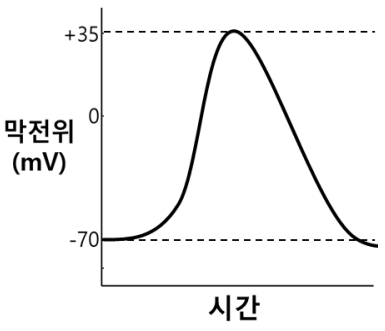
고, A를 상위 포식자로 두고 있는 D는 개체수가 증가할 것이다. A가 감소하면, A의 상위 포식자인 E 역시도 감소하게 된다. B는 D에 대하여 이익을 보는 편리 공생의 관계에 있으므로, D 개체수가 증가함에 따라 B의 개체수는 더욱 증가하게 될 것이고, 그 결과 A와 E는 더욱 감소하게 될 것이다.

[생명과학Ⅰ-ⅲ] <표2>에서는 생물종 A와 B 사이의 경쟁에 의해서 경쟁에서 밀린 A에서 개체수가 크게 감소하나, <표4>에서는 줄어든 생물종 A의 개체수가 다시 회복된 것을 알 수 있다. 생물종 B의 개체수가 <표1>의 단독배양 조건에서와 같이 환경 수용력의 한계치까지 도달한 후 일정하게 유지되고 있는 것을 보면, B와 생태적 지위가 동일했던 A 개체군이 <표4>에서는 더 이상 B와 경쟁하고 있지 않음을 알 수 있다. 이는 B와의 경쟁을 피하기 위해서, A 개체군에서 먹이의 종류를 바꾸거나, 서식지를 바꾸는 등의 생태적 지위 변화가 있었음을 나타낸다. 이러한 변화를 분서(생태 지위 분화)라 한다.

[생명과학Ⅰ-ⅳ] 탐구를 설계하기 전에 유의해야 할 점은, 성균이가 (1)-H, (2)-L, (3)-M을 선택하고 실행 버튼을 눌렀을 때 보았던 알림창의 내용이다. “비교할 수 없는 측정결과가 없다”는 알람은 대조군을 이용한 측정 실험을 꼭 수행해야 한다는 의미이다. 따라서 (가설1)과 (가설2)를 검증하기 위해서는, 대조군과 비교군 모두를 측정하기 위한 탐구 설계가 필요하며, 대조군 실험은 반드시 탐구1로, 그리고 실험군은 탐구2로 설계를 해야 성균이가 겪었던 문제가 해결이 된다. 문제에 제시된 가상의 장치에서 (1)-G 를 선택하면 대조군이, (1)-H 를 선택하면 비교군 설정이 가능하다. 그리고 대조군/비교군 측정 결과 비교를 위해서는, (2)와 (3)의 조건은 대조군을 위한 설정과 비교군 측정을 위한 설정이 동일해야 한다. 즉, 전기 자극을 주는 지점이 탐구1과 탐구2에서 다를 경우와, 막전위 측정 지점이 탐구1과 탐구2에서 다를 경우는 측정 결과를 얻을 수 없다.

(가설1)을 먼저 살펴보도록 하자. 활동 전위 형성과정에서 자극에 의해서 증가했던 막전위가 다시 감소하는 탈분극 과정을 위해서는 K^+ 통로가 열리는 기작이 반드시 필요하다. 독성 물질 X 처리에 의해서 K^+ 통로가 열리는 기능이 저해되면, 탈분극 과정에서 K^+ 이 외부로 빠져나가지 못해 재분극이 지연되고 활동 전위가 길어진다. 가설1을 확인하기 위해서는 2개의 탐구 설계면 충분하다. 예를 들어, 탐구1(대조군)을 (1)-G (2)-K (3)-L을 설정했다면, 탐구2(비교군)은 (1)-H (2)-K (3)-L로 설계해야 한다.

그리고 흥분의 전도는 뉴런의 양쪽 방향으로 가능하고, 시냅스를 통해서 흥분이 전달되는 것을 고려하면, 다양한 탐구1-탐구2 조합이 가능하다. 단, 전기 자극을 주는 지점을 (2)-M 으로 설정하면 실험 결과를 얻을 수 없기에 잘못된 탐구 설계이다.

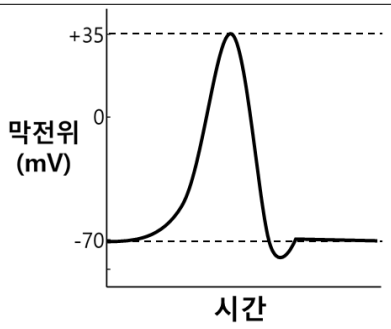
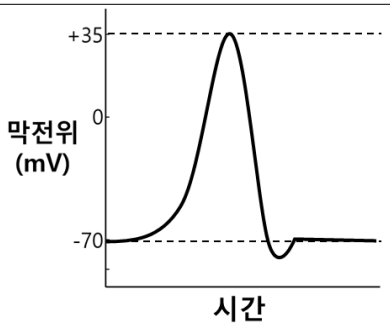
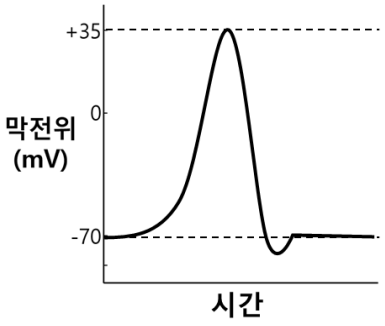
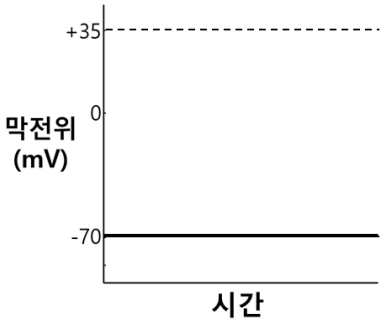
탐구 설계의 예	탐구1(대조군) 실행 결과	탐구2(비교군) 실행 결과
탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L 탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L		

(가설2)를 검증하기 위한 탐구 설계를 단순히 시냅스 전 뉴런에서 자극을 주고, 시냅스 후 뉴런에서 활동 전위가 생성되지 않는 것을 측정하는 것만으로는 부족하다. 그 이유는 독성 물질 X가 Na^+ 통로가 열리는 기능을 차단하는 경우, 탈분극이 일어나지 않아 활동 전위가 전혀 발생하지 않았기 때문이다. 이러한 경우에도, 독성 물질 X가 시냅스에서의 흥분의 전달을 차단하는 효과가 같이 시냅스 후 지점에서 활동 전위가 발생하지 않는다. 따라서 시냅스 전 뉴런에서 전기 자극 후 활동 전위가 정상적으로 발생하는 것과 흥분이 시냅스 후 뉴런에 전달되지 않는 것 두 가지를 모두 확인해야 한다.

흥분이 한 뉴런에서 양방향으로 전달되는 것을 고려하면, (2)-K 나 (2)-L 조건이 모두 가능하다. 단, 전기 자극을 주는 지점을 (2)-M으로 설정하는 것은 잘못된 탐구 설계이다.

<table>
<tr><th rowspan="2">탐구 설계의 예</th><th>탐구1(대조군) 실행 결과</th><th>탐구2(비교군) 실행 결과</th></tr>
<tr><th>(3)-L 측정 결과</th><th>(3)-L 측정 결과</th></tr>
<tr><td rowspan="3">탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L/M
탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L/M

이러한 탐구 설계에서는 L과 M 두 지점의 그래프가 동시에 표시된다.

다음의 탐구 설계도 가능하다.
탐구1: (1)-G (2)-L (3)-K/M
탐구2: (1)-H (2)-L (3)-K/M</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><th>(3)-M 측정 결과</th><th>(3)-M 측정 결과</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

막전위를 두 지점에서 동시에 측정하지 않고, 시냅스 전 뉴런에서 활동 전위가 정상적으로 발생하는 것과 시냅스 후 뉴런에서 활동 전위가 측정되지 않는 것을 따로 확인할 수 있다. 이 경우는 탐구1~탐구4의 탐구 설계가 필요하다. 성균이가 겪었던 문제를 해결하기 위해서는 탐구1(대조군)-탐구2(비교군), 탐구3(대조군)-탐구4(비교군)의 조합으로 탐구를 설계해야 한다.

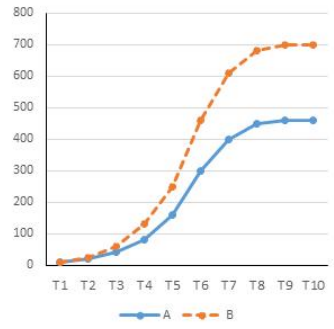
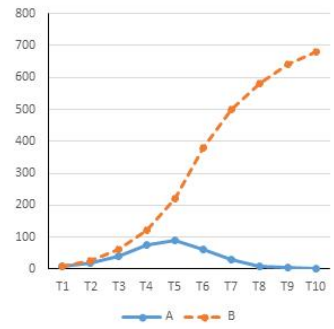
가능한 탐구 설계 1	가능한 탐구 설계 2	가능한 탐구 설계 3	가능한 탐구 설계 4
탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L	탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L	탐구1: (1)-G (2)-L (3)-K	탐구1: (1)-G (2)-L (3)-K
탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L	탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L	탐구2: (1)-H (2)-L (3)-K	탐구2: (1)-H (2)-L (3)-K
탐구3: (1)-G (2)-K (3)-M	탐구3: (1)-G (2)-L (3)-M	탐구3: (1)-G (2)-L (3)-M	탐구3: (1)-G (2)-K (3)-M
탐구3: (1)-H (2)-K (3)-M	탐구3: (1)-H (2)-L (3)-M	탐구3: (1)-H (2)-L (3)-M	탐구3: (1)-H (2)-K (3)-M

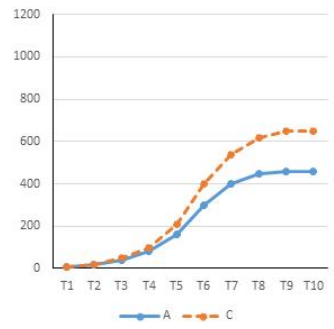
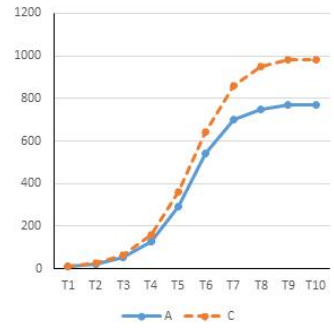
6. 채점 기준

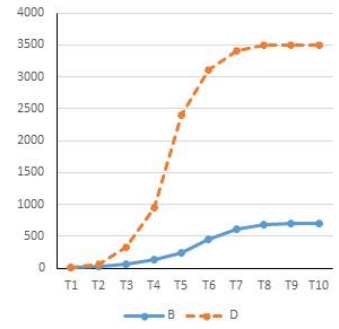
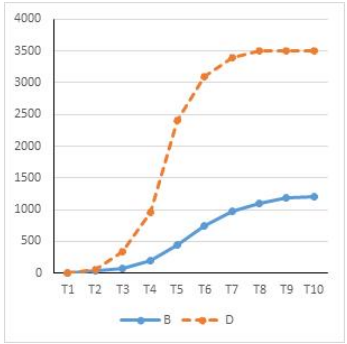
하위문항	채점 기준	배점
생명과학 I- i	<표1>과 <표2>의 개체수의 변화를 분석하여 각 개체군의 생장 곡선을 그릴 수 있는가? 단독 배양과 혼합 배양에서 관찰되는 개체군의 생장 곡선의 변화에 근거하여, 생물종 A와 B 사이, A와 C 사이, B와 D 사이, B와 E 사이, D와 E 사이의 개체군 상호작용을 정확하게 추론하였는가?	10점
생명과학 I- ii	<표3>의 각 개체군의 개체수 변화에 근거하여, 생물종 A, D, E 사이의 포식과 피식의 관계를 정확하게 도출하였는가? 외래종 B 이입시, 생물종 A, D, E 개체군의 크기의 변화를 추론하고, 그 근거를 제대로 제시하였는가?	8점
생명과학 I- iii	생물종 A의 개체군의 개체수가 <표4>에서 회복되었지만, 생물종 B의 개체군에는 영향을 주지 않았음을 파악하였나? 이러한 변화를 설명할 수 있는 가장 타당한 개체군의 상호작용을 제시하였는가?	6점
생명과학 I- iv	(가설1)과 (가설2)를 검증하기 위한 탐구 설계가 타당한가? 탐구 설계로 도출되는 결과를 막전위 그래프를 사용하여 예측할 수 있는가?	16점

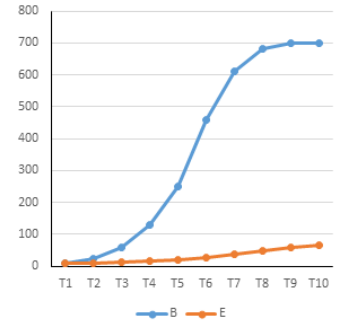
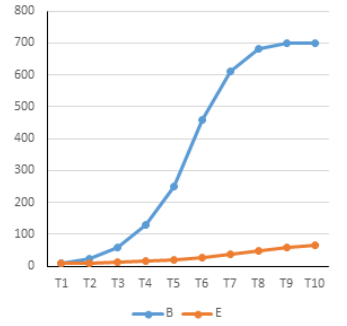
7. 예시 답안

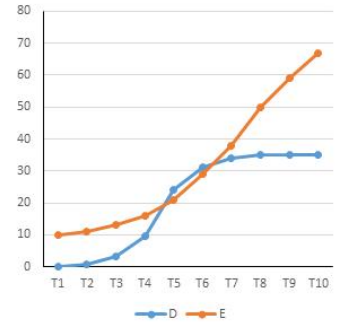
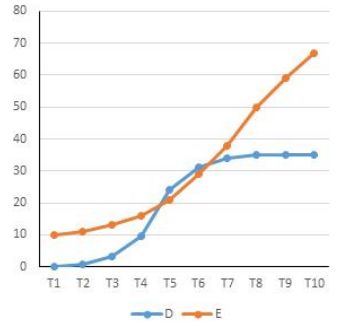
[생명과학 I - i] 단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 양쪽에서의 두 생물종의 개체수의 변화를 나타내는 생장 곡선을 그려보면 다음과 같다.

A와 B 단독 배양	A와 B 혼합 배양	A가 밀려나는 배타적 경쟁 관계
		A+B 혼합 배양 조건에서는 초기에는 두 개체군 모두 크기가 증가하지만, 생물종 A는 단독 배양에 비해서 증가 속도가 크게 떨어진다. 결국 B는 살아남고, A는 개체수가 급격히 감소하였다. 이는 생태적 지위가 비슷한 두 종 간 경쟁에서 한 종이 경쟁에서 밀려 사라지는 "경쟁 배타의 원리"현상이라 할 수 있다.

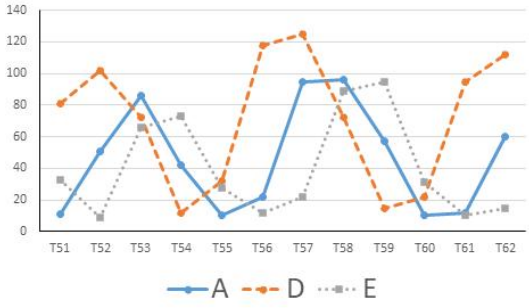
A와 C 단독 배양	A와 C 혼합 배양	상리 공생 관계
		A와 C 모두 단독 배양 보다 혼합 배양 조건에서 개체군의 크기가 더 증가했다. 양쪽에 모두 이익이 되는 것으로 보아 A와 C는 상리 공생 관계라 할 수 있다.

B와 D 단독 배양	B와 D 혼합 배양	B만 이익을 보는 편리 공생 관계
		생물종 B는 단독 배양 조건에 비해, B+D 혼합 배양 조건에서 개체군의 크기가 증가하였다. 하지만 D의 개체수는 B와 혼합 배양을 하더라도 단독 배양에 비해 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다. 이는 B만 이득을 보는 편리 공생 관계라 할 수 있다.

B와 E 단독 배양	B와 E 혼합 배양	상호 작용은 관찰되지 않음
		생물종 B와 E의 경우는 단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두에서 비슷한 생장 곡선을 보인다. 생물종 B와 E 사이에는 상호작용이 없다고 이야기 할 수 있다.

D와 E 단독 배양	D와 E 혼합 배양	상호 작용은 관찰되지 않음
		생장 곡선 그래프에서 D의 개체수는 단위를 100으로 표시하였다. 생물종 D와 E의 경우도 마찬가지로, 단독 배양 조건과 혼합 배양 조건 모두에서 같은 생장 곡선을 보인다. D와 E 사이에는 특별한 상호 작용이 관찰되지 않는다고 할 수 있다.

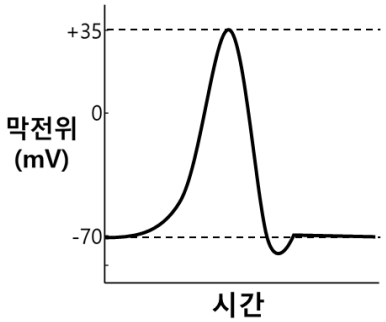
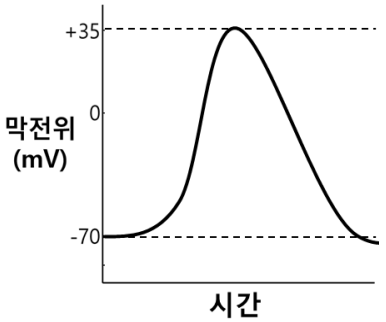
[생명과학 I - ii] <표3>에서 A의 개체수는 10 단위로, D의 개체수는 100단위로, E의 개체수는 1단위로 생장 곡선을 그려보면, D의 개체수 증감에 따라 A와 D 개체수의 증감이 결정되는 주기적인 변동이 관찰이 된다. 이는 포식과 피식의 개체군 사이의 상호 작용을 나타낸다. 개체수 크기가 D>A>E 순서인 것과 [문제1]에서 D와 E 사이에는 상호 작용이 없음을 고려하면, A, D, E 간 포식과 피식의 먹이사슬은 D→A→E 임을 알 수 있다.



A와 B는 배타적 경쟁 관계에 있으므로, B의 이입으로 경쟁에서 밀리는 A는 개체수가 감소할 것이고, 그에 따라 A를 상위 포식자로 둔 D는 개체수가 증가하고, A의 상위 포식자인 E는 개체수가 감소할 것이다. B는 D에 대하여 이익을 보는 편리 공생의 관계에 있으므로, D 개체수 증가로 인해 B의 개체수는 더욱 늘어나게 되며, 그 결과 A와 E는 더욱 감소하게 된다.

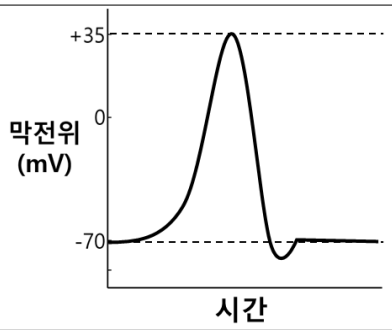
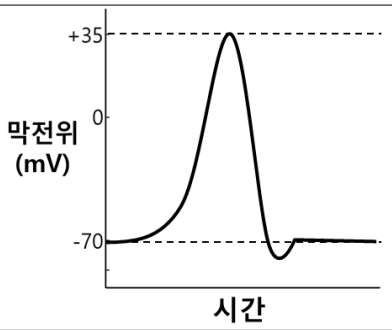
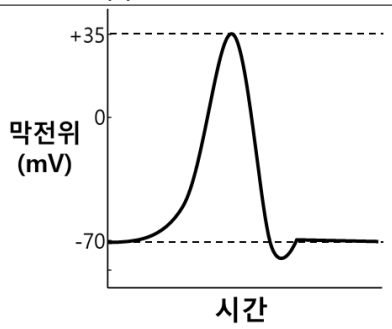
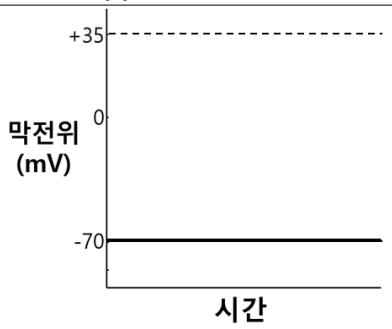
[생명과학 Ⅰ-ⅲ] <표2>에서는 생물종 A와 B 사이의 경쟁에 의해서 경쟁에서 밀린 A에서 개체수가 크게 감소하나, <표4>에서는 줄어든 생물종 A의 개체수가 다시 회복된 것을 알 수 있다. 생물종 B의 개체수가 <표1>의 단독배양 조건에서와 같이 환경 수용력의 한계치까지 도달한 후 일정하게 유지되고 있는 것을 보면, B와 생태적 지위가 동일했던 A 개체군이 <표4>에서는 더 이상 B와 경쟁하고 있지 않음을 알 수 있다. 이는 B와의 경쟁을 피하기 위해서, A 개체군에서 먹이의 종류를 바꾸거나, 서식지를 바꾸는 등의 생태적 지위 변화가 있었음을 나타낸다. 이러한 변화를 분서(생태 지위 분화)라 한다.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ] (가설1)을 위한 탐구 설계와 예상 결과는 다음과 같다.

탐구 설계	탐구1(대조군) 실행 결과	탐구2(비교군) 실행 결과
탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L 탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L		

독성 물질 X 처리에 의해서 K^+ 통로가 열리는 기능이 저해되면, 탈분극 과정에서 K^+ 이 외부로 빠져나가지 못해 재분극이 지연되고 활동 전위가 길어진다.

(가설2)를 검증하기 위한 탐구 설계와 예상 결과는 다음과 같다.

탐구 설계 1	탐구1(대조군) 실행 결과	탐구2(비교군) 실행 결과
	(3)-L 측정 결과	(3)-L 측정 결과
탐구1: (1)-G (2)-K (3)-L/M 탐구2: (1)-H (2)-K (3)-L/M		
	(3)-M 측정 결과	(3)-M 측정 결과
		

독성 물질 X가 시냅스 소포와 세포막의 융합을 차단하는 기능을 한다면, 시냅스 전 뉴런에서 발생한 활동 전위가 시냅스 후 뉴런에서 생성되지 않을 것이다. 한 가지 고려 사항은, Na^+ 통로가 열리는 기능

을 차단하는 경우 역시도, 시냅스 전 뉴런에서 탈분극이 일어나지 않아 활동 전위가 발생하지 않는다는 점이다. 단순히 시냅스 전에 전기 자극을 주고 시냅스 후에서 활동 전위가 발생하지 않는 것을 확인하는 것만으로는 두 가지 가능성을 구분할 수 없다. 그렇기에 탐구1과 탐구2는 시냅스 전 뉴런에서 전기 자극 후 활동 전위가 정상적으로 발생하는 것과 그 흥분이 시냅스 후 뉴런에 전달되지 않는 것을 모두 확인할 수 있도록 설계되었다.

문항카드 20

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 수학 1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	도형의 방정식, 미분법, 적분법
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 1] 다음 <제시문1>~<제시문2>를 읽고 [수학 1 - i]~[수학 1 - iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

두 함수 $f(x)$와 $g(x)$가 닫힌구간 $[a,b]$에서 연속일 때, 두 곡선 $y=f(x)$, $y=g(x)$ 및 두 직선 $x=a$, $x=b$로 둘러싸인 도형의 넓이 S는 다음과 같다.

$$S=\int_a^b \mid f(x)-g(x) \mid dx$$

<제시문2>

곡선 $E: y=-x^2+4$ (단, $x \geq 0$, $y \geq 0$)가 x축과 만나는 점을 P, y축과 만나는 점을 Q라고 하고, 곡선 E 및 x축과 y축으로 둘러싸인 도형을 D라고 하자. 또한 원점 O를 포함하는 선분 OP 위의 임의의 점을 A, 선분 OQ 위의 임의의 점을 B라고 하자.

[수학 1 - i] <제시문2>의 두 점 A와 B를 지나고 도형 D의 넓이를 이등분하는 직선 중 원점 O와의 거리가 가장 가까운 직선 l_1과 가장 먼 직선 l_2의 방정식을 각각 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ii] 문항 [수학 1 - i]에서 구한 직선 l_1 위의 점 중에서 원점 O와의 거리가 최소인 점을 C_1, 문항 [수학 1 - i]에서 구한 직선 l_2 위의 점 중에서 원점 O와의 거리가 최소인 점을 C_2라고 할 때, 삼각형 OC_1C_2의 넓이를 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - iii] 포물선 $y=-x^2+4$를 x축 방향으로 m만큼, y축 방향으로 n만큼 평행이동 하였더니 문항 [수학 1 - i]에서 구한 직선 l_1과 l_2에 동시에 접하는 포물선 F를 얻게 되었다. 이때 상수 m, n의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - iv] 문항 [수학 1 - iii]에서 구한 포물선 F 및 문항 [수학 1 - i]에서 구한 직선 l_1과 l_2로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제는 함수의 도함수를 활용한 그래프의 개형, 포물선과 직선의 위치 관계, 적분법을 이해하고 있는지를 평가하고자 한다.

[수학 1-ⅰ] 점과 직선 사이의 거리를 함수로 표현하고, 도함수를 활용하여 함수의 그래프의 개형을 이해할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅱ] 직선에 수직인 직선의 방정식을 이해하고, 삼각형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅲ] 평행이동한 포물선과 직선의 위치 관계를 이해할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1-ⅳ] 정적분을 활용하여 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[미적분] - (3) 적분법 - 2 정적분의 활용** [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
제시문 2	**[수학] - (2) 방정식과 부등식 - 5 이차방정식과 이차함수** [10수학01-09] 이차방정식과 이차함수의 관계를 이해한다.
수학 1-ⅰ	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식** [10수학02-05] 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다. **[수학Ⅱ] - (2) 미분 - 3 도함수의 활용** [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
수학 1-ⅱ	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 1 평면좌표** [10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다. **[수학] - (3) 도형의 방정식 - 2 직선의 방정식** [10수학02-04] 두 직선의 평행 조건과 수직 조건을 이해한다. [10수학02-05] 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다.
수학 1-ⅲ	**[수학] - (3) 도형의 방정식 - 4 도형의 이동** [10수학02-08] 평행이동의 의미를 이해한다. **[기하] - (1) 이차곡선 - 1 이차곡선** [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
수학 1-ⅳ	**[미적분] - (3) 적분법 - 2 정적분의 활용** [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	황선욱 외	미래엔	2020	111-113, 128-134, 153-155
	수학	박교식 외	동아출판	2020	101-103, 118-124, 143-145
	수학Ⅱ	황선욱 외	미래엔	2020	90-97
	수학Ⅱ	홍성복 외	지학사	2020	90-98
	미적분	황선욱 외	미래엔	2020	166-167
	미적분	김원경 외	비상교육	2020	147-149
	기하	황성욱 외	미래엔	2020	11-15
	기하	고성은 외	좋은책 신사고	2020	11-15

5. 문항 해설

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학」의 '도형의 방정식', 「수학Ⅱ」의 '미분', 「미적분」의 '적분법' 단원에서 다루어진다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 함수의 도함수를 이용한 그래프의 개형, 포물선과 직선의 위치 관계, 정적분 등을 적절히 활용하여 주어진 문항을 해결할 수 있는지, 풀이 과정을 논리적으로 전개할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
수학 1- i	점과 직선 사이의 거리를 함수로 표현하고, 함수의 그래프의 개형에 대한 이해를 통해 두 점 A와 B를 지나고 도형 D의 넓이를 이등분하는 직선 중 원점과의 거리가 가장 가까운 직선과 가장 먼 직선의 방정식을 올바르게 유도할 수 있다.	8
수학 1- ii	직선에 수직인 직선의 방정식을 이용하여, 점 C_1과 점 C_2를 찾고, 삼각형 $\mathrm{O}\,\mathrm{C}_1\mathrm{C}_2$의 넓이를 올바르게 유도할 수 있다.	7
수학 1-iii	평행이동한 포물선과 직선의 위치 관계를 이해하여, 상수 m, n의 값을 올바르게 유도할 수 있다.	8
수학 1-iv	정적분을 활용하여 주어진 도형의 넓이를 올바르게 유도할 수 있다.	7

7. 예시 답안

[수학 1 - i]

도형 D의 넓이 S_D는

$$S_D = \int_0^2 (-x^2+4)\,dx = \left[-\frac{1}{3}x^3+4x\right]_0^2 = \frac{16}{3}$$

점 $\mathrm{A}(a,\,0)$와 $\mathrm{B}(0,\,b)$를 지나고 도형 D의 넓이를 이등분하는 직선 l의 방정식은

$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}=1 \text{ (단, } 0<a\le 2,\ 0<b\le 4)$$

이고, 여기서 a와 b는 다음의 관계식을 만족한다.

$$ab=\frac{16}{3} \quad \cdots\cdots ①$$

왜냐하면, 직선 l이 도형 D의 넓이 S_D를 이등분한다는 조건으로부터 직선 l 및 x축, y축으로 둘러싸인 삼각형의 넓이가 $\frac{1}{2}S_D$와 같아야 하기 때문이다. 즉, $\frac{1}{2}ab=\frac{1}{2}S_D$이다.

(참고로, 점 A와 B가 같은 경우를 고려하면 원점 O를 지나고 도형 D의 넓이를 이등분하는 직선이 원점과의 거리가 0으로 가장 가까운 직선이 되지만, **[수학 1 - ii]**에서 구하고자 하는 점 C_1이 원점 O와 같아지기 때문에 삼각형 $\mathrm{OC_1C_2}$를 정의할 수 없다. 따라서 점 A와 B는 서로 다른 두 점으로 이해되어야 한다.)

그러므로, 직선 l의 방정식은 $bx+ay=\frac{16}{3}$이고, 두 부등식 $0<a\le 2,\ 0<b\le 4$로부터 아래와 같이 a의 범위를 얻을 수 있다.

$$\frac{4}{3}\le a\le 2$$

원점 O와 직선 $l : bx+ay+\left(-\frac{16}{3}\right)=0$사이의 거리는

$$\frac{\left|-\frac{16}{3}\right|}{\sqrt{b^2+a^2}}=\frac{16}{3}\frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}}$$

이므로 원점과 직선 l 사이의 거리가 최소가 되기 위해서는 a^2+b^2의 값이 최대, 반대로 거리가 최대가 되기 위해서는 a^2+b^2의 값이 최소가 되어야 한다. 따라서, a와 b가 만족하는 관계식 ①을 이용하여 a^2+b^2을 a에 대한 함수 $f(a)$

$$f(a)=a^2+\left(\frac{16}{3a}\right)^2$$

으로 나타내고, 닫힌구간 $\left[\frac{4}{3},\,2\right]$에서 함수 $f(a)$의 최대, 최소를 이해하여야 한다. 이에 함수 $f(a)$의 도함수를 활용하여 $f(a)$의 증가와 감소를 아래와 같이 표로 나타낸다.

$f'(a)=2a-\frac{512}{9a^3}=2a\left(1-\frac{16}{3a^2}\right)\left(1+\frac{16}{3a^2}\right)$ 이므로 $f'(a)=0$에서 $\quad a=\pm\frac{4}{\sqrt{3}}$

a	$\frac{4}{3}$	$\cdots$	2
$f'(a)$	$-$	$-$	$-$
$f(a)$	$\frac{160}{9}$	$\searrow$	$\frac{100}{9}$

따라서 함수 $f(a)$는 $a=\frac{4}{3}$일 때 최댓값을, $a=2$일 때 최솟값을 가진다. 즉, 원점과 직선 $l: bx+ay=\frac{16}{3}$ 사이의 거리는 $(a,\,b)=\left(\frac{4}{3},\,4\right)$일 때 최솟값을, $(a,\,b)=\left(2,\,\frac{8}{3}\right)$일 때 최댓값을 가진다. 그러므로 직선 l_1과 직선 l_2의 방정식은 다음과 같다.

$$l_1: 3x+y=4\,,\qquad l_2: 4x+3y=8$$

[수학 1 - ii]

점 C_1은 직선 l_1 위의 점 중에서 원점과의 거리가 최소인 점이므로, 점 C_1는 원점을 지나고 직선 l_1에 수직인 직선과 직선 l_1과의 교점이다. 이 때 원점을 지나고 직선 $l_1: y=-3x+4$에 수직인 직선의 방정식은 $y=\frac{1}{3}x$이므로, 직선 l_1과의 교점을 구하면 점 C_1은 다음과 같다.

$$\mathrm{C}_1\left(\frac{6}{5},\,\frac{2}{5}\right)$$

위와 같은 방법으로 점 C_2는 원점을 지나고 직선 l_2에 수직인 직선과 직선 l_2와의 교점이다. 원점을 지나고 직선 $l_2: y=-\frac{4}{3}x+\frac{8}{3}$에 수직인 직선의 방정식은 $y=\frac{3}{4}x$이므로, 직선 l_2와의 교점은 구하면 점 C_2는 다음과 같다.

$$\mathrm{C}_2\left(\frac{32}{25},\,\frac{24}{25}\right)$$

점 C_1과 직선 $y=\frac{3}{4}x$ 사이의 거리를 h라고 하고 선분 OC_2의 길이를 d라고 하면, 삼각형 $\mathrm{OC}_1\mathrm{C}_2$의 넓이 $S_{\triangle}$는 다음과 같다.

$$S_{\triangle}=\frac{1}{2}dh$$

이때 점 $\mathrm{C}_1\left(\frac{6}{5},\,\frac{2}{5}\right)$와 직선 $3x-4y=0$ 사이의 거리 h는

$$h=\frac{\left|3\frac{6}{5}-4\frac{2}{5}\right|}{\sqrt{3^2+4^2}}=\frac{2}{5}$$

선분 OC_2의 길이 d는

$$d=\sqrt{\left(\frac{32}{25}\right)^2+\left(\frac{24}{25}\right)^2}=\frac{8}{5}$$

그러므로 삼각형 $\mathrm{OC}_1\mathrm{C}_2$의 넓이는 $\frac{8}{25}$이다.

[수학 1 - iii]

포물선 $y=-x^2+4$를 x축 방향으로 m만큼 y축 방향으로 n만큼 평행이동한 포물선 F의 방정식은 다음과 같다.

$$y-n=-(x-m)^2+4$$

포물선 F가 직선 l_1에 접한다는 조건으로부터 m, n이 만족해야 하는 관계식을 얻기 위해서, 직선 l_1의 방정식 $y=-3x+4$를 포물선의 방정식에 대입하여 얻은 이차방정식

$$x^2-(2m+3)x+\left(m^2-n\right)=0 \quad \cdots\cdots \text{Ⓐ}$$

의 판별식을 D_1이라 하면,

$$D_1=12m+4n+9=0 \quad \cdots\cdots ①$$

같은 방법으로 포물선 F가 직선 l_2에 접한다는 조건으로부터 m, n이 만족해야 하는 관계식을 얻기 위해서, 직선 l_2의 방정식 $y=-\frac{4}{3}x+\frac{8}{3}$을 포물선의 방정식에 대입하여 얻은 이차방정식

$$x^2-\left(2m+\frac{4}{3}\right)x+\left(m^2-n-\frac{4}{3}\right)=0 \quad \cdots\cdots \text{Ⓑ}$$

의 판별식을 D_2라 하면,

$$D_2=\frac{4}{9}(12m+9n+16)=0 \quad \cdots\cdots ②$$

포물선 F가 직선 l_1과 l_2에 동시에 접하기 위한 m, n의 값은 1차방정식 ①, ②를 동시에 만족해야 하므로, 구하고자 하는 상수 m, n의 값은 다음과 같다.

$$m=-\frac{17}{60}, \qquad n=-\frac{7}{5}$$

[수학 1 - iv]

포물선 F 및 직선 l_1과 l_2로 둘러싸인 도형의 넓이를 S_F라고 하자. 포물선 F와 직선 l_1의 접점의 x좌표의 값을 x_1라고 하면, x_1는 [수학 1-iii]의 2차방정식 Ⓐ의 중근이므로

$$x_1=\frac{1}{2}(2m+3)=\frac{73}{60}$$

같은 방법으로 포물선 F와 직선 l_2의 접점의 x좌표의 값을 x_2라고 하면, x_2는 2차방정식 Ⓑ의 중근이므로

$$x_2=\frac{1}{2}\left(2m+\frac{4}{3}\right)=\frac{23}{60}$$

이 때, 직선 l_1과 직선 l_2의 교점의 x좌표의 값이 $\frac{4}{5}$이므로, 구하고자 하는 도형의 넓이 S_F는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} S_F &= \int_{\frac{23}{60}}^{\frac{4}{5}}\left(x-\frac{23}{60}\right)^2dx+\int_{\frac{4}{5}}^{\frac{73}{60}}\left(x-\frac{73}{60}\right)^2dx \\ &= \left[\frac{1}{3}\left(x-\frac{23}{60}\right)^3\right]_{\frac{23}{60}}^{\frac{4}{5}}+\left[\frac{1}{3}\left(x-\frac{73}{60}\right)^3\right]_{\frac{4}{5}}^{\frac{73}{60}} \\ &= \frac{125}{5184}+\frac{125}{5184}=\frac{125}{2592} \end{aligned}$$

문항카드 21

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 수학 2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅱ, 미적분, 기하
	핵심개념 및 용어	접선의 방정식, 수열의 극한, 도형의 넓이
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[수학 2]

〈제시문1〉

(ⅰ) 두 함수 $f(x)$와 $g(x)$를 다음과 같이 정의하자.

$$f(x)=\begin{cases} 2x^2+4x+3 & (x \le 0) \\ \dfrac{1}{x}+2 & (x>0) \end{cases} \text{ 이고, } g(x)=x+3$$

(ⅱ) 두 함수 $y=f(x)$와 $y=g(x)$의 그래프를 좌표평면에 그렸을 때 나타나는 세 교점을 왼쪽부터 차례대로 Q_1, Q_2, Q_3이라고 하자.

(ⅲ) 함수 $h(x)$를 $h(x)=\begin{cases} f(x) & (f(x)<g(x)) \\ g(x) & (f(x) \ge g(x)) \end{cases}$로 정의하자. 이때, $0<t<1$인 실수 t에 대하여 직선 $y=t(x+3)$과 곡선 $y=h(x)$의 교점의 개수를 t에 대한 함수 $k(t)$라 하자.

〈제시문2〉

(ⅰ) 양의 정수 n에 대하여, 점 $(n, 0)$에서 곡선 $y=h(x)$에 그은 접선 위의 접점 중 제2사분면에 있는 점을 $\mathrm{P}_n(\alpha_n, \beta_n)$이라고 하고 이때의 접선을 l_n이라 하자.

(ⅱ) 직선 l_n이 y축과 만나는 점을 T_n이라고 하고, 직선 l_n이 접점 P_n을 제외한 곡선 $y=h(x)$와 다시 만나는 점을 R_n이라고 하자.

(ⅲ) 직선 l_n, y축, 곡선 $y=h(x)$로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_n이라고 하자.

[수학 2 - ⅰ] <제시문1>에서 세 교점 Q_1, Q_2, Q_3의 좌표를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅱ] <제시문1>에서 함수 $y=h(x)$의 그래프의 개형을 그리고, $0<t<1$인 실수 t의 범위에 따른 함수 $k(t)$의 값을 표로 나타내고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅲ] <제시문2>에서 α_n, β_n을 각각 n에 대한 식으로 나타내고, $\lim_{n\to\infty}\alpha_n$과 $\lim_{n\to\infty}\beta_n$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iv] <제시문2>에서 점 T_n의 y좌표, 점 R_n의 x좌표, 넓이 S_n을 각각 α_n, β_n에 대한 식으로 나타낸 후 $\lim_{n\to\infty} S_n$을 구하고, 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제에서는 직선, 포물선 및 유리함수의 그래프와 관련한 기하학, 즉, 포물선의 접선의 방정식, 두 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이 등을 잘 이해하고 있는지 평가한다. 포물선이 접선을 가질 때, 접선과 포물선의 방정식을 연립하여 얻어지는 이차방정식의 해를 구할 수 있는지 평가한다. 또한 이러한 내용을 수열의 극한과 연관시켜, 극한의 수렴, 발산 등의 개념을 올바르게 이해하고 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] "수학과 교육과정"
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	**[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선** [12기하01-01] 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수 [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
제시문 2	**[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선** [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	[미적분] - (3)적분법 - ② 정적분의 활용 [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
수학 2- i	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
수학 2- ii	**[수학] - (4)함수 - ② 유리함수와 무리함수** [10수학04-04] 유리함수 $y=\frac{ax+b}{cx+d}$의 그래프를 그릴 수 있고, 그 그래프의 성질을 이해한다.
	[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
수학 2- iii	**[기하] - (1)이차곡선 - ① 이차곡선** [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.
	[미적분] - (1)수열의 극한 - ① 수열의 극한 [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
수학 2- iv	**[수학Ⅱ] - (3)적분 - ③ 정적분의 활용** [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	류희찬 외	천재교과서	2020	121-125
	미적분	류희찬 외	천재교과서	2020	18-20
	수학 Ⅱ	이준열 외	천재교육	2020	132-138
	기하	김원경 외	비상교육	2020	35-42

5. 문항 해설

[수학 2-ⅰ] 직선과 포물선, 직선과 유리함수의 그래프와의 교점을 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅱ] 포물선의 및 유리함수의 그래프의 개형과, 또한 직선과의 교점의 개수를 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅲ] 포물선의 접점과 관련하여 얻어지는 수열의 일반항을 구할 수 있는 능력과, 이와 관련된 수열의 극한값을 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.
[수학 2-ⅳ] 포물선 및 직선들로 둘러싸인 영역의 넓이를 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
수학 2-ⅰ	교점 Q_1, Q_2, Q_3의 좌표를 구한다.	6점
수학 2-ⅱ	함수 $y=h(x)$의 그래프의 개형을 그린다.	4점
	실수 t의 범위에 따른 함수 $k(t)$의 값을 표로 나타낸다.	4점
수학 2-ⅲ	α_n, β_n을 각각 n에 대한 식으로 나타낸다.	4점
	$\lim_{n\to\infty}\alpha_n$ 과 $\lim_{n\to\infty}\beta_n$ 의 값을 구한다.	4점
수학 2-ⅳ	점 T_n의 y좌표와 점 R_n의 x좌표를 각각 α_n, β_n에 대한 식으로 나타낸다.	4점
	넓이 S_n을 α_n, β_n에 대한 식으로 나타내고, $\lim_{n\to\infty}S_n$을 구한다.	4점

7. 예시 답안

[수학2-ⅰ]

(a) $x\le 0$: 두 식 $y=2x^2+4x+3$과 $y=x+3$을 연립하여 풀면, 두 교점 $\mathrm{Q}_1\left(-\frac{3}{2},\frac{3}{2}\right)$과 $\mathrm{Q}_2(0,3)$을 얻는다.

(b) $x>0$: 두 식 $y=\frac{1}{x}+2$와 $y=x+3$을 연립하여 풀면, 교점 $\mathrm{Q}_3\left(\frac{-1+\sqrt{5}}{2},\ \frac{5+\sqrt{5}}{2}\right)$를 얻는다.

답: $\mathrm{Q}_1\left(-\frac{3}{2},\ \frac{3}{2}\right)$, $\mathrm{Q}_2(0,\ 3)$, $\mathrm{Q}_3\left(\frac{-1+\sqrt{5}}{2},\ \frac{5+\sqrt{5}}{2}\right)$

[수학2-ii]

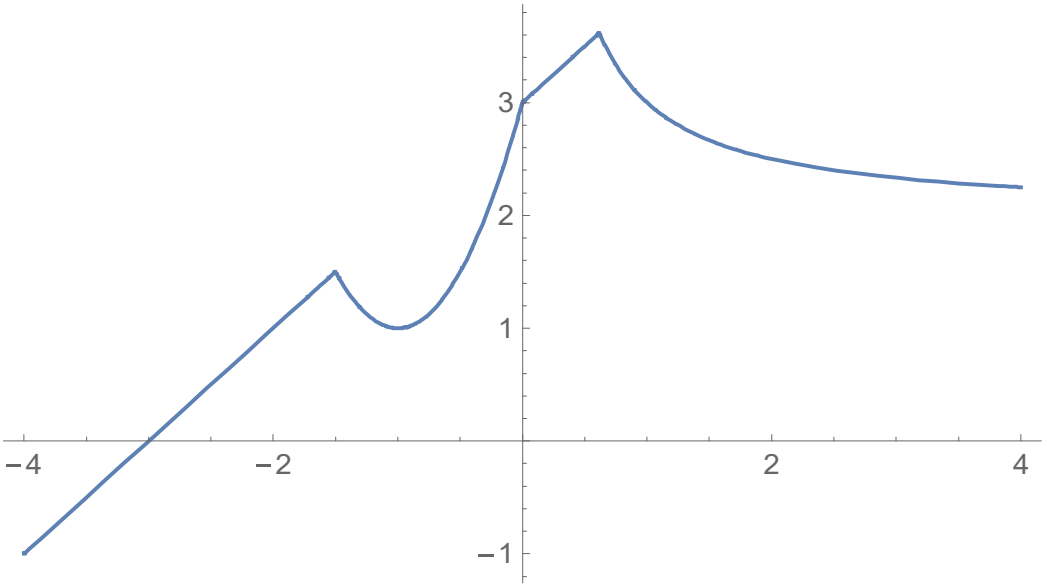
(a) $x\le 0$: $f(x)<g(x)$인 부분을 살펴보면, 부등식 $2x^2+4x+3<x+3$ 으로부터 $-\frac{3}{2}<x<0$을 얻는다. 또한 $f(0)=g(0)$이다. 따라서 $x\le 0$일 때, 함수 $h(x)$는 다음과 같다.

$$h(x)=\begin{cases} x+3 & \left(x\le -\frac{3}{2}\right) \\ 2x^2+4x+3 & \left(-\frac{3}{2}<x\le 0\right) \end{cases}$$

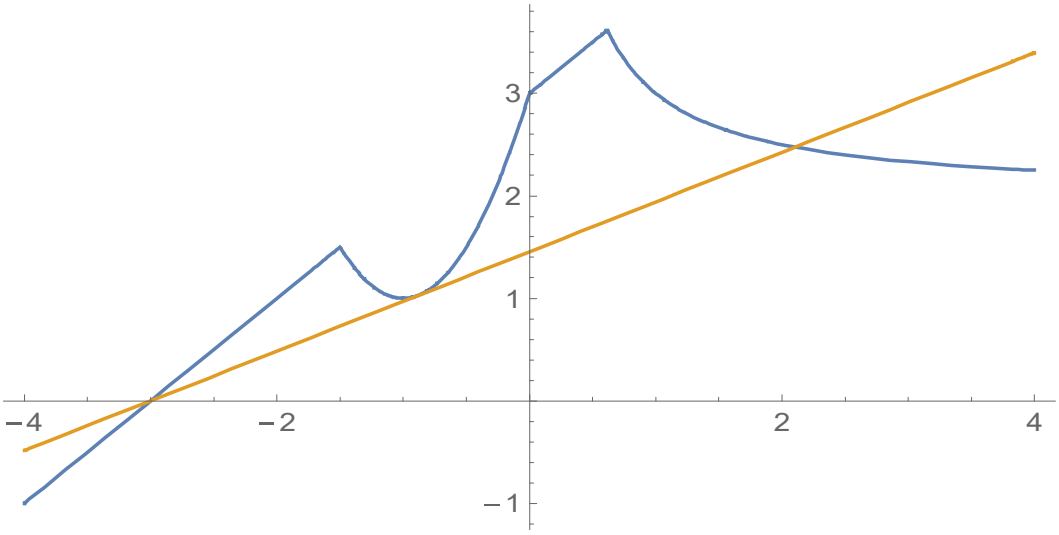
(b) $x>0$: $f(x)<g(x)$인 부분을 살펴보면, 부등식 $\frac{1}{x}+2<x+3$ 로부터 $x>\frac{-1+\sqrt{5}}{2}$을 얻는다.

따라서 $x>0$일 때, 함수 $h(x)$는 다음과 같다. $h(x)=\begin{cases} x+3 & \left(0<x\le \frac{-1+\sqrt{5}}{2}\right) \\ \frac{1}{x}+2 & \left(x>\frac{-1+\sqrt{5}}{2}\right) \end{cases}$

이로부터 곡선 $y=h(x)$의 그래프의 개형은 아래와 같다.



이 곡선 위에 $(-3,0)$을 지나고 기울기가 t인 직선을 그으면, 아래 그림에 있는 것처럼 2사분면에서 곡선과 접할 때, 3개의 교점을 가짐을 알 수 있다.



위 그림에서 접선의 기울기가 t일 때, 이차방정식 $2x^2+4x+3=t(x+3)$이 중근을 가지므로, 판별식은 0이 되어, $t=-8+6\sqrt{2}$를 얻는다. 이로부터 아래와 같은 표를 얻는다.

t의 범위	$k(t)$
$0<t<-8+6\sqrt{2}$	2
$t=-8+6\sqrt{2}$	3
$-8+6\sqrt{2}<t<1$	4

[수학2-ⅲ]

$\mathrm{P}_n(\alpha_n,\beta_n)$에서 편의상 $\alpha=\alpha_n$, $\beta=\beta_n$이라고 표기하자. 접점 P_n이 2사분면 위에 놓여있어야 하므로, P_n은 포물선 $y=2x^2+4x+3$ 위에 놓여있어야 한다. 또한 $\mathrm{P}_n(\alpha,\beta)$의 x-좌표인 α는 점 Q_1의 x-좌표인 $-\frac{3}{2}$와 점 Q_2의 x-좌표인 0 사이에 놓여있게 된다. 포물선 $y=2x^2+4x+3=2(x+1)^2+1$ 위의 점 $\mathrm{P}_n(\alpha,\beta)$에서의 접선의 방정식은 $(\alpha+1)(x+1)=\frac{1}{4}(y-1+\beta-1)$로 주어지고, 이 직선이 점 $(n, 0)$을 지나므로, 식 $(\alpha+1)(n+1)=\frac{1}{4}(\beta-2)$를 얻는다. 이제 이 식에 $\beta=2\alpha^2+4\alpha+3$을 대입하고 정리하면, α는 2차방정식 $2x^2-4nx-(4n+3)=0$이 근이 됨을 알 수 있다. 근의 공식과 α의 범위를 고려하면, $\alpha_n=n-\frac{1}{2}\sqrt{4n^2+8n+6}$을 얻고, 식 $(\alpha+1)(n+1)=\frac{1}{4}(\beta-2)$로부터 $\beta_n=(4n^2+8n+6)-(2n+2)\sqrt{4n^2+8n+6}$을 얻게 된다.

이제 α와 β의 극한값에 대하여 논해보자. 편의상 $4n^2+8n+6$을 A로 치환하면, $\alpha=n-\frac{1}{2}\sqrt{A}$이고,

분모와 분자에 각각 $n+\frac{1}{2}\sqrt{A}$를 곱해서 정리하면, $\alpha=\frac{-2n-\frac{3}{2}}{n+\frac{1}{2}\sqrt{A}}$이 된다. 분모와 분자를 각각 n으로 나누어주면, $\alpha=\frac{-2-\frac{3}{2n}}{1+\frac{\sqrt{4n^2+8n+6}}{2n}}$이 되어 $\lim_{n\to\infty}\alpha_n=-1$ 이 됨을 알 수 있다. 비슷한 방법으로 $\beta=A-(2n+2)\sqrt{A}$이고, 분모와 분자에 각각 $A+(2n+2)\sqrt{A}$를 곱해서 정리하면, $\beta=\frac{2A}{A+(2n+2)\sqrt{A}}$이 된다. 분모와 분자를 각각 A로 나누어주면, $\beta=\frac{2}{1+\frac{(2n+2)}{\sqrt{A}}}$이 되어 $\lim_{n\to\infty}\beta_n=1$ 이 됨을 알 수 있다.

답: $\alpha_n=n-\frac{1}{2}\sqrt{4n^2+8n+6}$, $\beta_n=(4n^2+8n+6)-(2n+2)\sqrt{4n^2+8n+6}$,

$\lim_{n\to\infty}\alpha_n=-1$, $\lim_{n\to\infty}\beta_n=1$

[수학2-ⅳ]

(iii)번의 풀이에서 접선 l_n의 방정식은 $(\alpha+1)(x+1)=\frac{1}{4}(y-1+\beta-1)$로 주어지므로, 이 식에 $x=0$을 대입하면, $y=4\alpha-\beta+6$ 이 되므로, 점 T_n의 y-좌표는 $4\alpha-\beta+6$ 과 같다. 또한 접선 l_n은 곡선 $y=h(x)$와 2사분면에 있는 직선부분과 만나므로, 두 식 $(\alpha+1)(x+1)=\frac{1}{4}(y-1+\beta-1)$과 $y=x+3$을 연립해서 풀면, $x=\frac{\beta-4\alpha-3}{4\alpha+3}$이 되므로, 교점 R_n의 x-좌표는 $\frac{\beta-4\alpha-3}{4\alpha+3}$ 이 된다.

넓이 $S_n=\triangle \mathrm{Q}_2\mathrm{R}_n\mathrm{T}_n-\int_{-\frac{3}{2}}^{0}((x+3)-(2x^2+4x+3))dx=\triangle \mathrm{Q}_2\mathrm{R}_n\mathrm{T}_n-\frac{9}{8}$ 이고, 여기서 $\triangle \mathrm{Q}_2\mathrm{R}_n\mathrm{T}_n=\frac{1}{2}(3-t_n)(-r_n)$이 된다. 여기서 t_n은 점 T_n의 y-좌표이며, r_n은 점 R_n의 x-좌표이다. 앞에서 구한 t_n과 r_n의 식을 대입해서 정리하면, $S_n=-\frac{1}{2}\frac{(\beta-4\alpha+3)^2}{4\alpha+3}-\frac{9}{8}$이 되며, (iii)번에서 구한 α의 극한값과 β의 극한값을 적용하면, S_n의 극한값은 $\frac{7}{8}$과 같게 된다.

답: (점 T_n의 y-좌표)$=4\alpha_n-\beta_n+6$, (점 R_n의 x-좌표)$=\frac{\beta_n-4\alpha_n-3}{4\alpha_n+3}$,

$S_n=-\frac{1}{2}\frac{(\beta_n-4\alpha_n+3)^2}{4\alpha_n+3}-\frac{9}{8}$, $\lim_{n\to\infty}S_n=\frac{7}{8}$

문항카드 22

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 물리학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I
	핵심개념 및 용어	등가속도 운동, 뉴턴 제 2법칙, 내부 에너지
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학I]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리학 I -i] ~ [물리학 I - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1> 직선을 따라 일정한 가속도 a로 시간 t 동안 운동한 후 물체의 속도는 $v = v_0 + at$이다. (단, v_0은 처음 속도)

<제시문2>일정한 압력 P를 유지하면서 부피가 ΔV만큼 팽창하였을 때 기체가 외부에 한 일은 $W = P\Delta V$이다.

<제시문3>어떤 계에 외부에서 Q만큼의 열을 가했을 때 계가 외부에 W만큼의 일을 했다면 계의 내부 에너지 변화량은 $\Delta U = Q - W$이다.

[물리학 I - i] (가) 그림 i-(a)는 행성 A에서 일정한 중력 가속도로 자유낙하 하는 질량 m인 물체의 속도를 시간의 함수로 그린 그림이다. 중력 가속도가 A의 2배인 대기 없는 행성 B에서 정지해 있던 질량 $\frac{m}{2}$인 물체가 자유낙하 할 때, 물체의 속도를 그림 i-(b)에 표시하고 그 근거를 논하시오. (답안지에 그림 i-(b)를 옮겨 그리고, 그 위에 물체의 속도를 시간의 함수로 그리시오.)

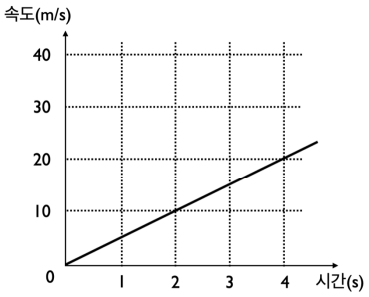


그림 i-(a): 행성 A에서의 자유낙하운동

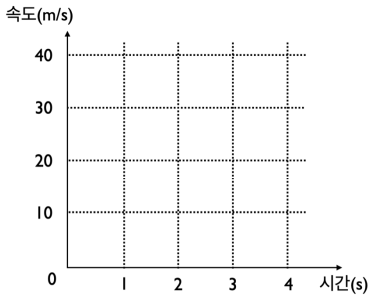


그림 i-(b): 행성 B에서의 자유낙하운동

(나) 행성 A에서 마찰이 없는 수평면에 질량 m인 물체를 놓고 힘 F로 수평 방향으로 밀면 물체의 속도가 그림 i-(c)로 표시된다. 중력 가속도가 A의 2배인 행성 B에서 마찰이 없는 수평면에 질량 $\frac{m}{2}$인 물체를 놓고 힘 $2F$로 수평 방향으로 미는 동안, 물체의 속도를 그림 i-(d)에 표시하고 그 근거를 논하시오. (답안지에 그림 i-(d)를 옮겨 그리고, 그 위에 물체의 속도를 시간의 함수로 그리시오.)

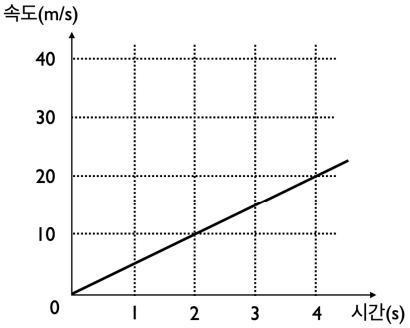


그림 i-(c): 행성 A에서 마찰이 없는 수평면에서의 운동

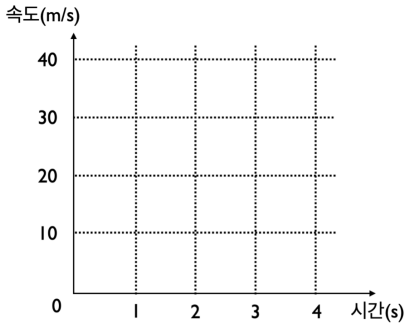


그림 i-(d): 행성 B에서 마찰이 없는 수평면에서의 운동

[물리학 Ⅰ-ⅱ] 단면적이 S인 단열된 실린더가 수평면에 수직으로 가만히 놓여있다. 실린더 안에는 위아래로 움직일 수 있는 질량 m인 단열된 피스톤이 그림과 같이 일정량의 이상 기체 위에 놓여 정지해 있다. 피스톤의 위는 진공이며, 피스톤과 실린더 사이의 마찰과 기체 분자의 질량은 무시한다. 중력 가속도는 g이다.

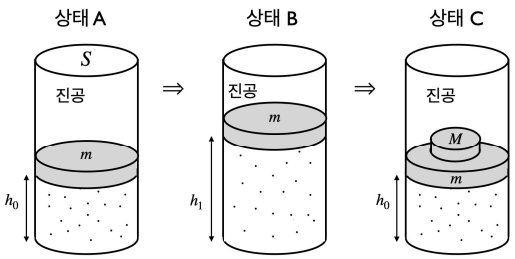


그림 ii-(a) 그림 ii-(b) 그림 ii-(c)

(가) 그림 ⅱ-(a)의 상태 A에서 기체의 압력을 구하고 그 근거를 제시하시오.

(나) 상태 A의 기체에 Q만큼의 열을 서서히 가했더니, 기체 부분의 높이가 h_0에서 h_1로 늘어나 그림 ⅱ-(b)의 상태 B로 변환되었다. 이 과정에서 기체의 내부 에너지 변화량을 구하고 그 근거를 제시하시오.

(다) 상태 B에서 피스톤 위에 질량 M인 물체를 올려 기체 부분의 높이가 h_0인 그림 ⅱ-(c)의 상태 C로 서서히 변환시켰다. B에서 C로의 변환 과정에서 기체의 내부 에너지 변화량을 구하고 그 근거를 제시하시오.

3. 출제 의도

- 자유낙하 운동과 등가속도 운동을 이해하고 있는지 평가한다.
- 물체의 속도와 가속도의 관계를 이해하고 있는지 평가한다.
- 내부 에너지와 열역학 제1법칙을 이해하고 있는지 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 적용 교육과정: 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[물리학 I]**

	영역별 내용
제시문1	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다. [12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다
제시문2	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화됨을 사례를 들어 설명할 수 있다.
제시문3	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화됨을 사례를 들어 설명할 수 있다.
[물리핵-i]	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-02]뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
[물리핵-ii]	(1) 역학과 에너지 [12물리 I 01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화됨을 사례를 들어 설명할 수 있다.

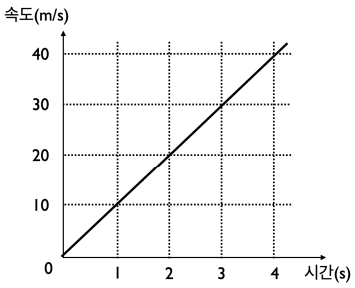
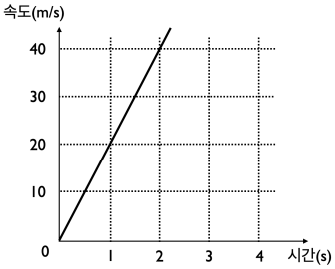
나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리핵	송진웅 외	동아출판	2018	21-23
	물리핵	김성진 외	미래엔	2018	20~27
	물리핵	강남화 외	천재교육	2018	18~26
	물리핵	송진웅 외	동아출판	2018	50~55
	물리핵	김성진 외	미래엔	2018	56~63
	물리핵	강남화 외	천재교육	2018	51~59

5. 문항 해설

고등학교 교과 과정 [물리학 I]의 “힘과 운동”단원에서 자유낙하 운동과 일정한 힘이 가해졌을 때의 등가속도 운동에 대한 문제와 “열과 에너지” 단원에서 열과 에너지의 관계를 묻는 문제를 출제했다. 일정한 중력가속도로 자유낙하 하는 물체의 가속도는 물체의 질량에 무관하다는 것을 이해하고 있는 지, 물체의 가속도는 힘에 비례하고 질량에 반비례한다는 것을 이해하고 있는 지를 문항 [물리학 I-i]에서 묻고자 했다. 문항 [물리학 I-ⅱ]는 열역학 제1법칙에 대한 것이다. 계의 내부 에너지의 변화량은 계에 가해준 열에서 계가 외부에 한 일을 뺀 것과 같다는 열역학 제 1법칙을 구체적인 상황에 대해 적용할 수 있는 지를 평가하고자 했다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준		배점
물리학 I - i (가)	 그림 i-(b): 행성 B에서의 자유낙하운동	행성 B에서 자유낙하 하는 물체의 가속도는 행성 A에서 자유낙하 하는 물체의 가속도의 두 배임을 서술하고, 이를 그래프로 표현.	10점
물리학 I - i (나)	 그림 i-(d): 행성 B에서 마찰이 없는 수평면위에서의 운동	행성 B에서 수평면위에서 움직이는 물체의 가속도는 행성 A에서 수평면위에서 움직이는 물체의 가속도의 네 배임을 서술하고, 이를 그래프로 표현	10점
물리학 I - ii (가)	기체의 압력 $P=\frac{mg}{S}$	피스톤이 기체에 미치는 힘 mg와 단면적을 이용해 압력을 제시.	4점
물리학 I - ii (나)	$\Delta U=Q-mg(h_1-h_0)$	기체가 외부에 한 일 $mg(h_1-h_0)$을 제시하고 이로부터 ΔU를 제시	8점
물리학 I - ii (다)	$\Delta U=(M+m)g(h_1-h_0)$	단열과정이므로 열이 0임을 서술하고, 기체가 외부에 한 일 $(M+m)g(h_0-h_1)$ 또는 외부에서 기체에 한 일 $(M+m)g(h_1-h_0)$을 계산해 ΔU를 제시	8점

7. 예시 답안

[물리학 I- i]

(가) 대기가 없는 행성A에서 자유낙하 하는 물체의 운동은 뉴턴의 운동법칙에 의해 $F=mg_A=ma_A$이므로 $a_A=g_A$로 주어진다. (g_A는 행성 A에서의 중력가속도) 등가속도 운동이므로 행성 A에서 물체의 속도는 $v=v_0+g_At$이다(<제시문1>). 따라서, 그림(i-a)의 직선의 기울기가 바로 행성 A의 중력가속도에 해당한다($v_0=0$). 행성 B에서 중력가속도 $g_B=2g_A$로 자유낙하하는 물체의 속도를 시간의 함수로 그릴 때, 직선의 기울기는 행성 B의 중력가속도 $g_B=2g_A$로서, 그림(i-a)의 직선의 기울기의 두 배이다. 그래프로 표현하면 오른쪽 그림과 같다.

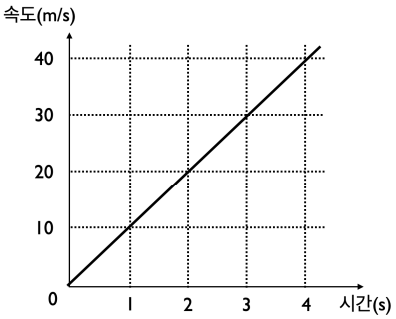


그림 i-(b): 행성 B에서의 자유낙하운동

(별해) 그림(i-a)의 직선의 기울기를 이용해 행성 A의 중력가속도 $5\,\mathrm{m/s^2}$를 구할 수 있다. 행성 B의 중력가속도는 이 값의 두 배이므로 $10\,\mathrm{m/s^2}$이므로, 그림(i-b)에 기울기가 $10\,\mathrm{m/s^2}$인 직선을 그리면 위의 그림을 얻는다.

(나) 물체는 일정한 힘 F에 의해 직선을 따라 등가속도 운동을 한다. $F=ma$으로부터 $a=F/m$임을 알 수 있다. 그림(i-c)의 직선의 기울기가 바로 행성 A에서 움직이는 물체의 가속도 $a_A=F/m$이다. 행성 B에서 힘 $2F$로 질량 $m/2$인 물체를 미는 경우의 가속도는 $a_B=\dfrac{2F}{m/2}=\dfrac{4F}{m}=4a_A$이므로, 행성 B에서 물체의 속도를 시간의 함수로 그리면, 직선의 기울기는 그림(i-c)의 직선의 기울기의 네 배이다. 그래프로 표현하면 오른쪽 그림과 같다.

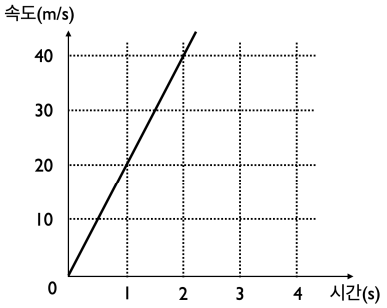


그림 i-(d): 행성 B에서 마찰이 없는 수평면위에서의 운동

(별해) 그림(i-c)의 직선의 기울기 $5\,\mathrm{m/s^2}$를 얻고, 따라서 행성 A에서의 운동에 대해 $a_A=\dfrac{F}{m}=5\,\mathrm{m/s^2}$를 얻는다. 행성 B에서의 물체의 운동에 대해 가속도를 구하면 $a_B=\dfrac{F_B}{m_B}=\dfrac{2F}{m/2}=4\dfrac{F}{m}=4a_A=20\,\mathrm{m/s^2}$이다. 그림(i-d)에 기울기가 $20\,\mathrm{m/s^2}$인 직선을 그리면 위의 그림을 얻는다.

[물리학 I-ⅱ]

(가) 기체의 윗면에는 피스톤에 의한 중력 mg가 작용한다. 압력 $P=F/S$이므로 기체의 압력은 $\dfrac{mg}{S}$이다.

(나) <제시문 3>을 이용하면, 내부에너지 증가량은 $\Delta U=Q-W$이며, W는 기체가 외부에 한 일이다. 일정한 압력 $P=\dfrac{mg}{S}$에서 기체의 부피가 Sh_0에서 Sh_1로 변했으므로, <제시문 2>에 의해 $W=P\Delta V=\dfrac{mg}{S}S(h_1-h_0)$이다. 따라서, 기체의 내부에너지의 변화량은 $\Delta U=Q-mg(h_1-h_0)$이다.

(별해) 기체가 외부에 한 일은 피스톤의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지의 증가량과 같다. 질량 m인 피스톤의 높이가 h_1-h_0만큼 변했으므로, 피스톤의 퍼텐셜 에너지의 변화량은 $mg(h_1-h_0)$이며, 이는 기체가 외부에 한 일 W와 같다. <제시문 3>을 이용하면, $\Delta U=Q-W=Q-mg(h_1-h_0)$.

(다) 상태 B에서 상태 C로의 변환과정에서 외부로부터 기체에 가한 열 $Q=0$이다. <제시문 3>을 이용하면 $\Delta U=Q-W=-W$이며 $F=(M+m)g$이므로, $W=P\Delta V=\dfrac{F}{S}S(h_0-h_1)=(M+m)g(h_0-h_1)$이다. 상태 B에서 상태 C로의 변환과정에서의 기체의 내부에너지의 변화량은

$\Delta U = -W = (M+m)g(h_1 - h_0)$이다.

(별해) 기체가 외부에 한 일은 중력에 의한 퍼텐셜 에너지의 변화량과 같다. 질량 m인 피스톤과 그 위에 올려진 질량 M인 물체의 높이가 $h_0 - h_1$만큼 변했으므로, 퍼텐셜 에너지의 변화량은 $(M+m)g(h_0 - h_1)$이며, 이는 기체가 외부에 한 일 W와 같다. <제시문 3>을 이용하면, $\Delta U = Q - W = -W = -(M+m)g(h_0 - h_1) = (M+m)g(h_1 - h_0)$이다.

문항카드 23

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	화학 반응에서의 양적 관계, 산화-환원, 산화수, 중화 반응, 동위원소, 원자 반지름, 이온 반지름, 전자 배치
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 제시문

〈제시문1〉

화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로부터 화학 반응에 관여하는 물질의 종류뿐만 아니라 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 알 수 있다.

〈제시문2〉

원자 반지름은 일반적으로 같은 종류의 두 원자가 결합하고 있을 때 두 원자핵간 거리의 $\frac{1}{2}$로 정의한다. 원자가 전자를 얻거나 잃어서 안정한 이온이 되면 전자 배치가 비활성 기체와 같아진다.

〈제시문3〉

원자의 전자는 원자핵이나 다른 전자들과 상호 작용을 하면서 가장 안정된 상태를 유지하려고 한다. 전자가 존재하는 오비탈의 공간적 성질과 전자의 운동을 나타내는 일련의 수를 양자수라고 한다. 양자수에는 주 양자수(n), 방위 양자수(l), 자기 양자수(m_l), 스핀 자기 양자수(m_s)가 있다.

〈제시문4〉

산화 환원 반응은 전자를 주고받는 반응이므로 한 반응에서 전자를 잃는 물질이 있으면 반드시 전자를 얻는 물질이 있어야 한다. 따라서 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다. 중화 반응에서 산과 염기의 양적 관계를 이용하면 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아낼 수 있다.

[화학 I - i] 아래의 반응은 탄화수소 중 하나인, 메테인(CH_4)의 연소 반응에 관한 화학 반응식이다.

$$a\mathrm{CH_4}(g) + b\mathrm{O_2}(g) \rightarrow c\mathrm{CO_2}(g) + d\mathrm{H_2O}(l) \quad (a\sim d\text{는 반응 계수})$$

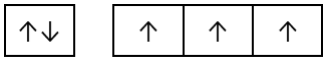
공기는 질소, 산소, 이산화 탄소 등이 혼합된 기체이며, 이 중에서 이산화 탄소의 질량 퍼센트 농도(%)는 0.03%이다. 표준 상태(0℃, 1기압)에서 부피가 10,000L인 밀폐된 공간에서 메테인을 연소시켰더니, 공기 중 이산화 탄소의 질량 퍼센트 농도(%)가 0.052%로 증가되었다. 이때 연소반응에서 사용한 산소의 부피(L)가 얼마인지 논하시오. (단, 공기의 밀도는 1g/L로 가정하며, 반응 전후 밀도의 변화는 무시한다. H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)

[화학 I - ii] 다음은 몇 가지 원소와 동위원소를 나타낸 것이다.

$$^{22}_{11}\mathrm{Na},\ ^{24}_{11}\mathrm{Na},\ ^{24}_{12}\mathrm{Mg},\ ^{27}_{13}\mathrm{Al},\ ^{32}_{16}\mathrm{S},\ ^{39}_{19}\mathrm{K}$$

(가) 위의 모든 원소와 동위원소의 원자반지름을 >, =, <를 사용하여 비교하고, 그 이유를 논하시오.
(나) 위의 모든 원소와 동위원소가 가장 안정한 이온이 될 때, 이온의 크기를 >, =, <를 사용하여 비교하고, 그 이유를 논하시오.

[화학 I - iii] (가) 원자 번호가 15인 인(P) 원자가 바닥상태에 있을 때 바깥 전자 껍질의 전자 배치는 아래의 그림과 같다. 이때 바깥 전자 껍질에 채워진 5개의 전자 모두에 대해, 4개의 양자수를 (n, l, m_l, m_s)와 같은 방식으로 나타내시오.



(나) 위의 그림에서 하나의 전자가 이동한 들뜬상태의 전자 배치를 위 그림과 같은 방식으로 나타내고, 그 전자 배치가 들뜬상태인 이유를 논하시오. (단, 위에서 주어진 4개의 오비탈 내에서의 전자 이동만을 고려한다.)

[화학 I - iv] 아래의 반응은 이산화 황(SO_2), 물(H_2O), 염소(Cl_2)가 반응하여 황산(H_2SO_4)과 염산(HCl)을 생성하는 산화 환원 반응이다.

$$a\mathrm{SO_2}(g) + b\mathrm{H_2O}(l) + c\mathrm{Cl_2}(g) \rightarrow d\mathrm{H_2SO_4}(aq) + e\mathrm{HCl}(aq) \quad (a\sim e\text{는 반응 계수})$$

위의 산화 환원 반응이 끝난 수용액을 완전히 중화시키는데 필요한 0.1M NaOH 표준 용액의 부피는 400mL 이다. 이때 위 반응에서 산화수 변화를 이용하여 환원제가 무엇인지 밝히고, 반응한 환원제의 질량(g)을 논하시오. (단, S, Cl의 원자량은 각각 32, 35.5이다.)

3. 출제 의도

화학I 교과에서 다루고 있는 화학 반응에서의 양적 관계, 원자의 구조 및 전자 배치, 산화-환원 반응, 중화 반응 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 화학 물질을 구성하는 기본단위인 원자와 이온의 특징과 전자 배치를 이해하고 그 이해를 바탕으로 원자 및 이온의 크기를 예측하고, 양자수와 오비탈의 이해를 바탕으로 전자가 오비탈에 배치되는 원리에 대한 이해를 평가하고자 하였다. 더 나아가 산 염기 반응을 이용하여 산화 환원 반응을 통해 형성된 산의 양적 관계를 이해하는 문제와 같이 단원 간에 연결되는 개념을 이용하여, 화학적 문제를 해결할 수 있는 이해력을 평가하는 문제를 출제하였다. 이들 문제를 통해 고등학교 화학I 교과서에 대한 이해 충실도를 평가하려는 의도가 있다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

※ 적용 교육과정: 교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[화학 Ⅰ]**

	영역별 내용
제시문1	(1) 화학의 첫걸음 [12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
제시문2	(2) 원자의 세계 [12화학Ⅰ02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
제시문3	(2) 원자의 세계 [12화학Ⅰ02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.
제시문4	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다. [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
화학 Ⅰ-ⅰ	(1) 화학의 첫걸음 [12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
화학 Ⅰ-ⅱ	(2) 원자의 세계 [12화학Ⅰ02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다. [12화학Ⅰ02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
화학 Ⅰ-ⅲ	(2) 원자의 세계 [12화학Ⅰ02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.
화학 Ⅰ-ⅳ	(4) 역동적인 화학 반응 [12화학Ⅰ04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다. [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문 1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	30-36
	화학Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	34-39
	화학Ⅰ	박종석 외 7인	비상교육	2020	34-38
	화학Ⅰ	황성용 외 3인	동아출판	2020	39-43

<제시문 2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	102-104
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	88-91
	화학Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	87-89
	화학Ⅰ	황성용 외 3인	동아출판	2020	91-93

<제시문 3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	67-69
	화학Ⅰ	황성용 외 3인	동아출판	2020	66-68
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	70-76
	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	80-82

<제시문 4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	황성용 외 3인	동아출판	2020	189-192
	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	178-181
	화학Ⅰ	이상권 외 7인	지학사	2020	175-179
	화학Ⅰ	박종석 외 7인	비상교육	2020	159-163

<문제 Ⅰ-i>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학Ⅰ	노태희 외 6인	천재교육	2020	23-28, 33-37
	화학Ⅰ	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	35-38, 41-42,56
	화학Ⅰ	박종석 외 7인	비상교육	2020	27-31, 34-36
	화학Ⅰ	황성용 외 3인	동아출판	2020	29-33, 39-43

<문제 I-ii>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2020	60-62,91-93
	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2020	57-59, 80-83
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	57-59, 84-89
	화학I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	71-73, 101-104

<문제 I-iii>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	70-76
	화학I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	80-86
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	62-65, 67-69
	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2020	62-64, 66-67

<문제 I-iv>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2020	180-183, 193-195
	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2020	159-163, 166-171
	화학I	박종석 외 7인	지학사	2020	170-174, 175-179
	화학I	강대훈 외 3인	와이비엠	2020	186-187, 193-199

5. 문항 해설

<문제 I-i>

몰, 원자량과 분자량, 화학식량, 몰과 기체 부피 사이의 관계, 농도 등에 대한 이해를 바탕으로 간단한 연소 반응에서 화학 반응의 양적 관계를 알아내 종합적으로 파악하고 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

<문제 I-ii>

원자의 구성 및 동위 원소의 특징, 안정한 이온 형성을 위한 전자 배치에 대한 이해를 기반으로 유효 핵전하를 판단하여 원자 및 이온의 크기를 예측하고 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

<문제 I-iii>

현대 원자 모형을 기반으로 양자수와 오비탈의 정의를 정확하게 이해하고 바닥상태와 들뜬상태에서 전자가 오비탈에 배치되는 원리를 종합적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

<문제 I-iv>

산화수 개념과 산화 환원 반응에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 주어진 산화 환원 반응에서 환원제를

찾고 중화 적정을 이용하여 화학 반응의 양적 관계를 알아내 종합적으로 파악하고 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
화학 I-ⅰ	반응 전후의 질량 퍼센트 농도의 변화를 통해 연소반응의 양적 관계를 이해하고, 기체의 부피와 몰수와의 관계를 이해하고 있는지 평가함.	10점
화학 I-ⅱ	원자의 구성 및 동위 원소의 특징을 이해하고 원자와 안정한 이온의 전자 배치를 바탕으로 원자 및 이온의 크기를 예측할 수 있는지 평가함.	10점
화학 I-ⅲ	현대 원자 모형을 기반으로 양자수와 오비탈의 정의를 정확하게 이해하고 바닥상태와 들뜬상태에서 전자가 오비탈에 배치되는 원리에 대한 이해를 평가함.	10점
화학 I-ⅳ	산화수 개념과 산화 환원 반응에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 주어진 산화 환원 반응에서 환원제를 찾고 중화 적정을 이용하여 화학 반응의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가함.	10점

7. 예시 답안

<문제 I-ⅰ>

연소 반응 전의 공기 중 이산화 탄소의 질량 퍼센트 농도는 0.03% 이므로, 공기의 밀도 (1g/L)를 이용하여 밀폐된 공간(10,000L) 안의 이산화 탄소의 질량을 계산하면, 1g/L x 10,000L x 0.0003 = 3g 이다.

연소 반응 후, 공기 중 이산화 탄소의 질량 퍼센트 농도가 0.052%로 증가 했을 때의 이산화 탄소의 질량은, 1g/L x 10,000L x 0.00052 = 5.2g 이므로 반응으로 증가한 이산화 탄소의 질량은 5.2-3=2.2g 이다.

이산화 탄소의 분자량은 44g/mol이므로 몰수는 (2.2g)/(44g/mol) = 0.05몰 이다.

메테인의 연소 반응의 계수는 a=1 b=2 c=1 d=2 이므로, 0.05몰의 이산화 탄소를 생성하기 위해서는 0.1몰의 산소가 소모된다.

0℃, 1 기압에서 기체의 부피(L)는 22.4L 이므로, 소모된 산소의 부피는 2.24L이다.

<문제 I-ⅱ>

(가) ^{39}K > ^{22}Na = ^{24}Na >^{24}Mg > ^{27}Al > ^{32}S

- ^{39}K > ^{22}Na : 전자껍질 수가 감소(4주기→3주기)하므로 ^{39}K 가 ^{22}Na 보다 크다.
- ^{22}Na = ^{24}Na : 원자의 크기는 유효 핵전하와 전자 껍질의 숫자에 의해 결정되기 때문에, 동위원소 내에서의 크기 차이는 없다.
- ^{22}Na = ^{24}Na >^{24}Mg > ^{27}Al > ^{32}S : 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하여

크기가 작아진다.

(나) $^{32}S^{2-}$ > $^{39}K^{+}$ > $^{22}Na^{+}$ = $^{24}Na^{+}$ >$^{24}Mg^{2+}$ > $^{27}Al^{3+}$

- $^{32}S^{2-}$ > $^{39}K^{+}$: 아르곤의 전자 배치를 갖는 등전자 이온이다. 즉 원자 번호가 클수록 유효 핵 전하가 증가하여 크기가 작아진다.
- $^{39}K^{+}$ > $^{22}Na^{+}$ = $^{24}Na^{+}$: 같은 족 이온이다. 전자 껍질 수가 감소하면 크기가 작아진다.
- $^{22}Na^{+}$ = $^{24}Na^{+}$: 이온의 크기는 유효 핵전하와 전자 껍질의 숫자에 의해 결정되기 때문에, 동위원소 내에서의 크기 차이는 없다.
- $^{22}Na^{+}$ = $^{24}Na^{+}$ >$^{24}Mg^{2+}$ > $^{27}Al^{3+}$: 네온의 전자 배치를 갖는 등전자 이온이며, 원자 번호가 클수록 유효 핵전하가 증가하여 크기가 작아진다.

<문제 I-iii>

인(P) 원자의 바닥상태의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$이므로, 바깥 전자 껍질의 전자 배치는 $3s^2 3p^3$이다. 즉 n=3 일 때의 경우이며, l=0, 1이 가능하고, 각각의 l에 대해 m_l = 0 혹은 m_l = -1, 0, 1 이 가능하다. n, l, m_l 로 정해진 오비탈 안에 전자는 m_s = +1/2 혹은 -1/2로 배치될 수 있다.

(가) 3s 에 있는 전자들의 양자수 조합은 (3, 0, 0, +1/2), (3, 0, 0, -1/2) 이고, 3p 에 있는 전자들의 양자수 조합은 (3, 1, -1, +1/2), (3, 1, 0, +1/2), (3, 1, 1, +1/2) 이다.

(나) 들뜬상태는 쌓음 원리 혹은 훈트 규칙에 어긋난 전자 배치 상태이다. 주어진 조건에서 아래의 2가지 경우가 존재한다.

↑	↑↓	↑	↑	쌓음 원리에 어긋난다.
↑↓	↑↓	↑		훈트 규칙에 어긋난다.

<문제 I-iv>

산화 환원 반응이 끝난 수용액을 완전히 중화시키는데 필요한 0.1M NaOH 표준 용액의 부피가 400mL 이므로, 소모된 OH^- 이온의 몰수는 $0.1M \times 400mL \times \frac{1L}{1000mL} = 0.04$ 몰이다.

즉, 0.04몰의 H^+ 가 산화 환원 반응에서 생성되었다.

산화 환원 반응에서, SO_2의 S의 산화수는 +4이고, H_2SO_4의 S의 산화수는 +6으로, SO_2가 전자 2개를 잃어 산화되면서 Cl_2를 환원시키는 환원제이다.

산화 환원 반응의 화학 반응식의 계수는 a=1, b=2, c=1, d=1, e=2 이므로, 1몰의 이산화 황이 4몰의 H^+를 생성시킨다. 즉 0.04몰의 H^+ 가 생성되기 위해서 0.01몰의 SO_2가 필요하며, SO_2의 분자량이 64g/mol이므로 0.64g이 필요하다.

문항카드 24

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 생명과학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	단일 인자 유전, 성염색체 유전, 우성 열성, 대립형질, 유전자 이상
예상 소요 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [생명과학 I -i] ~ [생명과학 I - v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

〈제시문1〉

사람을 포함한 유성 생식을 하는 생물들은 정자와 난자 같은 생식세포가 수정하여 자손을 만든다. 모세포가 분열하여 생성된 생식세포의 염색체 수는 모세포의 절반이므로 생식세포의 분열을 감수 분열이라고 한다.

〈제시문2〉

대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 존재하는 동일한 형질을 결정하는 유전자이다. 한 대립 유전자 쌍에서 두 대립 유전자가 서로 다를 때 표현형으로 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라고 한다.

〈제시문3〉

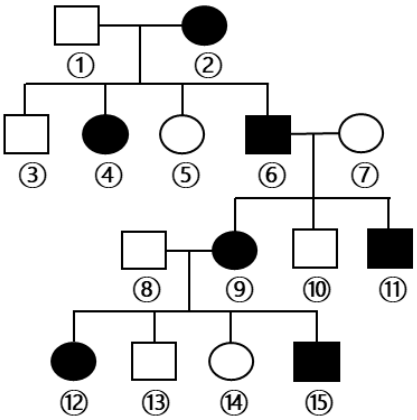
사람의 유전 중에서 한 쌍의 대립 유전자에 의해 결정되는 유전을 단일 인자 유전이라고 한다.

〈제시문4〉

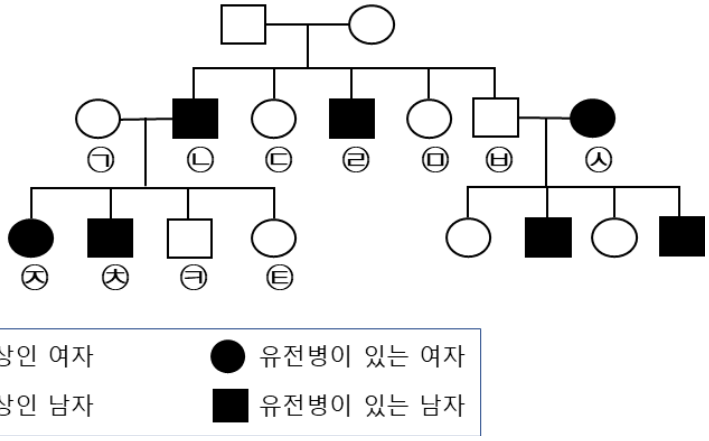
유전자에는 단백질을 만드는 데 필요한 유전 정보가 DNA의 염기서열로 저장되어 있다. 낫 모양 적혈구 빈혈증은 헤모글로빈을 암호화하는 유전자의 염기 하나가 바뀜으로써 잘못된 유전 정보에 의해 아미노산 하나가 달라져서 헤모글로빈의 구조가 변형되고, 그 결과 적혈구가 낫 모양으로 변하는 유전병이다.

다음은 유전병 (가)와 (나)가 관찰되는 서로 다른 가족들에 대한 가계도이다. 유전병 (가)와 (나) 모두 단일 인자 유전에 의해 나타난다. 유전병 (가)의 가족에게서 유전병 (나)는 전혀 관찰되지 않았으며, 반대로 유전병 (나)의 가족에게서 유전병 (가)는 전혀 관찰되지 않았다. 유전병 (가)에 관련된 대립 유전자를 A와 a, 유전병 (나)에 관련된 대립 유전자를 B와 b로 표시하며 이들의 우열관계는 분명하다. 유전병 (가)의 가계도에 있는 ②의 유전자형은 이형접합성이고, 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉤과 ㉥은 각각 대립유전자 B와 b중 한 종류만 갖는다.

유전병 (가)에 대한 가계도



유전병 (나)에 대한 가계도



[생명과학 Ⅰ - ⅰ] 유전병 (가)와 유전병 (나)의 가계도에서 관찰되는 각각의 유전 형태의 특징을 제시하고, 그 근거에 대하여 논하시오.

[생명과학 Ⅰ - ⅱ] 유전병 (가)의 가계도에 있는 ⑫, ⑭, ⑮ 사람들의 체세포에서 대립 유전자 A와 a에 의해 만들어지는 단백질의 전체 양을 비교한 상대값과, 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉦, ㉧, ㉨, ㉩ 사람들의 체세포에서 대립 유전자 B와 b에 의해 만들어지는 단백질의 전체 양을 비교한 상대값의 결과는 다음과 같다.

(단, 가계도 (가)의 대립 유전자 A와 a에 의해 만들어지는 단백질의 크기는 ⑫, ⑭, ⑮ 사람들 모두에게서 동일하다.)

	유전병 (가)의 대립 유전자 A와 a				유전병 (나)의 대립 유전자 B와 b			
	⑫	⑭	⑮		㉦	㉧	㉨	㉩
체세포 1개당 대립 유전자들에 의해 만들어지는 단백질 전체 양에 대한 상대값	2	2	2		0	0	1	1

<제시문4>를 참고하여 유전병 (가)와 유전병 (나)의 발현 양상을 대립 유전자에 의해 만들어지는 단백질의 관점에서 논하시오.

[생명과학 Ⅰ - ⅲ] 유전병 (가)의 가계도에 있는 ⑮와 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉤이 결혼하였을 때, 그 자손에게서 유전병 (가)와 유전병 (나)가 나타날 확률을 각각 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

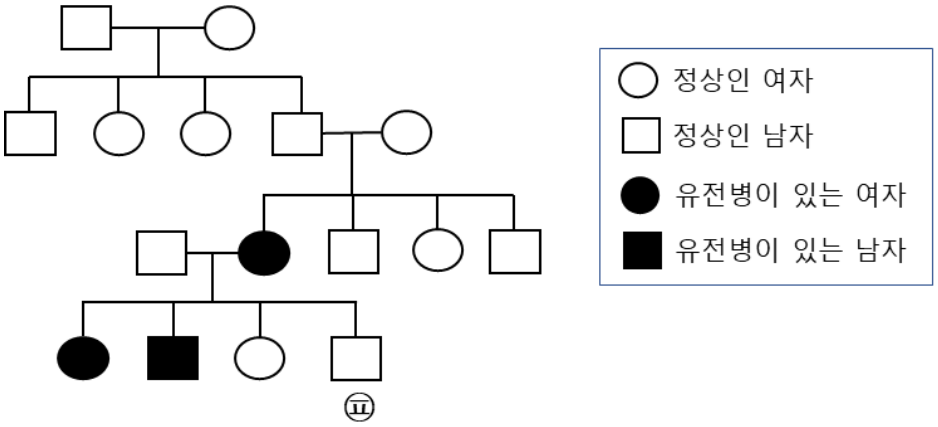
[생명과학 Ⅰ - ⅳ] 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉩은 유전병 (가)와 (나)가 전혀 없는 정상인 남자와 결혼하여 자손을 낳았다.

(1) 자손 중 염색체 개수가 50개이며 그 중 X 염색체가 5개 Y 염색체가 1개 있는 자손이 태어난 후

곧 사망하였다. 이러한 자손이 태어나게 되는 과정에 대하여 가능한 모든 경우를 논하시오.
(2) 자손 중 터너 증후군이면서 동시에 유전병 (나)가 나타나는 자손이 태어났다. 어떤 과정을 통해 이러한 자손이 태어나게 되었는지 가능한 모든 경우를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ - v] 다음은 단일 유전 인자에 의해 나타나는 유전병 (다)에 대한 가족의 가계도이다. 유전병 (다)에 관련된 대립 유전자를 T와 t로 표시하며, 이들의 우열 관계는 분명하다.

유전병 (다)에 대한 가계도



(1) 유전병 (다)와 관련된 유전 형태의 특징을 제시하고, 그 근거에 대하여 논하시오.
(2) 문항 [생명과학 Ⅰ - ⅰ]에 있는 유전병 (가)의 증상이 나타나는 ⑫는 유전병 (다)에 대한 유전자형이 이형접합성이다. 그리고 유전병 (다)의 가계도에서는 유전병 (가)의 증상을 가진 환자가 전혀 관찰되지 않았다. 유전병 (다)의 가계도에 있는 ㉱과 유전병 (가)의 가계도에 있는 ⑫가 결혼하였을 때, 자손에게서 유전병 (가)와 유전병 (다)가 동시에 나타나는 확률을 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 유전병 (가)와 유전병 (다)에 관련된 대립유전자들은 서로 다른 염색체 상에 존재하며, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

3. 출제 의도

본 문항은 우성 및 열성 유전 형질의 유전 양식인 단일인자 유전과 상염색체 및 성염색체에 의한 유전, 그리고 염색체 수 이상 등 유전의 기본 개념들에 대한 이해도를 측정하고자 하는 문항이다. 본 문항은 다섯 개의 소문항으로 이루어져 있다. 첫 문항부터 세 번째 문항은 상염색체 우성 유전과 성염색체 열성 유전의 기본 개념과 우성 및 열성 유전 형질이 표현형에 어떻게 영향을 미치는지를 물음으로써 사람의 유전 양식과 대립 유전자의 개념을 정확히 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 네 번째 문항의 경우 사람의 유전에서 나타나는 염색체 수 이상이 어떻게 나타나는지를 논리적으로 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 다섯 번째 문항은 상염색체 열성 대립 유전의 개념과 멘델의 독립의 법칙을 정확히 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 이를 통해 고등학교 교육 과정에 있는 유전의 개념을 제대로 숙지하고 있는지 그리고 이들 개념을 활용하여 문제를 해결하기 위한 논리적 추론 능력을 종합적으로 평가하고자 하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

※교육부 고시 제2015-74호(별책9) 과학과 교육과정 **[생명과학 I]**

	영역별 내용
생명과학 I - i	(4) 유전 [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.
생명과학 I - ii	(4) 유전 [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.
생명과학 I - iii	(4) 유전 [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다.
생명과학 I - iv	(4) 유전 [12생과 I 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
생명과학 I - v	(4) 유전 [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	이준규 외 5명	천재교육	2018	126-129, 135-139, 141-146
	생명과학 I	전상학 외 7명	지학사	2018	120-125, 126-129, 134-139
	생명과학 I	이용철 외 3명	와이비엠	2019	125-130, 132-138, 141-146
	생명과학 I	김윤택 외 4명	동아출판	2018	117-120, 124-128, 135-140, 144-148
	생명과학 I	오현선 외 5명	미래엔	2018	126-131, 132-133, 140-144, 146-152
	생명과학 I	심규철 외 5명	비상	2018	115-126, 130-137, 142-148

5. 문항 해설

[생명과학 I - i]

가계도를 분석을 통해 사람의 유전 양식을 이해하고 있는지 평가하는 문제이다.

유전병 (가)의 가계도에 있는 ②의 경우 이형접합성이 유전병을 나타내므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 우성인 형태로 전달됨을 알 수 있다. 그리고 우성 대립유전자가 상염색체와 성염색체 중 어디에 있는지는 ⑥, ⑦, ⑪ 유전형 분석을 통해 확인할 수 있다. 만약 성염색체에 우성인 형태로 전달된다면 ⑪번의 경우 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 유전병 (가)의 유전형태는 상염색체 우성 유전 형태이다. 유전병 (나)의 경우 부모세대에게 나타나지 않는 유전병이 자손 세대에서 나타나므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 열성인 형태로 전달됨을 알 수 있다. 또한 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉤과 ㉥의 경

우 각각 대립유전자 한 종류만 가지면서 자손 중 남자에게서만 유전병을 유발하므로 성염색체 관련 유전임을 알 수 있다. 만약 상염색체 유전이고 ㉥과 ㉦의 경우 각각 대립유전자 한 종류만 가지고 있다면 (BB x bb 라면), 자손 세대에 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 성염색체 유전이다. 따라서 유전병 (나)의 유전형태는 성염색체 열성 유전 형태이다(혹은 반성유전이며 열정 유전 형태이다).

[생명과학 Ⅰ - ii]

본 문제는 유전병을 유발하는 대립 유전자의 돌연변이와 단백질과의 연관성을 이해하고 있는지를 평가하고자 하는 문제이다.

가계도 (가)는 상염색체 우성 유전 형태이기 때문에 유전병을 일으키는 우성 대립유전자를 A라고 하였을 때 정상인 대립유전자는 a로 표시할 수 있다. 따라서 가계도 (가)를 분석하였을 때 ⑫, ⑭, ⑮에 대한 유전형은 Aa, aa, Aa로 표시할 수 있다. 이때 대립유전자에 의해 만들어지는 단백질의 양은 모두 동일하기 때문에 우성 대립유전자 및 정상 대립 유전자에서 단백질이 모두 만들어 진다고 추론할 수 있다. 따라서 정상유전자에 돌연변이가 일어나서 나타난 우성 대립유전자에서 만들어지는 단백질은 구조적 혹은 기능적으로 정상 단백질에 비해 우위에 있어(정상단백질에 비해 단백질 기능이 비정상적으로 활성화되어) 우성 유전 질환이 나타났다고 생각할 수 있다.

가계도 (나)는 성염색체 열성 유전 형태이기 때문에 유전병을 일으키는 열성 대립유전자를 X^b라고 하였을 때 정상 대립유전자는 X^B로 표시할 수 있다. 가계도 (나)의 ㉤, ㉥, ㉦, ㉧에 대한 유전형은 X^bX^b, X^bY,X^BY, X^BX^b로 표시할 수 있다. 이때 ㉤의 경우 단백질의 양은 0, 즉 열성 동형접합자를 구성하는 열성 대립유전자인 X^b에서는 단백질이 만들어지지 않는다고 추론할 수 있다. 따라서 유전병이 나타난 남자인 ㉥의 경우 열성대립유전자가 하나이고 단백질이 만들어지지 않아서 상대적 단백질 양이 0이라고 설명이 가능하다. ㉦ 남자의 경우는 정상 대립유전자가 X 염색체에 하나 존재하고, 이 정상 대립유전자에서 단백질이 만들어지므로 단백질의 상대적 양은 1이 된다. ㉧의 경우 단백질이 만들어지는 정상 대립유전자 한 개와 단백질이 만들어지지 않는 열성 대립유전자 한 개를 가지고 있기 때문에 단백질의 상대적 양은 1이 된다. 따라서 정상 대립유전자에 돌연변이가 일어나서 만들어지는 열성대립유전자 X^b에서는 단백질이 생성되지 않음으로서 열성유전질환이 나타났다고 추론할 수 있다.

[생명과학 Ⅰ - iii]

사람의 유전현상에서 부모의 대립 유전자가 자손에게 전달되는 과정이 멘델 유전 법칙에 따름을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다.

가계도 (가)의 ⑮의 경우 우성 대립유전자에 의해 유전병이 나타나고 또한 유전병 (나)는 전혀 나타나지 않는 남자이기 때문에 ⑮의 유전자형은 AaX^BY로 표시할 수 있다. 가계도 (나)는 성염색체 열성 대립유전자에 의해 전달되는 유전형태이며 ㉩의 남자 형제들에게서 유전병이 나타났기 때문에 부모 세대 중 어머니의 유전형은 이형접합자인 X^BX^b임을 알 수 있다. 따라서 유전병이 나타나지 않는 ㉩의 유전형은 X^BX^B와 X^BX^b 두 가지가 가능하다. 그리고 유전병 (가)가 전혀 관찰되지 않았기 때문에 ㉩의 대립유전자 A에 대한 유전형은 aa일 것이다. 따라서 ㉩의 유전형은 aaX^BX^B, aaX^BX^b중 하나이다. 즉 ⑮와 ㉩이 결혼한 경우 AaX^BY x aaX^BX^B 혹은 AaX^BY x aaX^BX^b 에서 태어난 자손에게서의 확률을 구하면 된다.

1. AaX^BY x aaX^BX^B 경우:

자손에게서 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY

(1) 자손 중 유전병 (가)가 나타날 확률:

㉣의 유전형 중 aaX^BX^B가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x 자손에게서 유전병 (가)가 나타날 확률 ($\frac{1}{2}$) = $\frac{1}{4}$

(다른 풀이)

㉣의 유전형 중 aaX^BX^B가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x (AaX^BY에서 유전병 (가)의 우성 대립유전자 A가 선택되는 정자가 만들어질 확률 ($\frac{1}{2}$) x (aaX^BX^B에서 유전병 (가)의 우성 대립유전자 R이 없기 때문에 항상 aX^B가 선택되는 난자가 만들어질 확률 (1) = $\frac{1}{4}$

(2) 자손 중 유전병 (나)가 나타날 확률:

AaX^BY에서 유전병 (나)의 열성 대립 유전자 X^b가 없고 aaX^BX^B에서 유전병 (나)의 열성 대립 유전자 X^b 역시 없기 때문에 자손에게서 유전병 (나)가 나타날 확률은 0 이다.

2. AaX^BY x aaX^BX^b 경우:

자손에게서 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY
aX^b	AaX^BX^b	AaX^bY	aaX^BX^b	aaX^bY

(1) 자손 중 유전병 (가)가 나타날 확률:

㉤의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x 자손에게서 유전병 (가)가 나타날 확률 ($\frac{1}{2}$) = $\frac{1}{4}$

(다른 풀이)

㉤의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x AaX^BY 에서 유전병 (가)의 우성 대립유전자 A가 있는 정자가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x aaX^BX^b 에서는 유전병 (가)의 우성 대립유전자 A가 없기 때문에 난자가 항상 선택될 확률 (1) = $\frac{1}{4}$

(2) 자손 중 유전병 (나)가 나타날 확률:

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY
aX^b	AaX^BX^b	AaX^bY	aaX^BX^b	aaX^bY

㉣의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x 자손에게서 유전병 (나)가 나타날 확률 ($\frac{1}{4}$) = $\frac{1}{8}$

(다른 풀이)

㉣의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x AaX^BY 에서는 유전병 (나)의 열성 대립유전자 X^b가 없기 때문에 여자에게서는 유전병이 (나)가 나타나지 않는다. 자손에게서 유전병 (나)가 나타나기 위해 Y 염색체를 가지는 정자가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) x aaX^BX^b 에서 유전병 (나)의 열성 대립유전자 X^b를 가진 난자가 선택될 확률 ($\frac{1}{2}$) = $\frac{1}{8}$

(1)과 (2)는 동시에 일어나지 않기 때문에

유전병 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$

유전병 (나)가 나타날 확률은 $0+\frac{1}{8}=\frac{1}{8}$ 이다.

[생명과학 Ⅰ-iv]

사람의 유전에서 염색체 비분리에 의한 염색체 수의 이상이 나타남을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다.

(소문항-1)

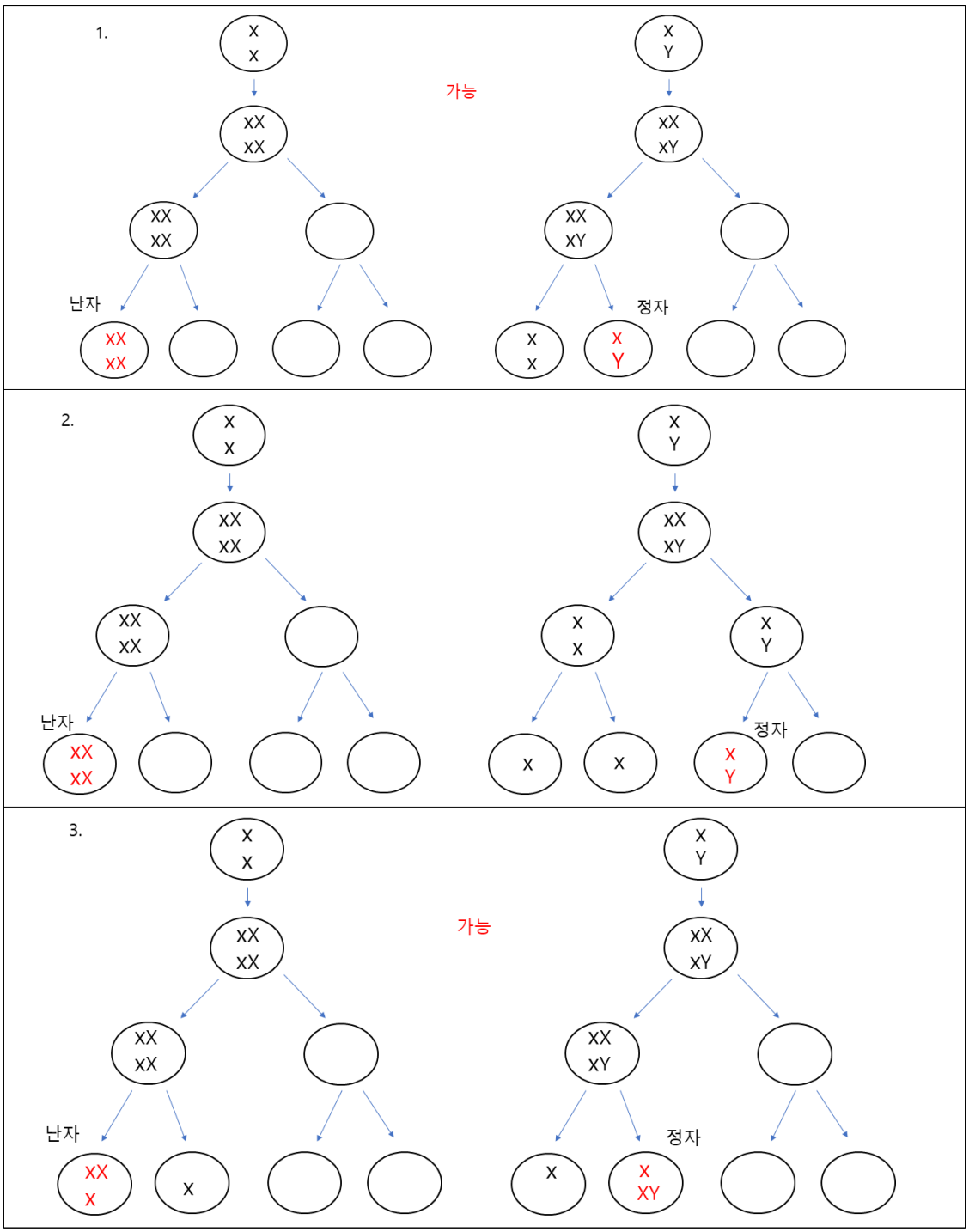
문제에서는 X 염색체의 이상을 가진 자손이 어떻게 태어나게 된 이유를 질문하고 있기 때문에 상염색체에 의해 유전 형질이 전달되는 유전병 (가)의 대립유전자는 고려할 필요가 없다. 가계도 (나)의 ㉤의 경우 유전병이 나타나지 않으므로 유전자형이 이형접합성인 X^BX^b로 표시할 수 있고, 유전병(나)가 전혀 나타나지 않는 정상인 남자는 X^BY로 표시할 수 있다. 특히 정자와 난자를 생성하는 감수분열은 감수 1분열과 감수 2분열이 연속하여 일어나게 되며, 염색체 수의 이상은 감수 1분열의 상동염색체가 비분리되는 경우, 감수 2분열의 염색분체가 비분리 되는 경우에 일어난다.

따라서 염색체 개수가 50개이고 그 중 X 염색체가 5개 Y 염색체가 1개인 자손이 태어나기 위해서는 세 가지 경우가 가능하다.

첫 번째는 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 X 염색체 4개를 가진 난자와 감수 1분열에서 비분리 현상이 한 번 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 XY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다.

두 번째는 감수 1열과 감수 2분열 모두에서 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 X 염색체 4개를 가진 난자와 감수 2분열 중 비분리 현상이 한 번 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 XY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다.

세 번째의 경우 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 X 염색체 3개를 가진 난자와, 감수 1분열과 감수 2분열의 연속적인 비분리 현상에 의해 만들어진 상염색체 22개와 XXY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다.



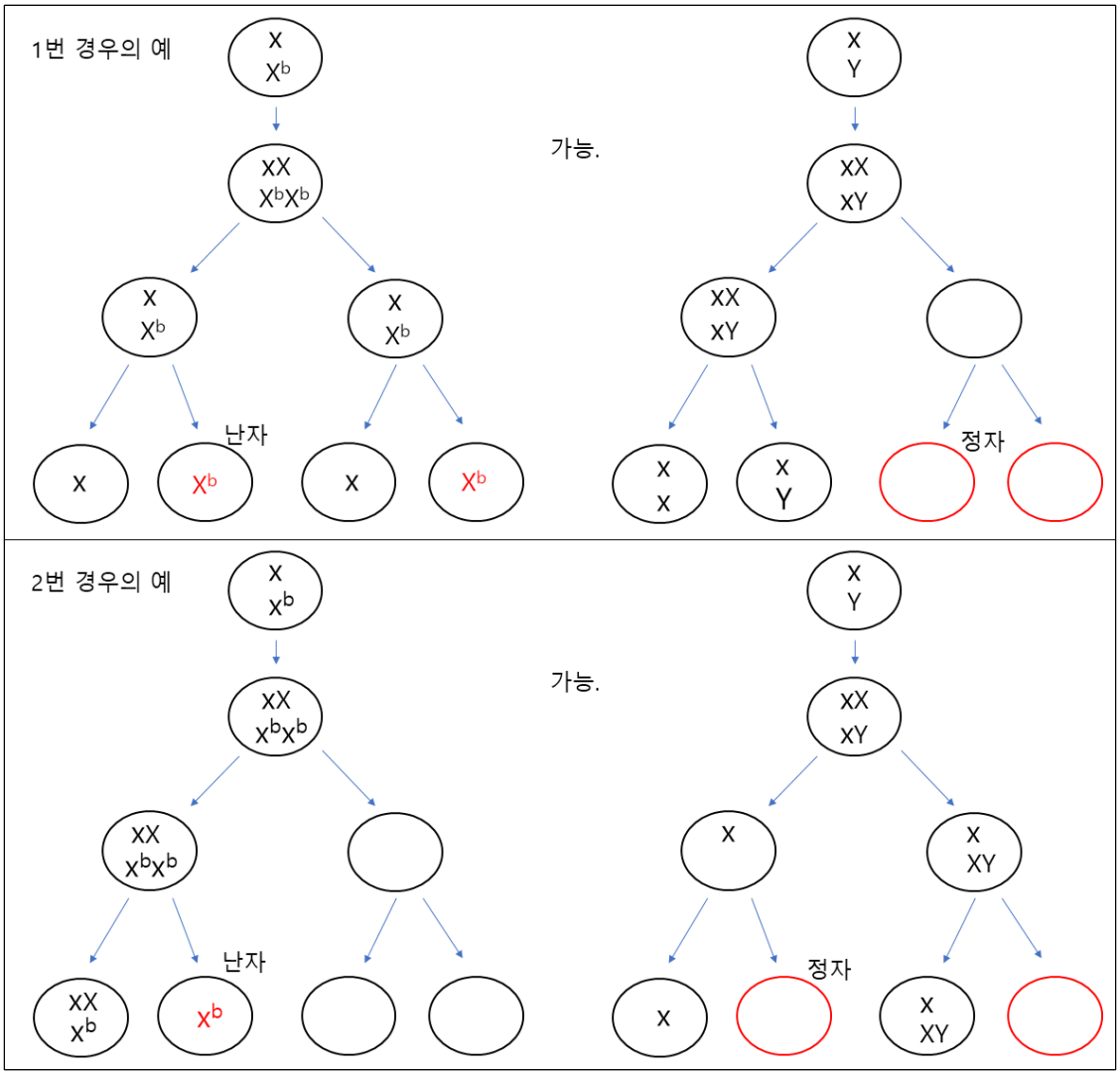
(소문항-2)

터너 증후군이면서 동시에 유전병 (나)가 나타나는 경우는 크게 두 가지 경우가 가능하다.

첫 번째의 경우는 정상적인 감수분열 즉 비분리 현상이 일어나지 않은 X 염색체를 하나 가진 정상 난자와, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 즉 비분리 현상이 일어나서 생성된 성염색체가 없는 정자가 수정되어 나타날 수 있다.

두 번째의 경우는 난자에게서 감수 1분열에서 비분리 현상이 일어나고 감수 2분열에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나면서 X 염색체 3개를 가진 난자와 열성 대립유전자 X^b를 가진 1개의 난자가 생기는 경우이다. 이러한 열성 대립유전자 X^b를 가진 난자가, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 비분리 현

상이 일어나서 생긴 성염색체가 없는 정자와 수정되어 나타날 수 있다.



[생명과학 I - v]

상염색체 열성 유전 형태를 이해와 사람의 유전 현상에서 멘델의 유전 법칙이 적용됨을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다.

(소문항-1) 유전병 (다)의 경우 부모세대에게 나타나지 않는 유전병이 자손 세대에서 나타나므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 열성인 형태로 전달된다. 그리고 유전병 (다)가 성염색체 유전이라면 ㉤의 어머니는 열성 동형접합자가 되고 따라서 자손의 남자에게서는 모두 유전병 (다)가 나타나야 한다. 그러나 ㉤의 경우 정상 남자이기 때문에 성염색체 유전이 아님을 알 수 있다. 따라서 유전병 (다)의 유전형태는 상염색체 열성 유전 형태이다.

(소문항-2) 유전병 (가)의 가계도에 있는 ⑫는 유전병 증상이 나타나고, 유전병 (다)에 대해서는 이형접합자이기 때문에 유전형은 AaTt로 표현할 수 있다. 유전병 (다)의 가계도에 있는 ㉤은 유전병 (다)에 대해서는 보인자이며 유전병 (가)는 전혀 나타나지 않기 때문에 유전형은 aaTt로 표현할 수 있다. 따라서 ⑫와 ㉤이 결혼하는 경우는 AaTt x aaTt로 표시할 수 있다. 또한 두 대립유전자는 서로 다른 염색체에 존재하고 있기 때문에 멘델 법칙 중 독립의 법칙에 따라 유전된다.

자손에게 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AT	At	aT	at
aT	AaTT	AaTt	aaTT	aaTt
at	AaTt	Aatt	aaTt	aatt

따라서 자손에게서 유전병 (가)와 유전병 (다)가 동시에 나타날 확률은 $\frac{1}{8}$이다.

(다른 풀이)
AaTt에서 유전병 (가)를 일으키는 대립유전자 R과 유전병 (다)를 일으키는 열성 대립유전자 t를 동시에 가지는 정자가 생성될 확률 ($\frac{1}{4}$) x aaTt에서 유전병 (다)를 일으키는 열성 대립유전자 t를 가지는 난자가 생성될 확률 ($\frac{1}{2}$) = $\frac{1}{8}$. 유전병 (가)의 경우 우성 대립유전자 A에 의해 유전병이 결정되기 때문에 정상대립유전자 a는 상관이 없다. 따라서 자손 중 유전병 (가)와 유전병 (다)가 동시에 나타날 확률은 $\frac{1}{8}$이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
생명과학 I - i	• 유전병 (가)가 상염색체 우성 유전이라 기술하고 근거를 제시하면 3점 (우성이라고만 언급하면 1점, 상염색체 상에 있는 근거를 제시하면 2점) • 유전병 (나)가 성염색체 열성 유전이라 기술하고 근거를 제시하면 3점 (열성이라고만 언급하면 1점, 성염색체 상에 있는 근거를 제시하면 2점)	6점
생명과학 I - ii	• 가계도 (가)의 경우 우성 대립유전자 및 정상 대립 유전자에서 단백질이 모두 만들어진다 라고 기술하면 2점. 따라서 정상유전자에 돌연변이가 일어나서 나타난 우성 대립유전자에서 만들어지는 단백질은 구조적 혹은 기능적으로 정상 단백질에 비해 우위에 있어 (정상단백질에 비해 단백질 기능이 비정상적으로 활성화되어) 우성 유전 질환이 나타났다고 생각할 수 있다 라고 기술하면 3점. (모두 기술하면 5점) • 가계도 (나)의 경우 정상 대립유전자에서는 단백질이 만들어지고 열성 대립유전자에서는 단백질이 만들어지지 않아서 열성 유전 형질이 나타난다고 기술하면 5점.	10점
생명과학 I - iii	• ⑮의 유전자형은 AaX^BY이고, ㉤의 유전형은 aaX^BX^B, aaX^BX^b중 하나이다. 즉 ⑮와 ㉤이 결혼한 경우 AaX^BY x aaX^BX^B 혹은 AaX^BY x aaX^BX^b 에서 태어난 자손에게서의 확률을 구하면 된다 라고 기술하면 2점 • 두 경우가 동시에 일어나지 않기 때문에 유전병 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$ (3점) 유전병 (나)가 나타날 확률은 $0+\frac{1}{8}=\frac{1}{8}$ (3점) 모두 기술하면 8점	8점
생명과학 I - iv	• 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 **연속적**으로 비분리 현상이 일어나서 만들어진 X 염색체 4개를 가진 난자와 감수 1분열 혹은 감수 2분열에서 **한 번** 비분리 현상이 일어나서	6점

	만들어진 XY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다고 기술하면 3점, • 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 **연속적으로** 비분리 현상이 일어나서 만들어진 **X 염색체 3개**를 가진 난자와, 감수 1분열과 감수 2분열의 **연속적인 비분리 현상에 의해 만들어진 XXY** 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다고 기술하면 3점	
	• 비분리 현상이 일어나지 않은 정상 감수분열에 의해 만들어진 X 염색체를 하나 가진 난자와, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 즉 비분리 현상이 일어나서 생성된 성염색체가 없는 정자가 수정되어 나타날 수 있다고 기술하면 3점. • 감수 1분열과 감수 2분열에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나면서 **X 염색체 3개를 가진 난자와 열성 대립유전자 X^b를 가진 1개의 난자**가 생기는 경우이다. 이러한 열성 대립유전자 X^b만을 가진 난자가, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 비분리 현상이 일어나서 생긴 성염색체가 없는 정자와 수정되어 나타날 수 있다고 기술하면 3점	6점
생명과학 I - v	• 유전병 (다)가 상염색체 열성 유전이라 기술하고 근거를 제시하면 2점 (열성이라고만 언급하면 1점, 상염색체 상에 있는 근거를 제시하면 1점)	2점
	• 상염색체 열성 대립유전이므로 ⑫와 ㉣이 결혼하는 경우는 AaTt x aaTt로 표시할 수 있고, 자손에게서 유전병 (가)와 유전병 (다)가 동시에 나타날 확률은 $\frac{1}{8}$이다 라고 기술하면 2점	2점

7. 예시 답안

[생명과학 I - i]

유전병 (가)의 가계도에 있는 ②의 경우 이형접합성이 유전병을 나타내므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 우성인 형태로 전달됨을 알 수 있다. 그리고 우성 대립유전자가 상염색체와 성염색체 중 어디에 있는지는 ⑥, ⑦, ⑪ 유전형 분석을 통해 확인할 수 있다. 만약 성염색체에 우성인 형태로 전달된다면 ⑪번의 경우 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 유전병 (가)의 유전형태는 상염색체 우성 유전 형태이다. 유전병 (나)의 경우 부모세대에게 나타나지 않는 유전병이 자손 세대에서 나타나므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 열성인 형태로 전달됨을 알 수 있다. 또한 유전병 (나)의 가계도에 있는 ㉤과 ㉦의 경우 각각 대립유전자 한 종류만 가지면서 자손 중 남자에게서만 유전병을 유발하므로 성염색체 관련 유전임을 알 수 있다. 만약 상염색체 유전이고 ㉤과 ㉦의 경우 각각 대립유전자 한 종류만 가지고 있다면 (BB x bb 라면), 자손 세대에 유전병이 나타날 수 없다. 따라서 성염색체 유전이다. 따라서 유전병 (나)의 유전형태는 성염색체 열성 유전 형태이다.

[생명과학 I - ii]

가계도 (가)는 상염색체 우성 유전 형태이기 때문에 유전병을 일으키는 우성 대립유전자를 A라고 하였을 때 정상인 대립유전자는 a로 표시할 수 있다. 따라서 가계도 (가)를 분석하였을 때 ⑫, ⑭, ⑮에 대한 유전형은 Aa, aa, Aa로 표시할 수 있다. 이때 대립유전자에 의해 만들어지는 단백질의 양은 모두 동일하기 때문에 우성 대립유전자 및 정상 대립 유전자에서 단백질이 모두 만들어 진다고 추론할 수 있다. 따라서 정상유전자에 돌연변이가 일어나서 나타난 우성 대립유전자에서 만들어지는 단백질은 구조적 혹은 기능적으로 정상 단백질에 비해 우위에 있어 우성 유전 질환이 나타났다고 생각할 수 있다.
가계도 (나)는 성염색체 열성 유전 형태이기 때문에 유전병을 일으키는 열성 대립유전자를 X^b라고 하였을 때 정상 대립유전자는 X^B로 표시할 수 있다. 가계도 (나)의 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣에 대한 유전형은 X^bX^b,

X^bY,X^BY, X^BX^b로 표시할 수 있다. 이때 ㉣의 경우 단백질의 양은 0, 즉 열성 동형접합자를 구성하는 열성 대립유전자인 X^b에서는 단백질이 만들어지지 않는다고 추론할 수 있다. 따라서 유전병이 나타난 남자인 ㉤의 경우 열성대립유전자가 하나이고 단백질이 만들어지지 않아서 상대적 단백질 양이 0이라고 설명이 가능하다. ㉠ 남자의 경우는 정상 대립유전자가 X 염색체에 하나 존재하고, 이 정상 대립유전자에서 단백질이 만들어지므로 단백질의 상대적 양은 1이 된다. ㉢의 경우 단백질이 만들어지는 정상 대립유전자 한 개와 단백질이 만들어지지 않는 열성 대립유전자 한 개를 가지고 있기 때문에 단백질의 상대적 양은 1이 된다. 따라서 정상 대립유전자에 돌연변이가 일어나서 만들어지는 열성대립유전자 X^b에서는 단백질이 생성되지 않음으로서 열성유전질환이 나타났다고 추론할 수 있다.

[생명과학 Ⅰ-ⅲ]

가계도 (가)의 ⑮의 경우 우성 대립유전자에 의해 유전병이 나타나고 또한 유전병 (나)는 전혀 나타나지 않는 남자이기 때문에 ⑮의 유전자형은 AaX^BY로 표시할 수 있다. 가계도 (나)는 성염색체 열성 대립유전자에 의해 전달되는 유전형태이며 ㉡의 유전형은 aaX^BX^B, aaX^BX^b중 하나이다. 즉 ⑮와 ㉡이 결혼한 경우 AaX^BY x aaX^BX^B 혹은 AaX^BY x aaX^BX^b 에서 태어난 자손에게서의 확률을 구하면 된다.

1. AaX^BY x aaX^BX^B 경우:

자손에게서 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY

(1) 자손 중 유전병 (가)가 나타날 확률:

㉡의 유전형 중 aaX^BX^B가 선택될 확률 $(\frac{1}{2})$ x 자손에게서 유전병 (가)가 나타날 확률 $(\frac{1}{2})$ = $\frac{1}{4}$

(2) 자손 중 유전병 (나)가 나타날 확률:

AaX^BY에서 유전병 (나)의 열성 대립 유전자 X^b가 없고 aaX^BX^B에서 유전병 (나)의 열성 대립 유전자 X^b 역시 없기 때문에 자손에게서 유전병 (나)가 나타날 확률은 0 이다.

2. AaX^BY x aaX^BX^b 경우:

자손에게서 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY
aX^b	AaX^BX^b	AaX^bY	aaX^BX^b	aaX^bY

(1) 자손 중 유전병 (가)가 나타날 확률:

㉡의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 $(\frac{1}{2})$ x 자손에게서 유전병 (가)가 나타날 확률 $(\frac{1}{2})$ = $\frac{1}{4}$

(2) 자손 중 유전병 (나)가 나타날 확률:

	AX^B	AY	aX^B	aY
aX^B	AaX^BX^B	AaX^BY	aaX^BX^B	aaX^BY
aX^b	AaX^BX^b	AaX^bY	aaX^BX^b	aaX^bY

㉣의 유전형 중 aaX^BX^b가 선택될 확률 $(\frac{1}{2})$ x 자손에게서 유전병 (나)가 나타날 확률 $(\frac{1}{4})$ = $\frac{1}{8}$

따라서

유전병 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$

유전병 (나)가 나타날 확률은 $0+\frac{1}{8}=\frac{1}{8}$ 이다.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ]

(소문항-1)

염색체 수의 이상은 감수 1분열의 상동염색체가 비분리 되는 경우, 감수 2분열의 염색분체가 비분리 되는 경우에 일어난다. 따라서 염색체 개수가 50개이고 그 중 X 염색체가 5개 Y 염색체가 1개인 자손이 태어나기 위해서는 두 가지 경우가 가능하다.

첫 번째는 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 X 염색체 4개를 가진 난자와, 감수 1분열 혹은 감수 2분열에서 한 번 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 XY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다.

두 번째의 경우 감수 1열과 감수 2분열 단계에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나서 만들어진 상염색체 22개와 X 염색체 3개를 가진 난자와, 감수 1분열과 감수 2분열의 연속적인 비분리 현상에 의해 만들어진 상염색체 22개와 XXY 염색체를 동시에 가진 정자가 수정되어 나타난다.

(소문항-2)

터너 증후군이면서 동시에 유전병 (나)가 나타나는 경우는 크게 두 가지 경우가 가능하다. 첫 번째의 경우는 정상적인 감수분열 즉 비분리 현상이 일어나지 않은 X 염색체를 하나 가진 난자와, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 즉 비분리 현상이 일어나서 생성된 성염색체가 없는 정자가 수정되어 나타날 수 있다.

두 번째의 경우는 난자에게서 감수 1분열에서 비분리 현상이 일어나고 감수 2분열에서 연속적으로 비분리 현상이 일어나면서 X 염색체 3개를 가진 난자와 열성 대립유전자 X^b를 가진 1개의 난자가 생기는 경우이다. 이러한 열성 대립유전자 X^b를 가진 난자가, 비분리 현상의 횟수와는 상관없이 비분리 현상이 일어나서 생긴 성염색체가 없는 정자와 수정되어 나타날 수 있다.

[생명과학 Ⅰ-ⅴ]

(소문항-1)

유전병 (다)의 경우 부모세대에게 나타나지 않는 유전병이 자손 세대에서 나타나므로 유전병을 유발하는 대립유전자는 열성인 형태로 전달된다. 그리고 유전병 (다)가 성염색체 유전이라면 ㉤의 어머니는 열성 동형접합자가 되고 따라서 자손의 남자에게서는 모두 유전병 (다)가 나타나야 한다. 그러나 ㉤의 경우 정상 남자이기 때문에 성염색체 유전이 아님을 알 수 있다. 따라서 유전병 (다)의 유전형태는 상염색체 열성 유전 형태이다.

(소문항-2) 유전병 (가)의 가계도에 있는 ⑫는 유전병 증상이 나타나고, 유전병 (다)에 대해서는 이형접합자이기 때문에 유전형은 AaTt로 표현할 수 있다. 유전병 (다)의 가계도에 있는 ㉥은 유전병 (다)에 대해서는 보인자이며 유전병 (가)는 전혀 나타나지 않기 때문에 유전형은 aaTt로 표현할 수 있다. 따라서 ⑫와 ㉥이 결혼하는 경우는 AaTt x aaTt로 표시할 수 있다. 또한 두 대립유전자는 서로 다른 염색체에 존재하고 있기 때문에 멘델 법칙 중 독립의 법칙에 따라 유전된다.
자손에게 나타나는 유전자형은 다음과 같다.

	AT	At	aT	at
aT	AaTT	AaTt	aaTT	aaTt
at	AaTt	Aatt	aaTt	aatt

따라서 자손에게서 유전병 (가)와 유전병 (다)가 동시에 나타날 확률은 $\frac{1}{8}$이다.